

نشریه علمی - پژوهشی بوم شناسی کشاورزی

جلد ۲ شماره ۱
بهار ۱۳۸۹

شاپا: ۷۷۱۳-۲۰۰۸

عنوان مقالات

- ۱..... بررسی تنوع زیستی کشاورزی شهرستان گچساران و تأثیر عوامل اقلیمی بر آن
فخرالدین هاشمی شادگان، کورس خوشبخت، عبدالمجید مهدوی دامغانی، هادی ویسی و هومان لیاقتی
- ۱۲..... بررسی توانایی تجزیه زیستی کاه و کلش گندم توسط گونه‌های مختلف جنس *تریکودرما*
علیرضا آستارایی، محمد فارسی، علی باکدین باریزی، مرجان قائمی و فرنوش فلاح پور
- ۱۹..... تأثیر دی اکسید کربن و نیتروژن بر تجزیه بقایای گندم و یونجه در دو خاک آهکی و غیر آهکی
سلماز رضوی دربار، امیر لکزیان، اکرم حلاج نیا و غلامحسین حق نیا
- ۲۷..... مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی...
علیرضا کوجکی، مهدی نصیری محلاتی، سرور خرم دل، سیده انورخواه، مژگان ثابت تیموری و سارا سنجانی
- ۳۷..... تأثیر مدیریت اکولوژیکی کنترل علف‌های هرز بر درآمد اقتصادی، عملکرد و اجزای آن در پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)
احمد زارع فیض آبادی، غلامحسین ساریان و هادی خزاعی
- ۴۵..... ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی...
فرزاد حسین پناهی، علیرضا کوجکی، مهدی نصیری محلاتی و رضا قربانی
- ۵۵..... کارایی انرژی زراعت زعفران (*Crocus sativus* L.) در خراسان جنوبی...
عباداله مودی شهرکی، مجید جامی الاحمدی و محمد علی بهدائی
- ۶۳..... مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)
سید محمد کاظم تهامی زرنندی، پرویز رضوانی مقدم و محسن جهان
- ۷۵..... ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی مشهد
محمد گلپاشی، محسن ابراهیمی، سعید خاوری خراسانی، رجب جوکان و مهدی ضرابی
- ۸۵..... بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.)
یاسر علی زاده، علیرضا کوجکی و مهدی نصیری محلاتی
- ۹۵..... اثر رقابت گونه مهاجم سوروف (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) در مزارع برنج گیلان...
محمد جواد گل محمدی، حسن علیرزاده، بیژن یعقوبی و مجید نحوی
- ۱۰۳..... بررسی امکان استفاده از نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی تصاویر ETM⁺ برای پایش پوشش گیاهی در منطقه نیشابور...
سید حسین ثنائی نژاد، علیرضا آستارایی و مرجان قائمی
- ۱۱۱..... اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)
صادق قربانی، حمیدرضا خزاعی، محمد کافی و محمد بنایان اول
- ۱۱۹..... بررسی اثرات برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و امکان تعیین زمان نیاز گیاه سیب زمینی به کود نیتروژن با استفاده از دستگاه کلروفیل متر...
محمد جواد ارشدی، حمیدرضا خزاعی، مهدی نصیری محلاتی و سیدامید عاقلی
- ۱۲۹..... ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید در شرایط آب و هوایی کرج...
محسن ابراهیمی، محمدرضای بی همتا، عبدالهادی حسین زاده، فرنگیس خیال پرست و محمد گلپاشی
- ۱۳۶..... بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)
مریم آشفته بیرگی، براتعلی سیاه سر، سعید خاوری، محمد گلپاشی، نفیسه مهدی نژاد و عادل علیرزاده
- ۱۴۶..... تأثیر محدودیت رطوبتی بر عملکرد و توزیع ماده خشک بین اندام‌های هوایی و ریشه تک بوته ژنوتیپ‌های تریبیکاله (*Triticosecale* × Wittmack) تحت شرایط کنترل شده...
حمید رضا خزاعی، احمد نظامی و کوروش شجاعی نوفرست
- ۱۵۸..... واکنش گروه‌های مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت به تاریخ کاشت در منطقه مشهد
رجب جوکان و هادی حسن زاده مقدم
- ۱۶۸..... ضد عفونی بذر گندم و تأثیر آن بر شاخص‌های قدرت بذر از منظر زیست محیطی...
حمیدرضا توکلی کاخکی و علیرضا بهشتی
- ۱۷۵..... واکنش لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) به تلقیح با ریزوبیوم و کاربرد نواری کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی...
برسا ناظری، علی کاشانی، کاظم خاوازی، محمد رضا اردکانی، مجتبی میرآخوری و محمد مهدی بورسپاه بیدی
- ۱۸۶-۲۰۵.....

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

عنوان مقاله	نویسندگان	صفحه
بررسی تنوع زیستی کشاورزی شهرستان گچساران و تأثیر عوامل اقلیمی بر آن	فخرالدین هاشمی شادگان، کورس خوشبخت، عبدالمجید مهدوی دامغانی، هادی ویسی و هومان لیاقتی	1
بررسی توانایی تجزیه زیستی کاه و کلش گندم توسط گونه‌های مختلف جنس تریکودرما	علیرضا آستارایی، محمد فارسی، علی پاکدین پاریزی، مرجان قائمی و فرنوش فلاح‌پور	12
تأثیر دی‌اکسید کربن و نیتروژن بر تجزیه بقایای گندم و یونجه در دو خاک آهکی و غیر آهکی	سلماز رضوی دربار، امیر لکزیان، اکرم حلاج‌نیا و غلامحسین حق‌نیا	19
مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه (<i>Cannabis sativa</i> L.) و کنجد (<i>Sesamum indicum</i> L.) در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایی	علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، سرور خرم دل، سپیده اتورخواه، مژگان ثابت تیموری و سارا سنجانی	27
تأثیر مدیریت اکولوژیکی کنترل علف‌های هرز بر درآمد اقتصادی، عملکرد و اجزای آن در پنبه (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	احمد زارع فیض آبادی ^{1*} ، غلامحسین ساریان ² و هادی خزاعی	37
ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و سیب‌زمینی	فرزاد حسین پناهی، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی و رضا قربانی	45
کارایی انرژی زراعت زعفران (<i>Crocus sativus</i> L.) در خراسان جنوبی	عباداله مویدی شهرکی، مجید جامی الاحمدی و محمد علی بهدائی	55
مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	سید محمد کاظم تهامی زرنندی، پرویز رضوانی مقدم و محسن جهان	63
ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شرایط آب و هوایی مشهد	محمد گلباشی، محسن ابراهیمی، سعید خاوری خراسانی، رجب چوکان و مهدی ضرابی	75
بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) و ریحان رویشی (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	یاسر علی زاده، علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی	85
اثر رقابت گونه مهاجم سوروف (<i>Echinochloa oryzicola</i> (Ard) Fisher) در مزارع برنج گیلان	محمدجواد گل محمدی، حسن علیزاده، بیژن یعقوبی و مجید نحوی	95
بررسی امکان استفاده از نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی تصاویر ETM ⁺ برای پایش پوشش گیاهی در منطقه نیشابور	سید حسین ثنائی‌نژاد، علیرضا آستارایی و مرجان قائمی	103
اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (<i>Zea mays</i> L.)	صادق قربانی، حمیدرضا خزاعی، محمد کافی و محمد بنایان اول	111
بررسی اثرات برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد سیب زمینی (<i>Solanum tuberosum</i> L.) و امکان تعیین زمان نیاز گیاه سیب زمینی به کود نیتروژن با استفاده از دستگاه کلروفیل متر	محمدجواد ارشدی، حمیدرضا خزاعی، مهدی نصیری محلاتی و سیدامید عاقلی	119
ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید در شرایط آب و هوایی کرج	محسن ابراهیمی، محمدرضا بی‌همتا، عبدالهادی حسین زاده، فرنگیس خیال پرست و محمد گلباشی	129
بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای (<i>Zea mays</i> L.)	مریم آشفته بیرگی، براتعلی سیاه سر، سعید خاوری، محمد گلباش، نفیسه مهدی نژاد و عادل علیزاده	136
تأثیر محدودیت رطوبتی بر عملکرد و توزیع ماده خشک بین اندام‌های هوایی و ریشه تک بوته ژنوتیپ‌های تریتیکاله (<i>Triticosecale</i> ×Wittmack) تحت شرایط کنترل شده	حمید رضا خزاعی، احمد نظامی و کوروش شجاعی نوفرست	146
واکنش گروه‌های مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت به تاریخ کاشت در منطقه مشهد	رجب چوکان و هادی حسن زاده مقدم	158
ضد عفونی بذر گندم و تأثیر آن بر شاخص‌های قدرت بذر از منظر زیست محیطی	حمیدرضا توکلی کاخکی و علیرضا بهشتی	168
واکنش لوبیا سفید (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) به تلقیح با ریزوبیوم و کاربرد نواری کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی	پریسا ناظری، علی کاشانی، کاظم خاوازی، محمد رضا اردکانی، مجتبی میرآخوری و محمد مهدی پورسیاه پیدی	175
چکیده‌های انگلیسی		186-205

Contents

<u>Paper topic</u>	<u>Author(s)</u>	<u>Page</u>
A survey of agrobiodiversity in Gachsaran county and influence of climatic factors	F. Hashemi Shadegan, K. Khoshbakht, A. Mahdavi Damghani, H. Veisi and H. Liaghati	1
Biodegradation of wheat straw by different isolates of <i>Trichoderma</i> spp.	A.R. Astaraei, M. Farsi, A. Pakdin Parizi, M. Ghaemi and F. Fallah Pour	12
The effect of elevated CO ₂ and N on decomposition of wheat straw and alfalfa residue in calcareous and non calcareous soils	S. Razavi Darbar, A. Lakzian, A. Halajnia and Gh. Haghnia	19
Evaluation of growth indices of hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) and sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) in intercropping with replacement and additive series	A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, S. Khorramdel, S. Anvarkhah, M. Sabt Teimouri and S. Sanjani	27
Effect of ecological management of weed control on economical income, yield and yield components of cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	A. Zarefeizabadi, Gh. Sareban and H. Khazaei	37
Evaluation of radiation absorption and use efficiency in potato/corn intercropping	F. Hosseinpanahi, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Ghorbani	45
Energy efficiency of saffron (<i>Crocus sativus</i> L.) in Southern Khorasan	E. Moayedi Shahraki, M. Jami Al-Ahmadi and M.A. Behdani	55
Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	S.M.K. Tahami, P. Rezvani Moghaddam and M. Jahan	63
Evaluation of morphological traits, yield and yield components of corn hybrids in Mashhad climate	M. Golbashy M. Ebrahimi S. Khavari Khorasani and R. Choukan and M. Zarabi	75
Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and herb sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	Y. Alizadeh, A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati	85
Evaluation of Competition of early watergrass (<i>Echinochloa oryzicola</i> (Ard) Fisher) on Rice fields of Guilan	M.J. Golmohammadi, H. Alizadeh, B. Yaghoubi and M. Nahvi	95
Using ETM ⁺ band ratios and principal component analysis for monitoring of vegetation cover in Neyshabour area	S.H. Sanaeinejad, A. Astaraei and M. Ghaemi	103
Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize (<i>Zea mays</i> L.)	S. Ghorbani, H.R. Khazaei, M. Kafi and M. Bannayan Aval	111
Evaluation of effects of some important agronomic traits on potato yield and possibility determining of required time of potato crop to nitrogen fertilizer levels by chlorophyll meter	M.J. Arshadi, H.R. Khazaei, M. Nassiri Mahallati and O. Agheli	119
Evaluation of yield and yield components and some agronomic traits of white bean genotypes under Karaj climate	M. Ebrahimi, M.R. Bihamta, A.H. Hosseinzadeh, F. Khial Parast and M. Golbashy	129
Effects of genotype by environment interactions on morphological traits, yield and yield components of new grain corn (<i>Zea mays</i> L.) varieties	M. Ashofteh beiragi, B.A. Siah Sar, S. Khavari, M. Golbashy, N. Mehdi Nejad and A. Alizadeh	136
Effects of moisture limitation on yield and dry matter distribution between shoot and root of triticale (<i>Triticosecale</i> ×Wittmack) genotypes under controlled condition	H.R. Khazaei, A. Nezami and K. Shojaei- Noferest	146
Response of maize different maturity hybrids to planting dates in Mashhad region	R. Choukan and H. Hassanzadeh Moghaddam	158
Wheat seed treatment and its effect on seed vigor indices from bioenvironmental aspect	H.R. Tavakoli Kakhki and A.R. Beheshti	168
The effect of biofertilizer and phosphorus fertilizer banding with Zinc on white bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	P. Nazeri, A. Kashani, K. Khavazi, M.R. Ardakani, M. Mirakhori and M. Pour siah bidi	175
English abstracts		186-205



بررسی تنوع زیستی کشاورزی شهرستان گچساران و تأثیر عوامل اقلیمی بر آن

فخرالدین هاشمی شادگان¹، کورس خوشبخت²، عبدالمجید مهدوی دامغانی^{2*}، هادی ویسی² و هومان لیاقتی²

تاریخ دریافت: 88/11/10

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

تنوع زیستی از مؤلفه‌های مهم ارزیابی پایداری سیستم‌های کشاورزی است. همگام با افزایش یا کاهش تنوع زیستی، فراهمی خدمات اکوسیستمی در کشت‌بوم‌ها نیز تغییر می‌کند. متخصصان کشاورزی عوامل متعددی را بر تغییر سیستم‌های کشاورزی تأثیرگذار می‌دانند. در این مطالعه، سیستم‌های کشاورزی دو منطقه کوهستانی حفاظت‌شده و کوهپایه‌ای دشتی در جنوب غرب ایران از چشم‌انداز تنوع زیستی کشاورزی بررسی شده است. از لحاظ غنای گونه‌های زراعی، منطقه دشتی کوهپایه‌ای (میانگین 4/35 گونه در برابر 3/25 در منطقه کوهستانی) و از نظر گونه‌های باغی، منطقه کوهستانی حفاظت‌شده (میانگین 2/76 در برابر 0/9 گونه در منطقه دشتی) وضعیت بهتری داشتند. شاخص تنوع گونه‌ای شانن - وینر برای گونه‌های زراعی در روستاهای مختلف، 1/25 تا 1/87 بود که با برآوردهای پیشین در سیستم‌های زراعی ایران هماهنگ است. نتیجه آزمون رگرسیون ساده نشان داد که میانگین غنای گونه‌ای روستاها در سیستم‌های باغی با افزایش ارتفاع روستا از سطح دریا به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی در مورد دیگر سیستم‌ها روندی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد در منطقه کوهستانی، سرمایه‌گذاری برای معیشت پایدار روستایی باید بر توسعه بخش باغبانی متمرکز شود. همچنین غنای گونه‌ای باغ‌کشت، به‌طور معنی‌داری با افزایش فاصله روستاها از مراکز شهری کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد، در مورد سیستم‌های زراعی و باغی، همبستگی مستقیمی میان غنای گونه‌ای این سیستم‌ها و درصد درآمد خانوارها از این بخش‌ها وجود داشته که استدلالی بر غالبیت نیافتن تک‌کشتی‌های بزرگ تجاری در این منطقه است.

واژه‌های کلیدی: پایداری، درآمد، سیستم‌های کشاورزی، غنای گونه‌ای، مناطق حفاظت‌شده

مقدمه

دلایل مختلفی برای گوناگونی سیستم‌های کشاورزی از جایی به جای دیگر بیان شده است (Thapa & Rasul, 2005). فاصله از بازار، دسترسی به آب آبیاری (Blaikie, 1971)، قابلیت دسترسی به نهاده‌ها، فشرده‌گی جمعیتی و کمیابی زمین (Ruthenberg, 1980)، دانش و مهارت کشاورزان (Binswanger and McIntire, 1987)، دسترسی به مؤسسه‌ها و مراکز فناوری (McMillan et al., 1998)، دسترسی به زیرساخت‌ها و سامانه حمل و نقل، امنیت مالکیت زمین (Turner et al., 2001) و محدودیت‌های فیزیکی (Brush, 1987) از مواردی است که در این گوناگونی، تأثیرگذار هستند. در دیدگاهی کلان، بزراپ (Boserup, 1965) گسترش کشاورزی با شدت فشرده‌گی مختلف را نتیجه عوامل متعدد زیستی، فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی می‌داند.

در کشاورزی، پایداری دربرگیرنده مجموعه‌ای از همین عوامل فیزیکی، زیستی، اقتصادی و اجتماعی است (Gonçalves- Gomes et al., 2009). شواهد نشان می‌دهد کاهش تنوع زیستی کشت‌بوم‌ها رابطه مستقیمی با نوع سیستم‌های کشاورزی دارد (Benton et al.,

هر سیستم کشاورزی، بسترهای پیچیده و وابسته به هم از خاک، گیاهان، جانوران، ادوات کشاورزی، کار و سرمایه است. این سیستم‌ها در سراسر جهان به طور مداوم و در نتیجه رفع موانع تجاری، جهانی‌سازی، معرفی فناوری‌های نوین کشاورزی، تقاضاهای در حال تغییر اجتماعی و تغییرات اقلیمی تغییر می‌کنند. برهمکنش‌هایی قوی میان سیاست‌گذاری‌ها و پذیرش فناوری‌های نوین کشاورزی وجود دارد که ارزیابی قوت و ضعف این روابط برای اتخاذ سیاست‌هایی که توسعه پایدار را دنبال می‌کنند، ضروری است (van Ittersum et al., 2008). تصمیم‌گیری‌های مدیریتی تا حد زیادی تحت تأثیر نوع سیستم کشاورزی و شرایط موجود در آن قرار می‌گیرند.

1 و 2 - به ترتیب دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد اکرواکولوژی دانشگاه شهید بهشتی و استادیار گروه کشاورزی اکولوژیک پژوهشکده‌ی علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی

(*) - نویسنده مسئول: E-mail : mmd323@yahoo.com

2003). شاخص‌های تنوع زیستی می‌تواند به‌عنوان ابزاری نیرومند برای ارزیابی پایداری سیستم‌های کشاورزی به‌کار رود (Biala et al., 2003). در این پژوهش، سیستم‌های کشاورزی دو منطقه در جنوب غرب ایران با هدف ارزیابی تنوع زیستی کشاورزی و تأثیر عوامل اکولوژیک و جغرافیایی بر آن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو منطقه شامل منطقه حفاظت‌شده کوهستانی خامین با توپوگرافی کوهستانی و پوشش جنگلی غالب بلوط ایرانی و منطقه دشتی - کوهپایه‌ای باوی در شهرستان گچساران انجام شد. ویژگی شهرستان گچساران، قرارگیری آن در دو ناحیه اقلیمی عمده ایران شامل اقلیم گرم و خشک در مرکز و جنوب و اقلیم کوهستانی زاگرس در شمال است. در نتیجه، ویژگی‌های زیست‌مرزی (اکوتونی) در بسیاری از نقاط این شهرستان مشهود است.

11 روستا در این مطالعه (5 و 6 روستا به ترتیب در خامین و باوی) به صورتی انتخاب شدند که پراکندگی مناسبی برای پوشش کل منطقه داشته باشند. ویژگی‌های جغرافیایی و جمعیت‌شناختی این روستاها در جدول 1 آمده است. طی فروردین تا شهریور 1387 با تهیه پرسش‌نامه‌ای نیمه‌ساختاری، 192 خانوار روستایی گزینش شد. در هر

روستا با حداقل 30% سرپرستان خانوارهای روستایی مصاحبه صورت گرفت. اطلاعات گردآوری‌شده شامل عوامل اجتماعی و اقتصادی (از جمله درآمد کشاورزان و غنای گونه‌های مورد پرورش در سیستم‌های کشاورزی بودند. شاخص‌های تنوع زیستی شانون - وینر، غالبیت سیمپسون و یکنواختی در این سیستم‌ها محاسبه شد و نسبت درآمد خانوارها از فعالیت‌های زراعی و باغی نیز بررسی گردید.

پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel 2007 Version 16 و محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی با کمک نرم‌افزار Ecological Methodology (Guarino, 2007). مکاتبات شخصی انجام شد. معادله‌های شاخص‌های تنوع زیستی در جدول 2 نشان داده شده است. آزمون رگرسیون برای یافتن تأثیرپذیری احتمالی غنای گونه‌ای سیستم‌ها از 3 عامل ارتفاع از سطح دریا، فاصله روستا تا نزدیک‌ترین شهر و بازار عمده انجام شد.

نتایج و بحث

سیستم‌های زراعی

نتایج این مطالعه نشان داد که غالب کشاورزان به زراعت اشتغال داشتند (90/2 و 94/2 درصد در به ترتیب خامین و باوی).

جدول 1- ویژگی‌های جغرافیایی و جمعیت‌شناختی و نمونه‌برداری روستاهای مورد بررسی در دو منطقه مطالعه

Table 1- Some geo and demographical characteristics and sampling results of studied villages in two areas

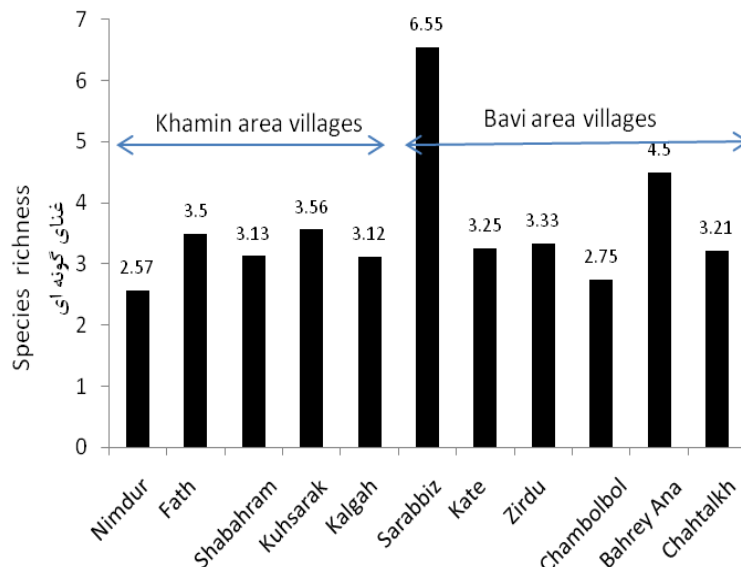
منطقه area	روستا village	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح دریا altitude (m)	فاصله از نزدیک‌ترین نقطه شهری (کیلومتر) Distance from nearest urban centre (km)	تعداد خانوار household number	تعداد واحد نمونه برداری sampling unit
منطقه کوهستانی حفاظت شده خامین Khamin mountainous protected area	نیمدور Nymdur	50°49' E	30°36' N	985	45	12	7
	فتح Fath	50°51' E	30°34' N	1190	44	26	14
	شاهبهرام Shahbahram	50°52' E	30°35' N	915	42	49	15
	کوهسرک Kuhsarak	50°55' E	30°33' N	1040	34	15	7
	کلگه Kalgah	51°02' E	30°23' N	1040	15	15	8
منطقه دشتی کوهپایه‌ای باوی Bavi plain – hilly area	سراببیز Sarabbiz	51°05' E	30°23' N	890	12	150	38
	کته Kate	51°10' E	30°20' N	788	5	71	25
	زیردوی Zirdu	51°05' E	30°18' N	823	15	15	9
	چم‌بلبل Chambolbol	51°14' E	30°19' N	750	12	41	16
	بهره عتا Bahrey ana	51°16' E	30°23' N	804	25	147	28
	چاه‌تلخ Chahtalkh	51°11' E	30°24' N	945	27	86	25

میان دو منطقه از لحاظ گونه‌های زراعی کشت‌شده به میزان زیادی متفاوت بودند و با میانگین غنای گونه‌ای 3/25 و 4/35 برای هر کشاورز به ترتیب در منطقه کوهستانی و دشتی، آزمون T با میزان آماره F برابر با 9/185 تفاوت بسیار معنی‌داری را نشان داد (p=0/003). برای بررسی وضعیت غنای گونه‌ای در روستاهای دو منطقه و بررسی تفاوت‌های احتمالی، آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه به کار گرفته شد و نتایج نشان داد که میان روستاها تفاوت بسیار

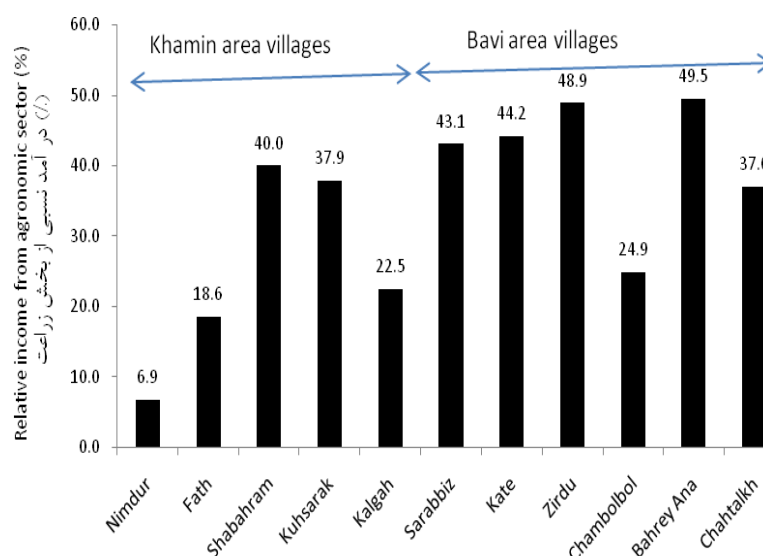
معنی‌داری وجود دارد. آزمون دانکن برای بررسی تفاوت میان روستاها به کار گرفته شد و روستاها را در سه سطح قرار داد. روستای سراببیز در بالاترین سطح قرار گرفت و غنای گونه‌ای بسیار بالاتری را نسبت به دیگر روستاها نشان داد (میانگین غنای گونه‌ای 6/55 گونه زراعی). روستاهای نیمدور در منطقه کوهستانی و چاه‌تلخ در منطقه دشتی کمترین غنای گونه‌ای را به خود اختصاص دادند (شکل 1).

جدول 2- شاخص‌های مورد استفاده در بررسی تنوع زیستی کشاورزی
Table 2- Utilized indices for agrobiodiversity evaluation

شاخص تنوع شانون-وینر Shannon – Weiner diversity index	$H' = H^{\circ}$ شاخص تنوع شانون-وینر (Shannon – weaver diversity index) P_i = تعداد افراد در گونه نام نسبت به کل نمونه که به صورت n/NP_i تعریف می‌شود. Contribution of individuals in i^{th} species in relation to overall total sample which is defined as n/NP_i S = شمار گونه‌ها (Number of species)	$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$
شاخص یکنواختی Evenness index	$J = H^{\circ}$ شاخص یکنواختی (Evenness index) H° = شاخص تنوع شانون-وینر (Shannon- weaver index)	$J = H' / \ln s$
شاخص غالبیت سیمپسون Simpson dominance index	λ = شاخص غالبیت سیمپسون (Simpsons' dominance index)	$\lambda = \sum_{i=1}^s (P_i)^2$



شکل 1- غنای گونه‌ای زراعی در روستاهای مورد بررسی در منطقه کوهستانی خامین و منطقه دشتی باوی
Figure 1- Agronomic species richness in surveyed villages in mountainous and plain – hilly region



شکل 2- درصد درآمد خانوار از فعالیتهای زراعی در روستاهای منطقه کوهستانی خامین و منطقه دشتی باوی
Figure 2- Relative households' income from agronomic operations sector in villages of two studied regions

همبستگی 0/504، همبستگی مستقیم بسیار معنی‌داری را میان این دو متغیر نشان داد ($p \text{ value}=0/0001$). اهمیت این قضیه از آن روست که نشان می‌دهد به طور کلی، تک‌کشتی‌های بزرگ در این روستاها غالبیت نیافته است و هنوز کاشت گونه‌های زراعی بیشتر به معنی افزودن گزینه‌های تأمین درآمد بالاتر دیده می‌شود.

نتایج نشان داد روستاهای منطقه دشتی باوی تنوع گونه‌های زراعی بالاتری داشتند. روستای سراب بیز با 21 گونه زراعی به طور چشمگیری تنوع گونه‌ای بیشتری از سایر روستاها داشت. روستاهای کته و بهره‌عنا در منطقه دشتی باوی، با 12 و 10 گونه به ترتیب در رده بعدی بودند. در منطقه حفاظت‌شده کوهستانی خامین، روستای شابه‌رام با 9 گونه زراعی تنوع بالاتری از سایر روستاها داشت. دلیل این موضوع قرارگیری این روستا در حاشیه رودخانه دائمی شابه‌رام است که به کشاورزان اجازه کشت گونه‌های بیشتری را داده است. در کل، در روستاهای منطقه دشتی باوی به دلیل همواری زمین‌ها، محصولات زراعی گسترش بیشتری یافته‌اند و در کنار این عامل، در دسترس بودن امکانات و زیرساخت‌هایی مانند شبکه‌های مناسب آبیاری و دسترسی مناسب به شهر و بازار برای تأمین نهاده‌های مورد نیاز و عرضه بهینه محصولات کشاورزی موجب گسترش زراعت در این روستاها شده است و بسیاری از کشاورزان بخش عمده تولید خود را برای فروش عرضه می‌کنند. در مقابل، در روستاهای منطقه کوهستانی، ساختار غالب سیستم‌های کشاورزی، معیشتی است و گونه‌هایی که برای کمینه نیازهای روستاییان کشت می‌شوند و با شرایط کوهستانی سازگارند، اغلب میان روستاییان مشترک بودند.

نتیجه آزمون T برای مقایسه درصد درآمد خانوارها در دو منطقه نشان داد که میان دو منطقه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این وجود، نتیجه آزمون تجزیه واریانس نشان داد که میان روستاها تفاوت معنی‌داری وجود داشته‌است. آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان روستاها بدون تأثیرگذاری منطقه‌ای از لحاظ درصد درآمد خانوارها از درآمدهای زراعی تفاوت وجود داشته است. بر پایه آزمون دانکن، روستاهای نیم‌دور، فتح و کلگه‌امیرشخی در منطقه کوهستانی که بیشترین فاصله را از رودخانه و زمین‌های مسطح داشتند، و روستای چم بلیل در منطقه باوی که در مقابل در حاشیه رودخانه زهره قرار داشت، ولی فعالیتهای دیگر شامل باغبانی و درآمد از سایر منابع غالب بودند، در یک سطح (کمترین میانگین) قرار داشتند و روستای نیم‌دور که دورافتاده‌ترین روستای منطقه خامین بود و در ارتفاع زیاد قرار گرفته بود با همه روستاهای دیگر سطح‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میانگین درصد درآمد از زراعت (تنها 6/85 درصد درآمد خانوارها) را دارا بود (شکل 2). در مقابل، روستاهای بهره‌عنا، زیردو و کته در منطقه باوی، با میانگین درصد درآمد خانوار از زراعت به ترتیب 49/46، 48/9 و 44/21 درصد هرچند با روستاهای سراب بیز، شاه بهرام، کوهسرك و چاه تلخ در یک سطح بودند، نسبت به سایر روستاها به شکل معنی‌داری درآمد بیشتری داشتند و بالاترین درصد درآمد خانوارها از زراعت را به خود اختصاص داده بودند.

برای بررسی رابطه میان غنای گونه‌های زراعی و درصد درآمد خانوار از زراعت، آزمون همبستگی پیرسون انجام شد که با ضریب

شیب‌های کوهستانی که چندان برای فعالیت‌های زراعی مناسب نیستند بر می‌گردد و روستاییان در شیب‌هایی که آب آبیاری فراهم بوده است یا به صورت باغ‌داری دیم درختان انگور و انجیر دیم به پرورش گونه‌های باغی سنتی مشغول شده‌اند. در منطقه دشتی باوی، به دلیل هموار بودن زمین‌ها و سودمندتر بودن اقتصادی فعالیت‌های زراعی، پرورش گیاهان باغبانی گسترش نیافته است.

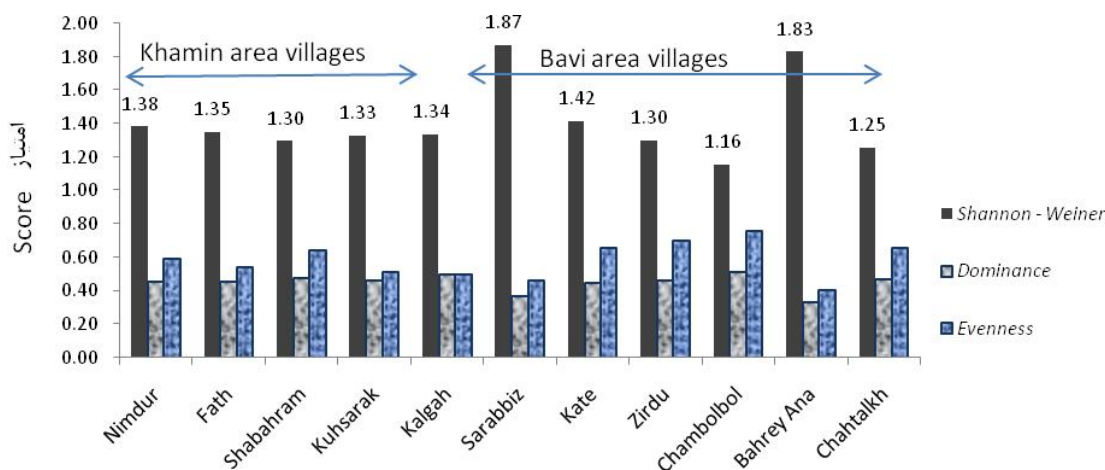
برای بررسی غنای گونه‌ای به ازای هر کشاورز، آزمون T نشان داد میان دو منطقه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (آماره $10/730 = p \text{ value} = 0/001:F$). روستاییان منطقه کوهستانی به طور میانگین $2/76$ گونه باغی و کشاورزان منطقه دشتی باوی $0/9$ گونه باغی پرورش می‌دادند. برای بررسی تفاوت میان روستاهای مورد بررسی، آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان روستاهای وجود دارد. آزمون دانکن، برای مقایسه میانگین غنای گونه‌ای باغی میان روستاهای مختلف انجام گرفت و نتیجه آزمون نشان داد دو روستای فتح و کلگه‌امیرشیخی هر دو در منطقه حفاظت‌شده کوهستانی خامین با میانگین $4/5$ و $4/75$ گونه بالاترین غنای گونه‌ای را داشتند. در مقابل روستاهای بهره‌عنا، زیردوی خان احمد، سراب‌بیز و کته در منطقه باوی و روستای شاپهرام در منطقه حفاظت‌شده کمترین میانگین را داشتند (شکل 4). در روستاهای منطقه دشتی، باغبانی مدرن با کاشت تنها یک گونه لیمو ترش یا زیتون در حال گسترش است و از این رو به جهت‌دهی بازاری - معیشتی گرایش داشت. در منطقه کوهستانی باغ‌ها به دلیل ماهیت سنتی متنوع‌تر بودند، هرچند برخی از کشاورزان محصولاتی مانند انار، انجیر و انگور را برای فروش به بازارهای شهری مجاور می‌فرستادند.

عدس، جو و گندم در همه روستاها کشت شده و برنج نیز به جز در دو روستا در سایر روستاها کشت می‌شد. در مقابل، بسیاری از گونه‌ها تنها در منطقه دشتی باوی کشت می‌شود.

دو گیاه عمده ذرت و کلزا و بسیاری دیگر از گیاهان که نیاز رطوبتی بالایی دارند (مانند خیار، خربزه و برخی از صیفی‌جات، بقولات و سبزی‌جات که به صورت زراعی در سطح وسیع کاشت می‌شوند)، تنها در روستاهای منطقه باوی مشاهده شدند (جدول 3). تعیین شاخص‌های تنوع‌زیستی برای گیاهان زراعی مورد کاشت در روستاهای مورد بررسی در روستاهای دو منطقه روند ویژه‌ای را نشان نداد. در دو روستای سراب‌بیز و بهره‌عنا در منطقه دشتی بالاترین میزان شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر وجود داشت. در کل شاخص تنوع شانون-وینر در این مطالعه دارای دامنه‌ای از $1/25$ تا $1/87$ بود. این میزان با برآوردهای پیشین در مورد استان‌های مختلف کشور (Nassiri et al., 2005) هماهنگ بود و البته نسبت به میانگین برخی استان‌ها مانند ایلام، کرمانشاه، کردستان و آذربایجان‌های شرقی و غربی امتیاز بالاتری در این منطقه مشاهده شده است (شکل 3).

سیستم‌های باغبانی

میان دو منطقه (کوهستانی و کوهپایه‌ای دشتی) تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تعداد کمتری از کشاورزان ($38/2\%$) به باغبانی مشغول بودند. در حالی که $70/6\%$ کشاورزان منطقه کوهستانی خامین به باغبانی اشتغال داشتند، این میزان در منطقه دشتی باوی فقط $26/4\%$ بود. این مسأله به تناسب بیشتر باغداری در

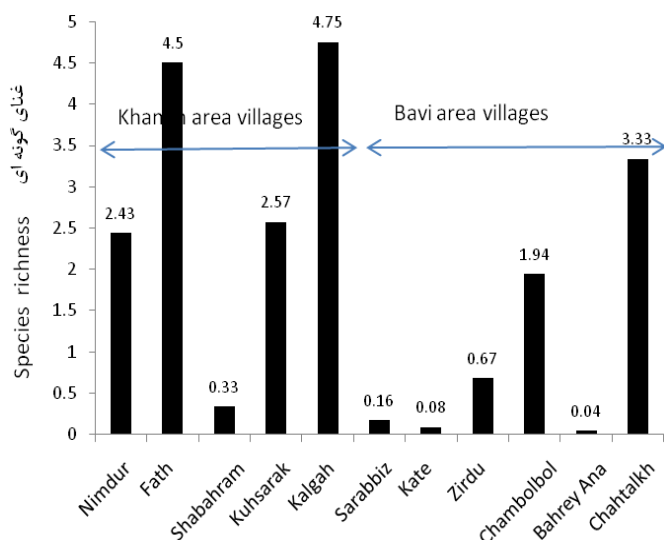


شکل 3- شاخص‌های تنوع زیستی در کشتزارهای زراعی روستاهای مورد بررسی در روستاهای منطقه مورد مطالعه
Figure 3- Biodiversity indices in agronomic farms of villages in two studied regions

جدول 3- پراکنش گونه‌های زراعی مورد کاشت در روستاهای دو منطقه مورد بررسی
Table 3- Distribution of cultivated agronomic species in villages of two regions

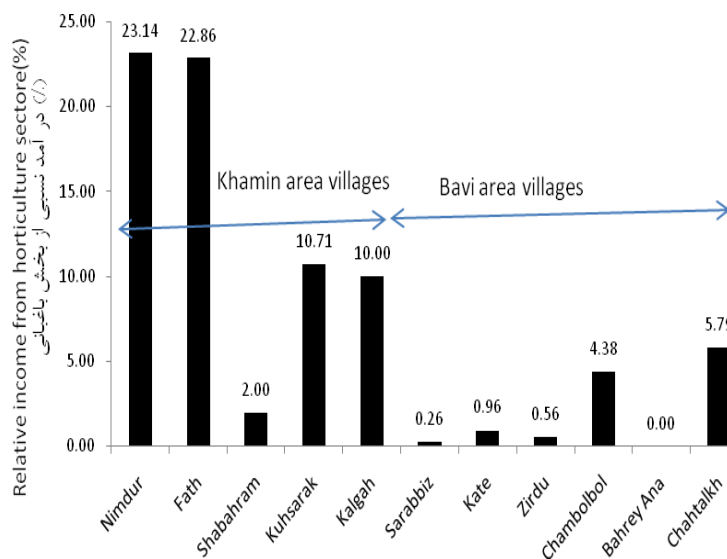
پراکنش روستایی و منطقه ای													
Rural and regional distribution													
نام گونه Species name	نام علمی Scientific name	خانواده گیاهی Plant family	منطقه دشتی کوهپایه ای باوی Bavi plain – hilly region						منطقه کوهستانی حفاظت شده خامین Khamin mountainous protected area				
			SB	KT	BA	CB	CT	ZD	ND	FT	SH	KS	KG
برنج Rice	<i>Oryza sativa</i> L.	Graminae	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
گندم Wheat	<i>Triticum aestivum</i> L.	Graminae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
پیاز Onion	<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae	✓						✓		✓	✓	
عدس Lentil	<i>Lens culinaris</i> L.	Leguminosae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
جو Barley	<i>Hordeum vulgare</i> L.	Graminae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
بادمجان Eggplant	<i>Solanum melongena</i> L.	Solanaceae	✓								✓		
گوجه فرنگی Tomato	<i>Lycopersicum esculanum</i> L.	Solanaceae	✓								✓		
کنجد Sesame	<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	✓	✓	✓						✓		
ماش Mung bean	<i>Vicia radiate</i> (L.)Wilczek.	Leguminosae	✓	✓	✓	✓					✓		
ذرت Corn	<i>Zea mays</i> L.	Graminae	✓	✓	✓	✓							
خیار Cucumber	<i>Cucumis sativus</i> L.	Cucurbitaceae	✓	✓	✓								
خربزه Melon	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	✓	✓	✓								
کلزا Canola	<i>Brassica rapa</i> L.	Brassicaceae	✓	✓	✓	✓		✓					
فلفل بیبار Capsicum pepper	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanaceae	✓										
فلفل دلمه Capsicum pepper	<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae	✓										
لوبیا چشم بلبلی Cowpea	<i>Vigna unguiculata</i> (L.)Walp.	Leguminosae	✓	✓									
باقلا Faba bean	<i>Vicia faba</i> L.	Leguminosae	✓	✓			✓						
نخود Chickpea	<i>Cicer arientinum</i> L.	Leguminosae		✓									
بامیه Okra	<i>Hibiscus esculentus</i> L.	Malvaceae	✓										
شوید Dill	<i>Anethum graveolens</i> L.	Umbelliferae	✓										
تره شاهی Water cress	<i>Lepidium sativum</i> L.	Cruciferae	✓										
شلغم Turnip	<i>Brassica rapa</i> L.	Brassicaceae	✓										

KG: کلغه امیرشیخی، KS: کوهسراک، SH: شاهبهرام، FT: فتح، NA: نیمدور، ZD: زیردو، CT: چاه تلخ، CB: چم بلبل، BA: بهره عنا، KT: کته و SB: سراب بیز
KG: Kalgah, KS: Kuhsarak, SH: Shahbahram, FT: Fath, NA: Nymdur, ZD: Zirdu, CT: Chahtalkh, CB: Chambolbol, BA: Bahrey ana, KT: Kate and SB: Sarabbiz.



شکل 4- غنای گونه‌ای باغبانی در روستاهای مورد بررسی در دو منطقه

Figure 4- Horticultural species richness in survey villages of two studies regions



شکل 5- درصد درآمد خانوارهای روستایی از بخش باغبانی در هر کدام از روستاهای مورد بررسی

Figure 5- Rural households' income from horticultural operations sector in studied regions

منطقه باوی، به همراه روستای شابه‌رام در منطقه کوهستانی در یک سطح قرار داشتند و در سه روستای کته، زیردو و سراب‌بیز میانگین درآمد خانوارها از باغبانی، کمتر از یک درصد و در روستای بهره‌عنا برابر صفر بود. در مقابل، دو روستای نیم‌دور و فتح در منطقه کوهستانی که بیشترین فاصله را از شهر داشت داشتند و هنوز دسترسی مناسبی به راه‌های ارتباطی نداشتند و ساختار سنتی خود را

نتیجه آزمون T برای مقایسه درصد درآمد خانوارها از بخش باغبانی میان دو منطقه نشان داد که میان دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود دارد و در منطقه حفاظت شده، خانوارها به باغبانی برای معیشت خود بیشتر وابسته بودند. همچنین آزمون تجزیه واریانس نشان داد که میان روستاها تفاوت معنی‌داری وجود داشته است. آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان داد که همه روستاهای

حفظ کرده بودند، با همه روستاها متفاوت بوده و بالاترین میانگین درصد درآمد خانوارها از باغبانی را با میانگین 23/14 و 22/8 درصد به خود اختصاص داده بودند (شکل 5).

برای بررسی رابطه میان غنای گونه‌های مورد کاشت در بخش باغبانی با درصد درآمد هر خانوار از بخش باغبانی، آزمون همبستگی پیرسون انجام گرفت و این آزمون با میزان ضریب همبستگی برابر با 0/57 همبستگی مستقیم معنی‌داری را میان این دو متغیر نشان داد (p value=0/0001). اهمیت این قضیه از آن رو است که نشان می‌دهد تک‌کشتی‌های بزرگ مقیاس در کل در این روستاها غالبیت نیافته است و هنوز در این برآورد آشکار است که غنای گونه‌های بالاتر گیاهان باغبانی به معنای فرصتی بالاتر برای افزودن درآمد خانوار است.

در بررسی حضور گونه‌ها در باغ‌های روستایی، مشاهده شد که روستاهای چاه تلخ در منطقه باوی و کلگه امیرشخی در منطقه کوهستانی با به ترتیب 12 و 11 گونه بالاترین تنوع روستایی را داشتند. روستای بهره‌عنا در منطقه باوی هیچ گونه باغی را در خود نداشت. دلیل احتمالی بالا بودن غنای گونه‌ای در روستای چاه تلخ در منطقه باوی به نزدیکی و تمایل وضعیت توپوگرافی آن به سوی حالت کوهستانی و شیب‌های بالاتر بود که جا برای فعالیت‌های گسترده زراعی محدودتر شده و در نتیجه فعالیت‌های باغی بیشتر گسترش یافته‌اند. در منطقه کوهستانی دلیل غنای گونه‌های بالاتر روستای کلگه امیرشخی را می‌توان در نزدیکی آن به شهر و تأثیرپذیری بالای آن از این مؤلفه و حضور برخی گونه‌های جدیدتر مانند پرتقال، نارنگی، لیمو ترش و بکری که در دیگر روستاها معرفی‌اند و هم‌زمان شیب بالای این روستا که زمینه را برای فعالیت باغبانی فراهم کرده است، دانست. گونه‌های مانند سماق تنها در دو روستای منطقه خامین و در ارتفاع‌های بالا وجود داشت و چنان که از گفته‌های روستاییان برداشت می‌شود، مساحت و کاربرد آن در سالیان اخیر بسیار کاهش یافته است. گلابی سوری نیز گونه‌ای در حال فراموشی است و به

صورت محدود در تنها سه روستا گزارش شد. گونه‌های انگور، انجیر و انار در همه روستاهای منطقه کوهستانی خامین وجود داشتند و در روستاهای منطقه باوی کمتر توسعه یافته بودند. در مقابل گونه‌هایی مانند پرتقال، نارنگی و لیمو ترش در منطقه دشتی نمود بالاتری داشتند. زیتون، اکالیپتوس، بادام شیرین، گلابی، هلو و آلو زرد تنها در باغ‌های روستاهای منطقه دشتی مشاهده شدند که گونه‌هایی با جهت‌دهی بازاری یا تفننی به نظر می‌رسند.

تأثیر ارتفاع بر غنای گونه‌ای سیستم‌های کشاورزی

نتیجه آزمون رگرسیون ساده در مورد تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر تنوع گونه‌ای سیستم‌های کشاورزی نشان داد که تنها میان تنوع گونه‌ای سیستم‌های باغی و ارتفاع روستا از سطح دریا رابطه معنی‌داری وجود دارد. این رابطه آشکار می‌کند که با افزایش ارتفاع روستاها و افزایش شرایط کوهستانی، شرایط برای فعالیت‌های باغبانی فراهم‌تر شده است و غنای گونه‌ای باغ افزایش می‌یابد (جدول 4).

تأثیر فاصله از شهر بر غنای گونه‌ای

نتایج نشان داد فاصله از شهر تأثیر چندانی بر غنای گونه‌های باغی و زراعی نداشته است. در مورد غنای گونه‌ای در باغ‌کشت‌ها آزمون رگرسیون نشان داد همبستگی معنی‌داری میان این دو عامل وجود دارد؛ با افزایش فاصله روستاها از شهر، غنای گونه‌ای به شکل معنی‌داری کاهش یافت. هرچند در مورد گونه‌های زراعی و باغی مسأله قابل استنباطی وجود ندارد، اما در مورد باغ‌کشت‌ها این یافته‌ها در مقابل نظریه‌های دیگر (Hoogerbrugge & Fresco, 1993; Kaya et al., 2002; Abebe, 2005) مطرح شده است که بر این باورند با نزدیک شدن به شهرها و بازارها، از تنوع باغ‌کشت‌ها کاسته می‌شود (جدول 5؛ شکل 6).

جدول 4- رابطه ارتفاع روستاها از سطح دریا و غنای گونه‌ای سیستم‌های کشاورزی

متغیر در برابر فاصله Farming systems' richness	ضریب همبستگی پیرسون (rp) Pearson's correlation coefficient	ضریب تبیین (r ²) Explanation coefficient	معادله رگرسیون Regression equation	آماره F F ratio	P value
گونه‌های زراعی Agronomic species	-0.387	0.150		1.59	0.239 ^{ns}
گونه‌های باغی Horticultural species	0.759	0.577	Y = 0.010x - 7.583	12.27	0.007 ^{**}
گونه‌های باغ‌کشت Homegarden species	-0.458	0.209		2.38	0.157 ^{ns}

ns و ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد

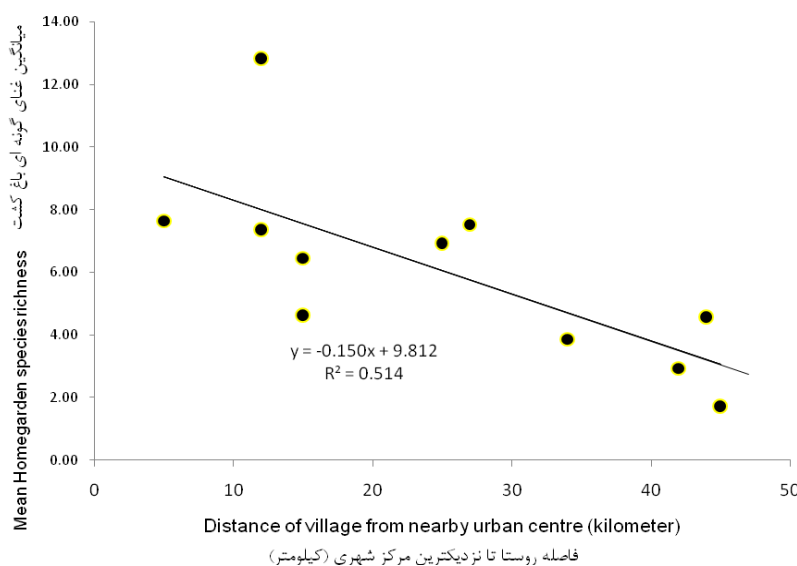
^{ns} and ^{**} are non- significant and significantly at $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 5- رابطه آماری میان فاصله روستاها از نزدیک‌ترین شهر و غنای گونه‌ای سیستم‌های کشاورزی

متغیر در برابر فاصله	ضریب همبستگی پیرسون (rp)	ضریب تبیین (r ²)	معادله رگرسیون	آماره F	P value
Farming systems' richness	Pearson's correlation coefficient	Explanation coefficient	Regression equation	F ratio	
گونه‌های زراعی Agronomic species	0.263	0.069		0.668	0.435 ^{ns}
گونه‌های باغی Horticultural species	0.331	0.110		1.108	0.320 ^{ns}
گونه‌های باغ‌کشت Homegarden species	0.717	0.514	$Y = -150x + 9.812$	9.537	0.013*

ns, * به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد

ns and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$, respectively.



شکل 6- رابطه رگرسیون ساده میان فاصله روستاها تا مراکز شهری و غنای گونه‌ای باغ‌کشت

Figure 6- Simple regression between villages' distance to urban centre and homegarden species richness

بازاری مانند ذرت و کلزا به‌طور گسترده در این منطقه پرورش داده می‌شوند. در مقابل در روستاهای منطقه حفاظت‌شده کوهستانی، این گونه‌ها گسترش نیافته‌اند و کشاورزان با جهت‌دهی معیشتی اقدام به کاشت گونه‌های محدود مورد نیاز خود می‌کردند. رانا و همکاران (Rana et al., 2007) در مطالعه‌ای در نپال، مشاهده کردند در حالی که در منطقه کوهستانی تنها 7% واریته‌های موجود برنج از واریته‌های نوین بودند، در منطقه دشتی 40% واریته‌ها را شامل می‌شدند. توسعه گیاهان مدرن در منطقه‌های کوهستانی دیرتر پذیرفته می‌شود و این به نبود شرایط کافی برای توسعه گیاهان بازاری و نیز سازگاری بالاتر گیاهان بومی در شرایط کوهستان بردسلی و توماس (Bardsley & Thomas, 2006) برمی‌گردد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه، آنالیزی از سیستم‌های کشاورزی را از دیدگاه تنوع‌زیستی کشاورزی به‌نمایش می‌گذارند. درک گستره تنوع‌زیستی و الگوهای پراکنش آن می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مرتبط با پایداری در سیستم‌های کشاورزی مفید باشد. یافته‌های این بررسی در مورد شاخص‌های تنوع سیستم‌های زراعی با یافته‌های مطالعه نصیری و همکاران (Nassiri et al., 2005) که در سطحی کلان، تنوع سیستم‌های زراعی استان‌های ایران را بررسی کرده‌بودند، همخوان بود. در مورد سیستم‌های زراعی در منطقه دشتی کوهپایه‌ای، کشاورزان گونه‌های بیشتری را پرورش می‌دادند و به‌جهت نزدیکی به مرکز شهری و دسترسی به زیرساخت‌ها و بازار، برخی گونه‌های

سیستم‌های بزرگ تک‌کشتی گسترش و چیرگی نیافته‌اند. یافته‌های این تحقیق آشکار کرد که میان غنای گونه‌ای سیستم‌های زراعی و باغی و فاصله روستا از شهر رابطه معنی‌داری آشکار نشد، ولی در مورد سیستم‌های باغ‌کشت، همگام با افزایش فاصله روستاها با نزدیک‌ترین شهر، میانگین غنای گونه‌ای این سیستم‌ها کاهش یافت. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که تأثیر بازار بر ویژگی‌های باغ کشت به هدف‌های مدیریتی بستگی دارد و باغ کشت‌های با جهت‌دهی تجاری بیشتر از باغ‌کشت‌های معیشتی تحت تأثیر این عامل قرار می‌گیرند (Trinh et al., 2003; Kehlenbeck & Mass, 2005; Abdoellah et al., 2006; Peyre et al., 2006). در این سیستم‌ها به‌دلیل مبتنی بر معیشت بودن (Fernandes & Nair, 1986; Kabir & Webb, 2009) و نیز نبود فرهنگ باغ‌کشت‌داری، روستاهای نزدیک‌تر به‌شهر همگام با افزایش ارتباطات تنوع گونه‌ای غنی‌تری را در خود جای داده‌اند.

در مورد سیستم‌های باغبانی، در عوض گونه‌های باغبانی در منطقه کوهستانی بسیار رایج‌تر بودند. آزمون رگرسیون نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع روستا از سطح دریا، میانگین غنای گونه‌ای باغی در روستاها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در این منطقه درصد درآمد روستاییان از باغبانی به‌طور چشمگیری بالاتر بود. سرمایه‌گذاری برای باغبانی در منطقه‌های کوهستانی به نظر باید برای توسعه معیشت پایدار روستاییان این منطقه مورد توجه قرار گیرد. از سویی دیگر به نظر می‌آید در این مناطق بسیاری از باغ‌های روستاییان، سیستم‌هایی بالقوه ارگانیک هستند و می‌توان با اندکی توجه بیشتر آنها را مورد بهره‌برداری قرار داد. همچنین آشکار شد در کل میان غنای گونه‌ای زراعی و باغی خانوارها و درصد درآمد آنها از این دو بخش همبستگی معنی‌داری وجود دارد و این گواهی بر این واقعیت است که در مورد این دو سیستم، هنوز بیشتر بودن غنای گونه‌ای هم‌معنی با افزایش درآمد بیشتر خانوارها از این منبع است و

منابع

- 1- Abdoellah, O.S., Hadikusumah, H.Y., Takeuchi, K., Okubo, S., and Parikesit, D. 2006. Commercialization of homegardens in an Indonesian village: vegetation composition and functional changes. *Agroforest Syst.* 68: 1–13
- 2- Abebe, T., 2005. Diversity in homegarden agroforestry systems of southern Ethiopia. PhD Dissertation, Wageningen University, Wageningen.
- 3- Bardsley, D., and Thomas, I. 2006. Valuing local wheat landraces for agrobiodiversity conservation in Northeast Turkey. *Agric Ecosystems Environ.* 106: 407–412.
- 4- Benton, T.G., Vickery, J.A., and Wilson, J.D. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key. *Trends in Ecology and Evolution* 18(4): 182–188.
- 5- Biala, K., Peeters, A., Muys, B., Hermy, M., Brouckaert, V., Garcia, V., Van der Veken, B., and Valckx, J. 2003. Biodiversity indicators as tools to assess sustainability levels of agroecosystem, with a special consideration of grassland areas. *Options Méditerranéennes, Series A*, No. 67
- 6- Binswanger, H.P., and McIntire, J. 1987. Behavior and material determinants of production relations in land abundant tropical agriculture. *Economic Development and Cultural Change* 36: 73–99.
- 7- Blaikie, P.M. 1971. Spatial organization of agriculture in some north Indian villages: part II. *Transactions of the Institute of British Geographers* 53: 15–30.
- 8- Boserup, E. 1965. *The Conditions of Agricultural Growth: the Economics of Agrarian Change under Population Pressure.* Earthscan Publications, London.
- 9- Fernandes, E.C.M., and Nair, P.K.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agric. Syst.* 21: 279–310.
- 10- Gonçalves-Gomes, E., de Mello, J.C., da Silva e Souza, G., Angulo Meza, L., and Mangabeira, J.A. 2009. Efficiency and sustainability assessment for a group of farmers in Brazilian Amazon. *Ann Oper Res.* 169:167–181.
- 11- Hoogerbrugge, I.D., and Fresco, L.O. 1993. Homegarden systems: agricultural characteristics and challenges. *Gatekeeper Series No. 39.* IIED, London
- 12- Kabir, M.E., and Webb, E.L., 2009. Household and homegarden characteristics in southwestern Bangladesh. *Agroforest Syst.* 75:129–145.
- 13- Kaya, M., Kammesheidt, L., and Weidelt, H.J. 2002. The forest garden system of Saparua Island, Central Maluku, Indonesia, and its role in maintaining tree species diversity. *Agroforest Syst.* 54: 225–234.
- 14- Kehlenbeck, K., and Maass, B.L. 2005. Crop diversity and classification of homegardens in Central Sulawesi, Indonesia. *Agroforest. Syst.* 63: 53–62.
- 15- McMillan, D.E., Sanders, J.H., Koenig, D., Akwabi-ameyaw, K., and Painter, T.M. 1998. New land is not enough: agricultural performance of new lands settlement in West Africa. *World Development* 26: 187–211.
- 16- Nassiri, M., Koochaki, A., and Mazaheri, D. 2005. Crop species diversity of Iran. *Desert* 10 (1): 39–42. (In Persian with English Summary)
- 17- Peyre, A., Guidal, A., Wiersum, K.F., and Bongers, F. 2006. Homegarden dynamics in Kerala, India. In: Kumar, B.M., Nair, P.K.R. (Eds.) *Tropical homegardens: a time-tested example of sustainable agroforestry.* Springer,

-
- Dordrecht, the Netherlands, pp. 87–103.
- 18- Rana, R.B., Garforth, C., Sthapit, B., and Jarvis, D. 2007. Influence of socio-economic and cultural factors in rice varietal diversity management on-farm in Nepal. *Agriculture and Human Values* 24: 461-472.
 - 19- Reardon, T., Barrett, C.B., Kelly, V., and Savadogo, K. 2001. In: Lee, D.R., Barrett, C.B. (Eds.), *Tradeoffs or Synergies? Agricultural Intensification, Economic Development and the Environment*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
 - 20- Ruthenberg, H. 1980. *Farming Systems in the Tropics*, second ed. Clarendon Press, Oxford.
 - 21- Thapa, G.B., and Rasul, G. 2005. Patterns and determinants of agricultural systems in the Chittagong hill tracts of Bangladesh. *Agricultural Systems* 84: 255-277.
 - 22- Trinh, L.N., Watson, J.W., Hue, N.N., De, N.N., Minh, N.V., Chu, P., Sthapit, B.R., and Eyzaguirre, P.B. 2003. Agrobiodiversity conservation and development in Vietnamese home gardens. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 97: 317-344.
 - 23- Turner II, B.L., and Brush, S.B. 1987. *Comparative Farming Systems*. The Guildford Press, New York.
 - 24- van Ittersum, M.K., Ewert, F., Heckeleei, T., Wery, J., Olsson, J.A., Andersen, E., Bezlepikina, I., Brouwer, F., Donatelli, M., Flichman, G., Olsson, L., Rizzoli, A.E., van der Wal, T., Wien, J.E., and Wolf, J. 2008. Integrated assessment of agricultural systems – a component-based framework for the European Union (SEAMLESS). *Agricultural Systems* 96: 150-165.



بررسی توانایی تجزیه زیستی کاه و کلش گندم (*Triticum aestivum* L.) توسط گونه‌های مختلف جنس تریکودرما (*Trichoderma* spp.)

علی رضا آستارایی^{1*}، محمد فارسی²، علی پاکدین پاریزی³، مرجان قائمی⁴ و فرنوش فلاح‌پور⁵

تاریخ دریافت: 88/11/12

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

استفاده بهینه از ضایعات کشاورزی بعثت بازیافت و امکان تولید مواد با ارزش افزوده، مزایای اقتصادی و اکولوژیکی فراوانی را دارا می‌باشد. استفاده از روش بیولوژیکی به منظور تجزیه ضایعات کشاورزی روشی جدید برای بهبود قابلیت هضم این مواد و تسهیل تجزیه توسط سایر میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. در این مطالعه قابلیت تجزیه زیستی چندین گونه و همچنین جدایه از جنس تریکودرما روی کاه و کلش گندم انجام شد. دو هفته پس از تلقیح جدایه‌ها به کاه و کلش، خشک کردن آنها در دمای 75 درجه سانتی گراد، نمونه‌ها را وزن کرده و کاهش فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) و فیبرهای شوینده خنثی (NDF) برای هر نمونه در اثر رشد قارچ در مقایسه با نمونه شاهد بررسی گردید. نتایج نشان داد که تجزیه زیستی ضایعات گیاهی به گونه قارچی و حتی جدایه آن بستگی دارد. NDF و ADF کاه و کلش گندم توسط گونه‌های تریکودرما ریشه‌ای، لانگی‌پراچیاتوم بیشتر از سایر گونه‌ها کاهش یافت. بطور کلی کاهش NDF ضایعات کشاورزی توسط قارچ نسبت به ADF بیشتر بود. اگرچه تریکودرما ریشه‌ای مقدار ADF کاه و کلش گندم را کاهش بیشتری داد. بنابراین برای بهبود قابلیت هضم و همچنین کوتاه نمودن مدت زمان کمپوست‌سازی، تیمار کردن کاه و کلش و بقایای گندم با قارچ تریکودرما و بویژه گونه‌های ریشه‌ای و لانگی‌پراچیاتوم می‌تواند از کارایی بهتری برخوردار باشد.

کلمات کلیدی: بقایای گندم، فیبرهای شوینده اسیدی، فیبرهای شوینده خنثی، قارچ

مقدمه

افزایش تولید ضایعات در سطح جهان، بیشترین نگرانی‌ها را در سطوح مختلف جمعیتی ایجاد نموده است. پیشنهادات متفاوتی در جهت تقلیل این ضایعات بوسیله حذف، پالایش و یا بازیافت آنها ارایه شده است. راهکار جدید مدیریتی محیط براساس بازیافت این ضایعات می‌باشد. به نظر می‌رسد کمپوست‌سازی می‌تواند روش مناسبی در پاسخ به بعضی از ضایعات و احیای مواد غذایی موجود در آنها باشد (Ashraf et al., 2007). اکثر مواد زاید کشاورزی، صنعتی و خانگی سرشار از مواد آلی (عمدتاً سلولز، همی سلولز و لیگنین) هستند. مواد لیگنوسلولزی از فراوانترین ضایعات کشاورزی در جهان بوده و این مواد با فتوسنتز همواره در حال تجدید می‌باشند (Jalk et al., 1987).

افزایش تولید ضایعات در سطح جهان، بیشترین نگرانی‌ها را در سطوح مختلف جمعیتی ایجاد نموده است. پیشنهادات متفاوتی در جهت تقلیل این ضایعات بوسیله حذف، پالایش و یا بازیافت آنها ارایه شده است. راهکار جدید مدیریتی محیط براساس بازیافت این ضایعات می‌باشد. به نظر می‌رسد کمپوست‌سازی می‌تواند روش مناسبی در پاسخ به بعضی از ضایعات و احیای مواد غذایی موجود در آنها باشد (Ashraf et al., 2007). اکثر مواد زاید کشاورزی، صنعتی و خانگی سرشار از مواد آلی (عمدتاً سلولز، همی سلولز و لیگنین) هستند. مواد لیگنوسلولزی از فراوانترین ضایعات کشاورزی در جهان بوده و این مواد با فتوسنتز همواره در حال تجدید می‌باشند (Jalk et al., 1987).

1، 2، 3 و 4 - به ترتیب دانشیار گروه علوم خاک، استاد گروه بیوتکنولوژی، دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی، دانشجوی دکتری علوم خاک و دانشجوی دکتری بوم‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)

را به مقدار زیاد تجزیه می‌کنند (Velazquez-Cedeno et al., 2008). عقیده بر این است که قارچ‌های گرمادوست به طور قابل ملاحظه‌ای در کیفیت کمپوست دخالت دارند. تاثیر این قارچ‌ها روی رشد میسلیوم و تولید قارچ در سه سطح مجزا مشخص شده است که شامل: (1) کاهش غلظت آمونیاک در کمپوست، در غیر این صورت رشد میسلیوم قارچ متوقف می‌شود، (2) تثبیت مواد غذایی به گونه ای که در دسترس میسلیوم‌های قارچ قرار گیرند و (3) تحریک رشد میسلیوم‌های قارچ می‌باشد. اکتینومیسیت‌ها و سایر باکتری‌ها در کلونیزه شدن موفقیت آمیز *S. thermophilum* در طول کمپوست نقش دارند. توسعه سریع هیف‌های قارچ آگاریکوس روی کمپوست در حضور قارچ‌های گرمادوست ممکن است یک ویژگی اکولوژیکی باشد (Salar et al., 2007).

Trichoderma harzianum یک قارچ فعال کننده کمپوست¹ (CFA) بوده که طول دوره فرایند کمپوست سازی را کوتاهتر می‌کند، به صورتیکه این زمان را که بیش از چهار ماه است به سه تا پنج هفته کاهش می‌دهد (Cuevas, 2005). *Trichoderma spp.* به عنوان عوامل کنترل کننده بیولوژیکی برای جمعیت بیشماری از قارچ‌های پاتوژن گیاهی شناخته شده اند. گستره وسیعی از گونه‌های میکروارگانیسم‌ها به عنوان کنترل کننده‌های بیولوژیکی شناخته شده اند، این میکرو ارگانیسم‌ها شامل *Bacillus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas spp.*, *Streptomyces spp.*, *Penicillium spp.*, *Gliocladium virens*, اما با *Trichoderma spp.* می‌باشند (Scheuerell, et al., 2002). وجود پیشرفت‌های شگرف در زمینه تکنولوژی و کاربرد تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری پیشرفته هنوز تولید ثابت کمپوست با عملکرد زیاد بسیار مشکل بوده و تولید با صرفه اقتصادی بیشتر و کیفیت بهتر تنها راه بقای پرورش دهندگان قارچ در این صنعت می‌باشد (Gonzalez et al., 2005).

پرورش قارچ‌ها می‌تواند به حل بسیاری از مشکلات مهم مانند کمبود پروتئین، بازیافت منابع و مدیریت محیط زیست کمک کند. قارچ‌های خوراکی حاوی مقادیر زیادی پروتئین (همه اسید آمینه‌های ضروری)، ویتامین‌های گروه B و سایر ترکیبات بیوشیمیایی می‌باشند. شرایط دینامیک میکروارگانیسم‌ها در کمپوست می‌تواند بسیاری از تفاوت‌های موجود در نتایج گزارشات کاربرد مکمل‌های کمپوست و آزمایشات عملکرد را توجیه نماید (Suman & Sharma, 2005). هیدرولیز آنزیمی سلولز بدلیل اینکه اولین قدم در تجزیه سلولز، فراوان‌ترین ماده آلی می‌باشد، یک واکنش مهم در طبیعت تلقی می‌گردد. تحقیقات در زمینه قابلیت میکروارگانیسم‌ها در تجزیه سلولز طبیعی نشان داده است که تعداد اندکی از قارچ‌ها توانایی تجزیه سلولز را دارا می‌باشند. درحالیکه اکثر میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سلولز

شوند. قارچ‌های خوراکی حاوی مقادیر زیادی پروتئین (شامل اسید آمینه‌های ضروری)، ویتامین‌های گروه B و سایر ترکیبات بیوشیمیایی می‌باشند. قارچ‌ها غنی از آهن، مس، کلسیم، پتاسیم و ویتامین D نیز هستند (Moore et al., 2001). انواع مختلف قارچ‌ها برای رشد خود نیاز به بسترهای متفاوتی دارند. قارچ‌های پرورشی خوراکی بعلت حضور مواد غذایی متنوع و قابل دسترس در مواد خام کمپوست و مزیت رقابتی میکروارگانیسم‌های ساده تر در هضم این مواد قادر به رقابت با این ارگانیسم‌های پست (باکتری‌ها و قارچ‌های ناقص) نبوده و به همین دلیل، مهیا کردن یک محیط رشد انتخابی با کیفیت بالا برای قارچ خوراکی لازم بوده تا بتواند با میکروارگانیسم‌های دیگر رقابت کرده و رشد و تولیدی مقرون به صرفه داشته باشند. از این رو فرایند کمپوست سازی، محیطی غیراستریل، انتخابی و مطلوب را برای رشد قارچ‌های خوراکی و در عین حال محیطی نامطلوب برای میکروارگانیسم‌های رقیب فراهم می‌کند (Velazquez-Cedeno et al., 2008).

کمپوست سازی پروسه‌های مختلفی را در بر داشته که معمولاً در دو فاز 1 و فاز 2 است (Bueno et al., 2008, Straatsma et al., 1999). فاز اول تهیه کمپوست، مخلوط و خیس کردن مواد آلی خام و شروع فرایند کمپوست‌سازی است که در طی آن میکروارگانیسم‌های مختلف موادآلی را تجزیه می‌کنند. درفاز دوم تهیه کمپوست که عموماً فاز پاستوریزاسیون یا قلّه گرمایی نامیده می‌شود، هدف از بین بردن حشرات و آفات و بسیاری از میکرو ارگانیسم‌های نا خواسته موجود در سوپسترای حاصل شده از مرحله اول کمپوست‌سازی و تخریب اسپورهای میکروارگانیسم‌های آلوده‌کننده و تعمیم دمای سوپسترا به یک مقدار ثابت حدود 50 تا 55 درجه سانتی‌گراد بوده و تجزیه سوپسترا توسط میکروارگانیسم‌های گرمادوست را تحریک کرده و این فعالیت‌ها سبب گرم شدن توده مواد آلی می‌گردد (Straatsma et al., 1999). در طی این فازها، جمعیت‌های میکروبی متفاوتی غالب می‌شوند، که هر یک با شرایط محیطی مختلفی سازگار شده اند. محیط فیزیکی - شیمیایی ایجادشده توسط تجزیه کنندگان اولیه، محیطی مناسب برای ارگانیسم‌های ثانویه است و فراورده‌های تولید شده توسط یک گروه می‌تواند به مصرف گروه دیگر برسد. افزایش سریع اولیه دما انتقال سریعی در تغییر میکروفلور باکتری‌های مزوفیل به باکتری‌های گرمادوست ایجاد می‌کند (Ryckebø et al., 2003).

قارچ‌های گرمادوستی چون *Rhizomucor spp.* و *fumigatus Aspergillus* با pH بهینه زیر 7 و دمای مطلوب 40 درجه سانتی-گراد نیز شناخته شده اند که در هنگام آغاز گرم شدن محیط کمپوست و تثبیت آمونیوم، pH محیط تا 9 افزایش یافته و این قارچ‌ها ناپدید می‌شوند و قارچ‌های *Scytalidium thermophilum* و *Chaetomium thermophilum* سریع جایگزین آنها شده که سلولز

مواد و روش‌ها

از گونه‌های موجود در جدول 1 که متعلق به جنس تریکودرما می‌باشند در آزمایشات تلقیح کاه و کلش گندم استفاده شد. از گونه‌های *T. longibrachiatum* و *T. reesei* سه جدایه مختلف در آزمایشات بررسی شد. جدایه با کد Bi-2 متعلق به جنس تریکودرما می‌باشد که تا سطح گونه شناسایی نشده است.

در کل 10 تیمار آزمایشی باتوجه به گونه‌ها و تعداد جدایه‌ها و یک شاهد در این تحقیق در آزمایشگاه بیوتکنولوژی و مرکز پژوهشی قارچ خوراکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد بررسی قرار گرفتند که در جدول 2 مشخص شده است.

جدول 2- تیمارهای آزمایشی: گونه‌های تریکودرما و جدایه‌های آنها
Table 2- Experimental treatments: *Trichoderma* spp. and their isolates

تیمارها	جدایه
Treatments	Isolates
T ₁	<i>Trichoderma parceramosum</i>
T ₂	<i>T. longibrachiatum</i>
T ₃	<i>T. longibrachiatum</i>
T ₄	<i>T. virens</i>
T ₅	<i>T. saturnisporum</i>
T ₆	Bi-2
T ₇	<i>T. longibrachiatum</i>
T ₈	<i>T. reesei</i> CECT 24.3
T ₉	<i>T. reesei</i> CECT 24.4
T ₁₀	<i>T. reesei</i> CECT 24.6
T ₀	control

تهیه اسپور از محیط کشت مناسب رشد قارچ‌ها و تلقیح کاه و کلش گندم

از محیط کشت PDA برای کشت همه گونه‌ها استفاده شد. یک دیسک 12 میلی‌متری از محیط کشت پایه هر قارچ در محیط کشت تازه PDA حاوی آنتی‌بیوتیک کانامایسین با غلظت 50 میلی‌گرم بر لیتر قرار داده شده و سپس پتری‌ها در دمای 28 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای جمع‌آوری اسپورهای قارچ، در شرایط استریل یک میلی‌لیتر آب مقطر به سطح محیط کشت اضافه کرده و اسپورهای معلق در آب در فالكون‌های استریل جمع‌آوری شد. تعداد اسپورها با استفاده از هموسایتومتر شمارش شدند.

کاه و کلش گندم (مقدار نیتروژن 0/28 و نسبت کربن به نیتروژن 156) را به قطعات کوچک یک سانتی‌متری بریده و هر گرم کاه و کلش با 10⁷ اسپور از هر کدام از جدایه‌ها بصورت جداگانه تلقیح شد. کاه و کلش تلقیح شده با اسپور قارچ در ظروف پلاستیکی که از کف توسط پمپ هوا، هوادهی می‌شدند، در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به مدت دو هفته نگهداری شدند. رطوبت مناسب ظروف بصورت روزانه

تغییر یافته را تجزیه کنند (Caritas & Humphrey, 2006). تغییر سلولز می‌تواند منجر به تولید بسیار سریعتر قندهای احیاکننده توسط آنزیم‌ها شود. بسیاری از محققان تاثیر پیش تیمار ضایعات کشاورزی با مواد قلیایی و بخار را بررسی کرده‌اند (Baig et al., 2004). روش‌های پیش تیمار فیزیکی، شیمیایی و میکروبی زیادی برای تقویت و ترغیب تبدیل زیستی مواد سلولزی گزارش شده است (Caritas & Humphrey, 2006). پیش تیمار سلولز ساختار آن را باز نموده و بهمکنش ثانویه میان زنجیره‌های گلوکز را از بین می‌برد (Tang et al., 1996).

جنس تریکودرما بدلیل قابلیت ترشح آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز و همچنین توانایی آنها در کنترل زیستی بطور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (Zaldívar et al., 2001). قارچ رشته‌ای تریکودرما ریشه‌ای (*Trichoderma reesei*) موثرترین تولیدکننده سلولاز می‌باشد و دارای تاریخچه طولانی در تولید آنزیم‌های هیدرولیتیک بوده که بطور گسترده در صنایع پارچه، کاغذ و تغذیه حیوانات استفاده می‌شود (Wang et al., 2004). با تحریک رشد و فعالیت جمعیت‌های میکروبی مسئول تجزیه سلولز و همی‌سلولز مدت زمان کمپوست‌سازی را می‌توان کاهش داد (Savoie & Libmond, 1994). سلولز و همی‌سلولز توسط باکتری‌ها و قارچ‌ها مورد هجوم قرار گرفته، ترکیبات دیواره سلولی کاه و کلش تغییر یافته و سپس تحت شرایط مناسب به آسانی تجزیه می‌شوند (Chang & Miles, 2004; Sharma, 1996). امروزه از میکروارگانیسیم‌ها در تسریع کمپوست‌سازی استفاده می‌شود. در این روش‌ها از تریکودرما هارزبانوم (*Trichoderma harzianum*)، یک فعال‌کننده قارچی کمپوست که مدت زمان کمپوست‌سازی را از چهار ماه به تنها 3 تا 5 هفته کاهش می‌دهد، استفاده می‌شود (Espiritu & Mina, 1993). هدف از این تحقیق ارزیابی و مقایسه توانایی تجزیه زیستی تعدادی از جدایه‌های تریکودرما روی کاه و کلش گندم و استفاده از توانایی آنها در کوتاه نمودن مدت زمان تجزیه و کمپوست‌سازی و همچنین استفاده در تغذیه دام بود.

جدول 1- گونه‌های تریکودرما استفاده شده در آزمایشات
تلقیح کاه و کلش گندم

Table 1- *Trichoderma* spp. used in wheat straw inoculation tests

تعداد جدایه‌ها	گونه‌های تریکودرما
Number of isolates	<i>Trichoderma</i> spp.
-	<i>Trichoderma parceramosum</i>
3	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>
-	<i>Trichoderma virens</i>
-	<i>Trichoderma saturnisporum</i>
-	Bi - 2
3	<i>Trichoderma reesei</i>

بررسی و در صورت نیاز آب مقطر استریل به آنها اضافه شد.

اندازه‌گیری‌های تجزیه زیستی

بعد از سپری شدن مدت زمان تلقیح، محتویات ظروف جمع‌آوری و در آن در دمای 75 درجه سانتی گراد خشک شدند. هر کدام از نمونه‌ها وزن شده و کاهش فیبرهای شوینده اسیدی¹ (ADF) و فیبرهای شوینده خنثی² (NDF) برای هر نمونه در مقایسه با نمونه شاهد محاسبه شد. این روش‌ها قسمت غیرمحلول و اجزای آن را به تفکیک تعیین می‌کنند. NDF نشان‌دهنده اجزای هضم نشدنی و کند هضم در دیواره سلول‌های گیاهی (سلولز، همی‌سلولز، لیگنین و کوتین) می‌باشد. ADF شامل سلولز و لیگنین می‌باشد که همی‌سلولز در آن وجود ندارد. ADF و NDF بر اساس روش سنجر و همکاران (Senger et al., 2008) اندازه‌گیری شدند.

آنالیزهای آماری

این آزمایش با تعداد 10 تیمار در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. داده‌های آزمایش از نظر آماری آنالیز شدند. میانگین‌ها محاسبه شده و آزمون LSD برای مقایسه تجزیه زیستی کاه و کلش گندم توسط جدایه‌های قارچ استفاده شد. برای مقایسه نتایج ADF و NDF در رابطه با تیمارهای آزمایشی، همبستگی چند متغیره انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده درخصوص تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) کاه و کلش گندم (جدول 3) نشان داد که تیمارهای T₁ و T₂ نسبت به هم تفاوت معنی داری نداشته، اما بترتیب در مقایسه با تیمارهای شاهد، T₆، T₉، T₃، T₅، T₄ و T₁₀ دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد بودند. تیمارهای T₄، T₁₀ و T₅ تفاوت معنی داری با هم نداشته، اما بترتیب در مقایسه با تیمارهای شاهد، T₆، T₉، T₃، T₂، T₇ و T₁ اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد داشتند.

تیمارهای T₃ و T₉ نسبت به هم و شاهد تفاوت معنی داری نداشته، اما همگی آنها بترتیب در مقایسه با تیمارهای T₅، T₄، T₁₀، T₂، T₇ و T₁ دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد بودند. درحالی‌که تیمار T₈ (T. reesei CECT 24.3) با کلیه تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را در سطح اطمینان 5 درصد (جدول 3) نشان داد. صفری سینگانی و همکاران (Safari-Sinegani et al., 2005) نتیجه گیری کردند که *Aspergillus terreus*

Trichoderma reesei قابلیت بالایی در تجزیه بقایای گیاهی دارند. نتایج بدست آمده درخصوص تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فیبرهای شوینده خنثی (NDF) کاه و کلش گندم (جدول 3) نشان داد که دو تیمار T₅ و T₇ نسبت به هم تفاوت معنی داری نداشته، اما بترتیب در مقایسه با تیمارهای شاهد، T₆، T₁₀، T₃، T₉، T₂، T₄ و T₁ دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد بودند (جدول 3). دو تیمار T₁ و T₈ با هم تفاوت معنی داری نداشته، اما بترتیب با تیمارهای شاهد، T₆، T₁₀، T₃، T₉، T₂، T₄ و T₇ اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد نشان دادند (جدول 3). تیمار T₄ تفاوت معنی داری بترتیب با تیمارهای شاهد، T₆، T₁، T₈ و T₅ نشان داد. تیمار T₂ بترتیب با تیمارهای شاهد، T₁، T₈، T₅ و T₇ تفاوت معنی داری داشت. درحالی‌که تیمار T₉ بترتیب با تیمارهای شاهد، T₁، T₈، T₅ و T₇ دارای تفاوت معنی داری بود (جدول 3). دو تیمار T₃ و T₁₀ با هم تفاوت معنی داری نداشته، اما با تیمارهای T₄، T₁، T₈، T₅ و T₇ اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد داشتند (جدول 3). تیمار T₆ با تیمارهای T₂، T₄، T₁، T₈ و T₅ دارای تفاوت معنی داری بود. این درحالی است که تیمار شاهد تنها با تیمارهای T₉، T₄، T₁، T₈ و T₅ دارای اختلاف معنی داری در سطح اطمینان 5 درصد بود (جدول 3).

تجزیه زیستی کاه گندم توسط قارچ به گونه قارچ بستگی دارد (Safari Sinegani et al., 2005; Blackshaw & Lindwall, 1996). مولر و همکاران (Muller et al., 1988) و سامرل و بورگس (Summerell & Burgess, 1989) نشان دادند که درصد لیگنین، نسبت کربن به نیتروژن و مقدار نیتروژن بقایای گیاهی در مقدار و شدت تجزیه نقش بسزایی دارند. علاوه بر این جدایه‌های مختلف یک گونه نیز توانایی متفاوتی در تجزیه کاه گندم از خود نشان دادند. گونه‌ها و جدایه‌های مختلف قارچ تریکودرما توانایی متفاوتی در کاهش NDF و ADF از خود نشان دادند (جدول 3 و 4 و 5).

تیمارهای تریکودرما لانگی براچیاتوم، ساتورنیسپوروم و ریشه‌ای (T₇، T₅ و T₈) بترتیب باعث بیشترین کاهش در مقدار NDF این آزمایش شدند (جدول 4). صفری سینگانی و همکاران (Safari Sinegani et al., 2005) درمقایسه قارچ‌های مختلف روی تجزیه بقایای گندم وجو نتیجه گیری کردند که *T. reesei* بیشترین درصد کاهش وزن بقایا را نشان داد. اگرچه در همین آزمایش جدایه‌های دیگر این گونه‌ها کمترین مقدار کاهش NDF را به خود اختصاص دادند. تریکودرما لانگی براچیاتوم یکی از تولید کنندگان شناخته شده آنزیم‌های سلولولیتیک و زایلانولیتیک می‌باشد. از این گونه در تغذیه دام برای بهبود خصوصیات تغذیه‌ای علوفه و حتی برای بهبود آرد گندم و بالا بردن کیفیت محصولات پخته شده استفاده می‌شود. تریکودرما ساتورنیسپوروم آنزیم زیادی تولید می‌کند و به سرعت می‌تواند روی کاه و کلش رشد و تکثیر کند. در آزمایشاتی که با استفاده

1- Acid detergent fiber

2- Neutral detergent fiber

از این گونه بر روی تجزیه کاه و کلش انجام گرفته، تسریع تجزیه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی بعد از تلقیح تایید شده است (Wiedow et al., 2007).

جدول 3- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) و فیبرهای شوینده خنثی (NDF) کاه و کلش گندم

Table 3- Effect of different treatments on ADF and NDF of wheat straw

تیمارها Treatments	جدایه Isolate	فیبرهای شوینده خنثی ADF	فیبرهای شوینده اسیدی NDF
T ₁	(<i>Trichoderma parceramosum</i>)	50.48c*	80.03e
T ₂	(<i>T. longibrachiatum</i>)	51.53c	83.87abcd
T ₃	(<i>T. longibrachiatum</i>)	55.53a	85.11abc
T ₄	(<i>T. virens</i>)	52.85b	83.66bcd
T ₅	(<i>T. saturnisporum</i>)	53.28b	77.53f
T ₆	(Bi-2)	56.09a	85.53ab
T ₇	(<i>T. longibrachiatum</i>)	50.79c	76.96f
T ₈	(<i>T. reesei</i> CECT 24.3)	44.75d	79.39e
T ₉	(<i>T. reesei</i> CECT 24.4)	55.87a	84.33abcd
T ₁₀	(<i>T. reesei</i> CECT 24.6)	52.80b	85.17abc
T ₀	(Control)	56.40 a	86.04a
ارزش (p)		P= 0.0001	P= 0.0001

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 4- درصد کاهش فیبرهای شوینده خنثی (NDF) کاه و کلش گندم تیمار شده با جدایه‌های مختلف جنس تریکودرما

Table 4- Percent reduction in NDF of wheat straw treated with different *Trichoderma* spp.

تیمارها Treatments	جدایه Isolates	درصد کاهش فیبرهای شوینده خنثی NDF reduction (%)
T ₇	(<i>Trichoderma longibrachiatum</i>)	9.083a*
T ₅	(<i>T. saturnisporum</i>)	8.513a
T ₈	(<i>T. reesei</i> CECT 24.3)	6.650b
T ₁	(<i>T. parceramosum</i>)	6.013b
T ₄	(<i>T. virens</i>)	2.383c
T ₂	(<i>T. longibrachiatum</i>)	2.173c
T ₉	(<i>T. reesei</i> CECT 24.4)	1.71cd
T ₃	(<i>T. longibrachiatum</i>)	0.933cd
T ₁₀	(<i>T. reesei</i> CECT 24.6)	0.873cd
T ₆	(Bi-2)	0.51d
سطح معنی‌دار (p)		P= 0.0001

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

ADF برتری معنی‌داری نشان دادند. گونه‌ها و جدایه‌های T₉، T₃ و T₆ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و در رابطه با کاهش فیبرهای شوینده اسیدی پایین‌ترین درصد کاهش را دارا بودند (جدول 5). همبستگی چند متغیره انجام شده بین فیبرهای شوینده اسیدی و فیبرهای شوینده خنثی ($R^2 = 0.57$)، بیانگر تفاوت‌های خیلی معنی‌دار آنها ($p=0.0010$) در رابطه با جگونگی تاثیر گونه‌ها و جدایه‌های آزمایشی بر شدت تجزیه کاه و کلش گندم می‌باشد.

تریکودرما ریشه‌ای یک قارچ رشته‌ای مهم صنعتی سلولولیتیک است. این قارچ توانایی ترشح مقادیر زیاد سلولاز و همی‌سلولاز را دارا می‌باشد. در تحقیق انجام شده بیشترین مقدار کاهش NDF و ADF

روش فیبر خام¹ (CF) برای اندازه‌گیری کاهش فیبر شامل اکثر سلولز، اما تنها قسمتی از لیگنین است و هیچ خاکستری را شامل نمی‌شود. بنابراین فیبر واقعی را به مقدار کمتری نسبت به ADF تخمین می‌زند (داده‌ها نشان داده نشده است).

تریکودرما ریشه‌ای (T₈) سبب بیشترین کاهش فیبرهای شوینده اسیدی شد (جدول 5). تیمارهای T₇، T₁ و T₂ در رتبه دوم تا چهارم کاهش ADF بودند که نسبت به یکدیگر فاقد اختلاف معنی‌دار بودند، اما نسبت به گونه‌ها و جدایه‌های T₁₀، T₄ و T₅ از نظر کاهش

به این قارچ اختصاص داشته است. اما بطور جالبی جدایه‌های مختلف این قارچ توانایی متفاوتی در کاهش NDF و ADF از خود نشان دادند (جداول 3 و 4 و 5).

جدول 5- درصد کاهش فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) کاه و کلش گندم تیمار شده با جدایه‌های مختلف جنس تریکودرما

Table 5- Percent reduction in ADF of wheat straw treated with different *Trichoderma* spp.

تیمارها	جدایه	درصد کاهش فیبرهای شوینده اسیدی
Treatments	Isolates	ADF reduction (%)
T ₇	(<i>Trichoderma reesei</i> CECT 24.3)	11.65 a
T ₅	(<i>T. parceramosum</i>)	5.92 b
T ₈	(<i>T. longibrachiatum</i>)	5.61 b
T ₁	(<i>T. longibrachiatum</i>)	4.87 b
T ₄	(<i>T. reesei</i> CECT 24.6)	3.60 c
T ₂	(<i>T. virens</i>)	3.55 c
T ₉	(<i>T. saturnisporum</i>)	3.12 c
T ₃	(<i>T. longibrachiatum</i>)	0.87 d
T ₁₀	(<i>T. reesei</i> CECT 24.4)	0.53 d
T ₆	(Bi-2)	0.31 d
سطح معنی دار (p)		P= 0.0001

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

بوده و فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) را به مقدار بیشتری کاهش داده است. با توجه به توانایی گونه‌های تریکودرما ریشه‌ای، لانگی‌براشیاتوم و ساتورنيسپوروم در کاهش NDF و ADF، استفاده از این قارچ‌ها برای تجزیه زیستی کاه و کلش گندم را می‌توان پیشنهاد نمود. این قارچ‌ها سلولز طبیعی را به شکل تغییر یافته تبدیل کرده که توسط سایر ارگانیسم‌ها به سهولت می‌تواند تجزیه شوند. بنابراین قارچ‌های تریکودرما خصوصاً تریکودرما ریشه‌ای دارای نقش مهمی در تسریع تجزیه مواد خام اولیه و بقایای گیاهی گندم، کاهش مدت زمان کمپوست سازی در نتیجه فعالیت سریع‌تر میکروبی و ایجاد یک محیط رشد مناسب و کمپوست مطلوب می‌باشد.

بنابراین در طراحی آزمایشات مربوط به تجزیه زیستی باید به این توانایی‌های مختلف جدایه‌ها توجه بیشتری نمود. صفری سینگانی و همکاران (Safari Sinegani et al., 2005) نتیجه گیری کردند که بطور کلی درصد کاهش NDF نسبت به ADF در بقایای گیاهی گندم و برنج در طول تجزیه قارچی بیشتر بود.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، فیبرهای شوینده خنثی (NDF) کاه و کلش گندم در تریکودرما لانگی‌براشیاتوم (T₇) و ساتورنيسپوروم (T₇) نسبت به فیبرهای شوینده اسیدی (ADF) کاهش بیشتری نشان دادند. در حالیکه این نسبت برای تریکودرما ریشه‌ای (T₈) برعکس

منابع

- 1- Adams, J.D.W., and Frostick, L.E. 2007. Investigation microbial activities in compost using mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation as an experimental system. University of Hull. Journal of Bioresource Technology 99: 1097-1102.
- 2- Ashraf, B., Shahid, F., and Adam, T. 2007. Association of fungi, bacterial and actinomycetes with different composts. University of Karachi, Pakistan. Department of Microbiology. Journal of Botany 39(6):2141-2151.
- 3- Baig, M.M.V., Baig, M.L.B., Baig, M.I.A., and Yasmeen, M. 2004. Saccharification of banana agro-waste by cellulolytic enzymes. African Journal of Biotechnology 3(9): 447-450
- 4- Blackshaw, R.E., and Lindwall, C.W. 1996. Species, herbicide and tillage effects on surface crop residue cover during fallow. Canadian Journal of Soil Science 75: 559-565.
- 5- Brown, J.A., Collin, S.A., and Wood, T.M. 1987. Enhanced enzyme production by the Cellulolytic Fungus *Penicillium pinophitum*, Mutant Strain NTC 111/6. Enzyme and Microbial Technology 9: 176-180.
- 6- Bueno, P., Tapias, R., Lopez, F., and Diaz, M.J. 2008. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. Journal of Bioresource Technology 99: 5069-5077.
- 7- Caritas, U.O., and Humphrey, C.N. 2006. Effect of acid hydrolysis of *Garcinia kola* (bitter kola) pulp waste on the production of CM-cellulase and β -glucosidase using *Aspergillus niger*. African Journal of Biotechnology 5(10):

- 819-822.
- 8- Chang, S.T., and Miles, P.G. 2004. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Mmedicinal Effect, and Environmental Impact. (2nd Ed.): CRC Press. pP. 447- 451.
- 9- Cuevas, V.C. 2005. Training Course on Preparation of Trichoderma Compost Activator in Rapid Composting Technology. IBS, CAS, UPLB:1-11.
- 10- Espiritu, B.M., and Mina, J.T. 1993. Mass Production of Bio-Organic Fertilizers. National Institute of Molecular Biology and Biotechnology (BIOTECH-UPLB). 45-48.
- 11- Gonzalez, R., and Rinker, D.L. 2005. Compatibility of ammonia suppressants used in poultry litter with mushroom compost preparation and production. Journal of Bioresource Technology 97:1679-1689.
- 12- Jalk, D., Nerud, R., and Siroka, P. 1998. The effectiveness of biological treatment of wheat straw by white rot fungi. Folia Microbiologica Journal 43: 687-689.
- 13- Moore, D., Chiu, S.W. 2001. Fungal Products as Food. Fungal Diversity Press, Hong Kong. Chapter 10 in Bio-Exploitation of Filamentous Fungi. 223-251.
- 14- Muller, M.M., Sundman, V.O., Soininvaara, V., and Merilainen, A. 1988. Effect of chemical composition on release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soil Journal 6: 78-83.
- 15- Ryckeboer, J., Mergaert, J., Vaes, K. Klammer, S., Clercq, D., Coosemnas, D.J., Insam, H., and Swings, J. 2003. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. Journal of Annals of Microbiology 53(4): 349-410.
- 16- Safari Sinangani, A.A., Emtiazi, G., Hajrasuliha, S., and Shariatmadari, H. 2005. Biodegradation of some agricultural residues by fungi in agitated submerged cultures. African Journal of Biotechnology 4(10): 1058-1061.
- 17- Salar, R.K., and Aneja, K.R. 2007. Significance of thermophilic fungi in mushroom compost preparation: effect on growth and yield of *Agaricus bisporus* (Lange) sing. Journal of Agricultural Technology 3(2): 241-253.
- 18- Savoie, J.M., and Libmond, S. 1994. Stimulation of environmentally controlled mushroom composting by polysaccharidases. World Journal of Microbiology and Biotechnology 10: 313-319.
- 19- Scheuerell, S., and Mahafee, W. 2002. Assessing aerated and non-aerated watery fermented compost tea and *Trichoderma harzianum* T-22 for control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannos* var. *rosae*) of rose in the Willamette valley, Oregon. Phytopathology 90: 67-69.
- 20- Senger, C.C.D., Kozloski, G.V., Bonnacarrère Sanchez, L.M., Mesquita, F.R., Alves, T.P., and Castagnino, G.S. 2008. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. Animal Feed Science and Technology Journal 146: 169-174.
- 21- Sharma, H.S.S. 1996. Compositional analysis of neutral detergent, acid detergent, lignin and humus fractions of mushroom compost. Thermochimica Acta. 285(2): 211-220.
- 22- Straatsma, G., Gerrits, J., Thissen, J., and Amsing, J. 1999. Adjustment of the composting process for mushroom cultivation based on initial substrate composition. Mushroom Experimental Station, The Netherlands Journal of Bioresource Technology 72:67-74.
- 23- Suman, B.C., and Sharma, V.P., 2005. Mushroom Cultivation, Processing and Uses. Agrobios, (India): 347- 349.
- 24- Summerell, B.A., and Burgess, L. W. 1989. Decomposition and chemical composition of cereal straw. Soil Biology and Biochemistry 21: 551-559.
- 25- Tang, L.G., Hon, D.N.S., Pan, S.H., Zhu, Y.Q., Wang, Z., and Wang, Z.Z. 1996. Evaluation of microcrystalline cellulose changes in ultra structural characteristics during preliminary acid hydrolysis. Journal of Applied Polymer Science 59(3): 483 - 488.
- 26- Velazquez-Cedeno, M., Farnet, A.M., Mata, G., and Savoie, J.M. 2008. Role of *Bacillus spp.* In antagonism between *Pleurotus ostreatus* and *Trichoderma harzianum* in heat-treated wheat-straw substrates. Journal of Bioresource Technology 99(15):6966-73.
- 27- Wang, T.H., Wang, T.L., Zhi-Hong, W.U., Shi-Li, L.I.U., Yi, L.U., and Yin-Bo, Q.U. 2004. Novel cellulase profile of *Trichoderma reesei* strains constructed by *cbh1* gene replacement with *EG₃* gene expression cassette. Acta Biochimica et Biophysica Sinica 36(10): 667-672 .
- 28- Wiedow, D., Baum, C., and Leinweber, A. 2007. Inoculation with *Trichoderma saturnisporum* accelerates wheat straw decomposition on soil. Archives of Agronomy and Soil Science 53: 1-12.
- 29- Zaldívar, M., Velasquez, J.C., Contreras, I., and Perez, L.M. 2001. *Trichoderma aureoviride* 7-121, a mutant with enhanced production of lytic enzymes: its potential use in waste cellulose degradation and/or biocontrol. Electronic Journal of Biotechnology 6(2): 8-17.



تأثیر دی اکسیدکربن و نیتروژن بر تجزیه بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) در دو خاک آهکی و غیرآهکی

سلماز رضوی دربار^{1*}، امیر لکزیان²، اکرم حلاج نیا³ و غلامحسین حق نیا⁴

تاریخ دریافت: 88/11/17

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

استفاده از بقایای گیاهی در سیستم های کشاورزی پایدار به منظور حفظ حاصلخیزی خاک اهمیت زیادی دارد. کیفیت مواد آلی، غلظت دی-اکسیدکربن و میزان نیتروژن خاک از جمله عواملی هستند که بر تجزیه بقایای گیاهی تأثیر بسزایی دارند. در این مطالعه تأثیر دو سطح دی اکسیدکربن (360 و 700 پی پی ام) و دو سطح کود نیتروژن (صفر و 200 کیلوگرم کود اوره در هکتار خاک)، در شش زمان (صفر، 10، 20، 40، 60 و 90 روز) با دو تکرار با آرایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی بر تجزیه بقایای گندم (*Triticum aestivum* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) در دو خاک با درصد آهک متفاوت (32/66 و 3/4 درصد آهک) در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. رطوبت نمونه های خاک (70 درصد ظرفیت زراعی) در طول آزمایش ثابت نگه داشته شد. میزان تجزیه بقایای گیاهی به عنوان شاخص ماده آلی خاک انتخاب گردید. نتایج نشان داد که میزان تجزیه بقایای گیاهی در هر دو خاک آهکی و غیرآهکی با افزایش غلظت دی اکسیدکربن افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد افزایش میزان نیتروژن در خاک سبب افزایش میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه گردید. در تمام تیمارها میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه در خاک آهکی بیشتر از خاک غیرآهکی بود.

واژه های کلیدی: غنی سازی دی اکسید کربن، کربنات کلسیم، کود نیتروژن، معدنی شدن بقایای گیاهی

مقدمه

گیاهان زراعی به شمار می رود. مدیریت صحیح بقایای گیاهی اضافه شده به خاک برای حداکثر بهره وری از سیستم های زراعی لازم و ضروری است. از این رو به منظور مدیریت صحیح اکوسیستم های خاکی و بهبود حاصلخیزی خاک ها، بررسی تأثیر عواملی که بر کمیت و سرعت تجزیه بقایای گیاهی تأثیر گذار هستند اهمیت ویژه ای پیدا کرده اند. غلظت دی اکسیدکربن، کاربرد کود نیتروژن و نوع بقایای گیاهی اضافه شده به خاک از جمله عواملی هستند که می توانند تأثیر بسیار زیادی بر تجزیه بقایای گیاهی در خاک داشته باشند.

از سوی دیگر رشد جمعیت کره زمین همراه با مصرف سوخت های فسیلی در مقیاس گسترده، جنگل زدایی در مناطق گرمسیری، سوزاندن بقایای گیاهی، فعالیت های شیمیایی و کشاورزی سبب افزایش قابل توجهی در غلظت گاز دی اکسید کربن اتمسفر شده است (Wang et al., 2002). غلظت دی اکسیدکربن در حال حاضر حدود 380 پی پی ام است و دانشمندان پیش بینی کرده اند که غلظت آن تا اواخر قرن حاضر به حدود 500-900 پی پی ام خواهد رسید (Joos et al., 1999) و تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم فراوانی بر اکوسیستم های خاکی خواهد داشت (Hoosbek et al., 2007).

مواد آلی خاک شامل بقایای گیاهی و جانوری است که در مراحل مختلف تجزیه میکروبی قرار گرفته اند. با وجود اینکه مواد آلی سهم ناچیزی از ذرات جامد خاک را تشکیل می دهند (1 تا 5 درصد) اما دارای اثرات موثر و قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک بوده و بعنوان بخش بسیار مهم و فعال خاک محسوب می گردند. ماده آلی منبع (95-90 درصد) نیتروژن موجود در خاک می باشد و همچنین بخشی از مولبدن، بر و حدود 60 درصد فسفر و 80 درصد گوگرد خاک را نیز تأمین می نماید. ماده آلی در تشکیل خاکدانه ها و پایداری آنها بسیار موثر است، میزان فرسایش خاک را کاهش می دهد و موجب حاصلخیزی بیشتر و تهویه بهتر خاک می گردد (Tisdall, 1994).

حاصلخیزی خاک یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، کارشناس ارشد و استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

(*- نویسنده مسئول: Email: razavisolmaz@gmail.com)

گندم و یونجه به مقدار 2/5 درصد، در شش زمان (صفر، 10، 20، 40، 60 و 90 روز) با دو تکرار در دو خاک مختلف از نظر میزان آهک (33/66 و 3/4 درصد) به صورت مجزا طراحی و انجام شد.

دو نمونه خاک از منطقه خراسان رضوی انتخاب و نمونه برداری از عمق 0-30 سانتی‌متر هر دو خاک به صورت مرکب انجام شد. خاک آهکی از ایستگاه سد کارده و خاک غیر آهکی از منطقه ساغروان تهیه شدند. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل گردید و از الک 2 میلی‌متری عبور داده شدند. مقداری از نمونه‌های خاک برای انجام آزمایشاتی نظیر بافت خاک (به روش هیدرومتری)، تعیین درصد رطوبت (به روش وزنی)، pH نمونه‌های خاک (در گل اشباع) و مقدار آهک (به روش خنثی سازی با اسید) استفاده شد (جدول 1).

بقایای گیاهی گندم و یونجه تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. بقایا پس از هوا خشک شدن، آسیاب شدند و از بین الک 1 و 2 میلی‌متری عبور داده شدند. برخی از خصوصیات بقایای گیاهی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول 2).

برای تهیه تیمارهای آزمایش، ابتدا نمونه‌های 150 گرمی از هر خاک به ظروف پلاستیکی با قطر 8/5 و عمق 4 سانتی‌متر منتقل و تیمارهای بقایای گیاهی بطور جداگانه در هر ظرف اعمال شد. سپس تیمارهای نیتروژن (بصورت کود اوره محلول) به نمونه‌ها اضافه شد. به منظور اعمال سطوح مختلف دی‌اکسیدکربن بخش اول نمونه‌ها در اتاقک‌های کنترل شده زیر تأثیر دی‌اکسیدکربن (760 پی‌پی‌ام) قرار داده شدند و به جهت یکسان‌سازی شرایط بخش دوم نمونه‌ها در اتاقک‌های مشابه فاقد فشار دی‌اکسیدکربن (350 پی‌پی‌ام) قرار داده شدند.

سپس رطوبت کلیه نمونه‌ها در طول آزمایش با آب مقطر در حد 70 درصد ظرفیت زراعی به روش توزین حفظ شدند. تیمارها به مدت 90 روز در اتاقک‌ها نگهداری شدند و در فواصل زمانی صفر، 10، 20، 40، 60 و 90 روز به صورت حذفی مورد بررسی قرار گرفتند.

تعیین مقدار تجزیه بقایای گیاهی در خاک بر اساس سنجش مواد آلی در نمونه‌های خاک با استفاده از روش کوره انجام گرفت (Reddy, 1998). در این روش به منظور اندازه‌گیری میزان مواد آلی موجود در نمونه‌های خاک 5 گرم از هر یک از نمونه‌های هوا خشک شده به درون کروزه‌ای با وزن مشخص منتقل شد. کروزه‌ها به مدت 12 ساعت درون کوره با دمای 440 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از طی مدت زمان ذکر شده مجدداً کروزه‌ها به همراه نمونه‌های درون آنها توزین شدند و با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار مواد آلی هر یک از نمونه‌ها مشخص گردید.

بنابراین پژوهش‌های فراوانی در زمینه تأثیر افزایش دی‌اکسیدکربن بر فتوسنتز، تبخیر و تعرق، تجمع زیست توده و تنفس میکروبی انجام شده است (Norby et al., 2000; Six et al., 2001; William et al., 2004). در حالیکه گزارش‌های اندکی در خصوص تأثیر آن بر روی روند تجزیه بقایای گیاهی در دست می‌باشد (Cheng & Johnson 1998; Hu et al., 2001). هوسبک و همکاران (Hoosbek et al., 2007) نشان دادند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن موجب افزایش کربن آلی کل در تمام تیمارها در عمق 10 و 20 سانتی‌متری خاک گردید. همچنین سرعت تجزیه مواد آلی افزایش چشمگیری را نشان داد. ابرسبرگر و همکاران (Ebersberger et al., 2003) نیز بیان داشتند که افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر بر چرخه عناصر غذایی مختلف به ویژه چرخه کربن و نیتروژن تأثیرگذار است و از اثرات احتمالی آن به افزایش ورود کربن به خاک از طریق ریزوسفر، ایجاد تغییر و بهبود غلظت عناصر در بقایای گیاهی و تغییر رطوبت خاک اشاره کردند.

همچنین در یافته‌های زیادی نشان داده شده است که فراهمی نیتروژن از عوامل بسیار تأثیرگذار بر تجزیه بقایای گیاهی می‌باشد و کمبود نیتروژن در مراحل اولیه، سرعت تجزیه بقایای گیاهی را کاهش می‌دهد (Sitaula et al., 2004). هنریکسون و برلند (Henrikson & Breland, 1999) در مطالعه‌ای روی بقایای گندم نشان دادند که در اثر کمبود نیتروژن سرعت تجزیه بقایا کاهش یافت و افزایش فراهمی نیتروژن به صورت معنی‌داری سرعت معدنی شدن کربن را در خاک‌های حاوی بقایای گندم افزایش داد که دلیل اصلی آن افزایش معنی‌دار زیست توده میکروبی، تولید سلولاز و همچنین افزایش تشکیل کلونی باکتریایی بیان شده است. فری و همکاران (Fery et al., 2003) دریافتند که افزایش فراهمی نیتروژن و غلظت دی‌اکسیدکربن جمعیت میکروبی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

تا کنون در کشور ما مطالعه‌ای در ارتباط با تأثیر غلظت دی‌اکسیدکربن و نیتروژن بر تجزیه بقایای گیاهی انجام نشده است. بنابراین با توجه به گرایش کشاورزی به سمت سیستم‌های پایدار و تأکید بر استفاده از بقایای گیاهی به منظور حفظ حاصلخیزی خاک انتخاب چند عامل مهم دی‌اکسیدکربن، نیتروژن و نوع بقایای گیاهی که از جمله عوامل موثر بر سرعت تجزیه مواد در خاک می‌باشند و همچنین مقایسه تأثیرات این عوامل در دو نوع خاک متفاوت از نقطه نظر میزان آهک که خاص خاک‌های ایران است ضرورت این تحقیق را نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو سطح دی‌اکسیدکربن 350 و 760 پی‌پی‌ام، دو سطح کود اوره صفر و 200 کیلوگرم در هکتار خاک، دو نوع ماده آلی شامل بقایای

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دو خاک مورد مطالعه

Table 1- Physical and chemical properties of soil samples

ویژگی Properties	واحد Measurement unit	خاک آهکی Calcareous soil	خاک غیر آهکی Non calcareous soil
Texture	-	Loam	Loam
Clay	(%)	18	25
Silt	(%)	34	30
Sand	(%)	46	43
pH	-	8.02	6.8
EC	dS. m ⁻¹	3.53	2.3
CaCO ₃	(%)	32.66	3.4
OC	(%)	1.45	0.8
TN	(%)	0.111	0.098

جدول 2- ویژگی‌های شیمیایی بقایای گیاهی مورد مطالعه

Table 2- Chemical properties of plant residue samples

ویژگی Properties	واحد Measurement unit	بقایای یونجه Alfalfa residues	کاه گندم Wheat Straws
OC	(%)	31	43.5
TN	(%)	2.97	1.48
C/N	-	10.43	29.40

تیمار بدون کود افزایش غلظت دی اکسید کربن میزان تجزیه بقایای گیاهی را 5/4 درصد افزایش داد. در خاک غیر آهکی نیز الگوی تغییرات مشابه خاک آهکی بود و افزایش غلظت دی اکسید کربن در تیمار کود نیتروژن و بدون کود نیتروژن به ترتیب سبب افزایش میزان تجزیه بقایای گیاهی به مقدار 6/6 و 10 درصد گردید (شکل 2). همانطور که مشاهده می شود افزایش غلظت دی اکسید کربن و کاربرد کود نیتروژن هر دو تاثیر مثبتی بر میزان تجزیه بقایای گیاهی داشته اند.

بنظر می رسد که افزایش غلظت دی اکسید کربن و نیتروژن از طریق افزایش کربن فراهم برای ریزجانداران و تامین عناصر غذایی مورد نیاز آنها منجر به افزایش میزان تجزیه بقایای گیاهی گردیده اند. پژوهش های متعدد نشان داده است که افزایش غلظت دی اکسید کربن با تحریک مسیرهای تجزیه قارچی سبب افزایش میزان تجزیه مواد آلی در خاکها می گردد (Rillige et al., 2000; Phillips et al., 2002; Klamer et al., 2002).

ویلیام و همکاران (William et al., 2004) در پژوهشی با کاربرد افزایش غلظت دی اکسید کربن و نیتروژن و تأثیر آن بر فعالیت های زیستی خاک پس از گذشت 8 سال نتیجه گیری کردند که غلظت های بالای دی اکسید کربن با تحریک فعالیت های تجزیه ای ریزجانداران خاک در کاهش کربن خاک و افزایش تجزیه بقایای گیاهی نقش دارند.

$$M_0 = M_D - M_A$$

$$\% OM = (M_0 / M_D) \times 100$$

وزن نمونه خاک = M_D

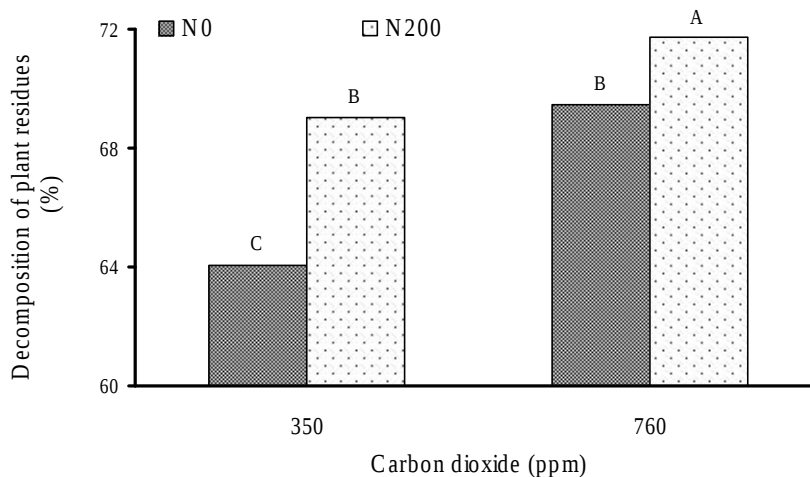
M_A = وزن نمونه خاک پس از کوره

M_0 = وزن ماده آلی موجود در خاک

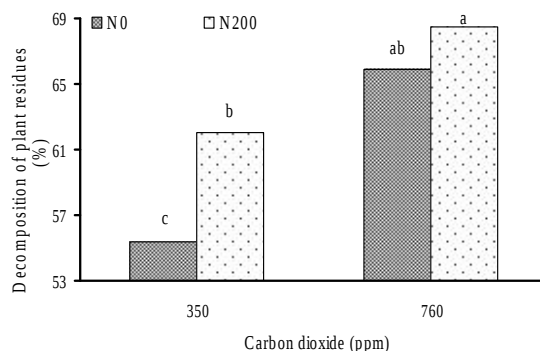
در مرحله آخر نتایج بدست آمده برای هر خاک بطور مجزا با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT- C در قالب طرح فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و سپس برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون مقایسه ای دانکن در سطح میانگین 5 درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در هر دو خاک افزایش غلظت دی اکسید کربن از 350 به 760 پی پی ام سبب افزایش میزان تجزیه بقایای گیاهی در هر دو تیمار نیتروژن گردید. همچنین با کاربرد کود نیتروژن میزان تجزیه بقایای گیاهی افزایش پیدا کرد. بیشترین تأثیر کاربرد کود نیتروژن در تیمار 350 پی پی ام دی اکسید کربن و کمترین تأثیر آن در تیمار 760 پی پی ام دی اکسید کربن در خاک آهکی و غیر آهکی مشاهده شد. شکل 1 نشان می دهد که افزایش غلظت دی اکسید کربن در تیمار کود نیتروژن سبب افزایش 2/7 درصدی تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی گردید حال آنکه در



شکل 1- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی‌اکسیدکربن (ppm) و نیتروژن (kg) بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی
Figure 1- Interaction effects of CO₂ ppm and N fertilizer kg (Urea) on decomposition of plant residues in calcareous soil



شکل 2- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی‌اکسیدکربن و نیتروژن بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک غیرآهکی
Figure 2- Interaction between CO₂ and N fertilizer (Urea) on decomposition of plant residues in non calcareous soil

جدول 3- تاثیر نوع بقایای گیاهی بر درصد تجزیه بقایای گیاهی

Table 3- The effect of kind of plant residues on rate of decomposition

Time	Calcareous soil		Non calcareous soil	
	Alfalfa Residues	Wheat Straws	Alfalfa Residues	Wheat Straws
0	0.25	0.12	0.88	0.06
10	80.13	28.84	59.00	20.72
20	92.47	56.00	77.21	42.34
40	96.57	84.91	91.68	69.50
60	97.45	92.50	93.07	81.94
90	99.51	98.70	93.85	96.12

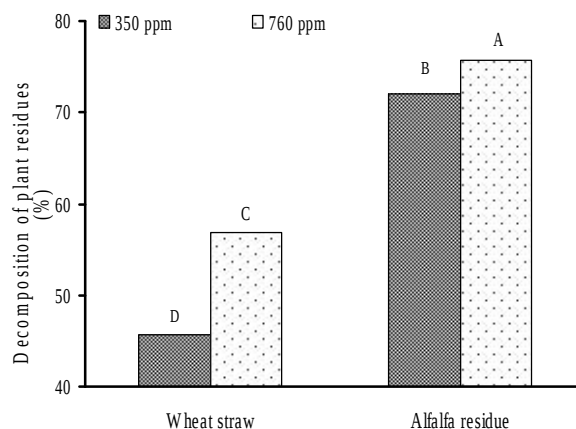
بقایای گیاهی افزوده شده به خاک انجام گرفته است. نتایج به دست آمده از تأثیر نوع بقایای گیاهی بر میزان تجزیه نشان داد که درصد تجزیه در بقایای گندم و یونجه متفاوت بود و نوع بقایای گیاهی تأثیر معنی‌داری بر میزان تجزیه بقایای گیاهی داشت. در هر دو خاک آهکی و غیرآهکی بقایای یونجه بیشتر از بقایای گندم

همچنین در خاک آهکی بطور میانگین و در طی 90 روز، درصد تجزیه بقایای گیاهی در تمامی تیمارها بیشتر از خاک غیر آهکی بود. باتوجه به میزان مواد آلی لولیه فراوانتر، آهک بیشتر و همچنین pH بالاتر نسبت به خاک غیرآهکی به نظر می‌رسد که در خاک آهکی فعالیت های تجزیه‌ای بیشتری نسبت به خاک غیرآهکی بر روی

350 به 760 پی پی ام میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه به ترتیب 18 و 5 درصد افزایش یافت (شکل 3). در خاک غیر آهکی با افزایش غلظت دی اکسید کربن از 350 به 760 پی پی ام میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه به ترتیب 12 و 4 درصد افزایش یافت (شکل 4). بنظر می رسد که افزایش غلظت دی اکسید کربن با تحریک فعالیت های میکروبی و رها سازی بیشتر کربن آلی محلول در خاک منجر به افزایش میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه گردیده است. نکته جالب توجه در این تحقیق این است که بقایای گیاهی مختلف پاسخ متفاوتی به غلظت دی اکسید کربن نشان دادند و تأثیر دی اکسید کربن بر افزایش تجزیه بقایای گندم بسیار بیشتر از تأثیر آن بر بقایای یونجه بود.

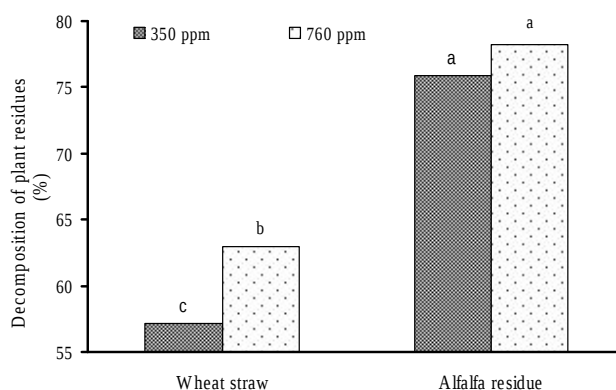
در کل دوره آزمایش تجزیه شدند. میزان تجزیه بقایای یونجه در خاک آهکی و غیر آهکی به ترتیب $1/3$ و $1/4$ برابر میزان تجزیه بقایای گندم بود و با سرعت بیشتر مورد تجزیه میکروبی قرار گرفت (جدول 3). علت اصلی بروز تفاوت در میزان تجزیه بقایای گندم و یونجه به ترکیب شیمیایی این بقایا و عمدتاً به نسبت کربن به نیتروژن آنها باز می گردد (جدول 2) و با افزایش نسبت کربن به نیتروژن در بقایای گیاهی سرعت تجزیه آنها در خاک کاهش می یابد (Taylor et al., 1991).

همانطور که در شکل 3 و 4 مشاهده می شود در هر دو خاک آهکی و غیر آهکی با افزایش غلظت دی اکسید کربن میزان تجزیه بقایای گیاهی یونجه و گندم بطور معنی داری افزایش یافت اگرچه این افزایش در مورد تجزیه بقایای یونجه در خاک غیر آهکی از نظر آماری معنی داری نبود. در خاک آهکی با افزایش غلظت دی اکسید کربن از



شکل 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی اکسید کربن (ppm) و نوع بقایای گیاهی بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی

Figure 3- Interaction between CO₂ (ppm) and kind of residues on decomposition of plant residues (%) in calcareous soil



شکل 4- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی اکسید کربن ppm و نوع بقایای گیاهی بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک غیر آهکی

Figure 4- Interaction between CO₂ (ppm) and kind of residues on decomposition of plant residues (%) in non calcareous soil

یونجه در خاک آهکی و غیر آهکی میزان تجزیه به ترتیب به 92/47 و 77/54 درصد رسید. همچنین با گذشت زمان سرعت تجزیه و مقدار تجزیه بقایای گندم به مقدار تجزیه بقایای یونجه نزدیک شد به طوری که پس از گذشت 90 روز از شروع آزمایش درصد تجزیه بقایای گندم با بقایای یونجه یکسان شد، اگرچه در شروع آزمایش درصد تجزیه بقایای یونجه بیشتر از گندم بود ولی با گذشت زمان تجزیه در یونجه سریعتر کاهش یافت که سریعتر تجزیه شدن آن می‌تواند به دلیل سهولت تجزیه بافت‌های یونجه نسبت به گندم و C/N پایین‌تر آن باشد.

نکته قابل توجه این است که در تمام تیمارها در طول آزمایش میزان تجزیه در خاک آهکی بیش از خاک غیر آهکی بوده است. با اضافه شدن بقایای گیاهی به هر دو خاک فعالیت ریزجانداران خاک افزایش یافته است چنین به نظر می‌رسد که در خاک آهکی به دلیل وجود کربن آلی اولیه بیشتر، همچنین اسیدیته و آهک بالاتر شرایط برای فعالیت‌های میکروبی مساعدتر بوده است. اگرچه بافت در این دو خاک یکسان بود اما خاک آهکی میزان رس کمتر و شن بیشتری را دارا بود که این امر می‌تواند به بهبود شرایط تهویه در خاک آهکی نسبت به خاک غیر آهکی کمک کند و نیاز به اکسیژن ریزجانداران در خاک و تبادلات گازی با سهولت بیشتری انجام پذیرد.

نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت که افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و کاربرد کود نیتروژن سبب افزایش میزان تجزیه بقایای گیاهی اضافه شده به خاک می‌گردد و بقایای گیاهی مختلف حتی در غلظت‌های یکسان دی‌اکسید کربن و نیتروژن با الگوهای متفاوتی تجزیه می‌شوند و این موضوع قطعاً به کیفیت بقایای گیاهی مربوط می‌باشد. نکته قابل توجه دیگر این است که میزان تجزیه بقایای گیاهی گندم و یونجه در خاک آهکی و غیر آهکی متفاوت بود.

سپاسگزاری

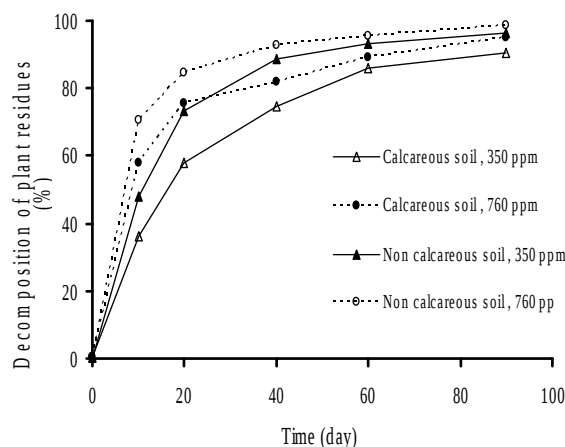
بدینوسیله از پرسنل آزمایشگاه خاکشناسی و آزمایشگاه گیاهشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی که در تجزیه نمونه‌ها کمک فراوان کردند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که افزایش غلظت دی‌اکسید کربن مسیرهای تجزیه‌ای خاص را تحریک می‌کند که به صورت اختصاصی بیشترین تأثیر را بر بقایای گیاهی که حاوی نسبت کربن به نیتروژن بالا هستند می‌گذارد و جمعیت‌های قارچی که مسئول تجزیه بقایا با نسبت بالای کربن به نیتروژن هستند بیشتر از سایر ریزجانداران تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Klameret et al., 2002).

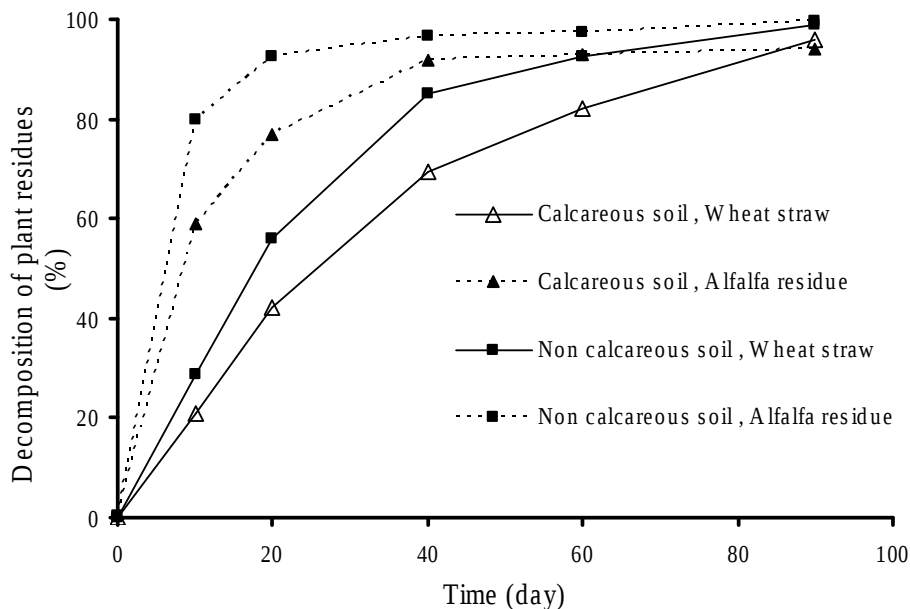
نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تغییرات میزان تجزیه بقایای گیاهی با زمان در هر دو خاک روند افزایشی داشت (شکل 5). شیب نمودارها نشان می‌دهد که در هر دو خاک میزان تجزیه بقایای گیاهی در زمان شروع آزمایش بسیار سریع بوده و با گذشت زمان از سرعت تجزیه کاسته شد و در زمان‌های پایانی آزمایش تجزیه بقایای گیاهی با سرعت بسیار کندی صورت گرفت. دلیل این امر شاید ورود ناگهانی حجم زیادی از بقایای گیاهی به خاک باشد که سبب تحریک فعالیت تجزیه‌ای ریزجانداران خاک گردیده است و جمعیت میکروبی خاک به شدت افزایش یافته است. با گذشت زمان و مصرف عناصر غذایی حاصل از تجزیه جمعیت و فعالیت ریزجانداران به تعادل رسیده و تجزیه با شدت کمتری ادامه یافته است. بالا بودن سرعت تجزیه در زمان‌های اولیه پس از افزودن بقایای گیاهی در خاک و روند کاهشی سرعت تجزیه پس از آن در مطالعات مختلفی مشاهده شده است (Arnone et al., 2000). در هر دو خاک آهکی و غیر آهکی تیمار 760

پی پی ام دی‌اکسید کربن در مقایسه با تیمار 350 پی پی ام دی‌اکسید کربن درصد تجزیه بیشتری از بقایای گیاهی را نشان داد. پس از گذشت 20 روز از شروع آزمایش در تیمار 760 پی پی ام خاک آهکی 76 درصد از بقایای گیاهی مورد تجزیه قرار گرفت حال آنکه در تیمار 350 پی پی ام همان خاک تنها 58 درصد از بقایای گیاهی تجزیه شد. در خاک غیر آهکی نیز در تیمار 760 پی پی ام 72 درصد و در تیمار 350 پی پی ام 53 درصد از بقایای اضافه شده به خاک تجزیه شد (شکل 5).

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با اضافه شدن بقایای گیاهی یونجه و گندم به خاک فعالیت ریزجانداران خاک و در نتیجه تجزیه بقایای اضافه شده به خاک بطور معنی‌داری افزایش یافته است (شکل 6). همانطور که مشاهده می‌شود مقدار تجزیه بقایای گندم در خاک آهکی و غیر آهکی در مدت زمان 20 روز پس از شروع آزمایش به ترتیب 56/9 و 42/13 درصد بود، در حالی که در تیمار بقایای



شکل 5- مقایسه میانگین اثرات متقابل دی اکسید کربن (ppm) و زمان (روز) بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی و غیر آهکی
Figure 5- Interaction effects of CO₂ (ppm) and time (day) on decomposition of plant residues (%) in calcareous and non calcareous soils



شکل 6- مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع بقایای گیاهی و زمان (روز) بر درصد تجزیه بقایای گیاهی در خاک آهکی و غیر آهکی
Figure 6- Interaction between kind of residues and time (day) on decomposition of plant residues (%) in calcareous and non calcareous soils

منابع

- 1- Arnone, J.A., Zaller, J.G., Spehn, E.M., Niklaus, P.A., Well, C.S., and Korner, C. 2000. Dynamics of root systems in native grasslands: effects of elevated CO₂. *New Phytologist* 147: 73-85.
- 2- Cheng, W., and Johnson, D.W. 1998. Elevated CO₂, rhizosphere processes, and soil organic matter decomposition. *Plant and soil* 202: 167-174.
- 3- Ebersberger, D., Niklaus, P.A., and Kandeler, E. 2003. Long term CO₂ enrichment stimulates N-mineralization and enzyme activities in calcareous grassland. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 965-972.
- 4- Fery, S.D., Six, J., and Elliott, E.T. 2003. Reciprocal transfer of carbon and nitrogen by decomposer fungi at the

- soil-litter interface. *Soil Biology and Biochemistry* 35:1005-1004.
- 5- Henrikson, T.M., and Breland, T.A. 1999. Evaluation of criteria for describing crop residue degradability in a model of carbon and nitrogen turnover in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1135-1149.
 - 6- Hoosbek, M.R., Vos, J.M., Meinders, M.B.J., Velthorst, E.J., and Scarascia-Mugnozza, G.E. 2007. Free atmospheric CO₂ enrichment (FACE) increased respiration and humification in the mineral soil of a poplar plantation. *Geoderma* 138:204-212.
 - 7- Hu, S.J., Chapin, F.S., Firestone, M.K., Field, C.B., and Chiariello, N.R. 2001. Nitrogen Limitation of microbial decomposition in a grassland under elevated CO₂. *Nature* 409: 188-191.
 - 8- Joos, F., Plattner, G.K., Stocker, T.F., Marchal, O., and Schmittner, A. 1999. The response of microbial systems to elevated CO₂. *Science* 248: 464-467.
 - 9- Klammer, M., Roberts, M.S., Levine, L.H., Drake, B.G., and Garland, J.L. 2002. Influence of elevated CO₂ on the fungal community in a coastal scrub oak forest soil investigated with terminal-restriction fragment length polymorphism analysis. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 4370-4376.
 - 10- Norby, R.J., Long, T.M., Hartz-Rubin, J.S., and O'Neill, E.G. 2000. Nitrogen resorption in senescing tree leaves in a warmer, CO₂-enriched atmosphere. *Plant and Soil* 224: 15-29.
 - 11- Phillips, R.L., Zak, D.R., Holmes, W.E., and White, D.C. 2002. Microbial community composition and function beneath temperature trees exposed to elevated atmospheric carbon dioxide and ozone. *Oecologia* 131: 236-244.
 - 12- Reddy, K., 1998. *Methods of Measuring Soil Organic Matter*. University of Illinois, Chicago Press. Pp. 52-60.
 - 13- Rillige, M.C., Hernandez, G.Y., and Newton, P.C.D. 2000. Arbuscular mycorrhizae respond to elevated atmospheric carbon dioxide after long term exposure. *Ecology Letters* 3: 475-478.
 - 14- Sitaula, B.K., Bajracharya, R.M., Singh, B.R., and Solberg, B. 2004. Factors affecting organic dynamics in soil of Nepal/Himalayan region; a review and analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70: 215-229.
 - 15- Six, J., Carpentier, A., Van Kessel, C., Merckx, R., Harris, D., Horwath, W.R., and Lüscher, A. 2001. Impact of elevated CO₂ on soil organic matter dynamics are related to changes in aggregate turnover and residue quality. *Plant and Soil* 234: 27-36.
 - 16- Taylor, B.R., Prescott, C.E., Parsons, W.F.J., and Parkinson, D. 1991. Substrate control of litter decomposition in four Rocky Mountain coniferous forests. *Canadian Journal of Botany* 69: 2242-250.
 - 17- Tisdall, J.M. 1994. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. *Plant and Soil* 159:115-121.
 - 18- Wang, H., Curtin, D., Jame, Y.W., McConkey, B.G., and Zhou, H.F. 2002. Stimulation of soil carbon dioxide flux during plant residue decomposition. *Soil Science Society of America Journal* 66: 1304-1310.
 - 19- William, M.A., Rice, C.W., and Omay, A. 2004. Carbon and nitrogen pools in a tall grass prairie soil under elevated carbon dioxide. *Soil Science Society of American Journal* 68: 148-153.



مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.)

در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی

علیرضا کوچکی¹، مهدی نصیری محلاتی¹، سرور خرم دل^{2*}، سپیده انورخواه²، مژگان ثابت تیموری² و سارا سنجانی²

تاریخ دریافت: 88/11/20

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

بمنظور مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی، آزمایشی در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع کشت مخلوط جایگزینی (75% کنجد و 25% شاهدانه، 25% کنجد و 75% شاهدانه و 50% کنجد و 50% شاهدانه) و افزایشی (50% کنجد و 100% شاهدانه و 100% کنجد و 50% شاهدانه) و کشت خالص کنجد و شاهدانه بود. نتایج نشان داد که بیشترین میزان شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک شاهدانه در سری جایگزینی 50% کنجد و 50% شاهدانه (به ترتیب با 2/99 و 1921/7 گرم بر متر مربع) و کمترین میزان شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک در سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه (به ترتیب با 1/06 و 929/9 گرم بر متر مربع) مشاهده شد. بیشترین شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک کنجد در کشت خالص (بترتیب با 1/34 و 551/27 گرم بر متر مربع) و کمترین میزان در سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه (بترتیب با 0/23 و 51/73 گرم بر متر مربع) بدست آمد. بیشترین سرعت رشد گیاه در شاهدانه و کنجد بترتیب در سری جایگزینی 50% کنجد و 50% شاهدانه (76/58 گرم بر متر مربع در روز) و کشت خالص (22/78 گرم بر متر مربع در روز) مشاهده شد. بطور کلی نتایج نشان داد که کشت مخلوط شاهدانه با کنجد بدلیل سایه‌اندازی و ممانعت از جذب نور برای کنجد باعث کاهش رشد در مخلوط شد، بطوریکه بالاترین میزان شاخص‌های رشد در کشت خالص مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: سرعت رشد گیاه، شاخص سطح برگ، ماده خشک

مقدمه

کشت مخلوط ذکر شده است که عمده‌ترین آن‌ها شامل استفاده بهتر از عوامل محیطی و افزایش عملکرد در واحد سطح (Singh & Ram, 1991; Randhawa et al., 1989; Singh et al., 1998) ایجاد ثبات عملکرد بویژه در شرایط نامساعد محیطی (Mandal et al., 1992; Aggarwell et al., 1987)، افزایش کمیّت و کیفیت محصول (Putnam & Allan, 1992)، افزایش راندمان مصرف آب (Morris et al., 1990)، کنترل فرسایش خاک (Triplett, 1962; Vandermeer, 1989) و کاهش مصرف سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی (De Bach, 1974) می‌باشد. علاوه بر این، نظام‌های مخلوط یکی از انواع سیستم‌های پایدار هستند که از طریق افزایش تنوع و پیچیدگی منجر به افزایش پایداری و ثبات در نظام‌های زراعی می‌شوند (Zhang & Li, 2003). مافی و موسیاری (Maffei 2003) با بررسی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و نعناع (*Mentha piperita* L.) بر عملکرد و کیفیت اسانس نعناع

کشت گیاهان دارویی از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند. تمایل به تولید گیاهان دارویی و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان به ویژه در شرایط ارگانیک رو به افزایش می‌باشد (Griffe et al., 2003). چنین بنظر می‌رسد که استفاده از کشت مخلوط گیاهان دارویی با گیاهان زراعی بدلیل خاصیت آللوپاتی گیاهان دارویی، قادر به کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز باشد. کشت مخلوط به کاشت دو یا چند محصول در یک زمین، گفته می‌شود (Francis, 1986; Federer, 1993). اهداف متنوعی برای

1 و 2- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: (E-mail: su_khorramdel@yahoo.com)

دارویی (اسفرزه (*Plantago ovata*))، خاکشیر (*Descurinia Sophia* L.)، سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، زنیان و زیره سبز) گزارش کردند که مجموع ارزش نسبی تنها در کشت مخلوط زعفران با سیاهدانه و زنیان مشاهده شد. نتایج بررسی انجام شده بر روی تأثیر کشت مخلوط ردیفی و نواری لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان بذری (*Ocimum basilicum* L.) بر کنترل علف هرز نشان داد که بیشترین وزن خشک علفهای در کشت خالص لوبیا و کمترین وزن خشک در کشت خالص ریحان و کشت نواری با چهار ردیف ریحان بدست آمد. همچنین کشت مخلوط ردیفی ریحان و لوبیا بر کشت خالص این دو گیاه برتری داشت و بالاترین نسبت برابری زمین (1/2) در کشت مخلوط ردیفی حاصل شد (Alizadeh et al., 2010). میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2010) با بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد زنیان و شنبلیله در کشت خالص و مخلوط در شرایط ارگانیک بیان داشتند که بیشترین میزان تجمع ماده خشک زنیان و شاخص سطح برگ شنبلیله در کشت مخلوط سه ردیفی مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) با بررسی تأثیر فاصله آبیاری و ترکیب‌های کشت مخلوط مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) و زعفران بر خنک شدن بنه‌ها بمنظور کاهش اثرات نامطلوب تغییر اقلیم، گزارش کردند که کشت مخلوط زعفران با مرزنجوش احتمالاً بدلیل خنک شدن سطح خاک باعث افزایش تولید گل و در نهایت افزایش عملکرد اقتصادی زعفران شد. نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان داده است که کشت مخلوط نعنای با گوجه فرنگی (Ramaswamy et al., 1988)، بامیه (*Hibiscus esculentus* L.) با ماش (*Vicia sativa* L.) (Ram, 1998) و تربچه (*Raphanus sativus* L.) با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) (Singh et al., 1998) باعث افزایش کارایی استفاده از زمین و در نتیجه ارزش اقتصادی شد.

اکثر مطالعات انجام شده در مورد شاهدانه و کنجد بر مبنای کشت خالص این دو گیاه بوده است و گزارشی مبنی بر کشت مخلوط این دو گیاه در دسترس نیست. لذا این آزمایش با هدف مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه و کنجد در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی، در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

بمنظور مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه و کنجد در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی، آزمایشی در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد (با طول جغرافیایی 59 درجه و 23 دقیقه طول شرقی و 36 عرض جغرافیایی درجه و 15 دقیقه عرض شمالی و ارتفاع 985 متر) به اجرا درآمد. خاک محل اجرای آزمایش

گزارش نمودند که عملکرد و کیفیت اسانس در کشت مخلوط به مراتب بالاتر از کشت خالص این گیاه بود. همچنین تعداد برگ در گره، وزن خشک ساقه و برگ، تعداد کرک‌های ترش‌خی در برگ و شاخص سطح برگ نعنای در کشت مخلوط با سویا در مقایسه با کشت خالص افزایش یافت. راثو (Rao, 2002) گزارش کرد که کشت مخلوط شمعدانی معطر (*Pelargonium* sp.) و نعنای (*M. arvensis*) (L. f. *Piperascens* Malinv) منجر به کاهش رشد علفهای هرز شد که به تبع آن زیست توده علفهای هرز تا حدود 40 درصد کاهش یافت. راندهاوا و همکاران (Randhawa et al., 1989) سینگ و Ram, 1991) و سینگ و همکاران (Singh et al., 1998) نیز با انجام آزمایشاتی به دلیل افزایش عملکرد و سود اقتصادی به ترتیب کشت مخلوط نعنای با نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، با لپه‌هندی (*Citronella java*) و اوکالیپتوس (*unquiculata* L.) و تعدادی از گونه‌های نعنای و اوکالیپتوس (*Eucalyptus citriodora*) با تعدادی از گیاهان دارویی را توصیه نمودند. رودریگوئز و همکاران (Rodrigues-Gomez et al., 2003) گزارش کرد که کشت مخلوط جعفری (*Petroselinum sativum* L.) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) باعث کاهش معنی‌دار بلایت زودرس گوجه فرنگی در مقایسه با تک‌کشتی این گیاه شد. آن‌ها دلیل این امر را اثرات آلوپاتی جعفری بر جوانه‌زنی کینیدی‌های بلایت، تأثیر جعفری بر تغییر میکروکلیمای اطراف بوته گوجه فرنگی و در نتیجه ایجاد محدودیت رطوبتی در اطراف گیاه و ایجاد مانعی فیزیکی در جلوگیری از انتشار کینیدی‌های بلایت ذکر کردند. جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) با مقایسه ترکیب-های مختلف کشت مخلوط ردیفی و نواری زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و عدس (*Lens culinaris* M.) گزارش نمودند که با تغییر الگوی کاشت از کشت مخلوط ردیفی به کشت خالص عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک زیره سبز کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک عدس نیز در شرایط کشت خالص بدست آمد. بالاترین نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ردیفی حاصل شد و با تغییر الگوی کشت مخلوط از ردیفی به نواری نسبت برابری زمین کاهش یافت. میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2009) با مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) بیان نمودند که مخلوط تک ردیفی بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد. بیشترین نسبت برابری زمین نیز در کشت خالص تک‌ردیفی بدست آمد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) با مقایسه عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط کشت خالص و مخلوط با سه گروه از گیاهان زراعی شامل غلات (گندم (*Triticum aestivum* L.)، بهاره و پاییزه)، حبوبات (عدس (*Lens culinaris* M.) و نخود (*Cicer arietinum* L.)) و گیاهان

MINITAB - ver 13 و Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد و بر اساس آزمون دانکن با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی بر شاخص‌های رشدی شاهدانه و کنجد در طول فصل رشد در جدول 1 و مقایسه میانگین آنها در جدول 2 نشان داده شده‌است. نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر ارتفاع نهایی کنجد و بیشترین میزان شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد دو گیاه معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود.

اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر ارتفاع

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی بر روند تغییرات ارتفاع (سانتی‌متر) شاهدانه و کنجد در طول فصل رشد در شکل 1 نشان داده شده‌است. روند تغییرات ارتفاع در تیمارهای مختلف کشت مخلوط دو گیاه یکسان و زمان رسیدن به ارتفاع نهایی در همه تیمارها یکسان بود. بیشترین و کمترین ارتفاع شاهدانه در پایان فصل رشد به ترتیب در سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه و سری جایگزینی 75% کنجد و 25% شاهدانه با 152 و 143 سانتی‌متر مشاهده شد (جدول 2). با توجه به غالب بودن کانوپی شاهدانه در مقایسه با کنجد، چنین بنظر می‌رسد که افزایش تراکم شاهدانه بدلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای برای جذب نور باعث افزایش ارتفاع شده‌است.

روند تغییرات ارتفاع کنجد در تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی کنجد و شاهدانه نشان داد که ارتفاع کنجد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت. روند تغییرات ارتفاع کنجد در همه تیمارها تا 94 روز پس از سبز شدن افزایشی بود و پس از آن ثابت شد (شکل 1). بطوریکه بیشترین و کمترین ارتفاع نهایی کنجد به ترتیب در کشت خالص (110 سانتی‌متر) و سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه (38 سانتی‌متر) مشاهده شد. در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط بیشترین ارتفاع کنجد احتمالاً بدلیل رقابت کمتر بوته‌های شاهدانه و در نتیجه سایه‌اندازی بر کنجد، در سری جایگزینی 75% کنجد و 25% شاهدانه (46 سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول 2). افزایش مشاهده شده در ارتفاع کنجد در کشت خالص در مقایسه با تیمارهای مختلف کشت مخلوط، بدلیل عدم سایه‌اندازی شاهدانه و بهبود شرایط برای رشد و فتوسنتز گیاه منطقی به نظر می‌رسد.

اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر

دارای بافت سیلتی لومی بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو نوع کشت مخلوط جایگزینی (75% کنجد و 25% شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه و 100% کنجد و 0% شاهدانه) و افزایشی (50% کنجد و 100% شاهدانه و 100% کنجد و 50% شاهدانه) و کشت خالص کنجد و شاهدانه بود.

عملیات کاشت شاهدانه و کنجد بصورت همزمان در آخر اردیبهشت ماه بر روی ردیف‌هایی با طول سه متر و فاصله بین ردیف 75 سانتی‌متر انجام شد. برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر (برای شاهدانه و کنجد به ترتیب 17 و 27 بوته در متر مربع) گیاهان در مرحله 4-6 برگی تنک شدند. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر 7 روز یکبار تا آخر فصل رشد انجام شد. علفهای هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند.

به منظور مطالعه آنالیزهای رشد و تعیین شاخص‌های فیزیولوژیک دو گیاه، نمونه‌برداری‌های تخریبی برای تعیین شاخص سطح برگ و وزن خشک (برای شاهدانه و کنجد به ترتیب از 5 و 2 بوته) از 40 روز پس از سبز شدن تا پایان فصل رشد انجام شد. ارتفاع دو گیاه نیز اندازه‌گیری و ثبت شد. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ سنج (Leaf area meter) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها جهت تعیین وزن خشک درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفته و به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سانتیگراد در آون قرار داده شدند و در نهایت برای تعیین وزن خشک (DM) و سرعت رشد گیاه (CGR) مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور محاسبه CGR در طول فصل رشد از معادله (1) استفاده شد (Gardner et al., 1988):

$$\text{معادله (1)} \quad \text{CGR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad \text{گرم بر متر مربع در روز}$$

در این معادله: W_1 : وزن خشک گیاه در نمونه‌گیری اول (گرم) و W_2 : وزن خشک گیاه در نمونه‌گیری دوم (گرم)، t_1 : زمان نمونه‌گیری اول (روز) و t_2 : زمان نمونه‌گیری دوم (روز) می‌باشد.

برای ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص شاهدانه و کنجد شاخص نسبت برابری زمین¹ (بر اساس حداکثر شاخص‌های رشد) طبق معادله (2) محاسبه گردید:

$$\text{معادله (2)} \quad \text{LER} = \sum \frac{Y_{pi}}{Y_{mi}}$$

که در این رابطه Y_{pi} حداکثر شاخص رشد هر محصول در کشت مخلوط و Y_{mi} حداکثر شاخص رشد همان محصول در کشت خالص بود (Gliessman, 1997).

برای تجزیه آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای

1 Land Equivalent Ratio (LER)

شاخص سطح برگ

از آن تا 85 روز پس از سبز شدن افزایش پیدا کرد و سپس بدلیل زرد شدن و ریزش برگ‌ها کاهش یافت. بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ شاهدانه در 85 روز پس از سبز شدن به ترتیب در سری جایگزینی 50% کنجد و 50% شاهدانه و سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه با 2/99 و 1/06 مشاهده شد (جدول 2).

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد در شکل 2 نشان داده شده است. در تیمارهای مختلف روند افزایش شاخص سطح برگ شاهدانه تا 65 روز پس از سبز شدن کند بود و بعد

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر ارتفاع نهایی، حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر تجمع ماده خشک و حداکثر سرعت رشد محصول

Table 1- Analysis of variance for final height and also peak Leaf Area Index (LAI), dry matter accumulation and crop growth rate (CGR) in intercropping with additive and replacement series for hemp and sesame

منابع تغییر Change resources	درجه آزادی DF	ارتفاع نهایی Final height		شاخص سطح برگ Leaf Area Index _{max}		میزان تجمع ماده خشک Dry matter accumulation _{max}		سرعت رشد گیاه Crop growth ratem _{max}	
		شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد
		Hemp	Sesame	Hemp	Sesame	Hemp	Sesame	Hemp	Sesame
تکرار Rep.	2	100.35	4.072	0.04	0.016	234.00	4689.00	10.20	9.20
تیمار Treat.	5	111.21 ^{ns}	17.554 ^{**}	0.99 ^{**}	0.525 ^{**}	18802.00 ^{**}	114241.00 ^{**}	1435.90 ^{**}	172.75 ^{**}
خطا Error	10	82.60	2.33	0.03	0.094	1369.00	4335.00	1.00	0.95
کل Total	17	-	-	-	-	-	-	-	-

ns و ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد

^{ns} and ^{**} are non- significant and significantly at $\alpha=0.01$, respectively.

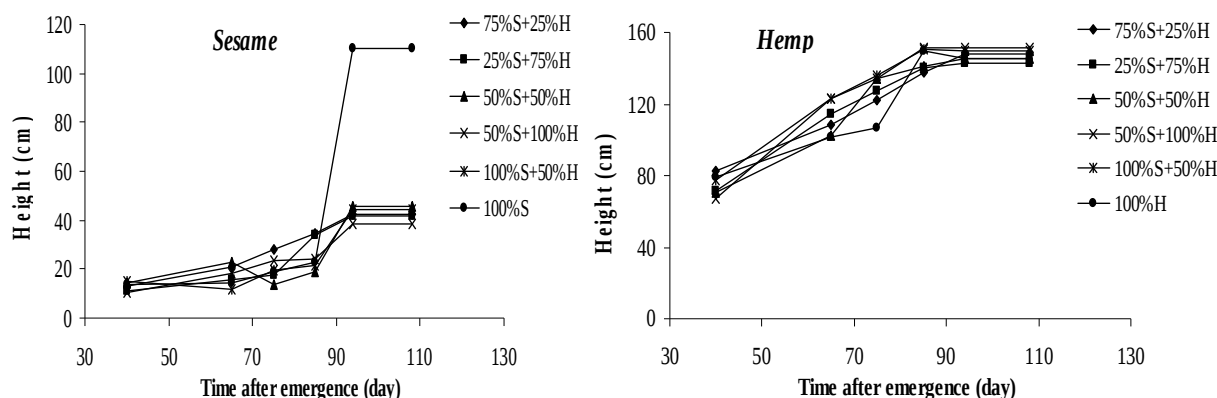
جدول 2- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) (75% کنجد و 25% شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه، 25% کنجد و 75% شاهدانه، 50% کنجد و 100% شاهدانه، 100% کنجد و 0% شاهدانه) بر ارتفاع نهایی، حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر تجمع ماده خشک و حداکثر سرعت رشد محصول

Table2- Comparison of means for final height and also peak LAI, dry matter accumulation and CGR in intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture)

تیمار Treatment	ارتفاع نهایی (سانتیمتر) Final height (Cm)		حداکثر شاخص سطح برگ Leaf Area Index _{max}		حداکثر تجمع ماده خشک (گرم بر متر مربع) Dry matter accumulation _{max} (gm ⁻²)		حداکثر سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع در روز) Crop growth rate _{max} (gm ⁻² day ⁻¹)	
	شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد	شاهدانه	کنجد
	Hemp	Sesame	Hemp	Sesame	Hemp	Sesame	Hemp	Sesame
75% کنجد+25%شاهدانه 75%S+25%H	151.80a	45.93b	2.55b	0.94ab	1145.55d	121.97b	42.07d	0.45cd
25% کنجد+75%شاهدانه 25%S+75%H	147.9a	41.43d	1.19e	0.32c	1183.97d	68.76b	50.50c	0.79c
50% کنجد+50%شاهدانه 50%S+50%H	145.60a	42.33cd*	2.99a	0.58bc	1921.68a	86.81b	76.58a	0.42cd
50% کنجد+100%شاهدانه 50%S+100%H	149.40a	44.50bc	1.06e	0.23c	929.90e	51.73b	30.42e	0.09d
100% کنجد+50%شاهدانه 100%S+50%H	143.00a	38.33e	1.61d	0.47bc	1851.90b	57.36b	21.68f	1.65b
کشت خالص Monoculture	145.57a	110.47a	2.04c	1.34a	1335.55c	551.27a	71.16b	22.78a

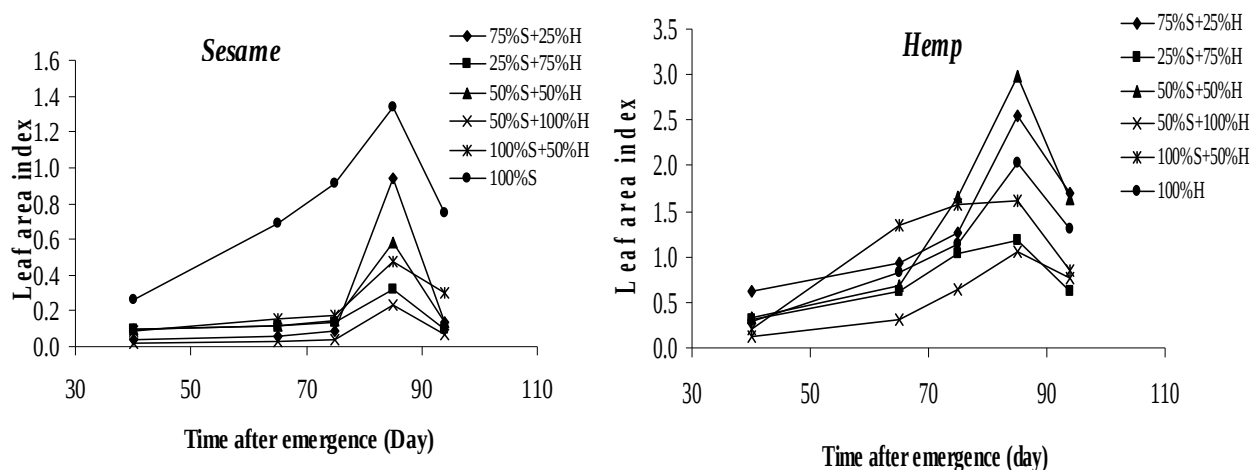
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.



شکل 1- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their height (Cm) trend
شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه، 50% کنجد و 100% شاهدانه، 100% کنجد و 50% شاهدانه و 100% شاهدانه و 50% شاهدانه و 100% شاهدانه (سانتی‌متر)

Fig 1- The effect of intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their height (Cm) trend



شکل 2- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their LAI trend
شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه، 50% کنجد و 100% شاهدانه، 100% کنجد و 50% شاهدانه و 100% شاهدانه و 50% شاهدانه و 100% شاهدانه (برگ)

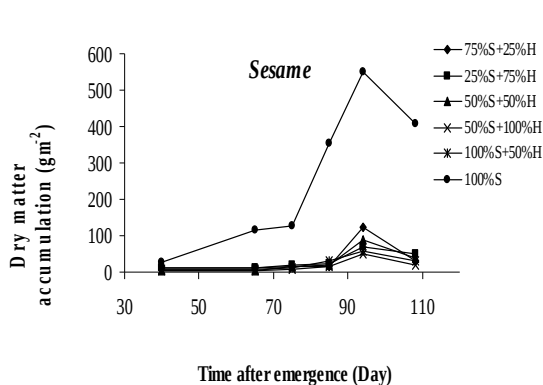
Fig 2- The effect of intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their LAI trend

ردیفی (1/74) و سه ردیفی (0/3) مشاهده شد (Mirhashemi 2010 et al.,).

روند تغییرات شاخص سطح برگ کنجد در طول فصل رشد در شرایط مخلوط با شاهدانه در مقایسه با کشت خالص نشان داد که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط نسبت به خالص کاهش یافت. در تیمارهای مختلف کشت مخلوط، افزایش شاخص سطح برگ کنجد تا 75 روز پس از سبز شدن بسیار کند بود و بعد از آن تا 85

با توجه به کوتاه‌تر بودن ارتفاع و حجم کانوپی کنجد در مقایسه با شاهدانه چنین بنظر می‌رسد که رشد بوته‌های شاهدانه عمدتاً تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای باشد، بطوریکه کاهش رقابت درون گونه‌ای منجر به بهبود شرایط برای رشد و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ شاهدانه شده است. نتایج بررسی انجام شده بر روی شاخص سطح برگ زنیان در شرایط مخلوط با شنبلیله نشان داد که بالاترین شاخص سطح برگ زنیان و شنبلیله به ترتیب در کشت مخلوط دو

روند افزایش تجمع ماده خشک کنبج در تمام تیمارهای کشت مخلوط با شاهدانه نسبتاً مشابه بود ولی در کشت مخلوط تجمع ماده خشک در مقایسه با کشت خالص به دلیل رقابت بر سر جذب منابع و عمدتاً نور، به میزان زیادی کاهش یافت. روند افزایش تجمع ماده خشک کنبج در تیمارهای کشت مخلوط با شاهدانه تا 85 روز پس از سبز شدن کند بود و بعد از آن تا 94 روز پس از سبز شدن افزایش پیدا کرد و سپس روند کاهشی مشاهده شد. روند افزایشی تجمع ماده خشک در کشت خالص کنبج نسبت به تیمارهای کشت مخلوط زودتر و در 75 روز پس از سبز شدن اتفاق افتاد (شکل 3). در 94 روز پس از سبز شدن بیشترین تجمع ماده خشک کنبج در کشت خالص (551/27 گرم بر متر مربع) و کمترین میزان آن در سری افزایشی 50% کنبج و 100% شاهدانه (51/73 گرم بر متر مربع) بدست آمد.



شکل 3- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) (75% کنجد و 25% شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه، 25% کنجد و 75% شاهدانه، 100% کنجد و 100% شاهدانه، 100% کنجد و 50% شاهدانه و کشت خالص) بر روند تغییرات تجمع ماده خشک (گرم بر متر مربع)

اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنبد بر
میزان تجمع ماده خشک

روند تغییرات تجمع ماده خشک شاهدانه و کنجد در طول فصل رشد تحت تأثیر تیمارهای مختلف افزایشی و جایگزینی کشت مخلوط در طول فصل رشد در شکل 3 نشان داده شده است. روند افزایش تجمع ماده خشک شاهدانه در کشت مخلوط با کنجد، در تمام تیمارها تا 75 روز پس از سبز شدن کند بود و بعد از آن تا 94 روز پس از سبز شدن افزایش و سپس دلیل زرد شدن و ریزش برگها کاهش

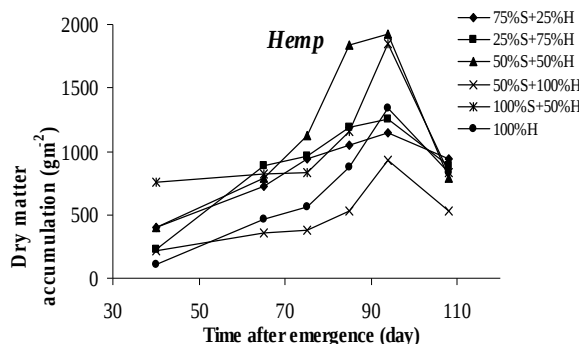


Fig 3- The effect of intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their dry matter accumulation (gm^{-2})

بوته‌های شاهدانه و ایجاد کانوپی موجی در کشت مخلوط، نور بیشتری به برگ‌های پایینی رسیده و این امر باعث افزایش فتوسنتز و به تبع آن سرعت رشد شاهدانه شده است. نتایج مطالعه انجام شده بر روی سرعت رشد محصول در کشت مخلوط ردیفی ذرت و لوبیا نیز نشان داد که با تغییر ترکیب کشت از خالص به سمت مخلوط ردیفی سرعت رشد محصول افزایش یافت (Rezvan Beydokhti, 2005). میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2010) نیز گزارش کردند که حداکثر سرعت رشد زنیان در تیمارهای مختلف کشت مخلوط تک ردیفی و دو ردیفی و کمترین میزان آن در کشت خالص این گیاه مشاهده شد.

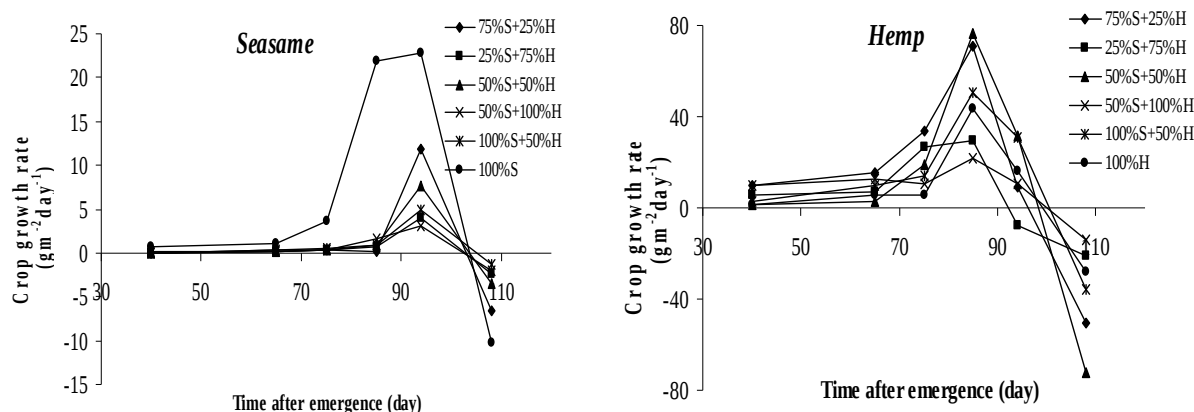
در تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی، سرعت رشد کنجد ابتدا افزایش و سپس روند کاهشی پیدا نمود، منتهی سرعت رشد محصول در کشت خالص تا 94 روز پس از سبز شدن (22/78 گرم بر متر مربع در روز) (جدول 2) و بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط افزایش یافت. زمان رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص نیز مشابه بود، بطوریکه تغییرات سرعت رشد گیاه کنجد در تمام تیمارهای کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی با شاهدانه از روند نسبتاً یکسانی برخوردار و به مراتب کمتر از کشت خالص این گیاه بود (شکل 4). از آنجا که جذب نور عامل اصلی و موثر در رشد و فتوسنتز گیاهان می‌باشد (Gardner et al., 1988)، کشت خالص کنجد به دلیل عدم سایه‌اندازی و رقابت بین گونه‌ای با شاهدانه باعث جذب بهتر نور و افزایش رشد و فتوسنتز شده و به دنبال آن سرعت رشد گیاه را افزایش داده است.

در بین تیمارهای کشت مخلوط نیز بیشترین میزان تجمع ماده خشک کنجد در سری جایگزینی 75% کنجد و 25% شاهدانه (121/97 گرم بر متر مربع) مشاهده شد (جدول 2). چنین بنظر می‌رسد که عدم وجود رقابت بین گونه‌ای در کشت خالص کنجد (شاهدانه به عنوان گیاه غالب)، باعث بهره‌گیری بهتر از عناصر غذایی و منابع بویژه نور شده و در نتیجه میزان شاخص سطح برگ و فتوسنتز و به تبع آن تجمع ماده خشک در کشت خالص نسبت به تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایش یافته است. میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2010) بیان داشتند که بالاترین شاخص سطح برگ سنبله در شرایط مخلوط با زنیان در کشت مخلوط تک ردیفی (236/14 گرم بر متر مربع) بدست آمد و با تغییر از الگوی کشت مخلوط به سمت کشت خالص از میزان تجمع ماده خشک این گیاه کاسته شد.

اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر

سرعت رشد گیاه

اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر روند سرعت رشد محصول در طول فصل رشد در شکل 4 نشان داده شده است. تغییرات سرعت رشد شاهدانه در تیمارهای کشت خالص و مخلوط تا حدود 85 روز پس از سبز شدن افزایشی و پس از آن کاهشی بود. بیشترین و کمترین سرعت رشد شاهدانه در 85 روز پس از سبز شدن به ترتیب در کشت مخلوط سری جایگزینی 50% کنجد و 50% شاهدانه و سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه با 76/58 و 21/68 گرم بر متر مربع در روز مشاهده شد (جدول 2). بنظر می‌رسد که با کاهش رقابت درون گونه‌ای بین



شکل 4- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) 75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H و شاهدانه، 50% کنجد و 50% شاهدانه، 100% کنجد و 100% شاهدانه، 100% کنجد و 50% شاهدانه (کشت خالص) بر روند تغییرات سرعت رشد گیاه (گرم بر متر مربع در روز)

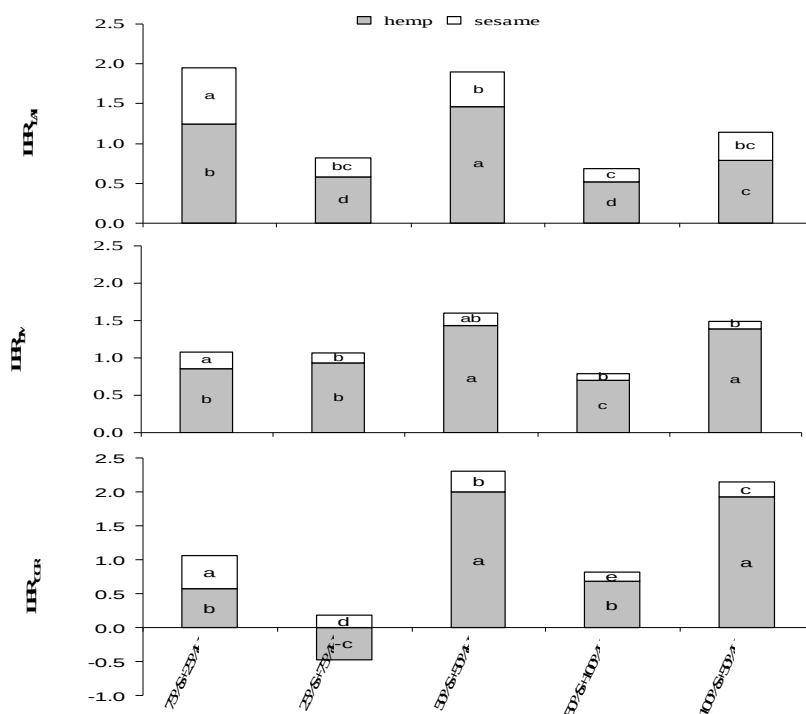
Fig 4- The effect of intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%S+ 25%H, 25%S+ 75%H, 50%S+ 50%H, 50%S+ 100%H and sesame and hemp monoculture) on the their crop growth rate ($\text{gm}^2\text{day}^{-1}$)

شاخص‌های رشد شاهدانه تقریباً در کلیه تیمارهای کشت مخلوط سری جایگزینی و افزایشی، بالاتر از کنجد بود که می‌توان چنین استنباط نمود که در تیمارهای مختلف کشت مخلوط، شاهدانه گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با کنجد اثر مثبت پذیرفته است. میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi et al., 2010) بیان داشتند که بیشترین و کمترین نسبت برابری زمین در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله به ترتیب در تیمار مخلوط ردیفی و دو ردیفی با 1/47 و 1/28 مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) نیز با مطالعه کشت مخلوط زعفران و مرزنجوش گزارش کردند که بیشترین نسبت برابری زمین (1/21) برای الگوی کاشت یک ردیف زعفران و یک ردیف مرزنجوش و کمترین آن (0/87) در الگوی کاشت سه ردیف زعفران و یک ردیف مرزنجوش مشاهده شد.

اثر کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد بر نسبت برابری زمین (LER)

تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه و کنجد از نظر نسبت برابری زمین برای حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر تجمع ماده خشک و حداکثر سرعت رشد محصول تفاوت معنی‌داری داشتند.

کشت مخلوط سری‌های جایگزینی 75% کنجد و 25% شاهدانه و 50% کنجد و 50% شاهدانه و سری افزایشی 100% کنجد و 50% شاهدانه برای حداکثر شاخص سطح برگ، تمام تیمارهای کشت مخلوط بجز سری افزایشی 50% کنجد و 100% شاهدانه برای حداکثر تجمع ماده خشک و کشت مخلوط سری‌های جایگزینی 50% کنجد و 50% شاهدانه و 50% کنجد و 50% شاهدانه و سری افزایشی 100% کنجد و 50% شاهدانه برای حداکثر سرعت رشد گیاه نسبت برابری زمین بالاتر از یک داشتند (شکل 5).



شکل 5- اثر تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی شاهدانه (H) و کنجد (S) (75%sesame+ 25% hemp, 25%sesame+ 50% hemp, 50%sesame+ 100% hemp and sesame and hemp monoculture) on شاخص سطح برگ حداکثر، تجمع ماده خشک حداکثر و سرعت رشد گیاه حداکثر

Fig 5- The effect of intercropping with additive and replacement series for hemp (H) and sesame (S) (75%sesame+ 25% hemp, 25%sesame+ 50% hemp, 50%sesame+ 100% hemp and sesame and hemp monoculture) on the LER_{LAB}, LER_{DM} and LER_{CGR}

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means in each shape followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

نتیجه‌گیری

چون جذب نور عامل اصلی در رشد و فتوسنتز گیاهان محسوب می‌شود، برای دستیابی به حداکثر بازده در کشت مخلوط با وجود مزایای بیشمار این الگوی کشت، انتخاب مناسب گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار است. در تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی، حجم بالای کانوپی شاهدانه در مقایسه با کنجد باعث سایه‌اندازی بر کنجد و در نتیجه کاهش جذب نور شد که این امر

منجر به کاهش رشد، فتوسنتز و به تبع آن کاهش ارتفاع، شاخص سطح برگ، میزان تجمع ماده خشک و سرعت رشد در این گیاه گردید، بطوریکه بالاترین میزان کلیه شاخص‌های رشد در کشت خالص کنجد مشاهده گردید. همچنین با توجه به غالب بودن شاهدانه و بالاتر بودن نسبت برابری زمین برای شاخص‌های رشد این گیاه در مقایسه با کنجد، چنین بنظر می‌رسد که شاهدانه از کشت مخلوط با کنجد اثر مثبت پذیرفته است.

منابع

- 1- Aggarwell, P.K., Garrity, D.P., Liboon, S.P., and Morris, R.A. 1992. Resource use and interaction in a rice-mungbean intercrop. *Agronomy Journal* 84: 71-78.
- 2- Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(2): 541-553. (In Persian with English Summary)
- 3- De Bach, P. 1974. *Biological Control by Natural Enemies*. Cambridge University Press.
- 4- Federer, W.T. 1993. *Statistical design and analysis for intercropping experiment, two crops*. Springer Verlag INC.
- 5- Francis, C.A. 1986. Biological efficiencies in multiple cropping systems. *Advances in Agronomy Journal* 42: 1-41.
- 6- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1988. *Physiology of Crop Plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K.
- 7- Gliessman, S.R. 1997. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Arbor Press. 357 pp.
- 8- Griffe, P., Metha, S., and Shankar, D. 2003. *Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction*, FAO.
- 9- Jahani, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and lentil (*Lens culinaris* M.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary)
- 10- Koocheki, A., Najibnia, S., and Lalegani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses and medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 175-184. (In Persian with English Summary)
- 11- Koochecki, A., Shabahang J., Khorramdel, S., and Azimi, R. 2010. The effect of irrigation intervals and intercropped marjoram (*Origanum vulgare* L.) with saffron (*Crocus sativus* L.) on possible cooling effect of corms for climate change adaptation. *Iranian Journal of Field Crops Research* In Press. (In Persian with English Summary)
- 12- Maffei, M., and Mucciarelli, A. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crop Research* 84: 229-240.
- 13- Maffei, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crops Research* 84: 229-240.
- 14- Mandal, B.K., Ghosh, R.K., Das, N.C., and Choudhury, A.K.S. 1987. Studies on cotton based multiple cropping. *Experimental Agriculture* 23(4): 443-450.
- 15- Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluation of growth indices of ajowan and fenugreek in pure culture and intercropping based on organic agriculture. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(2): 685-694. (In Persian with English Summary)
- 16- Mirhashemi, S.M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Evaluating the benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 685-694. (In Persian with English Summary)
- 17- Morris, R.A., Villegan, A.N., Polthanee, A., and Centeno, H.S. 1990. Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. *Agronomy Journal*, 82: 664-668.
- 18- Putnam, D.H., and Allan, D.L. 1992. Mechanisms for over yielding in a sunflower-mustard intercrop. *Agronomy Journal* 84: 188-195.
- 19- Ram, K.S.M. 1998. Intercropping medicinal species and oil seed crops with geranium (*Pelargonium graveolens* L.) for improving productivity in assured input system of a subtropical environment. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 20: 1060-1066.
- 20- Ramaswamy, S.K., Briscese, P., Gargiullo, R.J., and von Geldern, T. 1988. Sesquiterpene hydrocarbons: from mass confusion to orderly line-up. In: Lawrence, B.M., Mookherjee, B.D., and Willis B.D. (Eds.).
- 21- Randhawa, G.S., Sidhu, B.S., and Mahey, R.K. 1989. Intercropping of mint in sugarcane. *Indian Journal of*

- Agronomy 34: 498-500.
- 22- Rao, B.R.R. 2002. Biomass yield, essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L. f. *Piperascens* Malinv). Industrial Crops and Products 16: 133-144.
- 23- Rezvan Beydokhti, Sh. 2005. Comparison of different intercropping arrangement of corn and bean. MSc. Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 24- Rodrigues-Gomez, O., Zavaleta-Mejia, E., Gonzales-Hernandes, V.A., Livera-Munoz, M., and Cardenas-Soriano, E. 2003. Allelopathy and microclimatic modification of intercropping with marigold on tomato early blight disease development. Field Crop Research 83(1): 27-34.
- 25- Singh, K., and Ram, P. 1991. Production potential in intercropping of *Citronella java* with cowpea and mint species. Annual Agricultural Research 12: 128-133.
- 26- Singh, K., Rao, B.R., Singh, C.P., Bhattacharya, A.K., and Kaul, P.N. 1998. Production potential of aromatic crops in the alley of *Eucalyptus citriodora* L. in semi-arid tropical climate of south India. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 20: 749-752.
- 27- Triplett, Jr. G.B. 1962. Intercrops in corn and soybean cropping systems. Agronomy Journal, 54: 106-109.
- 28- Vandermeer, J. 1989. Ecology of Intercropping. Elsevier Publisher, Netherlands.
- 29- Zhang, F., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient- use efficiency. Plant and Soil 248: 305-312.
- 30- Gliessman, S.R. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press. 357 pp.



تاثیر مدیریت اکولوژیکی کنترل علف‌های هرز بر درآمد اقتصادی،

عملکرد و اجزای آن در پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)

احمد زارع فیض آبادی^{1*}، غلامحسین ساربان² و هادی خزاعی³

تاریخ دریافت: 88/11/24

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

به منظور مقایسه روش های مدیریت اکولوژیکی کنترل علف های هرز بر بازده اقتصادی، عملکرد و اجزای آن در زراعت پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، آزمایشی در سال زراعی 86-1385 در شهرستان مه ولات خراسان رضوی در یک طرح بلوک های کامل تصادفی با 12 تیمار و 4 تکرار اجرا شد. تیمارها شامل وجین دستی، هرس، سوزاندن، دو نوبت وجین دستی، وجین دستی + هرس، وجین دستی + سوزاندن، هرس + هرس، هرس + وجین دستی، هرس + سوزاندن، وجین دستی + هرس + سوزاندن، کنترل کامل و شاهد بدون کنترل بود. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن 20 غوزه، وزن وش 20 غوزه، عملکرد وش تک بوته، عملکرد وش، تعداد و وزن خشک علف های هرز، هزینه ها، درآمد ناخالص و خالص بودند. نتایج نشان داد کلیه صفات در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی دار بودند. تیمارهایی که شامل وجین دستی همراه با استفاده از هرس بودند، باعث 80 و 97 درصد کاهش به ترتیب در تراکم و زیست توده علف های هرز شدند. بیشترین میزان عملکرد وش پنبه در هکتار از تیمارهای کنترل کامل و وجین دستی + هرس + سوزاندن علف هرز به ترتیب با 4087 و 4051 کیلوگرم در هکتار حاصل شد. ولی بیشترین هزینه کنترل علف های هرز نیز مربوط به همین دو تیمار بود که با توجه به عملکرد کل بیشتر، به ترتیب با 8/58 و 7/8 میلیون ریال در هکتار از بیشترین سود خالص نیز برخوردار بودند. کمترین درآمد خالص و عملکرد وش مربوط به تیمار شاهد بدون کنترل با 410 هزار ریال و 1923 کیلوگرم در هکتار بود. بر این اساس وجین دستی + هرس + سوزاندن بهترین روش در کنترل علفهای هرز پنبه می باشد.

واژه های کلیدی: بازده اقتصادی، روش های مکانیکی، زیست توده، سله شکن، شعله افکن

مقدمه

مزارع شده است که از جمله این تغییرات می توان به تکامل و توسعه علف های هرز مقاوم به علف کشها اشاره نمود (Farahbakhsh, 1996). معینا همچنان مدیریت علف های هرز متکی به مبارزه شیمیایی است. این در حالی است که روش های مبارزه غیر شیمیایی در کنترل علف های هرز را می توان در نظام های کشاورزی به عنوان یک روش مبارزه پایه مورد بررسی قرار داد. انتخاب روش مبارزه با علف هرز و ابزار وابسته به آن ارتباط زیادی با عواملی همچون نوع گیاه زراعی، شرایط خاک و عوامل اقتصادی دارد (Rashed, 1996).

سوزاندن با استفاده از شعله افکن به عنوان یک روش کنترل علف هرز امروزه مطرح است. اگرچه آتش به عنوان یک عامل محرک جوانه زنی بذر علف هرز مطرح است ولی این عامل می تواند به شدت فراوانی اکثر گونه های علف هرز را نیز کاهش دهد. بیشترین تاثیر آتش در کنترل گونه های مهاجم علف هرز قبل از گل دهی گزارش شده است. بقایای گیاهی در روش سوزاندن همانند مالچ بر سطح

علف های هرز از بدو کشاورزی در حدود ده هزارسال پیش همواره سبب کاهش تولید محصولات بوده اند. عمده ترین هدف انسان از کنترل علف های هرز آن است که بتواند بدین وسیله عملکرد محصول را در حداکثر مقدار حفظ کند. طبق برآوردهای انجام شده حدود 10 تا 15 درصد کل ارزش تولیدات زراعی بر اثر خسارت علف های هرز از دست می رود. اگرچه در طی دو دهه گذشته عملکرد اکثر محصولات کشاورزی در کشور بهبود یافته است، اما این افزایش با مدیریت اکولوژیکی علف های هرز توأم نبوده است. بطوریکه این موضوع سبب پیدایش تغییراتی در فلور علف های هرز

1، 2 و 3- به ترتیب دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، کارشناس ارشد و مدیر جهاد کشاورزی شهرستان تربت حیدریه و مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*) - نویسنده مسئول: Email: azarea.2002@yahoo.com

خاک عمل خواهد کرد (Young et al, 1990).

قدرت کنترل آتش با علفکش‌ها برابری می‌کند. از طرفی در روش‌های کنترل علف‌هرز بصورت مکانیکی و شیمیایی، حشرات و آفات به میزان زیادی در مزرعه افزایش می‌یابند در حالیکه بعد از کاربرد آتش به میزان زیادی علف‌های هرز و آفات کنترل می‌شوند. در ضمن این روش برای کشاورز اقتصادی‌تر بوده و صدمات کمتری نیز به محیط زیست وارد می‌سازد (Bittner & Merwin, 2003; Engle et al., 1988). روش مورد استفاده در کاهش تعداد علف‌هرز در سبزی و صیفی و زراعت بسیار اهمیت دارد اما اغلب حرارت شعله افکن سبب کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (Shaw, 1982). کاربرد پی در پی آتش می‌تواند سبب از بین رفتن علف‌های هرز چند ساله همچون پیچک صحرایی گردد. شعله افکن در کنترل علف‌های هرز پهن برگ در زمانیکه هنوز کوچکترند، بسیار موثر است. تیمار با آتش نمی‌تواند در تمامی گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد. معیذاً در کنترل علف‌های هرز مزارع نیشکر، ذرت، سورگوم دانه‌ای، پنبه و سویا یک روش موثر، کم‌هزینه و ایده‌آل است. البته آتش به تنهایی قادر به کنترل بذرها موجود در خاک نیست. ولی آتش زدن با سوخت مایع نسبت به سوخت جامد نفوذ بیشتر به عمق خاک دارد. مدت زمان در معرض آتش بودن بذرها می‌تواند در میزان جوانه زنی یا مرگ و میر بذرها تأثیر گذار باشد. کنترل مکانیکی علف‌های هرز با استفاده از ابزارهای دستی سنتی تا ادوات پیچیده سوار بر تراکتور انجام می‌گیرد (Bowman, 1997; Mc Grath, 1999).

هرس یک وسیله سنتی برای کنترل مکانیکی علف‌هرز است که بیشتر در علف‌های هرز یکساله کاربرد دارد. اما بر روی علف‌های هرز چند ساله و گونه‌هایی با ریشه عمیق بی‌تأثیر می‌باشد. در غلات قبل از جوانه زنی هرس ممکن است برای از بین بردن علف‌های هرز موج اول که بتازگی جوانه زده‌اند، استفاده می‌گردد. استفاده از هرس پس از جوانه زنی بذرها محصول زراعی ممکن است سبب وارد آمدن خسارت زیادی به آن شود (Kurstjens & Perdok, 2000). افزایش عمق کار هرس و سرعت حرکت در خاک‌های خشک سبب افزایش کارایی آن می‌شود. در بررسی انجام شده استفاده از هرس 3 تا 4 روز بعد از جوانه زنی علف‌های هرز در تراکم بالا سبب ریشه کنی آنها شد (Kurstjens & Kropff, 2001). افزایش عمق کار از 10 به 30 میلی‌متر تعداد علف‌های هرز ریشه کن شده را دو برابر نمود. ضمن اینکه این روند در خاک مرطوب و در سرعت حرکت بیشتر افزایش یافت (Kurstjens et al., 2000).

استفاده از هرس در خاک خشک بقای علف‌هرز را کاهش می‌دهد. برای کسب بهترین نتیجه، خاک باید گاوارو باشد یعنی نه خیلی مرطوب و نه خیلی خشک (Böhmsen, 1993). سرعت تراکتور در مراحل مختلف رشد گیاه زراعی و علف‌هرز در کنترل علف‌هرز بسیار

موثر است (Rydberg, 1993; Kouwenhoven, 1997). کنترل علف‌هرز در زمانیکه از هرس در مرحله دو و یا سه برگی استفاده شود بهترین نتیجه را در بر دارد. همچنین بهترین کنترل علف‌هرز با هرس در سرعت 5 کیلومتر در ساعت تراکتور بدست آمد (Rasmussen, 1991). ریشه کن کردن علف‌های هرز چند ساله توسط وجین دستی بهترین نتیجه را به دنبال دارد. اخیراً در گیاهان ردیفی استفاده از وجین دستی بسیار توسعه یافته است (McGrath, 1999; Turner, 2000). وجین دستی ممکن است در مدیریت تلفیقی با روش مکانیکی برای از بین بردن علف‌های هرز بین ردیف‌های کاشت مورد استفاده قرار گیرد (Ionescu et al., 1996). این روش در زمان اختلاف ارتفاع بین علف‌هرز گیاه زراعی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khan & Khan, 2003). در ذرت و سویا با ترکیب این دو روش از کاهش عملکرد تا حد زیادی کاسته شده است. از جمله می‌توان به کنترل علف‌هرز چند ساله (Senecio *jacoba*) اشاره کرد. در آزمایشی اثر علفکش‌های پیش‌رویشی و وجین دستی در کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه پنبه مورد ارزیابی قرار گرفت. در تیماری که وجین دستی علف‌هرز صورت گرفت، کمترین مقدار علف‌هرز و بیشترین وزن غوزه پنبه مشاهده شد. نتایج نشان داد وجین دستی و مبارزه شیمیایی به اندازه مساوی از هجوم علف‌های هرز جلوگیری کرده‌اند (Khan & Khan, 2003). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز شامل ترکیب دو یا بیشتر از روش‌های کنترل علف‌های هرز جهت بهبود و استاندارد نمودن جمعیت گونه‌های علف‌هرز است. اغلب این مفهوم از آن استخراج می‌شود که روش‌های شیمیایی و غیر شیمیایی با هم ترکیب گردند، اما می‌توان از ترکیب روش‌های کنترل غیر شیمیایی همانند کنترل فیزیکی و بیولوژیکی هم استفاده نمود (Tessier & Leroux, 1993). به طور مثال بعد از نشاء کلم در مزرعه از کولتیواتور و گیاه پوششی جهت کنترل علف‌های هرز استفاده می‌گردد (Bellinder et al., 1996). گیاه پوششی باقیمانده بعد از برداشت کلم جمع‌آوری می‌شود. برای جلوگیری از فرسایش خاک بجای گذاردن 30% از بقایا در سطح خاک کفایت می‌کند. بر این اساس و با توجه به ضرورت به کارگیری روش‌های مبارزه غیر شیمیایی در کنترل علف‌های هرز در نظام‌های کشاورزی و به منظور توصیه یک روش مبارزه پایه در کنار روش‌های شیمیایی مرسوم در زراعت پنبه این آزمایش طراحی و به مرحله اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

بمنظور مقایسه روش‌های مختلف مدیریت اکولوژیکی کنترل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای آن در پنبه آزمایشی در سال زراعی 86-1385 در منطقه مه‌ولات استان خراسان رضوی در قالب

قبل از گلدهی بصورت سرک داده شد. تیمارهای آزمایش در 3 نوبت در تاریخ‌های 9 و 26 تیر و 5 مرداد ماه اعمال گردید. در تیمار کنترل کامل به فاصله هر 15 روز یکبار وجین دستی انجام شد. قبل از اعمال تیمارها در هر نوبت ابتدا با استفاده از کوادرات یک در یک متر نمونه برداری از علف‌های هرز هر کرت انجام گرفت. نمونه‌ها بعد از تعیین گونه و شمارش تعداد علف هرز، به مدت 24 ساعت تحت دمای 80 درجه آون خشک شده و مجدداً توزین شدند. در زمان برداشت ابتدا تعداد بوته‌های پنبه در خط برداشت شمارش و آزمایش در یک چین در تاریخ 20 آبان ماه برداشت شد. سپس ده بوته از هر کرت بصورت تصادفی انتخاب و صفات تعداد غوزه، وزن بیست غوزه و عملکرد وش تک بوته تعیین شد. به منظور بازده اقتصادی مبارزه زراعی و مکانیکی علف‌های هرز پنبه ابتدا هزینه‌های کاشت و داشت و برداشت مطابق جدول 1 طبق عرف منطقه انجام شد و سود ناخالص هم بر مبنای تولید هر تیمار از قرار کیلوی وش پنبه 5300 ریال که نرخ زمان برداشت پنبه در منطقه بود انجام گرفت و سپس سود خالص محاسبه گردید.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار Mstat-c آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد.

گونه‌های علف هرز موجود در این آزمایش به شرح جدول 2 بودند.

طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 12 تیمار و چهار تکرار به اجرا درآمد. رقم پنبه ورامین که از ارقام متوسط رس، پا بلند با شاخه فرعی فراوان است در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. تیمارها شامل وجین دستی، هرس، سوزاندن با استفاده از شعله افکن، دو نوبت وجین دستی، وجین دستی + هرس، وجین دستی + سوزاندن، هرس + هرس، هرس + وجین دستی، هرس + سوزاندن، وجین دستی + هرس + سوزاندن، کنترل کامل و شاهد بدون کنترل علف هرز بود. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن 20 غوزه، وزن وش 20 غوزه، عملکرد وش تک بوته، عملکرد وش در هکتار، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز باقیمانده در زمین، هزینه‌ها، درآمد ناخالص و خالص بودند. زمین مورد استفاده که سال قبل بصورت آیش بود، در فروردین ماه شخم عمیق زده شد. سپس در اوایل اردیبهشت ماه پس از تسطیح، کود شیمیایی توصیه شده بر اساس نتایج تجزیه خاک بصورت یکنواخت در زمین توزیع و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. هر کرت آزمایش شامل 3 ردیف 6 متری با فواصل 75 سانتی متر از یکدیگر بود. در نهایت دو خط کناری هر کرت برای حذف اثر حاشیه در نظر گرفته شد و فقط خط وسطی برداشت شد.

بذر کاری در 14 خرداد بصورت دستی در عمق 3-5 سانتیمتری روی خط با فواصل 15 سانتیمتر انجام و بلافاصله آبیاری شد. آبیاری‌های بعدی نیز با مدار 12 روز انجام گرفت. کود اوره طی دو مرحله

جدول 1- هزینه‌های کنترل علف‌های هرز پنبه (ریال)
Table 1- Expences of cotton weed control (Rial)

جمع (میلیون ریال) Sum (Million Rials)	کاربرد تیمارها Treatment application	برداشت Harvesting	بستر بذر Seed bed	کارگر Labor	بذر و کود Seed & fertilizer	آب و مکان Water & property	وجین دستی Weeding
11.92	1600000	1867800	700000	1420000	332000	6000000	وجین دستی Weeding
10.77	150000	2169000	700000	1420000	332000	6000000	هرس Harrowing
10.97	1063000	1477200	700000	1420000	332000	6000000	سوزاندن Burning
12.74	2400000	1892400	700000	1420000	332000	6000000	دو بار وجین دستی Two times weeding
12.09	1750000	1892400	700000	1420000	332000	6000000	وجین دستی+هرس Weeding+ Harrowing
13.28	2663000	2169000	700000	1420000	332000	6000000	وجین دستی+سوزاندن Weeding+ Burning
10.85	3000000	2200200	700000	1420000	332000	6000000	هرس+هرس Harrowing + Harrowing
11.64	950000	2261400	700000	1420000	332000	6000000	هرس+وجین دستی Harrowing + Weeding
11.01	1213000	1353600	700000	1420000	332000	6000000	هرس+سوزاندن Harrowing + Burning
13.66	2813000	2430600	700000	1420000	332000	6000000	وجین دستی+هرس+سوزاندن Weeding+ Harrowing+ Burning
14.01	3200000	2452200	700000	1420000	332000	6000000	کنترل کامل Weed free

شاهد Check	6000000	332000	1420000	700000	1322800	-	9.78
---------------	---------	--------	---------	--------	---------	---	------

جدول 2- علفهای هرز مشاهده شده در آزمایش
Table 2- Observed weeds in this experiment

دوره رشد Growth period	نام علمی Scientific name	اسم فارسی Persian name
یکساله Annual	<i>Amaranthus viridis</i>	تاج خروس خزنده
	<i>Solanum nigrum</i>	تاجریزی سیاه
	<i>Chenopodium album</i>	سلمه تره
چندساله Perennial	<i>Alhagi pseudalhagi</i>	خار شتر
	<i>Convolvulus arvensis</i>	پیچک صحرایی
	<i>Glechoma hederace</i>	پیچک باغی
	<i>Sophora alopecuroides</i>	تلخه بیان
	<i>Prosopis stephaniana</i>	جفجفه

بیشتری خواهد داشت (Balsari et al., 1994).

ترکیب دو روش استفاده از شعله افکن برای کنترل علف‌های هرز بین ردیف‌های کاشت و وجین روی ردیف‌ها در کلم بسیار موفقیت آمیز بود، چون این گیاه تحمل بالایی در برابر حرارت دارد. شعله افکن قبل از جوانه زنی و هرس در ادامه و استفاده از وجین در بین ردیف‌ها بهترین میزان موفقیت را در پیاز نشان داد (Melander & Rasmussen, 2001).

در مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای آن (جدول 3) بلندترین بوته‌ها در تیمار وجین + هرس + سوزاندن و کوتاهترین بوته‌ها در تیمار شاهد مشاهده شد. ارتفاع بلندترین و کوتاه‌ترین بوته‌ها به ترتیب برابر با 66/47 و 59/13 سانتیمتر بود که نشان دهنده 12/4 درصد افزایش ارتفاع در آن تیمار است (جدول 3). بنظر می‌رسد علف‌های هرز با اعمال رقابت بین گونه‌ای برای مواد غذایی توانسته‌اند تا حد زیادی سبب کاهش رشد رویشی در پنبه شوند. علف‌های هرز ارتفاع پنبه را کاهش می‌دهد بطوریکه یک بوته گاوپنبه در متر مربع باعث کاهش ارتفاع تا 22/7 درصد نسبت به شاهد بدون علف‌های هرز شد (Hadizadeh & Norozzadeh, 1999).

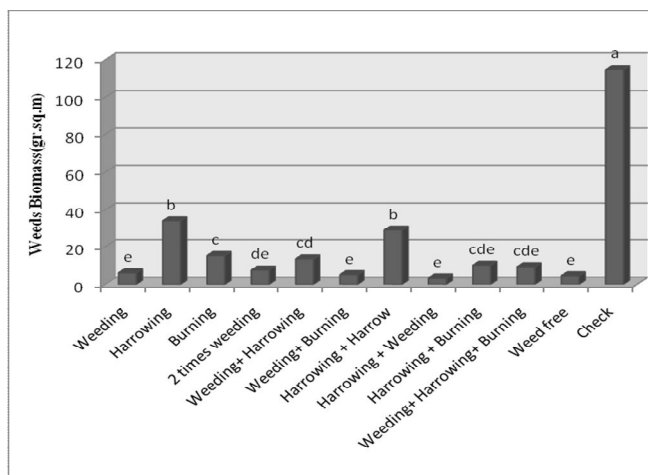
در تیمار وجین + هرس و وجین + هرس + سوزاندن، سنگین‌ترین وزن بیست غوزه با 176/2 و 174/2 گرم و در تیمار شاهد سبک‌ترین با 149/6 گرم مشاهده شد که معادل 17/8 درصد افزایش در وزن بیست غوزه است. از طرفی در تیمارهای وجین + هرس و هرس + هرس با وزن و بیست غوزه 133/4 گرم بیشترین و در تیمار شاهد با 113/7 گرم کمترین مقدار و در بیست غوزه مشاهده شد (جدول 3). بنظر می‌رسد که افزایش طول دوره عاری علف‌های هرز، وزن 20 غوزه را افزایش داده است. کاربرد شعله افکن تا حد زیادی توانسته علف‌های هرز مزرعه را کنترل نموده و وزن غوزه‌ها را افزایش دهد (Seifert & Snipes, 1998).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد کلیه صفات از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار ($p < 0/01$) بودند. مقایسه میانگین تیمارها (شکل 1) نشان داد اعمال کلیه تیمارها بر کاهش زیست توده علف‌های هرز موجود تاثیر مثبتی داشته است معیناً در تیمارهایی که همراه حداقل یک نوبت وجین دستی بودند، این کاهش بسیار چشمگیرتر بود. بطوریکه بیشترین کاهش (تا 97 درصد) در زیست توده علف‌های هرز ناشی از اعمال تیمارهای وجین + سوزاندن و هرس + وجین حاصل شد. این امر در نتیجه ایجاد تغییرات شدید ناشی از عملیات وجین بر کنترل جمعیت علف‌های هرز در مزرعه و تاثیر مستقیم آن بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز بوده است. ارزیابی نشان داد که علف‌های هرز موجود در مزرعه عمدتاً از انواع علف‌های هرز شور پسند¹ بوده و محدود به 8 گونه که 5 گونه یا 62/5 درصد علف‌های هرز چند ساله و 3 گونه دیگر یا 37/5 درصد علف‌های هرز یکساله بودند. ضمن اینکه تمامی علف‌های هرز موجود پهن برگ بودند (جدول 2).

از نظر تعداد علف‌های هرز (شکل 2)، در تیمارهایی که وجین دستی همراه با استفاده از هرس بود، بیشترین کاهش در مقایسه با سایر روش‌ها مشاهده شد که در این میان بیشترین کاهش (80 درصد) در تراکم علف‌های هرز در تیمار هرس + وجین اتفاق افتاد. برتری روش وجین دستی در کنترل علف‌های هرز در مقایسه با سایر روش‌های مکانیکی قبلاً به اثبات رسیده است (Turner, 2000). در کاهو قبل از کاشت استفاده از شعله افکن به تنهایی به نحو مطلوبی علف‌های هرز را کنترل می‌کند، اما ترکیب با وجین تاثیر بسیار

1- Halophyte

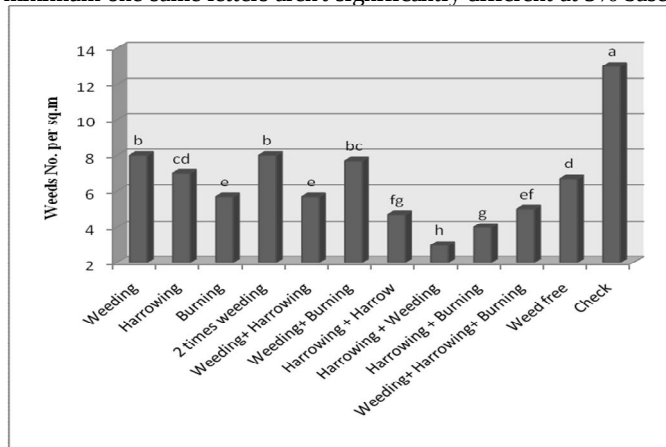


شکل 1- زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای مورد بررسی

Figure 1- Weeds biomass in studied treatments

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test



شکل 2- تعداد علف‌های هرز در تیمارهای مورد بررسی

Figure 2- Weeds density per m² in studied plots

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test

منجر به افزایش تعداد غوزه ها و در نهایت عملکرد تک بوته شده است. در بررسی های انجام شده وجین دستی علف های هرز در عملکرد محصولات ردیفی بسیار موثرتر از سایر روش های مکانیکی معرفی شده است (McGrath, 1999).

بیشترین عملکرد نهایی وش پنبه از تیمارهای کنترل کامل علف های هرز و وجین + هرس + سوزاندن حاصل شد که به ترتیب عملکرد وش برا بر با 4087 و 4051 کیلوگرم در هکتار را در مقایسه با شاهد (1923 کیلوگرم) داشتند. از انجایی که تعداد غوزه و وزن غوزه در هر بوته از موثر ترین اجزای عملکرد پنبه می باشند، تعداد غوزه در

همچنین کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد از افزایش تعداد غوزه‌ها و عملکرد تک بوته برخوردار بودند. معه‌ذا در تیمار وجین دستی + وجین دستی بیشترین تعداد غوزه در بوته (16/73) و همچنین بالاترین عملکرد وش تک بوته (85 گرم) حاصل شد که به ترتیب معادل 77/7 و 70 درصد افزایش در مقایسه با تیمار شاهد بود (جدول 3). پنبه معمولاً از طریق تنظیم تعداد غوزه به محرک های محیطی واکنش نشان می دهد. با توجه به اینکه تکرار وجین، جمعیت بخصوص 5 گونه از علف‌های هرز که از انواع چند ساله بودند را کاهش داده است، این موضوع از طریق کاهش رقابت بین گونه ای

داشته و بعد از آن حداقل، رقابت بین گونه ای در مزرعه اتفاق افتاده است و تاثیر معنی داری بر عملکرد نداشته است. پنبه در مقابل مخلوط طبیعی علف های هرز به 6 تا 8 هفته وجین برای جلوگیری از کاهش عملکرد نیاز داشت (Buchanal & Burns, 1970). در گیاه پنبه علف های هرز پهن برگ که دو هفته پس از پنبه جوانه زدند با رقابت با محصول تا برداشت، عملکرد را به صورت معنی دار کاهش دادند در صورتی که 4 الی 6 هفته پس از پنبه جوانه زدند عملکرد پنبه کاهش نیافت (Chandler, 1977).

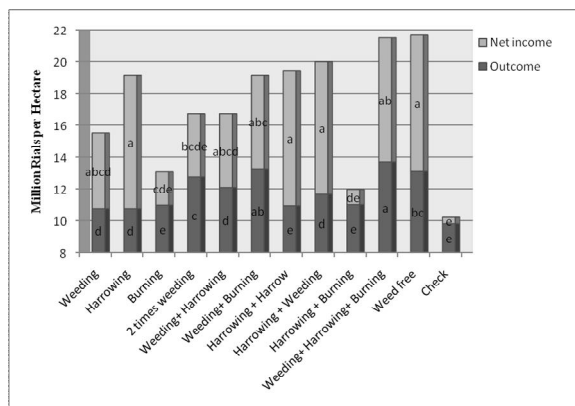
تیمار کنترل کامل 14/2 و در تیمار وجین + هرس + سوزاندن 15/53 و وزن 20 غوزه آنها به ترتیب نیز 174/2 و 174/4 بود که نسبت به شاهد در بالاترین مقدار بودند (جدول 3). بطور کلی نتایج نشان داد که در اثر افزایش طول دوره عاری از علف هرز، افزایش عملکرد محصول نسبت به شاهد (بدون کنترل) مشهود است. هر چند با افزایش طول دوره وجین در تیمار کنترل کامل، افزایش عملکرد محصول نسبت به تیمارهای وجین + هرس + سوزاندن، هرس + وجین، دوهرس، وجین + سوزاندن و تیمار هرس، تفاوت معنی داری نداشتند، نشان از این دارد که طول دوره بحرانی عاری از علف هرز در پنبه 6-8 هفته ادامه

جدول 3- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مورد بررسی
Table 3- Mean comparisons of investigated treatments

عملکرد وش	عملکرد وش	عملکرد 20 غوزه	وزن 20 غوزه	تعداد غوزه	ارتفاع گیاه	
Cottn lint	Cottn lint	20 Boll	20 Boll	(no.plant ⁻¹)	Plant	
(Kg.ha ⁻¹)	(g.plant ⁻¹)	Weight	Weight	Boll	Height(cm)	
		(g)	(g)			
3113bcd	56h	125.7ab	166.5 abc	11.87abc	64.87b	وجین دستی Weeding
3615ab	63f	124.3ab	165.2abc	11.60abc	63.10b	هرس Harrowing
2462cde	58g	124.9ab	167.4abc	10.73bc	63.40bc	سوزاندن Burning
3154bc	85a	131.7a	171.6ab	16.73a	63.13bc	دو بار وجین دستی Two times weeding
3154bc	67e	133.4a	176.2a	13.53abc	63.47bc	وجین دستی + هرس Weeding+ Harrowing
3615ab	78c	131.0a	172.9a	14.00abc	65.73a	وجین دستی + سوزاندن Weeding+ Burning
3667ab	81b	133.4a	151.9bc	11.53abc	65.07ab	هرس + هرس Harrowing + Harrowing
3769ab	73d	125.8ab	165.7abc	14.20abc	63.07b	هرس + وجین دستی Harrowing + Weeding
2256de	65f	128.6ab	170.8ab	12.67abc	65.33a	هرس + سوزاندن Harrowing + Burning
4051a	75d	130.9a	174.4a	15.53ab	66.47a	وجین دستی + هرس + سوزاندن Weeding+ Harrowing+ Burning
4087a	83a	132.6a	174.2a	14.20abc	68.00a	کنترل کامل Weed free
1923e	50i	113.7b	149.6c	9.40c	59.13c	شاهد Check

* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test



شکل 3- مقایسه هزینه ها، درآمد خالص و ناخالص تیمارهای مختلف کنترل علفهای هرز

Figure 3- Comparison of costs, net & gross incomes among investigated treatments

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر جزء، فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means for each component with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test

رقابت و کاهش عملکرد محصول به میزان 53 درصد نسبت به تیمارهای برتر شد. تولید خالص یا به عبارتی میزان سود خالص در اثر اعمال تیمارهای کنترل کامل، هرس + هرس، یک نوبت استفاده از هرس و همچنین هرس + وجین به ترتیب با 8/41، 8/5، 8/58 و 8/33 میلیون ریال بالاترین و تیمار بدون کنترل با 410 هزار ریال کمترین سود خالص را داشتند. در تیمار هایی که از هرس استفاده شده است، با توجه به بکار گیری تراکتور به عنوان کشنده دستگاه، هزینه کارگری به حداقل رسیده و در نتیجه از طریق کاهش هزینه ها، درآمد خالص افزایش یافته است. در شرایطی که گیاه زراعی در شرایط بحرانی نباشد، استفاده از هرس برای کنترل علف های هرز افزایش عملکرد و در نهایت درآمد حاصل از محصولات زراعی را سبب می شود (Rasmussen, 1991). ادامه عملیات کنترل علف های هرز از لحاظ اقتصادی تا زمان دوره بحرانی می باشد که نتایج بازده اقتصادی این بررسی نشان می دهد که با توجه به هزینه و زمان سله شکنی و ذخیره رطوبت، در نهایت پایداری تولید تیمار دو هرس و هرس + وجین در زمان 6-8 هفتهگی توصیه می شود. بر این اساس استفاده از حداقل یک نوبت وجین به همراه استفاده از هرس در کنترل علف های هرز پنبه بخصوص در دوره بحرانی تولید که مرحله 6 تا 8 برگی می باشد علاوه بر افزایش درآمد کشاورزان، از مخاطرات ناشی از استفاده بی رویه علف کشها در مزارع کاسته و در ضمن تا حدود زیادی از مقاوم شدن گونه های علف هرز به سموم شیمیایی ممانعت به عمل خواهد آمد.

در مقایسه هزینه های ناشی از اعمال تیمارهای مختلف (شکل 3)، بیشترین مبلغ (13/66 میلیون ریال در هکتار) در تیمار وجین + هرس + سوزاندن و کمترین آن در یک نوبت استفاده از هرس (10/77 میلیون ریال در هکتار) در مقایسه با شاهد (9/78 میلیون ریال در هکتار) هزینه شد. تفاوت هزینه های تولید تیمارهای مختلف ناشی از تفاوت هزینه اعمال تیمارهای کنترل علف هرز و میزان محصول تولیدی آنها بود هزینه اعمال تیمار هرس به دلیل امکان استفاده از تراکتور نیز پائین بود (جدول 1). مقایسه بازده اقتصادی تیمارهای مختلف کنترل علف های هرز پنبه نشان داد که تولید ناخالص پنبه تیمارهای مختلف همانند عملکرد وش پنبه می باشد بطوریکه تولید ناخالص پنبه کلیه تیمارهای اعمال کنترل علف های هرز برتری نسبی نسبت به تیمار بدون کنترل (شاهد) داشتند و به جزء تیمارهای سوزاندن و هرس + سوزاندن بقیه تیمارها برتری معنی داری نسبت به شاهد داشتند. بیشترین میزان تولید ناخالص متعلق به تیمارهای کنترل کامل علف های هرز و وجین + هرس + سوزاندن به ترتیب با 21/66 و 21/47 میلیون ریال بود (شکل 3)، در این تیمارها به دلیل افزایش طول دوره عاری از علف هرز که باعث از بین بردن رقابت بین پنبه و علف های هرز در جذب مواد غذایی و نفوذ نور به داخل کانوپی گیاه شده، عملکرد به طرز قابل توجهی افزایش یافته است (Hadizadeh & Norouzzadeh, 1999). کمترین مقدار تولید ناخالص متعلق به تیمار بدون کنترل برابر با 10/19 میلیون ریال می باشد (شکل 3). در این تیمار عدم کنترل علف های هرز سبب بروز

منابع

- 1- Balsar, I.P., Berruto, R., and Ferrero, A. 1994. Flame weeds control in lettuce crops. Acta Horticulturae 372: Engineering for Reducing Pesticide Consumption & Operator Hazards, 213-222.
- 2- Bellinder, R.R., Rajalaht, I.R., and Colquhoun, J.B. 1996. Using cultivation and interseeded cover crops to control

- weeds in transplanted cabbage. Proceedings Xe Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes, Dijon, France, p. 343-348.
- 3- Bittner, K., and I. Merwin. 2003. Development and Testing of a Shrouded Flame Weeder for Non-Chemical Weed Control. Ny Fruit Quarterly. Vol. 11 No. 1.
 - 4- Bohrsen, A. 1993. Several years results about mechanical weeding in cereals. Communications of the 4th International Conference I.F.O.A.M. Non Chemical Weed Control, Dijon, France, p. 95-101.
 - 5- Bowman, G. 1997. Steel in the Field: A Farmer's Guide to Weed Management Tools. Burlington VT: Sustainable Agriculture Publications, University of Vermont, Vermont, USA.
 - 6- Buchanal, G.A., and Burns, E.R. 1970. Influence of weed competition in cotton. Weed Science. 18: 149-154.
 - 7- Chandler, J.M. 1977. Competition of spuerd anoda, velvetleaf (*Abultion teophrasti*), prickly sida and venica mallow in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Weed Science 25:151-158.
 - 8- Engle, D., J. Stritzke, and Claypool, L. 1988. Effects of Paraquat plus prescribed burning on Eastern Red Cedar. Weed Technology 1(2): 172-174.
 - 9- Farahbakhsh, A. 1996. Important aspects of integrated methods in sustainable agricultural systems with emphasis on weed management. Presented papers in the fourth Iranian congress on crop production and breeding science. Isfahan, Iran, 24-29 Agust 1996, p. 285-294. (In Persian with English Summary).
 - 10- Hadizadeh, M.H., and Norouzzadeh, S. 1999. Effect of row spacing and weed free periods on yield and yield components of cotton. Final report, Agricultural and Natural Research Center of Khorasan Razavi. (In Persian with English summary).
 - 11- Ionescu, N.E., Perianu, A., Popescu, A., Sarpe, N., and Roibu, C. 1996. Weed control in corn and soybean crops by mechanical and manual management practices. Xe Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes, Dijon, France, p. 359-365.
 - 12- Khan, N.U., and Khan, S.U. 2003. Integrated weed management in upland cotton. Pakistan Journal of Weed Science Research 9(3/4): 185-192.
 - 13- Kouwenhoven, J.K. 1997. Intra-row mechanical weed control – possibilities and problems. Soil and Tillage Research 41: 87-104.
 - 14- Kurstjens, D.A.G., and Perdok, U.D. 2000. The selective soil covering mechanism of weed harrows on sandy soil. Soil and Tillage Research 55: 193-206.
 - 15- Kurstjens, D.A.G., and Kropff, M.J. 2001. The impact of uprooting and soil-covering on the effectiveness of weed harrowing. Weed Research 41: 211-228.
 - 16- Kurstjens, D.A.G., Perdok, U.D., and Goense, D. 2000. Selective uprooting by weed harrowing on sandy soils. Weed Research 40: 431-447.
 - 17- Mc Grath, P. 1999. Burn it, hoe it. Grower, Nexus Horticulture, Swanley, UK, 22 July, p17.
 - 18- Melander, B., and Rasmussen, G. 2001. Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. Weed Research 41: 491- 508.
 - 19- Rashed, M. 1996. Improvement of management and control methods strategy for weed. Presented papers in the fourth Iranian congress on crop production and breeding science. Isfahan, Iran, 24-29 August 1996, p. 95-121. (In Persian with English Summary).
 - 20- Rasmussen, J. 1991. Optimising the intensity of harrowing for mechanical weed control in winter wheat. Proceedings British Crop Protection Conference -Weeds, Brighton, UK. P. 177-184.
 - 21- Rydberg, T. 1993. Weed harrowing - driving speed at different stages of development. Swedish Journal of Agricultural Research 23: 107-113.
 - 22- Seifert, S., and Snipes, C.E. 1998. Response of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) to flame cultivation. Weed Technology 12(3): 470-473.
 - 23- Shaw, W.C. 1982. Integrated weed management systems technology for pest management. Weed Science 30 Supplement p 2-12.
 - 24- Tessier, M., and Leroux, G.D. 1993. Non-chemical weed control in an organic production of broccoli (*Brassica oleracea* L.). Communications of the 4th International Conference I.F.O.A.M. Non Chemical Weed Control, Dijon, France, p. 353-358.
 - 25- Turner, B. 2000. Weeds and the organic farmer. The Organic Way, HDRA, Coventry 160:44-45.
 - 26- Walker, R.H., and Buchanan, G.A. 1982. Crop manipulation in integrated weed management systems. Weed Science 30 Supplements p. 17-24.
 - 27- Young, F., Ogg J.A., and Dotray, P. 1990. Effects of post-harvest field burning on jointed goatgrass germination. Weed Technology 4: 123-127.



ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

فرزاد حسین پناهی^{1*}، علیرضا کوچکی²، مهدی نصیری محلاتی² و رضا قربانی³

تاریخ دریافت: 88/11/27

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

تجمع ماده خشک گیاهان ارتباط خطی با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) تجمعی دارد و یکی از راههای افزایش جذب تشعشع در سیستمهای زراعی استفاده از کشت مخلوط است. بعلاوه کشت مخلوط ممکن است کارایی مصرف نور گیاهان را نیز بهبود ببخشد. این مطالعه با هدف ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور ذرت (*Zea mays* L.) و سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در کشت مخلوط انجام گرفته است. تیمارهای آزمایش شامل: تک کشتی ذرت (MC)، تک کشتی سیب زمینی (MP)، کشت مخلوط نواری (S)، کشت مخلوط I₇₅، I₅₀، I₂₅ (به ترتیب با 25%، 50% و 75% همپوشانی ردیفهای ذرت و سیب زمینی در تیمار نواری) و کشت مخلوط ردیفی (R) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که کارایی مصرف نور ذرت در تمام تیمارهای مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش پیدا کرد، در حالیکه کارایی مصرف نور سیب زمینی در کشت مخلوط کاهش یافت. میانگین کارایی مصرف نور ذرت در طول فصل رشد از 2/65 در تیمار MC تا 3/27 گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی در تیمار R و میانگین کارایی مصرف نور سیب زمینی نیز از 1/27 در تیمار R تا 1/47 گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی در MP متغیر بود. در کل هر چه مخلوط از آرایش ردیفی، که فاصله ردیفهای ذرت در آن دو برابر کشت خالص بود، به سمت آرایش نواری، که فاصله ردیفهای ذرت در آن مشابه تک کشتی بود، تمایل پیدا کرد (یعنی به ترتیب تیمار کشت مخلوط ردیفی، I₇₅، I₅₀، I₂₅ و کشت مخلوط نواری) کارایی مصرف نور نیز به تدریج کاهش یافت، زیرا تعداد ردیفهایی که فاصله آنها دو برابر کشت خالص شد کاهش پیدا کرد. هرچه آرایش مخلوط از نواری به سمت ردیفی تمایل پیدا کرد (یعنی به ترتیب تیمارهای I₂₅، I₅₀، I₇₅ و کشت مخلوط ردیفی) تعداد ردیفهای بیشتری از سیب زمینی در زیر سایه مستقیم ذرت قرار گرفت و این مسئله سبب کاهش تدریجی کارایی مصرف نور شد. جهت حصول نتایج بهتر پیشنهاد می شود که تراکمهای مختلف این دو گیاه و همچنین سیستمهای تأخیری مورد ارزیابی قرار بگیرد.

واژه های کلیدی: تشعشع فعال فتوسنتزی، سایه اندازی، کشت مخلوط ردیفی، کشت مخلوط نواری

مقدمه

مدیریتی و زراعی برای تعدیل دما و ایجاد شرایط بهتر رشدی برای سیب زمینی بهره گیری کرده اند که یکی از بهترین راهکارهای زراعی کشت مخلوط آن با گیاهان سایه اندازی مثل ذرت و نیشکر می باشد (Ebawongu et al., 2001; Midmore, 1990; Vander Zaag & Demagante, 1990; Midmore et al., 1986a). در کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی، آرایش کانوبی به گونه ای است که امکان توزیع بهتر نور و کاهش تلفات آن فراهم می شود. زیرا ذرت که یک گیاه چهار کربنه است و برای حصول حداکثر میزان فتوسنتز خالص خود به تشعشعات بالاتری نسبت به گیاهان سه کربنه نیاز دارد، در لایه ای بالایی کانوبی قرار می گیرد و در چنین شرایطی اجازه نفوذ بخشی از نور به لایه های پایین تر کانوبی را می دهد که می تواند توسط سیب زمینی مورد استفاده قرار بگیرد.

نور یکی از مولفه های اصلی رشد و تولید زیست توده در گیاهان بوده، و تولید ماده خشک در شرایط بدون تنش بر اساس معادله زیر تابعی از زمان و تلفیقی از میزان تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) بعد از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza Sativa* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) چهارمین محصول مهم غذایی در دنیا می باشد (Khajeh-Pour, 2004) که عملکرد بالایی در واحد سطح در مناطق معتدل تولید می کند. نیاز به این محصول مهم غذایی در همه جای دنیا به چشم می خورد و با وجود اینکه کشت و کار آن در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر نیز به صورت گسترده صورت می گیرد، اما عملکرد آن در این نواحی به واسطه دماهای بالا کم می باشد (Krauss & Marschner, 1984; Vander Zaag & Demagante, 1990). کشاورزان این مناطق از راهکارهای مختلف

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول: (E-mail: Agro_expert@yahoo.com)

(I)، کسری از تشعشع که توسط گیاه جذب می‌شود (F) و کارایی استفاده از تشعشع جذب شده در تبدیل به ماده خشک (E) می‌باشد (Tsubo et al., 2001).

$$Y = I \cdot F \cdot E$$

در گیاهان زراعی که عملکرد اقتصادی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند، جزء شاخص برداشت (HI) نیز به معادله فوق اضافه می‌شود.

$$Y = I \cdot F \cdot E \cdot HI$$

در بین عوامل ذکر شده میزان تشعشع قابل دسترس (I) تحت کنترل زارع نبوده و تابع عرض جغرافیایی، ارتفاع و ویژگی‌های اتمسفری منطقه مورد نظر می‌باشد (Emam & Seghateleslami, 2005). کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی که توسط گیاه جذب می‌شود (F)، بسیار وابسته به شاخص سطح برگ و آرایش برگ‌ها در کانوپی بوده که اهمیت آرایش برگ‌ها در کانوپی، بیشتر از میزان شاخص سطح برگ می‌باشد (Zhang et al., 2008). افزایش شاخص سطح برگ امکان جذب بیشتر نور را فراهم می‌آورد و در گیاهانی که برگ‌ها آرایش عمودی‌تری دارند تشعشع موجود به میزان موثرتری جذب گیاه می‌شوند و چنین آرایشی اجازه می‌دهد تا مقادیر بیشتری نور به لایه‌های پایین‌تر کانوپی رسیده و فتوسنتز برگ‌های پایین کانوپی در بالاتر از نقطه جبران حفظ شود (Awal et al., 2006). بنابراین آرایش برگ‌ها در کانوپی بسیار مهم بوده و تغییر در ساختار کانوپی از طریق تغییر در زاویه برگ‌ها و بهبود آرایش عمودی آنها به همراه افزایش دوام سطح برگ راهی موثر برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Stewart et al., 2003).

مؤلفه سوم یا کارایی استفاده از نور بیانگر مقدار ماده خشک تولید شده به ازاء هر واحد نور جذب شده است و واحد آن گرم ماده خشک تولید شده بر مگاژول تشعشع جذب شده می‌باشد. در شرایط بدون تنش تولید ماده خشک در گیاه یک ارتباط خطی با میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه دارد که شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف نور می‌باشد (Zhang et al., 2008; John et al., 2005). اگرچه قبلاً اعتقاد بر این بود که کارایی مصرف نور ثابت و بیشتر از طریق ژنتیکی کنترل می‌شود (Monteith, 1977)، اما عوامل محیطی و عملیات مدیریتی نظیر تاریخ کاشت، تراکم و فواصل بوته‌ها، رقم، تغییرات آب و هوایی و حاصلخیزی خاک به ویژه نیتروژن قابل دسترس به سبب نقش ویژه‌ای که در فتوسنتز دارد، این عامل را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Rosati et al., 2004; Ceotto & Castelli, 2002; Akmal & Janssens, 2004). مونته‌یت (Monteith, 1977) گزارش کرد که کارایی مصرف نور می‌تواند نسبتاً ثابت باشد. وی این ضریب را برای گیاهان مختلف زراعی $1/4$ گرم ماده خشک به ازاء هر مگاژول تشعشع جذب شده خورشیدی اعلام کرد. در حالیکه مطالعات دیگر نشان داده‌اند که این ضریب برای گونه‌های مختلف و شرایط مختلف رشدی تغییر می‌کند (Faurie et al., 2005; Kiniry et al., 1998; John et al., 2005).

یکی از مدیریت‌های زراعی که ممکن است باعث تغییرات کارایی

مصرف نور در گیاهان شود کشت مخلوط می‌باشد. مطالعات مختلفی افزایش و یا کاهش کارایی مصرف نور اجزای گیاهی در مخلوط را گزارش کرده‌اند و برخی مطالعات نیز تاثیر کشت مخلوط بر کارایی مصرف نور را ناچیز دانسته‌اند. اما در هر صورت آنچه که بسیار اهمیت دارد بهبود بهره‌وری تولید در سیستم‌های مخلوط، در ارتباط با نور می‌باشد. بهره‌وری می‌تواند از طریق افزایش جذب تشعشع خورشیدی، کارایی مصرف نور یا ترکیبی از هر دو بهبود یابد (Zhang et al., 2008). البته در مجموع اعتقاد بر این است که کشت‌های مخلوط بیشتر به واسطه افزایش جذب نور، از طریق افزایش طول دوره جذب (مثل کشت‌های تاخیری، برتری زمانی) یا در نتیجه پوشش بیشتر سطح خاک (برتری مکانی) سبب افزایش بهره‌وری سیستم‌های زراعی می‌شوند (Zhang et al., 2008). در واقع در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیری از تشعشع فتوسنتزی به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوپی تلف می‌شود. مقدار این تلفات در زراعت‌های مخلوط به دلیل پوشش بیشتر سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تشعشع کل به نسبت تک‌کشتی بیشتر می‌شود. همین مسئله به تنهایی می‌تواند سبب افزایش عملکرد گردد، اگرچه ممکن است کارایی مصرف نور تحت تاثیر قرار نگرفته و یا حتی در مواردی نیز دچار کاهش گردد. این مطالعه نیز با هدف ارزیابی میزان جذب و کارایی مصرف نور گیاهان ذرت و سیب زمینی در کشت مخلوط انجام گرفته است.

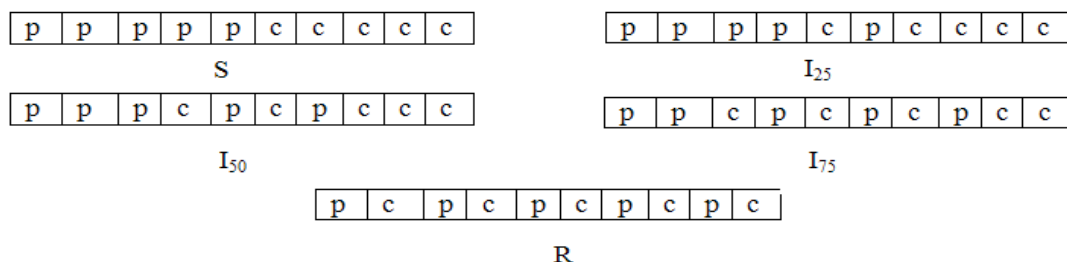
مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی 86-1385 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی: 36 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی: 56 درجه و 28 دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا: 985 متر) انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه 286 میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب 42 و 27/8- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک می‌باشد.

طرح آماری و تیمارهای آزمایش

آزمایش با هفت تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل: MC (تک‌کشتی ذرت)، MP (تک‌کشتی سیب‌زمینی)، S (کشت نواری)، I_{25} ، I_{50} ، I_{75} (به ترتیب با 25%، 50% و 75% همپوشانی ردیف‌های ذرت و سیب‌زمینی در تیمار نواری) و R (کشت مخلوط ردیفی) بودند (شکل 1-2). بدین ترتیب از همپوشانی ردیف‌ها در تیمار کشت مخلوط نواری، کشت مخلوط ردیفی حاصل شد.



شکل 1 - نقشه تیمارهای کاشت در مزرعه

Fig 1- Treatments scheme in field

محاسبه کارایی مصرف نور

برآورد مقادیر LAI روزانه از طریق برازش معادله زیر بدست آمد.

$$y = a + b * 4 * (\exp(-(x-c)/d)) / (1 + \exp(-(x-c)/d))^2$$
 که a: عرض از مبدا، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI و d: نقطه عطف منحنی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود.

میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی مشهد به روش ارائه شده توسط گودریان و وان لار (Goudriaan & Van Laar 1993) محاسبه گردید. سپس این مقادیر بر اساس تعداد ساعات آفتابی استخراج شده از داده‌های ایستگاه هواشناسی مرکز اقلیم‌شناسی خراسان (Khorasan Razavi Meteorology Organization, 2007) اصلاح و نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس معادلات 1 تا 3 محاسبه شد (Tsubo et al., 2005).

$$I_i = I_o \cdot (1 - \exp(((-K_p L_p) + (-K_c L_c))) \quad (1)$$

$$I_c = I_i \cdot \left(\frac{(k_c L_c)}{((K_c L_c) + (K_p L_p))} \right) \quad (2)$$

$$I_p = I_i - I_c \quad (3)$$

I_o : مقدار تشعشع رسیده به بالای کانوپی، I_i : مقدار تشعشع جذب شده در کل مخلوط، I_c : مقدار تشعشع جذب شده توسط ذرت، I_p : مقدار تشعشع جذب شده توسط سیبزمینی، k_c : ضریب خاموشی نور ذرت که 0/6 منظور شد (Boons-Prinz et al., 1993)، k_p : ضریب خاموشی نور سیبزمینی که 0/8 منظور شد. در منابع ضریب خاموشی نور برای سیبزمینی 0/7 (Haj-Sayyed-Hadi, 2006) و 0/57 تا 0/7 (Caldiz et al., 2002) و 1 (Boons-Prinz et al., 1993) گزارش شده است. لذا در این آزمایش به طور میانگین 0/8 برای سیبزمینی در نظر گرفته شد. L_c : شاخص سطح برگ ذرت، L_p :

عملیات مزرعه‌ای

کشت دو گیاه ذرت (هیبرید سینگل کراس 704) و سیب زمینی (رقم آگريا) در 20 اردیبهشت به وسیله دست و به صورت خشکه کاری همزمان انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها (75 سانتی‌متر) و روی ردیف‌ها (25 سانتی‌متر) برای هر دو گیاه و در تمام تیمارها، برابر در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایش شامل 10 پشته با فاصله 75 سانتی متر از همدیگر و طول 4 متر بود. در نتیجه تراکم کل تیمارهای آزمایش حدود 53333 بوته در هکتار بدست آمد، که در تمام تیمارهای مخلوط نصف این تراکم (26666 بوته در هکتار) مربوط به ذرت و نصف دیگر مربوط به سیب‌زمینی بود. ذرت به صورت کپه‌ای در عمق 4 تا 5 سانتی‌متری کشت شد. در هر کپه 3 بذر قرار داده شد که پس از سبز شدن، عملیات تنک انجام گرفت و در هر کپه یک بوته باقی ماند. غده‌های یک‌دست سیب‌زمینی (متوسط وزن غده‌ها؛ 10 ± 70 گرم) نیز در عمق 8 تا 10 سانتی‌متری کشت شدند. اولین آبیاری دو روز بعد از کاشت شروع، و تا آخر فصل رشد هر هشت روز یکبار آبیاری انجام شد. در طول فصل رشد علف‌های هرز مزرعه به صورت دستی کنترل شدند و با هدف اجرای یک سیستم کم‌نهاد از نظر مواد شیمیایی، تا آخر فصل رشد از هیچ‌گونه کود شیمیایی و یا آفت‌کش استفاده نشد. برداشت هر دو گیاه در تاریخهای 27 و 28 شهریور ماه صورت گرفت.

داده‌برداری در طول فصل رشد و محاسبات

نمونه‌گیری‌های تخریبی

از یک ماه پس از کاشت تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، نمونه‌ها به صورت تصادفی (در هر کرت و برای هر کدام از گیاهان دو بوته) به فواصل تقریبی دو هفته یکبار جهت محاسبات تغییرات سطح برگ و وزن خشک، برداشت شد. برای سطح برگ از دستگاه Leaf Area Meter (مدل LiCor) استفاده شد و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت زمان کافی قرار می‌گرفتند.

شاخص سطح برگ سبب‌زمینی.

سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله از حاصل ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در درصد نور جذب شده بدست آمد. نهایتاً مقدار کل تشعشع جذب شده به صورت تجمعی از طریق حاصل ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در انتگرال کسر PAR جذب شده نسبت به زمان محاسبه گردید. کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر متر مربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع) محاسبه شد.

نتایج و بحث

کارایی مصرف نور ذرت

نتایج آزمایش نشان داد که در تمام تیمارها، تجمع ماده خشک ذرت ارتباط خطی با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) تجمعی داشت و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از 0/9 بود (شکل 2). شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف نور می‌باشد که میانگین آن در طول فصل رشد از 2/65 در تیمار کشت خالص تا 3/27 گرم بر مگاژول در تیمار کشت مخلوط ردیفی متغیر بود و کارایی مصرف نور سایر تیمارها حد واسط این دو تیمار بود (شکل 2).

مقادیر کارایی مصرف نور در این آزمایش تا حدودی مشابه با مقادیر گزارش شده در سایر آزمایشات می‌باشد. Kiniry et al. (1998) دریافتند که میانگین کارایی مصرف نور ذرت در شرایط بدون تنش پیش از پر شدن دانه معادل 3/5 گرم به ازاء هر مگاژول انرژی دریافتی توسط سایه‌انداز، با 19% ضریب تغییرات بود. از طرفی Tollenaar & Aguilera (1992) گزارش کردند که کارایی مصرف نور در خلال پر شدن دانه در یک هیبرید ذرت اصلاح شده 3 گرم بر مگاژول بود. جان و همکاران (John et al., 2005) نیز کارایی مصرف نور ذرت را تحت شرایط مطلوب رشدی 3/7 گرم به ازاء هر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی گزارش کردند. در شرایط آب و هوایی مشهد نیز، بهشتی و همکاران (Beheshti et al., 2002) در مقایسه تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر کارایی مصرف نور ارقام مختلف ذرت، نتیجه گرفتند که بالاترین مقدار کارایی مصرف نور (3/8 گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی) در آرایش مربعی و در 85 روز پس از کاشت بدست آمد و میانگین کارایی مصرف نور ارقام مختلف ذرت در طول فصل رشد از 2/42 تا 2/68 گرم بر مگاژول متغیر بود.

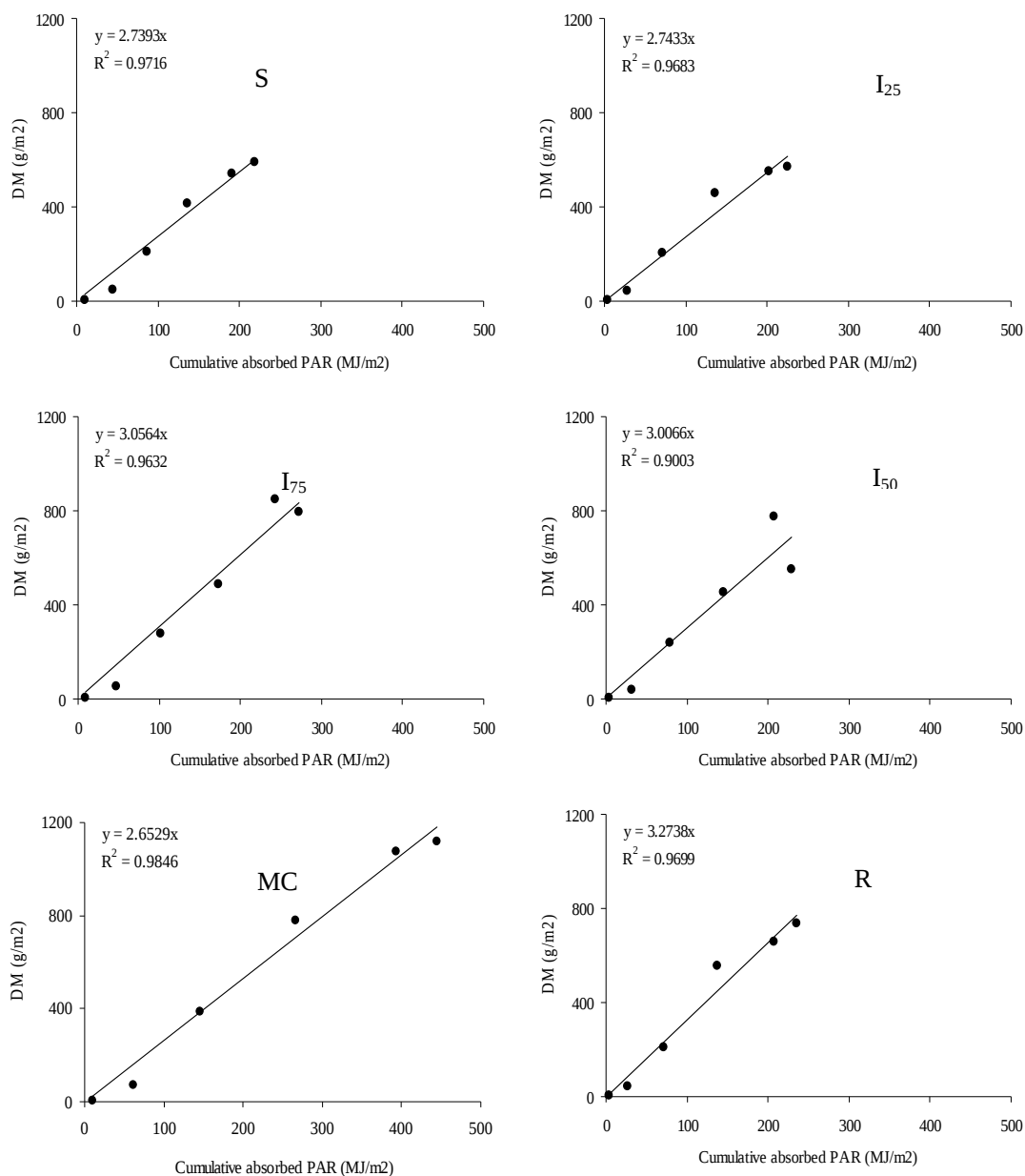
اختلافاتی که بین اعداد گزارش شده در آزمایشات مختلف وجود دارد ناشی از تأثیر عوامل مختلف محیطی و مدیریتی از قبیل دما، میزان رطوبت قابل دسترس، میزان تشعشع محل مورد آزمایش، تراکم، حاصلخیزی خاک و عوامل دیگر بر کارایی مصرف نور می‌باشد (Rosati et al. 2004; Ceotto & Castelli, 2002; Akmal &)

(Janssens, 2004). در این آزمایش نیز با هدف اجرای کشت مخلوط در قالب یک سیستم کم‌نهاد از نظر مواد شیمیایی، از کودهای شیمیایی استفاده نگردید و این مسئله سبب شد که در مراحل آخر فصل رشد علائم کلروزه ناشی از کمبود نیتروژن در گیاه مشاهده شود و از آنجا که نیتروژن نقش مهمی در فرایند فتوسنتز دارد و کارایی مصرف نور نیز تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد، لذا به احتمال زیاد کمبود نیتروژن در مراحل آخر فصل رشد سبب شد که مقادیر کارایی مصرف نور در این آزمایش تا حدودی پایین‌تر از آزمایشات دیگران باشد.

کارایی مصرف نور ذرت در تیمارهای مخلوط بیشتر از تک‌کشتی بود (شکل 2). یک دلیل احتمالی برای این مسئله افزایش فاصله ردیف‌های ذرت در تیمارهای مخلوط بود که سبب توزیع بهتر نور در کانوپی آن شد. این نتیجه‌گیری از آنجا ناشی شد که هر چه مخلوط از آرایش ردیفی، که فاصله ردیف‌های ذرت در آن دو برابر کشت خالص بود، به سمت آرایش نواری، که فاصله ردیف‌های ذرت در آن مشابه تک‌کشتی بود، تمایل پیدا کرد (یعنی به ترتیب تیمار کشت مخلوط ردیفی، I₂₅، I₅₀، I₇₅ و کشت مخلوط نواری) کارایی مصرف نور نیز به تدریج کاهش یافت، زیرا تعداد ردیف‌هایی که فاصله آنها دو برابر کشت خالص شد کاهش پیدا کرد. به گونه‌ای که نهایتاً تیمار کشت مخلوط ردیفی بیشترین (3/27) و تیمار کشت مخلوط نواری کمترین (2/73) گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی) مقدار کارایی مصرف نور را داشتند (شکل 2).

مطالعات قبلی (Awal et al. 2006; Tsubo & Walker, 2002) نشان داده بودند که در مخلوط ذرت با گیاهانی که ارتفاع کمتری از ذرت دارند، ساختار هندسی کانوپی ذرت و میزان جذب نور آن تحت تأثیر گیاه همراه قرار نمی‌گیرد. چون ذرت گیاه غالب بوده و بخش عمده جذب نور خود را در لایه‌های بالای کانوپی گیاه همراه جذب می‌کند. نامبردگان گزارش کردند که کارایی مصرف نور ذرت در مخلوط مشابه با تک‌کشتی بود که مغایر با نتایج این آزمایش می‌باشد. یک دلیل احتمالی برای این مسئله این است که در آزمایش آنها گیاهان همراه به صورت افزایشی با ذرت مخلوط شدند و در نتیجه فاصله ردیف‌های ذرت در تیمارهای مخلوط مشابه با تک‌کشتی بود و از آنجا که جذب نور آن تحت تأثیر گیاه همراه قرار نمی‌گیرد بنابراین تشابه کارایی مصرف نور در مخلوط و تک‌کشتی دور از انتظار نیست. اما در این آزمایش هر چه مخلوط از آرایش نواری به سمت ردیفی تمایل پیدا کرد تعداد ردیف‌هایی که فاصله آنها از هم دو برابر کشت خالص شد، افزایش یافت و این مسئله سبب توزیع بهتر نور در کانوپی شد و به احتمال زیاد کارایی مصرف نور در اثر همین عامل، در مخلوط افزایش پیدا کرد.

بهشتی و همکاران (Beheshti et al., 2002) نیز گزارش کردند که توزیع بهتر نور در کانوپی سبب افزایش کارایی مصرف نور می‌شود.



شکل 2- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی جذب شده و وزن خشک ذرت در تیمارهای مخلوط
Fig 2- Relationship between cumulative absorbed PAR and corn dry matter in intercropping treatments.

سیبزمینی و تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی به صورت خطی بود و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از 0/9 بود (شکل 3). کمترین و بیشترین مقدار کارایی مصرف نور به ترتیب مربوط به تیمار کشت مخلوط ردیفی (1/27) و کشت خالص (1/47 گرم بر مگاژول) بود (شکل 3). این مقادیر مشابه با نتایج بدست آمده توسط اپکو-آمیلا و هاریس (Opeku-Ameyaw & Harris, 2001) در مطالعه کشت

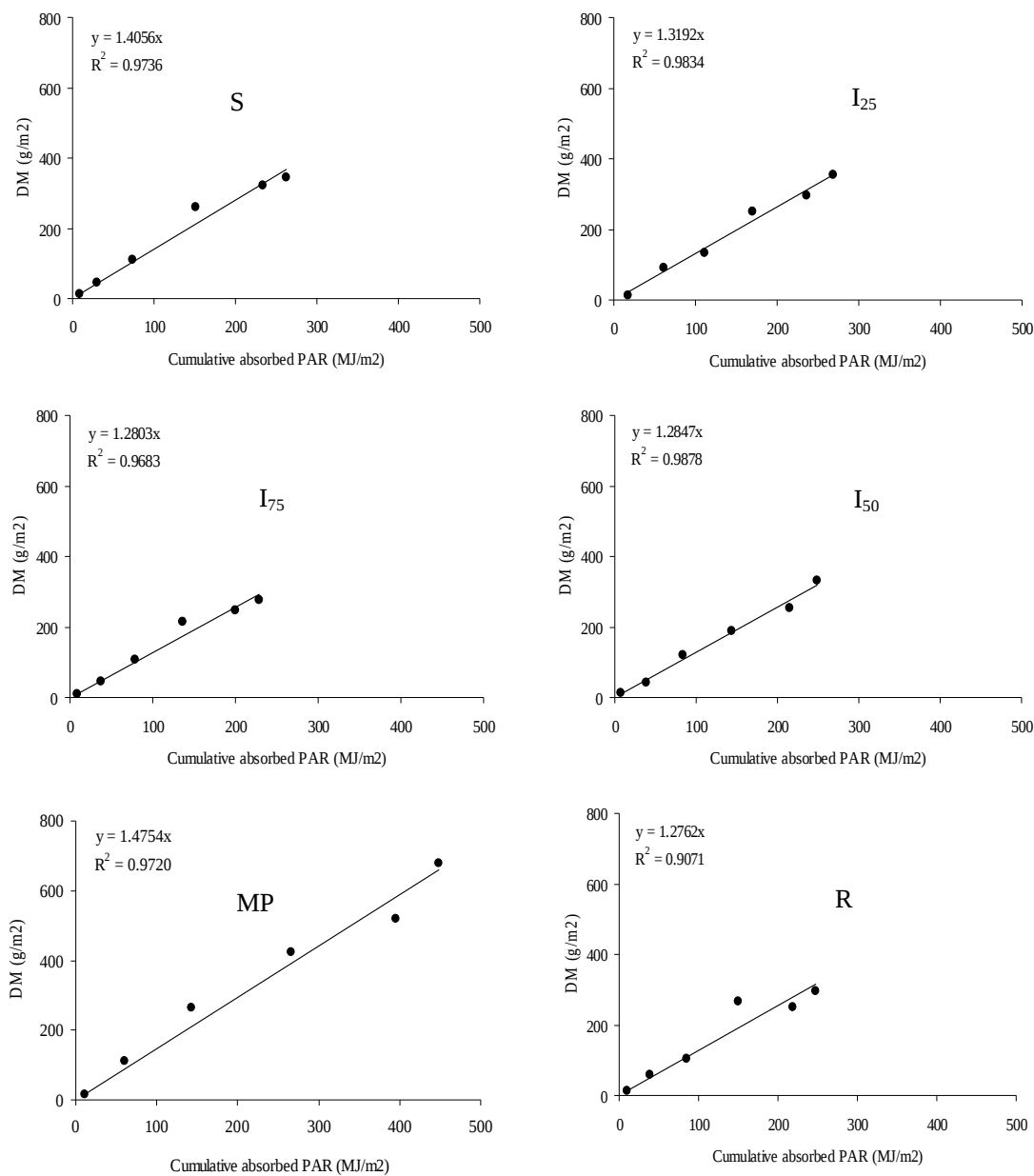
در آزمایش‌هایی نیز کاهش کارایی مصرف نور در مخلوط نسبت به تک‌کشتی گزارش شده است (Tsubo et al., 2001). این مسئله نشان می‌دهد که عوامل مختلفی کارایی مصرف نور را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

کارایی مصرف نور سیبزمینی

نتایج نشان داد که در تمام تیمارها ارتباط بین تولید ماده خشک

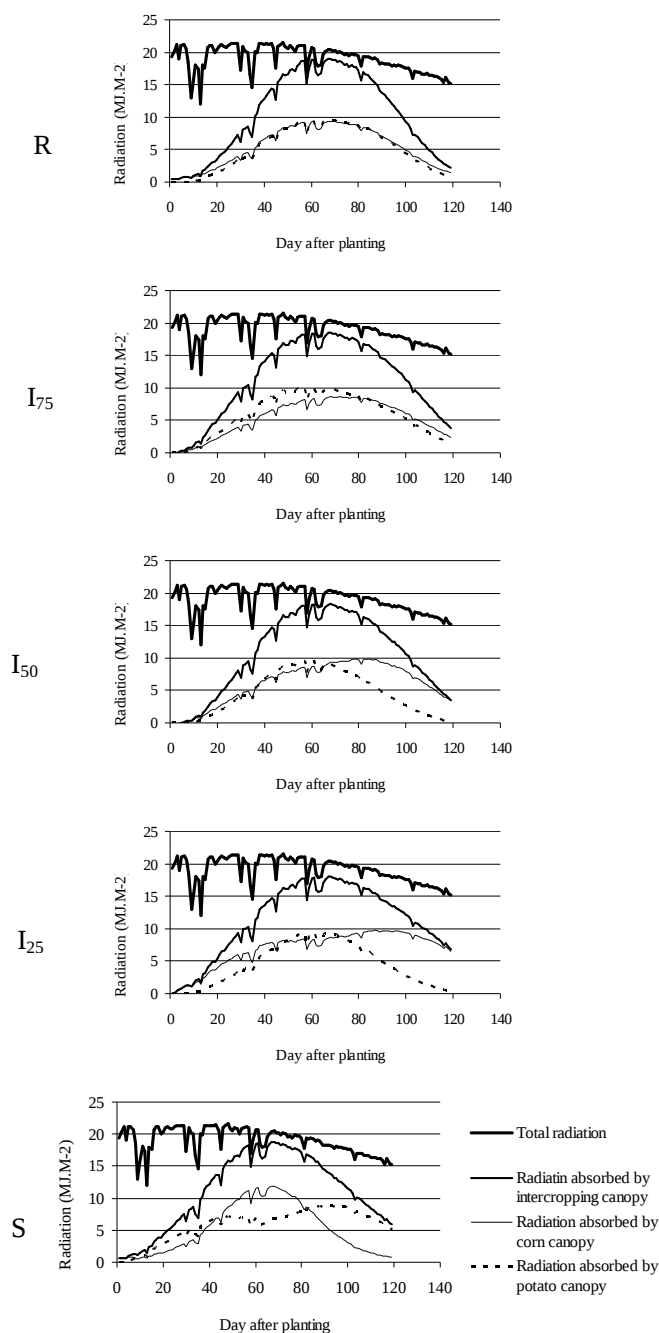
کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در شرایط بدون تنش بین 2 تا 3 گرم به ازاء مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی با میانگین 2/5 متغیر است.

مخلوط سیب‌زمینی و کاهو بود که مقادیر کارایی مصرف نور در آزمایش آنها نیز بین 0/86 و 1/43 گرم بر مگاژول حاصل شد. در برخی منابع (Emam & Seghateleslami, 2005) اشاره شده که



شکل 3- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی جذب شده و وزن خشک سیب‌زمینی در تیمارهای مخلوط

Fig 3- Relationship between cumulative absorbed PAR and potato dry matter in mono and intercrop treatments



شکل 4- میزان تشعشع کل و تشعشع جذب توسط کانوی میخلوط، سیب زمینی و ذرت در تیمارهای میخلوط
Fig 4- Amount of total radiation and absorbed radiation by intercrop, corn and potato canopy during growing season.

بوته‌های سیب زمینی در این آزمایش در معرض دو تنش عمده سایه و کمبود نیتروژن بودند که این مسئله سبب کاهش کارایی مصرف نور آن شد. در بخش‌های قبلی ذکر شد که مقدار تشعشع

رسیده به کانوی سیب زمینی در تمام تیمارهای میخلوط کمتر از 50% کل تشعشع موجود بود (شکل 4) که این مسئله سبب کاهش قابل توجه زیست‌توده سیب زمینی شد. کاهش تشعشع سبب کاهش

(شکل 3). اپکو-آمیا و هاریس (Opeku-Ameyaw & Harris, 2001) نیز در کشت مخلوط سیب‌زمینی و کاهو (*Lactuca sativa*) گزارش کردند که کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش یافت، که دلیل آن رقابت بین گونه‌ها بر سر آب و عناصر غذایی ذکر گردید.

در آزمایش‌های دیگری که گیاهان C_3 مثل بادام‌زمینی و لوبیا با ذرت مخلوط شدند کارایی مصرف نور گیاهان در مخلوط، نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد (Awal et al., 2006; Tsubo & Walker, 2002)، که بر خلاف نتایج این آزمایش می‌باشد. یک دلیل احتمالی برای این اختلاف این است که نامبردگان آزمایش را در شرایط مطلوب از نظر تامین نهاده، مخصوصاً کود انجام دادند، بعلاوه گیاهان همراه ذرت در آزمایش آنها از گیاهان بقولات می‌باشد که از نظر تامین نیتروژن، به عنوان عنصر اصلی محدودکننده فتوسنتز خودکفا هستند اما این آزمایش در شرایط کم‌نهاده از نظر کودهای شیمیایی اجرا گردید و توام بودن سایه و کمبود نیتروژن سبب کاهش کارایی مصرف نور سیب‌زمینی شد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کارایی مصرف نور ذرت در تمام تیمارهای مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد، در حالیکه کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در کشت مخلوط کمتر بود، به نظر می‌رسد که افزایش فاصله ردیف‌های ذرت در مخلوط سبب توزیع بهتر نور و در نتیجه افزایش کارایی مصرف نور ذرت گردید. اما سایه‌اندازی بیش از حد ذرت روی سیب‌زمینی سبب کاهش کارایی مصرف نور آن شد. دلیل دیگری که سبب کاهش کارایی مصرف نور هر دو گیاه در مقایسه با آزمایشات دیگران شد، کمبود نیتروژن مخصوصاً در اواخر فصل رشد بود که با علائم کلروزه برگ‌ها نمایان شد. و این مسئله به وضوح نشان می‌دهد که اگرچه کارایی مصرف نور بیشتر به عنوان یک فاکتور ژنتیکی مطرح بود اما بسیار تحت تاثیر شرایط محیطی و مدیریتی قرار می‌گیرد. نهایتاً اینکه زمانیکه سیب زمینی با گیاهان سایه‌اندازی مثل ذرت مخلوط می‌شود، تراکم گیاه سایه‌انداز نباید از حدی فراتر رود که سبب کاهش شدید فتوسنتز گردد. بدیهی است که اگر سایه‌اندازی به اندازه‌ای نباشد که برگ‌های پایین سیب‌زمینی زیر نقطه جبران نوری قرار بگیرند، می‌توان امیدوار بود که هم کارایی مصرف نور و هم عملکرد افزایش یابد. زیرا کارایی گیاه در استفاده از هر واحد تشعشع در شدتهای پایین نور بیشتر از شدتهای بالاست، این مسئله مخصوصاً در مناطقی که دمای هوا در طول فصل رشد بیشتر از حد مطلوب است اهمیت بیشتری دارد.

اسیمیلایسیون CO_2 و در نتیجه کاهش تولید کربوهیدراتها در سیب‌زمینی می‌شود (Sale, 1976; Chen & Setter, 2003; Nachigera et al., 2008).

میدمور و همکاران (Midmore et al., 1988) نشان دادند که تجمع بیشتر وزن خشک به ازاء هر واحد تشعشع جذب شده در 75% تشعشع کامل بیشتر از تشعشع کامل بود ولی کاهش تشعشع در کانوپی سیب‌زمینی به نصف تشعشع موجود سبب شد که نسبت بیشتری از برگ‌های سیب‌زمینی در زیر نقطه جبران قرار گیرند و همین مسئله باعث کاهش کارایی تبدیل گیاه شد. نامبردگان گزارش کردند که زمانیکه میزان کاهش تشعشع رسیده به کانوپی سیب‌زمینی در اثر سایه‌اندازی ذرت بیشتر از 25% نباشد، کارایی مصرف نور نه تنها دچار کاهش نمی‌شود بلکه بهبود نیز پیدا می‌کند، زیرا سیب‌زمینی در مناطق گرم از تشعشع بالا به نحو موثری استفاده نمی‌کند و سایه‌اندازی مناسب در این مناطق سبب تعدیل میکروکلیم و در نتیجه بهبود شرایط رشدی سیب‌زمینی می‌شود.

کومان و هاور کرت (Kooman & Haverkort, 1995) نیز گزارش کردند که در دماهای بالای 20 درجه سانتیگراد افزایش هر درجه سانتیگراد دما، کارایی مصرف نور را به میزان 0/02 گرم بر مگاژول کاهش می‌دهد. بنابراین بالا بودن دمای منطقه مشهد، که بر اساس گزارش سازمان هواشناسی، گاه‌ها از مرز 40 درجه سانتی‌گراد هم می‌گذرد (Khorasan Razavi Meteorology Organization, 2007) نیز می‌تواند یکی از دلایل کاهش کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در این آزمایش باشد. عامل دیگری که به احتمال زیاد سبب کاهش کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در این آزمایش شد کمبود نیتروژن بود زیرا همانطوری که قبلاً اشاره شد چون در این آزمایش از کودهای شیمیایی استفاده نکردید، علائم کمبود نیتروژن مخصوصاً در اواخر فصل رشد مشاهده شد. این نتیجه‌گیری از آنجا ناشی شد که کارایی مصرف نور سیب‌زمینی در تک‌کشتی که تحت تاثیر سایه نبود، نیز پایین بود. البته در کل کارایی مصرف نور در تک‌کشتی بیشتر از تیمارهای مخلوط بود و همانطور که اشاره شد سایه ایجاد شده توسط ذرت در تیمارهای مخلوط سبب کاهش بیشتر کارایی مصرف نور نسبت به تک‌کشتی شد. کاهش کارایی مصرف نور در اثر کمبود نیتروژن در مطالعات قبلی گزارش شده است (Ceotto & Castelli, 2002; Akmal & Janssens, 2004).

به طور کلی هرچه آرایش مخلوط از نواری به سمت ردیفی تمایل پیدا کرد (یعنی به ترتیب تیمارهای I_{25} , I_{50} , I_{75} و کشت مخلوط ردیفی) تعداد ردیف‌های بیشتری از سیب‌زمینی در زیر سایه مستقیم ذرت قرار گرفت و به احتمال زیاد این مسئله سبب کاهش تدریجی کارایی مصرف نور شد، به گونه‌ای که در بین تیمارهای مخلوط، تیمار کشت مخلوط نواری و کشت مخلوط ردیفی به ترتیب بیشترین (1/4) و کمترین (1/27 گرم بر مگاژول) مقدار کارایی مصرف نور را داشتند

منابع

- 1- Akmal, M., and Janssens, M.J.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research* 88:143-155.
- 2- Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139:74-83.
- 3- Beheshti, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. *Nahal and Bazr* 18(4):417-431. (In Persian with English Summary).
- 4- Boons-prinz, E.R., De Koning, G.H.J., Van Diepen, C.D., and Penning De Vries, F.W.T. 1993. Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European Community. *Simulation Reports, CABO-TT*, no: 32.
- 5- Caldiz, D.O., Haverkort, A.J., and Struik, P.C. 2002. Analysis of a complex crop production system in interdependent agro-ecological zones: a methodological approach for potatoes in Argentina. *Agricultural Systems* 73: 297-311.
- 6- Ceotto, E., and Castelli, F. 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): response to nitrogen supply, climatic variability and sink limitation. *Field Crops Research* 74:117-130.
- 7- Chen, C.T., and Setter, T.L. 2003. Response of tuber cell division and growth to shade and elevated CO₂. *Annals of Botany* 91: 373-381.
- 8- Ebwongu, M., Adipala, E., Kyamanywa, S., Ssekabembe, C.K., and Bhagsari, A.S. 2001b. Effect of intercropping maize and solanum potato on yield of the component crops in central Uganda. *African Crop Science Journal* 9(1):83-96.
- 9- Emam, Y., and Seghateleslami, M.J. 2005. *Crop Yield: Physiology and Processes*. Shiraz University Press, Shiraz. 593 pp. (In Persian with English summary)
- 10- Faurie, O., Soussana, J.F., and Sinoquet, H. 1996. Radiation interception, partitioning and use in grass-clover mixtures. *Annals of Botany* 77:35-45.
- 11- Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 1993. *Modelling Potential Crop Growth Processes*. Kluwer Academic Press.
- 12- Haj-Sayyed-Hadi, M.R. 2006. Radiation use efficiency and its relation with potato-weeds competition. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Islamic University of Science and Research Campus, Iran. (In Persian with English Summary).
- 13- John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C., and Achim, D. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomy Journal* 97: 72-78.
- 14- Khajeh-Pour, M.R. 2004. *Industrial Plants (Second Edition)*. J.had Daneshgahi Press, Isfahan. 564 pp. (In Persian).
- 15- Khorasan Razavi Meteorological Organization. 2007. Statistics Report database. Available at Web site <http://www.razavimet.gov.ir/pages.aspx?pageID=95> (verified at 10 may 2007).
- 16- Kiniry, J.R., Landivar, J.A., Witt, M., Gerik, T.J., and Wade, L.J. 1998. Radiation use efficiency response to vapor pressure deficit for maize and sorghum. *Field Crops Research* 56: 265-270.
- 17- Kooman, P.L., and Haverkort, A.J. 1995. Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: In. Smith, D.L., and Hamel, C. 2005. *Crop Yield (Physiology and Processes)*, Translate by Emam, Y., and Seghateleslami, M.J. Shiraz University Press, pp. 376.
- 18- Krauss, A., and Marschner, H. 1984. Growth rate and carbohydrate metabolism of potato tubers exposed to high temperature. *Potato Research* 27: 297-303.
- 19- Midmore, D.J. 1990. Scientific basis and scope for further improvement of intercropping with potato in the tropics. *Field Crops Research* 25: 3-24.
- 20- Midmore, D.J., Berrios, D., and Roca, J. 1986a. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. II. Soil temperature and moisture modification by mulch in contrasting environments. *Field Crops Research* 15: 97-108.
- 21- Midmore, D.J., Berrios, D., and Roca, J. 1988b. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. V. Intercropping with maize and the influence of shade on tuber yield. *Field Crops Research* 18: 159-176.
- 22- Midmore, D.J., Roca, J. and Berrios, D. 1986b. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. III. Influence of mulch on weed growth, crop development and yield in contrasting environments. *Field Crops Research* 15: 109-124.
- 23- Midmore, D.J., Roca, J. and Berrios, D. 1988a. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. IV. Intercropping with maize and the influence of shade on potato microenvironment and crop growth. *Field Crops Research* 18: 141-157.
- 24- Monteith, J.L. 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9: 747-766.
- 25- Nachigera, G.M., Ledent, J.-F., and Draye, X. 2008. Shoot and root Competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany* 64(2): 180-188.
- 26- Opoku-Ameyaw, K., and Harris, P.M. 2001. Intercropping potatoes in early spring in a temperate climate. 2:

- Radiation utilization. Potato Research 44: 63-74.
- 27- Rosati, A., Metcalf, S.G., and Lampinen, B.D. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. *Annals of Botany* 93: 567-574.
- 28- Sale, P.J.M. 1976. Effect of shading at different times on the growth and yield of the potato. *Australian Journal of Agricultural Research* 27: 557-566.
- 29- Stewart, D.W., Costa, C., Dwyer, D.L., Smith, R.I., and Hamilton, B.L. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. *Agronomy Journal* 95: 1465-1474.
- 30- Tollenaar, M., and Aguilera, A. 1992. Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrid. *Agronomy Journal* 84:536-541.
- 31- Tsubo, M., and Walker, S. 2002. A model of radiation interception and use by a maize/bean intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 110:203-215.
- 32- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhalam, E. 2001. Comparison of variation use efficiency of mono/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Research* 71: 17-29.
- 33- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crops Research* 93:10-22.
- 34- Vander Zaag, P., and Demagante, A.C. 1990. Potato (*Solanum* spp.) in an isohyperthermic environment. V. Intercropping with maize. *Field Crops Research* 25:157-170.
- 35- Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B., and Spiertz, J.H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Research* 107: 29-42.



بررسی کارایی انرژی زراعت زعفران (*Crocus sativus* L.) در خراسان جنوبی

عباداله مویدی شهرکی^{1*}، مجید جامی الاحمدی² و محمد علی بهدانی²

تاریخ دریافت: 88/11/28

تاریخ پذیرش: 89/2/22

چکیده

به منظور اجرای هر جزء از طرح های کشاورزی ابتدا باید توجیه پذیری فنی و اقتصادی آن طرح نشان داده شود. در این مطالعه جهت آشنایی با روند مصرف انرژی در مزارع و مقدار انرژی به دست آمده از زراعت زعفران (*Crocus sativus* L.) در طی یک دوره پنج ساله عمر زعفران، دو پرسشنامه یکی مربوط به سال اول کاشت زعفران و دیگری مربوط به عملیات داشت و برداشت زعفران در سال دوم تا پنجم تهیه و در هر فرم سوالی در مورد انرژی های ورودی مستقیم و غیر مستقیم در زراعت زعفران گنجانده شد. در طی دیدار حضوری با کشاورزان، تعداد 70 نسخه پرسشنامه تکمیل گردید. نتایج به دست آمده حاکی از این امر است که بیشترین میزان انرژی مصرفی در سال اول مربوط به کود دامی با مقدار 91/16 درصد از کل انرژی مصرفی می باشد و در سال دوم تا سال پنجم، کود اوره با مقدار 37/67 درصد از کل انرژی مصرفی بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. همچنین نسبت انرژی تولیدی به انرژی مصرفی در طی یک دوره پنج ساله بهره برداری زعفران برابر با 0/41 می باشد که با کشت یک ساله گیاهانی مثل گوجه فرنگی و کاهو در کشور آمریکا برابری می کند. اگرچه نسبت انرژی تولیدی به مصرفی در زراعت زعفران پایین است ولی این تحقیق نشان داد که زعفران گیاهی است که تقریباً به صورت اکولوژیک کشت می شود و به دلیل کارایی اقتصادی بالاتر نسبت به دیگر گیاهان در الگوی کشت منطقه دارد و همچنین اشتغال بسیار بالای روستاییان منطقه، می تواند نقش بسیار مهمی در اقتصاد و معیشت روستاییان داشته باشد.

واژه های کلیدی: کورم، گیاهان دارویی، نهاده های کشاورزی

مقدمه

روستاییان و جلوگیری از مهاجرت آنها، درآمدزایی آن نسبت به سایر محصولات کشاورزی، همچنین از لحاظ توسعه صادرات غیر نفتی - با توجه به سیاست دولت مبنی بر افزایش صادرات غیر نفتی - قابل بررسی است (Sabzevari, 1995). این امر می طلبد تا تحقیقات بیشتری در مورد سامانه های تولید گیاه زعفران صورت گیرد.

هدف از مطالعه روند انرژی ورودی و خروجی به نظام های زراعی در جهت بهینه سازی مصرف انرژی، کاهش هزینه های عملکرد و تولید از طریق کاهش هزینه های مصرف انرژی است. بنابر اصول جدید کشاورزی، مبانی قدیم که بر نحوه مصرف انرژی توجه نداشته و تنها هدف مدیر مزرعه افزایش مطلق تولید بود منسوخ شده و مقدار تولید برپایه راندمان انرژی سنجیده می شود. استفاده مؤثر از انرژی در بخش کشاورزی نقش اساسی در پایداری تولید، بهینه سازی اقتصادی نظام، حفظ ذخایر سوخت های فسیلی و کاهش آلودگی هوا دارد (Rahimizadeh et al., 2007). همچنین توسعه پایدار مستلزم بهره برداری از منابع طبیعی کره زمین و احترام معقول به ساز و کارهای طبیعی و به طور کلی طبیعت به عنوان آیه الهی است. در نتیجه در این بهره برداری باید توان طبیعت یا توان زیست محیطی به گونه ای

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از خانواده زنبق می باشد و در منطقه آب وهوایی مدیترانه و غرب آسیا از عرض جغرافیایی 30 تا 50 درجه شمالی و طول جغرافیایی 10 درجه غربی تا 80 درجه شرقی، در مناطق بسیار کم باران ایران که دارای زمستان سرد و تابستان گرم هستند گسترش دارد. زعفران به عنوان گرانتترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. در حال حاضر ایران بزرگ ترین تولید کننده و صادر کننده زعفران در جهان است و بیش از 95 درصد تولید جهانی این محصول گرانبها به ایران اختصاص دارد (Kafi et al., 2002).

در ایران اهمیت زعفران کاری از جنبه های گوناگون نظیر بهره وری بالای آب در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی، اشتغال

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اکرواکولوژی و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(*) - نویسنده مسئول: (E-mail: mebadollah@yahoo.com)

کار می‌گیرد، با استفاده از انرژی‌های کمکی یا به اصطلاح یارانه انرژی است. مراجعه به آمار و ارقام موجود نشانگر این مطلب است که قدرت تولید یک کشاورز در کشورهای پیشرفته بطور متوسط چهل برابر قدرت تولید یک کشاورز در کشورهای توسعه نیافته است و این بجز در سایه مصرف بسیار زیاد انرژی میسر نیست. انرژی مصرفی به طور مستقیم در عملیات کاشت، داشت، برداشت و بطور غیر مستقیم در تولید نهاده‌هایی از قبیل آفت‌کشاها، کودهای شیمیایی و ماشین‌آلات، ذخیره‌سازی و خشک کردن محصولات و سایر نهاده‌هایی که در ارتباط با تولید محصول می‌باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

مصرف مستقیم انرژی در مزرعه

انرژی مستقیم غالباً امروزه به صورت فرآورده‌های سوخت‌های فسیلی (گازوئیلی، بنزینی و گاز) و یا برق جهت استفاده در ماشین‌آلات کشاورزی به کار گرفته شده در امر کاشت، داشت و برداشت، حمل و نقل داخل مزرعه، نظام‌های آبیاری، خشک کردن محصول و غیره به مصرف می‌رسد. در نظام‌های زراعی غیر مکانیزه (غیر فشرده) همانند زراعت زعفران در استان خراسان جنوبی شکل‌های متفاوت انرژی فسیلی و نیروی کار انسانی و حیوانی بیشترین سهم را در انرژی مستقیم ورودی به نظام شامل می‌شوند. در مزارع بزرگ و مکانیزه چغندر قند در کشور مراکش، برای تولید هر تن ریشه چغندر 730 درصد انرژی الکتریکی، 300 درصد ماشین‌آلات و 40 درصد سوخت بیشتر نسبت به مزارع کوچک به مصرف می‌رسد که بیشترین انرژی مصرفی در مزارع بزرگ و مکانیزه صرف نظام‌های آبیاری تحت فشار می‌گردد (Marini et al., 2002).

مصرف غیر مستقیم انرژی در مزرعه

با مصرف انواع نهاده‌های کشاورزی در مزرعه، انرژی به صورت غیرمستقیم به نظام‌های زراعی تزریق می‌گردد. مانند انواع کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات، بذور اصلاح شده، ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی، نظام‌های آبیاری و غیره.

بر اساس تجزیه و تحلیل انرژی در انواع بوم‌نظام‌های زراعی بیشترین انرژی غیر مستقیم در مزارع در درجه اول مربوط به کود نیتروژنه (20 تا 30 درصد از کل انرژی) و درجه دوم ماشین‌آلات به کار گرفته شده (6 تا 12 درصد از کل انرژی ورودی) می‌باشد (Marini et al., 2002; Pimental & Burgess, 1980).

بدون تردید در تمامی بوم‌نظام‌های زراعی اکولوژیک، کاهش وابستگی نظام‌ها به نهاده‌ها و مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی از اهداف اساسی به شمار می‌آید. بررسی کارایی انرژی، یعنی مقایسه انرژی نهاده‌های مصرفی و انرژی دریافتی از نظام، همواره مورد توجه متخصصان بخش کشاورزی بوده است، ولی به دلیل پرداخت یارانه

مورد توجه قرار گیرد که نظم طبیعی محیط زیست را دگرگون نسازد و به تخریب برگشت ناپذیر و آلوده کننده و آلاینده محیط نیانجامد. در توسعه پایدار این نگرش حاکم است که از منابع باید به گونه‌ای استفاده کرد که نه تنها نیاز نسل فعلی را برآورده سازد، بلکه امکان تامین نیازهای نسل آینده را نیز فراهم آورد (Rezadoust, 2001). با افزایش روز افزون جمعیت جهان و محدودیت انرژی، در آینده دسترسی به انرژی به مقدار کافی از بسیاری جهات مشکل‌تر خواهد بود (Rahimizadeh et al., 2007) و همچنین پیش‌بینی می‌شود که در کشورهای جهان سوم به علت جوان بودن جمعیت، پتانسیل بیشتری برای رشد جمعیت در طی سالهای آینده وجود داشته، و ورود این نسل‌های جدید به بازار اقتصاد کشورهای در حال توسعه موجب افزایش انفجار آمیز تقاضای کالا، خدمات و انرژی می‌گردد. با افزایش جمعیت جهان، ضمن نیاز به افزایش غذای کافی و با کیفیت مطلوب، برای ایجاد امنیت غذایی در سطح جهانی، لازم است همزمان توجه کافی به حفظ تنوع زیستی و محیط زیست گردد (Rahimizadeh et al., 2007).

تجزیه و تحلیل انرژی در کشاورزی نقش قابل توجهی در توسعه دیدگاه انسان نسبت به بوم‌نظام‌های زراعی داشته و لذا موجب ارتقاء کیفی تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در مدیریت و توسعه بخش کشاورزی می‌شود (Rathke & Diepenbrock, 2006). اگرچه تجزیه و تحلیل انرژی نمی‌تواند درک کاملی از یک بوم‌نظام کشاورزی ارائه نماید، ولی با توسعه دیدگاه انسان نسبت به بوم‌نظام‌های زراعی می‌تواند در بهبود کیفی تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های توسعه مؤثر باشد (Rahimizadeh et al., 2007).

علاوه بر روابط پیچیده بیولوژیکی و تکنولوژیکی، تغییرات در بخش کشاورزی شدیداً تحت تاثیر شرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه قرار دارد، لذا در نظر گرفتن ترکیبی از این عوامل برای تجزیه و تحلیل انرژی ضروری به نظر می‌رسد. نظام‌های زراعی متداول که کاملاً متکی به مصرف انرژی به شکل نهاده‌های مختلف هستند، از جنبه‌های فن‌آوری، اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی آسیب‌پذیر می‌باشند و به همین دلیل در اواخر قرن بیستم دیدگاه‌های جدیدی در این رابطه مطرح شده‌اند که این دیدگاه‌ها در قالب افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، اقتصاد اکولوژیک و نهایتاً تامین غذا و امنیت غذایی، مطرح می‌باشند و در این راستا نظام‌هایی تحت عناوین مختلف از جمله کشاورزی پایدار، کشاورزی اکولوژیک، کشاورزی کم‌نهاده، کشاورزی ارگانیک و کشاورزی تجدید شونده تعریف شده‌اند (Koocheki, 1994).

تمام روش‌هایی که انسان برای افزایش کارایی تثبیت انرژی به

سازی زمین و کشت زعفران تنها نیروی انسانی و حیوانی لحاظ شده است. شایان ذکر است که سطح زیر کشت زعفران در مناطق مختلف خراسان جنوبی به صورت قطعات بسیار کوچک می باشد که حداکثر به چند صد متر می رسد و کشاورزان این قطعات را بر حسب مقیاس محلی به نام "من" در نظر می گیرند. با توجه به این که این واحد در بخش های مختلف این استان متفاوت است و میانگین سطح زیر کاشت زعفران حدود 5 من (600 متر مربع) برای هر کشاورز بود، بنابراین در هر منطقه با توجه به اندازه مترآز، هر من به واحد هکتار تبدیل و محاسبات مورد نیاز انجام گرفته است.

محصول مزارع زعفران در طی دوره عمر مزرعه کلاله زعفران به عنوان محصول اقتصادی و برگ های گیاه می باشد، و در پایان دوره بهره برداری کورم های دختری تولیدی در طی دوره عمر مزرعه نیز به آن اضافه می شوند. برای به دست آوردن میزان انرژی خروجی از زراعت زعفران، ابتدا بخش های مختلف گیاه زعفران بر حسب درصد تشکیل دهنده گیاه مشخص شد. جهت تعیین انرژی کورم ها که بخش اعظم گیاه زعفران را تشکیل می دهند، میزان یک کیلوگرم کورم به طور تصادفی انتخاب شد. سپس کورم ها در داخل آون 75 درجه سانتی گراد به مدت 96 ساعت قرار داده شدند تا رطوبت آنها به کمتر از 20 درصد برسد. بعد از این مرحله، کورم های خشک شده با آسیاب برقی نرم شده و مقدار یک گرم از آن در داخل بمب کالریمتری قرار داده شد و میزان انرژی آن به دست آمد. برای به دست آوردن میزان کل انرژی کورم های برداشتی در سال آخر، وزن کورم های تولیدی بر حسب ماده خشک محاسبه و میزان کالری حاصله از آن به دست آمد. برای به دست آوردن میزان انرژی گل ها و کلاله زعفران نیز مقدار یک گرم ماده خشک هر بخش به طور جداگانه در داخل بمب کالریمتری قرار داده شد و انرژی به دست آمده بر حسب میزان گل تازه برداشت شده در هکتار و تبدیل آن به ماده خشک محاسبه گردید. هر هکتار زعفران در سال به طور متوسط مقدار 1200 کیلوگرم ماده خشک برگ و ساقه تولید می کند (Kafi et al., 2002). بر همین اساس میزان انرژی این بخش نیز تعیین شد. در پایان کل میزان انرژی ورودی و خروجی محاسبه و کارآیی آن به دست آمد.

نتایج و بحث

نهاده های مورد استفاده در زراعت زعفران در استان خراسان جنوبی شامل نیروی انسانی (شامل کلیه عملیاتی که برای تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت توسط نیروی انسانی انجام می شود)، کود دامی، کودهای شیمیایی، آب و کورم مصرفی می باشد. به منظور محاسبه کارآیی انرژی، داده های مربوط، با استفاده از ارزش انرژی معادل هر نهاد و ستانده در جداول مربوطه ذیل آمده است. کلیه

های انرژی در کشور و عدم واقعی بودن هزینه انرژی پرداختی از سوی کشاورز، تا کنون زیاد مورد توجه قرار نگرفته است. به نظر می رسد که با توجه به جهانی شدن تجارت از یکسو و گسترش آلودگی های محیطی ناشی از مصرف بی رویه نهاده های یارانه ای ارزان قیمت، ضروری است طرح هایی در جهت حذف یا هدمند کردن یارانه ها صورت گیرد. بدیهی است این مساله منجر به افزایش قیمت نهاده های انرژی و بنابراین بالا رفتن قیمت تمام شده محصولات کشاورزی و به احتمال زیاد فشار روزافزون بر این بخش می شود و ضروری است که در این زمینه تحقیق بیشتری انجام شود. در همین راستا، این تحقیق به منظور ارزیابی کارآیی انرژی در زراعت زعفران استان خراسان جنوبی به عنوان نمونه ای از نظام های کشاورزی کم نهاده صورت گرفت.

مواد و روش ها

عملیات زراعی در زعفران شامل شخم، دیسک، تسطیح، کود پاشی (کودهای حیوانی و شیمیایی) و کشت، کنترل علف های هرز، آبیاری، حمل و نقل و برداشت در سال اول و عملیاتی همچون کودپاشی، کنترل علف های هرز، آبیاری و برداشت، پاک کردن گلها و حمل و نقل در سال های دوم تا پنجم می باشد که در هر مورد محاسبات انرژی مصرفی انجام شده و نهایتاً انرژی تولیدی و مصرفی با هم مقایسه شده است. انرژی مصرفی به دو بخش انرژی مصرفی مستقیم و غیر مستقیم تقسیم بندی شد. در بخش انرژی مصرفی مستقیم، انرژی نیروی انسانی و انرژی مورد نیاز برای آبیاری در نظر گرفته شده است و در بخش انرژی مصرفی غیر مستقیم، انرژی مورد نیاز برای تهیه پياز، کودهای شیمیایی (کود ازته و فسفات) لحاظ شده است. بدین جهت دو پرسشنامه یکی مربوط به سال اول کاشت زعفران و دیگری مربوط به عملیات داشت و برداشت زعفران در سال دوم تا پنجم تهیه و در هر فرم سوالاتی در مورد انرژی های ورودی مستقیم و غیر مستقیم در زراعت زعفران طرح گردید. این پرسشنامه ها بخش هایی را از جمله عملیات شخم، دیسک، لولر، ایجاد نهر، کورم های مصرفی، کودهای شیمیایی و دامی مورد مصرف، عملیات وجین و سموم شیمیایی، عملیات آبیاری، کودپاشی و برداشت برای سال اول و بخشهایی همچون کودهای مصرفی، عملیات وجین و سم پاشی، آبیاری، کود پاشی و برداشت برای سال دوم تا پنجم لحاظ شد. با سفر به سه شهرستان (بیرجند، قائن و درمیان) از شهرهای استان خراسان جنوبی و بازدید از مزارع روستاییان به صورت حضوری، تعداد 70 نسخه از این پرسشنامه ها جهت انجام این تحقیق تکمیل گردید. اطلاعات به دست آمده حاکی از آن بود که بیش از 98% کشت و کار زعفران در استان خراسان جنوبی به صورت کاملاً دستی و سنتی انجام می شود، لذا در این برآورد، جهت عملیات آماده

کودها و سموم شیمیایی از مهمترین نهاده های کشاورزی می باشند که اثر زیادی بر روی عملکرد دارند و اغلب شامل کود های نیتروژن و فسفره می باشند. به همین دلیل در این مطالعه به منظور محاسبه انرژی کود شیمیایی (انرژی لازم برای تولید)، میانگین مصرف این دو نوع کود در منطقه لحاظ گردید.

عملیات شخم زمین، نرم و هموار کردن خاک، حمل و پخش کودهای شیمیایی و حیوانی، حمل و کاشت پیازها، ایجاد جوی و نهر جهت آبیاری مزارع، عملیات مربوط به آبیاری، برداشت گل و کلاله ها و همچنین برداشت کورم در سال آخر با نیروی انسانی انجام می شود که در هر ساعت میزان 465 کیلوکالری انرژی مصرف می شود (Koocheki, 1994).

جدول 1- نوع عملیات انجام شده جهت تهیه زمین و کاشت کورم های زعفران و زمان صرف شده جهت انجام این عملیات در زراعت زعفران در سال اول

Table 1- Type of field operations for cultivation and planting saffron corms and used times for this implement in saffron fields in the first year

عملیات Operation	تکرار Rep.	h ha ⁻¹	h ha ⁻¹
خاک ورزی و کولتیواسیون Tillage and cultivation	1	1120	1120
ایجاد شیار Create gutter	1	40	40
کاشت زعفران Saffron planting	1	1120	1120
حمل و نقل Transportation	1	16	16
مخارج حمل کود دامی Animal manure portage	1	160	160
کوددهی (شیمیایی و دامی) Fertilizing (chemical and animal manure)	1	330	330
کل Total			2786

* در اکثر مزارع بیرجند به دلیل کوچک بودن سطح، تمام عملیات با نیروی انسانی انجام می شود.

In Birjand region, almost all practices in saffron fields entirely have been done with manpower, due to small field area.

جدول 2- نهاده های مصرف شده در سال اول مزرعه زعفران

Table 2- Consumed inputs during the first year in saffron fields

نوع نهاده Type of inputs	میزان مصرف (کیلوگرم در هکتار) Consumption (kg ha ⁻¹)
کورم های مصرفی Consumed corms	3000
اوره Urea	100
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate	100
کود دامی Animal manure	32000
آب آبیاری مصرف شده Consumed irrigation water	3000 (m ³)*

* به علت این که کشاورزان از آب قنات برای آبیاری استفاده می کنند و میزان دبی آب مشخص نبود، لذا میزان آب آبیاری جهت زراعت زعفران در یک سال معادل 3000 متر مکعب در نظر گرفته شد (Mahdavi, 1999).

Because farmers are mainly using Qanat water for saffron irrigation, with unspecified discharge, in this region, thus annual applied water for saffron cultivation was considered equal to 3000 m³ (Mahdavi, 1999).

جدول 3- ساعات کار نیروی انسانی جهت عملیات داشت (سال اول)

Table 3- The required manpower's time for crop management operations (the first year)

نوع عملیات مزرعه	افراد	h day ⁻¹	کل
Type of field operations	persons		Total
وجین علف هرز	70	8	560
Weeding			
آبیاری	80	8	64
Irrigation (8 times)			
کل			624
Total			

جدول 4- مقدار انرژی مصرف شده به طور مستقیم در یک هکتار زعفران در سال اول

Table 4- The direct energy used in one hectare area of saffron fields in the first year

نیروی مصرفی	کل ساعت در هر هکتار	انرژی مصرفی
Consumed force*	Total hours per hectare	Used energy (Kcal)
نیروی انسانی	3410	1585650
manpower		
آبیاری	64(3000 m ³)	1234620 [§]
Irrigation		
کل		2820270
Total		

* مجموع عملیات تهیه زمین، کاشت و داشت

[§] انرژی هر متر مکعب آب برابر با 411/54 کیلوکالری محاسبه شده است (Koocheki, 1994).

* Total field operations, including tillage, planting and crop management

[§] Energy content of each cube meter of water is considered equal to 411.54 kcal (Koocheki, 1994).

جدول 5- مقدار انرژی مصرف شده به طور غیر مستقیم در یک هکتار زعفران در سال اول

Table 5- The indirect energy used in one hectare area of saffron fields in the first year

نوع نهاده	میزان مصرفی (کیلوگرم)	انرژی در هر کیلوگرم (کیلوکالری)	کل (کیلوکالری)
Type of inputs	Consumption amount (kg)	Energy per kilogram (kcal)	Total (kcal)
کورم مصرفی	3000 (1264 kg dry matter)	3546.26	4482472.64
Consumed corm [§]			
اوره	100	14700	1470000
Urea			
فسفات آمونیوم	100	3000	300000
Ammonium phosphate			
کو دامی	32000 (28000 kg dry matter)	3343.84	93627520
Animal manure			
کل			99879992.6
Total			

[§] میزان ماده خشک کورم مصرفی بر اساس اندازه‌گیری های انجام شده حدود 42 درصد بود.

* انرژی تمامی نهاده‌های مصرفی، به غیر از کورم مصرفی که بر اساس ماده خشک و قرار دادن در بمب کالریمتری به دست آمده است، بر مبنای کوچکی و حسینی (Koocheki & Hosseini, 1994) محاسبه شده است.

[§] The Measured dry matter content of used corms was about 42%.

* Energy content of all inputs, except used corms which its energy was calculated with Bobm Calorimeter, was calculated based on Koocheki & Hosseini (1994)

محاسبه انرژی تولیدی

عملکرد زعفران در طول دوره 5 ساله عمر زعفران به طور متوسط 20 کیلوگرم کلاله قابل فروش و مقدار پياز برداشتی در انتهای دوره بهره برداری از مزرعه در حدود 15 تن می باشد. درصد بخش های

بر اساس اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه های تکمیل شده بر مبنای اظهارات کشاورزان و منابع موجود (Kafi et al., 2002)،

مختلف گیاه زعفران در جدول 9 آمده است. همچنین بر اساس بررسی های انجام گرفته، از هر هکتار زعفران در سال، حدود 1/2 تن برگ خشک زعفران برداشت می شود (Kafi et al., 2002). در این بررسی علاوه بر کارایی انرژی، شاخص شدت انرژی نیز به شرح زیر محاسبه شد.

$11831/59$ کیلوکالری در متر مربع = $10000 \div$

$118315982/64$ = $10000 \div$ انرژی مصرفی در هکتار = شدت انرژی مصرفی

جدول 6- نوع انرژی مصرف شده و درصد هر انرژی در زراعت زعفران (سال اول)

Table 6- Type of used energy and their proportion of total applied energy in saffron fields (the first year).

نوع عملیات مزرعه	انرژی مصرفی	درصد از کل
Type of field operations	Used energy (kcal)	Percent of total
نیروی انسانی Manpower	1585650	1.54
آبیاری Irrigation	1234620	1.20
کورم مصرفی Consumed corm	4482472.64	4.37
اوره Urea	1470000	1.44
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate	300000	0.29
کود دامی Animal manure	93627520	91.16
کل Total	102700262.64	100

$102700262/64$ کیلوکالری در هکتار = مجموع انرژی غیر مستقیم + مجموع انرژی مستقیم = کل انرژی مصرف شده در زراعت زعفران در سال اول

Total energy used= Direct and indirect energies= 102700262.64 (Kcalha⁻¹) in saffron during year 1.

با توجه به این که معمولاً در سال اول مقدار گل زعفران بسیار کم است، عملاً برداشت قابل توجهی انجام نمی شود و به همین دلیل میزان انرژی این بخش محاسبه نشده است ولی میزان ساقه و برگ آن در حدود 1200 کیلوگرم ماده خشک برآورد شده که میزان انرژی آن 4985472 کیلوکالری می باشد.

جدول 7- نوع عملیات انجام شده جهت داشت و برداشت زعفران، زمان صرف شده جهت انجام این عملیات و میزان انرژی مصرفی در زراعت زعفران (مجموع سال دوم تا سال پنجم)

Table 7- Type of operations for crop management and saffron harvest, used times for performing these operations, and consumed energy amount in saffron fields (total of 2 to 5 years)

نوع عملیات مزرعه	تکرار در سال	میانگین (ساعت در هکتار)	زمان کل در هکتار برای چهار سال	کل انرژی مصرفی (کیلو کالری)
Type of field operations	Repeat/year	Average (h ha ⁻¹)	Total times per ha for 4 years	Total used energy (kcal)
کاربرد کود شیمیایی Applying Chemical fertilizers	1	10	40	18600
وجین علف هرز weeding	1	560	2240	1254400
آبیاری irrigation	8	64	256	119040
برداشت گل Flower harvesting	1 (a 15 days period)	400	1600	744000
جدا کردن کلاله Stigma cleave	1	900	3600	1674000
کل Total				3810040

جدول 8- نوع انرژی مصرف شده و درصد هر انرژی در زراعت زعفران (مجموع سال دوم تا سال پنجم)

Table 8- Type of used energy and their proportion of total applied energy in saffron fields (total of 2 to 5 years).

نوع عملیات مزرعه	میزان مصرف	انرژی مورد استفاده	درصد از کل
Type of field operations	Consumption amount	Used energy (kcal)	Percent of total
نیروی انسانی Manpower	7736 h	3597240	23.03
آبیاری Irrigation	12000 m ³	4938480	31.62
کود اوره Urea	400 kg	5880000	37.67
فسفات آمونیوم Ammonium phosphate	400 kg	1200000	7.68
کل Total*		15615720	100

* انرژی ورودی در سال دوم تا پنجم + انرژی ورودی در سال اول = مجموع انرژی ورودی

Input energy= input energy in the first year 1+input energy during the second year to fifth year 2 to 5

مجموع انرژی ورودی = 102700262/64 + 15615720 = 118315982/64 کیلوکالری

Input energy=102700262.64+15615720=118315982.64 kcal

جدول 9- میزان انرژی خروجی زراعت زعفران از بخش های مختلف گیاه در طول 5 سال بر اساس ماده خشک

Table 9- Content output energy of saffron field by different portions plant on 5 years according to dry matter

اندامهای گیاه	وزن خشک اندامهای گیاه	درصد از کل	انرژی ماده خشک (کیلوکالری در هر کیلوگرم)	انرژی کل (کیلوکالری)
Plant organs	Dry matter of plant organs	Percent of total	Energy of dry matter (kcal kg ⁻¹)	Total energy (kcal)
کورم Corm	6322	47.93	3564.26	22533277.64
برگ Leaf	6000	47.39	4151.56	24927360
گل Flower	320	2.53	3853.63	1233161.6
کلاله Stigma	20	0.15	4713.89	94277.8
کل total	12662	100		48788077.04

انرژی مصرفی ÷ انرژی تولیدی = نسبت انرژی تولیدی به مصرفی

Output energy/input energy rate

48788077/04 ÷ 118315982/64 = 0/41

48788077.04/118315982.64=0.41

برداری از زراعت زعفران و با در نظر گرفتن تمام بخش های گیاه معادل 0/41 می باشد. اگر تنها بخش مهم زعفران از نظر اقتصادی، یعنی کلاله در نظر گرفته شود، این کارآیی تنها 0/0008 خواهد بود و در مورد کل تولید اقتصادی و قابل فروش (کلاله و کورم)، کارآیی 19٪ می باشد (با این فرض که تمامی کورم تولیدی به فروش رسانده می شود، گرچه در عمل بخش قابل توجهی از آن برای کاشت مجدد توسط خود کشاورز استفاده می شود).

نسبت کلی انرژی تولیدی به مصرفی مزرعه زعفران در یک دوره پنج ساله (0/41) با گیاهانی همچون سیب (0/53)، پرتقال (0/37)، گوجه فرنگی (0/6) و اسفناج (0/23) در کشور آمریکا، قابل مقایسه

4878/80 کیلوکالری در متر مربع = 48788077/04 ÷ 10000

10000 ÷ انرژی تولیدی در هکتار = شدت انرژی تولیدی

0/41 = 4878/80 ÷ 11831/59 = شدت انرژی مصرفی ÷ شدت

انرژی تولیدی = شدت انرژی جاری مزرعه

همان طور که مشخص است میزان انرژی خروجی از یک هکتار زعفران در یک دوره 5 ساله عمر زعفران برابر با 48788077/04 کیلوکالری می باشد که این میزان بر اساس درصد هر کدام از مواد و عملکرد بخش های مختلف گیاه زعفران به دست آمده است و در آن بیشترین سهم انرژی مصرفی مربوط به کود دامی (جدول 5) و بیشترین انرژی تولیدی مربوط به برگهای گیاه زعفران (جدول 9) می باشد. بنابراین میانگین کارآیی انرژی در یک دوره پنج ساله بهره

نتیجه‌گیری

اگرچه در ظاهر، در نظام‌هایی که انرژی بیشتری صرف تولید محصول می‌شود، تولید هر واحد از محصول با صرف هزینه بیشتری صورت می‌گیرد، ولی به دلیل کارایی بالای اقتصادی این محصول نسبت به سایر گیاهان در الگوی کشت منطقه، ارزش زیاد زعفران تولیدی، قیمت بالای آن و همچنین اشتغال درصد زیادی از روستاییان، توسعه کشت آن توجیه‌پذیر می‌باشد، به ویژه که این گیاه وابستگی کمتری به انرژی سوخت‌های فسیلی داشته و همسویی بهتری با محیط زیست دارد. گرچه وضعیت انرژی و قیمت آن در جهان نامشخص است، اما در کشور ما به ویژه در استان خراسان جنوبی که نیروی کارگری در روستاهای این استان که کاملاً متکی به کشاورزی می‌باشند، فراوان و از سویی دیگر نرخ بیکاری هم بالا است، توسعه کشت این گیاه منجر به کاهش اتکاء به نظام‌های تولیدی پرنهاده و نهاده‌های خارجی و نیز اشتغالزایی فراوان خواهد شد. از سوی دیگر از آن جا که کشت زعفران در این منطقه نزدیکی زیادی با مبانی کشاورزی ارگانیک دارد و می‌توان به این نظام کشاورزی به عنوان راهی به سوی پایداری کشت بوم‌ها و حفظ تنوع زیستی نگریست، استفاده از کودهای حیوانی و نیروی کارگری شیوه صحیح و درستی در جهت افزایش پایداری نظام‌های تولیدی خواهد بود، به ویژه که این گیاه سبب افزایش درآمد اقتصادی کشاورز به عنوان یکی از اصول اولیه پایداری می‌شود.

است (Koochechi & Hosseini, 1994). با این تفاوت که بخش عمده‌ای از انرژی ورودی به این مزارع در آمریکا اصولاً به سوخت‌های فسیلی و ماشین‌آلات وابسته است ولی در زراعت زعفران ایران متعلق به کودهای حیوانی می‌باشد که این امر با کشاورزی پایدار هم‌سو می‌باشد. بدیهی است استفاده از ماشین‌آلات در تولید زعفران به دلیل استفاده از انرژی متراکم سوخت فسیلی سبب افت شدید کارایی انرژی تولید خواهد شد. چون زعفران خاص کشور ایران است و در مناطق دیگر دنیا به مقدار کم کشت می‌شود و هنوز هیچ مطالعه‌ای در رابطه با کارایی انرژی در زراعت زعفران انجام نگرفته است، بنابراین نمی‌توان مقایسه‌ای در این رابطه انجام داد. ولی با توجه به اینکه در مناطق مختلف خراسان، زعفران به روش‌های مختلف کشت و کار می‌شود، در آینده باید تحقیقات بیشتری در زمینه مقایسه نظام‌های مختلف تولیدی زعفران صورت گیرد.

راندمان انرژی به دست آمده در عمل بسیار پایین است، به ویژه زمانی که تنها بخش اقتصادی قابل فروش زعفران مدنظر قرار گیرد. این مساله عمدتاً به دلیل استفاده زیاد از کود دامی در سال اول است که میزان 91/16 درصد از کل انرژی ورودی در سال اول را به خود اختصاص داده است و پس از آن، کورم مصرفی، 4/37 درصد از کل انرژی را شامل می‌شود. در سال‌های دوم تا پنجم بیشترین انرژی مصرفی متعلق به کود اوره با 37/67 درصد است. کارایی پایین در زراعت زعفران تنها به دلیل بالا بودن انرژی مصرفی نیست، بلکه تا حدی به پایین بودن انرژی تولیدی هم بر می‌گردد.

منابع

- 1- Kafi, M., Hemmatikakhaki, A., and Karbasi, A.R. 2002. History, Economic importance, cultivated area, production and saffron usages, in: Kafi, M. (Eds), Saffron (*Crocus sativus* L.) Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. pp. 21-38 (In Persian).
- 2- Koochechi, A.R. 1994. Sustainable aspects of traditional land management in Iran, Proceedings of International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region. Italy, 4-8 September 1994: pp. 559-572.
- 3- Koochechi, A.R., and Hosseini, M. 1994. Energy efficiency on Agroecosystem. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 317p. (In Persian)
- 4- Mahdavi, M. 1999. Plant coefficient and saffron evapotranspiration on standard condition. MSc. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ of Mashhad, Iran. (In Persian)
- 5- Marini, M., Senhaji, F., and Pimentel, D. 2002. Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impact on sustainable agriculture in Morocco. Journal of Sustainable Agriculture 20: 5 - 27.
- 6- Pimentel, D., and Burgess M. 1980. Energy inputs in Corn production. In: Fluck, R. C. (Eds), Handbook of energy utilization in agriculture. CRC. Press. Inc. pp. 67 - 84.
- 7- Rahimizadeh, M., Madani, H., Rezadoust, S., Mehraban, A., and Marjani, A. 2007. Analysis of energy in agroecosystems and methods of increasing energy efficiency. In: The 6th National Energy Congress. 12-13 June, 2007. from http://Iranenergy.org.ir/sixth/new3/final_schedule.pdf
- 8- Rathke, G.W., and Diepenbrock, W. 2006. Energy balance of winter oil seed rape cropping as related to nitrogen supply and preceding crop. European Journal of Agronomy 24:35 - 44.
- 9- Rezadoust, S. 2001. Energy efficiency in agroecosystems. In: The 3th National Energy Congress, Iran. pp. 457 - 466.
- 10- Sabzevari, M. 1995. Saffron: the red gold of desert. Bank Keshavarzi Public, No. 46.



مقایسه تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

سید محمد کاظم تهامی زرنندی^{1*}، پرویز رضوانی مقدم² و محسن جهان³

تاریخ دریافت: 88/11/29

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

امروزه برای داشتن یک نظام کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که جنبه‌های اکولوژیکی نظام را بهبود بخشند و مخاطرات محیطی را کاهش دهند ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی و سه تکرار در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بر روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) انجام شد. تیمارها شامل تیمار شاهد (عدم کود دهی)، کود گاوی، کود گوسفندی، کود مرغی، ورمی کمپوست و کود شیمیایی بود. نتایج نشان دهنده برتری معنی دار کود آلی نسبت به شاهد و شیمیایی در بسیاری از صفات اندازه گیری شده بود. گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست ارتفاع بوته، عملکرد برگ، عملکرد تر و خشک اندامهای هوایی بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند. از لحاظ درصد اسانس برگ تفاوت معنی داری بین تیمارها ملاحظه نشد. تیمار کود گاوی از لحاظ عملکرد اسانس برگ دارای بیشترین مقدار بود. در بین چین‌ها، بیشترین عملکرد برگ و عملکرد تر و خشک اندامهای هوایی در چین سوم مشاهده شد. بیشترین مقدار درصد اسانس برگ در چین اول و بیشترین عملکرد اسانس برگ در چین سوم که دارای بیشترین عملکرد برگ، بدست آمد. نتایج نشان داد که کود شیمیایی از نظر تأثیر بر تمام صفات اندازه‌گیری شده، به جز شاخص سطح سبز و وزن تر و خشک برگ در بوته، تفاوت معنی داری با شاهد نداشت.

واژه‌های کلیدی: نظام کم نهاده، کود گاوی، کود گوسفندی، گیاه دارویی، ورمی کمپوست

مقدمه

موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost & Bhat, 1998). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری نظام‌های کشاورزی در درازمدت را نیز به دنبال داشته باشد (Murty & Ladha, 1988).

مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شوند و به سبب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مثل pH، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و میزان دسترسی به مواد غذایی، باعث افزایش باروری خاک می‌شوند (Renato et al., 2003). کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست در دنیا بطور موفقیت آمیزی در محصولات کشاورزی متعددی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با عرضه این کودها، علاوه بر بهبود جنبه‌های غذایی، شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز ارتقا می‌یابد

در سال‌های اخیر اطمینان از تولید پایدار فراورده‌های غذایی سالم همراه با حفظ محیط زیست و توجه به مناسبات اجتماعی و اقتصادی موضوع قابل توجهی در علوم مختلف مانند کشاورزی، اکولوژی و محیط زیست بوده و مورد توجه روزافزون کشاورزان، پژوهشگران، دولتمردان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است (Neeson, 2004). مطالعات بلند مدت نشان می‌دهند که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش به علت اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای NPK می‌باشد (Adediran et al., 2004). در بسیاری

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اکولوژی، استاد و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(E-mail : s.m.k.tahami@gmail.com

*) - نویسنده مسئول:

(Robin et al., 2001).

گونه‌ای از کرم‌های خاکی که به کرم زباله نیز معروف هستند، پس از هضم ضایعات آلی از قبیل لجن فاضلاب و کود دامی آن‌ها را به مواد مفید برای رشد گیاهان تبدیل می‌کنند که به فراورده نهایی حاصل از فعالیت آنها ورمی‌کمپوست می‌گویند (Gunadi et al., 2002). برخی مطالعات نشان داده‌اند که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، تأمین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی که اثرات مفید بر جوانه‌زنی بذر دارند، می‌تواند رشد و نمو گیاهان و بویژه گیاهان زینتی را بهبود بخشد (Tomati et al., 1988). ورمی‌کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (نظیر قارچ‌های میکروبی و باکتری‌های موجود در ریزوسفر نظیر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Arancon et al., 2004). استفاده از ورمی‌کمپوست در سبزیجات نشایی، موجب افزایش رشد این گیاهان شد (Bachman & Metzger, 1998). افزایش 40 درصدی سطح برگ و وزن خشک گوجه‌فرنگی و بهبود خصوصیات رشد گیاهان زینتی، تحت تاثیر افزودن 20 % حجمی ورمی‌کمپوست به بستر کشت آنها گزارش شده است (Scott, 1988).

کود دامی یکی دیگر از منابع کود آلی است که استفاده از آن در نظام‌های مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. مصدقی و همکاران (Mosaddeghi et al., 2000) اعلام کردند که مصرف 5 تا 10 تن کود دامی در هکتار می‌تواند اثرات منفی ناشی از رفت و آمد ماشین‌آلات بر روی خاک را خنثی کند. به اثرات مثبت کودهای حیوانی بر باروری خاک (Kapkiyai et al., 1999)، افزایش ماده آلی خاک (Kaur et al., 2008)، رشد و نمو گیاه (Mhlontlo et al., 2007) و غنی‌سازی خاک (Mhlontlo et al., 2001) به کرات در منابع اشاره شده است. خاک‌هایی که کود حیوانی دریافت کرده‌اند میکروارگانیسم‌های خاک‌زی، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و نیتрат بیشتری نسبت به خاک‌هایی که با کودهای غیرآلی تغذیه شده‌اند دارند. البته کاربرد بیش از اندازه این کودها می‌تواند منجر به تجمع املاح اضافی در خاک شود. در آزمایشی روی کدو تنبل (*Cucurbita maxima* L.) کاربرد کودهای حاصل از گاو، بز و مرغ باعث افزایش زیست توده محصول نسبت به تیمارهای شاهد و کاربرد سطح کم کود شیمیایی شد، ضمن اینکه، با افزایش سطوح کودهای دامی، عملکرد ماده خشک نیز به صورت خطی افزایش پیدا کرد. همچنین کاربرد کودهای مذکور در نوعی تاجریزی (*Solanum* sp.) که یک نوع سبزی مهم در آفریقای جنوبی محسوب می‌شود، باعث افزایش

زیست توده محصول نسبت با کاربرد کودهای شیمیایی شد.

جنس *Ocimum* متعلق به تیره نعنا بوده که اکوتیپ‌های آن تنوع مورفولوژیکی زیادی دارند. این جنس حداقل 60 گونه و تعداد زیادی واریته را شامل می‌شود (Khalid et al., 2006). در بین گونه‌های این جنس، گونه *Ocimum basilicum* L. اقتصادی‌ترین گونه محسوب شده و تقریباً در تمام مناطق گرم و معتدل کشت و کار می‌شود. ریحان به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و سبزی تازه استفاده می‌شود. برگ‌های معطر این گیاه به صورت تازه یا خشک شده به عنوان چاشنی و طعم دهنده غذاها، شیرینی‌جات و نوشابه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. ریحان در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده است. مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه اشتهاآور است و برای درمان نفخ و تقویت دستگاه گوارش استفاده می‌شود. از این گیاه برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین برای مداوای بزرگی طحال می‌توان استفاده کرد در طب سنتی از این گیاه به عنوان خلط‌آور، مدر، ضد نفخ، جهت تسکین درد معده و محرک استفاده می‌شود. همچنین ریحان خاصیت حشره کشی، دورکننده پشه، ساس، مار و عقرب دارد (Marrotti et al, 1996; Omidbaigi, 1997). این گیاه همانند سایر گیاهان خانواده نعناع حاوی اسانس است. ریحان دارای خاصیت ضد قارچی و باکتریایی بوده و کنترل‌کننده حشرات است و در صنایع غذایی، عطرسازی و آرایشی کاربرد دارد (Khalid et al., 2006; Omidbaigi, 1997). مقدار اسانس گیاه ریحان با توجه به شرایط محیطی، بین 0/5 تا 1/5 درصد متغیر است. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس نیز با توجه به شرایط متفاوت است. اسانس ریحان از پیکر رویشی گیاه (برگ‌ها، سرشاخه‌ها و گل‌های تازه یا خشک شده) به دو روش تقطیر با آب یا تقطیر با بخار آب استخراج می‌شود و چون سبکتر از آب است جداسازی آن از مخلوط آب - اسانس به راحتی امکان‌پذیر است (Prakash, 1990; Simon et al., 1990). عملکرد ماده خشک ریحان تقریباً 1/2 تن در هکتار (Omidbaigi, 1997)، عملکرد ماده تر 8 تا 10 تن و بعضاً 12 تن در هکتار (Prakash, 1990) و عملکرد اسانس 8 تا 10 کیلوگرم در هکتار است (Omidbaigi, 1997).

با توجه به گرایش جهانی جهت تولید و تکثیر گیاهان دارویی در سیستم‌های کشاورزی پایدار و کم‌نهاد و همچنین کمبود مطالعات در رابطه با واکنش گیاه دارویی ریحان نسبت به منابع کودی مختلف، این طرح با هدف مقایسه اثر کود شیمیایی و انواع کودهای آلی که به‌عنوان جزء مهمی از کشاورزی پایدار می‌باشند، بر برخی صفات کمی و کیفی ریحان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی

توده بومی مشهد انتخاب شده بودند، در هر کرت به فاصله 6 سانتی متر روی ردیف و به عمق 2-1 سانتی متر در تاریخ 25 اردیبهشت 1388 کاشته شد آبیاری بلا فاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر 7 روز یکبار، بصورت جداگانه برای هر کرت و بوسیله لوله صورت گرفت. سبز شدن اولیه گیاه 7 روز پس از کاشت بود و تا 14 روز پس از کاشت بیش از 80% بوته‌های هر کرت سبز شدند. برای حصول تراکم مناسب، گیاهان در یک مرحله و پس از استقرار کامل در مرحله شش برگی تنک شدند. کنترل علف‌های هرز توسط وجین دستی در 3 نوبت انجام گرفت. طی فصل رشد، سه چین در مرحله رشدی یکسان و در زمان 5 تا 10 درصد گلدهی برداشت شد. قبل از هر چین 5 بوته از هر تیمار در هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و صفات و ویژگی‌هایی شامل وزن تر و خشک کل اندام‌های هوایی گیاه، وزن تر و خشک برگ و ساقه و گل به طور جداگانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، اندازه گیری شد. برای تعیین شاخص سطح سبز، سطح برگ، ساقه و گل گیاه توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ تعیین شد و مجموع سطح آنها به عنوان سطح سبز در نظر گرفته شد. برای محاسبه عملکرد نهایی اندام‌های هوایی در هر کرت، پس از حذف اثر حاشیه، در سطح باقیمانده برداشت انجام شد و عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه تعیین شد. 50 گرم برگ خشک شده از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد (هر نمونه ابتدا کمی خرد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و 600 میلی لیتر آب به آن اضافه و سپس به مدت 4 ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد) و در نهایت مقدار و درصد اسانس برگ ریحان تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد. با توجه به دارا بودن سه چین در طول آزمایش، اطلاعات با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه شد و در این راستا چین‌های مختلف به‌عنوان کرت‌های فرعی و تیمارهای کودی به‌عنوان کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار کودی مختلف و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل 1- تیمار شاهد (بدون مصرف کود)، 2- کود گاو (30 تن در هکتار)، 3- کود گوسفندی (20 تن در هکتار)، 4- کود مرغی (10 تن در هکتار)، 5- ورمی کمپوست (7 تن در هکتار)، 6- کود شیمیایی NPK (با مقادیر خالص ۷۵،۶۰،۶۰ کیلوگرم در هکتار) بود. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا 30 سانتی متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و به منظور تعیین میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد (جدول 1). همچنین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای دامی و ورمی کمپوست مورد استفاده تعیین شد (جدول 2). مبنای تعیین مقدار مورد نیاز از هر کدام از کودهای آلی جهت اضافه کردن به خاک درصد نیتروژن آنها بود.

بدین صورت که ابتدا با بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر ریحان در برخی منابع (Sifola & Daneshian et al., 2009; barbieri, 2006) سطح متوسط مقدار کود نیتروژن خالص لازم برای ریحان 110 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در این آزمایش با توجه به نیتروژن موجود در خاک (جدول 1)، و محاسبه درصد نیتروژن موجود در خاک زمین مورد کشت به روش فلاحی (Fallahi, 2009) مقدار نیتروژن داده شده به کرت‌ها 75 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. سپس براساس مقادیر نیتروژن موجود در خاک و انواع کودهای آلی و در نظر گرفتن مقادیر آزادسازی عناصر غذایی کودهای آلی (Fallahi, 2009) مقادیر مورد نیاز از هر کدام از کودها تعیین و به خاک اضافه شد. در هر کرت 6 ردیف کاشت به فاصله 50 سانتی متر از یکدیگر ایجاد شد. حدود یک ماه قبل از کاشت تیمارهای کودهای دامی و نیز ورمی کمپوست به مقادیر در نظر گرفته شده به کرت‌های مربوطه اضافه شد و بوسیله بیل دستی تا عمق 15 سانتی متری با خاک مخلوط شد. کودهای شیمیایی فسفر و پتاسیم، یک روز قبل از کاشت در سطح کرت‌های مورد نظر اعمال شد. کود شیمیایی نیتروژن نیز به صورت سرک در دو مرحله، نیمی در ابتدای کاشت، همزمان با کاربرد کودهای دیگر و نیمی دیگر پس از اولین چین به صورت سرک به خاک اضافه شد. بذور ریحان که از

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

بافت خاک	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	هدایت الکتریکی	
Soil texture	Nitrogen	Phosphate	Potash	pH	EC
		(ppm)			(dS/m)
لومی - سیلت	15.5	13.7	119	7.47	1.2
Loamy-silt					

جدول 2- درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم انواع کودهای آلی مورد استفاده
Table 2- Nitrogen, phosphorus and potassium percentage in different used manure

	نیتروژن (درصد) Nitrogen	فسفر (درصد) Phosphorus	پتاسیم (درصد) Potassium
	(%)		
کود گاوی Cow manure	0.28	0.07	0.2
کود مرغی Hen manure	0.95	1.22	1.03
کود گوسفندی Sheep manure	0.57	0.27	0.12
ورمی کمپوست Vermicompost	1.5	1.5	1.2

آلی ارتفاع بوته را نسبت به شاهد و تیمار کود شیمیایی افزایش دادند. تیمار ورمی کمپوست دارای بیشترین ارتفاع بوته و با دیگر تیمارها به جز تیمار کود گوسفندی اختلاف معنی‌داری داشت. کمترین ارتفاع بوته در گیاهان تحت تیمار کود شیمیایی و شاهد مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها بودند (جدول 3). اختلاف ارتفاع بوته در بین چین‌های مختلف معنی‌دار بود و چین سوم و چین اول به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ارتفاع بوته بودند (جدول 4). ارتفاع کمتر گیاهان در چین اول و افزایش ارتفاع طی چین‌های بعدی می‌تواند ناشی از آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی توسط کودهای آلی و تأثیر تدریجی آنها در افزایش رشد گیاه باشد. فاصله گرفتن از اوج گرمی هوا و مساعد شدن شرایط محیطی برای رشد گیاه به تدریج طی چین دوم و سوم از عوامل دیگر تأخیر در شروع رشد زایشی گیاه و افزایش رشد رویشی و ارتفاع گیاه می‌تواند باشد. یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، تیمارهای کود آلی، با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. در یک آزمایش مزرعه‌ای روی ریحان، کاربرد توأم کودهای نیتروژنه آلی و معدنی، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کودهای معدنی به تنهایی شد (Kandeel et al., 2002).

تعداد ساقه فرعی در بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کلیه تیمارها نسبت به شاهد، تعداد ساقه فرعی در بوته را افزایش دادند. تیمار کود گوسفندی سبب تولید بیشترین تعداد ساقه فرعی در بوته شد و به جز کود گاوی با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول 3). در بین چین‌ها نیز چین اول دارای میانگین تعداد ساقه فرعی در بوته بیشتری بود (جدول 4)، که این می‌تواند ناشی از وجود تنها یک ساقه اصلی در گیاهان چین اول و ایجاد چند ساقه اصلی در گیاه پس از برداشت چین اول باشد. با برداشت چین اول، گیاه برای رشد مجدد از بالای جوانه‌های باقی مانده در گیاه شروع به رشد کرده و هرکدام از ساقه‌های بوجود آمده

نتایج و بحث

وزن تر و خشک برگ در بوته و وزن تر و خشک کل اندام های هوایی بوته

نتایج نشان داد تیمارهای کود آلی از لحاظ وزن تر و خشک برگ در بوته نسبت به تیمار کود شیمیایی برتری داشتند. در بین کل تیمارها تیمار شاهد کمترین وزن تر و خشک برگ را داشت (جدول 3). در بین چین‌ها نیز وزن تر و خشک برگ در چین اول و سوم به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار بود (جدول 4).

از نظر وزن تر و خشک اندام‌های هوایی بوته تیمار کود گاوی دارای بیشترین مقدار بود، هرچند که اختلاف آن با دیگر تیمارهای کود آلی معنی‌دار نبود. وزن تر و خشک اندام‌های هوایی بوته در تمام تیمارهای کود آلی، به‌طور معنی‌داری برتر از تیمار کود شیمیایی و شاهد بود (جدول 3). در بین چین‌ها، چین سوم دارای بیشترین وزن تر و خشک بوته بود که با دو چین دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول 4).

به نظر می‌رسد کودهای دامی اکثر عناصر مورد نیاز گیاه را به نسبتی که جذب می‌کند، دارا هستند و با دارا بودن عناصر پر مصرف و به مقدار کمتری ریزمغذی‌ها، خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهند برد. نتایج مشابهی در رابطه با اثر مثبت کودهای دامی بر افزایش وزن خشک بوته گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L., Fallahi, 2009)، کاربرد کمپوست بر افزایش وزن خشک گیاه بادرنجوبه (*Melissa officinalis* L., Delate, 2000) و افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه فلفل با افزایش سطوح ورمی کمپوست (Arancon et al., 2004) گزارش شده است. کودهای آلی با ایجاد تغییرات مثبت بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، و تأمین به موقع عناصر مورد نیاز گیاه در طی فصل رشد، می‌توانند شرایط بهینه‌ای را برای افزایش وزن گیاه فراهم آورند.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین تیمارها حاکی از این بود که تمام تیمارهای کود

شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز بودند (جدول 4). تیمارهای کود آلی با قابلیت که در فراهم آوردن عناصر غذایی به خصوص نیتروژن دارند باعث افزایش رشد رویشی گیاه شدند و در نتیجه از طریق افزایش تعداد برگ‌های گیاه، باعث افزایش شاخص سطح برگ گیاه شدند. در تحقیقی دیگر، کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش سطح برگ گیاه ریحان شد که این موضوع، به افزایش تعداد برگ به ازای گیاه نسبت داده شد (Sifola & Barbieri, 2006). از آنجا که افزایش رشد اندام‌های رویشی گیاه منجر به بیشتر شدن سطح سبز گیاه می‌شود، هر چه بستر گیاه برای رشد مناسب‌تر باشد شاخص سطح سبز نیز در گیاه ریحان افزایش پیدا خواهد کرد.

عملکرد تر و خشک کل اندام‌های هوایی و عملکرد خشک برگ
عملکرد تر (جدول 3) و عملکرد خشک (شکل 1) کل اندام‌های هوایی در تیمار ورمی کمپوست بیشترین و در شاهد کمترین مقادیر را داشتند، عدم تفاوت معنی‌دار تیمار کود شیمیایی با شاهد در رابطه با عملکرد تر و خشک گیاه، از نکات حائز اهمیت بود. عدم تأثیر قابل ملاحظه کود شیمیایی بر عملکرد گیاه را می‌توان به این موضوع نسبت داد که، نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی بیشتر در معرض تصعید و آبشویی قرار دارد و امکان اینکه از دسترس گیاه خارج شود، بیشتر است. نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی به صورت معدنی است و در محیطی مناسب در معرض فرایند نیترات‌سازی قرار می‌گیرد و به اعماق پایین‌تر خاک انتقال می‌یابد در حالی که این واکنش در تیمارهای کود دامی آهسته‌تر صورت می‌گیرد (Kolata et al., 1992). همچنین برخلاف کودهای آلی، کود شیمیایی هیچ تأثیر مثبتی بر وزن مخصوص ظاهری خاک و کاهش اسیدیته خاک نمی‌گذارد. از نظر عملکرد خشک برگ (شکل 1)، تیمارهای ورمی کمپوست، کود مرغی، و کود گاوی به ترتیب دارای بیشترین مقدار بودند و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشتند. عملکرد خشک برگ و عملکرد تر و خشک کل اندام‌های رویشی، از چین اول تا سوم به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول 4 و شکل 2) که این موضوع می‌تواند ناشی از آزاد شدن تدریجی عناصر از کودهای آلی باشد. دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت، از جمله دلایلی است که برای افزایش عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود ورمی کمپوست گزارش شده است (Bachman & Metzger, 2008). در آزمایشی سطوح مختلف ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی شد (Azizi et al., 2008).

به عنوان ساقه اصلی است که تولید تعداد کمتری ساقه فرعی نسبت به تک ساقه اصلی موجود در چین اول می‌کند. در شرایط یکسان محیطی فراهم آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شود. در آزمایشی مصرف 30 تن در هکتار کود دامی باعث افزایش شاخه-های فرعی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) شد (Jahan & Koocheki, 2004).

درصد برگ، درصد ساقه و نسبت برگ به ساقه

نتایج حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از لحاظ درصد برگ، درصد ساقه و نسبت برگ به ساقه بود (جدول 3). در بین چین‌ها نیز درصد برگ اختلاف معنی‌داری نداشت اما درصد ساقه در چین سوم به طور معنی‌داری کمتر از دو چین دیگر بود. نسبت برگ به ساقه نیز در چین سوم برتر از دو چین دیگر بود (جدول 4). افزایش نسبت برگ به ساقه در چین سوم می‌تواند ناشی از رشد بیشتر گیاه و تمایل گیاه به سمت تولید برگ بیشتر نسبت به ساقه باشد. دلیل دیگر افزایش نسبت برگ به ساقه در چین سوم می‌تواند ناشی از تعدد ساقه‌های اصلی در گیاه در اثر چین‌برداری و تولید برگ بیشتر توسط این ساقه‌ها نسبت به تولید ساقه فرعی باشد. در تحقیقی دیگر، نسبت برگ به ساقه در ارقام یونجه (*Medicago sativa* L.) در چین سوم افزایش یافت که محقق مربوطه دلیل آنرا افزایش تعداد برگ‌ها و ساقه‌ها در اثر چین‌برداری متعدد دانست (Zamanian, 2003). با توجه به نتایج بدست آمده، اگرچه تیمارهای کود آلی مختلف، رشد برگ و ساقه گیاه را به طور همزمان افزایش داده‌اند ولی این تیمارها نتوانسته‌اند تغییری در الگوی تخصیص مواد و عناصر غذایی در گیاه بوجود آورند، لذا درصد برگ، درصد ساقه و نیز نسبت برگ به ساقه در بین تیمارها تغییر چندانی نداشت. گزارش شده است، کودهای مختلف آلی و بیولوژیک تأثیری بر درصد برگ و ساقه و نیز نسبت برگ به ساقه در گیاه سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) نداشتند (Saeidnejad, 2009). از آنجا که برگ گیاه ریحان در مقایسه با سایر بخش‌های آن حاوی بیشترین مقدار اسانس است و بیشترین مصرف را نسبت به دیگر اجزای گیاه دارد، لذا می‌توان گفت چین سوم که بیشترین نسبت برگ به ساقه و همچنین عملکرد را دارا بود، بهترین چین نیز بود.

شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز

از نظر شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز، تیمارهای کود آلی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی و شاهد این اختلاف معنی‌دار بود. کمترین مقدار شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول 3). در بین چین‌ها، چین دوم و اول دارای بیشترین و کمترین

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات اندازه گیری شده ریحان تحت تأثیر تیمارهای کودی مختلف تیمارهای مختلف طی نمونه برداری قبل از هر چین
Table 3- Means comparison of some measured characters of basil affected by different manures

ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه فرعی در بوته No. of branches per plant	وزن تر برگ در بوته Fresh leaf weight per plant (g)	وزن تر بوته Plant fresh weight (g)	وزن خشک برگ در بوته Dry leaf weight per plant (g)	وزن خشک بوته Plant dry weight (g)	شاخص سطح برگ Leaf area index	شاخص سبز Green area index	برگ Leaf (%)	ساقه Stem (%)	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem (%)	عملکرد تر کل اندامهای هوایی گیاه Fresh yield of above ground matter (kg ha ⁻¹)	اسانس Essen tial oil (%)
کود گاوی Cow manure	35b	12ab	25.19a	43.61a	7.18a	2.09a	2.16a	57.53a	36.56a	1.56a	10993.6ab	1.08a
کود گوسفندی Sheep manure	39ab	14a	23.34a	39.72ab	6.82a	1.91a	2.05a	58.08a	36.74a	1.69a	8875.2c	0.864a
کود مرغی Hen manure	35b	12bc	19.57b	34.23b	3.48a	1.83a	1.97ab	59.84a	35.13a	1.69a	9603.3bc	0.971a
ورمی کمپوست Vermicompost	41a	12bc	23.53a	42.60ab	3.92a	2.01a	2.17a	57.21a	35.14a	1.73a	11971.7a	0.831a
کود دامپاشی NPK	28c	11bc	14.39c	22.76c	2.69b	1.25b	1.45b	61.30a	33.96a	1.86a	6648.7d	1.12a
شاهد Control	26c	11c	10.09d	15.92c	1.59c	0.766b	0.831c	57.57a	34.36a	1.92a	5231.5d	1.13a

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
* Means in each column, following the same letter (s) are not significantly different at the 5% level of probability.

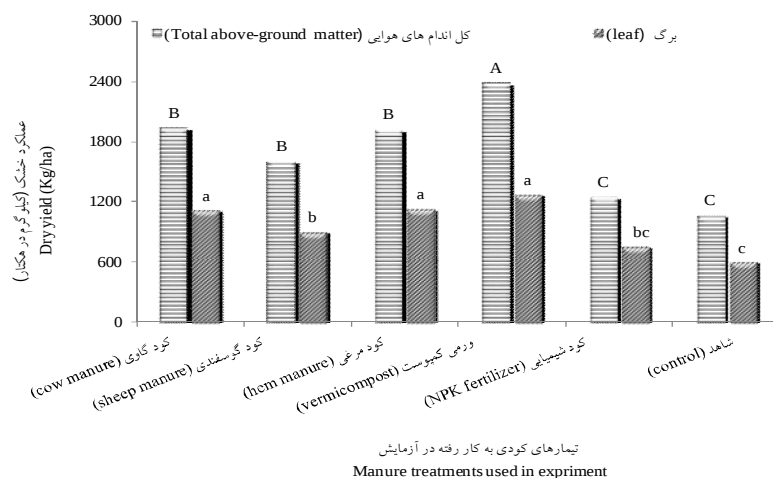
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده ریحان بین چین های مختلف

Table 4- Means comparison of some measured characters in basil among different cuts

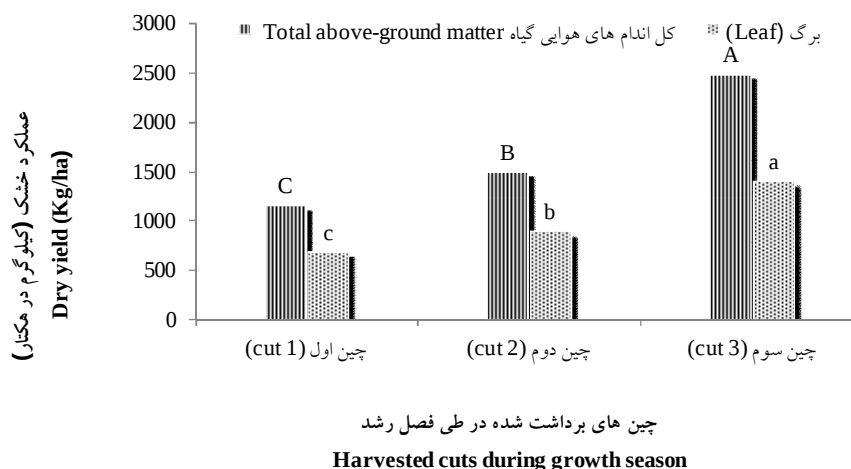
	تعداد ساقه		وزن تر برگ		وزن خشک		وزن خشک		شاخص		شاخص		شاخص		نسبت		عملکرد تر کل
	ارتفاع بوته Plant height (cm)	فرعی در بوته No. of branches per plant	وزن تر بوته Fresh leaf weight per plant (g)	وزن تر بوته Plant fresh weight (g)	وزن بوته در بوته Dry leaf weight per plant (g)	وزن بوته Plant dry weight (g)	سطح برگ Leaf area index	سطح سبز Green area index	برگ (%) Leaf (%)	ساقه (%) Stem (%)	برگ به ساقه Leaf/stem	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem	ساقه (%) Stem (%)	شاخص Green area index	برگ (%) Leaf (%)	ساقه (%) Stem (%)	
چین اول First cut	27c	14a	13.31c	22.96c	2.39b	4.05b	0.66c	0.718c	60.39a	35.72a	1.73ab	1.73ab	35.72a	0.718c	60.39a	35.72a	27.23c
چین دوم Second cut	33b	11c	17.20b	29.14b	2.86b	4.82b	2.46a	2.58a	58.97a	38.39a	1.63b	1.63b	38.39a	2.58a	58.97a	38.39a	33.10b
چین سوم Third cut	43a	12b	28.74a	49.26a	4.78a	8.72a	1.78b	2.01b	56.01a	31.06b	1.89a	1.89a	31.06b	2.01b	56.01a	31.06b	43.23a

* در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.

* Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability



شکل 1- تغییرات عملکرد خشک برگ و کل اندام‌های هوایی ریحان در نتیجه کاربرد کودهای مختلف
 Fig 1- Variation in leaf and total above-ground dry yields of basil affected by different fertilizers
 * میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر جزء، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
 * Means in each component, followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.



شکل 2- تغییرات عملکرد خشک برگ و کل اندام‌های هوایی در چین‌های مختلف
 Fig 2- Leaf and total above-ground dry matter yield of basil in different cuts
 * میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر چین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
 * Means in each cut, followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

اسانس در تیمار کود ورمی کمپوست مشاهده شد که دارای بیشترین عملکرد برگ بود. همانگونه که در شکل 3 مشاهده می‌شود بین عملکرد برگ و درصد اسانس یک رابطه عکس وجود دارد. نتایج مشابهی در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) گزارش شده

درصد اسانس

از لحاظ درصد اسانس تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول 3)، اما بین چین‌ها اختلاف معنی‌دار بود (شکل 4). در بین تیمارها بیشترین درصد اسانس در تیمار شاهد و کمترین درصد

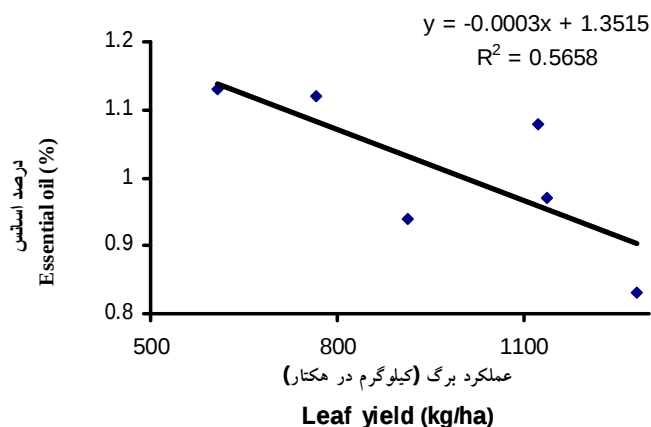
غیر معنی دار)، دارای بیشترین عملکرد اسانس نیز بود. تیمار شاهد که بیشترین درصد اسانس را دارا بود، از نظر عملکرد اسانس، کمترین مقدار بود، که این موضوع ناشی از عملکرد پایین برگ آن بود (شکل 5). علیرغم کمتر بودن درصد اسانس چین سوم نسبت به دو چین دیگر، این چین با تولید عملکرد برگ بیشتر دارای بیشترین عملکرد اسانس شد و درصد کمتر اسانس در آن از این طریق جبران شد (شکل 6).

کودهای آلی با اثرات مطلوبی که پیش تر ذکر شد هم باعث افزایش عملکرد گیاه شدند و هم درصد اسانس قابل قبولی تولید کردند، و بدین شکل عملکرد اسانس را تا حد مطلوبی بالا بردند. در تحقیقی دیگر، ریحان کشت شده تحت شرایط ارگانیک دارای عملکرد اسانس بیش از دو برابر نسبت به ریحان تغذیه شده با کودهای شیمیایی رایج بود (Khalid et al., 2006). گزارش مشابه دیگری (Kandeel et al., 2002)، حاکی از افزایش عملکرد اسانس ریحان در سیستم تولیدی مبتنی بر استفاده تلفیقی از کودهای نیتروژنه آلی و معدنی بود. سیفولا و باربیری (Sifola & Barbieri, 2006) گزارش کردند که سطوح مختلف نیتروژن، عملکرد اسانس ریحان را افزایش داد، نامبردگان اثر مثبت نیتروژن، بر عملکرد گیاه و درصد اسانس را دلیل این امر دانستند. در تحقیقی دیگر مقدار اسانس و نیز مقدار ترکیبات ضروری گیاه دارویی بابونه، در شرایط کشت ارگانیک به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (Vildova et al., 2006). مرادی (Moradi, 2009) در آزمایش خود بر روی رازیانه مشاهده کرد که بیشترین عملکرد اسانس از کاربرد تلفیقی کودهای کمپوست و ورمی کمپوست حاصل شد.

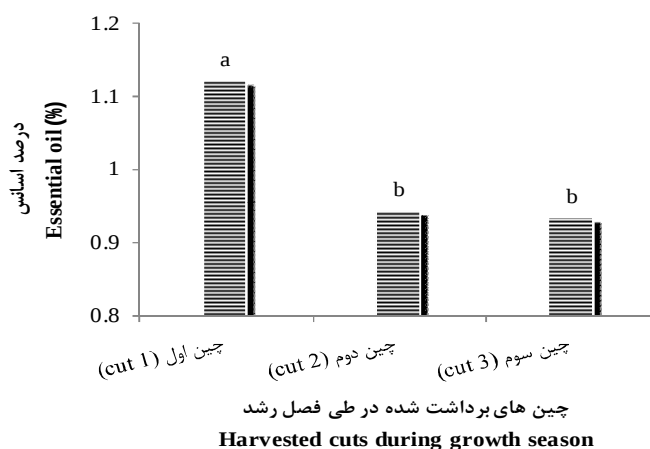
است (Moradi, 2009). در بین چین ها، چین اول با بیشترین درصد اسانس با دو چین دیگر تفاوت معنی داری داشت. وجود بیشترین درصد اسانس در چین اول و تیمار شاهد (بدون اختلاط معنی دار با دیگر تیمارها) و کمترین درصد اسانس در تیمار ورمی کمپوست و چین سوم که دارای بیشترین عملکرد بودند، می تواند مربوط به موضوع افزایش متابولیت های ثانویه در شرایط نامساعد محیطی و کمبود عناصر غذایی باشد، زیرا تیمارهای کود آلی با قابلیت نگهداری بیشتر آب در خاک، و فراهم آوردن عناصر غذایی بستر مناسبتری را برای رشد گیاه فراهم می آورند. جهان (Jahan, 2004) و فلاحی (Fallahi, 2009) با بررسی کودهای آلی بر روی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L) و مرادی (Moradi, 2009) در بررسی خود در گیاه رازیانه نتایج مشابهی را گزارش کردند. گرمتر بودن هوا و تابش شدیدتر نور خورشید در طی رشد گیاهان در چین اول می تواند از عوامل تأثیر گذار دیگر بر افزایش درصد اسانس در این چین باشد. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن (Daneshian et al., 2009) و نیز ترکیب کودهای نیتروژنه آلی و معدنی (Kandeel et al., 2002) باعث افزایش درصد اسانس ریحان شدند.

عملکرد اسانس برگ ریحان

نتایج نشان داد تفاوت بین تیمارها از لحاظ عملکرد اسانس معنی دار بود (شکل 5)، با توجه به اینکه در این آزمایش اسانس گیری از برگ گیاه انجام شده، عملکرد اسانس برآیند عملکرد برگ و درصد اسانس است، لذا کود گاوی که هم از لحاظ درصد اسانس و هم از لحاظ عملکرد برگ بیشتر از تیمارهای دیگر بود (هر چند به صورت



شکل 3- رابطه ی بین عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار) و درصد اسانس ریحان
Fig 3- Relationship between leaf yield (kg.ha⁻¹) and essential oil percentage in basil



شکل 4- تغییرات درصد اسانس طی چین‌های مختلف ریحان
Fig 4- Essential oil percentage variations in different cuts of basil

* میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

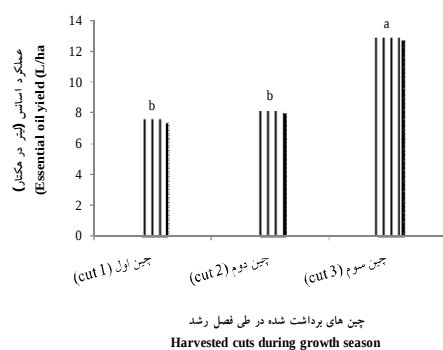
برای تولید سالم و پایدار این گونه محصولات می‌باشد.

نتیجه‌گیری

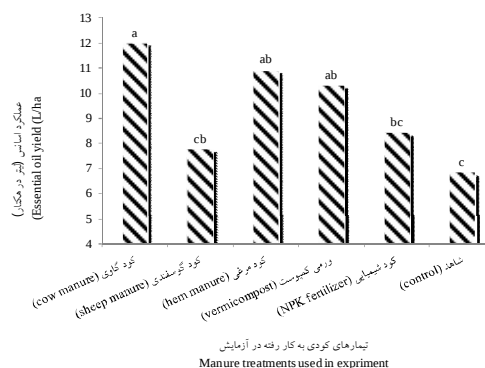
نتایج آزمایش حاکی از برتری کودهای آلی نسبت به کود شیمیایی، و نیز پاسخ مثبت ریحان نسبت به مصرف کود می‌باشد. عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فراورده‌های آنها، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آنها است، بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی ریحان به کاربرد کودهای آلی، به نظر می‌آید که به کارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز نداشتن عواقب سوء زیست محیطی، روش مناسبی

قدردانی

بدینوسیله از پرسنل زحمتکش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و مسئولین آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه و آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی که در طول انجام مراحل این آزمایش نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی می‌شود.



شکل 6- تغییرات عملکرد اسانس طی چین‌های مختلف
Fig 6- Essential oil yield of basil in different cuttings



شکل 5- تغییرات عملکرد اسانس ریحان تحت تاثیر کاربرد کودهای مختلف
Fig 5- Essential oil yield of basil affected by different fertilizer

* میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر شکل، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means in each shape, followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

- 1- Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition* 27: 1163-1181.
- 2- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1.Effects on growth and yields. *Bioresource Technology* 93: 145-153
- 3- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *Plant Biology and Pathology* 327(7): 639-648.
- 4- Azeez. J.O., A.B. Van Averbek, W., and Okorogbona, A.O.M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. *Bioresource Technology* 101: 2499-2505
- 5- Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A., and Neamati, H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of german chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) C.V. Goral. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 24(1): 82-93. (In Persian with English Summary)
- 6- Bachman, G.R., and Metzger, J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology* 99: 3155-3161.
- 7- Bachman, G.R., and Metzger, J. D. 1998. The use of vermicompost as a media amendment. *Pedo Biologia* 32: 419-423.
- 8- Daneshian, A., Gurbuz, B., Cosge, B., and Ipek, A. 2009. Chemical components of essential oils from Basil (*Ocimum basilicum* L.) grown a different nitrogen levels. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 3(3): 08-12.
- 9- Delate, K. 2000. Heenah mahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA
- 10- Fallahi, J. 2009. Effects of biofertilizers and chemical fertilizers on quantity and quality characterize of Chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) as a medicinal plant. M.Sci. Thesis Fac. Agric. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 11- Ghost, B.C., and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. *Environment and Pollution* 102: 123- 126.
- 12- Gunadi, B., Edwards, C.A., and Blount, C. 2002. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (savigny) in cattle and pig manure solids. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 19-24.
- 13- Jahan, M., and Koocheki, A. 2004. Effect of organic production of german chamomile (*Maricaria chamomilla* L.) on its chemical composition. *Pajouhesh & Sazandegi* 61: 87-95. (In Persian with English Summary)
- 14- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annual Agricultural Science Cairo* 1: 351-371. (In Arabic with English Summary)
- 15- Kapkiyai, J.J., Karanja, N.K., Qureshi, J.N., Smithson, P.C., and Woome, P.L. 1999. Soil organic matter and nutrient dynamics in a Kenyan nitisol under long-term fertilizer and organic input management. *Soil Biol.ogy and Biochemistry* 31:1773-1782.
- 16- Kaur, T., Brar, B.S., and Dhillon, N.S. 2008. Soil organic matter dynamics as affected by long term use of organic and inorganic fertilizers under maize – wheat cropping system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81: 59-69.
- 17- Khalid. A. Kh, Hendawy, S.F., and El-Gezawy, E. 2006. *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(1): 25-32.
- 18- Kolata, E., Beresniiewicz, A., Krezel, J., Nowosielski, L., and Slow, O. 1992. Slow release fertilizers on organic carriers as the source of N for vegetable crops production in the open field. *Acta- Horticulturae* 339: 241-249.
- 19- Maerere, A.P., Kimbi, G.G., and Nonga, D.L.M. 2001. Comparative effectiveness of animal manures on soil chemical properties, yield and root growth of amaranthus (*Amaranthus cruentus* L). *African Journal of Food Science and Technology* 1(4): 14-21.
- 20- Marrotti, M., Piccaglia, R., and Giovanelli, E. 1996. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3926-3929.
- 21- Mhlontlo, S., Muchaonyerwa, P., and Mnkeni, P.N.S. 2007. Effects of sheep kraal manure on growth, dry matter yield and leaf nutrient composition of a local amaranthus accession in the central region of the Eastern Cape Province, South Africa. *Water SA*, 33(3): 363-368.
- 22- Moradi, R. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and

- essential oil of (*Foeniculum vulgare* Mill) Fennel. M.Sc. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 23- Mosaddghi, M.R., Hajabbasi, M.A., Hemmat, A, and Afyni, M. 2000. Soil compactibility as affect by soil moisture content and farmyard manure in central Iran. *Soil Tillage Research* 55: 87-97.
 - 24- Murty, M.G., and Ladha, J.K. 1988 .Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil* 108: 281–285.
 - 25- Neeson, R. 2004. Organic Orocessing Tomato Production. Agfact H8. 3.6, First edition.
 - 26- Omidbaigi, R. 1997. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants. Vol two. Tarrahan e Nashr Publication. Tehran, Iran. (In Persian).
 - 27- Prakash V. 1990. Leafy spices. CRC Press, 114P.
 - 28- Renato, Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicopmpost and cattle manure. *Bioresource Technology* 60: 59-63
 - 29- Robin, A., Szmidt, R.A.K., and Dickson, W. 2001. Use of Compost in Agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland. Pp, 324- 336.
 - 30- Saeidnejad, A.H. 2009. Evaluation the effect of organic fertilizers, biofertilizers and chemical fertilizer on morphological properties, yield, yield components and qualitative properties of forage sorghum (*Sorghum bicolor*). MSc Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
 - 31- Scott, M. A. 1988. The use of worm -digested animal wastes as a supplement to peat in leas composts for hardy nursery stocks. pp. 221-229. In: Edwards, C.A., and Neuhayser, E. (eds.) *Earthworm in Waste and Environmental Management*. SPB Academic Press, Netherlands.
 - 32- Sifola, M.I., and Barbieri, G. 2006. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae* 108: 408–413.
 - 33- Simon, J.E, and Quinn, J., Murray, R.G. 1990. Basil: A Source of Essential Oils. In: Janick J and Simon JE (Eds). *Advances in New Crops*. Timber Press. Portland, Oregon, pp, 484-489.
 - 34- Tomati, U., Grappelli, A., and Galli, E. 1988. The hormone - like effect of earth worm casts on plant growth. *Biology and Fertility of Soils* 5: 288- 294.
 - 35- Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, and Orsak, P.M. 2006. Quality Characterization of Chamomile (*Matricaria recutita* L.) in Organic and Traditional Agricultures. International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Presov, pp. 81-82.
 - 36- Yazdani, R. 2009. Investigating the effects of seed priming using *Azotobacter*, manure, organic and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Milk Thistle (*Silybum marianum*). MSc Thesis Fac. Agric. Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
 - 37- Zamanian, M. 2003. Quantitative and qualitative evaluation of alfalfa cultivars forage yield in different cuts. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 10(1): 73-82.



ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد

محمد گلباشی^{1*}، محسن ابراهیمی²، سعید خاوری خراسانی³، رجب چوکان⁴ و مهدی ضرابی¹

تاریخ دریافت: 88/11/29

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

بمنظور مقایسه خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد 34 رقم ذرت (*Zea mays* L.) هیبرید، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی دار ($p \leq 0/01$) وجود دارد. هیبرید تجاری سینگل کراس 500 دارای بیشترین عملکرد دانه می باشد. بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد عملکرد دانه بالاترین همبستگی مثبت را با صفت قطر بلال و پس از آن با صفت عمق دانه داشت. به منظور بررسی و تعیین روابط علت و معلولی صفات وارد شده به مدل رگرسیونی با یکدیگر و با عملکرد بوته، تجزیه مسیر انجام و تعیین شد که بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به تعداد بلال در بوته می باشد. همچنین مشخص شد هرچند که تعداد دانه در ردیف بلال جزئی از عملکرد دانه در ذرت محسوب می شود، لیکن دارای کمترین اثر مستقیم بر عملکرد نسبت به سایر صفات می باشد. تجزیه به مولفه‌های اصلی موجب استخراج 7 مولفه شد که جمعاً 85 درصد تغییرات را شامل می شدند. جهت انجام تجزیه به عامل‌ها از چرخش متعامد و ریماکس استفاده شد و با توجه به ماهیت صفات قرار گرفته در این عامل‌ها، عامل اول و دوم به ترتیب خصوصیات بلال و عملکرد دانه نامگذاری شدند. تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA هیبریدهای مورد مطالعه را به پنج گروه مجزا تقسیم بندی نمود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، تجزیه‌های چند متغیره، چرخش و ریماکس، همبستگی ساده

مقدمه

به تأخیر اندازد (Rosielli & Hamblin, 1981). هالور (Hallauer, 1978) اعلام می‌نماید که ژرم پلاسمهای مناطق گرمسیر به عنوان یک منبع ممکن است در افزایش عملکرد و مقاومت به بیماری در برنامه‌های به نژادی ذرت مناطق معتدله مفید باشد. این مسئله بعلت حساسیت به طول روز مورد بهره‌برداری زیادی قرار نگرفته است. چاپمن و همکاران (Chapman et al., 1997) و سکارل (Ceccarelli, 1990) در بررسی چندین جمعیت گرمسیری ذرت در 10 محیط دریافتند که در تجزیه واریانس 79/9 درصد مجموع مربعات کل توسط محیط ایجاد شده است و از مقدار باقیمانده سهم اثر متقابل ژنوتیپ x محیط سه برابر مجموع مربعات فقط ژنوتیپ می باشد. پایداری یک محصول در واقع توانایی آن جهت بقاء در محیطی خاص می باشد. گیاه بایستی قادر باشد سرما، گرما، کمبود آب، تغییرات طول روز، شدت نور و دامنه وسیعی از شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک را تحمل نماید. این سازگاری در واقع توسط ژن‌های اصلی و فرعی پیچیده کنترل می‌شود (Hawtin et al., 1996).

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی C_4 است و در جهان سومین غله مهم غذایی بعد از گندم و برنج می باشد و غذای اصلی میلیون‌ها انسان است. ذرت از جمله گیاهان زراعی مهم در ایران به شمار می رود که در سطح 260000 هزار هکتار از اراضی ایران کاشته می شود. پیش بینی می شود که تا سال 2020 تقاضا برای ذرت 45 درصد افزایش یابد. به‌نژادگران ذرت علاقمند به دستیابی به ژنوتیپ‌هایی هستند که از لحاظ صفت عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب باشند. برای رسیدن به این هدف، به‌نژادگر می تواند در نسل‌های اولیه دست به انتخاب بزند و یا انتخاب را تا رسیدن ژنوتیپ به نسل‌های پیشرفته

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استادیار گروه امور زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج.

(mgolbashy@ut.ac.ir-E-mail:

*) نویسنده مسئول:

از دیگر مسائل مهم در بررسی هیبریدها بویژه هیبریدهای خارجی، مسئله پایداری ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است. اثر متقابل GE می‌تواند باعث مشکلاتی در انتخاب ژنوتیپها در محیط‌های مختلف مورد مطالعه گردد. این امر باعث کاهش همبستگی بین فنوتیپ و ژنوتیپ می‌باشد، و این مسئله مورد توجه اصلاح‌کنندگان نبات می‌باشد. ولی در هر حال افزایش پایه ژنتیکی ژرم پلاسماهای مورد استفاده در برنامه‌های به‌نژادی با استفاده از ژرم پلاسماهای خارجی بطور وسیعی مورد تاکید قرار گرفته است. در این بین مشکلات سازگار نبودن و همچنین مطلوب نبودن صفات زراعی ژرم پلاسماهای غیربومی وجود دارد (Perez-VelaSquez et al., 1995).

عملکرد، صفتی کمی بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. هم‌چنین وراثت پذیری این صفت به دلیل اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط پایین بوده و بنابراین انتخاب بر اساس عملکرد در جهت بهبود آن مفید نمی‌باشد (Richards, 1996) و به‌ویژه در نسل‌های اولیه که تعداد ژنوتیپها زیاد بوده و ارزیابی بر اساس ردیف‌های کشت ژنوتیپها بدون تکرار صورت می‌گیرد بازده ژنتیکی مطلوبی ندارد (Keim & Kronstad, 1981). صفات مورفولوژیکی به‌سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و توارث پذیری نسبتاً بالایی دارند. پس انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال‌جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می‌باشد (Yap & Harvey, 1972). تجزیه ضرایب همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند (Agrama, 1996). با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم‌تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند مورد بررسی قرار داد (Agrama, 1996). در مطالعه‌ای بر روی ارقام گندم نان مشاهده شد که صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در هر گیاه و طول سنبله، اجزاء مهم عملکرد بوده و انتخاب بر اساس آن‌ها می‌تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد (Dawari & Luthra, 1991). این تحقیق به منظور ارزیابی و مقایسه تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای در شرایط آبیاری متداول و با اهداف، بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن، بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی، دستیابی به الگوی مناسب جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد 28 رقم هیبرید جدید مقاوم به گرما (بدست آمده از جمعیت‌های آزاد‌گرده افشان ذرت سیمیت در شرایط استان خوزستان) به

همراه شش رقم تجاری و امید بخش (به نام‌های دابل کراس 370، سینگل کراس 250، 302، 400، 500 و 704) به عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق واقع در 6 کیلومتری شرق مشهد مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. این ایستگاه در عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول شرقی 59 درجه و 38 دقیقه شرقی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا 985 متر می‌باشد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن 286 میلیمتر بوده و بارندگی‌ها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان صورت می‌گیرد. آب و هوای آن بر اساس روش آمبرژه خشک و سرد است. بذر هر یک از ارقام هیبرید در دو خط 3 متری با تراکم 75000 بوته در هکتار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت گردید. در هر کپه 3 بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به یک بوته تقلیل یافت. کاشت بذور در 20 خرداد ماه 1388 انجام شد. مراقبت‌های زراعی شامل کوددهی (بر اساس آزمون خاک) و مبارزه با علف‌های هرز در زمان‌های مقتضی انجام شد. شایان ذکر است که زمان آبیاری بر اساس نمونه‌گیری از خاک و بر مبنای 50 درصد تخلیه مجاز رطوبتی از خاک (که براساس سند ملی آب کشور، زمان مناسب آبیاری ذرت در مرحله 50 درصد تخلیه رطوبتی از خاک از نقطه ظرفیت زراعی تا پژمردگی دائم می‌باشد)، تعیین و انجام شد. در طی فصل رشد خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی ارقام اندازه‌گیری شد و سپس تاریخ‌گرده افشانی و ظهور کاکل، فاصله پس از گرده افشانی و ظهور کاکل¹ (ASI) بر مبنای حداقل 50 درصد بروز صفت در هر کرت آزمایشی ثبت شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول تاسل، قطر ساقه، تعداد کل برگ، تعداد برگ بالای بلال، تعداد بلال در بوته، درصد دانه و عمق دانه بودند که بر روی 10 بوته رقابت‌کننده در هر کرت اندازه‌گیری شد. سپس در مرحله برداشت ابتدا بوته‌های هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بلال‌ها به صورت جداگانه انجام شد. سپس اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن 300 دانه و تعداد کل دانه در بلال بر روی 10 بلال تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شد و پس از جدا کردن دانه‌ها با شیلر و تعیین درصد رطوبت دانه‌ها توسط رطوبت‌سنج دستی دیجیتال مدل Dichy Johnn، میزان عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی بر اساس درصد رطوبت موجود، درصد چوب بلال تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. داده‌ها توسط نرم افزار Excel مرتب شدند و سپس توسط نرم افزارهای آماری SAS ver. 9.1 فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس داده‌ها بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن شد.

1- Anthesis Silking Interval

نتایج و بحث

بین هیبریدها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت (جدول 1). نتایج مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبریدهای 30، 20 و 6 (به ترتیب با مقادیر 27/1 و 26/2 و 23/8 درصد) دارای بالاترین درصد چوب بلال نسبت به سایر هیبریدها بودند (داده‌ها نشان داده نشده است). بالاترین ارتفاع بوته بترتیب مربوط به هیبرید تجاری سینگل کراس 500 و هیبریدهای شماره 12، 13، 20، 10، 22 و 23 بود که بطور معنی داری با سایر هیبریدهای مورد مطالعه دارای تفاوت معنی دار بودند. از نظر ارتفاع تشکیل بلال بر روی ساقه هیبریدهای شماره 13 و 12 بالاترین (به ترتیب 141/8 و 132/1 سانتیمتر) و هیبریدهای تجاری سینگل کراس 250، دابل کراس 370، سینگل کراس 400 و 302 نیز مشترکاً پایین ترین مقدار (94/8 و 87/9 و 86/0 و 81/5 سانتیمتر) را نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه داشتند. هیبرید تجاری سینگل کراس 500 بیشترین عملکرد دانه (13/8 تن در هکتار) را دارا بود، هرچند که از نظر عملکرد تفاوت معنی داری بین این هیبرید و هیبریدهای تجاری سینگل کراس 302، 704 و 250 و نیز 12 هیبرید دیگر وجود نداشت (جدول 2). کمترین عملکرد دانه (7/7 تن در هکتار) مربوط به هیبرید شماره 24 بود. نتایج این آزمایش نشان داد که هیبرید سینگل کراس 704 هرچند که دارای بلندترین طول بلال و بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال نسبت به سایر هیبریدها بود، ولیکن از نظر عملکرد کل دانه (12/8 تن در هکتار) در جایگاه سوم بعد از هیبریدهای SC500 (با عملکرد 13/8 تن در هکتار) و SC302 (با عملکرد 12/9 تن در هکتار) قرار داشت (جدول 2). از طرف دیگر هیبرید 4 نیز از نظر صفات قطر ساقه، قطر بلال و چوب بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد کل دانه در بلال حائز بالاترین مقادیر نسبت به سایر هیبریدها بود، ولیکن از عملکرد قابل توجهی برخوردار نبود (10/2 تن در هکتار) که دلیل آن می‌تواند کم بودن عمق دانه (10/4 میلیمتر) و وزن 300 دانه (74/2 گرم) نسبت به سایر هیبریدها باشد. همبستگی مثبت و معنی‌دار برآورد شده بین عمق دانه با عملکرد دانه ($r=0/61^{**}$) نیز نتایج بدست آمده را تأیید می‌کند (جدول 3). نتایج این آزمایش نشان داد هرچند که هیبرید سینگل کراس 500 برترین هیبرید از نظر عملکرد دانه می‌باشد، ولیکن دارای کمترین تعداد برگ بالای بلال (با میانگین 5/05 عدد) نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه می‌باشد (جدول 2). بیشترین تعداد برگ بالای بلال مربوط به هیبرید شماره 9 (با میانگین 6/9) بود (اطلاعات نمایش داده نشده است). هرچند که هیبریدهای مورد مطالعه در این آزمایش تک بلالی بودند، ولیکن بیشترین تعداد بلال در بوته مربوط به هیبریدهای تجاری سینگل کراس 302 و 250 (به ترتیب 1/5 و 1/3) و کمترین مقدار مربوط به هیبرید تجاری سینگل کراس 400

بود. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره 24 از کمترین وزن 300 دانه (58/0 گرم) نسبت به سایر هیبریدها برخوردار می‌باشد. همچنین هیبریدهای شماره 4 و سینگل کراس (554/2 گرم) بود. همانگونه که در جدول 2 مشاهده می‌گردد، عمیق ترین دانه‌ها به ترتیب مربوط به هیبریدهای سینگل کراس 250 (12/7 میلیمتر) و 500 (12/4 میلیمتر) و هیبریدهای شماره 10 (11/6 میلیمتر) و 18 (11/6 میلیمتر) می‌باشد.

بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی داری ($P \leq 0/01$) با صفات ارتفاع بوته، طول تاسل، ارتفاع بلال، میانگین تعداد بلال در بوته، میانگین وزن 10 بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد کل دانه، قطر بلال، عمق دانه و درصد دانه بلال می‌باشد (جدول 3). تنها عملکرد دانه با درصد چوب بلال (داده‌ها نشان داده نشده است) همبستگی منفی و معنی دار ($P \leq 0/01$) داشت. همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد کل برگ و تعداد برگ بالای بلال، میانگین وزن چوب 10 بلال، وزن 300 دانه و قطر بلال غیرمعنی دار و با سایر صفات در سطح احتمال 5% معنی دار بود که این نتیجه با گزارش بیضایی (Beizaei, 2001) مطابقت دارد. عملکرد دانه بالاترین همبستگی مثبت را با صفت قطر بلال ($0/68^{**}$) و پس از آن با صفت عمق دانه ($0/61^{**}$) داشت (جدول 3). نتایج بررسی همبستگی بین سایر صفات در این آزمایش نشان داد که به ترتیب ارتفاع بوته و بلال با همبستگی مثبت و معنی دار $0/84^{**}$ و پس از آن وزن چوب و درصد چوب بلال نیز با همبستگی معنی دار $0/80^{**}$ نسبت به سایر صفات دارای بیشترین همبستگی می‌باشند. همچنین صفات درصد دانه و وزن چوب دارای بیشترین همبستگی منفی و معنی دار بودند ($-0/8^{**}$). با توجه به نتایج حاصله اینگونه استنباط می‌شود که بالطبع با افزایش قطر بلال عملکرد دانه هیبریدهای ذرت افزایش یافته است و دلیل آن را می‌توان با افزایش عمق دانه توجیه نمود. شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2008) بیان نمودند در نتیجه افزایش قطر بلال و قطر چوب بلال، وزن چوب و درصد چوب بلال در مجموع کاهش و عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

به منظور حذف اثر صفات غیر مؤثر یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی بر روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. پس از بررسی هم راستایی¹ بر روی متغیرهای اندازه گیری شده صفات مزاحم از ادامه محاسبات حذف (انتخاب براساس شاخص‌های تحمل² و عامل تورم واریانس³ صورت گرفت) و پس از آن تجزیه رگرسیون گام به گام بر روی سایر صفات انجام شد. خلاصه نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان

1- Collinearity

2- Tolerabce index

3- Variance Inflation Factor

به منظور بررسی و تعیین روابط علت و معلولی صفات وارد شده به مدل رگرسیونی با یکدیگر و با عملکرد بوته تجزیه مسیر انجام شد. نتایج تجزیه مسیر در جدول 5 ارائه شده است و در آن عناصر روی قطر اثرات مستقیم هر صفت بر روی عملکرد یا همان ضرائب رگرسیون استاندارد و سایر اجزاء هر ردیف اثرات غیرمستقیم آن صفت بر عملکرد از طریق سایر صفات را نشان می‌دهد. همانگونه که در جدول 5 مشاهده می‌گردد بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه مربوط به تعداد بلال در بوته می‌باشد و اثرات غیرمستقیم این صفت از طریق صفات قطر بلال، درصد چوب و وزن بلال مثبت و از طریق صفات تعداد دانه در ردیف و ارتفاع برگ پرچم منفی می‌باشد.

متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیرهای مستقل در جدول 4 ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد اولین صفت وارد شده به مدل قطر بلال می‌باشد که به تنهایی بیش از 46 درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کند، در مرحله بعدی صفت تعداد بلال در بوته به مدل وارد و همراه با قطر بلال بیش از 55 درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. پس از آن نیز به ترتیب صفات تعداد دانه در ردیف، ارتفاع برگ پرچم، درصد چوب بلال و در نهایت وزن بلال وارد مدل شده است و کل صفات وارد شده روی هم رفته بیش از 74 درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. نتایج حاصله با نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات کاملاً توافق دارد، بطوریکه قطر بلال دارای بالاترین همبستگی با عملکرد دانه می‌باشد (جدول 3).

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 1- Analysis of variance (mean of square) of different traits of corn hybrids

صفت	میانگین Mean	ضریب تغییرات CV	خطا Error	هیبرید Hybrid	تکرار Replication
ارتفاع بوته Plant height(cm)	232.73	5.08	140.02	749.19**	1140.37**
ارتفاع بلال Ear height(cm)	105.97	7.21	58.4	494.06**	49.23 ^{ns}
قطر ساقه Stem diameter(mm)	19.68	9.71	3.65	9.98**	22.47**
تعداد کل برگ leaves No.	12.94	3.35	0.18	2.17**	7.04**
تعداد برگ بالای بلال upper leaves No	5.82	3.34	0.03	0.52**	0.05 ^{ns}
تعداد بلال در بوته Ear No. in plant	1.06	12.53	0.01	0.04**	0.0004 ^{ns}
وزن 10 بلال 10 ear weight(Kg)	2.61	7.54	0.03	0.22**	1.55**
وزن 10 چوب بلال 10 cob weight(Kg)	0.5	11.36	0.003	0.03**	0.05**
وزن 300 دانه 300 kernel weight(gr)	83.93	9.9	69.07	235.59**	364.28**
تعداد ردیف دانه در بلال Row No./ear	16.38	4.54	0.55	5.78**	0.11 ^{ns}
تعداد دانه در ردیف بلال Kernel No./row	39.73	4.57	3.3	20.09**	90.87**
تعداد کل دانه Total kernel No./Ear	649.77	7	2072.36	9396.63**	30842.82**
طول بلال Ear length(cm)	16.68	4.66	0.6	6.42**	14.87**
قطر بلال Ear diameter(mm)	49.1	2.64	1.68	14.37**	32.46**
قطر چوب بلال Cob diameter(mm)	27.99	4.2	1.38	9.33**	4.88*
عمق دانه Kernel depth(mm)	10.55	6.78	0.51	2.13**	3.04**
عملکرد کل Total yield(ton/ha)	10.4	15.62	2.64	7.12**	28.46**

ns, *, ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح 5% و 1%

^{ns}, *, ** are non-significant and significant at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفات هیبریدهای ذرت دانه ای با روش چند دامنه ای دانکن

Table 2-Mean comparison of different traits of corn hybrids using Duncan's multiple range test

هیدرید Hybrid	ارتفاع Plant height(cm)	ارتفاع (cm)	تعدادگل Leaves No.	تعدادبذل		وزن 300 kernel weight(g)	تعداددیف		تعداددانه		طول		عمق (mm) Kernel depth(mm)	عملکرد (tonha ⁻¹) Total yield(tonha ⁻¹)
				برگ	دربوته Ear No./plant		دانه Row No./ear	کرنل Kernel No./row	بال (cm) Ear length(cm)	بذ (mm) Kernel depth(mm)				
1	210.5 ijk	98.8 hijk	13.6 bcdef	1.13 bcd	74.7 fghi	16.6 efghi	36.8 ijk	15.4 ij	9.4 ijk	8.6 def				
2	231.3 defghi	102.1 fghij	13.5 cdefg	1.07 bcd	88.9 abcdefgh	17.6 cde	40.5 cdefgh	16.6 efghi	11 cdefg	10.8 abcdef				
4	230.4 defghi	104.1 fghi	13.7 abcde	1.14 bcd	74.1 fghi	20.8 a	39.1 defghij	17.6 cde	10.3 cdefghijk	10.2 bcdef				
5	240.9 bcdefg	111.1 dhefg	12.8 fghij	1.17 bc	90.1 abcdef	15.7 ghijkl	36.8 ijk	15.7 ghij	10.8 cdefgh	9.7 bcdef				
6	224 fghijk	111.8 defgh	12.2 ijklm	1.06 bcd	82 abcdefghi	16.9 defgh	37.7 hijk	16.4 efghi	10 defghijk	10.3 bcdef				
7	237.2 bcdefgh	107.5 fghi	11.8 klmn	1.16 bc	89.3 abcdefg	14.7 lm	41.6 bcdef	19.4 ab	9.7 fghijk	10.9 abcdef				
8	227.3 efghij	102.2 fghij	12.1 ijklmn	1.05 bcd	96.9 a	14.7 km	41.7 bcde	16.9 efghi	10.1 defghijk	8.1 ef				
9	237.9 bcdefgh	105 fghi	14.2 abc	1.05 bcd	94.8 ab	15.9 fghijkl	39.8 cdefghij	18.3 bcd	10.8 cdefgh	11.3 abcd				
10	250.6 abcde	95.7 ijk	13.5 cdefg	0.96 cde	90.1 abcdef	15.9 fghijkl	39.8 cdefghij	16.5 efghi	11.6 abc	11.4 abcd				
11	222.2 ghijk	98.9 hijk	13.8 abcd	1.13 bcd	88.4 abcdefgh	16.2 efghijk	39.2 cdefghij	16.5 efghi	9.9 efghijk	10.8 abcdef				
12	259 ab	132 ab	13.3 defgh	1.13 bcd	95.5 ab	15.2 hijklm	44.5 b	17.3 cdef	10.6 cdefghijk	12.5 ab				
13	257.2 abc	141.7 a	14.1 abc	1.03 bcd	76.6 efghi	17.1 cdefg	39.2 cdefghij	15.9 fghij	11.4 bcd	10.9 abcdef				
14	230.5 defghi	109.7 efghi	11.3 n	1.06 bcd	88.7 abcdefgh	14.8 klm	41.9 bcd	16.1 efghi	11 bcdefg	10.9 abcdef				
15	221.5 ghijk	96.6 hijk	12 jklmn	1.07 bcd	84.8 abcdefghi	16.3 efghij	36.7 ijk	15.9 fghij	9.6 ghijk	9.1 cdef				
16	240 bcdef	103.1 fghi	11.8 lmn	0.95 cde	86.9 abcdefghi	15.1 jklm	37.7 hijk	16.9 efghi	11 bcdefg	8.8 def				
17	242.6 bcdefg	115.9 cdefg	12.7 ghij	1.05 bcd	96.2 ab	15.7 ghijkl	37.8 ghijk	17 defgh	10.2 cdefghijk	10.6 abcdef				
18	236.1 bcdefgh	126.8 bc	14.3 ab	1.06 bcd	75.5 efghi	18.4 bc	39.2 cdefghij	16.5 efghi	11.6 abc	12.3 abc				
19	227.5 efghij	102.6 fghij	13.3 defgh	0.97 cde	94.4 abc	16.6 defghi	38.6 efghijk	16.4 efghi	10.7 cdefghij	10.7 abcdef				
20	252.4 abcd	114.9 cdefgh	12.9 efghi	1.11 bcd	84.6 abcdefghi	16.3 efghij	40.7 cdefgh	17 defgh	9.9 defghijk	11 abcde				
22	247.6 abcdef	97.5 hijk	11.8 klmn	1.01 bcd	93.9 abcd	16.6 defghi	38.1 ghijk	15.5 hij	11.3 bcde	8.9 def				
23	247.4 abcdefg	124.7 bcd	14.5 a	1.11 bcd	71.5 i	16.9 defgh	36.8 ijk	16.7 efghi	10.4 cdefghijk	9.8 bcdef				
24	202.4 k	101.3 ghij	13.4 cdefg	1.13 bcd	57.9 j	17.9 bcd	36.4 jk	14.5 jk	9.5 hijk	7.6 f				
25	234 cdefgh	98.5 hijk	12.6 ghijk	1.08 bcd	80.2 abcdefghi	16 fghijkl	40.4 cdefgh	17.2 defg	9.3 jk	10.4 bcdef				
26	242.7 bcdefg	99.6 hijk	13.2 defgh	0.92 cde	92 abcde	15.5 hijklm	40.1 cdefghi	18.7 bc	10.1 defghijk	10.6 abcdef				
27	230.9 defghi	106.4 fghi	12.5 hijkl	0.96 cde	81.8 abcdefghi	14.1 m	42.8 bc	19.2 b	9.7 fghijk	8.1 def				
28	220.6 ghijk	102 fghij	12.9 efghi	1.04 bcd	89.7 abcdefg	14.2 m	42.1 bcde	16.7 efghi	10.3 cdefghijk	8.8 def				
29	223.6 ghijk	98.5 hijk	12.7 ghij	0.96 cde	73.1 ghi	17.2 cdef	40.2 cdefghi	efghi 16.9	9.2 k	10.9 abcdef				
30	237.6 bcdefgh	104.2 fghi	12.6 ghijk	0.88 de	84.5 abcdefghi	15.7 ghijkl	35.3 k	16 fghij	9.6 ghijk	8.2 def				
DC370	219.8 ghijk	87.9 jkl	11.7 mn	0.91 cde	78 cdefghi	16.1 fghijkl	41.4 bcdefg	16.9 efghi	cdefghijk 10.2	8.8 def				
SC250	215.3 hijk	94.8 ijk	12.4 ijklm	1.2 ab	72.4 hi	17.8 bcd	42.5 bcd	13.8 kl	a 12.7	12.7 ab				
SC302	206.6 jk	81.4 i	12.5 ijklm	1.4 a	77.6 defghi	16.9 defgh	39.7 cdefghij	15.7 hij	bcdefg 11	12.8 ab				
SC400	232.2 defghi	86 kl	12.9 efghi	e 0.8	87.3 abcdefghi	16.5 defghi	40.9 cdefgh	16.8 efghi	10.8 cdefghi	10.4 bcdef				
SC500	269.4 a	122. 1 bcde	12.2 ijklm	1.11 bcd	79.9 bcdefghi	19.1 b	36.3 jk	13.1	12.4 ab	13.7 a				
SC704	203 k	116.6 cdef	14.3 ab	0.95 cde	79.9 bcdefghi	15.6 ghijkl	47.6 a	20.6 a	11.1 abcd	12.8 ab				

جدول ۳- همبستگی ساده بین عملکرد دانه و سایر صفات مورد ارزیابی در هیبریدهای ذرت دانه ای
Table 3- simple correlation between yield and other investigated traits in corn hybrids

	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد کل برگ leaves No.	تعداد بلال Ear No./plant	وزن ۳۰۰ دانه (g) 300 kernel weight (g)	تعداد دانه در بلال Row No./ear	تعداد دانه No./row	تعداد کل Total kernel	طول بلال Ear length	قطر بلال Ear diameter	عمق دانه Kernel depth	درصد دانه Total yield
عملکرد دانه Kernel yield	0.37**	0.29**	0.22*	0.05ns	0.43**	0.17 ns	0.19*	0.39**	0.46**	ns0.16	0.68**	0.61**	0.29**
تعداد بلال در بوته Ear No./plant	-0.13	-0.04	0.17	0.02	1	-0.05	0.18	-0.01	0.14	-0.16	0.2	0.13	0.05
قطر ساقه Stem diameter	0.42	0.08	0.1	-0.29	-0.05	1	-0.48	0.24	-0.21	0.31	0.16	0.18	-0.06
تعداد دانه در دانه Row No./ear	-0.03	0.04	0.2	0.25	0.18	-0.48	1	-0.21	0.68	-0.34	0.55	0.22	0.05
تعداد دانه در دانه Kernel No./row	0.06	0.13	0.06	-0.12	-0.01	0.24	-0.21	1	0.55	0.63	0.15	0.27	0.24
طول بلال Ear length	0.07	0.11	0.3	0.06	-0.16	0.31	-0.34	0.63	0.18	1	0.01	-0.13	-0.21
عمق دانه Kernel depth	0.34	0.23	0.08	-0.08	0.13	0.18	0.22	0.27	0.38	-0.13	0.63	1	0.6

جدول ۴- رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان صفت وابسته و سایر صفات مورد مطالعه بعنوان متغیر مستقل در هیبریدهای ذرت دانه ای
Table 4- Stepwise regression in corn hybrids (Total yield as dependent trait and other investigated traits as independent variables)

صفات	گام اول (Step 1)		گام دوم (Step 2)		گام سوم (Step 3)		گام چهارم (Step 4)		گام پنجم (Step 5)		گام ششم (Step 6)	
	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)	رگرسیون (Regression)	خطا (Error)
Trait	قطر بلال (Ear Diameter)		تعداد بلال در بوته (Ear No./plant)		تعداد دانه در ردیف (Row No./ear)		ارتفاع برگ پرچم (Flag leaf height)		درصد چوب (Cob Percentage)		وزن ۱۰ بلال (10 Ear Weight)	
(MS)	216.36	2.5	128.53	2.11	100.45	1.68	80.05	1.5	66.58	1.39	57.61	1.27
(F Value) F	86.5**		60.76**		59.61**		53.08**		47.84**		45.29**	
(R sq) تبیین	0.46		0.55		0.64		0.68		0.71		0.74	

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪
ns, *, ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively

جدول 5- ضرائب معادله رگرسیون بین صفات مختلف و عملکرد دانه هیبریدهای ذرت دانه ای
Table 5- Coefficient of regression equation between different traits and yield of corn hybrids

	معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد نشده) Regression equation	معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد شده) Regression equation
عرض از مبدا Intercept	-18.4	-
قطر بلال Ear diameter	0.28	0.33
ارتفاع برگ پرچم Flag leaf height	0.02	0.19
درصد چوب Cob percentage	-14.23	-0.23
تعداد بلال در بوته Ear No./plant	4.97	0.37
تعداد دانه در ردیف Row No./ear	0.08	0.12
وزن بلال Ear Weight	1.5	0.25

جدول 6- ضرائب تجزیه مسیر و اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد دانه هیبریدهای ذرت دانه ای
Table 6- Coefficient of path analysis and direct effects and indirect effects of different traits on yield of corn

	1	2	3	4	5	7	همبستگی Correlation
Ear diameter قطر بلال	<u>0.3372</u>	0.0781	0.0204	0.0708	0.0200	0.1545	0.681
Ear No./plant تعداد بلال در بوته	0.0704	<u>0.3741</u>	-0.0023	-0.0311	0.0118	0.0082	0.4311
Row No./ear تعداد دانه در ردیف	0.0530	-0.0066	<u>0.1289</u>	0.0594	0.0566	0.1035	0.3958
Flag leaf height ارتفاع برگ پرچم	0.1236	-0.0603	0.0399	<u>0.1933</u>	0.0157	0.1137	0.4259
Cob percentage درصد چوب	-0.0289	-0.0189	-0.0315	-0.0130	<u>-0.2329</u>	0.0281	-0.2972
Ear Weight وزن بلال	0.2074	0.0122	0.0535	0.0874	-0.0260	<u>0.2512</u>	0.5857
Residual effect: 0.508							اثر باقیمانده: 0/508

جدول 7- مقادیر ویژه و درصدهای واریانس عامل های مشترک در هیبریدهای ذرت دانه ای
Table 7- Eigen values and principle component variances in corn hybrids

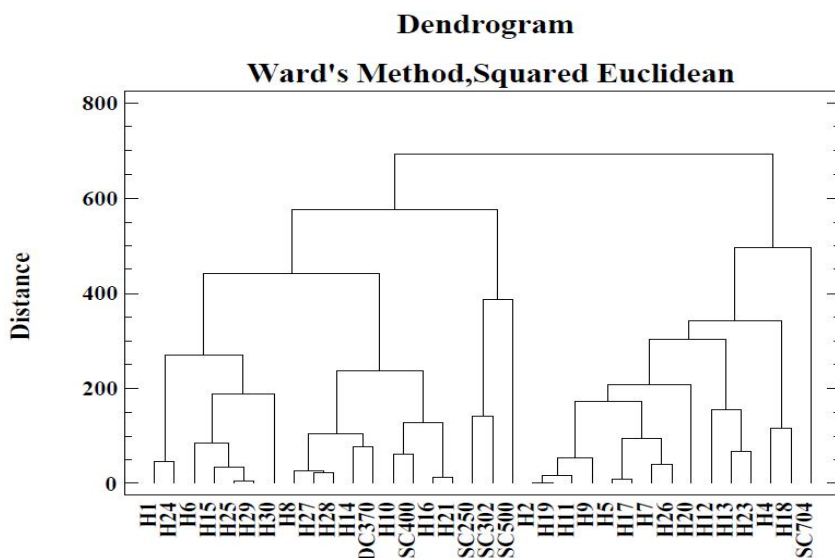
فاکتور Factor	مقدار ویژه Eigen Value	درصد واریانس Variance Percentage	درصد واریانس تجمعی cumulative Variance Percentage
1	5.22	24	24
2	3.93	18	43
3	3.08	14	58
4	1.88	8	67
5	1.5	7	74
6	1.18	5	80
7	1.05	5	85
8	0.8	3	88

اثر مستقیم قطر بلال تقریباً برابر با اثر مستقیم تعداد بلال در بوته می باشد با این تفاوت که کلیه اثرات غیرمستقیم این صفت از طریق

دانه در بلال، ارتفاع برگ پرچم و تعداد دانه در ردیف بلال با بار عاملی منفی در این عامل قرار گرفته است (اطلاعات نمایش داده نشده است). با توجه به صفاتی که در این عامل دخیل هستند می‌توان این عامل را عامل صفات مرتبط با خصوصیات بلال نامگذاری نمود. نتایج همبستگی ساده صفات نیز نشان داد که این صفات با یکدیگر و عملکرد همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری دارند (جدول 3). عامل دوم که 18 درصد از تغییرات کل داده‌ها را شامل می‌شد دارای بزرگترین ضرایب عاملی روی صفاتی نظیر قطر بلال، تعداد کل دانه، عملکرد کل، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد بلال در بوته و قطر ساقه بود، لذا با در نظر گرفتن ماهیت صفات قرار گرفته در این عامل، عامل دوم عامل عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن نامگذاری می‌شود. در واقع این عامل بیانگر اهمیت این صفات در بهبود عملکرد دانه ذرت است. نتیجه فوق با نتایج شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2009) مطابقت دارد. پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال z ، تجزیه خوشه‌ای با محاسبه مربع فاصله اقلیدسی و با استفاده از روش Wards انجام گرفت (شکل 1). طبق نتیجه حاصله هیبریدهای مورد مطالعه در پنج گروه مجزا تقسیم بندی شدند.

سایر صفات مثبت می‌باشد. اثر مستقیم سومین صفت مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در ردیف بلال مشابه با همبستگی آن با عملکرد مثبت است و اثرات غیرمستقیم آن از نظر تمامی صفات بجز تعداد بلال در بوته مثبت می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد، هرچند که تعداد دانه در ردیف بلال جزئی از عملکرد دانه در ذرت محسوب می‌شود ولیکن دارای کمترین اثر مستقیم بر عملکرد نسبت به سایر صفات می‌باشد (جدول 4). ارتفاع برگ پرچم و وزن بلال نیز دارای اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که تنها صفت درصد چوب بلال دارای اثر مستقیم منفی بوده و اثر غیرمستقیم آن از طریق صفات قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف بلال و ارتفاع برگ پرچم منفی و از طریق صفت وزن بلال مثبت بود. شعاع حسینی و همکاران (Shoahosseini et al., 2008) نتیجه گرفتند که انتخاب براساس صفات ارتفاع گیاه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بیشترین تاثیر را در شرایط نرمال بر افزایش عملکرد دانه دارد.

بزرگترین ضرایب عاملی عامل اول مربوط به صفات درصد چوب، وزن چوب 10 بلال، قطر چوب، عمق دانه و درصد دانه می‌باشد. البته صفات عمق دانه، درصد دانه، تعداد کل دانه، عملکرد کل، تعداد ردیف



شکل 1- تجزیه خوشه‌ای هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از روش Ward's
Figure 1- Cluster analysis of corn hybrids using Ward's method

منابع

- 1- Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346.
- 2- Beizaei, A. 2001. Evaluation of quantitative and qualitative traits and its relation with seed yield in white, red and pinto bean genotypes. Msc thesis. Islamic Azad University of Karaj, Iran. (In Persian with English summary).
- 3- Ceccarelli, S. 1990. Adaptation to low/high input cultivation. Euphytica 92: 203-214.
- 4- Chapman, S.C., Crossa, J. and Edmeades, G.O. 1997. Genotype by environment effects and selection for drought to

- lerance in tropical maize. I. Two mode pattern analysis of yield. *Euphytica* 95: 1-9.
- 5- Dawari, N.H., and Luthra, O.P. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Agriculture Research* 25: 68-72.
- 6- Habibi, G., Ghanadha, Sohani and Dori. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of red bean by different analysis methods in water stress condition. *Journal of Agriculture Science and Natural Resources* 13(3) (In Persian with English Summary).
- 7- Hallauer, A.R. 1978. Potential of exotic germplasm for maize improvement. P. 229-247. In W.L. Walden (ed). *International Maize Sym. Me Graw- H.H.*, New York.
- 8- Hawtin, G., Iwanagam, M., and Hodykin, T. 1996. Genetic resources in breeding for adaptation. *Euphytica* 92: 255-266.
- 9- Keim, D.L., and Kronstad, W.E. 1981. Drought responses of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Science* 21:11-14.
- 10- Perez-Vela Sques. J.C., Ceballos, H., Pandey, S., and Diaz-Amaris. 1995. Analysis of diallel crosses among Colombian landraces and improved populations of maize. *Crop Science* 35: 572-578.
- 11- FAO. 2005. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 51: 209P.
- 12- Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation* 20: 157-166.
- 13- Rosielli, A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environment. *Crop Science* 21: 493.
- 14- Shoa Hosseini, M., Golbasy, M., Farsi, M., Khavari Khorasani, S., and Ashofte Beiragi, M. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. *Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition*. Islamic Azad University, Khozestan sciences and research branch, Iran. P: 72. (In Persian).
- 15- Yap, T.C. and Harvey, B.L. 1972. Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Crop Science* 12: 283-286.



بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.)

یاسر علی زاده^{1*}، علیرضا کوچکی² و مهدی نصیری محلاتی²

تاریخ دریافت: 88/12/7

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

به منظور بررسی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.)، آزمایشی در سال زراعی 87-1386 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: (1- کشت خالص لوبیا، 2- کشت خالص ریحان، 3- کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان و دو ردیف لوبیا، 4- کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا و دو ردیف ریحان و 5- کشت مخلوط ردیفی). برداشت گیاه ریحان در دو چین انجام گرفت. در این آزمایش میزان جذب نور در تیمارهای کشت مخلوط به طور معنی داری بالاتر از کشت خالص بود. کارایی مصرف نور لوبیا در کشت ردیفی (2/4 گرم بر مگاژول) بالاتر از تیمارهای دیگر بود و کمترین کارایی نور لوبیا در تیمار 4 ردیف ریحان و 2 ردیف لوبیا با 1/6 گرم بر مگاژول به دست آمد. در برداشت اول گیاه ریحان، کشت خالص کارایی نور بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر داشت (1/27 گرم بر مگاژول). به طور کلی در چین دوم کارایی مصرف نور در تمامی تیمارها بالاتر از چین اول بود و کشت ردیفی با 3/4 گرم بر مگاژول بالاترین کارایی مصرف نور را به خود اختصاص داد. ضریب استهلاک نوری در این آزمایش برای ریحان 0/47 و برای لوبیا 0/55 به دست آمد. بالاترین شاخص سطح برگ لوبیا (4/3) در کشت خالص حاصل شد. بالاترین شاخص سطح برگ ریحان (3/2) در برداشت اول در کشت نواری با 4 ردیف ریحان و در چین دوم در کشت خالص (2/5) بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: ضریب استهلاک نوری، شاخص سطح برگ، کشت مخلوط ردیفی، کشت مخلوط نواری

مقدمه

کاهش یافته است و این به همراه قوانین ارث و میراث در بسیاری از کشورها موجب هرچه کوچک تر شدن قطعات زمین‌های کشت به ویژه در آفریقا و آسیا شده است (Faostat, 2008). در چنین شرایطی ممکن است بیش از افزایش تولید یک محصول، تولید تعداد بیشتری محصول که مورد نیاز کشاورزان در چنین مناطقی می باشد در این زمین‌های کوچک مدنظر قرار گیرد و زمینه بسیار مناسبی برای استفاده از شیوه‌های چند کشتی وجود دارد (Ceotto & Castelli, 2002).

کشت مخلوط یک روش مناسب برای افزایش استفاده بهینه از نور خورشید می باشد به علاوه بسیاری از مطالعات مبنی بر افزایش استفاده از انرژی خورشیدی در کانونی کشت مخلوط انجام گرفته است (Tsubo et al., 2001, Black & Ong, 2000). در کشت مخلوط استفاده ترکیبی از گیاهان مختلف به شکل هندسی کانونی این گیاهان بسیار وابسته بوده و علاوه بر آن شرایط محیطی، مدیریت، طول دوره رشد گیاه، مسایل اقتصادی و ثبات و پایداری نیز

در نظام‌های چند کشتی، همواره باید به دنبال روش‌هایی برای افزایش تولید عملکرد در گیاهان بود از روش‌های مهم برای رسیدن به این امر بالا بردن بهره‌وری استفاده از منابع طبیعی مانند آب و مواد غذایی خاک، تشعشع خورشید، دی اکسید کربن اتمسفر و استفاده موثر از سطح زمین‌های کشاورزی می باشد. از این منابع طبیعی، نور که قابل ذخیره شدن نیست می‌تواند محدودیت بیشتری را در پی داشته باشد (Awal et al., 2006)، نور یکی از منابع طبیعی مهم می‌باشد که با افزایش کارایی آن می‌توان سطح تولید محصولات را افزایش داد (Awal et al., 2006). میزان زمین‌های قابل کشت در طی سال‌های اخیر به دلیل شهرسازی و سرعت بالای صنعتی شدن،

1 و 2- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*) نویسنده مسئول: (Email: ya_al993@stu-mail.um.ac.ir)

موثر می‌باشند (Conolly et al., 2001).

در شرایط مطلوب زراعی که هیچ عامل محدود کننده دیگری وجود ندارد بین وزن خشک تولیدی با میزان نور جذب شده، به ویژه تشعشع فعال فتوسنتزی¹ (PAR) جذب شده یک رابطه خطی وجود دارد (Gallagher & Biscoe, 1978). شیب رگرسیون خطی بین جذب تشعشع تجمعی و بیوماس تولیدی گیاه، کارایی مصرف نور را تعیین می‌کند (Geotto & Castelli, 2002). همچنین با توسعه این رابطه ساده در گیاهان، از آن به عنوان مدل استفاده می‌شود. به عنوان مثال توسوبو و والکر (Tsubo & Walker, 2002) بیان کرده‌اند که تولید ماده خشک در شرایط بدون تنش تابعی از زمان و تلفیقی از میزان تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده، کسری از تشعشع که توسط گیاه جذب می‌شود و کارایی استفاده از تشعشع جذب شده در تبدیل به ماده خشک می‌باشد و همچنین در گیاهان زراعی که عملکرد اقتصادی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند، جزء شاخص برداشت نیز به عوامل فوق اضافه می‌شود. بسیاری از مدل‌های استفاده شده برای ارزیابی کارایی نور در گیاهان بر اساس قانون بیر می‌باشند که این قانون به طور کامل در لایه‌های مختلف در کانوپی کشت مخلوط قابل استفاده می‌باشد (McMurtrie & Wolf, 1983). ضریب استهلاک نوری (K) یکی از اجزا اصلی در قانون بیر بوده که میزان ممانعت گیاه از عبور نور را نشان می‌دهد. ضریب استهلاک نوری تحت تاثیر شاخص سطح برگ، شیب برگ، زاویه خورشید در بالاترین نقطه خود و زاویه برگ قرار دارد (Graf et al., 1990; Keating & Carberry, 1993). با این حال در بسیاری از مدل‌ها ضریب استهلاک نوری را چندان تاثیر گذار ندانسته و آن را وارد نمی‌کنند (Rimington, 1984; Rimington, 1985). در کل بهبود بهره‌وری استفاده از نور هم می‌تواند در اثر بیشتر شدن جذب نور باشد و هم بالاتر رفتن کارایی مصرف نور (Willey, 1990). به طور معمول جذب نور در شرایط کشت چند گیاه به جای یک گیاه افزایش می‌یابد چون هم زمان بیشتری و هم از نظر مکانی فضای بیشتری تحت پوشش گیاه زراعی قرار می‌گیرد (Keating & Carberry, 1993). اما در مورد کارایی مصرف نور نمی‌توان قویاً عنوان نمود که در کشت‌های مخلوط بالاتر از کشت‌های خالص می‌باشد بلکه این موضوع به اجزای کشت مخلوط وابسته بوده و اینکه چه گیاهانی و در چه شرایطی در کنار هم قرار گرفته‌اند (Fukai & Trenbath, 1993). کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی که توسط کانوپی گیاهان مختلف در کشت مخلوط جذب می‌گردد بیشترین وابستگی را به شاخص سطح برگ و ساختار کانوپی دارد (Bastiaan et al., 2000). اگرچه اندازه گیری نور جذب شده توسط هریک از گیاهان مختلف در کشت مخلوط کار دشواری است ولی مدل‌های

مختلفی برای محاسبه آن وجود دارد (Tsubo et al., 2005; Wilkerson et al., 1990).

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا می‌کرده‌اند (Koocheki et al., 2004). گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله و اسانس دار از خانواده نعناع می‌باشد (Omidbeigi, 2000) که این خانواده بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران را دارا می‌باشد (Koocheki et al., 2004). نقش بقولات نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک شناخته شده است (Bhatti et al., 2006). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مهم‌ترین گیاه خانواده بقولات به شمار می‌رود که با توجه به پروتئین بالا و سایر خصوصیات زراعی بالاترین سطح کشت را بین حبوبات به خود اختصاص داده است (Majnoon hosseini, 1993). کشت مخلوط بقولات با گیاهان دارویی توسط بسیاری از محققین مطالعه شده است و بسیاری از آن‌ها افزایش بهره‌وری در استفاده از منابع را گزارش کرده‌اند (Singh & Maefferi & Mucciarelli, 2003; Ram, 1991). در شرایط کشت مخلوط ریحان رویشی و لوبیا شرایط به گونه‌ای است که با برداشت ریحان در شرایط کشت مخلوط زمین کاملاً خالی از گیاه نمانده و حضور گیاه دوم مانع از هدر روی تمامی منابع نوری رسیده به سطح زمین می‌گردد و این چیزی است که در کشت ریحان خالص وجود ندارد به طور کلی حضور چند گیاه در کشت مخلوط نسبت به یک گیاه در کشت خالص می‌تواند در صورت انتخاب درست گیاهان میزان جذب نور را از نظر زمانی و مکانی افزایش داده و بهره‌وری بالاتری از منابع نوری را به همراه داشته باشد (Keating & Carberry, 1993). در همین راستا این آزمایش به منظور بررسی کارایی مصرف نور در کشت مخلوط لوبیا و ریحان رویشی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 1386-87 در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 36 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه 286 میلی‌متر و حداکثر و حداقل دمای مطلق سالانه در این منطقه به ترتیب 42 و 27/8- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک می‌باشد. این مزرعه در سال قبل زیر کشت گیاه جو قرار گرفته بود. شرایط شیمیایی خاک در سال مورد آزمایش به شرح زیر بود (جدول 1).

1- Photosynthetically active radiation

جدول 1- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه

Table1-Soil chemical properties for field trial

نیتروژن (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	اسیدیته	هدایت الکتریکی
Nitrogen	Phosphorus	Potassium	pH	EC(dS/m)
15.5	25	119	7.47	1.2

آمد (Hosseinpanahi, 2008).

معادله (1) $y = a + b \times 4 \times (\exp(-(x-c)/d)) / (1 + \exp(-(x-c)/d))^{1/2}$
 a: عرض از مبدا، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI و d: نقطه عطف منحنی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود.

برآورد روزانه مقادیر ریحان با توجه به چین رویشی در ریحان و ثابت نشدن LAI از معادله خطی استفاده شده است.

میزان نور بالا و پائین کانوپی توسط دستگاه SSI-UM Sunscan- مدل 1.05 همزمان با نمونه برداری‌های سطح برگ و ماده خشک اندازه گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در سه نقطه از هر کرت و در فاصله ساعات 11 تا 13 انجام گرفت.

با توجه به معادله (2) و با داشتن شاخص سطح برگ و اندازه گیری نور در بالا و پایین کانوپی، ضریب استهلاک نوری (K) با رگرسیون گیری از لگاریتم طبیعی مقدار نور عبور کرده (I_i/I_0) در مقابل شاخص سطح برگ به دست آمد، قابل ذکر است که محاسبه ضریب خاموشی در تیمارهای خالص انجام گرفت (Keating & Carberry, 1993).

$$\frac{I_i}{I_0} = e^{-K \cdot LAI} \quad (2)$$

I: مقدار تشعشع در بالای کانوپی، I_i : مقدار تشعشع در پایین کانوپی، K: ضریب استهلاک نوری، LAI: شاخص سطح برگ. با استفاده از ساعت آفتابی استخراج شده از موسسه اقلیم شناسی استان خراسان برای عرض جغرافیایی مشهد، میزان تشعشع روزانه خورشیدی از روش خودریان و فان لار محاسبه گردید (Nassiri, 2000).

نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس معادلات 3 تا 5 محاسبه شد (Francescangeli et al., 2006).

$$I_i = I_0 \cdot (1 - \exp^{-(K_b \cdot L_b) + (K_s \cdot L_s)}) \quad (3)$$

$$I_s = I_i \left(\frac{K_s L_s}{(K_s L_s) + (K_b L_b)} \right) \quad (4)$$

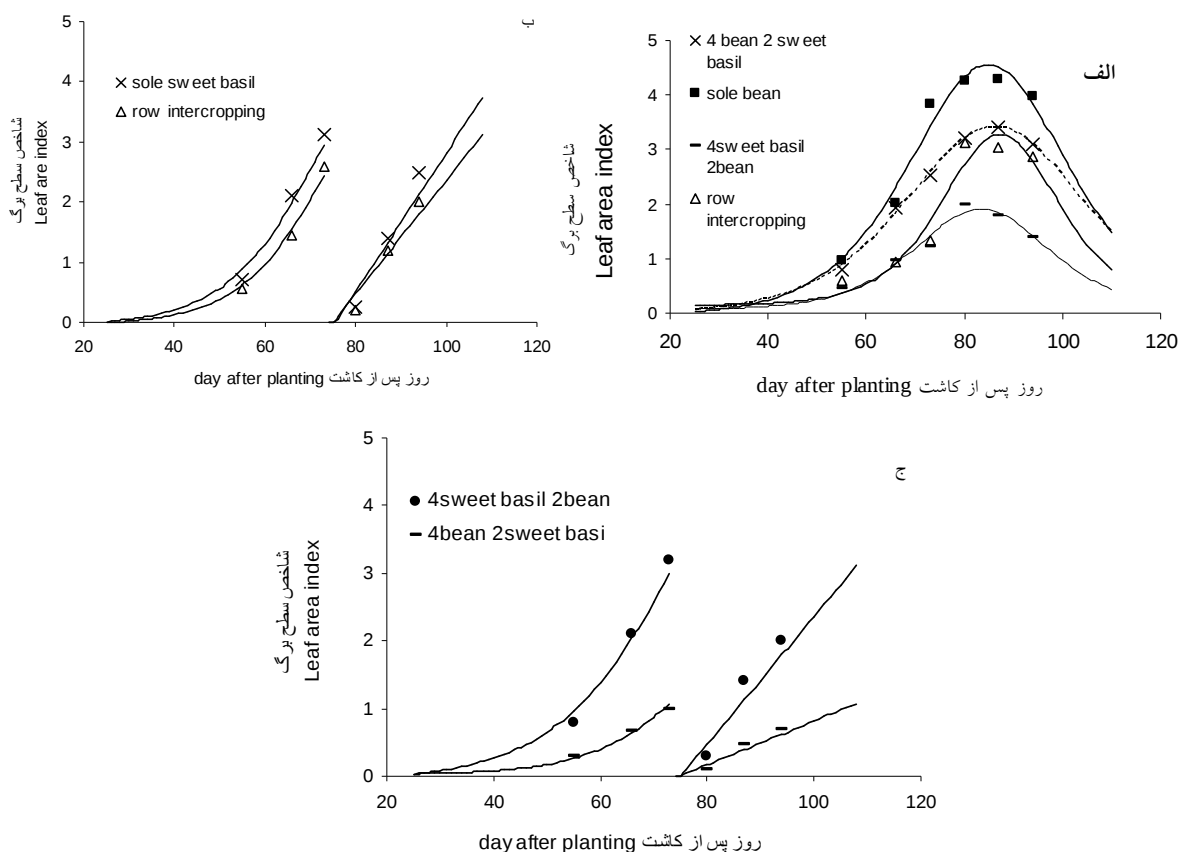
$$I_b = I_i - I_s \quad (5)$$

آزمایش بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار اجرا شد. تیمارها شامل (کشت خالص ریحان، کشت خالص لوبیا، کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان+ دو ردیف لوبیا، چهار ردیف لوبیا+ دو ردیف ریحان و کشت مخلوط ردیفی (یک به یک) بودند. در این آزمایش هر بوته لوبیا معادل با 1/5 بوته ریحان بود و در نتیجه فاصله دو بوته در روی ردیف چه در کشت مخلوط و چه در کشت خالص یکسان بوده و تراکم‌ها با افزایش و یا کاهش تعداد ردیف ایجاد شده بود.

کرت‌هایی به ابعاد 3×5 متر مربع ایجاد شد و در هر کرت شش ردیف کاشت به فاصله 50 cm از یکدیگر در نظر گرفته شد و بذور ریحان از توده بومی مشهد بوده که به فاصله 6/5cm روی ردیف‌ها (تراکم 30 بوته در متر مربع) و عمق 2-3 سانتی متر، و بذور لوبیا از رقم ناز بوده که به فاصله 10cm روی ردیف‌ها (تراکم 20 بوته در متر مربع) و عمق 5 سانتی متر در 10 اردیبهشت ماه سال 1387 کاشته شد. فاصله بین کرت‌ها نیز در هر بلوک 0/5 متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر 10 روز یکبار بصورت نشستی صورت گرفت. عملیات تنک کاری به منظور رسیدن به تراکم مورد نظر در مرحله 3-4 برگی گیاهان انجام گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی در 4 نوبت انجام گرفت ضمناً به منظور بررسی آزمایش در شرایط کم‌نهاد و بیشتر نمود پیدا کردن تاثیر تثبیت نیتروژن گیاه لوبیا در کشت مخلوط از هیچگونه کود (اعم از شیمیایی و غیر شیمیایی) در تیمارها استفاده نشد و به دلیل عدم نیاز سم نیز به کار نرفته بود. برداشت لوبیا در 15 مرداد ماه انجام گرفته و ریحان در دو چین برداشت گردید که چین اول در 20 تیر ماه در ارتفاع 8-10 سانتی متری سطح زمین قطع گردید و چین دوم در حدود یکماه پس از چین اول در تاریخ 25 مرداد صورت گرفت.

در ابتدای فصل هر کرت به دو قسمت تقسیم شد که در یک قسمت نمونه‌گیری‌های تخریبی و قسمت دیگر به برآورد عملکرد اختصاص گرفت. 55 روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر هفته یک بار از هر گیاه سه بوته به طور کاملاً تصادفی برای اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک برداشت شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (مدل Li-Cor) استفاده گردید و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت زمان کافی قرار می‌گرفتند.

برآورد مقادیر LAI روزانه لوبیا از طریق برازش معادله زیر بدست



شکل 1- تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص سطح برگ، الف: گیاه لوبیا، ب و ج: گیاه ریحان
Fig1- The effect of different treatments on leaf area index in A: bean B and C: sweet basil

خصوص اینکه حدود 74 روز پس از کاشت که برداشت رویشی ریحان انجام گرفت، شاخص سطح برگ در تیمارهای کشت مخلوط افزایش چشم گیری داشت به خصوص کشت مخلوط ردیفی چون با برداشت ریحان بیشترین فضا در این تیمار برای لوبیا فراهم شد و افزایش سطح برگ در تیمار ردیفی زیاد بود. بالاترین شاخص سطح برگ در کشت خالص لوبیا بود (4/3) که البته با توجه به تراکم بالاتر در این تیمار طبیعی به نظر می رسد و کمترین شاخص سطح برگ لوبیا در تیماری به دست آمد که لوبیا در آن کمترین تراکم را داشت. در کشت مخلوط لوبیا با ذرت نیز کاهش سطح برگ لوبیا در کشت مخلوط گزارش شد (Tsubo & Walker, 2002).

شاخص سطح برگ ریحان در چین اول در تیمار چهار ردیف ریحان+ دو ردیف لوبیا (3/2) بالاتر از تمامی تیمارها بود که برتری این تیمار نسبت به تیمار کشت خالص با توجه به تراکم پایین تر می تواند دو دلیل عمده داشته باشد یکی کاهش رقابت درون گونه ای در کشت مخلوط و دیگری اثرات مثبت گیاه لگوم برای ریحان در

در این معادلات، I_t : مقدار تشعشع رسیده به بالای کانوپی، I_0 : مقدار تشعشع جذب شده در کل مخلوط، I_s : مقدار تشعشع جذب شده توسط ریحان، I_b : مقدار تشعشع جذب شده توسط لوبیا، K_s : ضریب خاموشی نور ریحان، K_b : ضریب خاموشی نور لوبیا، I_s : شاخص سطح برگ ریحان و I_b : شاخص سطح برگ لوبیا می باشد.

در نهایت کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر متر مربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع) محاسبه گردید (Tsubo & Walker, 2002).

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف لوبیا و ریحان

تا حدود 60 روز پس از کاشت اختلاف زیادی بین تیمارهای مختلف از نظر LAI وجود نداشت (شکل 1-الف). ولی پس از آن و با شروع رشد سریع لوبیا، اختلاف بین تیمارها مشخص گردید به

دلیل کاهش شاخص سطح برگ در این تیمار (شکل 1) کاهش کارایی مصرف نور قابل توجه باشد زیرا به خاطر کم شدن تراکم، وزن خشک تولیدی لوبیا در این تیمار بسیار افت کرد دو ردیف لوبیا که در کنار هم قرار داشتند از یک سمت شرایط کشت خالص برای آنها وجود داشت (به دلیل حضور ردیف ها کنار هم) و نفوذ نور در آنها به خوبی انجام نمی گرفت و از طرف دیگر با برداشت ریحان و خالی شدن ردیف های کشت ریحان چون سطح برگ لوبیا کم بود برگ های سمت ردیف های ریحان به حالت اشباع نوری می رسیدند یعنی از یک طرف لوبیا کمبود و از طرف دیگر با بیش بود نور مواجه بود و این موجب افت کارایی نور در این تیمار نسبت به تیمارهای دیگر گردید. گزارش شده است که با کاهش تراکم کلم بروکلی از میزان کارایی مصرف نور آن کاسته شد (Muchow et al., 1993). گزارش شده است که توزیع مناسب نور یکی از مهم ترین دلایل بالا رفتن کارایی مصرف نور در بسیاری از گیاهان از جمله گیاهان با برگ های عمودی تر است (Gallagher & Biscoe, 1978; Graf et al., 1990) اما در تیمار کشت مخلوط ردیفی به دلیل اینکه ردیف های لوبیا بیشترین فاصله را از هم داشتند در زمان برداشت ریحان بهترین شرایط توزیع نور در کانوپی آنها وجود داشت به طوریکه وزن خشک تولیدی در کشت ردیفی با توجه به تراکم کمتر نسبت به کشت نواری با چهار ردیف لوبیا از آن بیشتر شده است و شاخص سطح برگ نیز نشان می دهد که لوبیا در کشت ردیفی حدودا به شاخص سطح برگ تیمارهای با تراکم بیشتر لوبیا رسیده است. گزارشات متفاوتی مبنی بر افزایش و کاهش کارایی مصرف نور گیاهان در شرایط کشت مخلوط وجود دارد، توسوبو و همکاران (Tsubo et al., 2001) در کشت مخلوط لوبیا با ذرت بیان نمودند که کارایی نور لوبیا در کشت مخلوط بالاتر بود. همین طور در کشت مخلوط بادام زمینی و ذرت نیز افزایش کارایی مصرف نور در بادام زمینی گزارش شد (Awal et al., 2006). از طرفی در کشت مخلوط سیب زمینی و ذرت گزارش شده است که کارایی مصرف نور در سیب زمینی کاهش یافت (Hosseinpanahi, 2008) دلیل اصلی کاهش در کارایی مصرف نور لوبیا در دو کشت مخلوط نواری را می توان اینگونه عنوان کرد که به دلیل تراکم کم، لوبیا نتوانست از نور زیادی که با برداشت رویشی ریحان در اختیارش قرار گرفت ماده خشک بالایی تولید کند که یک دلیل عمده توزیع نامناسب نور در کشت نواری بود و دقیقا عکس این موضوع، یعنی توزیع یکنواخت نور در کشت ردیفی حاصل شد.

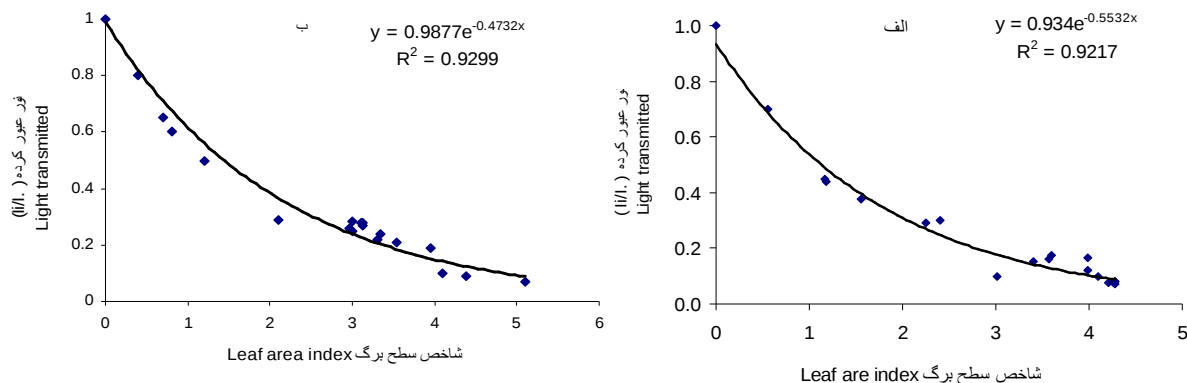
کشت مخلوط ولی در چین دوم ریحان خالص به طور جزئی از تیمارهای کشت مخلوط شاخص سطح برگ بالاتری را به دست آورد و LAI تقریباً به 2/5 رسید که دلیل عمده این بود که پس از برداشت ریحان در کشت مخلوط سایه اندازی لوبیا برای ریحان یک عامل کاهش دهنده شاخص سطح برگ ریحان بود به طوریکه کمترین شاخص سطح برگ ریحان در کشت مخلوط چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان در چین دوم به دست آمد در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بالاترین LAI شبدر در کشت مخلوط بود و در کمترین تراکم مرزه، شبدر بالاترین سطح برگ را دارا بود ولی با افزایش تراکم مرزه سطح برگ شبدر کاهش یافت (Hasanzadeh aval, 2007).

ضرب استهلاک نوری در دو گیاه لوبیا و ریحان

ضرب استهلاک نوری برای لوبیا 0/55 و برای ریحان نیز 0/47 به دست آمد (شکل 2) گزارشات قبلی نیز میزان ضرب استهلاک نوری لوبیا را 0/64 (Tsubo & Walker, 2002) و در برخی دیگر از 0/4 تا 0/8 متغیر اعلام کرده اند (Pengelly et al., 1999). از آنجاییکه ارقام مورد استفاده در آزمایشات مختلف یکسان نبوده و همین طور در شرایط مختلفی این آزمایشات انجام گرفته است اختلافات بین این نتایج در آزمایش های مختلف طبیعی به نظر می رسد. ضرب استهلاک نوری تحت تاثیر شرایط محیطی، زاویه خورشید در زمانی که در بالاترین نقطه آسمان قرار دارد، شیب برگ، زاویه برگ و شاخص سطح برگ قرار دارد (Graf, 1990; Keating & Carberry, 1993). از طرفی بیان شده است تراکم های متفاوت نیز می تواند بر ضرب استهلاک نوری تاثیر داشته باشد به طوریکه با افزایش تراکم در کلم بروکلی به دلیل عمودی تر شدن برگ ها و افزایش ارتفاع از میزان ضرب استهلاک نوری کاسته شد (Francescangeli et al., 2006). همه اینها تغییر بالای ضرب استهلاک نوری تحت شرایط مختلف را نشان می دهد

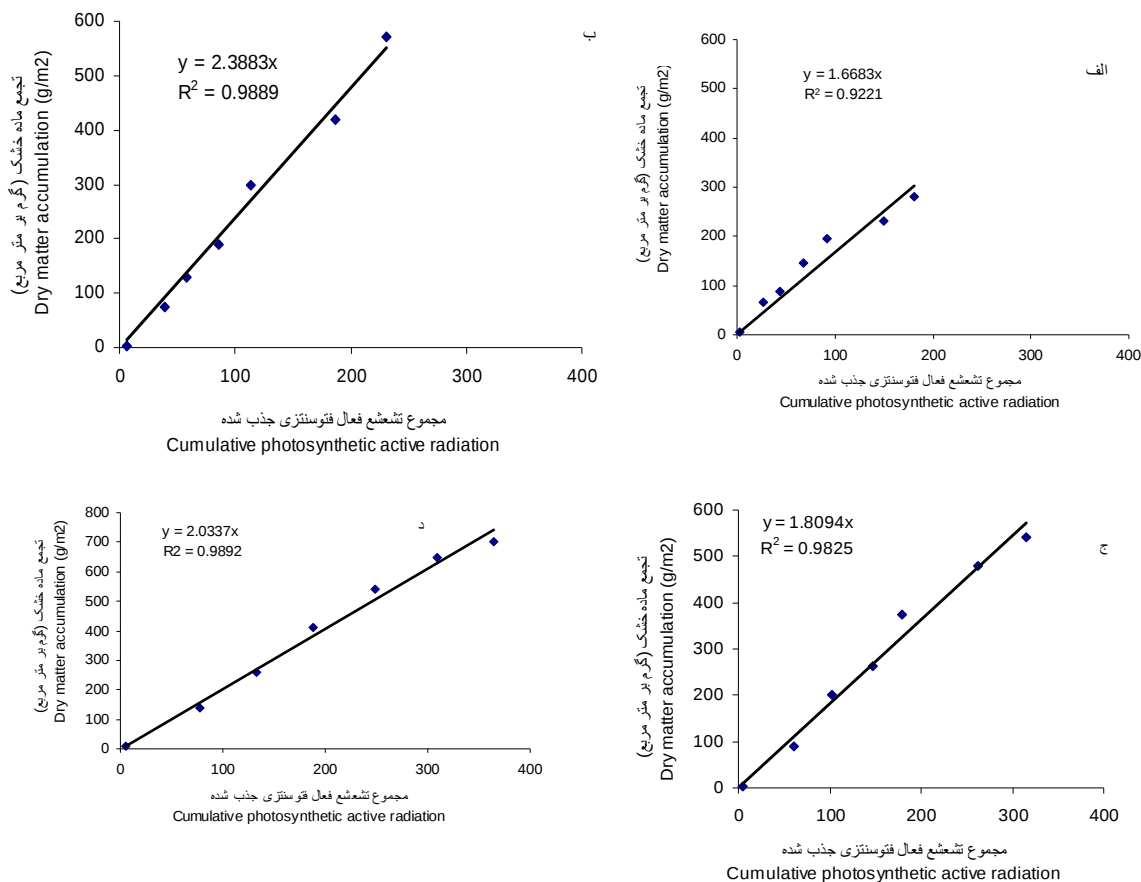
کارایی مصرف نور در گیاه لوبیا

همانطور که در شکل 3 مشخص است کمترین کارایی مصرف نور لوبیا در تیمار چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا (1/6) و بالاترین کارایی نور لوبیا در کشت مخلوط ردیفی (2/38) به دست آمد. در این آزمایش کارایی نور به دست آمده برای لوبیا تا حدودی منطبق بر گزارش های قبلی می باشد به طوریکه کارایی مصرف نور لوبیا در منابع مختلف 1/5 (Muchow et al., 1993) و 2/95 گرم بر مگاژول (Idinoba et al., 2002) ذکر شده است. به نظر می رسد به دلیل تراکم پایین لوبیا در تیمار چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا و به



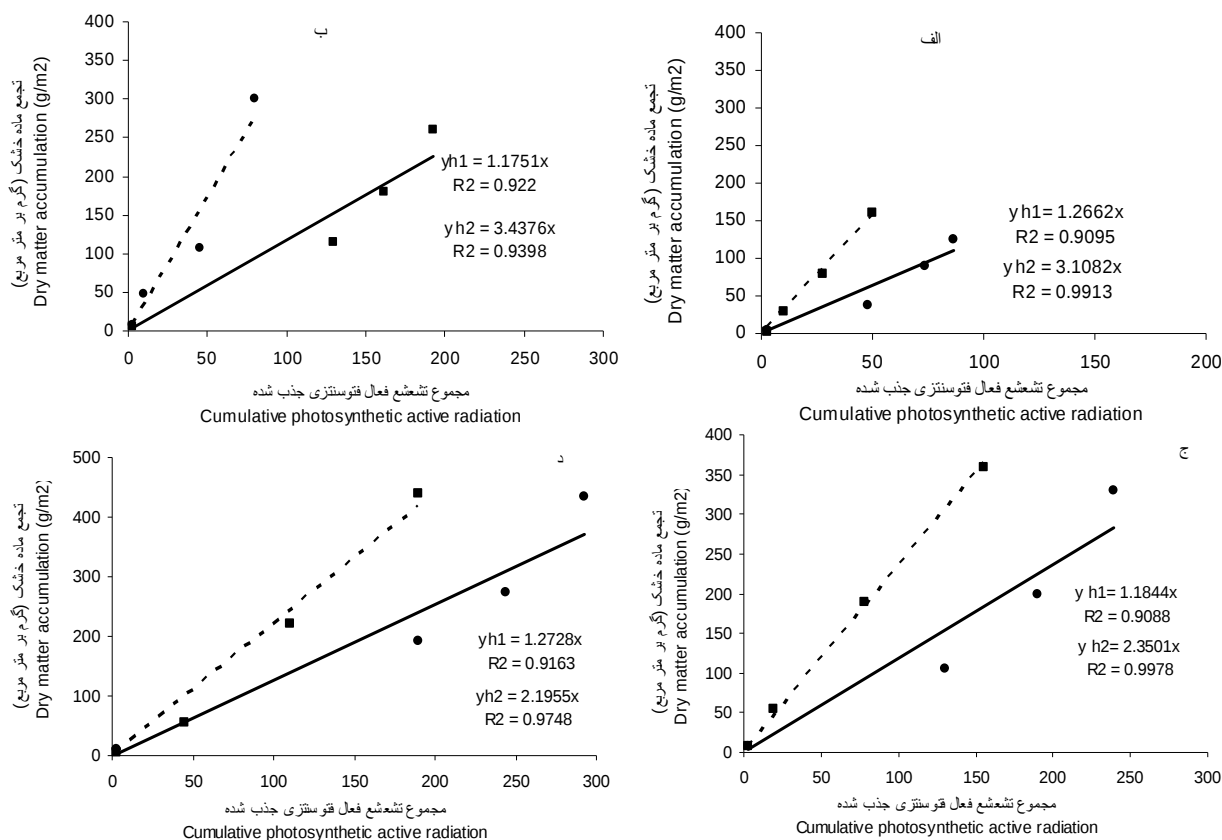
شکل 2- الف: میزان نور عبور کرده از کانوپی در برابر شاخص سطح برگ لوبیا ب: میزان نور عبور کرده از کانوپی در برابر شاخص سطح برگ ریحان (شیب منحنی ضریب استهلاک نوری گیاه مربوطه می باشد).

Fig2- A: proportion of light transmitted amount with in the canopy by LAI bean B: Relation of amount of light transition from the canopy with LAI bean (The slope of equation is light extinction coefficient).



شکل 3- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک لوبیا، در تیمارهای مختلف: الف - کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان دو ردیف لوبیا، ب: کشت مخلوط ردیفی، ج: کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان و د: کشت خالص

Fig3- relationship between Cumulative photosynthetic active radiation and dry mater of bean, A: strip intercropping of four rows sweet of basil +two rows of bean, B: row intercropping C: strip intercropping of two rows sweet basil+ four rows bean and D: sole crop



شکل 4- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک ریحان رویشی در چینهای اول و دوم، در تیمارهای مختلف: الف - کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا + دو ردیف ریحان، ب: کشت مخلوط ردیفی، ج: کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان + دو ردیف لوبیا و د: کشت خالص

* خط چین در نمودار مربوط به چین دوم می باشد. Yh_1 = کارایی مصرف نور چین اول، Yh_2 = کارایی مصرف نور چین دوم

Fig4- Relationship between cumulative Photosynthetic active radiation and dry mater of sweet basil in first and second harvest, A: strip intercropping of four rows bean+ two rows of sweet basil, B: row intercropping, C: strip intercropping of four rows of sweet basil+ two rows of bean and D: sole crop

*Interrupted line showed second harvest. Yh_1 - radiation use efficiency of first harvest Yh_2 - radiation use efficiency of second harvest

گرفت، در مدت کوتاهی گیاه در اثر رشد سریع به ماده خشک بالایی دست یافت و این موجب شد تا هدر رفت نور به حداقل ممکن رسیده و در نتیجه به طور چشم گیری میزان کارایی نور در چین دوم بالاتر از چین اول باشد همانطور که در شکل 4 مشخص است در برداشت اول گیاه ریحان تفاوت چندانی بین تیمارها وجود نداشته و حدودا کارایی مصرف نور در تیمارها مختلف مشابه می باشد.

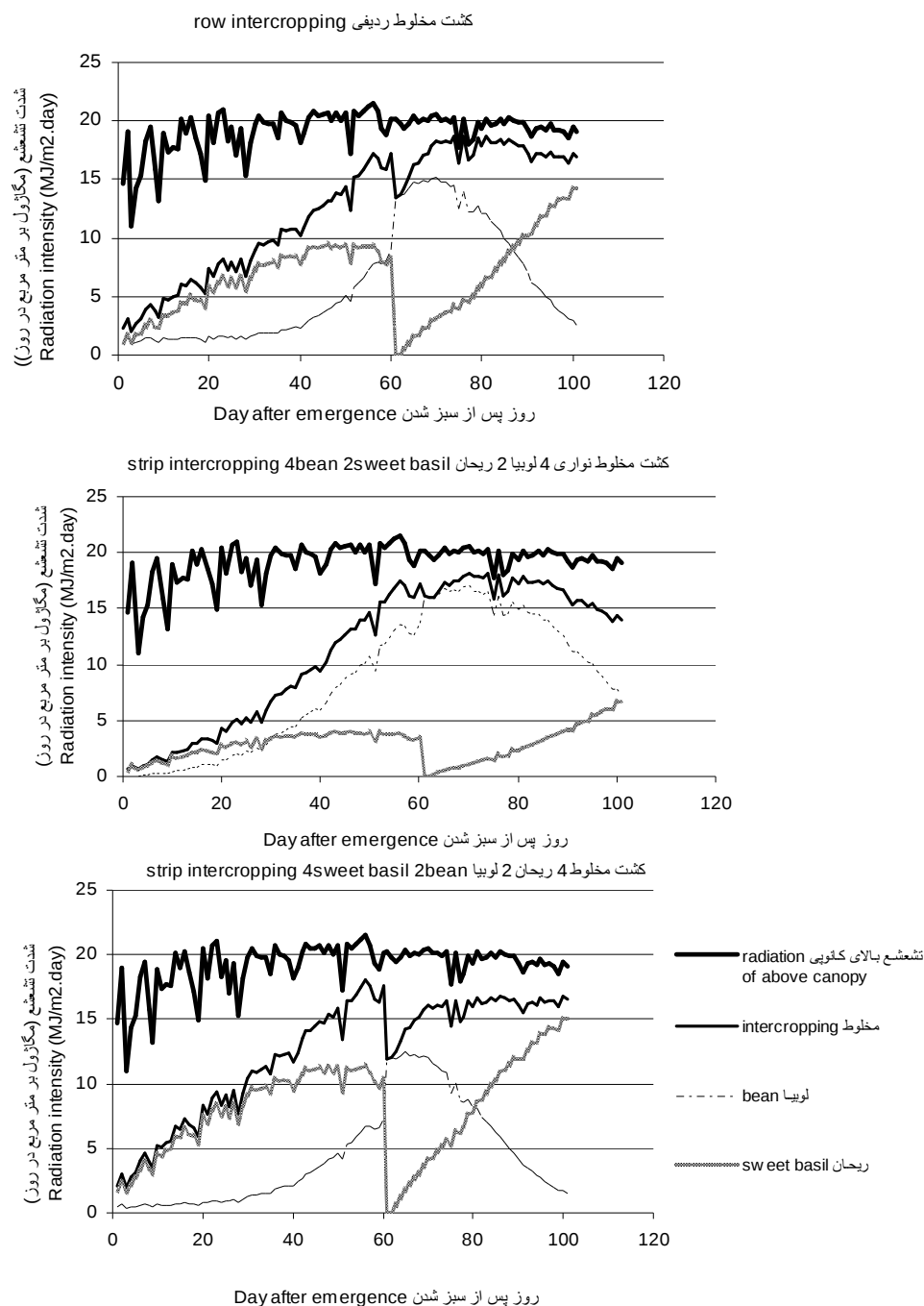
در اوایل فصل رشد به دلیل تراکم کمتر گیاه ریحان در تیمارهای کشت مخلوط از میزان نور رسیده به طور بهینه استفاده نشده و دقیقا زمانی که می بایست اثرات مثبت کشت مخلوط خود را نشان دهد گیاه برداشت شد به همین دلیل در چین دوم این اثرات مشهود بوده و

کارایی مصرف نور در گیاه ریحان رویشی

در تمام تیمارها در هردو چین ارتباط بین تولید ماده خشک ریحان و تشعشع فعال فتوسنتزی تجمعی به صورت خطی بود و در همه موارد ضریب همبستگی بیشتر از 0/9 بود (شکل 4). در چین اول کارایی نور در تمامی تیمارها پایین تر از چین دوم بود و کشت خالص دارای بالاترین کارایی نور در چین اول بود (1/27 مگاژول بر متر مربع). به دلیل رشد کند در ابتدای رشد و سطح برگ پایین (شکل 1) از نور رسیده در ابتدای رشد به صورت کارا استفاده نگشته و کارایی نور در چین اول نسبت به چین دوم بسیار پایین تر بود از آنجایی که پس از چین اول که از حدود 10 سانتی متری سطح زمین انجام

از ریحان داشت و این موجب شد که شرایط کانوپی موجی در مزرعه به چشم نخورد و حتی رقابت بر سر نور نیز بین لوبیا و ریحان به وجود آید و دقیقاً در همین زمان و قبل از آن که ارتفاع ریحان از لوبیا پیشی بگیرد برداشت ریحان انجام گرفت.

در چین اول در زمانی که ریحان برداشت شد ارتفاع آن اندکی کمتر از لوبیا و حدوداً برابر با آن بوده و گاهی تحت سایه اندازی کانوپی لوبیا قرار گرفته بود زیرا به دلیل زودتر سبز شدن لوبیا علائق ارتفاع نهایی کمتر لوبیا تا زمان برداشت اول ریحان، لوبیا ارتفاع برابر یا بعضاً بالاتر



شکل 5- اثر تیمارهای مختلف بر روند جذب نور ریحان و لوبیا طی روزهای بعد از سبز شدن

Fig 5- The effect of different treatments on sweet basil and bean light absorption at days after emergence

یک دلیل عمده بالا رفتن کارایی مصرف نور در ریحان به خصوص در چین دوم را می توان استفاده از نیتروژن تثبیت شده توسط گیاه لگوم دانست که در گزارشات زیادی بر تاثیر مثبت نیتروژن بر کارایی مصرف نور تاکید شده است در گندم بیان شده است که افزایش نیتروژن موجب بالا رفتن کارایی مصرف نور می گردد (Cavaglia & Sadras, 2001).

آکمال و جانسن (Akmal & Janssens, 2004) نیز کاهش کارایی مصرف نور در اثر کمبود نیتروژن در گیاه را گزارش کرده و اینگونه عنوان نمودند که در شرایط کمبود نیتروژن افزایش کمی نیتروژن بیشترین تاثیر را در افزایش کارایی مصرف نور دارد. در این آزمایش نیز با توجه به استفاده نکردن از هرگونه کودی محتمل به نظر می رسد که افزایش هرچند مقدار کمی نیتروژن توسط گیاه لگوم یکی از دلایل افزایش کارایی مصرف نور در ریحان در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در چین دوم باشد.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که کشت مخلوط ریحان و لوبیا به طور مشخص جذب نور بالاتر از کشت خالص داشته و هم در لوبیا و هم در ریحان کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ردیفی بالاتر از تمامی تیمارها بود. در تمامی تیمارها چین دوم نسبت به چین اول ریحان، کارایی مصرف نور افزایش یافته و این افزایش کارایی به خصوص در کشت مخلوط بالاتر بود. به نظر می رسد در شرایطی که ریحان به صورت رویشی برداشت می شود بهترین نوع کشت از نظر کارایی مصرف نور کشت ردیفی باشد.

در چین دوم بالاترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار کشت ردیفی بود (3/4) و پایین ترین کارایی نور در کشت خالص ریحان بود (2/2). زیرا پس از برداشت اول سطح برگ ریحان بسیار کاهش یافت به طوری که در کشت خالص ریحان به دلیل نور فراوان و شاخص سطح برگ بسیار پایین عملاً تمامی سطح برگ مانده در شرایط اشباع نوری قرار گرفته و این موجب شد تا کارایی نوری پایین تری در کشت خالص نسبت به تیمارهای کشت مخلوط در چین دوم به دست آید در تیمارهای کشت مخلوط به دلیل سایه اندازی لوبیا (شکل 5) شرایط به گونه ای بوده که برگها در بهترین وضعیت نوری قرار گرفته و این موجب بالا رفتن میزان کارایی نور در تیمارهای کشت مخلوط گشت.

قبلاً نیز گزارش شده است که تجمع بیشتر وزن خشک به ازاء هر واحد تشعشع جذب شده در 75% تشعشع کامل بیشتر از تشعشع کامل بود (Midmore et al., 1988). بالا ترین کارایی نور در زمانی حاصل می گردد که گیاه در سریع ترین مرحله رشد خود قرار دارد (Gallagher & Biscoe, 1978). برداشت از ارتفاع مناسب و به موقع در گیاهان رویشی موجب بالا رفتن سرعت رشد گیاه می گردد (Singh & Ram, 1991). افزایش کارایی مصرف نور در کشت خلوط توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Ceotto & Castelli, 2002; Tsubo & Walker, 2002; Willey, 1990; Keating & Carberry, 1993).

همان گونه که در شکل 5 مشخص است جذب نور به طور کل در کشت مخلوط بالاتر بوده که این قبلاً نیز گزارش شده است (Keating & Carberry, 1993; Tsubo et al., 2001). کارایی مصرف نور در کشت ردیفی بالاتر از تمامی تیمارهای آزمایش بود که همانطور که گفته شد به دلیل توزیع یکنواخت نور بوده و همین طور

منابع

- 1- Akmal, M., and Janssens, M.J.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. *Field Crops Research* 88: 143-155.
- 2- Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74-83.
- 3- Bastiaans, L., Kropff, M.J., Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 2000. Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modelling crop-weed interactions. *Field Crops Research* 67:161-179.
- 4- Bhatti, I. H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nazir, M.S., and Mahmood, T. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume intercropping systems. *International Journal of Agriculture and Biology* 2: 165-167.
- 5- Black, C., and Ong, C. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology* 104: 25-47.
- 6- Cavaglia, O.P., and Sadras, V.O. 2001. Effect of nitrogen supply on crop conductance, water- and radiation-use efficiency of wheat. *Fields Crop Research* 69: 259-266.
- 7- Ceotto, E., and Castelli, F. 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): response to nitrogen supply, climate variability and sink limitations. *Field Crops Research* 74: 117-130.
- 8- Connolly, J., Goma, H.C., and Rahim, K. 2001. The information content of indicators in intercropping research. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87: 191-207.

- 9- FAOSTAT. <http://faostat.fao.org> (Available at 2008).
- 10- Francescangeli, N., Sangiacomo, M.A., and Marti, H. 2006. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. *Scientia Horticulturae* 110: 135-143.
- 11- Fukai, S., and Trenbath, B.R. 1993. Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. *Field Crops Research* 34: 247-271.
- 12- Gallagher, J.L., and Biscoe, P.V. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agricultural Science* 91: 47- 60.
- 13- Graf, B., Gutierrez, A.P., Rakotobe, O., Zahner, P., and Delucchi, V. 1990. A simulation model for the dynamics of rice growth and development. Part II. The competition with weeds for nitrogen and light. *Agricultural Systems* 32: 367-392.
- 14- Hasanzadeh aval, F. 2007. Effect of Density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. M.Sc. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ. Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- 15- Hossienpanahi, F. 2008. Evaluation of yield and component yield in the corn and potato intercropping. M.SC. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ_ Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
- 16- Idinoba, M. E., Idinoba, P.A., and Gbadegesin, A.S. 2002. Radiation interception and its efficiency for dry matter production in three crop species in the transitional humid zone of Nigeria. *Agronomie* 22: 273-281.
- 17- Keating, B.A., and Carberry, P.S. 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. *Field Crops Res.* 34: 273-301.
- 18- Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Najafi, F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Iranian Journal of Field Crop Research* 2: 208-214. (In Persian with English Summary).
- 19- Maeffe, M., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crop Research* 84: 229-240.
- 20- Majnoon hosseini, N. 1993. Beans in Iran. J.had Daneshgahi, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary).
- 21- McMurtrie, R., and Wolf, L. 1983. A model of competition between trees and grass for radiation, water and nutrients. *Annals of botany* 52: 449-458.
- 22- Midmore, D.J., Roca, J., and Berrios, D. 1988. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. IV. Intercropping with maize and the influence of shade on potato microenvironment and crop growth. *Field Crops Research* 18: 141-157.
- 23- Muchow, R.C., Robertson M.J., and Pengelly, B.C. 1993. Radiation use efficiency of soybean, mung bean and cowpea under different environmental conditions. *Field Crops Research* 32: 1-16.
- 24- Nasiri Mahallati, M. 2000. Modelling of Crops Growth Processes. J.had Daneshgahi, Mashhad, Iran. (In Persian).
- 25- Omidbeigi, R. 2000. Production and Processing Medicinal Plants. Beh Nashr Pub. Mashhad, Iran. In Persian with English Summary).
- 26- Pengelly, B.C., Blamey, F.P.C., and Muchow, R.C. 1999. Radiation interception and the accumulation of biomass and nitrogen by soybean and three tropical annual forage legumes. *Field Crops Research*. 63: 99-112.
- 27- Rimmington, G.M., 1984. A model of the effect of interspecies competition for light on dry-matter production. *Aust. J. Plant Physiology* 11: 277-286.
- 28- Rimmington, G.M., 1985. A test of a model for light interception by mixtures. *Aust. J. Plant Physiology* 12: 681-683.
- 29- Singh, K., and Ram, P. 1991. Production potential in intercropping of citronella Java with cowpea and mint species. *Ann. Agric. Res.* 12:128-133.
- 30- Tsubo, M., and Walker, S. 2002. A model of radiation interception and use by a maize/bean intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 110: 203-215.
- 31- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparison of radiation use efficiency of mono-/inter -cropping systems with different row orientations. *Field Crop Research* 71: 17-29.
- 32- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crop Research* 93: 10-22.
- 33- Wilkerson, G.G., Jones, J.W., Coble, H.D., and Gunsolus, J.L. 1990. SOYWEED: asimulation model of soybean and common cocklebur growth and competition. *Agronomy Journal* 82: 1003-1010.
- 34- Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping systems. *Agricultural Water Management* 17: 215-231.



اثر رقابت گونه مهاجم سوروف (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher)

در مزارع برنج گیلان

محمدجواد گل محمدی^{1*}، حسن علیزاده²، بیژن یعقوبی² و مجید نحوی³

تاریخ دریافت: 88/12/10

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

سوروف (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) گونه مهاجم در شالیزارهای کشور و دارای خواص تقلیدکنندگی از برنج می‌باشد. به منظور بررسی اثر رقابتی گونه مهاجم سوروف و ارزیابی میزان خسارت آن در مزارع برنج، آزمایشی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در موسسه برنج کشور در رشت در سال زراعی 1387 انجام شد. فاکتور های آزمایشی شامل سه سطح تراکم (10، 20 و 40 بوته در متر مربع) و برای برنج در تراکم رایج منطقه (20 کپه در متر مربع) می‌باشد. نتایج حاصل از داده های آزمایشی و مدل رگرسیونی دلالت بر این دارد که سوروف برنج باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، تعداد خوشه در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال 1 درصد گردید. با افزایش تراکم 0-40 بوته در متر مربع، کاهش عملکرد دانه تا 70 درصد را نشان داده است. میزان کاهش تعداد دانه در خوشه در تراکم های 10، 20 و 40 بوته در متر مربع به ترتیب 34، 41 و 43 درصد و میزان کاهش تعداد خوشه در بوته برنج در اثر تداخل با سوروف برنج به ترتیب 62، 64 و 62 درصد بود. تراکم های 10، 20 و 40 بوته در متر مربع بطور متوسط موجب 49، 67 و 61 درصد کاهش در تعداد پنجه برنج گردید. برنج، در تراکم 40 بوته سوروف برنج کمترین ارتفاع و در تیمار شاهد (بدون وجود علف هرز) بیشترین ارتفاع را دارد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، علف هرز، کاهش عملکرد، مدل رگرسیونی

مقدمه

برنج است (Yamasue, 2001). دارای بذور بزرگتر نسبت به سایر گونه‌هاست که قدرت رقابتی آن را در برنج بالا می‌برد و از طرف دیگر قادر به جوانه زنی در شرایط بی‌هوازی بوده، در عمق آب جوانه زده و یک علف هرز جدی و مهم در مزارع برنج می‌باشد (Barrett & Wilson, 1983; Kennedy et al., 1980). سوروف برنج جدی ترین علف‌هرز در مزارع کالیفرنیا می‌باشد (Micheal, 1983). تغییرات مورفولوژیکی در این گونه بیشتر از گونه های رایج سوروف است (Maria et al., 1999). سوروف برنج دارای خواص تقلیدکنندگی از گیاه زراعی برنج می‌باشد که خصوصاً در فاز رویشی شباهت و تقلید گونه سوروف از برنج مشهود است. این علف‌هرز شبیه به برنج در رنگ گره‌ها، قدرت پنجه زنی، زاویه پنجه‌ها، شکل پایه، رنگ و زاویه برگ می‌باشد. جوانه‌زنی سریع در خزانه و نشاء ِ شدن گیاهچه های این علف‌هرز به اشتباه بجای برنج موجب گسترش آلودگی مزارع گردیده است. از یک سو همراه گیاهچه‌های برنج نشاء شده و با برنج قابل تفکیک جهت وجین دستی نیست و از سویی دیگر اندازه گیاهچه آن در زمان مصرف علف‌کش به قدری بزرگ است که تحمل آن

برنج مهمترین گیاه زراعی دنیا و غذای اصلی نیمی از مردم کره زمین است که در حدود 90% از تولید و مصرف آن در آسیا اتفاق می‌افتد (Kleinig & Noble, 2002). مهمترین آفت در برنج، علف های هرز آن می باشند (Mirkamali, 2006). مزارع برنج گیلان و مازندران به دلیل شرایط خاص اکولوژیکی و تک کشتی دارای علف‌های‌هرز اختصاصی در مقایسه با سایر محصولات زراعی می‌باشند. تا قبل از دهه گذشته تنها علف‌هرز مهم و غالب در شالیزارهای شمال کشور سوروف (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) گونه رایج بوده است. اخیراً گونه جدیدی از جنس سوروف به عنوان یک گونه مهاجم و تحت عنوان سوروف برنج یا سوروف هوشمند معرفی گردیده است (Yaghoubi et al., 2006). سوروف برنج علف‌هرز انحصاری در مزارع

1. 2 و 3- به ترتیب کارشناس ارشد علف‌های هرز، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات برنج رشت
(*) - نویسنده مسئول: Jav_gol106@yahoo.comE-mail: (

با قارچ‌کش تیوفانات متیل تیرام (همای) به نسبت دو در هزار ضد عفونی و در خزانه در زیر پوشش پلاستیکی پرورش داده شده و در مرحله 3-5 برگی به زمین اصلی منتقل گردیدند. گیاهچه‌های تهیه شده سوروف برنج دو هفته پس از نشاء کاری برنج بر اساس نقشه طرح و با فواصل مورد نظر در کنار برنج نشاء گردیدند. آرایش کشت برنج 25×20 سانتیمتر، ابعاد هر کرت آزمایشی 6×3 متر و تعداد ردیف‌های کاشت 24×15 ردیف بود. جهت سهولت در نمونه‌گیری و رفت و آمد در داخل کرتها، 50 سانتیمتر فاصله بین تیمارها در نظر گرفته شد. جهت کاشت یکنواخت برنج به کمک مارکر به فواصل 25×20 سانتیمتر اقدام به علامتگذاری مزرعه محل آزمایش گردید. در این طرح از هیچ علف‌کشی استفاده نشده و در دو مرحله به فواصل دو و چهار هفته پس از نشاء کاری اقدام به وجین دستی همه علف‌های هرز جز سوروف برنج نشاء شده گردید. برای اندازه‌گیری ارتفاع، تعداد 10 کپه برنج را از هر کرت آزمایشی در نظر گرفته و در چهار مرحله پنجه‌زنی، به ساقه رفتن، ظهور خوشه و مرحله خمیری ارتفاع طبیعی آنها در داخل کرت اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آنها به عنوان ارتفاع آن تیمار ثبت شد. برای مقایسه ارقام از نظر سرعت توسعه ارتفاع، پس از برآزش معادله بر داده‌های ارتفاع، از مشتق معادلات استفاده گردید. در پنج مرحله نخست نمونه‌گیری (در طول دوره رشد و دو هفته یکبار) تمام پنجه‌ها و در مرحله آخر پنجه‌های مؤثر و دارای خوشه شمارش گردید تا از این طریق روند تغییرات پنجه ارقام در تیمارهای مختلف قابل بررسی باشد. اندازه‌گیری ارتفاع نهایی و تعداد پنجه بارور قبل از برداشت برنج در مزرعه انجام گرفت. به منظور بررسی عملکرد و بعضی از صفات مورد بررسی، در مرحله نهایی 50 درصد سطح هر کرت به عنوان نمونه و جهت تعیین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک برداشت گردید. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، ابتدا بوته‌های برنج و علف‌هرز از هم تفکیک شدند و تعداد خوشه در بوته (میانگین خوشه 20 بوته در متر مربع)، وزن هزار دانه و تعداد دانه در هر خوشه (جداسازی دانه‌های پر و پوک) اندازه‌گیری شد. کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (از طریق آزمون دانکن) با استفاده از نرم افزار Ms Excell 9.1 SAS version انجام و رسم نمودارها با نرم افزار 2003 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه برنج در متر مربع در تداخل با سوروف برنج به صورت خطی و معنی داری ($P<0/01$) کاهش یافت. مقایسه میانگین بار روش دانکن بیان می‌کند که افزایش تراکم علف هرز منجر به افزایش درصد کاهش عملکرد شد (جدول 2). درصد کاهش عملکرد دانه برنج در اثر تداخل با سوروف

نسبت به گونه رایج بیشتر است. دوز مصرفی علف‌کش نسبت به گونه رایج در مزارع بایستی بالاتر و بیشتر باشد. این گونه علف‌هرز در مزارع ایران به راحتی می‌تواند از روش زراعی و یا حتی شیمیایی برای کنترل فرار کند (Yaghoubi et al., 2006; Yamasue, 2001). سوروف برنج همانند برنج نه تنها به راحتی فقدان طولانی مدت اکسیژن در محیط را تحمل می‌کند، بلکه قادر به ادامه زندگی در خاکهای غرقاب بی‌هوای نیز می‌باشد. بذرها سوروف برنج و برنج تحت شرایط کمبود شدید اکسیژن در محیط به راحتی جوانه بزنند (Generosova & Vartapetian, 2005). مکانیسم واقعی رقابت بین گیاهان ساده نبوده و از آنجاکه گیاهان در پاسخ به محیط از نظر مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی انعطاف پذیر می‌باشند، ارائه یک قانون کلی در مورد پاسخ و عکس العمل گیاهان مشکل می‌باشد (Rahimian & Shariati, 1999). آب، مواد غذایی و نور به عنوان سه عامل اصلی در ایجاد رقابت شناخته شده است (Daugovish et al., 1999; Rohrig & Stutzel, 2001). بررسی انجام شده پیرامون قدرت رقابتی برنج در برابر علف‌های هرز نشان داد که رشد سریع و زود هنگام می‌تواند سبب افزایش رقابتی برنج نسبت به علف‌هرز گردد (Johnson et al., 1998).

هدف از اجرای آزمایش بررسی تراکم خسارت زای گونه مهاجم علف هرز سوروف برنج بر روی عملکرد و برخی صفات مورد مطالعه بود. نتایج این پژوهش می‌تواند در برنامه مدیریت صحیح گونه مهاجم و در حال گسترش سوروف برنج در مزارع برای مبارزه دقیق تر در مزرعه مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر رقابتی و تعیین تراکم خسارت زای گونه مهاجم علف هرز سوروف برنج بر روی عملکرد و برخی صفات، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش افزایش جزئی و در سه تکرار در موسسه برنج کشور (رشت) در سال زراعی 1387 انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا 36/7 متر و عرض جغرافیایی 37 و طول جغرافیایی 49 درجه می‌باشد. این منطقه دارای آب و هوای معتدل و مرطوب است. بافت خاک رسی لومی و pH آن 7/2 بود. تیمارهای آزمایشی شامل علف‌هرز سوروف برنج با تراکم‌های 0، 10، 20 و 40 بوته در متر مربع بود. برنج بومی رقم هاشمی به صورت نشائی و با تراکم ثابت 20 کپه (هر کپه 3 بوته) در متر مربع به صورت خالص و مخلوط با سوروف برنج در تراکم‌های مذکور نشاء کاری گردید. مزرعه محل انجام آزمایش سه بار شخم زده شد که شخم اول در اسفند ماه و شخم دوم در اواسط اردیبهشت همزمان با احداث خزانه و شخم سوم (پادلینگ یا پیش کاول) همزمان با نشاء کاری برنج انجام شد. ابتدا بذور تهیه شده از سال قبل

برنج به ترتیب در تیمارهای 10، 20 و 40 بوته در متر مربع به ترتیب 53، 67/2 و 69/7 درصد بود که با توجه به دو برابر شدن تراکم علف هرز کاهش عملکرد فقط 2.5 درصد بوده است که می تواند بدلیل خودتنکی¹ سوروف برنج" در تراکم های بالاتر باشد (شکل 1- الف). کاهش تولید برنج در اثر رقابت 40 بوته سوروف در برنج نسبت به سایر تیمارها را می توان نتیجه کاهش تولید ماده خشک، عملکرد بیولوژیکی، خوشه، تعداد پنجه در متر مربع و تعداد دانه پر در خوشه دانست (Suzuki et al., 2002). رقابت ریشه ای یک فاکتور مهم در کاهش عملکرد توسط رقابت با سوروف برنج می باشد (Perera et al., 1997; Watanabe et al., 1992). کاهش تولید برنج در اثر رقابت 40 بوته سوروف در برنج نسبت به سایر تیمارها را می توان نتیجه کاهش تولید ماده خشک، عملکرد بیولوژیکی، تعداد خوشه و تعداد پنجه در متر مربع و تعداد دانه پر در خوشه دانست. میزان کاهش تولید برنج از 7 تا 13 درصد در 5 تا 10 گیاه در متر مربع با 23 تا 27 درصد در 15 تا 35 گیاه در متر مربع متغیر بود (Lindquist & Kropff, 1996).

تعداد سنبلیچه ها در پانیکول وابسته به سرعت رشد محصول بین آغازین و گرده افشانی است در حالی که نسبت دانه پر شده وابسته به رشد محصول بین گرده افشانی و بلوغ بیش از آغازش پانیکول و گرده افشانی می باشد (Fukai et al., 1999). تراکم 40 بوته سوروف برنج در مرحله گرده افشانی و بلوغ تاثیر منفی بیشتری روی برنج در این تحقیق داشته است. وزن دانه یکی از مهمترین اجزای عملکرد می باشد که نشان دهنده تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه هاست. وزن هزار دانه شاخصی از توانایی گیاه برای تناسب تقاضای مخزن در دوره پر شدن دانه هاست که با حذف برخی از تنش ها قابل افزایش و یا کاهش است (Sarmadnia & Koocheki, 2002).

برنج به ترتیب در تیمارهای 10، 20 و 40 بوته در متر مربع به ترتیب 53، 67/2 و 69/7 درصد بود که با توجه به دو برابر شدن تراکم علف هرز کاهش عملکرد فقط 2.5 درصد بوده است که می تواند بدلیل خودتنکی¹ سوروف برنج" در تراکم های بالاتر باشد (شکل 1- الف). کاهش تولید برنج در اثر رقابت 40 بوته سوروف در برنج نسبت به سایر تیمارها را می توان نتیجه کاهش تولید ماده خشک، عملکرد بیولوژیکی، تعداد خوشه و تعداد دانه پر در خوشه دانست. با افزایش تراکم علف هرز عملکرد دانه برنج کاهش یافته است که در هر چهار سطح تراکم علف هرز معنی دار است و حداکثر کاهش عملکرد در سوروف برنج در تیمار 40 بوته در متر مربع (70 درصد) می باشد که نشان دهنده رقابت بالاتر در تراکم های بالای علف هرز نسبت به تراکم های پایین تر است و با نظر محققین که نسبت بالای عملکرد در تراکم های پایین علف هرز در گیاه زراعی رخ می دهد مطابقت دارد (Islam et al., 2003; Yaghoubi et al., 2006). کاهش عملکرد بستگی به فصل، گونه علف هرز، تراکم علف هرز، رقم برنج و سرعت رشد علف هرز و برنج دارد (Watanabe et al., 1997). با افزایش تراکم، میزان رشد تک بوته ها کاهش می یابد و عملکرد کاهش پیدا می کند (Zand et al., 2004). کاهش عملکرد در تراکم های مختلف را می توان به منابع مصرف شدنی مصرف شدنی توسط گیاه مانند مواد غذایی، آب، نور، اکسیژن و دی اکسید کربن نام برد که هر چه تراکم بالاتر باشد مواد بیشتری توسط گیاه و علف هرز مصرف می شود و رشد گیاه زراعی تحت تاثیر رشد سریع علف هرز قرار گرفته و منابع را از دسترس گیاه تا حد زیادی خارج کرده و باعث کاهش عملکرد گیاه زراعی خواهند شد (Barrett & Wilson, 2002).

جدول 1- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد برنج در رقابت با علف هرز سوروف برنج

Table 1- Analysis of variance of rice yield and yield components in competition with rice barnyardgrass

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	عملکرد (Kg.ha ⁻¹) Grain yield	وزن هزار دانه (g) Seed 1000 weight	تعداد خوشه در بوته Number of panicle per plant	تعداد دانه پوک در خوشه Number of empty seed per	تعداد دانه در خوشه Number of seed per panicle	عملکرد بیولوژیک (Kg.ha ⁻¹) Biological yield
تکرار Replication	2	3958.3	0.106	1070.3	11.59	4.08	779644.4
تیمار Treatment	3	3520208**	5.49	17952**	102.9**	1058.7	12072651
خطا Error	6	31458.3	3.3	977	6.14	12.4	359503.3
ضریب تغییرات C.V	-	10.5	7.3	23	18.2	3.6	15.9

** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

** is significantly at $\alpha=0.01$.

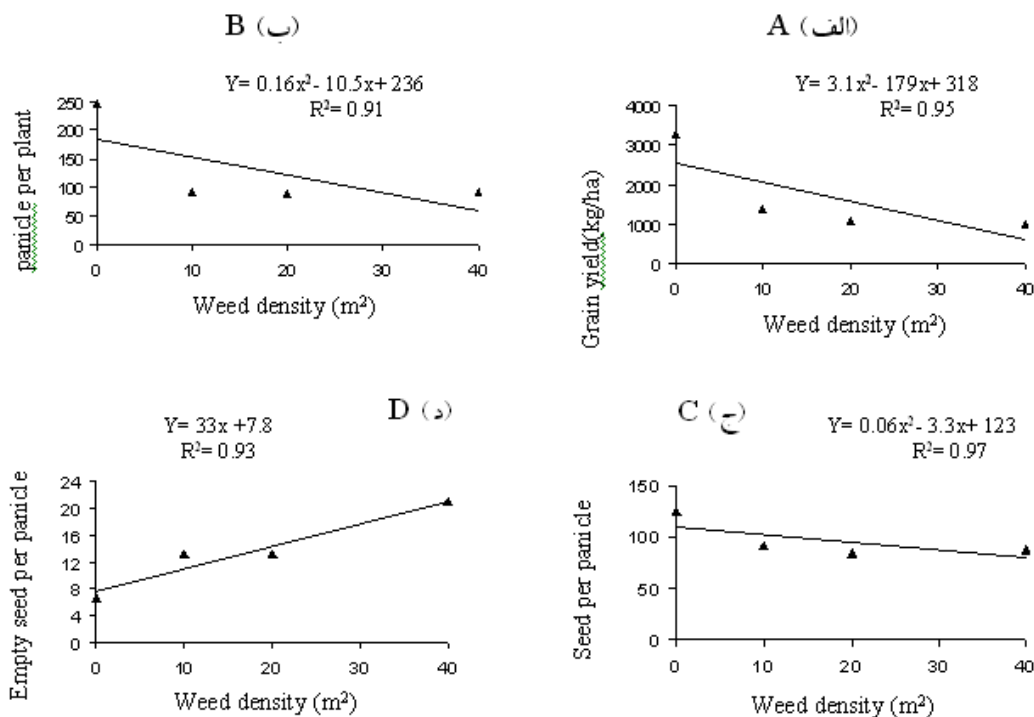
جدول 2- مقایسه تیمارهای مربوط به تاثیر تراکم علف هرز سوروف برنج روی عملکرد و اجزاء عملکرد برنج

Table 2- Mean comparisons of rice yield and yield components in competition with rice barnyardgrass densities

تیمار Treatment	عملکرد (Kg ha ⁻¹) Grain yield	وزن هزار دانه (g) Seed 1000 weight	تعداد خوشه در بوته Number of panicle per plant	تعداد دانه پوک در خوشه number of empty seed per panicle	تعداد دانه در خوشه number of seed per panicle	عملکرد بیولوژیک (Kg. ha ⁻¹) Biological yield
شاهد (بدون علف هرز) Weed free	3300 ^a	26.6 ^a	12.33 ^a	7 ^c	124.8 ^a	6448 ^a
تراکم 10 بوته در متر مربع Density of 10 plant.m ⁻²	1583 ^b	24.1 ^a	5.33 ^b	13.3 ^b	91.7 ^b	2633 ^b
تراکم 20 بوته در متر مربع Density of 20 plant.m ⁻²	1200 ^{bc}	23.6 ^a	5.05 ^b	13.3 ^b	83.7 ^b	2620 ^b
تراکم 40 بوته در متر مربع Density of 40 plant.m ⁻²	941 ^c	25.6 ^a	4.33 ^b	21 ^a	87.7 ^b	2606 ^b

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.



شکل 1- ارتباط بین (الف) عملکرد دانه، (ب) تعداد خوشه، (ج) تعداد دانه و (د) تعداد دانه پوک در خوشه برنج با تراکم سوروف
Fig 1- Relation ship between (a) seed yield, (b) number of panicle, (c) on number of seed and (d) number of hallow sed of rice with barnyardgrass densities

مختلف اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول 1). عوامل محیطی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای

بدلیل رقابت برای مواد مصرف شدنی (نور و مواد غذایی)، کمتر و میزان باروری پنجه ها کاهش می یابد (Guowei et al., 1998; Johnson et al., 1998). اسلام و همکاران (Islam et al., 2003) گزارش کردند که در تراکم های بالای سوروف (224 بوته در متر مربع) افزایش تعداد پنجه های برنج بیشتر از تراکم های پایین تر (28، 56، 112 بوته در متر مربع) می باشد و مربوط به خود تنگی علف هرز است که باعث می گردد تعداد پنجه برنج بالاتر از تراکم های پایین تر باشد. سلطانا (Sultana, 2000) نشان داد که 52 درصد کاهش پنجه های برنج به دلیل رقابت با سوروف 43/8 درصد کاهش به دلیل سوروف (*E. Cololum*) می باشد این یافته ها با یافته های آزمی و عبدالله (Azmi & Abdullah, 1998) نیز مطابقت دارد. نتایج آزمایشات نیز نشان داده است که در تداخل برنج با سوروف، آغاز زود هنگام تولید پنجه و تسخیر فضا در اول فصل مهمتر از تعداد پنجه در رقابت گیاه زراعی و هرز است (Fofana & Rouber, 1988; Johnson et al., 1998).

ارتفاع

نقش ارتفاع در رقابت برنج و سوروف از طریق تاثیر ارتفاع در دسترسی به نور به عنوان اولین و مهمترین منبع محدود در تداخل این دو گیاه است (Ampong-Nyarko & De Detta, 1991; Fofana, 1992; Garrity et al., 1988; Rouber, 1988). نتایج تحقیقات جانسون و همکاران (Johnson et al., 1998) و اولوفسدوتر و همکاران (Olofsdotter et al., 1999) نشان داده است که ارتفاع و بویژه سرعت توسعه ارتفاع در مراحل اولیه رشد فاکتور مهمی در تعیین قدرت رقابت برنج با علف هرز است. اما به نظر می رسد که تراکم زیاد علف های هرز و رقابت شدید با گیاه زراعی برای منابع موجود (نور، غذا و مواد غذایی) و سایه اندازی موجب کاهش شدید ارتفاع برنج در بعضی از تیمارها می شود. مثلاً در تراکم 40 بوته سوروف برنج کمترین ارتفاع و در تیمار شاهد (بدون وجود علف هرز) بیشترین ارتفاع وجود دارد که می توان به بالاتر بودن قدرت رقابتی سوروف برنج (چهار کربنه) روی برنج (سه کربنه) در این صفت اشاره داشت. کانویی در سوروف برنج در ارتفاع بالا گسترده تر از سوروف می باشد. بررسی روند توسعه ارتفاع (شکل 2 - ب) نشان می دهد که هرچه تراکم سوروف بالاتر باشد کاهش ارتفاع برنج بیشتر است و برنج در اثر رقابت با سوروف در اوایل دوره رشد نسبت به سوروف برنج از سرعت توسعه ارتفاع بیشتری برخوردار است. تراکم بالاتر در سوروف و سوروف برنج باعث گردیده است تا برنج به درجه روز رشد کمتری برای رسیدن به حداکثر ارتفاع نیاز داشته باشد و سیکل گسترش و توسعه ارتفاع را سریع تر طی نماید که به دلیل رقابت دو گونه سوروف و برنج و محدودیت منابع مصرف شدنی می باشد. به نظر می رسد سرعت توسعه ارتفاع نقش مهمی در رقابت گیاه زراعی و

تاثیر حداقل روی این صفت دارند و اختلاف معنی داری در اثر رقابت با گیاه سوروف روی وزن هزار دانه مشاهده نشده است (Sarmadnia, 2002; Koocheki, 2007). آتیس و همکاران (Ottis et al., 2007) گزارش دادند که اثر معنی داری در اثر رقابت برنج و سوروف روی وزن هزار دانه برنج ایجاد نمی کند.

روند تغییرات ساقه بارور (پنجه)

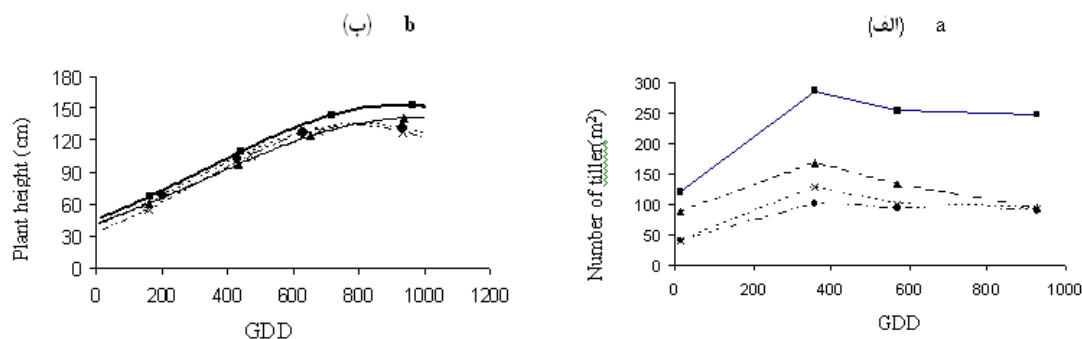
علف های هرز با تاثیر بر یک یا چند جزء از اجزاء عملکرد باعث کاهش تولید محصول زراعی می شوند. در ابتدای فصل روند تولید پنجه در همه تیمارها روند افزایشی و از اواسط فصل روند کاهششی داشت (شکل 2 - الف). در اوایل فصل رشد به دلیل وجود فاصله بین گیاهچه های نشاء شده همه تراکم ها با تولید پنجه سعی در تسخیر بیشتر محیط اطراف نمودند، اما به دلیل محدودیت منابع (نور، فضا و مواد غذایی) در ادامه فصل رشد، بخشی از پنجه ها قادر به ادامه روند تکامل نبوده و به تولید پانیکول نرسیدند. در تیمار شاهد بدون علف هرز دارای بیشترین پنجه و تراکم 40 بوته در متر مربع دارای کمترین تعداد پنجه نسبت به سایر تراکم ها بوده است. تداخل تمام فصل سوروف برنج در تراکم های 10، 20 و 40 بوته در متر مربع بطور متوسط موجب 49، 67 و 61 درصد کاهش در تعداد پنجه برنج گردید. بعلاوه تجزیه آماری نشان داد که تراکم 20 بوته سوروف برنج در متر مربع نسبت به 40 بوته در متر مربع تفاوت معنی داری ندارد و احتمالاً به دلیل خود تنگی¹ سوروف برنج در تراکم های بالاتر را شامل شده است. بدیهی است که تولید پنجه با تولید برگ و رشد ریشه همراه است که می توانند در جذب منابع مشترک و محدود، مؤثر واقع گردیده و سهم گیاه رقیب را در بهره مندی از آن کاهش دهند. بررسی روند تغییرات پنجه نشان می دهد (شکل 2 - الف) به نظر می رسد که در اوایل دوره رشد در تیمار سوروف برنج در برنج تولید پنجه برنج در تراکم 10 بوته سوروف برنج بالاتر از 40 و 20 بوته می باشد که علت احتمالی آن رقابت درون گونه ای سوروف برنج در تراکم بالاتر (40 بوته) نسبت به 20 بوته در متر مربع می باشد با تحقیقات یعقوبی و همکاران که کاهش تعداد پنجه به نسبت تراکم علف هرز نبوده و اثرات تراکم های 10 و 20 بوته سوروف روی کاهش تعداد پنجه بیشتر از تراکم 40 بوته سوروف بوده است، مطابقت دارد (Yaghoubi et al., 2006). علت احتمالی آن افزایش رقابت درون گونه ای سوروف در تراکم 40 بوته سوروف نسبت به تراکم های پایین تر و کاهش اثرات رقابتی سوروف روی برنج باشد. اما در تراکم 60 بوته سوروف به دلیل افزایش رقابت و تشدید زود هنگام محدودیت منابع بیشترین اثرات بازدارندگی روی تولید پنجه دیده می شود، مطابقت دارد. هرچه تراکم بالاتر باشد تعداد پنجه در واحد سطح

1- Self thinning

میانگین ارتفاع گیاه برنج افزایش یافته بود که این ممکن است به دلیل خود تنگی تراکم‌های سوروف باشد (Islam et al., 2003). کاهش یکسان ارتفاع برنج به دلیل رقابت با گونه سوروف می‌باشد (Perera et al., 1992).

عملکرد بیولوژیک شامل کل بیوماس اندام هوایی گیاه است (Sarmadnia & Koocheki, 2002). جدول تجزیه واریانس برای این صفت نشان داد که بین تیمارهای سوروف برنج اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد وجود دارد (جدول 1). مقایسه میانگین نشان داد که تیمار 40 بوته سوروف برنج در متر مربع با میانگین عملکرد 2606 کیلوگرم در هکتار (62 درصد کاهش عملکرد نسبت به سایر تیمارها)، کمترین عملکرد بیولوژیک را دارد که می‌تواند ناشی از تراکم بالای سوروف برنج، کاهش سطح برگ و اندام‌های هوایی و استفاده بیشتر سوروف برنج از منابع مشترک در نتیجه کاهش وزن خشک گیاه زراعی برنج و وزن خشک دانه را موجب می‌شود (جدول 2). درصد کاهش عملکرد بیولوژیکی برنج در میانگین تراکم‌های سوروف برنج 57 درصد می‌باشد. افزایش عملکرد بیولوژیکی در واقع منجر به افزایش عملکرد اقتصادی خواهد شد (Ghorbanpour, 2003). آزمایشات نشان داده است که در اثر رقابت علف‌هرز با برنج، با توجه به کاهش تولید کاه و تولید دانه، میزان عملکرد بیولوژیکی برنج کاهش می‌یابد (Ahmed et al., 1986). تاثیر تراکم سوروف موجب کاهش عملکرد دانه شده بود و این کاهش روی اندام‌های هوایی برنج تاثیر گذاشته و عملکرد بیولوژیک نیز به طور معنی داری کاهش یافته بود، که نتایج این تحقیق را تایید می‌کنند (Kleinig & Noble, 2002).

علف‌هرز ایفا نماید، سرعت توسعه ارتفاع بیشتر در مراحل اولیه رشد در برنج باعث خواهد شد برنج قدرت رقابتی بهتری با سوروف پیدا کرده و در نتیجه عملکرد اقتصادی آن نیز به میزان کمتری کاهش یافته است (شکل 2 - ب). آزمایشات اسمیت در مطالعه علف‌های هرز مختلف نشان داد که هر چه ارتفاع علف‌هرز بیشتر باشد خسارت علف‌هرز بالاتر است و علت آن سایه‌اندازی بیشتر است (Smith et al., 1977). در برنج تراکم بالاتر علف‌هرز باعث کاهش در ارتفاع برنج می‌گردد. نور اولین چیزی است که گیاه و علف‌هرز جهت کسب آن با یکدیگر رقابت می‌کنند (Olofsdotter et al., 1999). نقش موثر ارتفاع در قدرت رقابتی نشان دهنده اهمیت نور در رقابت است که ارقام به ارتفاع و بوئیه سرعت توسعه ارتفاع بیشتر توانسته‌اند با دسترسی بهتر به نور و سایه‌اندازی روی علف‌هرز، شرایط را برای استفاده از دیگر منابع (عناصر غذایی، آب و فضا) فراهم نموده و سرانجام موجب برتری آن گیاه زراعی گردند. محققین مختلف دیگر نیز اهمیت ارتفاع در رقابت از طریق جذب نور را گزارش کرده‌اند (Ampong-Nyarko & De Datta, 1991; Fofana and Rouber, 1988; Guowei et al., 1998). تراکم علف‌هرز باعث کاهش تولید ماده خشک، ارتفاع گیاه، تولید خوشه و عملکرد دانه برنج می‌شود (Chavez & Moody, 1988). به هر حال نتیجه این که میانگین ارتفاع سوروف وقتی که رشد در غیاب رقابت در یک محیط عمومی رخ می‌دهد 150 سانتی متر بود. آزمایشات نشان داده است که در تراکم‌های 28، 56، 112 و 224 بوته سوروف در متر مربع کمترین ارتفاع برنج مربوط به تراکم 112 بوته در متر مربع بود، اما هنگامی که تراکم از 112 بوته به 224 بوته در متر مربع رسیده بود



شکل 2- (الف) روند تغییرات تعداد پنجه برنج در سوروف برنج، (ب) روند رشد ارتفاع برنج در سوروف برنج (■ شاهد، ▲ بوته 10، ● بوته 20، × بوته 40 در متر مربع)

Fig 2- Number of tiller rice in *Echinochloa oryzicola* (a) Growth of plant height in *Echinochloa oryzicola* (b) (■ weed free, ▲ Density of 10 plant.m⁻², ● Density of 20 plant.m⁻², × Density of 40 plant.m⁻²)

نتیجه‌گیری

علف‌کش‌ها نیز در خزانه صورت می‌گیرد، اما پیشنهاد می‌شود واکنش سوروف برنج نسبت به علف‌کش‌های خاک و برگ مصرف و بیولوژی آن جهت مدیریت علف‌هرز در خزانه مطالعه گردیده و روش کاربردی در اختیار زارعین جهت جلوگیری از گسترش بیشتر علف‌هرز قرار گیرد.

سیاسگذاری

از مساعدت مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور و پرسنل محترم آن در بخش‌های مختلف که به نوعی اینجانب را در اجرای این تحقیق یاری کردند تشکر و قدردانی می‌گردد.

اگر چه این تحقیق نیاز به تکرار و بررسی‌های بیشتر دارد اما شباهت مورفولوژیک (رنگ گره‌ها، قدرت پنجه‌زنی، زاویه پنجه‌ها، شکل پایه، رنگ و زاویه برگ) و عدم امکان تشخیص سوروف برنج جهت وجین دستی و برتری فیزیولوژیک و سازگاری اکولوژیک (رسیدن همزمان و زودتر از برنج) امکان بقاء و تکثیر این علف‌هرز را افزایش داده است. در حال حاضر بیشترین علف‌هرز باقیمانده در شالیزار پس از اعمال روشهای مدیریت زراعی و شیمیایی سوروف هوشمند بوده و به نظر می‌رسد آلودگی آن از طریق نشاءهای آلوده از خزانه انجام می‌شود، اگرچه ظاهراً کنترل شیمیایی علف‌هرز با

منابع

- 1- Ahmed, S.A., Mamun, A., Islam, M.A., and Hossein, S.M.A. 1986. Critical period of weed competition in transplant Aus rice. Bangladesh Journal of Agriculture 11: 1-19.
- 2- Ampomg-Nyarko, K., and De Detta, S.K. 1991. A Handbook for Weed Control in Rice. IRRI, Manila. 113 pp.
- 3- Azmi, M., and Abdullah, M.Z. 1998. A Manual for the Identification and Control of Padi again (weedy rice) in Malaysia. Serdang (Malaysia): MARDI Publication. 18 pp.
- 4- Barrett, S.C., and Wilson, B.F. 1983. Colonizing ability in the *Echinochloa crus-galli* complex (Barnyardgrass). II. Seed biology Canadian Journal of Botany 61: 556- 562.
- 5- Brian V., Ottis, B.V., and Ronald, E. 2007. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) Control and Rice Density Effects on Rice Yield Components. Weed Technology 21:110-118
- 6- Chavez, R.S., and Moody, K. 1988. Competition between rice and two ecotype of *Echinochloa colona* (Philippines). 19. Pest Control Council of the Philippines, 3-7 May 1988. Cebu City. Philippines.
- 7- Dugovich, O., Lyon, D.J., and Baltensperger, D.D. 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Technology 13:120-126.
- 8- Fofana, B., and Rouber, R. 1988. Weed suppression ability of upland rice under low-input conditions in West Africa. Weed Research 40: 271-280.
- 9- Fukai, S., Pantuwan, G., Jongdee, B., and Cooper, M. 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. Field Crops Research 64:61-74.
- 10- Garrity, D.P., Movillow, M., and Moody, K. 1992. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. Agronomy Journal 84: 586-591.
- 11- Generosova, I.P., and Vartapetian, B.B. 2005. On the physiological role of anaerobically Synthesized Lipids in *Oryza sativa* Seedlings. Russian Journal of Plant Physiology 52: 481-488.
- 12- Ghorbanpour, M. 2003. Effect managements various of irrigation on morphological and physiological charestristic rice in Iran north paddy fields. MSc Thesis, college of Agriculture, Tehran University. 101p. (In Persian with English Summary)
- 13- Guowei, W. U., Hioyd, T., and Anna, M. 1998. Contribution Of rice tillers to dry matter accumulation and yield. Agronomy Journal 90: 317-323.
- 14- Islam, F., Rezaul, K., and Haque, S.M.A. 2003. Effect pf population Density of *Echinochloa crusgalli* and *Echinochloa colonum*. Pakistan Journal of Agronomy 2(3): 120-125.
- 15- Johnson, D.E., Dingkuhn, M., Joens, M.P., and Mahmane, M.C. 1998. The influence of rice plant type on the effect of weed competition on *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima*. Weed Research 38: 207-218.
- 16- Kennedy, R.A., Barrett, S.C., Zee, V.D., and Rumpho, M.E. 1980. Germination and seeding growth under anaerobic conditions in *Echinochloa crus-galli* (Barnyardgrass). Plant, Cell and Environment 3:243- 248
- 17- Kleinig, C.R., and Noble, J.C. 2002. Competition between rice and barnyard grass (*Echinochloa*). Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 8(32): 358- 363.
- 18- Lindquist, J. L., and Kropff, M.J. 1996. Applications of an ecophysiological model for integrated rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa* Comptetion. Weed Science 44:52-56.
- 19- Maria, J.A., Jose, L.C., and Busto, A.D. 1999. Morphologic and isozyme variation in Barnyardgrass (*Echinochloa*) weed species. Weed Technology 13:209-215
- 20- Micheal, P.W. 1983. Taxonomy and Distribution of *Echinochloa spp.* with Special Reference to Their Occurrence as Weeds of Rice. In: Weed Control in Rice, 291- 306. International Rice Research Institute.

- 21- Mirkamali, H. 2006. The weeds of rice fields and the control methods. Deputy for Education and Manpower Development. (In Persian)
- 22- Olofsdotter, M., Navarez, D., and Rebulanan, M. 1999. Weed suppressing rice cultivars-does allelopathy play a role. *Weed Research* 39: 441-454.
- 23- Ottis, B.V., Talbert, R.E. 2007. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and rice density effects on rice yield components. *Weed Technology* 21:110-118.
- 24- Perera, K.K., Ayres, P.G., and Gunasena, H.P.M. 1992. Root growth and the relative importance of root and shoot competition in interactions between rice (*Oryza sativa* L.) and *Echinochloa crusgalli*. *Weed Research* 32: 67-76.
- 25- Pozesh, V. 2000. Evaluation of competition redroot pigweed (*Amarantus retroflexus*) to corn (*Zea mays* L.), MSc Thesis, Mashhad Ferdowsi University. (In Persian with English Summary)
- 26- Rahimian, H., and Shariati, Sh. 1999. Modeling Crop- Weed Interactions. Agricultural Instruction Publication. 294 pp. (In Persian)
- 27- Rohrig, M., and Stutzel, H. 2001. A model for light competition between vegetable crops and weeds. *Eur. J. Agron.* 14: 13-29.
- 28- Sarmadnia, Gh., and Koocheki, A. 2002. Effect of population density of *Echinochloa crusgalli* and *Echinochloa colonum*. *Pakistan Journal of Agronomy* 2(3): 120-125.
- 29- Smith, R.J., Flinchum, W.T., and Seaman, D.E. 1977. Weed control in U.S. rice production. U.S.
- 30- Sultana, R. 2000. Competitive ability of wet- seeded boro rice against *Echinochloa crusgalli* and *Echinochloa colonum*. M. S. Thesis, BAU, Mymensingh, Bangladesh, pp. 33-50.
- 31- Suzuki, T., Shiraiwa, T., and Horie, T. 2002. Competitiveness of four rice cultivars against Barnyardgrass, *Echinochloa oryzicola* vasing, with reference to root and shoot competition. *Plant Production Science* 5(1): 77-82.
- 32- Watanabe, H., Azmi, M., and Zuki, I. 1997. Emergence of major weeds and their population change in wet- seeded rice fields in the muda area, Peninsular Malaysia. *Proceeding of 16th Asian pacific weed science society*. P: 246-250.
- 33- Yaghoubi, B., Zand, E., and Joharali, A. 2006. New specie of *Echinochloa* a serious problem for Iran paddy. The 17th Iranian Plant Pathology Congress, Karaj, Iran. (In Persian with English Summary)
- 34- Yamasue, Y. 2001. Strategy of *Echinochloa oryzicola* vasing for survival in flooded rice. *Weed Biology and Management* 1:28-36.
- 35- Zand, E., Rahimian, H., Koocheki, A., Kholghani, H., Mosavi, S.K., and Ramzani, K. 2004. Theweeds Ecology and Management Practical. Version: Mashhsd Press. 558 pp. (In Persian)



بررسی امکان استفاده از نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی تصاویر ETM⁺ برای پایش پوشش گیاهی در منطقه نیشابور

سید حسین ثنائی‌نژاد^{1*}، علیرضا آستارایی² و مرجان قائمی³

تاریخ دریافت: 88/12/17

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

استفاده از فناوری سنجش از دور اغلب موجب کاهش هزینه و افزایش دقت و سرعت شده و روز به روز بر اهمیت این فناوری در راستای توسعه پایدار افزوده می‌شود. از این رو در تحقیق حاضر امکان استفاده از نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی با انگیزه دستیابی به مدلی مناسب برای پایش و مطالعه پوشش گیاهی منطقه نیشابور و بررسی رابطه پراکنش پوشش گیاهی با خصوصیات خاک مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان داد که نسبت‌های باندی و آنالیز مؤلفه‌های اصلی نسبت به اغلب تک باندها در مطالعه و تفکیک پدیده‌های منطقه مورد مطالعه از قابلیت بالاتری برخوردار هستند. همچنین شاخص‌های مختلف در شرایط منطقه مذکور نتایج متفاوتی را ارائه می‌دهند، به طوری که شاخص‌ها با بالاترین ضریب تبیین در آشکارسازی پوشش گیاهی منطقه نقش مهمی ایفا می‌کنند. از طرفی روش‌های به کار گرفته شده بر اساس تفکیک کاربری برای مطالعه تغییرپذیری پوشش منطقه مورد مطالعه نتایج بهتری را ارائه می‌دهند.

کلمات کلیدی: سنجش از دور، شاخص پوشش گیاهی، لندست، مدل‌سازی

مقدمه

خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک و پوشش گیاهی در اختیار قرار می‌دهند (Yuan & Long, 1995). بازتاب‌های حاصل از پوشش گیاهی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک به شدت تحت تاثیر خاک زمینه می‌باشد. همچنین نوع، تراکم و تغییر پذیری پوشش گیاهی نیز تحت تاثیر خصوصیات از قبیل عناصر معدنی، شوری خاک، رطوبت و بافت خاک و اقلیم منطقه می‌باشد (Barnes et al., 2003). تهیه نقشه‌های پوشش زمین از اطلاعات سنجش از دور، اساس تحقیقات در چندسال اخیر بوده است (Aitkenhead & Aalders, 2008).

مدل‌های تجربی ابزارهای مهمی برای مرتبط کردن تغییرات متغیرهای بیوفیزیکی اندازه‌گیری شده با داده‌های سنجش از دور هستند. تصاویر ماهواره لندست TM و ETM⁺ برای طبقه‌بندی انواع متفاوت پوشش‌های زمینی براساس تابش و بازتابش در طول موج-های باندی متعدد می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. از طرفی روش-های مختلفی همچون شاخص NDVI⁴ و دیگر شکل‌های ساده ریاضی توانایی نمایش تغییرات مربوط به شدت نسبت‌های باندی از سطوح مختلف را دارند (Brickley et al., 2002). در مطالعه‌ای

تعیین عوامل محیطی و گردآوری اطلاعات برای مناطق خشک و نیمه خشک با روش‌های متکی بر اندازه‌گیری‌های میدانی، هم زمان بر است و هم اطلاعات چندان دقیقی را در پهنه‌های گسترده‌ی این مناطق به دست نمی‌دهد. متأسفانه مطالعات انجام شده و یافته‌های موجود در رابطه با وضعیت این مناطق به دلیل وسعت آنها و وجود شرایط دشوار برای بررسی‌های میدانی و صحرایی بسیار اندک می‌باشد. از طرفی در عصر حاضر با پیشرفت تکنولوژی و دستیابی به فن‌آوری‌های نوین، بشر قادر است با صرف زمان و هزینه کمتر گستره مطالعات خود را به منظور دستیابی به اطلاعات محیطی دقیق‌تر وسعت بخشد (Saxena et al., 2003; Farifteh & Farshad, 2002).

این تکنیک‌ها و مدل‌های تجربی حاصل، اطلاعات مورد نیاز را با کارایی، سرعت و دقت بالاتر برای مطالعه چگونگی روابط متقابل

1 و 2 و 3- به ترتیب دانشیار گروه مهندسی آب، دانشیار گروه خاکشناسی و دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(E-mail: sanaein@gmail.com)
(*)- نویسنده مسئول:

مواد و روش‌ها

دشت نیشابور واقع در استان خراسان رضوی برای این مطالعه انتخاب شد. این منطقه در فاصله ی طول جغرافیایی 58 درجه و 34 دقیقه تا 59 درجه و 8 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 51 دقیقه تا 36 درجه و 15 دقیقه شمالی قرار دارد (شکل 1). این منطقه مطابق با طبقه بندی اقلیمی آمبرژه دارای اقلیم خشک و نیمه خشک می باشد. متوسط درجه حرارت متوسط سالانه حدود 14/5 درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالانه حدود 250 میلی‌متر می باشد. بخشی از این منطقه جزء اراضی شور شناخته شده و از طرفی دارای اراضی کشاورزی فعالی نیز می باشد. در این تحقیق تصاویر چند طیفی سنجنده ETM^+ از ماهواره لندست، شامل 6 باند طیفی (با قدرت تفکیک مکانی 30 متر) و باند پانکروماتیک (با قدرت تفکیک مکانی 15 متر) از مسیر 160 و ردیف 35 مربوط به 10 جولای سال 2002 برابر با 20 تیر 1381 مورد استفاده قرار گرفت. این تصاویر مورد تصحیحات اولیه هندسی و رادیومتری قرار گرفته بودند، اما برای حصول اطمینان از عدم وجود خطاهای هندسی و رادیومتری، قبل از انجام پردازش‌های مورد نظر از نظر هندسی و رادیومتری در هر یک از باندهای انعکاسی (5- و 1 و 7) مورد آزمون قرار گرفتند. جهت انجام این پژوهش ابتدا منطقه مورد مطالعه بازدید شد. نقاط نمونه برداری با استفاده از شناسایی اولیه منطقه، نقشه‌های ارزیابی منابع و قابلیت اراضی با مقیاس 1:250000 و تصاویر رنگی کاذب از منطقه انتخاب گردیدند. سپس تعداد 80 نمونه خاک در منطقه مورد مطالعه مشخص و موقعیت جغرافیایی آن‌ها با دستگاه GPS ثبت گردید. به این دلیل که تصاویر ماهواره ای مورد مطالعه مربوط به 20 تیرماه 1381 بودند، سعی گردید به منظور تطابق شرایط منطقه با تصاویر، نمونه برداری نیز در تیرماه انجام شود. بر این اساس نمونه‌های خاک (داخل هر شبکه 1000 متری سه نقطه با فاصله 100 متر) جهت نمونه برداری از خاک سطحی انتخاب شدند. در مجموع 80 نمونه خاک در پلاتی به ابعاد 20 در 20 سانتی متر مربع از عمق 0-15 سانتی متری از نقاطی که مختصاتشان به روش فوق معلوم گردیدند جمع آوری شدند. با استفاده از یک کوادرات با ابعاد 50×50 سانتی متر مربع درصد تراکم پوشش گیاهی نیز در مکان هر نقطه به صورت تصادفی و در سه تکرار صورت گرفت و نوع کاربری زمین نیز ثبت شد. داده‌های حاصل از این نمونه برداری تلفیق شده و میانگین حاصله به عنوان تراکم گیاهی برای هر نقطه منظور گردید.

برای مطالعه پوشش گیاهی منطقه از روش‌های مختلف پردازش و بارزسازی تصویر شامل سه مؤلفه اول حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و نسبت‌های مختلف طیفی حاصل از باندهای انعکاسی استفاده شد. عناوین برخی از باندهای اصلی و ترکیبی مورد استفاده در این تحقیق در جدول 1 آمده است.

که در ناحیه شمال غربی چین انجام شد توزیع‌های ناحیه‌ای تغییرات سطح زمین، تغییرات پوشش گیاهی و جریان‌های گرما روی مناطق ناهمگن در نواحی خشک و نیمه خشک مورد مطالعه قرار گرفت. تصاویر ماهواره‌ای با صفحه مدار رادیومتری تخمین‌های مفیدی از متغیرهای مورد نیاز که شامل $NDVI$ ، $MSAVI$ ، LAI ، دمای سطح رادیومتری و بازتاب نیم کره ای صفحه مدار را فراهم می‌کنند. روش‌های پارامتری برای دستیابی به تغییرات سطح زمین (بازتاب سطح زمین و دمای سطح)، تغییرات پوشش ($MSAVI$ ، $NDVI$) و جریان‌های گرمایی سطح زمین (جریان تابش خالص، جریان گرمای خاک) بر روی مناطق غیر همگن با استفاده از داده‌های حاصل از لندست TM و ETM^+ و مشاهدات زمینی انجام شد (Ma & Xuemei, 2005). مدل‌ها و تئوری‌های فیزیکی ارائه شده برای گیاهان می‌توانند شرایط پاسخ‌های گیاهی را به محیط پیرامون در مقیاس‌های وسیع به تصویر کشند اما قابلیت آن‌ها در ارائه این اطلاعات در مورد گیاهان واقعی باید مورد سنجش قرار گیرد. این مدل‌ها نیازی به کالیبره کردن با استفاده از نمونه برداری میدانی نداشته و با توجه به داده‌های ورودی مورد نیاز، الگوهای گیاهی منطقه مورد بررسی را تبیین می‌کنند (Hickler et al., 2004). در مطالعه ای که با استفاده از داده‌های AVHRR در مدت بیست و یک سال با دقت مکانی 8×8 Km برای پایش چند ساله تغییرات پوشش گیاهی در شمال غربی چین انجام شد، رگرسیون‌های خطی برای شبیه‌سازی و مشخص کردن روند این تغییرات مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق حداکثر مقدار شاخص $NDVI$ در شمال غربی چین در طول دوره مورد مطالعه استخراج و براساس این شاخص تخریب کلی پوشش گیاهی منطقه در طی سال‌های 2001-1981 مشاهده شد (Ma et al., 2004). در مطالعه دیگری سه نوع مدل رگرسیونی OLS سنتی، OLS معکوس و RMA مقایسه و بررسی شد و از تحلیل مدل‌های مربوطه LAI را برای یک اکوسیستم زراعی و کانوبی درختان زنده در یک جنگل همیشه سبز درختان سوزنی برگ پیش‌بینی کردند (Cohen et al., 2003).

با توجه به این موضوع که مطالعه تغییرپذیری پوشش گیاهی برای اعمال برنامه‌های مدیریتی از اهمیت خاصی برخوردار است، یافتن موثرترین پردازش‌ها در تفکیک بهتر این پدیده امری ضروری محسوب می‌گردد. تعیین میزان رابطه‌ی هر شاخص را می‌توان با تجزیه و تحلیل‌های آماری بیان کرد. بر این اساس در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از رابطه رگرسیونی چند متغیره بین درصد تراکم پوشش گیاهی و داده‌های تصاویر ماهواره ای ETM^+ امکان استفاده از نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای پایش پوشش گیاهی منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

بودند به فرمت قابل استفاده در نرم افزار Idrisi تبدیل شدند. شاخص های گیاهی نیز محاسبه شده و به صورت مدل در این نرم افزار به کار گرفته شدند. عملیات پردازش تصویر با استفاده از نرم افزار ERDAS 8.6 Idrisi Kilimanjaro انجام شد. تصاویر منطقه با استفاده از شاخص های مختلف و آنالیز مؤلفه های اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل همبستگی در مورد تمامی باندهای تصویر از مدل رگرسیون چند متغیره خطی استفاده گردید. در این تحلیل همبستگی درصد تراکم پوشش گیاهی به عنوان متغیر وابسته و ارزش های رقومی تصویر به عنوان متغیر مستقل انتخاب شدند. تمامی تحلیل های آماری مربوطه با استفاده از نرم افزار JMP4 انجام شد. مقایسه رگرسیونی نقش مدل های رگرسیونی چند متغیره نشان داد شناسایی بهترین متغیرهای مستقل که قادر به تعیین درصد پوشش گیاهی منطقه می باشند را می توان از این تحلیل استخراج کرد. بنابراین بالاترین ضریب تبیین برای پایش تغییرپذیری پوشش گیاهی منطقه و سنجش پتانسیل تصاویر ماهواره ای ETM^+ انتخاب شد.

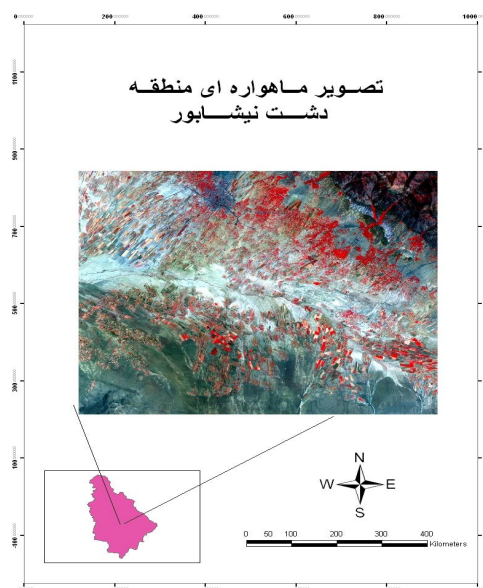


Figure 1- A map showing the study area

باندهای انعکاسی تصویر ماهواره ای ETM^+ که با فرمت img

جدول 1- برخی از باندهای اصلی و ترکیبی مورد استفاده

Table 1- Some of the multi spectral bands and indices

نام اندیس Name index	فرمول Formula	منبع Reference
Contrast reflectance in visible and near Infrared (VNIR2)	$(TM4-TM2)/(TM4+TM2)$	(Arzani & King, 2008)
Contrast reflectance in visible and near Infrared (VNIR1)	$(TM4-TM1)/(TM4+TM1)$	(Arzani & King, 2008)
Normalized difference vegetation index	$(TM4-TM3)/(TM4+TM3)$	(Foody, 2001)
Transformed vegetation index	$(TM5-TM3)/(TM5+TM3)$	(Ma & Xuemei, 2005)
MINI	$(TM7-TM4)/(TM7+TM4)$	(Arzani & King, 2008)
COSRI	$(TM1+TM2)/(TM3+TM4) \times NDVI$	(Fernandez Buces et al., 2006)
BI1	$SQRT((TM3^2+TM2^2+TM1^2)/3)$	(Khan et al., 2001)
BI2	$SQRT(TM3^2+TM4^2)$	(Khan et al., 2001)
SI	$SQRT(TM1 \times TM4)$	(Douaoui et al., 2006)
MSAVI	$TM4+0.5-SQRT((TM4+0.5)^2)+2 \times (TM4-TM3)$	(Yuan & Long, 1995)
Modified normalised difference	$(TM4-(1.2 \times TM3))/(TM4+TM3)$	(Pettorelli et al., 2005)
OSAVI	$(NIR - Red) / (NIR + Red + 0.16)$	(Nikolakopoulos, 2003)
SAVI	$[NIR-RED]/(NIR+RED+L) \times (1+L)$	(Pettorelli et al., 2005)
GEMI	$\eta \times (1-0.25 \times \eta) - (Red-0.125) / (1-Red)$	(Nikolakopoulos, 2003)
EVI	$G \times (NIR-RED)/(NIR+c1 \times RED-c2 \times BLUE+L)$	(Matsushita et al., 2001)
PCA1	Results of analysis bands 1, 2& 3	Bahtti et al, 1991; Frazier &) (Cheng, 1989
PCA2	Results of analysis bands 4, 5& 7	Bahtti et al, 1991; Frazier &) (Cheng, 1989

نتایج و بحث

برای حصول اطمینان بیشتر از متناظر سازی اطلاعات نقاط برداشت شده با مقادیر DN پیکسل‌های مرتبط با هر نقطه ابتدا میانگین ارزش رقومی نه پیکسل در تصویر محاسبه و به پیکسل مرکزی تخصیص یافت. آن گاه جهت بررسی روابط رگرسیونی و انتخاب بهترین شاخص‌ها، ارزش رقومی باندهای اصلی، نسبت‌های باندی و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی مربوط به نقاط نمونه برداری استخراج و به عنوان متغیر مستقل و مقادیر درصد تراکم پوشش گیاهی به عنوان متغیر وابسته وارد نرم افزار آماری JMP4 گردید. در این راستا پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها مدل رگرسیون خطی به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای انتخاب مناسبترین شاخص و رابطه از دو آماره ضریب تبیین و میانگین مربعات خطا استفاده شد. به این ترتیب که در شرایط ضرایب تبیین یکسان، معادله با جذر میانگین مربعات خطا RMSE کمتر ارجحیت دارد (معادله 1).

$$\text{معادله (1)} \quad \text{Veg} = -64.20 + 0.96 b_3$$

که در آن Veg پوشش گیاهی بر حسب درصد و b_3 ارزش رقومی باند 3 می‌باشد. بر اساس نوع شاخص‌های اعمال شده نتایج در 3 گروه باندهای اصلی، نسبت‌های باندی و آنالیز مؤلفه‌های اصلی برای درصد تراکم پوشش گیاهی کل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که باند 3 سنجنده ETM⁺ با مقدار ضریب تبیین 0/46 در بین تک باندها و شاخص‌های SI، BI1 و PCA1 و PCA3 دارای ضرایب تبیین بالاتری هستند. براین اساس وجود رابطه بین متغیرها با استفاده از روش رگرسیونی گام به گام پس رونده مورد بررسی قرار گرفت. معادله حاصل برای کل نمونه‌ها با $R^2=0/46$ و $RMSE=8/28$ از ضریب تبیین چندان بالایی برخوردار نیست. در معادله (1) Veg پوشش گیاهی سطح بر حسب درصد و b_3 ارزش‌های رقومی باند 3 می‌باشد و بیانگر این موضوع است که باند 3 در بررسی و مطالعه پوشش منطقه از پتانسیل بالاتری برخوردار است. به منظور دستیابی به رابطه‌ای با مشخصه‌های بهتر برای توجیه تراکم پذیری پوشش منطقه، روش تفکیک ارزش‌ها در دو طیف اراضی با کاربری زراعی و پوشش طبیعی مورد آزمون قرار گرفت (جدول 2).

این ارزش‌های رقومی در سه گروه باندهای اصلی، نسبت‌های باندی و تجزیه مؤلفه‌های اصلی نتایج با تفاوت چشمگیری را نشان دادند. به طوری که در اراضی با کاربری زراعی و پوشش طبیعی ضرایب تبیین افزایش قابل توجهی داشتند. در اراضی با کاربری زراعی باند 3 با $R^2=0/6$ بالاترین ضریب و باندهای 2 و 4 در پایش پوشش

منطقه ضریب تبیین یکسانی را با مقدار $R^2=0/4$ نشان دادند. اما با توجه به کمتر بودن مقدار RMSE در استفاده از باند 4 می‌توان این باند را برای برآورد درصد تراکم پوشش گیاهی اراضی زراعی مناسب ارزیابی نمود. PCA1 و شاخص‌های NDVI، DVI، BI1 و BI2 بالاترین ضریب تبیین را نشان دادند. اما باند 3 با بیشترین R^2 و کمترین RMSE در اراضی با پوشش طبیعی نتیجه مطلوبتری را نشان داد. در بررسی رابطه بین شاخص‌های متداول و مؤلفه‌های اصلی با پوشش گیاهی منطقه نیز PCA1 و PCA3 با ضریب تبیین یکسان رابطه قوی‌تری را با پوشش گیاهی منطقه نشان دادند که با توجه به RMSE پایین‌تر در PCA3 این مؤلفه در برآورد شرایط پوشش در منطقه از قابلیت بالاتری برخوردار است. شاخص‌های SAVI، MSAVI، BI1، BI2 و COSRI ضرایب تبیین بالاتر و روابط مطلوبتری ارائه دادند. به منظور ارزیابی روش مورد استفاده امکان وجود روابط بین متغیرهای مستقل و درصد تراکم پوشش گیاهی با استفاده از روش رگرسیون گام به گام بررسی گردید و مشاهده شد که این روابط با مشخصه‌های آماری مطلوبتر نسبت به حالت اول در مطالعه الگوی تغییر پذیری پوشش از کارایی بالاتری برخوردار هستند (معادلات 2 و 3).

$$\text{معادله (2)} \quad \text{Veg} = -18.1 + 1.26 BI2 + 22.78 b_3$$

$$\text{معادله (3)} \quad \text{Veg} = 25.78 + 0.76 SAVI + 0.65 b_3$$

در معادلات (2) و (3) Veg پوشش گیاهی سطح بر حسب درصد می‌باشد. در معادله 2، $R^2=0/65$ و $RMSE=6/16$ و در معادله 3، $R^2=0/58$ و $RMSE=2/7$ می‌باشند. نتایج نشان داد که به طور کلی بین داده‌های حاصل از سنجنده ETM⁺ و درصد تراکم پوشش گیاهی به عنوان مشخصه گیاهی می‌توان روابط مناسبی را یافت. نتایج تحلیل باندهای 3 و 4 پس از تفکیک اراضی به کاربری‌های همگن از نظر نوع پوشش نشان داد که ضرایب تبیین نسبتاً بالایی برای باند‌های 3 و 4 به دست می‌آید. در این مورد می‌توان علت را به انعکاس زیاد پوشش گیاهی در نواحی قرمز و مادون قرمز نزدیک مربوط دانست. نتایج فوق با یافته‌های زولین‌گو و پرایس (XulinGuo & Price, 2001) مطابقت دارد.

با این وجود در تحلیل شرایط فوق، مقادیر ضرایب نسبتاً پایین را به ویژه در زمان بررسی پوشش کل می‌توان به نوع پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک و سازگاری پوشش با اقلیم این مناطق نسبت داد. به طوری که پوشش گیاهی در این مناطق به شدت تحت تاثیر خصوصیات خاک از قبیل بافت خاک، رطوبت، ماده آلی و میزان عناصر معدنی و پدیده مهم شوری خاک و نیز پارامترهای اقلیمی منطقه می‌باشند (Barnes et al., 2003). گیاهان سبز با سازه برگ‌گی

کامل به علت وجود فضای بین سلولی، مقدار زیادی از پرتوهای
مادون قرمز نزدیک را انعکاس می‌دهند.

جدول 2- معادلات و ضرایب تبیین بین باندهای اصلی، شاخص‌های پوشش گیاهی و خاک و مؤلفه‌های اصلی و درصد تراکم گیاهی
Table 2- The equations describing relations between the main bands, the vegetation indices, soil indices the principal components and the percentage of vegetation coverage. The related R-Squares are also included.

باند‌های اصلی Spectrum bands	گروه Group	معادله Equation	R ²	RMSE
Band 1	TVC*	Veg= -141.4243 + 2.3109152 band1	0.34	8.69
	AL**	6049756 band1.Veg= -166.5284 + 2	0.37	5.76
	NC***	Veg= -57.20716 + 1.1739527 band1	0.4	2.31
Band 2	TVC	Veg= -96.54334 + 1.6745203 band2	0.3	8.82
	AL	Veg= -124.745 + 1.9949136 band2	0.4	5.68
	NC	Veg= -37.00365 + 0.8818419 band2	0.35	2.45
Band 3	TVC	Veg= -64.20423 + 0.9582626 band3	0.46	8.28
	AL	2051773 band3.10341 + 1.Veg= -93	0.6	5.31
	NC	Veg= -13.99888 + 0.4652395 band3	0.57	2
Band 4	TVC	Veg= 0.1584243 + 0.3922194 band4	0.36	8.65
	AL	Veg= -10.06405 + 0.4826513 band4	0.4	5.6
	NC	Veg= -84.812717+ 0.4605693 band4	0.38	2.4
Band 5	TVC	Veg= -43.98116 + 0.8503045 band5	0.26	8.85
	AL	9419187 band5.80694 + 0.Veg= -54	0.26	5.85
	NC	Veg= -35.13004 + 0.7303041 band5	0.31	2.54
Band 7	TVC	Veg= -4.802023 + 0.550891 band7	0.2	8.94
	AL	57043 band7.048296 + 0.Veg= -8	0.32	5.71
	NC	Veg= -4.235686 + 0.5235181 band7	0.31	2.5
PCA1	TVC	Veg= -78.40448 + 0.5469369 pc1	0.38	8.61
	AL	1097122 pca1.91494 + 1.Veg= -35	0.58	5.4
	NC	Veg= -1.095359 + 0.5890651 pca1	0.47	2.3
PCA2	TVC	0.3390285 pca2+Veg=- 59.62746	0.35	8.68
	AL	Veg= -22,57807 + 0,7913826 pca1 2	0.36	5.79
	NC	Veg= -20.83396 + 0.7663211 pca1 2	0.38	2.46
PCA3	TVC	Veg= -54.86182 + 0.4804594 pca3	0.33	8.71
	AL	0968608 pca1 3.19648 + 1.Veg= -36	0.5	5.56
	NC	Veg= -10.02047 + 0.697818 pca1 3	0.47	2.2
VNIR1	TVC	Veg= -48.91643 + 0.95462 VNIR1	0.17	8.97
	AL	253417 VNIR1.625157 + 2.Veg= 36	0.26	5.87
	NC	Veg= -35.879671 + 1.6769379 VNIR1	0.24	2.55
VNIR2	TVC	Veg= -50.272851 + 1.77739 VNIR2	0.21	8.9
	AL	Veg= 40.862538 + 2.926789 VNIR2	0.33	5.69
	NC	1.2129205 VNIR2+Veg= -35.690311	0.3	2.45
NDVI	TVC	Veg= -30.380878+ 1.8011 NDVI	0.2	8.92
	AL	Veg= 46.298872 + 2.071867 NDVI	0.46	5.48
	NC	1.143997 NDVI+Veg= -35.656957	0.34	2.4
TVI	TVC	Veg=- 161.69558 + 1.7473 TVI	0.22	8.88
	AL	Veg= -0.389404 + 0.444476 TVI	0.41	5.6
	NC	1.4858565 TVI+Veg= -36.711674	0.33	2.41
MND	TVC	Veg= 17.473872+ 1.19999 MND	0.2	8.94
	AL	Veg= 50.855236 + 0.861087 MND	0.4	5.64
	NC	Veg=- 35.721929 + 0.5454925 MND	0.45	2.34

* Total Vegetation Cover

** Agriculture Land

*** Natural Cover

ادامه جدول 2

Table 2- Continue

Spectrum bands	گروه Group	معادله Equation	R ²	RMSE
MINI	TVC*	Veg= -43.863183 + 0.623385 MINI	0.16	9.06
	AL**	Veg= 45.459029 + 1.732852 MINI	0.27	5.9
	NC***	0.2249092 MINI+Veg= -35.746804	0.2	2.6
BI1	TVC	Veg= -103.8133 + 1.5741796 BI1	0.35	8.64
	AL	Veg= -83.209882 + 0.1570796 BI1	0.5	5.5
	NC	Veg= -35.9214 + 0.0018299 BI1	0.51	2.31
BI2	TVC	Veg= -72.50359 + 0.7694508 BI2	0.28	8.8
	AL	Veg= 64.072401 - 0.1351708 BI2	0.56	5.46
	NC	Veg= 35.317079 + 0.0028016 BI2	0.53	2.23
SI	TVC	Veg= -102.06 + 1.5401279 SIsal	0.34	8.68
	AL	0.0599147 SIsal+Veg= -49.559293	0.4	5.67
	NC	Veg= 35.620688 + 0.00123 SIsal	0.45	2.4
GEMI	TVC	Veg= -32.63631+ 0.0196445 GEVI	0.01	9.13
	AL	Veg= 72.633072 + 0.0139594 GEVI	0.25	5.95
	NC	Veg= -35.736737+ 0.00207 GEVI	0.13	2.73
EVI	TVC	Veg=- 33.289317+ 2.90311 EVI	0.02	9.08
	AL	Veg= 47.607235 + 1.875287 EVI	0.32	5.77
	NC	Veg= -35.30928 + 0.982551 EVI	0.1	2.8
COSRI	TVC	Veg= -30.627852 +1.80273 COSRI	0.23	8.92
	AL	Veg= 46.589827 + 0.647342 COSRI	0.35	5.7
	NC	Veg= -35.260223 3.4708276 COSRI	0.5	2.34
DVI	TVC	Veg= -31.24911 + 1.645131 DVI	0.22	8.9
	AL	Veg= 47.074894 + 0.269419 DVI	0.45	5.54
	NC	Veg= 19.873902 + 0.1109908 DVI	0.41	2.46
MSAVI	TVC	Veg= 30.38762 + 2.143504 MSAVI	0.24	8.85
	AL	Veg=- 44.271554 + 3.7058097 MSAVI	0.37	5.6
	NC	Veg= 35.726576 + 0.0772035 MSAVI	0.5	2.3
SAVI	TVC	Veg= -30.455816 + 92.916365 SAVI	0.2	8.96
	AL	Veg= 46,780827 + 3.292178 SAVI	0.4	5.61
	NC	Veg= -35.6869 + 0.6747172 SAVI	0.54	2.3
OSAVI	TVC	Veg= -30.464086+ 1.49117 OSAVI	0.2	9.02
	AL	Veg= 44.338772 + 0.9360472 OSAVI	0.38	5.58
	NC	Veg= -35.78124 + 0.1293359 OSAVI	0.45	2.43

* Total Vegetation Cover

** Agriculture Land

*** Natural Cover

(Matsushita et al., 2001).

از طرفی این شاخص در منطقه مورد مطالعه با پوشش گیاهی به ندرت سبز و سازگار با اقلیم خشک و نیمه خشک برای پایش پوشش منطقه مناسب ارزیابی گردید که مشابه نتایج اسکادافل و همکاران (et Escadafal al., 2005) می باشد. همچنین شاخص NDVI به عنوان یکی از پرکاربردترین شاخص های پوشش گیاهی جهت شناسایی پوشش مناطق با کاربری زراعی نتایج مطلوبی نسبت به سایر شاخص ها ارائه داد. به طوری که در مقادیر نزدیک به 1+ نشان دهنده پوشش انبوه گیاهی است (Ray et al., 2004). شاخص ترکیبی

در نتیجه بازتاب طیفی گیاهان در این ناحیه به شدت افزایش می یابد که این میزان شدت به نوع، تراکم و سلامت گیاه بستگی دارد (Bricklemeyer et al., 2002). درصد تاج پوشش کم، با تعداد برگ کم و به ندرت سبز و پوشیده از کرک و ناچیز بودن پوشش این مناطق مشکل اساسی در بررسی پوشش گیاهی است. از این رو انعکاس حاصل از این گیاهان به شدت تحت تاثیر خاک زمینه است (Taherkia, 1996). نتایج نشان می دهد که BI به عنوان شاخص موثری در پایش تغییرات مکانی پوشش منطقه ترکیبی از باندهای 3 و 4 است. بیشترین بازتاب پوشش گیاهی نیز در همین باندها می باشد

تعیین عملیات کشاورزی، نوع محصول، بایومس محصول، عملکرد محصول و خصوصیات خاک نیز بهره گرفت که نتایج بریکلیمر و همکاران (Brickleymer et al., 2002) نیز آن را تایید می نماید.

نتیجه گیری

استفاده و ارزیابی شاخص‌های حاصل از نسبت‌های طیفی باندهای مختلف سنجنده ETM^+ ماهواره لندست نشان داد که اگرچه نقش شاخص‌های مختلف حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک غیر قابل انکار است، اما کاربرد سایر ترکیب‌های باندی نیز می تواند در مطالعه پوشش گیاهی منطقه مورد استفاده قرار گیرند. مؤلفه‌های حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در شناسایی و تفکیک این پدیده از پتانسیل بالایی برخوردار هستند. از طرفی نتایج این تحقیق نشان داد که باند 3 و نسبت‌های باندی ترکیبی باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک نقش تعیین کننده‌ای در تحلیل تغییرپذیری طیفی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه دارند. مدل‌های حاصل از این نتایج را برای ارزیابی کاربری‌ها و تراکم پوشش در اراضی منطقه می توان استفاده نمود و نتایج حاصل از آن را به مناطق با خصوصیات مشابه تعمیم داد. همچنین پیشنهاد می شود این شاخص‌ها و پردازش‌ها در مناطق دیگری نیز مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرند. از این رو با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ETM^+ می‌توان به مطالعه برخی از پدیده‌ها و عوارض سطح زمین از قبیل پوشش گیاهی که به علل مختلف در اثر عوامل طبیعی و انسانی دچار تغییر شده در سطح وسیع پرداخت که این امر در آشکارسازی، پایش و پیش بینی چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است.

COSRI که با تعدیل شاخص NDVI حاصل می شود در منطقه مورد مطالعه برای زمین های با پوشش طبیعی و به صورت پراکنده، مناسب ارزیابی گردید و بر اساس نتایج فرناندز بوسس و همکاران (Fernandez Buces et al., 2006)، برای مطالعه تغییرات خاک های بایر با پوشش پراکنده و پاسخ های طیفی پوشش گیاهی می تواند استفاده شود. همچنین نتایج حاصل بیانگر حساسیت بیشتر شاخص SAVI نسبت به OSAVI در برآورد پوشش گیاهی است. به طوری که شاخص SAVI با کاهش اثرات کانی های مختلف در پایش پوشش مناطق خشک از کارایی بالایی برخوردار بوده و مشابه نتایج هوت (Huete, 1989) و بویانتوی (Buyantuyev, 2007) می باشد. ضرایب تبیین بالا در شاخص های SI , $OSAVI$, $MSAVI$, MND , TVI ، به ترتیب با مقادیر $0/45$, $0/33$, $0/45$, $0/5$ و $0/45$ حاکی از آن است که این شاخص ها با حذف یا کاهش اثر خاک زمینه می توانند روابط بهتری را برای برآورد پوشش گیاهی منطقه به خصوص در اراضی با پوشش طبیعی ایجاد نمایند که با نتایج نیکولا کوپولوس (Nikolakopoulos, 2003) مطابقت دارد. بررسی و مقایسه ضرایب تبیین بین مؤلفه های مختلف حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی نیز نشان داد که مؤلفه اصلی 1 حاصل سه باند 1، 2 و 3 و مؤلفه اصلی 3 حاصل کلیه باندها که با پوشش گیاهی رابطه مناسبی برقرار کرده و می توانند اطلاعات کلی از وضعیت پوشش گیاهی منطقه به خصوص در رابطه با نوع و ترکیب پوشش در منطقه خشک و نیمه خشک ارائه دهند که مشابه یافته های موللی و همکاران (Moleele et al., 2001) است. نتایج حاصل از برآورد تراکم پوشش گیاهی به ویژه در کاربری ها با پوشش مشابه با استفاده از تصاویر ماهواره ای ETM^+ نشان داد که این تصاویر از کارایی بالایی برخوردار بوده و آنالیزهای حاصل از آن ها را می توان برای

منابع

- 1- Aitkenhead, M.J., and Aalders, I.H. 2008. Classification of Landsat thematic mapper imagery for land cover using neural networks. *International Journal of Remote Sensing* 1:1-10.
- 2- Arzani, H., and King, G.W. 2008. Application of remote sensing (landsat TM data) for vegetation parameters measurement in western division of NSW. In: *Proceedings of the International Grassland Congress*. Hohhot, China. ID NO. 1083.
- 3- Bahtti, A.U., Mulla, D.J., and Frazier, B.E. 1991. Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images. *Remote Sens. Environment* 31: 181- 191.
- 4- Barnes, E.M., Sudduth, K.A., Hummel, J.W., Lesch, S.M., Corwin, D.L., Yang, C., Daughtry, C.S.T., and Bausch, W.C. 2003. Remote and ground-Based sensors techniques to map soil properties. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 69: 619-630.
- 5- Brickleymer, R.S., Lawrence, R.L., and Miller, R.R. 2002. Documenting no-till and conventional till practices using Landsat ETM^+ imagery and logistic regression. *Soil and Water Conservation* 57: 267-271.
- 6- Buyantuyev, A. 2007. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) of the 2005 Landsat Thematic Mapper Image. Retrieved May 10, 2008 from http://seinet.asu.edu/DataCatalog/wholeRecord.jsp?id=370&source=ces_dataset
- 7- Cohen, W.B., Maersperger, T.K., Gower, S.T., and Turner, D.P. 2003. An improved strategy for regression of biophysical variables and Landsat ETM^+ data. *Remote Sensing of Environment* 84: 561-571.
- 8- Douaoui, A.E.K., Nicolas, H., and Walteer, C. 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote sensing data. *Geoderma* 134: 217- 230.

- 9- Escadafal , R., Albinet, F., and Simonneaux, V. 2005. Arid Land cover change trend analysis with series of satellite images for desertification monitoring in Northern Africa. <http://www.isprs.org/publications/related/ISRSE/html/papers/953.pdf>
- 10- Farifteh, J., and Farshad, A. 2002. Remote sensing and modeling of topsoil properties, a clue for assessing land degrading. In: Proceedings of the 17th-World Congress of soil Science. Bangkok Thailand 14-20 August, 865.
- 11- Fernandez Buces, N., Siebe, C., Cram, S., and Palacio, J.L. 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texcoco, Mexico. *Arid Environments* 65: 644–667.
- 12- Foody, G.M., Cutler, M., Mcmorrow, J., Pelz, D., Tangki, H., Boyd, D.S., and Douglas, I. 2001. Mapping the biomass of Bornean tropical rain forest from remotely sensed data. *Global Ecology and Biogeography* 10: 379–387.
- 13- Frazier, B.E., and Cheng, Y. 1989. Remote sensing of soils in eastern Palouse region with Landsat thematic mapper. *Remote sense. Environment* 28: 317- 325.
- 14- Hickler, T., Smith, B., Sykes, M.T., Davis, M.B., Sugita, S., and Walker, K. 2004. Using a generalized vegetation model to simulate vegetation dynamics in northeastern USA. *The Ecological Society of America* 85: 519–530.
- 15- Huete, A.R. 1989. Soil influences in remotely-sensed vegetation canopy spectra, Chapter 4. In: G. Asrar (ed.), *Theory and Applications of Optical Remote Sensing*. John Wiley and Sons, N.Y., pp. 107-141.
- 16- Khan, N.M., Rastoskuev, V.V., Shalina, E.V. and Sato, Y. 2001. Mapping Salt Affected Soils using remote sensing Indicators a simple approach with the use of GIS IDRISI. In: Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November, Singapore. Center for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP), National University of Singapore; Singapore Institute of Surveyors and Valuers; Asian association on remote sensing
- 17- Ma, M and Xuemei, W. 2005. Vegetation cover change during 1981 to 2001 in Northwest China. The Eighth International Conference on Dryland Development 25-28 February 2006, Beijing, China.
- 18- Ma, Y.M., Menenti, M., Tsukamoto, O., Ishikawa, H., Wang, J.M., and Gao, Q.Z. 2004. Remote sensing parameterization of regional land surface heat fluxes over arid area in northwestern China. *Arid Environments* 57: 117–133.
- 19- Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda1, Y., and Qiu, G. 2001. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high-density cypress forest. *Sensors* 7: 2636-2651.
- 20- Moleele, N., Ring rose, S., Arenberg, W., Lunden B., and Vanderpost, C. 2001. Assessment of vegetation Indexes useful for browse production in semi-arid ranglands. *International Remote Sensing* 22: 741-756.
- 21- Nikolakopoulos, K.G. 2003. Use of Vegetation Indexes with ASTER VNIR Data for Burnt Areas Detection in Western Peloponnese, Greece. In: Proceedings of Geoscience and Remote Sensing Symposium, Athens, IGARSS 03, IEEE International 5: 3287-3289.
- 22- Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J., and Stenseth, N.C. 2005. Using the satellite – derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in ecology and evolution* 9: 503-510.
- 23- Ray, S.S., Singh, J.P., Dasa, G., and Panigrahy, S. 2004. Use of high resolution remote sensing data for generating sitespecific soil mangement plan. In: Proceeding of the 4th International Society for Photogrammetry and Remote sensing congress. July 12-23, Istanbul, Turkey. p. 127 ff.
- 24- Saxsena, R.K., Verma, K.S., Srivastava, R., Yadav, J., Patel, N.K., Nasre, R.A., Barthwal, A.K., Shiwalkar, A.A., and Londhe, S.L. 2003. Spectral reflectance properties of some dominant soils occurring on different altitudinal zones in Uttarancha Himalayas. *Agropedology* 13: 35- 43.
- 25- Taher kia, H., 1996. Remote Sensing. Tehran University. Iran. (In Persian)
- 26- Xulin G, and Price, P. 2001. Modeling biophysical factors for grasslands in eastern Kansas using Landsat TM data. *The Transaction of Kansas Academy of Science* 103(3-4):122-138
- 27- Yuan, J., and Long, L. 1995. Study on forest vegetation classification with remote sensing. In: Proceeding of The Second IFIP International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA2008), October 18-20, 2008, Beijing, China.



اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)

صادق قربانی¹، حمیدرضا خزاعی^{2*}، محمد کافی³ و محمد بنایان اول⁴

تاریخ دریافت: 88/12/20

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

کشاورزی اکولوژیک به استفاده از مواد آلی توجه دارد و اسیدهای آلی یکی از منابع مهم مواد آلی می‌باشند. به منظور بررسی کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) (رقم سینگل کراس 704) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در سال زراعی 88-1387 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف اسید هیومیک (0، 500، 1500، 2500، 3500 و 4500 گرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف و طول بلال تأثیر معنی‌داری داشت، اما تأثیر آن بر شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد ردیف معنی‌دار نبود. تیمارهای 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک، به دلیل شاخص و دوام سطح برگ بالاتر، عملکرد دانه بالاتری را به خود اختصاص دادند. کمترین عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک نیز به ترتیب در تیمارهای 4500 گرم در هکتار و شاهد حاصل شد. افزایش عملکرد دانه به افزایش تعداد دانه در ردیف و طول بلال مربوط بود. بیشترین تعداد دانه در ردیف و همچنین طول بلال در تیمار 3500 گرم در هکتار و کمترین آنها در تیمار شاهد به دست آمد. در مجموع می‌توان گفت که استفاده از اسید هیومیک به دلیل اثرات مختلف فیزیولوژیکی، علاوه بر افزایش عملکرد ذرت، می‌تواند در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست نقش مثبتی را ایفا کند و به عنوان ماده‌ای با منبع طبیعی در جهت پایداری و افزایش تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آلی، شاخص‌های رشد، کشاورزی اکولوژیک، مواد آلی

مقدمه

مولکولی کمتر از 30000 دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Liu & Cooper, 2000). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (Aiken et al., 1985). کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش رشد شاخه، ریشه و محتوای نیتروژن در شاخساره (Tan & Nopamornbodi, 1979) و از بین رفتن کلروز در برگ‌های ذرت (Fernandez, 1968) و لوپین در خاک‌های آهکی شد (Santiago et al., 2008). در یک بررسی تأثیر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس نشان داد که اسید هیومیک به طور معنی‌داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوای عناصر غذایی گیاه را افزایش داد، که این افزایش به ویژه در غلظت 400 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بود (Liu et al., 1996).

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی در طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان ماده آلی خاک‌های ایران بوده است (Latifi & Mohammad dust, 1998). از طرفی کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی خاک شده است (Wang et al., 1999)، از اینرو امروزه مصرف انواع کودهای آلی رو به افزایش است. مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شوند (Maccarthy, 2001). اسید هیومیک با وزن مولکولی 30000-300000 دالتن و اسید فولویک هم با وزن

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

(* - نویسنده مسئول: (Email: khazaie 41@yahoo.com)

کشت بصورت خشکه کاری و در اردیبهشت ماه انجام شد. در محل اجرای آزمایش علف هرز غالب تاج خروس¹ و سلمه تره² بود که کنترل آنها بصورت دستی در دو مرحله (در مرحله 4 برگگی و 8 برگگی ذرت) انجام گرفت. آبیاری به فاصله هر هفت روز به طریق نشتی و توسط سیفون به طوری که آب هر کرت از کرت دیگر جدا بود، انجام شد. جهت نمونه برداری در طی فصل رشد، 3 گیاه از هر کرت (معادل 0/45 متر مربع) و بصورت تصادفی هر دو هفته یکبار (که شروع آن از زمان چهار برگگی بود) برداشت و بر اساس آن آنالیز رشد صورت گرفت. برداشت و نمونه گیری جهت عملکرد و اجزای عملکرد از کل کرت در اوایل مهر ماه انجام گرفت. شاخص حرارتی GDD با استفاده از معادله (1) تعیین شد:

$$GDD = \sum_1^n [(T \min + T \max) / 2] - T_b \quad (1 \text{ معادله})$$

که در آن Tmax حداکثر دمای روزانه، Tmin حداقل دمای روزانه، Tb دمای پایه، n تعداد روزها در یک مدت معین (دوره رویش) می باشد. برای محاسبه شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ ابتدا سطح برگ را با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج به دست آورده و سپس از طریق معادلات 2 و 3 محاسبه گردید:

$$LAD = \sum_n [(LAI_{n-1} + LAI_n) / 2] [t_n - t_{n-1}] \quad (2 \text{ معادله})$$

$$LAI = \frac{LA_1 + LA_2}{2} \times \frac{1}{GA} \quad (3 \text{ معادله})$$

در این روابط LA_1 مساحت سطح برگ نمونه برداری قبل از LA_2 ، GA مساحت سطح زمین نمونه برداری، LAI_{n-1} شاخص سطح برگ نمونه برداری قبل از LAI_n و t_n درجه روز دریافتی تاریخ نمونه برداری می باشد. برای تجزیه آماری داده های آزمایش از نرم افزار SAS 9.1 و برای رسم نمودارها از نرم افزار MS Excel استفاده شد. مقایسه کلیه میانگین ها در سطح اطمینان 5 درصد و با آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

اجزاء عملکرد

نتایج نشان داد که اسید هیومیک بر وزن هزار دانه، قطر بلال و تعداد ردیف تأثیر معنی داری نداشت (جدول 3).

کاربرد اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر کم مصرف در گیاه گندم در رفع کلروز برگگی موثر بوده است (Maccarthy, 2001). در مطالعه دیگری کاربرد اسید هیومیک به میزان 500، 1000 و 2000 میلی گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (Turkmen et al., 2005). مطالعات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک بر روی توتون و گیاهان دارویی موجب زیاد شدن میزان آلکالوئیدها در برگ ها می شود، همچنین اسید هیومیک موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز، چغندر قند و آفتاب گردان و موجب افزایش میزان کربوهیدرات در سیب زمینی، چغندر قند، هویج و گوجه فرنگی می شود (Tan, 2003). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی در گندم موجب افزایش 24 درصدی عملکرد در این گیاه شد (Delfine et al., 2005). در مطالعه دیگری، مقادیر 1000 میلی گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم خاک سبب افزایش عناصر پر مصرف و کم مصرف در اندامهای گیاهان گوجه فرنگی شد (Turkmen et al., 2004). در مطالعه ای معلوم شد که اسید هیومیک بیش از اسید فلوویک و هیومین بر فعالیت کلروفیل b اثر می گذارد (Yang et al., 2004).

هدف از اجرای این آزمایش، کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک در آب آبیاری و بررسی اثرات آن بر شاخص های رشد و ارتباط آن با عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 36 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا در خاکی با بافت لوم سیلت (جدول 1) اجرا شد. آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف اسید هیومیک (0، 500، 1500، 2500، 3500 و 4500 گرم در هکتار) بودند که هر کدام از سطوح به سه قسمت تقسیم و در سه مرحله (4 برگگی یا استقرار گیاه، 8 برگگی یا همزمان با ساقه رفتن، و تاسل دهی) همراه با آب آبیاری به کار برده شد. اسید هیومیک مورد استفاده در این آزمایش اسید هیومیک 80 درصد با نام تجاری هیومکس (جدول 2) بود. در طی مراحل رشد از هیچ نوع کود دیگری استفاده نشد. هر واحد آزمایشی 6 متر طول و 3/75 متر عرض و 5 ردیف کشت داشت که یک ردیف از هر طرف و نیم متر از بالا و پایین برای اثر حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیفها 75 سانتیمتر و فاصله بذرها روی هر ردیف 20 سانتیمتر بود. رقم ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 بود و

1 - Amaranthus retroflexus

2 - Chenopodium album

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental station

اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی	نیترژن کل	فسفر	پتاسیم	بافت خاک
pH	EC (dS/m)	TN (%)	P (ppm)	K (ppm)	Soil texture
7.76	1.1	0.07	11	120	Silty loam

جدول 2- مشخصات اسید هیومیک مورد استفاده در این آزمایش

Table 2- Characteristics of humic acid used in the experiment

اسید هیومیک	اکسید پتاسیم	اسید فلوویک	نام تجاری
Humic acid	K ₂ O	Fluvic acid	Trade name
80%	5%	15%	هیومکس - WGS 95
			Humax 95-WGS

جدول 3- تجزیه واریانس عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در سطوح مختلف اسید هیومیک

Table 3- Analysis of variance of yield and yield components of maize in different levels of humic acid

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	قطر بلال	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	طول بلال	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
S.O.V	df	1000 grains weight	Ear diameter	Row number	Grain in row number	Ear length	Biological yield	Grain yield
تکرار Rep.	2	36 ^{ns}	10.7 ^{ns}	1.62 ^{ns}	2.76 ^{ns}	1.19 ^{ns}	17531 ^{ns}	100866 ^{ns}
تیمار Treatment	5	154 ^{ns}	7.6 ^{ns}	0.96 ^{ns}	15/61 ^{**}	16.62 ^{**}	13509158 ^{**}	2135824 ^{**}
خطا Error	10	107	1.9	0.64	1/04	0.61	818275	226826
کل Total	17							

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

ns and ** are nonsignificant and significant at 1% level of probability, respectively.

جدول 4- مقایسات میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در سطوح مختلف اسید هیومیک

Table 4- Comparison of means of yield and yield components of corn in different levels of humic acid

سطوح اسید هیومیک	وزن هزار دانه	قطر بلال	تعداد ردیف	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	طول بلال	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
Humic acid levels (g.ha ⁻¹)	1000 grains weight (g)	Ear Diameter (mm)	Row number	Row number	Grain in row number	Ear length (cm)	Biological yield (kg.ha ⁻¹)	Grain yield (kg.ha ⁻¹)
0	282a*	41c	14.83b	14.83b	38d	15.8c	17465d	8005d
500	282a	42bc	15.16ab	15.16ab	41c	20.2b	20459	8999c
1500	288a	43abc	15.33ab	15.33ab	42bc	20.1b	20197c	9420bc
2500	292a	44ab	15.5ab	15.5ab	43bc	21.5ab	21286bc	9589bc
3500	293a	46a	16.5a	16.5a	46a	22a	22163b	10468a
4500	300a	42bc	15.66ab	15.66ab	44ab	22.1a	23778a	9925ab

*میانگین های دارای مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح 5% اختلاف معنی داری ندارند

-Means with the same letter in each column are not significantly different (LSD)

میانگین های 46 و 38 دانه به دست آمد و تیمارهای 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول 4). همچنین بیشترین و کمترین میانگین طول بلال نیز به

تأثیر اسید هیومیک بر تعداد دانه در ردیف و طول بلال معنی دار بود (جدول 3). بیشترین و کمترین میانگین تعداد دانه در ردیف به ترتیب در تیمار های 3500 گرم در هکتار و شاهد با

ترتیب در تیمارهای 4500 گرم در هکتار و شاهد با میانگین‌های 22/1 و 15/8 سانتی‌متر به دست آمد و بین تیمارهای 2500، 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری در میانگین طول بلال دیده نشد (جدول 4). به نظر می‌رسد افزایش عناصر غذایی بر تعداد دانه در ردیف تأثیر بیشتری می‌گذارد. هنوی (1992) (Honway)، معتقد است که تعداد دانه در ردیف بلال یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش عناصر غذایی در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در ردیف است. رضوان طلب و همکاران (Rezvantlab et al., 1998) با کاربرد کود آلی هوموسی (کمپوست و ورمی‌کمپوست) افزایش معنی‌داری در تعداد دانه در ردیف بلال مشاهده کردند. تعداد ردیف نسبت به سایر اجزاء عملکرد حساسیت کمتری نسبت به تغییرات شرایط محیطی نشان می‌دهد (Marashi et al., 1996). در مطالعه‌ای افزایش معنی‌داری در وزن هزاردانه با کاربرد کودهای آلی هوموسی صورت نگرفت (Eghbal & Power, 1999).

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی‌داری ($P < 0/01$) بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول 3). با افزایش سطوح اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک نیز افزایش یافت. بیشترین و کمترین میانگین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در تیمارهای 4500 گرم در هکتار و شاهد با میانگین‌های 23778 و 17465 (کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول 4). آياس و گالسر (Ayas & Gulser, 2005) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. در یک بررسی کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (Tan, 2003). در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (Mackowiak et al., 2001). محققان دیگر نیز نتایج به دست آمده را تأیید می‌کنند (Valdrighi et al., 1996; Tattini et al., 1991; Vaughan & Malcom, 1985).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد دانه در ذرت به صورت معنی‌داری ($P < 0/01$) تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک قرار گرفت (جدول 3). بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای 3500 گرم در هکتار و شاهد با میانگین‌های 10468 و 8005 (کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول 4). با افزایش مقدار اسید هیومیک و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و عملکرد دانه نیز به

عنوان تابعی از عملکرد ماده خشک کل، افزایش یافت. بین تیمارهای 4500 و 3500 گرم در هکتار اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، اما تفاوت بین این دو تیمار از نظر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. بدین معنی که با افزایش سطح اسید هیومیک از 3500 به 4500 گرم در هکتار تنها عملکرد بیولوژیک افزایش معنی‌داری نشان داد و عملکرد دانه افزایش پیدا نکرد و ماده خشک به ساقه انتقال یافته و سبب افزایش ارتفاع (جدول 5) شده است. اسید هیومیک سبب تداوم بافتهای فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. ولف و همکاران (Wolf et al., 1988) یک همبستگی قوی مثبت بین وزن خشک دانه و مقدار دوام سطح برگ یافته و تأیید کردند که سبزیمان برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد. اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلولهای گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (Nardi et al., 2002). در مطالعه‌ای اسپری مواد هیومیکی در مرحله توسعه خوشه گندم، عملکرد دانه را 7 تا 8 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (Xudan, 1986). در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جو شد (Ayuso et al., 1996). کاربرد اسید هیومیک در گیاهان گندم، برنج و تربچه به ترتیب باعث 20، 14 و 44 درصد افزایش عملکرد شد (Hai & Mir, 1998).

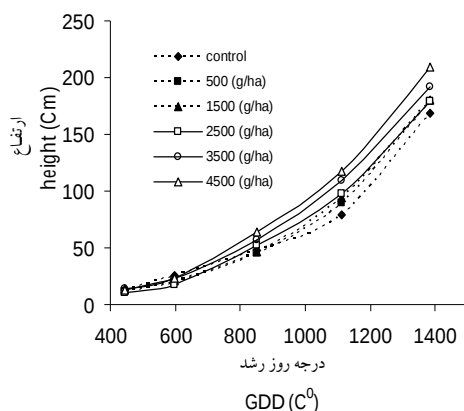
عملکرد دانه به عنوان تابعی از اجزاء عملکرد، ناشی از افزایش تعداد دانه در ردیف و طول بلال بود. هر چه تعداد دانه در ردیف افزایش یابد طول بلال نیز افزایش خواهد یافت. به نظر می‌رسد طول بلال و تعداد دانه بیشتر از سایر اجزاء تحت تأثیر عوامل بیرونی قرار می‌گیرند. تعداد دانه در ردیف بلال یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش عناصر غذایی در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است (Honway, 1992).

ارتفاع گیاه

نتایج نشان داد که کاربرد اسید هیومیک ارتفاع گیاه را به طور معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش داد (جدول 5). بیشترین میانگین ارتفاع گیاه در انتهای فصل رشد مربوط به تیمار 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک با میانگین 209 (سانتی متر) و کمترین آن به تیمار شاهد با میانگین 179 (سانتی متر) مربوط بود (جدول 6). در شکل 1 روند تغییرات ارتفاع در طی فصل رشد در تیمارهای مختلف اسید هیومیک ترسیم شده است. در ابتدای فصل رشد به دلیل کندی سرعت رشد ذرت اختلاف ارتفاع بین تیمارها وجود نداشت، اما پس از دریافت 700 درجه روز و با آغاز ساقه رفتن و رشد سریع، تیمار 4500 گرم در هکتار افزایش بیشتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی (Samavat & Malakoti, 2005) و با تأثیر

عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (Turkmen et al., 2005). در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش قطر و ارتفاع گیاه منداب شد (Albayrak & Camas, 2005). محققان دیگر نیز افزایش ارتفاع را با کاربرد اسید هیومیک تأیید می‌کنند (Valdrighi et al., 1996; Tattini et al., 1991; Vaughan & Malcom, 1985).

بر متابولیسم سلولهای گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Nardi et al., 2002). آياس و گالسر (Ayas and Gulser, 2005) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع می‌شود. در مطالعه‌ای کاربرد اسید هیومیک به میزان 500، 1000 و 2000 میلی‌گرم بر کیلوگرم موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان



شکل 1- روند تغییرات ارتفاع ذرت در سطوح مختلف اسید هیومیک
Figure1- Corn height trends in different levels of humic acid

جدول 5- تجزیه واریانس ارتفاع، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و شاخص برداشت ذرت در سطوح مختلف اسید هیومیک

Table 5- Analysis of variance of height, LAI, LAD and HI in different levels of humic acid

منابع تغییرات	df	ارتفاع	شاخص سطح برگ	دوام سطح برگ	شاخص برداشت
S.O.V		Height (cm)	LAI	LAD (m ² m ² /GDD)	HI (%)
تکرار	2	1260 ^{ns}	0.03 ^{ns}	33100 ^{ns}	2.72 ^{ns}
Rep.					
تیمار	5	1974*	0.42**	201549**	11.15 ^{ns}
Treatment					
خطا	10	270	0.04	22778	13.05
Error					
کل	17				
Total					

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

ns, * and ** are nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

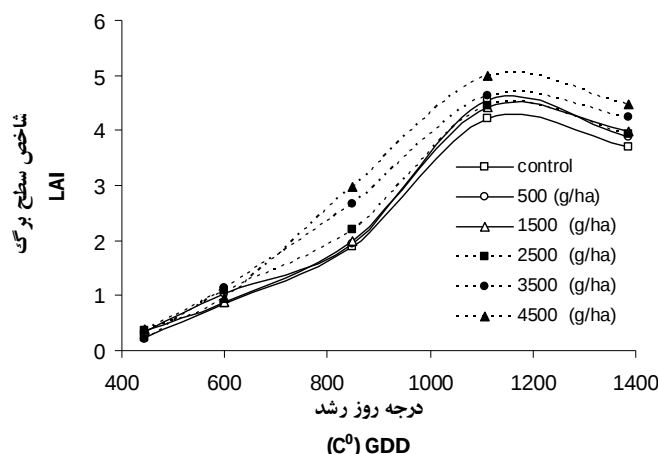
جدول 6- مقایسات میانگین ارتفاع، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و شاخص برداشت ذرت در سطوح مختلف اسید هیومیک

Table 6- Comparison of means of height, LAI, LAD and HI of corn in different levels of humic acid

سطوح اسید هیومیک	ارتفاع گیاه	شاخص سطح برگ	دوام سطح برگ	شاخص برداشت
Humic acid levels (g.ha ⁻¹)	Plant height (cm)	LAI	LAD (m ² m ² /GDD)	HI (%)
0	179d	3.5d	2290d	45.6a
500	186cd	3.77cd	2536cd	44a
1500	189bcd	3.8cd	2500cd	46.3a
2500	195bc	4.01bc	2612bc	45a
3500	202ab	4.39ab	2873ab	47.6a
4500	209a	4.47a	2998a	42a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح 5% اختلاف معنی داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different (LSD)



شکل 2- روند تغییرات سطح برگ در سطوح مختلف اسید هیومیک
Figure 2- Corn leaf area index trends in different levels of humic acid

زمان بیشتری فتوسنتز کردند، به عبارت دیگر دریافت انرژی خورشیدی در طول زمان زیادتر بود و در نتیجه ماده خشک بیشتری تولید کردند. دوام سطح برگ نشان دهنده دوام بافت های فتوسنتزی جامعه گیاهی است که معمولاً با عملکرد همبستگی خوبی دارد. ولف و همکاران (Wolf et al., 2005) همبستگی قوی مثبت بین وزن خشک دانه و مقدار دوام سطح برگ یافته و تأیید کردند که سبزمان برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد. تیمار اسید هیومیک بر شاخص برداشت تأثیر معنی داری نداشت (جدول 5). در مطالعه ای کاربرد اسید هیومیک تأثیر معنی داری در میانگین شاخص برداشت نداشت. (Kaya et al., 2005).

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از اسید هیومیک می تواند اثرات مثبتی را بر عملکرد دانه ذرت و برخی از صفات زراعی مرتبط با عملکرد دانه داشته باشد، که این اثرات می تواند در نتیجه اثرات فیزیولوژیکی آن باشد. کاربرد 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک به دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و دوام سطح برگ بالاتر، عملکرد اقتصادی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. این افزایش عملکرد به افزایش طول بلال و تعداد دانه در ردیف مربوط بود. به طور کلی کاربرد اسید هیومیک می تواند سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی و باعث کاهش آلودگی محیط زیست شود و همچنین به دلیل مصرف کمتر این نوع کودها هزینه کمتری را در پی دارد. در نهایت می توان چنین گفت که استفاده از اسید هیومیک علاوه بر افزایش در عملکرد ذرت، می تواند نقش به سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد تیمارهای اسید هیومیک تأثیر معنی داری ($P < 0/01$) بر شاخص سطح برگ داشت (جدول 5). بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب در تیمارهای 4500 گرم اسید هیومیک و شاهد با میانگین های 4/47 و 3/5 به دست آمد (جدول 6). در شکل 2 روند تغییرات شاخص سطح برگ ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک نشان داده شده است. در مرحله ساقه رفتن که مرحله رشد سریع گیاه است و شرایط محیطی نیز در آن زمان مناسب می باشد، گیاه نیاز بیشتری به عناصر غذایی داشته و اسید هیومیک به دلیل افزایش میزان نیتروژن گیاه (Sharif et al, 2002) سبب افزایش شاخص سطح و همچنین سرعت بالاتر گسترش سطح برگ شده است. آلبایراک و کاماز (Albayrak & Camas, 2005) گزارش کردند که تیمار 1200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب گسترش بیشتر سطح برگ شد.

دوام سطح برگ

تأثیر تیمارهای اسید هیومیک بر دوام سطح برگ معنی دار بود ($P < 0/01$) (جدول 5). بیشترین و کمترین دوام سطح برگ به ترتیب در تیمارهای 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک و شاهد با میانگین 2998 و 2290 متر مربع بر متر مربع در درجه روز رشد به دست آمد (جدول 6). کاهش محتوای نیتروژن گیاه در طی فصل رشد سبب کاهش دوام سطح برگ می شود. اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش دوام سطح برگ می شود. تیمارهای 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک شاخص سطح برگ بالاتری نیز داشته و به علت داشتن سطح برگ بیشتر، مدت

منابع

- 1- Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., and Mac Carthy, P. 1985. Humic Substances in Soil, Sediment, and Water. New York. USA: Wiley InterScience.
- 2- Albayrak, S. and Camas, N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin. Journal of Agronomy 42: 130-133.
- 3- Ayas, H. and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of biological sciences 5 (6): 801- 804.
- 4- Ayuso, M., Hernandez, T., Garcia, C., and Pascual, J.A. 1996. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials 24: 493 – 500.
- 5- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain 25: 183-191.
- 6- Eghbal, B. and Power, J.F. 1999. Composted and non-composted manure application to conventional and no-tillage systems: corn yield nitrogen uptake. Agronomy Journal 91: 819-825.
- 7- Fernandez, V.H. 1968. The action of humic acids of different sources on the development of plants and their effect on increasing concentration of the nutrient solution. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia 32: 805-850.
- 8- Hai, S.M., and Mi, R.S. 1998. The lignitic coal derived HA and the prospective utilization in pakistan agriculture and industry. Sci. Technol. Dev. 17: 32–40.
- 9- Honway, J. J. 1992. How a corn plant develops. Iowa Coop. Ext. Ser. Spec. Rep. 48.
- 10- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Ciftci, C. and Ozcan, S. 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean. International Journal of Agriculture and Biology 6: 875-878.
- 11- Latifi, N. and Mohammad dust, H. 1998. Effect of time and amount of nitrogen fertilizer on grain yield of three cultivars of wheat in dry conditions. Journal Agriculture Sciences and Natural Resources (1&2): 82-88. (In Persian with English Summary).
- 12- Liu, C. and Cooper, R.J. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management 49-53.
- 13- Liu, C., Cooper, R.J. and Bowman, D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. American Society for Horticultural Science, 33(6): 1023-1025.
- 14- Maccarthy, P. 2001. The principles of humic substances. Soil Science 166: 738–751.
- 15- Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Soc Am J 65: 1744–1750.
- 16- Marashi, S.K., Zakernejhad, S., Lak, S.H. and Siadat, S.A. 1996. Influence of different planting patterns and density in yield and yield components of corn in weather conditions of Ahvaz. Journal of Agricultural. 3: 30. (In Persian with English Summary).
- 17- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527–1536.
- 18- Rezvantlab, N., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Abasian, A. 1998. Evaluating effects of municipal waste compost and chemical fertilizer application on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Agricultural Sciences and Natural Resources. 5: 15. (In Persian with English Summary).
- 19- Samavat, S. and Malakoti, M. 2005. Necessity of produce and utilization of organic acids for increase of quality and quantity of agricultural products. Sana Publication. Tehran. (In Persian with English Summary).
- 20- Santiago, A., Jose, M., Carmona, E. and Delgado, A. 2008. Humic substances increase the effectiveness of iron sulfate and Vivianite preventing iron chlorosis in white lupin. Biol Fertil Soils.
- 21- Sharif, M., Khattak, R. A., and Sarir, M. S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Plant Analysis 33: 3567–3580.
- 22- Tan, K. H., and Nopamornbodi, V. 1979. Effect if Different levels of humic acid on nutrient content and growth of Corn (*Zea mays*). Plant and Soil 51: 283-287.
- 23- Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.
- 24- Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A. and Traversim, M.L. 1991. Effect of humic acids on growth and biomass portioning of container grown olive plants. Acta Horticulturaea 294: 75-80.
- 25- Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S and Dursun, A. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Journal of Biological Sciences 5 (5): 565-574.
- 26- Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M. and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato. Soil and Plant Science 54: 168-174.
- 27- Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D. and Vallini, G. 1996. Effects of compost-

- derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems and Environment 58: 133-144.
- 28- Vaughan, D. and Malcom R.E. 1985. Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcom, R.E. (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/ Junk W, Dordrecht, The Netherlands, pp.31: 37-76.
- 29- Wang, S.Q., Si, Y.B. and. Chen, H.M. 1999. Review and prospects of soil environmental protection in China. Soils 31(5): 255-260.
- 30- Wolf, D.W., Henderson, D.W., Hsiao, T. C. and Alvino, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. Agronomy Journal 80: 859-864.
- 31- Xudan, X. 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. Aust. J. Agric. Res. 37: 343-350.
- 32- Yang, C.M., Ming, C.W., Lu, Y.F., Chang, I.F. and Chou, C.H. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophylls. Journal of Chemical Ecology. 30: 5.



اثرات برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و امکان تعیین زمان نیاز گیاه سیب زمینی به کود نیتروژن با استفاده از دستگاه کلروفیل متر

محمدجواد ارشدی^{1*}، حمیدرضا خزاعی²، مهدی نصیری محلاتی³ و سیدامید عاقلی⁴

تاریخ دریافت: 88/12/22

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در 3 تکرار در سال زراعی 1386-87 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد که در آن برای تشخیص زمان نیاز گیاه سیب زمینی به کود نیتروژن از دستگاه کلروفیل متر استفاده شد، بطوری که کود نیتروژن سرک در دو سطح 100 و 150 کیلوگرم در هکتار بطور جداگانه در دو شاخص نیتروژن 90 و 95 درصد، با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که شاخص نیتروژن 95 درصد در مقابل 90 درصد از کارایی بیشتری در افزایش عملکرد گیاه سیب زمینی برخوردار است، اما در شاخص 95 درصد، سطوح کود نیتروژن 100 و 150 کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات میزان نیتروژن برگ و درصد غده های درشت دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت و صفات وزن مخصوص غده و درصد غده های ریز دارای بیشترین اثر مستقیم منفی بر عملکرد غده بودند و فراهمی نیتروژن علی رغم کاهش وزن مخصوص غده، از طریق افزایش درصد غده های درشت، عملکرد غده را افزایش داد. ارزیابی ضرایب همبستگی نشان داد بین صفات قرائت های SPAD، درصد نیتروژن برگ، درصد نیتروژن غده و درصد غده های درشت با یکدیگر و همچنین بین این صفات و عملکرد، همبستگی های شدیدی وجود دارد. در مجموع به نظر می رسد مدیریت مصرف کود نیتروژن به کمک دستگاه کلروفیل متر علاوه بر تولید عملکرد غده مطلوب، بتواند سبب صرفه جویی در مصرف کودهای نیتروژن دار گردد.

واژه های کلیدی: تجزیه علیت، شاخص نیتروژن، عملکرد غده، کلروفیل متر

تن درهکتار بوده است (FAO, 2007).

یکی از عوامل مهمی که نقش زیادی در افزایش یا کاهش عملکرد محصول سیب زمینی دارد، مدیریت مصرف کودهای نیتروژن دار است. کمبود نیتروژن در اوایل فصل رشد می تواند باعث کاهش رشد گیاه سیب زمینی شده و تاثیر سوئی بر مرحله غده بندی سیب زمینی داشته باشد و از این طریق عملکرد محصول را کاهش دهد. از طرف دیگر مصرف زیاد کودهای نیتروژن دار نیز رشد رویشی اندام های هوایی را تحریک نموده و تشکیل غده ها و دوره پر شدن غده ها را به تاخیر انداخته و منجر به دیررسی محصول می گردد (Roberts et al., 1982; Westerman & Klinkopf, 1985; Yazdandoost, 2003). زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن علاوه بر عملکرد کمی سیب زمینی، کیفیت غده های تولیدی را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. مصرف نیتروژن می تواند از طریق افزایش درصد نیتروژن غده ها و تبدیل آنها به پروتئین، موجب بهبود ارزش غذایی غده ها گردد، اما در عین حال در اثر مصرف بیش از حد کودهای نیتروژن دار ممکن است بخشی از آن بصورت نیترات در غده ها

مقدمه

تامین غذا به عنوان اصلی ترین نیاز درطول تاریخ بشر همواره با مشکلاتی روبرو بوده است، به گونه ای که بخش وسیعی از جمعیت جهان در حال حاضر نیز از کمبود مواد غذایی رنج می برد. گیاهان قسمت عمده ای از نیاز غذایی بشر را به ویژه در کشورهای کم درآمد تامین می کنند و در این بین سیب زمینی از محصولات غده ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد، بطوری که پس از گندم، برنج و ذرت، مقام چهارم تولید را به خود اختصاص داده است (Rezaee, 1996). سطح زیر کشت این محصول در دنیا در سال 2007 میلادی حدود 20 میلیون هکتار و میزان تولید جهانی آن در همان سال 320/7 میلیون تن و میانگین عملکرد آن حدود 16/7

1، 2 و 3- به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

(*) نویسنده مسئول: Javad_arshadi24@yahoo.comE-mail:

زمان نیاز گیاه سیب زمینی به نیتروژن و افزایش کارایی مصرف نیتروژن و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم برخی صفات مهم زراعی بر عملکرد غده در زراعت سیب زمینی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 1386-87 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 36 دقیقه شمالی و با ارتفاع 985 متر از سطح دریا به اجرا در آمد. خاک محل آزمایش خاکی با بافت لومی و با ماده آلی 0/41 درصد بود. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار انجام شد و از سیب زمینی رقم آگرا استفاده شد. آگرا رقمی متوسط رس بوده که به داشتن دلیل طول فصل رشد مناسب و تولید غده هایی نسبتا درشت، مورد توجه کشاورزان سیب زمینی کار شمال شرق کشور می باشد. فواصل روی ردیف 25 سانتیمتر و فواصل بین ردیف 75 سانتیمتر و تراکم بوته 53300 بوته در هکتار در نظر گرفته شد. طول ردیف ها شش متر بود و در هر کرت نیز 5 ردیف لحاظ شد که دو ردیف کناری به عنوان اثر حاشیه ای در نظر گرفته شدند. در هر بلوک یک کرت شاهد در نظر گرفته شد که مقدار نیتروژن آن همیشه در حد مطلوب بود، به عبارت دیگر تلاش شد تا این کرت، کمبود نیتروژنی نداشته باشد، بدین ترتیب که مقدار کل نیتروژن مصرفی آن 30 درصد بیشتر از مقدار پیشنهاد شده توسط آزمایشگاه خاک بود، مقدار کود پیشنهاد شده توسط آزمایشگاه خاک 50 کیلوگرم اوره در هکتار کود پایه و 300 کیلوگرم اوره در هکتار کود سرک بود (در مجموع 350 کیلوگرم در هکتار). براین اساس مقدار کود نیتروژن مصرف شده برای کرت شاهد 450 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که کود سرک آن در 3۲،۷ و 61 روز پس از کاشت و به ترتیب به میزان ۱۵۰، ۱۰۰ و 150 کیلوگرم در هکتار اعمال گردید. از این کرت جهت مقایسه قرائت های دستگاه کلروفیل متر با سایر تیمارها استفاده می شد.

براساس نتایج آزمایشگاه خاک مقدار 250 کیلوگرم در هکتار کود پتاسه و 200 کیلوگرم در هکتار کود فسفره و 50 کیلوگرم در هکتار کود اوره به عنوان کود پایه بطور یکسان برای تمام کرت ها به خاک اضافه شد (برای کرت شاهد کود نیتروژن بیشتری در نظر گرفته شد). همچنین به منظور کاهش pH خاک، مقدار 400 کیلوگرم در هکتار گوگرد به خاک اضافه گردید.

در این آزمایش دو سطح کود سرک به میزان 100 و 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار اعمال شد. زمان مصرف کود اوره سرک بوسیله دستگاه کلروفیل متر (مدل Minolta-502) تعیین شد. بدین ترتیب که هر هفته از هر کرت 10 تا 15 بوته بطور تصادفی انتخاب و با استفاده از دستگاه کلروفیل متر میزان کلروفیل آنها برآورد و نتایج با

تجمع یابد و در صورتی که مقدار نیترات از حد مجاز بالاتر رود، می تواند برای سلامت انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز باشد (Sparrow & Chapman, 2003; Yazdandoost, 2003). علاوه بر این تلفات نیتروژن از اراضی کشاورزی می تواند سبب آلودگی محیط زیست نیز بشود. چرا که آبشویی نیتروژن از نیمرخ خاک، منجر به آلودگی آب های زیر زمینی، به ویژه آب های آشامیدنی می گردد. در پژوهش های گوناگون، اتلاف نیتروژن بصورت آبشویی بین 5 تا 30 درصد نیتروژن مصرفی برآورد شده است (Jokela, 1992; Oberl, 1990). این یافته ها همگی موید اهمیت تعیین زمان و مقدار کاربرد کودهای نیتروژن دار در زراعت سیب زمینی هستند و در این بین یکی از ابزارهایی که اخیرا مورد توجه متخصصین قرار گرفته، دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD) است که قادر است وضعیت نیتروژن برگ را با تخمین مقدار کلروفیل برگ ارزیابی کند. کار با این دستگاه بسیار سریع و آسان بوده و قرائت گیری در مدت چند ثانیه می تواند انجام شود و از آنجا که کلروفیل متر میزان سبزیگی گیاه را مورد ارزیابی قرار می دهد، از طریق مقایسه عدد آن با قرائت کلروفیل متر در گیاهان شاهد کوددهی شده می توان به محتوای نیتروژن گیاه نیز پی برد. این موضوع به پژوهشگر اجازه می دهد که عملیات کوددهی به گیاه را بر اساس نیاز واقعی گیاه برنامه ریزی کند و ریسک کاهش عملکرد در اثر کمبود مواد غذایی و همچنین هزینه ناشی از کوددهی اضافی را کاهش دهد (Ahmad Jhon et al., 1999; Gianquinto et al., 1997; Gianquinto et al., 2003). در همین ارتباط زبارت و همکاران (Zebarth et al., 2003) آزمایشی را به منظور بهینه کردن مدیریت نیتروژن در مزرعه سیب زمینی با خصوصیات متغیر خاک انجام دادند. آنها تیمارهای کودی مختلف نیتروژن را در یک مزرعه آزمایشی در دو سال برای بررسی تغییرات وضعیت نیتروژن بکار بردند و میزان نیتروژن گیاه سیب زمینی و کلروفیل برگ را با استفاده از دستگاه Field scout متر و دستگاه SPAD-502 مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که بین داده های دو دستگاه و میزان نیتروژن گیاه و عملکرد کل غده همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد. اساکي و همکاران (Osaki et al., 1992) گزارش کردند که با مصرف مقادیر صفر تا 300 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد غده ها در هر بوته و اندازه غده ها افزایش می یابد.

وسترمن و کلینکوف (Westerman & Klinkopf, 1985) در مطالعات خود بیان نمودند که چنانچه مقدار نیتروژن مورد نیاز گیاه سیب زمینی در چند مرحله مورد استفاده قرار گیرد، از دست رفتن کود نیتروژن به وسیله تثبیت، غیر متحرک شدن، نیترات زدایی و آبشویی به حداقل رسیده و گیاه در زمان نیاز می تواند به اندازه کافی نیتروژن دریافت کند.

هدف از این تحقیق، استفاده از کلروفیل متر به منظور تشخیص

بر مبنای خصوصیات داده های استاندارد شده استفاده گردید. برای محاسبه اثرات غیرمستقیم هر متغیر از طریق سایر متغیرهای موجود در سیستم از رابطه $r_{ij}p_{yz}$ استفاده شد که در آن r_{ij} ضریب همبستگی ساده بین متغیر (i) و متغیر واسطه (j) بوده و p_{yz} همان ضریب رگرسیون جزء¹ استاندارد شده صفات بین متغیر مستقل واسطه و متغیر وابسته می باشد (Zeinali et al., 2002).

نتایج و بحث

نحوه توزیع مقادیر کود سرک نیتروژن

زمان و مقدار کاربرد کود سرک نیتروژن براساس شاخص های نیتروژن و مقادیر مختلف کود سرک در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- زمان و مقادیر کاربرد کود سرک نیتروژن در شاخص های مختلف نیتروژن (اعداد داخل پرانتز زمان مصرف کود سرک بر اساس تعداد روز پس از کاشت هستند).

Table1- Time and contents of using top-dress in different nitrogen index. (Number in parentheses = time of using top-dress based on number of days after sowing).

کود سرک Top-dress (Kgha ⁻¹)	شاخص نیتروژن Nitrogen Index	
	90	95
100	100 (75)	100 (47)
	100 (96)	100 (68)
		100 (96)
جمع Total	200	300
150	100 (75)	150 (54)
		150 (68)
جمع Total	150	300

بر این اساس جدول تجزیه واریانس و مقایسات میانگین برای عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورد مطالعه در آزمایش به ترتیب در جداول 2 و 3 محاسبه شدند.

عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که در شاخص نیتروژن 90 درصد، مصرف هر نوبت کود سرک به میزان 100 کیلوگرم (در مجموع 200 کیلوگرم در هکتار) و 150 کیلوگرم (در مجموع 300 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع 400 کیلوگرم در هکتار) باعث کاهش معنی دار عملکرد غده سیب زمینی گردید (جدول 3)، اما در شاخص نیتروژن 95 درصد مصرف هر نوبت کود سرک به میزان 100 کیلوگرم (در مجموع 300 کیلوگرم در هکتار) و 150 کیلوگرم (در مجموع 300 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با شاهد (در مجموع 400 کیلوگرم در هکتار) باعث تغییر معنی داری در

کرت شاهد مقایسه می شد. از نسبت قرائت کرت مورد نظر به قرائت کرت شاهد شاخص نیتروژن براساس معادله (1) تعیین گردید (Gianquinto et al., 2003 ; Snapp et al., 2002 ; Morduck) (etal., 1997).

$$\text{معادله (1)} \quad \text{قرائت کرت مورد نظر} \times 100 = \frac{\text{قرائت کرت شاهد}}{\text{شاخص نیتروژن}}$$

در این آزمایش دو سطح شاخص نیتروژن به میزان 90 و 95 درصد مورد استفاده قرار گرفت. در هر یک از این دو سطح چنانچه شاخص نیتروژن به کمتر از 90 یا 95 درصد می رسید اقدام به کوددهی سرک در دو سطح 100 کیلوگرم اوره در هکتار و 150 کیلوگرم اوره در هکتار می شد. بنابراین در هر ردیف علاوه بر کرت شاهد، 4 کرت دیگر منظور شده بود. قرائت گیری از سه ردیف مرکزی هر کرت انجام شده و برای قرائت گیری با دستگاه کلروفیل متر، از برگچه نوک در اولین برگ کاملاً توسعه یافته از قسمت بالای ساقه استفاده می شد و به ازای هر گیاه فقط یک قرائت گیری انجام گردید. اندازه گیری ها نیز در یک نقطه مرکزی روی برگچه بین رگبرگ اصلی و حاشیه برگ انجام شد (Gianquinto et al., 2003). در این آزمایش قرائت گیری توسط کلروفیل متر تا انتهای مرحله پر شدن غده ها ادامه یافت.

جهت تعیین همبستگی بین قرائت های دستگاه کلروفیل متر و میزان نیتروژن برگ، در دو مرتبه در اوایل و اواخر دوره پر شدن غده در طول فصل رشد تعداد 30 عدد برگ از کرت های آزمایشی بصورت تصادفی انتخاب و قرائت گیری شد و میزان نیتروژن برگ با استفاده از روش کج لداال تعیین گردید. کلیه عملیات زراعی مانند وجین، خاک دهی و سمپاشی مطابق با نیاز مزرعه بطور یکسان در تمام کرت ها انجام شد. در انتهای فصل رشد، محصول دو ردیف میانی هر کرت آزمایشی به منظور ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و پارامترهای کیفی غده برداشت شد. غده های برداشت شده براساس وزن در 3 کلاس ریز (کمتر از 75 گرم)، متوسط (بین 75 تا 250 گرم) و درشت (بیشتر از 250 گرم) تقسیم بندی شدند. سپس وزن غده ها بصورت درصد در هر کلاس محاسبه گردید و به کمک روش تبدیل جذری، استاندارد سازی آنها صورت پذیرفت. به منظور اندازه گیری وزن مخصوص غده ها، حدود 500 گرم از نمونه ها وزن شد و سپس حجم آنها به روش ارشمیدس (حجم غده ها در آب) اندازه گیری شد و از تقسیم وزن نمونه ها بر حجم نمونه ها، وزن مخصوص غده ها تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها و رسم شکل های مربوطه با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-C و EXCEL انجام پذیرفت. برای محاسبه ضریب رگرسیون جزء استاندارد (ضرایب علیت) یا اثرات مستقیم صفات مورد نظر بر عملکرد (y) از معادلات نرمال

عملکرد غده سیب زمینی نشد (جدول 3).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مریعات) عملکرد، اجزاء عملکرد و صفات مورد مطالعه
Table 2- Table of mean squares for yield, yield components and qualities of studying.

منبع تغییرات SOV	درجه آزادی df	عملکرد Yield	تعداد ساقه در بوته Number of stem	تعداد غده در بوته Number of tuber	پروتئین غده Protein of tuber	وزن مخصوص غده Tuber specific gravity	Size of tuber (%)		
							غده های ریز Small tuber	غده های متوسط Medium tuber	غده های درشت Large tuber
تکرار replication	2	22.548	0.042	8.867	0.934	0.002	28.862	0.646	0.431
تیمار Treatment	4	123.962 [*]	0.458 ^{ns}	0.567 ^{ns}	2.001 [*]	0.025 [*]	382.176 [*]	2.973 [*]	1.253 [*]
خطا Error	8	15.745	0.367	3.117	1.011	0.002	16.783	0.662	0.211
کل	14	-	-	-	-	-	-	-	-

* : 5% significance levels
ns: non significant

®: معنی دار در سطح ۵ درصد
ns: غیر معنی دار

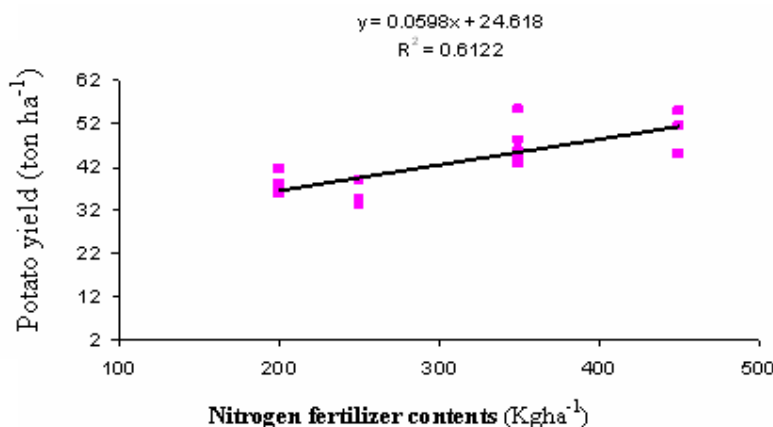
جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورد مطالعه

Table3- Mean comparison for yield, yield components and qualities of studying

تیمارهای آزمایش Treatment of experiment	عملکرد Yield (ton/ha)	تعداد ساقه Number of stem	تعداد غده در بوته Number of tuber	پروتئین غده (%) Protein of tuber %	وزن مخصوص غده (g/cm3) Tuber specific gravity (g/cm3)	Size of tuber % (%) اندازه غده		
						غده های متوسط Medium tuber	غده های ریز Small tuber	غده های درشت Large tuber
تیمار شاهد control	50.25 a	5.887 a	11.67 a	10.39 a	1.060 b	5.657 a	62.19 b	2.483 a
شاخص نیتروژن ۹۰ و سطح کودی ۱۰۰ 90% nitrogen index & 100 fertilizer level	35.64 c	5.500 a	11.33 a	9.131 ab	1.087 a	3.857 b	84.09 a	1.323 b
شاخص نیتروژن ۹۰ و سطح کودی ۱۵۰ 90% nitrogen index & 150 fertilizer level	38.52 bc	4.833 a	12.33 a	8.432 b	1.092 a	4.073 b	81.33 a	1.363 b
شاخص نیتروژن ۹۵ و سطح کودی ۱۰۰ 95% nitrogen index & 100 fertilizer level	45.62 ab	5.333 a	11.33 a	10.09 ab	1.055 b	5.100 ab	63.79 b	2.500 a
شاخص نیتروژن ۹۵ و سطح کودی ۱۵۰ 95% nitrogen index & 150 fertilizer level	48.54 a	5.167 a	12.00 a	10.05 ab	1.056 b	6.167 a	60.83 b	2.580 a

اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

The numbers in each column that have a same letter, are not had significant different in %5 level based on LSD test.



شکل 1- رابطه مقادیر مصرف کود نیتروژن با عملکرد غده سیب زمینی
Figure1- Relation between nitrogen fertilizer levels and potato yield

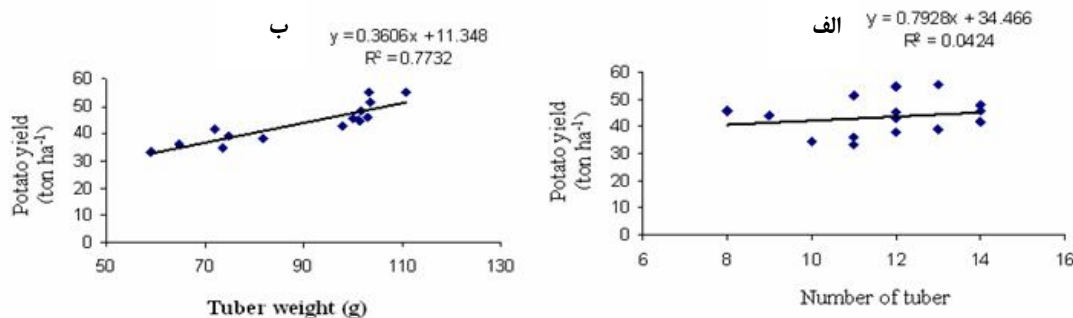
کود نیتروژن و در شاخص های متفاوت نیتروژن، تغییر معنی داری را نشان نداد (جدول 3). به همین جهت همبستگی آن با عملکرد نیز معنی دار نشد، در حالیکه متوسط وزن غده با عملکرد همبستگی مثبت و معنی داری داشت (شکل 2). بنابراین افزایش عملکرد تیماری که بیشتر کود دریافت کرده بود به افزایش وزن غده نسبت داده شد و افزایش وزن غده عامل اصلی در افزایش عملکرد تیمار بیشتر کود خورده بود. اسپارو و چاپمن (Sparrow & Chapman, 2003) گزارش کردند که کاربرد کود سرک نیتروژن باعث افزایش عملکرد غده های رقم راست بر بانک¹ می شود که این افزایش عملکرد بیشتر ناشی از افزایش اندازه غده است تا تعداد غده. اما در عین حال کاربرد کود سرک باعث افزایش عملکرد غده های بد شکل نیز می شود.

نتایج این تحقیق نشان داد صفات مقدار نیتروژن برگ و قرائت دستگاه SPAD بر روی میزان عملکرد غده های سیب زمینی دارای اثرات مستقیم نسبتاً پایینی هستند، اما، بین این صفات و عملکرد همبستگی مثبت بالایی وجود دارد و تیمارهای با عملکرد بالاتر دارای قرائت SPAD بیشتری نسبت به سایر تیمارها هستند (جدول 4). اثر مستقیم میزان نیتروژن برگ و همبستگی مثبت و معنی دار آن با عملکرد دلالت بر این مطلب دارد که مصرف کافی کودهای نیتروژن دار در اوایل فصل رشد و فراهمی به موقع آنها سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه سیب زمینی شده و منجر به تولید فراورده های فتوسنتزی بیشتر در گیاه می گردد که این امر در پر شدن غده ها و نهایتاً افزایش عملکرد محصول نقش بسزایی خواهد داشت.

بنابراین بنظر می رسد که در بین دو شاخص نیتروژن بکار گرفته شده، شاخص 95 درصد در مقایسه با شاخص 90 درصد از کارایی بیشتری برخوردار است، اما در شاخص 95 درصد، بین توزیع سطوح کودی 100 کیلوگرم در هکتار (در سه مرتبه) و 150 کیلوگرم در هکتار (در دو مرتبه) اختلاف معنی داری وجود نداشت که با توجه به هزینه های بالای توزیع کود در مزرعه، به نظر می رسد توزیع کود سرک در سطح 150 کیلوگرم در هکتار در دو مرتبه مقرون به صرفه تر باشد. همچنین، در این آزمایش در شاخص نیتروژن 95 درصد، بکارگیری کود نیتروژن بیشتر برای شاهد منجر به افزایش عملکرد نشد، به همین جهت به نظر می رسد بکارگیری کود نیتروژن بیشتر برای گیاه سیب زمینی تا حد معینی منجر به افزایش عملکرد شده و از آن حد به بعد تاثیری در افزایش عملکرد نخواهد داشت (شکل 1 و جدول 3).

بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات زراعی با عملکرد

به منظور شناسایی اجزای عملکرد و پی بردن به روابط علت و معلولی بین عملکرد بوته و سایر صفات زراعی در سیب زمینی، همبستگی های ساده به اثرات مستقیم و غیر مستقیم تفکیک گردید. در این تحقیق بیشترین اثرات مستقیم بر روی عملکرد غده مربوط به صفات وزن مخصوص غده، درصد غده های درشت و درصد غده های ریز بود (جدول 4). در این مطالعه کلاس های مختلف اندازه غده تاثیر مستقیم بالایی بر روی عملکرد غده داشتند، بطوری که صفات درصد غده های درشت و درصد غده های ریز به ترتیب همبستگی های مثبت و معنی دار ($r=0/80^{**}$) و منفی و معنی داری ($r=-0/84^{**}$) را نشان دادند. این موضوع به افزایش مقادیر کود سرک نسبت داده شد. بطور کلی عملکرد غده سیب زمینی از حاصلضرب تعداد غده و متوسط وزن غده بدست می آید. در این مطالعه تعداد غده در سطوح مختلف



شکل 2- الف) همبستگی تعداد غده و عملکرد و ب) همبستگی وزن غده و عملکرد
Figure 2- (A) Relation between number of tuber and yield (B) and tuber weight and potato yield

نیز کاهش وزن مخصوص غده را با افزایش کاربرد کود نیتروژن در زمان کاشت گزارش کردند. در این آزمایش با افزایش مقادیر کود نیتروژن سرک درصد پروتئین غده نیز افزایش یافت و تیمارهایی که عملکرد بالاتری داشتند از درصد پروتئین بیشتری هم برخوردار بودند (جدول 4). این موضوع به افزایش نیتروژن کل غده نسبت داده شد. افزایش پروتئین غده می تواند یک صفت کیفی مطلوب تلقی شود. با این وجود تحقیقات نشان داده است که با افزایش مقدار کودهای نیتروژن دار، تجمع نیتروژن نیتراتی نیز در غده های سیب زمینی افزایش می یابد (Mosavi & Faezniya, 2001). در این آزمایش نیتروژن نیتراتی غده اندازه گیری نشد، اما بر اساس آنچه در منابع ذکر شده است هر فرد می تواند به ازای هر کیلوگرم وزن خود، روزانه 5 میلی گرم نیترات از منابع مختلف غذایی و آب مصرف نماید (Mosavi & Faezniya, 2001). چنانچه این مقدار از حد مجاز فراتر رود برای سلامت انسان در طولانی مدت تهدیدآمیز خواهد بود.

بررسی همبستگی صفات مهم زراعی با یکدیگر

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد بین قرائت های SPAD و درصد نیتروژن برگ همبستگی مثبتی وجود دارد و با افزایش قرائت های SPAD درصد نیتروژن برگ نیز افزایش می یابد (جدول 5). همچنین در این آزمایش همبستگی مثبتی بین غلظت نیتروژن برگ و غلظت نیتروژن غده وجود داشت و با افزایش غلظت نیتروژن برگ، غلظت نیتروژن غده نیز افزایش یافت (جدول 5).

مطالعات مختلف گیانکوئینتو و همکاران (Gianquinto et al., 1997; Gianquinto et al., 2003) نیز در مطالعات خود عدد قرائت 39 کلروفیل متر SPAD را به عنوان عدد بحرانی قرائت SPAD در زراعت سیب زمینی تلقی کردند و با رسیدن قرائت SPAD به زیر این شاخص اقدام به کوددهی می نمودند. آنها دریافتند که بین محتوی نیتروژن برگ و قرائت دستگاه SPAD همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشته و بین قرائت SPAD و میزان عملکرد گیاه سیب زمینی یک رابطه خطی وجود دارد و با افزایش قرائت SPAD میزان عملکرد نیز افزایش می یابد.

بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، صفات نیتروژن برگ و نیتروژن غده که اثر مستقیم پایینی بر روی عملکرد غده داشتند، از طریق متغیر وزن غده، اثر غیرمستقیم خوبی را بر روی عملکرد غده نشان دادند (جدول 4). به نظر می رسد که این امر ناشی از نقش نیتروژن برگ در اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به غده ها باشد، چرا که فراهمی نیتروژن نقش بسزایی در حجیم شدن غده ها و کاهش درصد غده های ریز دارد. اما در عین حال نیتروژن می تواند از طریق افزایش وزن و اندازه غده، صفت پوکی را نیز در غده ها افزایش دهد. در این مطالعه پارامتر عملکرد با صفت وزن مخصوص غده، همبستگی منفی و معنی داری را نشان داد (جدول 4) و تیمارهای با عملکرد بالاتر، وزن مخصوص کمتری داشتند. به نظر می رسد رابطه مستقیم منفی و معنی دار بین عملکرد و وزن مخصوص غده، ناشی از افزایش مقادیر کود سرک بوده و زیادی مقادیر کود نیتروژن قابل دسترس می تواند از طریق افزایش اندازه غده، صفت پوکی را در غده ها افزایش داده و بدین طریق وزن مخصوص غده ها را کاهش دهد. در همین ارتباط لورنس و همکاران (Laurence et al., 1985)

جدول 4- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در عملکرد سیب زمینی آگریا
Table 4- Coefficients between various characteristics of potato yield

Table 4. Correlations between various characteristics of potato field										
همبستگی بین صفات مختلف Correlations between various characteristics							اندازه غده (%) Size of tuber %			
صفات Traits	اثرات مستقیم Direct effects	نیتروژن برگ Leaf nitrogen	نیتروژن غده Tuber nitrogen	قراءت SPAD SPAD reading	پروتئین غده Tuber protein	وزن مخصوص غده Tuber specific gravity	غده های ریز Small tubers	غده های متوسط Medium tubers	غده های درشت Large tubers	عملکرد کل Total yield
نیتروژن برگ Leaf nitrogen	0.190	-	0.787	0.181	0.787	-0.463	-0.681	0.113	0.595	0.70**
نیتروژن غده Tuber nitrogen	0.222		-	0.046	0.220	-0.117	-0.140	0.547	0.113	0.62*
قراءت SPAD SPAD reading	0.135			-	0.074	-0.081	0.086	0.071	0.071	0.72**
پروتئین غده Tuber protein	0.173				-	-0.091	-0.111	0.088	0.088	0.61*
وزن مخصوص غده Tuber specific gravity	-1.701					-	-1.446	1.224	1.480	-0.75**
غده های ریز Small tuber	-1.015						-	-0.939	-0.751	-0.84**
غده های متوسط Medium tuber	0.266							-	0.162	0.74**
غده های درشت Large tuber	1.033								-	0.80**

** : 1% significance levels

معنی دار در سطح 1 درصد

**: 1% significance levels

معنی دار در سطح 1 درصد

زمانی که گیاه به این عنصر نیاز دارد، علاوه بر حصول عملکرد بیشتر، می تواند از طریق افزایش غده های متوسط و درشت منجر به بازارپسندی بهتر محصول گردد. از طرف دیگر صفت نیتروژن برگ با صفت وزن مخصوص غده همبستگی منفی و معنی داری را نشان داد. به عبارت دیگر صفت وزن مخصوص غده با صفات درصد غده های متوسط و درشت همبستگی منفی بالایی داشت (جدول 5). بنابراین، فراهمی نیتروژن علی رغم افزایش اندازه غده، وزن مخصوص غده را کاهش می دهد. البته به نظر می رسد که با کمی تاخیر در زمان رسیدگی غده ها، این مشکل تا حدی بر طرف خواهد شد (Sparrow & Chapman, 2003). صفات وزن مخصوص غده و پروتئین غده نیز همبستگی منفی و معنی داری را نشان دادند (جدول 5). بنابراین، به نظر می رسد فراهمی نیتروژن از طریق افزایش مقادیر کود سرک، علی رغم کاهش وزن مخصوص غده، نیتروژن کل غده و به دنبال آن درصد پروتئین غده را افزایش داده و بدین وسیله بتواند کیفیت غده های تولیدی را ارتقاء بخشد.

به عبارت دیگر با افزایش قرائت های SPAD، میزان درصد نیتروژن برگ و درصد نیتروژن غده نیز افزایش یافت. این نتایج با نتایج محققین دیگر مطابقت دارد. بیدی و همکاران (Bindi et al., 2002) در مطالعات خود بیان نمودند بین قرائت های کلروفیل متر و محتوای نیتروژن گیاه سیب زمینی همبستگی مثبتی وجود دارد. این نتایج نشان می دهد که با استفاده از کلروفیل متر می توان به محتوای کلروفیل و نیتروژن برگ پی برد. مزیت این روش، نیاز کمتر به وقت و هزینه برای تخمین میزان کلروفیل برگ است، چرا که روش های معمول استخراج و اندازه گیری کلروفیل زمان بر و پرهزینه هستند.

صفت مقدار نیتروژن برگ با صفات درصد غده های ریز همبستگی منفی و با صفات درصد غده های متوسط و درشت همبستگی مثبتی را نشان داد (جدول 5). بررسی ها نشان داده اند که ریزی و درشتی غده های سیب زمینی نقش مهمی در بازارپسندی این محصول ایفا می کند. معمولاً غده های با وزن متوسط (75 تا 250 گرم) بازارپسندی بهتری دارند (Mosavi & Faezniya, 2001; Sparrow & Chapman, 2003). بنابراین فراهمی نیتروژن در

نتیجه گیری

به نظر می رسد روش توصیف شده در این مطالعه بتواند برای مدیریت نیتروژن تکمیلی در گیاه سیب زمینی سودمند بوده و به تصمیم گیری آسان در خصوص زمان و مقدار بکارگیری نیتروژن تکمیلی در زراعت سیب زمینی کمک کند. علاوه بر این به نظر می رسد کاربرد این روش بتواند در کاهش آبشویی نیتروژن و به دنبال آن صرفه جویی در مصرف کودهای نیتروژن دار در کشور موثر باشد. اما

با توجه به اینکه دستگاه کلروفیل متر تنها مقدار کلروفیل پهنک برگ را که تنها تخمینی از مقدار نیتروژن برگ است نشان می دهد، و همچنین با توجه به تأثیرپذیری دستگاه کلروفیل متر از عوامل مختلف محیطی، انجام آزمایش های تکمیلی جهت دستیابی به یک منحنی استاندارد برای محاسبه مقدار دقیق نیتروژن مورد نیاز گیاه و حصول توصیه های کودی دقیق تر ضروری به نظر می رسد.

جدول 5- ضرایب همبستگی صفات زراعی سیب زمینی
Table5- correlation Coefficients of potato agricultural traits

صفات Traits	نیتروژن غده Tuber nitrogen	نیتروژن برگ Leaf nitrogen	قرائت SPAD SPAD reading	پروتئین غده Tuber protein	وزن مخصوص غده Tuber specific gravity	اندازه غده (درصد)		
						غده های ریز Small tubers	غده های متوسط Medium tubers	غده های درشت Large tubers
نیتروژن غده Tuber nitrogen								
نیتروژن برگ Leaf nitrogen	0.78**							
قرائت SPAD SPAD reading	0.55*	0.66**						
پروتئین غده Tuber protein	0.99**	0.78**	0.55*					
وزن مخصوص غده Tuber specific gravity	-0.53*	-0.51*	-0.60*	-0.53*				
غده های ریز Small tuber	-0.63*	-0.67**	-0.64**	-0.64**	0.85**			
غده های متوسط Medium tuber	0.51*	0.56*	0.53*	0.52*	-0.72**	-0.93**		
غده های درشت Large tuber	0.51*	0.59*	0.53*	0.51*	-0.87**	-0.75**	0.61*	

*: 5% significance levels

** : 1% significance levels

*: معنی دار در سطح 5 درصد

** : معنی دار در سطح 1 درصد

منابع

- 1- Ahmad J.I.S., Reid, F., Alan, N.N., and Hansen, C. 1999. Nitrogen sensing for precision agriculture using chlorophyll maps. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting. Sheraton Center. Toronto, ON, Canada, July 18-21.
- 2- Bindi, M., Hacour, A., Vandermeiren, K., Craigon, J., Ojanpera, K., Sellden, G., hogy, P., Finnan, J., and Fibbi, L. 2002. Chlorophyll concentration of potatos grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. European Journal of Agronomy 17: 319-335.
- 3- FAO. 2007. FAO statistical databases. Available online at <http://www.Fao.org>
- 4- Gianquinto, G., Sambo, P., and Bona, S. 1997. The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the Nitrogen supply in potato crop. International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops. University of Padova, Legnaro, Italy.
- 5- Gianquinto, G., Sambo, P., and Pimpini, F. 2003. The use of SPAD-502 chlorophyllmeter for dynamically

- optimising the nitrogen supply in potato crop: first results Acta Horticulturae 627: 225-230.
- 6- Jokela, W.E. 1992. Nitrogen fertilizer and dairy manure effects on corn yield and soil nitrate. Journal of Soil Science 56: 148-154.
 - 7- Laurence, R.C.N., Armour, J.D., Shepherd, R.K., Loader, L.R., and Dwyer, M.J. 1985. Nitrogen fertilizer requirements of irrigated potatoes on the Atherton Tableland. North Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture 25: 954-958.
 - 8- Mosavi Fazl, H., and Faeznyi, F. 2001. The effect of water and nitrogen levels on the yield and quality of potato. The 11th National Congress about Irrigation and Drainage of Iran. 273-295. (In Persian)
 - 9- Murdock, L., Jones, S., Bowley, P., Needham, J.J., and Howe, P. 1997. Using a chlorophyll meter to make nitrogen recommendations on wheat. Co Operative Extension Service. University of Kentucky-College of Agriculture.
 - 10- Oberle, S.L., and Keeney, D.R. 1990. Soil type, precipitation, and fertilizer N effects on corn yields. Journal of Production Agriculture 3: 522-527.
 - 11- Osaki, M., Sagara, K., and Tanaka, A. 1992. Effect of nitrogen application on growth of various organs of potato plant. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition 63: 46-52.
 - 12- Rezaee, A., and Soltani, A. 1996. Potato Farming. Mashhad, Jahad Daneshgahi Publication, Iran. (In Persian)
 - 13- Roberts, S., Weaver, W.H., and Phelps, J.P. 1982. Effect of time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. Potato Journal 59: 77-86.
 - 14- Snapp, S., Smucker, D., and Vitosh, M. 2002. Nitrogen Management for Michigan Potatoes. Crop and Soil Sciences Dept.
 - 15- Sparrow, L.A., and Chapman, S.R. 2003. Effects of nitrogen fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Russet burbank) in Tasmania. 1. Yield and quality. Australian Journal of Experimental Agriculture 43: 631-641.
 - 16- Westerman, D.T., and Kleinkopf, G.E. 1985. Nitrogen requirements of potatoes. Agronomy Journal 77: 616-621.
 - 17- Yazdandoost Hamedani, M. 2003. A study of the effect of nitrogen rates on yield, yield components and nitrate accumulation in potato varieties. Iranian J. Agric. Sci. 34(4): 977-985 (In Persian with English Summary)
 - 18- Zebbarth, B.J., Rees, H., Tremblay, N., Fournier, P., and Leblan, B. 2003. Mapping spatial variation in potato nitrogen status using the N sensor. Proceedings of the XXVI International Horticultural Congress, Toronto. Canada 11-17.
 - 19- Zeinali, H., Hezarjaribi, E., and Ahmadi, M.R. 2002. Evaluation of genetic correlation of seed oil with some important agronomic traits in soybean through path analysis. Iranian. J. Agric. Sci. 33(4): 699-705. (In Persian with English Summary)



ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آب و هوایی کرج

محسن ابراهیمی¹، محمدرضا بی‌همتا²، عبدالهادی حسین زاده³، فرنگیس خیال پرست¹ و محمد گلباشی^{4*}

تاریخ دریافت: 88/12/30

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

بمنظور مطالعه سازگاری 30 ژنوتیپ لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آب و هوایی منطقه کرج، آزمایشی در سال زراعی 1387-1388 در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. هر کرت شامل چهار خط به طول تقریبی 2/5 متر بود. فاصله خطوط 50 سانتیمتر و فاصله بوته‌های روی خطوط پنج سانتیمتر بود. در طول دوره رشد مجموعاً 18 صفت مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلیه صفات در سطح احتمال 1 درصد اختلاف دارند که نشان دهنده وجود تنوع کافی بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌باشد که می‌تواند در مطالعات بعدی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ژنوتیپ شماره 29 از نظر صفات ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداددانه در بوته و وزن غلاف در بوته نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای بالاترین مقدار می‌باشد. نتایج همبستگی ساده صفات اندازه گیری شده نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با صفاتی چون وزن غلاف، عملکرد بیولوژیک، تعداددانه در بوته، تعداد غلاف، ارتفاع بوته، عرض غلاف، تعداددانه در غلاف و تعداد روز تا گلدهی می‌باشد. تنها صفتی که همبستگی منفی با عملکرد نشان داد طول غلاف می‌باشد. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها به روش UPGMA صورت گرفت و ژنوتیپ‌ها به سه گروه تقسیم بندی شدند. با توجه به نتایج و خصوصیات مطلوب، ژنوتیپ‌های 29 و 30 برای شرایط آب و هوایی کرج قابل توصیه اند.

واژه‌های کلیدی: آنالیز خوشه‌ای، همبستگی، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

پروتئین گیاهی در کشورهای در حال رشد خیلی زیاد و در کشورهای پیشرفته نیز به عنوان مکمل غذایی دارای مصرف زیادی است (Majnoni Hoseini, 1996). بروگتون و همکاران (Broughton et al., 2003) بیان کردند که حبوبات بعد از غلات دومین منبع مهم غذایی بشر به شمار می‌روند طوری که در کشور های برزیل و مکزیک یک منبع عمده غذایی محسوب می‌شود؛ از طرف دیگر خشکی یکی از عوامل محدود کننده تولید و خطری برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان است. هنر به نژادی انتخاب بهترین ها می باشد و به منظور دست یابی به این هدف می بایست جامعه مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی دارای تنوع مطلوب باشند که آگاهی از این تنوع خود نیازمند ارزیابی ژرم پلاسما می باشد (Poehlman, 1983). صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه گیری بوده و توارث پذیری نسبتاً بالائی دارند، از اینرو انتخاب بر اساس این صفات، راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد می باشد (Yap & Harvey, 1972). تجزیه ضرایب همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم

مصرف لوبیا به عنوان تأمین کننده پروتئین گیاهی در کشورهای در حال رشد خیلی زیاد و در کشورهای پیشرفته نیز به عنوان مکمل غذایی دارای مصرف زیادی است (Majnoni Hoseini, 1996). حبوبات با داشتن حدود 25 درصد پروتئین، نقش مهمی در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان دارند. اهمیت حبوبات در ایران پس از گندم و برنج بوده و از این بین حدود نصف سطح زیر کشت حبوبات را لوبیا به خود اختصاص داده و به همین دلیل به نژادی آن اهمیت روز افزونی یافته است (Marjani, 1995). مصرف لوبیا به عنوان تأمین کننده

1، 2، 3 و 4- به ترتیب استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

(*) - نویسنده مسئول: mgolbashy@ut.ac.irE-mail:

زراعی نظیر آبیاری و مبارزه با علف های هرز (وجین دستی و زدن کولتیواتور) بطور منظم براساس برنامه تعیین شده انجام گرفت. قسمتی از یادداشت برداری ها و اندازه گیری های صفات (عمدتاً صفات فنولوژیکی) بطور مداوم در مزرعه تا زمان برداشت کامل ارقام صورت گرفت. در مرحله برداشت از هر واحد آزمایشی 5 بوته بطور تصادفی (با حذف ردیف ها و حاشیه و ابتدا و انتهای خطوط) از سطح خاک بطور کامل برداشت شد و جهت اندازه گیری های سایر صفات به انبار انتقال داده شد. صفات مورد بررسی بر اساس دستور کار طرح حبوبات دانشکده کشاورزی کرج و دستورالعمل های تحقیقات منابع ژنتیک IPGRI عبارت بودند از:

ارتفاع بوته، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل، تعداد روز از کاشت تا غلاف دهی، تعداد روز از کاشت تا گلدهی، طول دوره پر شدن دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف ها، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، عرض غلاف، عملکرد اقتصادی، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت، طول بذر، عرض بذر و قطر (ضخامت بذر). پس از جمع آوری اطلاعات مربوطه، به منظور بررسی وجود تنوع در صفات، بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، بر روی تک تک صفات تجزیه واریانس ساده انجام پذیرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس، فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس بررسی گردید و در موارد لازم با استفاده از تبدیل مناسب داده ها، فرضیات مورد نظر برآورده شد و آنگاه تجزیه با نرم افزارهای SAS و MSTATC و SPSS انجام گرفت. مقایسه میانگین بین ژنوتیپ ها با روش چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5% انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده

پس از بررسی مقدماتی داده های مربوط به هر صفت و نحوه پراکنش آنها، فرضیات تجزیه واریانس مثل نرمال بودن توزیع داده ها، جمع پذیر بودن اثرات عامل ها و غیره بررسی شدند و داده هایی که از توزیع نرمال انحراف داشتند با تبدیل داده ها نرمال شدند. معمولاً انجام یک تبدیل مناسب و نرمال کردن داده ها باعث می شود که سایر فرضیات تجزیه واریانس نظیر جمع پذیر بودن اثرات عامل ها، یکنواختی واریانس نیز برآورده شوند. همانگونه که در جدول 1 نشان داده شده است ژنوتیپ ها از لحاظ کلیه صفات در سطح احتمال 1 درصد اختلاف دارند که نشان دهنده وجود تنوع کافی بین ژنوتیپ های مورد مطالعه شده می باشد که می تواند در مطالعات بعدی مورد استفاده قرار گیرد، در ضمن تفاوت بین بلوک ها برای هیچ یک از صفات معنی دار نبوده است (جدول 1).

گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن ها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می کند (Agrama, 1996). با کمک تجزیه رگرسیون گام به گام می توان اثر صفات غیر مؤثر یا کم تأثیر را در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه ای از تغییرات عملکرد را توجیه می کنند مورد بررسی قرار داد (Agrama, 1996). علاوه بر مطالعه همبستگی با استفاده از روش های تجزیه آماری چند متغیره از قبیل تجزیه به عامل ها و تجزیه علیت می توان صفات مؤثر در عملکرد دانه و همچنین سایر عوامل مؤثر در ایجاد همبستگی بین صفات را شناسایی کرد (Johnson & Wichern, 1982). برامل و همکاران (Bramel et al., 1984) و والتون (Walton, 1971) بیان داشتند که از تجزیه رگرسیون مرحله ای و تجزیه عامل ها به عنوان روش های مکمل یکدیگر استفاده می شوند. در مطالعه ای بر روی ارقام گندم نان مشاهده شد که صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در هر گیاه و طول سنبله اجزای مهم عملکرد بوده و انتخاب بر اساس آن ها می تواند برای بهبود عملکرد مؤثر باشد (Luthra & Dawari, 1991). سایر محققان در مطالعه خود بر روی هیبریدهای ذرت دانه ای نتیجه گرفتند که انتخاب براساس صفات ارتفاع گیاه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف بیشترین تاثیر بر افزایش عملکرد دانه دارد (Shoa hosseini et al., 2008). بنت و همکاران (Bennett et al., 1997) و آدامز (Adams, 1982) گزارش دادند که عملکرد لوبیا صفتی کمی و پیچیده است که اجزای آن تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه می باشد. آکوآ (Aquaah, 1992) بیان می دارد که استفاده از روش انتخاب با هدف افزایش عملکرد در لوبیا مشکل می باشد. سینگ (Singh, 1982) با تعیین ضرایب علیت برای لوبیا نتیجه گرفت که تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و اندازه دانه اثرات مستقیم بزرگی روی عملکرد دارند. این پژوهش بمنظور بررسی و مقایسه تعدادی از ژنوتیپ های لوبیا سفید در منطقه کرج و با هدف جزئی تر بررسی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی صفات زراعی مرتبط با آنها می باشد.

مواد و روش ها

در این آزمایش تعداد 30 رقم لوبیای سفید تهیه شده از بانک ژن دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال زراعی 1387-1388 و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در 4 تکرار و تحت شرایط آبیاری معمول (دور آبیاری هفت روز) از لحاظ صفات ظاهری مورد مقایسه قرار گرفتند. کشت بصورت دستی انجام گرفت. هر کرت شامل 4 خط به طول تقریبی 2/5 متر بود. فاصله خطوط 50 سانتیمتر و فاصله بوته های روی خطوط 5 سانتیمتر بود. بعد از سبز شدن تمامی ارقام و برطرف شدن خطر حذف بوته ها و حصول اطمینان از تراکم مطلوب، بوته ها به فاصله 10 سانتیمتر روی خطوط تنک شدند. مراقبت های

جدول 1- نتایج جدول تجزیه واریانس ساده روی صفات اندازه گیری شده در 30 رقم لوبیا سفید

Table 1- Results of analysis of variance in 30 white bean varieties

صفت Trait	میانگین مربعات MS			ضریب تغییرات C.V%
	ژنوتیپ Genotype	تکرار Replication	خطا Error	
ارتفاع گیاه Plant height	1054.528**	236.582 ^{ns}	5.755	17.6
روز تا رسیدگی کامل Days to full maturity	0.598**	0.029 ^{ns}	0.18	17.77
روز تا غلافدهی Days to podding	44.62**	24.556 ^{ns}	10.435	5.69
روز تا گلدهی Days to flowering	4.806**	4.022 ^{ns}	2.741	3.46
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	17.698**	30.208 ^{ns}	35.415	10.48
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.095**	0.028 ^{ns}	0.023	9.66
تعداد غلاف در بوته Number of pods	0.073**	0.0311 ^{ns}	0.025	11.36
وزن غلاف Pod weight	0.073**	0.022 ^{ns}	0.026	11.2
تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	0.47**	0.227 ^{ns}	0.238	13.69
طول غلاف Pod length	2.69**	0.421 ^{ns}	0.59	8.24
عرض غلاف Pod width	0.01**	0.004 ^{ns}	0.005	9.02
عملکرد دانه Seed yield	0.07**	0.043 ^{ns}	0.031	13.45
تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	0.088**	0.025 ^{ns}	0.028	6.31
وزن صد دانه Weight of 100- seed	15216.43**	1082.99 ^{ns}	3651.29	24.73
شاخص برداشت Harvest index	147.652**	120.261 ^{ns}	57.341	13.98
طول بذر Seed Length	3.086**	0.179 ^{ns}	0.324	6.14
عرض بذر Seed width	0.624**	0.13 ^{ns}	0.175	6.19
ضخامت بذر Seed diameter	0.441**	0.06 ^{ns}	0.06	5.06

** و ns بترتیب معنی دار در سطح احتمال 1 درصد و 5 درصد و غیر معنی دار
** and ns are significant at 1% level and not significant, respectively.

مربوط به ژنوتیپ‌های شماره 2 و 29 می باشد. همچنین ژنوتیپ شماره 29 از نظر صفات عملکرد بیولوژیک، وزن غلاف، عملکرد دانه و تعداد دانه در بوته از مقادیر بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار است. با این حال بالاترین شاخص برداشت مربوط به ژنوتیپ‌های شماره 3، 8، 12 و 22 می باشد که در یک گروه قرار گرفته‌اند. ژنوتیپ شماره 2 نیز از نظر صفات تعداد روز تا غلافدهی و

با توجه به معنی دار بودن اختلاف‌های بین ژنوتیپ‌ها، بمنظور گروه بندی ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مختلف مقایسه میانگین به روش چند دامنه ای دانکن انجام شد که نتایج مربوطه در جدول 2 مشاهده می شود. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها به روش چند دامنه ای دانکن مشاهده می گردد که بالاترین ارتفاع گیاه مشترکا

طول دوره پر شدن دانه نیز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. طولانی‌ترین زمان برای رسیدگی بذر و بالاترین شاخص برداشت به همراه وزن صدانه و ضخامت بذر در ژنوتیپ شماره 22 مشاهده گردید. ژنوتیپ شماره 9 از نظر صفات تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بود. بیشترین تعداد دانه در غلاف در ژنوتیپ شماره 28 مشاهده گردید. بالاترین مقدار طول و عرض غلاف نیز بترتیب در ژنوتیپ‌های شماره 6 و 30 مشاهده شد. در مورد طول و عرض بذر نیز به ترتیب ژنوتیپ‌های شماره 17 و 5 از بالاترین مقدار نسبت به سایرین برخوردار بودند (جدول 2).

نتایج همبستگی ساده بین صفات در 30 ژنوتیپ لوبیا سفید

نتایج حاصله (جدول 3) نشان داد که عملکرد دانه دارای همبستگی‌های مثبت و بسیار معنی‌داری با صفاتی چون وزن غلاف ($r = 0/971^{**}$)، عملکرد بیولوژیک ($r = 0/915^{**}$)، تعداد دانه در بوته ($r = 0/9^{*}$)، تعداد غلاف ($r = 0/847^{**}$)، ارتفاع بوته ($r = 0/443^{**}$)، عرض غلاف ($r = 0/256^{**}$)، تعداد دانه در غلاف ($r = 0/251^{**}$)، تعداد روز تا گلدهی ($r = 0/236^{**}$) و همبستگی‌های معنی‌داری با طول دوره پر شدن دانه ($r = 0/19^{*}$) و وزن صدانه ($r = 0/192^{*}$) می‌باشد. تنها صفاتی که همبستگی منفی با عملکرد نشان داده طول غلاف ($r = -0/459^{**}$) می‌باشد. همبستگی سایر صفات با عملکرد معنی‌دار نبوده است. این نتایج تا حد زیادی با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. مثلاً امینی (Amini, 1998) بیشترین همبستگی‌های عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد کل غلاف و عملکرد بیولوژیک گزارش کرده است. کین کریاشویلی همبستگی عملکرد لوبیا با تعداد دانه در بوته، وزن صدانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و تعداد دانه در غلاف را گزارش کرده است. همچنین حبیبی و همکاران (Habibi et al., 2006)

بیشترین همبستگی عملکرد دانه را با وزن غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و عملکرد بیولوژیک گزارش کرده است. عملکرد بیولوژیک نیز از همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با صفات ارتفاع گیاه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، وزن غلاف و تعداد غلاف برخوردار بود. همانگونه که در جدول 3 مشاهده می‌گردد، همبستگی بین طول غلاف و شاخص برداشت با عملکرد بیولوژیک نیز منفی و بسیار معنی‌دار می‌باشد. سایر صفات نیز همبستگی معنی‌داری نداشتند. هرچند که شاخص برداشت همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با صفات وزن صدانه و ضخامت بذر داشت ولیکن همبستگی این صفت با ارتفاع گیاه، تعداد روز تا گلدهی و عملکرد بیولوژیک نیز منفی و بسیار معنی‌دار بود. نتایج آزمایش نشان داد که بالاترین همبستگی مثبت مربوط به عملکرد دانه و وزن غلاف (0/971) و کمترین همبستگی مثبت مربوط به عملکرد دانه و طول بذر (0/01) می‌باشد.

نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های لوبیا سفید به روش UPGMA

همانگونه که در شکل 1 مشاهده می‌شود تعداد کلاسترها برابر سه عدد تعیین شدند که این نتایج بوسیله تجزیه تابع تشخیص تایید گردید. در گروه اول ژنوتیپ‌های شماره 8، 11، 12، 23، 7، 6، 14، 4، 15، 22 و 13، در گروه دوم ژنوتیپ‌های شماره 29، 30، 5، 9 و 28 و در گروه سوم ژنوتیپ‌های شماره 17، 26، 18، 1، 10، 16، 3، 19، 25، 24، 27، 2، 21 و 20 قرار گرفته‌اند. نکته جالب توجه این است که ژنوتیپ‌های مقاوم شماره 21 و 30 که به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم شناخته شده‌اند در کلاسترهای مختلف قرار گرفته‌اند. لذا با توجه به فاصله ژنتیکی زیاد آنها از هم می‌توان بعنوان والدین تلاقی‌ها در برنامه‌های اصلاحی استفاده نماییم (شکل 1).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین برخی از صفات در ۳۰ رقم لوبیا سفید به روش چند دامنه ای دانکن
Table 2- Results of mean comparison of 30 white bean varieties with Duncan's multiple range test

صفات Seed diameter	عرض Width of seed	طول بذر Length of seed	شاخص برداشت Harvest index	وزن صد دانه Weight of 100 seed	عملکرد دانه Seed yield	عرض Width of pod	طول Length of pod	تعداد دانه Seed N. Per Pod	وزن غلط Weight of pod	تعداد غلاف Pod N. per Pod	عملکرد بیولوژیک Biological yield	پر شدن Grain filling period	طول دوره Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی Days to podding	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع گیاه Plant height
F-M	B-H	C-F	A-F	C-E	B-E	A-E	B-G	A-F	C-F	A-G	C-I	D-H	B-E	D-H	E-H	C-J
A-E	G-K	C-F	B-F	BC	A-D	A-D	GH	A-D	A-E	A-G	A-E	A	A-D	A	A-E	A
A-D	E-k	C-F	A	BC	A-D	A-E	B-E	A-D	B-F	A-G	C-I	A-F	E	H	GH	D-J
B-I	D-k	FG	A-F	BC	DE	A-D	A-E	B-F	E-F	F-H	G-I	C-G	E	F-H	C-H	C-I
MN	A	A-C	A-F	E	A-D	DE	A-E	A-D	A-D	AB	B-F	D-I	A-C	B-H	F-H	C-I
AB	B-H	C-F	A-E	BC	C-E	B-E	A	A-F	C-F	B-H	D-I	E-K	E	F-H	A-G	C-J
A-D	E-k	E-F	A-F	BC	C-E	A-D	B-E	A-F	D-F	C-H	E-I	F-K	D-E	F-H	A-G	F-J
B-H	A-F	D-F	A	BC	B-E	E	B-F	AB	C-F	E-H	E-I	J-K	B-E	E-H	AB	I-J
j-N	A-C	A-E	B-F	DE	A-C	B-E	AB	A-E	A-D	A	A-C	A-D	AB	A-E	B-H	A-b
B-G	F-K	FG	A-F	BC	C-E	A-E	A-E	F	A-F	A-G	B-H	G-K	A-E	E-H	F-H	C-I
E-L	A-G	E-F	A-D	BC	A-E	A-E	A-E	A-D	C-F	E-H	E-I	I-K	E	H	A-E	G-J
A-F	C-J	E-F	A-F	BC	B-E	C-E	A-E	A-D	C-F	C-H	E-I	E-K	DE	F-H	A-E	A
A-E	D-K	GH	A-F	BC	C-E	B-E	A-E	A-F	D-F	H	I	F-K	E	F-H	B-H	H-j
B-I	E-k	E-F	A-E	C-E	DE	B-E	A-E	C-F	GF	D-H	F-I	D-K	A-E	C-H	B-H	C-J
K-N	A-E	AB	B-E	DE	C-E	DE	A-C	A-F	C-F	A-G	C-I	D-I	C-E	H	A-E	H-j
j-N	A-F	E-F	A-E	C-E	A-E	DE	A-C	A-F	B-F	A-G	C-I	A-E	B-E	A	C-H	B-F
D-K	B-I	HI	EF	B-E	B-E	A-E	B-G	A-F	B-F	A-G	B-F	D-J	A-C	A-F	H	C-J
G-M	F-K	HI	F	BC	A-C	A-E	E-H	A-F	A-D	A-D	AB	A-D	C-E	B-H	B-H	C-I
L-N	H-K	HI	A-F	BC	A-C	A-C	F	A-F	AB	A	AB	A-C	D-E	E-H	A-F	AB
N	D-K	HI	A-F	BC	A-C	A-E	F-H	A	A-C	A-E	A-D	A-F	D-E	GH	B-H	A-E
A	K	A	A	A	C-E	AB	D-G	A-F	D-F	GH	F-I	K	E	F-H	A	J
j-N	I-K	F-G	AB	BC	C-E	A-D	A-C	D-F	C-F	B-H	D-I	H-K	B-E	B-H	A-C	F-J
MN	A-D	A-C	D-F	BC	B-E	A-D	A-C	A-F	C-F	A-G	E-I	D-L	A	AB	b-H	A-E
j-N	B-H	B-F	EF	E	B-E	DE	B-F	A-D	B-F	A-G	B-H	D-K	A-E	A-C	A-E	A-E
B-I	D-K	E-F	A-D	BC	B-E	A-E	A-E	A-F	B-F	A-G	C-I	D-K	B-E	E-H	A-F	C-J
j-N	AB	A-D	A-F	E	B-E	C-E	A-E	A-F	B-F	A-F	B-H	A-E	B-E	A-F	F-H	B-I
C-I	B-H	B-F	AB	BC	A-C	C-E	C-G	A	A-D	A-E	A-E	B-G	B-E	A-F	E-H	B-I
A-C	jK	E-F	C-F	B	A	A-D	F-H	A-F	A	A-E	A	AB	B-E	A-D	B-E	A
B-I	F-K	D-F	A-F	BC	AB	A	F-H	A-C	AB	A-E	AB	A-E	A-D	A-C	B-H	A-C

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد

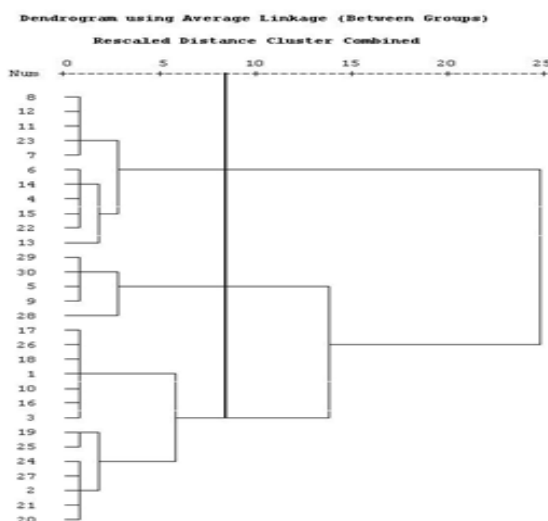
Values in a column bearing different superscript are significantly different at $\alpha < 0.05$.

جدول ۳- همبستگی ساده بین صفات در ۳۰ رقم لوبیا سفید
Table 3- Simple correlation between traits in 30 white bean variety

صفات Traits	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ارتفاع Height	1	1	0.061 ns	- 0.185 *	0.299 **	0.172 ns	0.604 **	0.508 **	0.5 ns	0.027 ns	0.435 **	0.117 ns	0.443 **	0.511 **	- 0.17 3 ns	0.5**	0.107 ns	-0.3 ns	0.28* *
تعداد روز تا رسیدگی Days to full maturity	2		1	0.121 ns	- 0.157 ns	0.755 **	0.077 ns	- 0.21* *	0.006 ns	0.005 ns	0.148 ns	0.218 *	-0.03 ns	- 0.179 ns	0.34 5**	0.145 ns	- 0.211 *	0.317 **	0.19* *
تعداد روز تا غلافدهی Days to podding	3			1	0.49* *	0.017 ns	0.202 *	0.244 **	0.149 ns	0.051 ns	0.17 ns	0.095 ns	0.144 ns	0.239 **	0.22 1*	0.178 ns	0.206 **	0.194 *	0.151 ns
تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	4				1	0.099 ns	0.329 **	0.329 **	0.256 **	0.171 ns	0.129 ns	0.022 ns	0.236 **	- 0.382 5**	- 0.34 5**	0.283 **	0.361 **	0.24* *	0.274 ns
طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	5					1	0.157 ns	0.04 ns	0.188 *	- 0.003 ns	0.366 **	0.184 *	0.19* *	0.061 ns	0.30 3**	0.077 ns	0.199 **	0.321 **	0.048 ns
عملکرد بیولوژیک Biological yield	6						1	0.873 **	0.941 **	0.16 ns	0.625 **	0.225 *	0.915 **	0.899 **	0.01 5 ns	0.24* *	0.25 ns	0.003 ns	0.164 ns
تعداد غلاف Number of pod	7							1	0.882 *	0.024 ns	0.426 **	0.134 ns	0.847 **	0.922 **	0.19 3*	0.156 ns	0.135 ns	0.155 ns	0.322 ns
وزن غلاف Pod weight	8								1	0.221 *	0.597 **	0.227 *	0.971 **	0.922 **	0.86 ns	-0.01 ns	0.04 ns	0.002 ns	0.128 ns
تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	9									1	0.188 *	0.231 **	0.251 **	0.363 **	0.25 6**	0.206 *	0.452 **	0.391 **	0.099 ns
طول غلاف Length of pod	10										1	0.352 **	0.591 **	0.475 **	0.25 7**	0.119 ns	0.259 **	0.241 **	-0.053 ns
عرض غلاف Width of pod	11											1	0.256 **	0.041 ns	0.46 9**	0.02 ns	0.432 **	0.505 **	0.299 **
عملکرد دانه Seed yield	12												1	0.9** *	0.19 2*	0.137 ns	0.01 ns	0.044 ns	0.045 **
تعداد دانه در بوته Number of seed in plant	13														1	0.24 5**	0.091 ns	0.288 **	0.263 **
وزن صد دانه Weight of 100 seed	14															1	0.495 **	0.621 **	0.591 **
شاخص برداشت Harvest index	15																1	0.101 ns	0.32* *
طول بذر Length of seed	16																	1	0.722 **
عرض بذر Width of seed	17																		1
ضخامت بذر Seed diameter	18																		1

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و ns غیر معنی دار

ns, * and ** are non significant and significant at 5% and 1%, respectively.



شکل 1- تجزیه کلاستر 30 رقم لوبیا سفید با استفاده از روش UPGMA
Figure 1- Cluster analysis of 30 white bean varieties by using UPGMA method

- 1- Adams, M.W. 1982. Plant architecture and yield breeding, Iowa State Journal Research 56(3): 225-254.
- 2- Agrama, H.A.S. 1996. Sequential path analysis of grain yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346.
- 3- Amini, A. 1998. Study of geographical and genetically diversity of 576 bean varieties for Karaj Agriculture College gene bank with using multiple statistical analysis. Msc Thesis. Karaj Agriculture College, Tehran University, Iran. (In Persian with English Summary)
- 4- Aquaah, G., Adams, M.W., and Kelly, J.D. 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. Euphytica 60: 171-177.
- 5- Bennett, J.P., Adams, M.W., and Burga, C. 1997. Pod yield component variation and inter correlation in (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by planting denseity. Crop Science 17: 73-75.
- 6- Bramel, P.L., Hinz, P.N., Green, D.E., and Shibles, R.M. 1984. Uses of principal factor analysis in the study of three stem termination types of soybean. Euphytica 33: 387-400.
- 7- Broughton, W.J.G., Hernández, M., Blair, S., Beebe, P.G., and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.) model food legume. Plant and Soil 252: 55-128
- 8- Dawari, N.H., and Luthra, O.P. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian. Journal of Agricultural Research 25:68-72.
- 9- Habibi, G., Ghanadha, S., and Dori, A. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of red bean by different analysis methods in stress water condition. Journal of Agriculture Science and Nature Resource Vol. 13, No. 3. (In Persian with English Summary)
- 10- Johnson, R.A., and Wichern, D.W. 1982. Applied Multivariate Statistical Analysis, Prentice Hall Internat, Inc., New York.
- 11- Marjani, A. 1995. Study of genotypical and phenotypical changes of bean quantitative traits and its correlation with yield using path analysis. Msc Thesis. Islamic Azad University of Karaj, Iran. (In Persian with English Summary)
- 12- Poehlman, J.M., 1983. Breeding Field Crops, AVI, New York.
- 13- Shoa Hosseini, M.M., Golbashy, M., Farsi, S., Khavari khorasani, and Ashofte Beiragi, M. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. Islamic Azad University, Khuzestan Sciences and Research Branch. P: 72. (In Persian).
- 14- Singh, O. 1982. Genetic analysis of irradiated and nonirradiated diallal population in chickpea (*Cicer arietinum* L.), PhD Thesis Hau, Nissar, Indian. (In Indian with English Summary).
- 15- Walton, P.D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for by yield selection in wheat, Euphytica 20: 416-421.
- 16- Yap, T.C., and Harvey, B.L. 1972. Inheritance of yield components and morpho-physiological traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). Crop Science 12: 283-286.



بررسی اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

مریم آشفته بیرگی¹، براتعلی سیاه سر²، سعید خاوری³، محمد گلباشی^{4*}، نفیسه مهدی نژاد² و عادل علیزاده¹

تاریخ دریافت: 89/1/20

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

بمنظور مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد و پایداری هیبریدهای جدید خارجی ذرت دانه ای (*Zea mays* L.)، آزمایشی با 18 هیبرید تجاری (شامل 15 هیبرید خارجی زودرس و متوسط رس) و نیز 3 رقم هیبرید تجاری ایرانی (KSC704، KSC647، DC370) به عنوان شاهد در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388، در قالب دو طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی به اجرا درآمد. نتایج این آزمایش نشان داد که هیبریدهای سینگل کراس EXP1 و دابل کراس 370 با عملکرد دانه 16/5 و 12/1 تن به ترتیب برترین و ضعیف ترین هیبرید از نظر عملکرد دانه می باشد. هیبرید EXP1 همچنین از نظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نیز برترین هیبرید بود. بررسی همبستگی ساده نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال و تعداد برگ گیاه دارد. همچنین مشاهده شد که صفت درصد چوب بلال بطور منفی با عملکرد همبسته می باشند. تجزیه خوشه ای با روش Ward's و با استفاده از اطلاعات بدست آمده از هر دو سال انجام گرفت. نتایج نشان داد که ارقام ذرت دانه ای به چهار گروه مجزا تفکیک شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه ای، رگرسیون گام به گام، صفات زراعی

مقدمه

مانند مقاومت به بیماری‌ها، حشرات، خوابیدگی و غیره انجام می‌شوند. از آنجا که این روش‌ها پر هزینه و وقت گیر هستند منجر به افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد و اجزای عملکرد نمی‌گردد (Dwyer et al., 1991; Willman et al., 1987). بهره برداری مداوم از منابع ژنتیکی و محدود شدن تعداد لاین‌های مورد استفاده ذرت در مناطق معتدله به طور اجتناب ناپذیری باعث کاهش تنوع ژنتیکی ژرم پلاسما ذرت در این مناطق گردیده است (Simic et al., 2003).

استفاده از ژرم پلاسما خارجی به عنوان منبعی برای افزایش تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح ذرت توسط محققان زیادی پیشنهاد گردیده است (Welhausen, 1965; Ron Parra & Hallauer, 1997; Goodman, 1985). جمعیت‌هایی که منبع خوبی برای لاینهای جدید می باشند، ضرورتاً منابع مناسب آللهای مطلوب برای اصلاح لاین‌های ایت موجود نمی‌باشند (Dudley, 1988). ولی در هر حال افزایش پایه ژنتیکی ژرم پلاسماهای مورد استفاده در برنامه‌های به‌نژادی با استفاده از ژرم پلاسماهای خارجی بطور وسیعی مورد تأکید قرار گرفته است. اگر منابع تنوع در عملکرد و اجزای آن در هیبریدهای ذرت شناخته شوند ممکن است راههایی را برای بهبود

ذرت (*Zea mays* L.) از جمله غلات مهم و با ارزش مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که از لحاظ گوناگون حائز اهمیت می باشد. ذرت از نظر تولید در دنیا بعد از گندم و برنج سومین محصول غله مهم محسوب می شود (Khavari Khorasani, 2009). ارقام هیبرید تولید شده در ایران و هیبریدهای وارداتی از نظر خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و زراعی دارای تنوع بوده، لذا شناخت و بررسی این خصوصیات در هیبریدهای موجود برای برآورده کردن نیازهای به‌نژادگران از اهمیت خاصی برخوردار است. اکثر برنامه‌های به‌نژادی گیاهان زراعی در درجه اول بر مبنای انتخاب تک بوته‌های برتر از نظر عملکرد و در درجه دوم ترکیب خصوصیات مطلوب زراعی

1. 2، 3 و 4- به ترتیب: دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، عضو هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نبات دانشگاه زابل، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

(*) - نویسنده مسئول: (E-mail: mgolbashy@ut.ac.ir)

در صورت وجود اثر متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط برای گزینش و اصلاح ژنوتیپ‌های برتر در هنگام گزینش، نیاز به همبستگی معنی‌دار ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی می‌باشد زیرا اثر متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط باعث کاهش همبستگی ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی شده و تحلیل دقیق نتایج را مشکل می‌سازد (Kang & Martin, 1987). بنابراین، این تحقیق بمنظور ارزیابی و مقایسه تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی مشهد و با اهداف جزئی تر زیر انجام شد: بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن، بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی، دستیابی به الگوی مناسب جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر صفات و همچنین بررسی اثر متقابل سال در هیبرید انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق 18 هیبرید ذرت دانه ای شامل 15 رقم سینگل کراس خارجی زودرس و متوسط رس و نیز سه رقم هیبرید تجاری ایرانی سینگل کراس 704 (دیررس)، سینگل کراس 647 (میان رس)، دابل کراس 370 (زودرس) به عنوان شاهد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق در طی دو سال زراعی 1387 و 1388 بررسی و مورد ارزیابی قرار گرفت. اسامی ارقام خارجی مورد بررسی در جدول 1 ارائه شده است.

جدول 1- اسامی هیبریدهای خارجی ذرت دانه ای مورد مطالعه در آزمایش

Table 1- List of foreign grain corn hybrid varieties

No.	Hybrid	No.	Hybrid
1	ZP434	10	BC666
2	ZP341	11	OSSK 602
3	ZP684	12	OSSK 596
4	ZP677	13	OSSK 552
5	Simon	14	OSSK 659
6	Bolson	15	OSSK 617
7	EXP 1	16	KDC370 (Control)
8	EXP 2	17	KDC647 (Control)
9	BC582	18	KDC704 (Control)

کاشت کلیه ارقام در تاریخ 15 خرداد در سال‌های 1387 و 1388 در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذر هر یک از ارقام در دو خط 5/6 متری با تراکم 75000 بوته در هکتار و بصورت دستی انجام گردید. در هر کپه سه بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به یک بوته تقلیل یافت. در طی فصل رشد خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی ارقام مدنظر قرار گرفت و سپس تاریخ گرده افشانی و ظهور کاکل، فاصله پس گرده افشانی و ظهور کاکل بر مبنای حداقل 50 درصد بروز صفت در هر کرت آزمایشی ثبت شد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال،

پتانسیل عملکرد از طریق اصلاح گیاهان زراعی مشخص نمود (Fraser & Eaton, 1983). گیافت و همکاران (Giauffret et al., 2000) معتقدند که ژرم پلاسماهای حاصل از تلاقی مواد خارجی با ژرم پلاسماهای سازگار منطقه ممکن است در مقایسه با ژرم پلاسما خارجی اولیه، حساسیت کمتری به طول روز که مشکل عمده عدم سازگاری این گونه مواد در مناطق معتدله است، داشته باشد. عملکرد دانه یکی از فاکتورهای اساسی در گزینش هیبریدهای ذرت است، علاوه بر آن دوره رسیدن و کیفیت ساقه نیز از معیارهای اصلی گزینش هیبریدها هستند. زمانی که ذرت برای دانه کشت می‌شود، دوره رسیدن فیزیولوژیک بسیار مهم است (Berglund & Mc Williams, 2002). ارقام هر گیاه زراعی در محیط‌های بسیار مختلفی کشت می‌شوند و زمانی که ارقام در این شرایط متنوع محیطی مورد مقایسه قرار می‌گیرند، عملکردشان نسبت به یکدیگر ممکن است یکسان نباشد. یک رقم ممکن است در بعضی شرایط محیطی حداکثر عملکرد را داشته باشد و رقم دیگر در شرایط دیگر عالی باشد. تغییرات در طیفی از شرایط محیطی مختلف به اثرات متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط، نسبت داده می‌شود (Sadrabadi et al., 2002). بنابراین عملکرد متأثر از عوامل محیطی، ژنوتیپ گیاه و اثر متقابل این دو است. اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط ایجاب می‌کند که انتخاب ارقام فقط بر اساس عملکرد یک محیط معیار مناسبی نباشد و لذا بهتر است ارقام مورد آزمایش در دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات حاصل از تخمین میزان سازگاری و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها، معیار مطمئن‌تری برای توجیه ارقام بوده و کارایی مربوط به گزینش و معرفی ارقام را افزایش دهد (Romagosa & Fox, 1993). مهمترین مسئله ای که تحت تاثیر اثر متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط قرار می‌گیرد مساله سازگاری به شرایط محیطی است. در مقوله بیولوژی تکاملی، سازش¹ یک فرآیند، سازگاری² سطحی از سازش گیاه به محیط خاص و سازش پذیری³ توانایی نشان دادن انطباق خوب در طیف وسیعی از محیط هاست (Tigerstedt, 1994). در اصلاح برای سازش عمومی (یعنی سازش پذیری)، هدف بدست آوردن واریته ای است که تقریباً در تمام محیط‌ها عملکرد خوبی داشته باشد (Magari & Kang, 1997). اساس بیولوژیکی اثر متقابل ژنوتیپ $\times$ محیط کاملاً مشخص نیست، چون پیچیدگی ژنتیکی موجودات و تعدد عوامل محیطی مانع شناخت دقیق این پدیده می‌باشد بنابراین اثر مذکور اغلب به صورت غیر قابل کنترل تظاهر می‌کند (Romagosa & Fox, 1993).

- 1- Adaptation
- 2- Adaptness
- 3- Adaptability

17/91 تن در هکتار) و هیبریدهای ZP341 و KDS370 ضعیف ترین هیبریدها (به ترتیب 12/88 و 10/72 تن در هکتار) می باشند. همچنین مشخص شد که هیبرید EXP1 علاوه بر عملکرد دانه، از نظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال و عمق دانه و هیبرید Simon از نظر صفات تعداد دانه در ردیف بلال و وزن 300 دانه نیز دارای بیشترین مقدار نسبت به سایرین می باشند (اطلاعات نمایش داده نشده اند). مقدار کم عملکرد دانه هیبرید KDC370 را می توان به زودرسی آن و کم بودن تعداد ردیف دانه و تعداد دانه در ردیف و همچنین کمتر بودن وزن 300 دانه این هیبرید نسبت به سایر هیبریدها نسبت داد. نتایج این آزمایش نشان داد که بلندترین کوتاهترین ارتفاع بوته به ترتیب مربوط به هیبریدهای OSSK659 و ZP434 می باشد. همچنین هیبرید ZP434 از نظر صفات ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، درصد چوب بلال، تعداد کل برگ در گیاه نسبت به سایر هیبریدهای مورد مطالعه ضعیف تر و از نظر طول بلال برتر بود. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بیشترین قطر ساقه و درصد چوب بلال مربوط به هیبرید ZP684 می باشد. بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که عملکرد دانه بطور مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، عمق دانه، تعداد کل برگ، طول بلال و قطر ساقه و بطور منفی و معنی داری با صفات درصد چوب بلال همبسته می باشد. همچنین واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) با بررسی همبستگی عملکرد دانه ذرت و صفات وابسته به آن نشان دادند عملکرد با وزن 300 دانه و عمق دانه همبستگی مثبت و مستقیم داشته، مطابقت دارد. بالاترین همبستگی مثبت عملکرد دانه با صفت تعداد کل برگ (0/57) و کمترین همبستگی مثبت با تعداد ردیف دانه در بلال (0/21) مشاهده شد (جدول 3).

قطر ساقه، تعداد کل برگ، تعداد برگ بالای بلال، تعداد بلال در بوته، درصد دانه و عمق دانه بودند که بر روی 10 بوته رقابت کننده در هر کرت اندازه گیری و میانگین گیری شد. سپس در مرحله برداشت ابتدا بوته های هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بلالها به صورت جداگانه انجام شد. سپس اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن 300 دانه و تعداد کل دانه در بلال بر روی 10 بلال تصادفی در هر کرت اندازه گیری شد و پس از جدا کردن دانه ها با شیلر و تعیین درصد رطوبت دانه ها توسط رطوبت سنج دستی دیجیتال مدل Dichy Johnn. میزان عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی بر اساس درصد رطوبت موجود، درصد چوب بلال تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. پس از جمع آوری اطلاعات برداشتی، داده ها توسط نرم افزار Excel مرتب شدند و سپس توسط نرم افزارهای آماری SAS (Ver. 9.1)، SPSS (Ver. 16) و StatGraphics Plus (Ver. 2.1) ابتدا فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس داده ها بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس مشاهدات آزمایش، مقایسه میانگین های تیماری و همچنین انواع روش های تجزیه چندمتغیره آماری گردید.

نتایج و بحث

در بررسی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد در سال اول، تجزیه واریانس داده ها نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر کلیه صفات مورد بررسی بجز ارتفاع بلال و وزن 300 دانه دارای تفاوت معنی دار آماری می باشند (جدول 2). مقایسه میانگین با روش چند دامنه ای دانکن نشان داد که از نظر عملکرد کل هیبریدهای EXP1 و Simon برترین هیبریدها (به ترتیب 18/61 و

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای در سال های 88-1387
Table 2- Results of ANOVA for different traits of grain corn hybrids varieties during 2008-2010

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)		ارتفاع بلال (cm) Ear height (cm)		کل برگ Total Leaf No.		قطر ساقه (mm) Stem diameter (mm)		طول بلال (cm) Ear length (cm)	
		سال اول (1 st year)	سال دوم (2 nd year)	سال اول (1 st year)	سال دوم (2 nd year)	سال اول (1 st year)	سال دوم (2 nd year)	سال اول (1 st year)	سال دوم (2 nd year)	سال اول (1 st year)	سال دوم (2 nd year)
تکرار Rep	2	21.86 ^{ns}	1267.16 ^{**}	848.99 ^{ns}	228.15 [*]	2.76 [*]	2.16 ^{**}	12.09 ^{**}	40.19 ^{**}	2.35 ^{ns}	1.78 ^{ns}
هیبرید Hybrid	18	952.39 ^{**}	357.29 ^{**}	512.5 ^{ns}	374.06 ^{**}	1.61 ^{**}	1.5 ^{**}	4.04 ^{**}	6.06 ^{ns}	5.32 ^{**}	1.85 ^{ns}
خطا Error	36	104.35	107.19	350.42	69.42	0.54	0.22	1.23	4.65	1.58	1.08
ضریب تغییرات (CV)		5.11	5.13	17.69	7.8	6.2	3.35	5.24	11.95	6.52	5.42

(ادامه جدول 2)

Table 2- Continue

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	ردیف دانه Row no./ ear		دانه در ردیف Kernel no./row		درصد چوب Cob %		وزن ۳۰۰ دانه (gr) 300- kernel weight (gr)		عملکرد (ton/ha) Yield (ton/ha)	
		سال اول 1 st year	سال دوم 2 nd year	سال اول 1 st year	سال دوم 2 nd year	سال اول 1 st year	سال دوم 2 nd year	سال اول 1 st year	سال دوم 2 nd year	سال اول 1 st year	سال دوم 2 nd year
		سال year									
تکرار Rep	2	1.73 ^{ns}	0.12 ^{ns}	29.99 ^{ns}	30.92 ^{ns}	4.21 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	699.02 ^{**}	398.9 ^{ns}	44.62 ^{**}	14.18 [*]
هیبرید Hybrid	18	3.51 [*]	2.33 ^{**}	23.39 ^{**}	21.14 [*]	8.7 ^{**}	0.001 ^{ns}	122.43 ^{ns}	138.55 ^{ns}	11.21 ^{**}	3.92 ^{ns}
خطا Error	36	1.47	0.32	9.92	9.53	1.85	0.0013	81.04	189.66	2.42	3.32
ضریب تغییرات (CV)		7.8	3.59	7.64	7.34	8.37	19.07	8.45	15.89	11.18	12.96

^{ns}, *, ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح 5% و 1%
^{ns}, *, ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively

جدول 3- همبستگی بین عملکرد و صفات مهم در هیبریدهای ذرت دانه‌ای در سال های 88- 1387

Table 3- Coefficient of correlation between yield and some of related traits on grain corn hybrid varieties on 2008-2009

	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	ارتفاع بالال (cm) Ear height (cm)	کل برگ Total Leaf No.	قطر ساقه Stem diameter	ردیف دانه بالال Row No./ ear	دانه در ردیف بالال Kernel No./row	طول بالال (cm) Ear length (cm)	درصد چوب بالال Cob%	وزن ۳۰۰ دانه (gr) 300- kernel weight (gr)
عملکرد دانه (۱۳۸۷) Grain yield (2008)	0.38 ^{**}	0.35 ^{**}	0.57 ^{**}	0.49 ^{**}	0.21 ^{ns}	0.43 ^{**}	0.31 [*]	-0.13 ^{ns}	0.34 [*]
عملکرد دانه (۱۳۸۸) Grain yield (2009)	0.31 [*]	0.25 ^{ns}	-0.062 ^{ns}	-0.018 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	0.02 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	-0.52 ^{**}	-0.07 ^{ns}

^{ns} غیر معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح 5% و 0/01 و 0/0
^{ns}, *, ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively

صفت وابسته و سایر صفات بعنوان صفات مستقل نشان داد که چهار صفت تعداد کل برگ در گیاه، عمق دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن 300 دانه به ترتیب یکی پس از دیگری وارد مدل رگرسیونی شده و بیش از 55 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. ضرائب معادله رگرسیونی بین صفات مختلف و عملکرد دانه در جدول 4 ارائه شده است.

شعاع حسینی و همکاران (Shoa Hosseini et al., 2009) نیز در مطالعه خود پنج صفت را بعنوان مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه گزارش نمودند.

نتایج بررسی همبستگی بین سایر صفات نشان داد که تعداد دانه در ردیف بالال و طول بالال دارای بیشترین همبستگی مثبت (0/78) و صفات تعداد ردیف دانه در بالال و وزن 300 دانه (-0/28) دارای بیشترین همبستگی منفی می باشد (اطلاعات نمایش داده نشده اند). براساس نتایج حاصله چنین استنباط می شود که به دنبال افزایش تعداد برگ در گیاه بدلیل افزایش سطح کانوبی و بالتبع سطح فتوسنتز کننده انتظار می رود عملکرد گیاه افزایش یابد. در حالیکه این موضوع با نتایج واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) در مغایرت می باشد. آنها بیان داشتند که عملکرد دانه رابطه مستقیم و مثبتی با وزن 300 دانه دارد. همچنین مشخص شد که با افزایش طول بالال تعداد دانه در ردیف بالال افزایش می باشد که امری بدیهی به نظر می رسد. رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان

جدول 4- ضرائب معادله رگرسیون بین عملکرد وصفات مختلف ارقام ذرت دانه‌ای در سال‌های 89-1387

Table 4- Coefficient of regression between yield and different traits of grain corn varieties in 2008-2010

معادله رگرسیون (ضرائب استاندارد نشده)

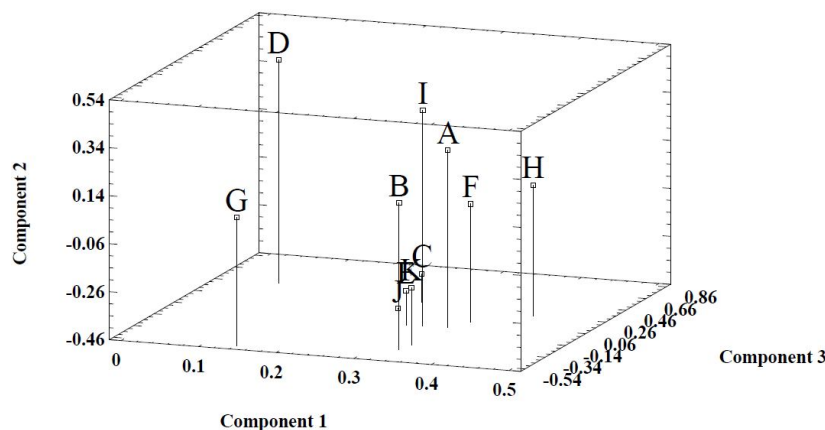
Regression Coefficient (Unstandardized)

متغیر (variable)	سال 1387 2008	متغیر (variable)	سال 1388 2009
عرض از مبدأ (Intercept)	-0.19	عرض از مبدأ (Intercept)	10.66
دانه در ردیف بلال (kernel no./row)	0.15	وزن 300 دانه (300- kernel weight)	-0.04
وزن 300 دانه (300- kernel weight)	0.036	وزن 10 بلال (10- ear weight)	2.2
عمق دانه (kernel depth)	0.79	عمق دانه (kernel depth)	0.48
کل برگ (Leaf total)	1.13	درصد چوب بلال (Ear cob%)	- 22.21

جدول 5- مقادیر ویژه و درصد واریانس مولفه‌های اصلی در سال 1387

Table 5- Eigen value and percentage of principle components of traits in 2010

فاکتور Factor	واریانس تجمعی (%) Cumulative variance (%)	واریانس (%) Variance (%)	مقدار ویژه Specific value
1	0.33	0.33	3.67
2	0.51	0.17	1.96
3	0.62	0.11	1.23
4	0.72	0.09	1.09
5	0.80	0.08	0.9



شکل 1- نمودار بای پلات مولفه‌های اصلی در سال 1388

Fig 1- The Biplot diagram of principle components of traits in 2008

A: ارتفاع بوته، B: ارتفاع چوب بلال، C: دانه در ردیف بلال، D: ردیف دانه بلال، E: وزن 300 دانه، F: عمق دانه، G: درصد چوب بلال، H: عملکرد، I: کل برگ، J: طول بلال، K: قطر ساقه.

A: Plant height, B: ear height, C: No. kernels per row, D: rows no./ ear, E: 300- kernel weight, F: kernel depth, G: Ear cob%, H: yield, I: Leaf total, J: Ear length, and K: stem diameter.

مشاهده می‌گردد این پنج مولفه مجموعاً 80 درصد از تغییرات کل را توجیه می‌کنند. مولفه اول با مقدار ویژه 3/67 به تنهایی 33 درصد و سایر مولفه‌ها به ترتیب 17 درصد، 11 درصد، 5 درصد و 8 درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. نتایج همچنین نشان داد که مولفه اول تنها دارای ضریب منفی بر روی صفت درصد چوب بلال و مولفه دوم

بدلیل اهمیت مولفه‌های اول، دوم و سوم در توجیه واریانس کل، نمودار بای پلات (3D) براساس این سه مولفه برای متغیرها رسم شد (شکل 1).

با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی پنج مولفه اول که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند، انتخاب شدند (جدول 5). همانگونه که

دارای ضرائب منفی بر روی صفات تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، طول بلال و قطر ساقه می باشد. در مولفه سوم صفات تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه، عمق دانه، عملکرد کل دانه و طول بلال و در مولفه چهارم صفات ارتفاع بلال، وزن 300 دانه، عملکرد دانه، تعداد کل برگ و قطر ساقه دارای ضرائب منفی بودند. بزرگترین ضرائب در مولفه اول تا پنجم به ترتیب مربوط به صفات عملکرد دانه (0/42)، طول بلال (0/5-)، تعداد ردیف دانه در بلال (0/56-)، درصد چوب بلال (0/77) و تعداد دانه در ردیف بلال (0/47) بود. همبستگی بین مولفه ها با متغیرها نشان داد که مولفه اول همبستگی مثبت و معنی داری با کلیه صفات بجز تعداد ردیف دانه و همبستگی منفی و غیرمعنی داری با صفت درصد چوب بلال دارد. بیشترین همبستگی مولفه اول با عملکرد دانه (0/81**) و مولفه دوم با صفت طول بلال (0/71**) مشاهده شد.

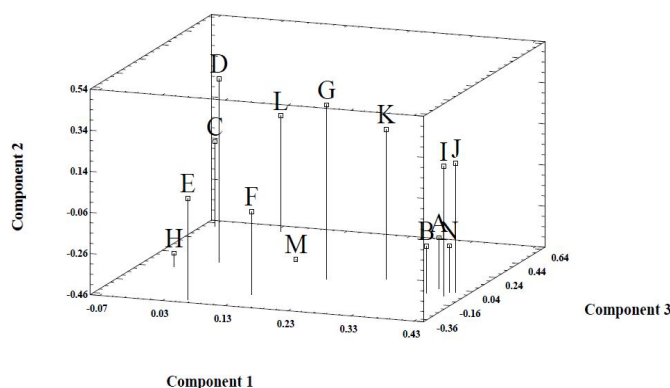
تجزیه به عامل ها با استفاده از دوران وریماکس نشان داد که عامل اول دارای ضرائب بزرگ به ترتیب بر روی صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد کل برگ می باشد که با توجه به ماهیت صفات این عامل، عامل صفات مورفولوژیک بوته نام گذاری شد. عامل دوم دارای ضرائب بزرگ بر روی صفات وزن 300 دانه، قطر ساقه، عملکرد دانه و عمق دانه بود که این عامل نیز عملکرد و صفات مرتبط با آن نام گذاری گردید. در همین راستا زینالی و همکاران (Zeinali et al., 2005) نشان دادند که در بین خصوصیات فنولوژیک، صفاتی نظیر برگ بلال، ضخامت ساقه، ارتفاع گیاه و همچنین تعداد دانه در ردیف شاخص های مهم تری برای گزینش هیبرید های ذرت با عملکرد بالا هستند و خصوصیات فنولوژیکی و برگ بلال به عنوان عامل های اول و دوم در مجموع 40 درصد از تغییرات را در تجزیه مولفه هایشان را توجیه کرد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها در سال دوم نشان داد که بین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر صفات مساحت برگ و تعداد دانه در ردیف بلال اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد و از نظر ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد کل برگ در گیاه، تعداد برگ بالای بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد کل دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال و وزن چوب 10 بلال اختلاف بسیار معنی داری در سطح احتمال 1% وجود دارد (جدول 2). همچنین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر صفات طول بلال، قطر ساقه، وزن 300 دانه، میانگین تعداد بلال در بوته، عمق دانه، درصد چوب بلال، درصد دانه بلال و عملکرد کل دانه فاقد تفاوت معنی دار بودند. نتیجه مقایسه میانگین هیبریدها با روش چند دامنه ای دانکن نشان داد هرچند که بین هیبریدها از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی داری وجود ندارد، ولیکن هیبرید EXP1 با میانگین 16/03 تن در هکتار دارای بالاترین عملکرد و هیبرید Simon با میانگین 11/616 تن در هکتار از کمترین مقدار عملکرد دانه برخوردار بود. نتایج این آزمایش نشان داد که بالاترین تعداد

ردیف دانه در بلال مربوط به هیبرید EXP2 می باشد (18/2) که بطور معنی داری با سایر هیبریدها متفاوت می باشد. همچنین کمترین وزن 300 دانه (75/01 گرم) بعد از هیبرید EXP1 (74 گرم) مربوط به این هیبرید بوده است. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بالاترین مقدار مساحت برگ (586/05cm²)، تعداد کل دانه (740/96)، قطر بلال (53/707 میلیمتر)، قطر چوب بلال (30/33 میلیمتر)، میانگین تعداد بلال در بوته (1/25) و درصد چوب بلال (0/22) مربوط به هیبرید OSSK644 می باشد. هیبرید BC666 از نظر صفات ارتفاع بوته، تعداد کل برگ در بوته، قطر بلال، قطر چوب بلال و میانگین تعداد بلال در بوته نسبت به سایر هیبریدها ضعیف تر و از نظر صفات تعداد دانه در ردیف و طول بلال برتر بود. بیشترین وزن 300 دانه (101/21 گرم) مربوط به هیبرید BC582 بود که دلیل آن می تواند در دانه های عمیق تر این هیبرید نسبت به سایرین باشد. بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد دانه بصورت مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته (0/31^{ns}) و درصد دانه (0/52^{ns}) همبسته است. همبستگی عملکرد دانه با سایر صفات غیر معنی دار بود (جدول 3). همچنین صفات تعداد کل برگ (0/06^{ns}-)، تعداد برگ بالای بلال (0/07^{ns}-)، تعداد ردیف دانه (0/25^{ns}-)، تعداد دانه در ردیف (0/02^{ns})، تعداد کل دانه (0/12^{ns}-)، طول بلال (0/027^{ns}-)، قطر چوب بلال (0/049^{ns}-)، قطر ساقه (0/018^{ns}-) و وزن 300 دانه (0/076^{ns}-) با عملکرد دانه بصورت منفی اما غیرمعنی دار همبستگی داشتند. در بین صفات مورد مطالعه بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار در درجه اول بین تعداد دانه در ردیف و تعداد کل دانه (0/84**) و پس از آن بین طول بلال و تعداد دانه در ردیف (0/82**) مشاهده شد. بعبارت دیگر اینگونه استنباط می شود که با افزایش طول بلال، تعداد دانه در ردیف و بالطبع تعداد کل دانه در بلال افزایش می یابد که تاثیر بسزایی بر عملکرد دانه خواهد داشت. همانگونه که در جدول 3 مشاهده می گردد در بین صفات مرتبط با اجزاء عملکرد دانه تنها بین صفات تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، طول بلال، عمق دانه و درصد چوب با وزن 300 دانه و درصد دانه همبستگی منفی و معنی دار وجود دارد. بررسی روابط تابعیت بین عملکرد دانه و صفات مورد بررسی به روش رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات درصد چوب، وزن 300 دانه و عمق دانه به ترتیب یکی پس از دیگری وارد مدل شده و مجموعاً بیش از 53 درصد از تغییرات کل مدل را توجیه نمودند (جدول 4). گلباشی و همکاران (Golbashy et al., 2009) در مطالعه خود بر روی هیبریدهای ذرت دانه ای 5 صفت عمق دانه، قطر چوب بلال، درصد چوب بلال و تعداد کل برگ را بعنوان صفات وارد شده به مدل رگرسیونی گزارش نمودند. با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی هفت مولفه که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند انتخاب شدند که مجموعاً بیش از 80% از تغییرات کل را توجیه می نمودند (جدول 6).

جدول 6- مقادیر ویژه و درصدهای واریانس مولفه های اصلی در سال 1388

فاکتور	واریانس تجمعی (%)	واریانس (%)	مقدار ویژه
Factor	Cumulative variance (%)	Variance (%)	Specific value
1	0.44	0.24	4.89
2	0.40	0.16	3.29
3	0.52	0.11	2.36
4	0.62	0.09	1.98
5	0.70	0.07	1.58
6	0.76	0.06	1.16
7	0.81	0.05	1.06



شکل 2- نمودار بای پلات مولفه های اصلی در سال 1387

Fig 2- The biplot diagram of principle components of traits on 2009

A: ارتفاع بوته، B: ارتفاع بلال، C: کل برگ، D: دانه در ردیف بلال، E: ردیف دانه در بلال، F: وزن 300 دانه، G: عمق دانه، H: درصد چوب بلال، I: طول بلال، J: عملکرد، K: قطر ساقه، M: قطر بلال، N: درصد دانه.

A: plant height, B: ear height, C: Leaf total, D: kernel no./row, E: rows no./ ear, F: 300- kernel weight, G: kernel depth, H: Ear cob%, I: Ear length, J: yield, K: Stem diameter, M: ear diameter, N: kernel percentage.

صفت درصد دانه مشاهده شد (اطلاعات نمایش داده نشده اند). بدلیل اهمیت مولفه اول و دوم در توجیه واریانس کل، نمودار بای پلات براساس این دو مولفه برای متغیرها رسم شد (شکل 2). در آزمایشی که توسط دهقانی و همکاران (Dehghani et al., 2009) بر روی پایداری عملکرد 11 هیبرید دیررس ذرت با استفاده از آنالیز بای پلات در 11 مکان ایران انجام دادند به این نتیجه رسیدند که دو مولفه اصلی (PC1 & PC2) در مدل شان به ترتیب 44% و 27% از SS GGE نمودار دوبعدی بای پلات را شامل شد که در مدل ما دو مولفه اصلی به ترتیب 24% و 16% بوده است.

تجزیه به عامل ها با استفاده از دوران وریماکس نشان داد که عامل اول دارای ضرائب بزرگ به ترتیب بر روی صفات قطر بلال، وزن چوب و قطر چوب بلال می باشد که با توجه به ماهیت صفات این عامل، عامل صفات مرفولوژیک بلال نام گذاری شد. عامل دوم دارای مقادیر بزرگ بر روی صفات وزن 10 بلال، عملکرد کل، درصد

مولفه اول با بزرگترین مقدار ویژه (4/89) دارای ضرائب منفی بر روی صفات ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد کل برگ، قطر ساقه، وزن 300 دانه، وزن 10 بلال، درصد دانه و عملکرد کل دانه بود. بعبارت دیگر می توان اینگونه استنباط نمود که این مولفه مقایسه ای بین صفات مذکور و سایر صفات مورد مطالعه می باشد. در مولفه دوم صفات تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه و درصد چوب دارای ضرائب منفی و سایرین مثبت بودند، همبستگی بین مولفه ها و متغیرها نشان داد که تنها صفات مساحت برگ، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه، قطر بلال و چوب بلال، طول بلال، وزن 300 دانه، درصد چوب، درصد دانه و عملکرد کل با مولفه اول بصورت معنی دار همبسته می باشند. نتایج بررسی توزیع نرمال چند متغیره با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی نشان داد که توزیع 1 تا 16 متغیره نرمال می باشد. بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار مولفه اول با صفت وزن چوب و بالاترین همبستگی منفی با

مقایسه میانگین نشان داد که هیبریدهای کشت شده در سال دوم از نظر کلیه صفات بجز وزن 300 دانه، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نسبت به هیبریدهای کشت شده در سال اول برتری دارند. در مجموع، نتایج هر دو سال نشان داد که هیبرید EXP1 و هیبرید دابل کراس 370 ضعیف ترین بترتیب با 16/5 و 12 تن در هکتار برترین و ضعیف ترین هیبریدها از نظر عملکرد کل دانه می باشند. هیبرید EXP1 همچنین از نظر صفات تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، طول بلال و قطر ساقه نیز برترین هیبرید بود.

دانه و درصد چوب بود که این عامل، عملکرد و صفات مرتبط با آن نامگذاری گردید.

نتایج کلی آزمایش نشان داد که بین سال اول و دوم از نظر صفات وزن 300 دانه، درصد چوب بلال، تعداد روز تا ظهور گل نر و ماده، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، قطر ساقه و تعداد کل برگ گیاه اختلاف معنی داری وجود دارد. اثر متقابل هیبرید در سال تنها در مورد صفات درصد چوب بلال، وزن 300 دانه و تعداد دانه در ردیف بلال معنی دار نبود (جدول 7).

جدول 7- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت دانه ای در سال های 1387 و 1388

Table 7- Combined ANOVA for different traits of foreign grain corn hybrids during 2008-2010

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته (cm) Height plant (cm)	طول بلال (cm) Length ear (cm)	قطر ساقه (mm) Stem diameter (mm)	تعداد برگ No. Leaf	تعداد روز از کاشت تا ظهور گل تاجی No. days planting to tasseling	تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل No. days planting to silking	رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Physiological maturity (day)
سال Year	1	202.81 ^{ns}	43.57 ^{ns}	273.38*	130.46**	515.7**	655.14**	2710.0**
تکرار/سال Year/Rep	4	654.63**	553.0*	23.81**	2.48**	8.7**	9.54**	21.12 ^{ns}
هیبرید Hybrid	17	541.32**	347.91 ^{ns}	3.87 ^{ns}	2.02**	9.03**	11.45**	29.47**
اثر متقابل Interaction	17	754.48**	517.06**	6.4*	0.97**	14.42**	15.89**	41.24**
خطا Error	68	107.87	210.14	2.98	0.38	1.82	2.44	9.17

^{ns}, *, ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.
ns, * and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

ادامه جدول 7

Table 7- Continue

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی DF	طول بلال (cm) Ear length (cm)	دانه در ردیف بلال No. kernel per rows	ردیف دانه در بلال No. rows per ear	وزن 300 دانه (g) 300-kernel weight (g)	چوب بلال (%) Cob (%)	عملکرد (ton/ha) Yield (t.ha ⁻¹)
سال Year	1	0.26 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.26 ^{ns}	10243.3*	217.43**	1.03 ^{ns}
تکرار/سال Year/Rep	4	1.84 ^{ns}	31.35*	0.9 ^{ns}	594.44**	7.31 ^{ns}	29.29**
هیبرید Hybrid	17	4.33**	31.87**	2.8**	125.53 ^{ns}	6.1 ^{ns}	6.09*
اثر متقابل Interaction	17	2.85*	13.11 ^{ns}	2.93**	137.8 ^{ns}	12.49 ^{ns}	8.97**
خطا Error	68	1.35	9.88	0.9	135.82	8.02	2.96

ns غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح 0/05 و 0/01.
ns, *, ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 8- همبستگی بین عملکرد و صفات مهم در هیبریدهای ذرت دانه ای

Table 8- Coefficient of correlation between yield and some of related traits on grain corn hybrid varieties

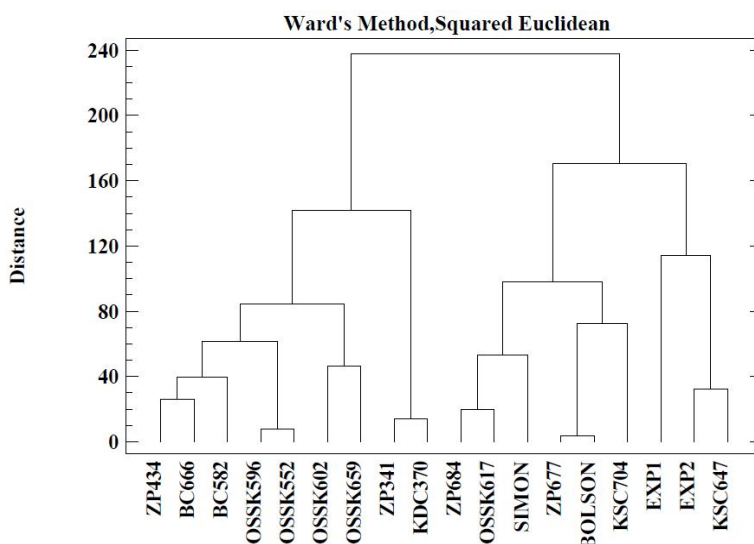
	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	ارتفاع بلال (cm) Ear height (cm)	قطر ساقه (mm) Stem diameter (mm)	کل برگ No. leaves	تعداد روز از کاشت تا ظهور گل تاجی Day to tasseling	تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل Day to silking
عملکرد دانه Grain yield	0.34 **	0.3 **	0.14 ^{ns}	0.22 *	0.12 ^{ns}	0.13 ^{ns}

ادامه جدول 8

Table 8- Continue

	رسیدن فیزیولوژیک Physiological maturity	طول بلال (cm) Ear length	دانه در ردیف بلال Kernel no./Row	ردیف دانه در بلال Row no./ Ear	وزن 300 دانه (g) 300-kernel weight	عمق دانه Kernel depth	درصد چوب بلال Cob %
عملکرد دانه Grain yield	0.26 **	0.19 *	0.26 **	0.07 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.4 **	-0.26 **

ns, ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

^{ns} and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.01$, respectively.

شکل 3- دندوگرام هیبریدهای ذرت به روش Ward's براساس اطلاعات بدست آمده از سالهای 1387-89

Fig 3- Dendrogram of corn hybrids by Ward's method based on 2008-2010 data.

ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، طول بلال و تعداد کل برگ گیاه دارد (جدول 8) که با نتایج واعظی و همکاران (Vaezi et al., 2000) مطابقت دارد.

نتیجه گیری

بررسی همبستگی براساس نتایج هر دو سال نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بوته،

عمق دانه مشاهده شد. پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال Z تجزیه خوشه ای با روش Ward's و با استفاده از اطلاعات بدست آمده از هر دو سال انجام گرفت (شکل 3). نتایج نشان داد که هیبریدها به چهار گروه مجزا تفکیک شدند.

همچنین مشاهده شد که صفت درصد چوب بلال بطور منفی با عملکرد همبسته می باشند. بنابراین اینگونه استنباط می شود که به دنبال افزایش درصد چوب بلال در هیبریدهای ذرت، عملکرد دانه بطور معنی داری کاهش می یابد که این موضوع امری بدیهی به نظر می رسد. بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه با صفت

منابع

- 1- Berglund, D.R., and Mc Williams, D.A. 2002. Corn Production for Grain and Sillage. North Dakota State University. NDSU Extension Service.
- 2- Dehghani, H., Sabaghnia, N., and Moghaddam, M. 2009. Interpretation of genotype-by-environment interaction for late maize hybrids' grain yield using a biplot method. Tubitak, Turk Journal Agriculture 33: 139-148.
- 3- Dudley, J.W. 1988. Evaluation of maize populations as source of favorable alleles. Crop Science 28:486-491.
- 4- Dwyer, L.M., Hamilton, R.I., Hayhoe, H.N., and Royds, W. 1991. Analysis of biological traits contributing to grain yield of short- to mid- season corn (*Zea mays* L.) hybrids. Canadian Journal of Plant Science 71: 535- 541.
- 5- Esmaili, A., Dehghani, H., and Khavari Khorasani, S. 2002. Path analysis and correlation coefficient of yield and related traits on line by tester progeny of early mature grain corn hybrids. The 7th National Iranian Agronomy and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran. (In Persian)
- 6- Fraser, J., and Eaton, G.W. 1983. Applications of yield component analysis to crop research. Field Crop Abstract 36: 787-797.
- 7- Giauffret, J., Lothrop, D., Dorvillez, B., Gouesnard, M., and Derieux, M. 2000. Genotype×environment interactions in maize hybrids from temperate or highland tropical origin. Crop Science 40: 1004-1012.
- 8- Golbashy, M., Shoa Hosseini, M., Khavari Khorasani, S., Farsi, M., and Zarabi, M. 2009. Effect of drought stress on Yield, Yield Components, Morphological Traits of Single Cross and Three Way Cross of Corn. Abstract book of the National Conferences on Consumption Pattern Reforms in Agriculture and Natural Resources. P: 225
- 9- Goodman, M.M. 1985. Exotic maize germplasm: Status, prospects, and remedies. Iowa State Journal Research 59: 497-527.
- 10- Kang, M.S., and Martin, F.A. 1987. A review of interaction aspects of genotype environmental interactions and practical suggestions for sugarcane breeders. Journal of American Society of Sugarcane Technology 9: 36-38.
- 11- Khavari khorasani, S. 2009. The corn Handbook. Golami Publication, Tehran, Iran.
- 12- Magari, R. and Kang, M. S. 1997. SAS-STABLE: stability analyses of balances and unbalanced data. Agronomy Journal 89: 929-932.
- 13- Romagosa, I., and Fox, P.N. 1993. Gnotype ×environment interaction and adaptation. In: M.D. Hayward, Bosemark, N.O., and Romagosa, I., eds. Plant Breeding: Principles and Prospectes, p. 373-390. London, Chapman & Hall.
- 14- Ron Parra, J., and Hallauer, A.R. 1997. Utilization of exotic maize germplasm. Plant Breeding Review 14: 165-187.
- 15- Sadrabadi, R., Marashi, H., and Nasiri, M. 2002. Principles of cultivar development. Vol 1. Theory and technique. Ferdosi University of Mashhad Publication No. 202. 538 p.
- 16- Shoa Hosseini, M.M., Golbashy, M., Farsi, S., Khavari Khorasani and M., Ashofteh Beiragi. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. Aslamic Azad University, Khozestan Sciences and Research Branch. P: 72. (In Persian)
- 17- Simic, D., Presterl, T., Seitz, G., and Geiger, H.H. 2003. Corn paring methods for integrating exotic germplasm into European forage maize breeding programs. Crop Science 43: 1952-1959.
- 18- Tigerstedt, P.M.A. 1994. Adaptation, variation and selection in marginal areas. Euphytica 77: 171-174.
- 19- Vaezi, SH., Abd Mishani, C., Yazdi Samadi, B., and Bihamta, M.R. 2000. Correlation and path analysis of grain yield and its components in maize. Iranian Journal of Agricultural Science Vol, 31(1): 71-83. (In persian)
- 20- Wellhausen, E.J. 1965. Exotic germplasm for improvement of corn belt maize. Proc. Annu. Corn Sorghum. Research Conference 35: 234-249.
- 21- Willman, M.R., Below, F.E., Lambert, R.J., Howey, A.E., and Mies, D.W. 1987. Plant traits related to productivity of maize. II. Development of multiple trait models. Crop Science 1122-1126.
- 22- Zeinali, H., Nasrabadi, Hossein Zade, A.H., Chogan, R., and Sabokdast, M. 2005. Factor analysis in grain corn hybrids. Journal of Iranian Agricultural Science 36(4): 895-902. (In Persian with English Summary)



تأثیر محدودیت رطوبتی بر عملکرد و توزیع ماده خشک بین اندام‌های هوایی و ریشه تک بوته ژنوتیپ‌های تریتیکاله (*Triticosecale*×*Wittmack*) تحت شرایط کنترل شده

حمید رضا خزاعی¹، احمد نظامی¹ و کوروش شجاعی نوفرست²*

تاریخ دریافت: 89/1/20

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

به منظور بررسی اثرات محدودیت رطوبتی بر عملکرد و توزیع ماده خشک بین اندام‌های هوایی و ریشه ژنوتیپ‌های تریتیکاله (*Triticosecale*×*Wittmack*)، این آزمایش در سال 1388 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل میزان رطوبت قابل دسترس خاک در دو سطح شاهد و تنش (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه 50 و 75 درصد رطوبت قابل استفاده در منطقه ریشه) و چهار ژنوتیپ تریتیکاله (ET-82-15، ET-82-17، Junillo-92 و ET-79-17) بودند که به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که تیمار محدودیت رطوبتی سبب کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/01$) عملکرد دانه به مقدار 32 درصد شد، اما اثر ژنوتیپ و اثر متقابل تیمارها تأثیر معنی‌داری در عملکرد نداشتند. وزن خشک کل اندام‌های هوایی، وزن خشک ساقه و برگ و نیز سنبله با اعمال تیمار محدودیت رطوبتی کاهش یافتند. اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/01$) عمق نفوذ ریشه گردید، بطوریکه تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 16 درصد کاهش در عمق نفوذ ریشه شد. همچنین ژنوتیپ و برهمکنش محدودیت رطوبتی ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری (به ترتیب $P \leq 0/05$ و $P \leq 0/01$) بر عمق نفوذ ریشه داشتند. وزن خشک ریشه تحت تأثیر تیمارهای محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ قرار گرفت ($P \leq 0/01$) اما اثر متقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی این صفت معنی‌دار نبود. اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 46 درصد کاهش در وزن خشک ریشه گردید. سطح کل ریشه نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آنها قرار گرفت. نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌های هوایی تحت تأثیر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی قرار گرفت ($P \leq 0/01$)، اما تیمار محدودیت رطوبتی بر این صفات اثر معنی‌دار آماری نداشت. در نهایت نتایج نشان داد که ژنوتیپ ET-82-8 ضمن اینکه از خصوصیات رشدی بهتری در شرایط محدودیت رطوبتی برخوردار بود، شاخص حساسیت به تنش (DSI) کمتری نیز داشت که نشان‌دهنده حساسیت کمتر و احتمالاً پایداری بیشتر عملکرد این رقم در شرایط محدودیت رطوبتی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایداری، رشد ریشه، شاخص حساسیت به تنش، نسبت ریشه به ساقه

مقدمه

شرایط بیولوژیکی بسیار مشکل است زیرا شرایطی که برای یک گیاه تنش‌زا می‌باشد، ممکن است برای گیاه دیگری شرایط مطلوب باشد. کاربردی‌ترین تعریف برای تنش در شرایط بیولوژیکی را «نیروی مخالف یا شرایطی که باعث محدود شدن فعالیت‌های طبیعی و حیات مطلوب یک سیستم بیولوژیکی نظیر گیاه شود» دانسته‌اند (Jones & Gregory, 1989; Mahajan & Tuteja, 2005).

محدودیت رطوبتی زمانی ایجاد می‌شود که میزان جذب آب کمتر از میزان تعرق باشد. محدودیت رطوبتی می‌تواند بر رشد، مورفولوژی، انشعاب‌دهی و روابط همزیستی ریشه تأثیر داشته باشد (Gregory, 2006). میزان حساسیت ریشه و اندام‌های هوایی به تنش خشکی متفاوت است. اندام‌های هوایی حساسیت بیشتری به محدودیت

حیات همواره پهنه‌کنش‌ها و واکنش‌های متقابل میان اجزای زنده و غیر زنده می‌باشد. گیاهان به عنوان تولیدکنندگان عرصه حیات، نقشی اساسی در بقاء و پایداری جوامع زیستی دارند. رشد و تولید گیاهان همواره تحت تأثیر عوامل مختلف زنده و غیرزنده بوده که این عوامل به گونه‌ای مثبت یا منفی، رشد، تولید و بقاء گیاهان و در نتیجه جوامع زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. تعریف تنش در

1 و 2 به ترتیب - به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول: Email: koshojaei@yahoo.com

شرایطی که گیاهان به طور مطلوب هم آبیاری شده اند، وقتی آبسیسک اسید به گیاه اضافه می شود سبب محدود نمودن رشد می گردد (Sharp, 2002).

در ارتباط با عملکرد گیاه تعادل میان منبع و مقصد تعیین کننده است. ظرفیت مخزن در طی رشد سنبله جوان (مرحله سنبلچه انتهایی تا ظهور بساک) تعیین می شود. طی این مرحله منبع و مخزن محدود کننده عملکرد هستند (Slafer & Rawson, 1994). مواد لازم برای پرشدن دانه غلات از سه منبع تامین می شود: فتوسنتز جاری مواد در برگ ها و ساقه ها، انتقال کربوهیدرات ها و ترکیبات حاوی ازت ذخیره شده در اندام ها و فتوسنتز سنبله. تحت شرایط محدودیت رطوبت نیز مخزن و منبع محدود می شوند. تولید مواد فتوسنتزی جدید به دلیل کاهش تبادل روزنه های برگ در شرایط محدودیت رطوبت محدود می شود (Bradford & Hsiao, 1982). گیاهان تحت تنش آبی برای اجتناب از پسابیدگی و پژمردگی اقدام به تنظیم اسمزی از طریق افزایش میزان مواد محلول می کنند، که شرکت قندها و اسید های آمینه در تنظیم اسمزی سبب ایجاد رقابت بین فرایندهای تنظیم اسمزی و دانه های در حال رشد می شود (Plaut, 1989; Wyn Jones & Gorham, 1983). در شرایط بدون محدودیت رطوبتی سهم اندام های رویشی در پر شدن دانه ها بسیار مهم است. معذالک در گیاهان تحت محدودیت رطوبتی، ماده خشک ذخیره شده در اندام های رویشی دارای محدودیت بوده و احتمالاً جهت تنظیم اسمزی بکار خواهند رفت. ظرفیت مخزن از طریق تعداد دانه در واحد سطح تعیین می شود. کاهش ظرفیت فتوسنتزی تحت تاثیر محدودیت رطوبتی، کاهش اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله در حال رشد و در نتیجه کاهش ظرفیت مخزن را به دنبال خواهد داشت. اصلاح در جهت عملکرد بالا و به حداقل رساندن رقابت موجود بین اندام های رویشی و دانه ها می تواند در افزایش تحمل به خشکی ارقام نقش زیاد داشته باشد (Plaut et al., 2004). اثر تنش خشکی بر محصولات غلات را می توان در ارتباط با اثر آن بر اجزاء عملکرد تجزیه و تحلیل کرد (Royo & Blanco, 1998) که بسته به شدت تنش و مرحله نموی که تنش اتفاق می افتد، اهمیت هر یک از آنها را می توان متفاوت فرض کرد (Giunta et al., 1993). تعداد سنبله بارور در واحد سطح، تحت تاثیر شرایط مرحله کاشت تا ظهور سنبله بوده و بستگی به ژنوتیپ، مدیریت و شرایط محیطی دارد. تعداد سنبلچه در سنبله تحت تاثیر تنش های پس از مرحله سنبلچه انتهایی قرار دارد، تعداد دانه در واحد سطح تحت تاثیر اتفاقاتی است که می توانند تا مرحله ظهور بساک تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد سنبله بارور در گیاه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله را تحت تاثیر قرار دهند. وزن هزار دانه نیز تحت تاثیر تنش ها در مرحله پر شدن دانه می باشد (Fischer & Maurer, 1978). هدف از این تحقیق بررسی چگونگی پاسخ ژنوتیپ های مختلف

رطوبتی دارند و محدودیت نموی گیاه در اثر کمبود رطوبت خاک در قسمت های هوایی زودتر اتفاق می افتد (Gowing et al., 1990; Sharp & Lenoble, 2002; Sharp & Davies, 1989).

به نظر می رسد که تربیتکاله (*Triticosecale*×*Wittmack*) جایگزین خوبی برای غلات به خصوص گندم نان در شرایط محیطی نامناسب و یا در سیستم های کم نهاده باشد (Campuzano et al., 2006; Ereku & Kohn, 2008). تربیتکاله یک گونه جدید غله می باشد که به وسیله انسان و از ترکیب ژنوم های گندم (*Triticum aestivum* L.) و چاودار (*Secale cereale* L.) به وجود آمده است. این گیاه تطابق خوبی در محدوده وسیعی از شرایط توام با تنگناهای محیطی (خشکی، بیماریهای برگ، سرما و محدودیت حاصلخیزی) در مناطق نیمه خشک دارد (Grzesiak et al., 2003; Naylor & Su, 1998). تربیتکاله در مقایسه با سایر گونه های گیاهی جزء محصولات نیمه حساس به خشکی خاک محسوب می شود (Grzesiak et al., 2003; Naylor & Su, 1998). گزارش ها حاکی از برتری نسبی تربیتکاله نسبت به گندم تحت شرایط تنش رطوبتی به علت ظهور زودتر سنبله ها، توانایی بیشتر سیستم ریشه های تربیتکاله در جذب آب و درصد بیشتر انتقال مجدد مواد ذخیره ای به دانه می باشد (Guinta et al., 1993; Fetel, 1993).

سیستم ریشه در غلات بر اساس زاویه انشعابات ریشه و توزیع آنها در افق های خاک، به دو نوع تقسیم می شود. نوع اول سیستم ریشه ای متراکم است که در آن تعداد زیاد ریشه های گره ای متراکم وجود دارد. در نوع دوم که سیستم پراکنده نام دارد، تعداد ریشه های گره ای کم اما طول آنها زیاد است. ذرت دارای سیستم ریشه ای پراکنده و تربیتکاله دارای سیستم ریشه ای متراکم است (Ahmad et al., 2003).

رشد اندام های هوایی در مقایسه با رشد ریشه به خشک شدن خاک حساس تر است (Sharp & Davis, 1989) و ممکن است قبل از گسترش کمبود پتانسیل آب به بخش های هوایی گیاه رشد آن متوقف شود (Gowing et al., 1990). این عکس العمل به تنش محدودیت رطوبتی ناشی از عمل علائم تنظیم کننده غیر آبی است که از ریشه های در معرض خشکی خاک صادر می شوند. با این حال، سیستم ریشه در همین شرایط میزان پتانسیل آب اندام های هوایی را در حد کفایت تامین می کند. در چنین شرایطی آبسیسک اسید آزاد شده از ریشه فرمان توقف رشد اندام های هوایی را صادر می کند. با این حال شواهد قطعی در این مورد وجود ندارد. تحقیقات اخیر روی موتانت های فاقد آبسیسک اسید نشان داده است که آبسیسک اسید داخلی ممکن است به جای توقف رشد، سبب تامین رشد اندام های هوایی گردد. به دو دلیل نقش آبسیسک اسید را در شرایط تنش خشکی با اهمیت است، اول، در شرایط محدودیت آب آبسیسک اسید هم در ریشه و هم در اندام های هوایی تجمع می یابد و دوم اینکه، حتی در

تریتیکاله تحت شرایط تنش و عدم تنش خشکی و بررسی چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های هوایی و ریشه‌ها بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال 1388 در گلخانه تحقیقاتی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل: میزان رطوبت قابل دسترس خاک در دو سطح عدم محدودیت رطوبتی و محدودیت رطوبتی (به ترتیب آبیاری پس از تخلیه 50 و 75 درصد رطوبت قابل استفاده خاک در منطقه ریشه) و چهار ژنوتیپ تریتیکاله شامل سه لاین امید بخش ET-82-8، ET-82-15، ET-79-17 به همراه رقم رایج Junillo-92 بودند. بذرها را هر ژنوتیپ پس از ضدعفونی و تعیین قوه نامیه در داخل سینی نشاء کشت شده و گیاهچه‌های دو برگی به داخل بستر آماده شده در لوله‌های پلاستیکی با قطر دهانه 90 میلی متر و ارتفاع 1000 میلی‌متر که با خاکی لومی پر شده بودند، کشت شد. جهت ثبات و پایداری لوله‌ها و نیز ممانعت از نفوذ نور و سبز شدن ریشه، هر یک از لوله‌ها در لوله‌هایی از جنس پلی اتیلن سیاه رنگ قرار گرفتند. درصد رطوبت نمونه خاک در شرایط ظرفیت زراعی توسط دستگاه صفحات فشاری تعیین شد. گیاهان مربوط به تیمار عدم محدودیت رطوبتی پس از رسیدن رطوبت خاک لوله به 50 درصد ظرفیت زراعی (پس از تخلیه 50 درصد آب موجود در خاک در ظرفیت زراعی) و تیمارهای محدودیت رطوبتی پس از رسیدن رطوبت وزنی خاک به 25 درصد ظرفیت زراعی (پس از تخلیه 75 درصد آب موجود در خاک در ظرفیت زراعی)، به نحوی آبیاری شدند که خاک هر لوله در محدوده عمق توسعه ریشه به ظرفیت زراعی برسد، به این ترتیب فاصله بین دو آبیاری در تیمار محدودیت رطوبتی بیشتر از تیمار عدم محدودیت رطوبتی بود. در زمان رسیدگی محصول، ابتدا تعداد پنجه و ارتفاع گیاه‌ها اندازه‌گیری و سپس قسمت هوایی گیاه از سطح خاک قطع شد و عملکرد و اجزای عملکرد دانه تک بوته، وزن خشک اندام‌های هوایی به تفکیک ساقه و برگ، سنبله و دانه برای هر پنجه به طور مجزا اندازه‌گیری شدند. به دلیل طولانی بودن مراحل شستشوی ریشه‌ها و نیز به منظور کاهش تغییرات ریشه‌ها ناشی از فعالیت میکروارگانیسم‌ها و حذف بخش هوایی، ریشه‌ها به همراه خاک به سردخانه با دمای چهار درجه متقل شدند. برای جدا کردن ریشه از خاک، ابتدا کیسه پلاستیکی را از درون لوله‌ی رشد خارج کرده و پس از برش طولی در حالی که بر روی تور سیمی و درون تشت آب قرار داشت ریشه‌ها با آب جاری و به آرامی از خاک جدا شد تا به این ترتیب آسیب کمتری به ریشه‌ها و آرایش آن وارد شود. پس از رنگ‌آمیزی با ماده شیمیایی متیلن بلو با استفاده از دستگاه اسکنر کامپیوتری ریشه و نرم افزار

Delta T-scan سطح کل، طول تجمعی ریشه و قطر ریشه تعیین شدند. وزن خشک ریشه‌ها نیز پس از قرار گرفتن آنها به مدت 48 ساعت در آون تهویه دار با دمای 75 درجه توسط ترازوی دیجیتالی تعیین گردید. برای تعیین شاخص حساسیت به تنش خشکی (DSI)¹، ابتدا شدت سختی محیط (ESI)² با استفاده از معادله (1) محاسبه شد.

$$D = 1 - \frac{Y_d}{Y_p} \quad (1)$$

که در آن ESI: شدت سختی محیط، Y_d : متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش، Y_p : متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط عدم تنش می‌باشند. سپس با استفاده از معادله (2) شاخص حساسیت به تنش محاسبه گردید.

$$DSI = (1 - \frac{Y_{di}}{Y_{pi}}) / ESI \quad (2)$$

که در آن DSI شاخص حساسیت به تنش خشکی، Y_{di} : عملکرد واریته i در شرایط تنش و Y_{pi} : عملکرد واریته i در شرایط عدم تنش می‌باشد (Fischer & Maurer, 1973). داده‌های به دست آمده برای هر یک از صفات، با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن انجام شد. جهت مرتب کردن داده‌ها و رسم نمودارها نیز از برنامه کامپیوتری Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت اثر تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمار محدودیت رطوبتی سبب کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/01$) عملکرد دانه به مقدار بیش از 30 درصد شده است (جدول 1)، اما ژنوتیپ و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری نداشتند. بنظر می‌رسد که عدم مشاهده تفاوت آماری در عملکرد ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به دلیل انتخاب ژنوتیپ‌های آزمایشی از میان لاین‌های امید بخش حاصل از آزمایش‌های مقایسه عملکرد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و پتانسیل عملکرد بالای تمامی ژنوتیپ‌ها باشد. محققین دیگر 42 درصد کاهش در عملکرد دانه تریتیکاله تحت شرایط تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (Royo & Blanco, 1998).

اثر تیمار محدودیت رطوبتی و اثر متقابل محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ بر تعداد کل دانه در بوته معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود. اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 41 درصد کاهش در تعداد دانه

اما تحت شرایط محدودیت رطوبتی تعداد دانه در سنبله‌های ژنوتیپ ET-82-15 به مقدار بیشتری تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش بیشتری یافت به طوری که این رقم تحت شرایط محدودیت رطوبتی حدود 35 درصد نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی کاهش نشان داد، اما تعداد دانه در سنبله سایر ژنوتیپ‌ها تحت تاثیر محدودیت رطوبتی و عدم محدودیت رطوبتی تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند (جدول 1). وزن 100 دانه تنها تحت تاثیر تیمار محدودیت رطوبتی قرار گرفت ($P < 0/05$) و اثر ژنوتیپ و اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 1).

جدول 3 نشان دهنده میانگین شاخص حساسیت به تنش (DSI) در ژنوتیپ‌های مختلف است. با توجه به اینکه مقدار DSI کمتر نشان دهنده حساسیت کمتر یک ژنوتیپ به تنش خشکی است (Ahmad et al., 2003)، بنابراین حساسیت ژنوتیپ‌های ET-82-8 و 92-Juanillo نسبت به خشکی تحت شرایط این آزمایش کمتر است. همچنین از آنجا که DSI کمتر نشان دهنده تغییرات کمتر عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم تنش است (Ahmad et al., 2003)، احتمال داده می‌شود که اگر ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش در شرایط مزرعه‌ای مقایسه شوند، پایداری عملکرد دو ژنوتیپ ET-82-8 و 92-Juanillo در شرایط محدودیت رطوبت بیشتر از دو ژنوتیپ دیگر باشد.

گردید. در شرایط عدم محدودیت رطوبتی تعداد دانه تولید شده در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌دار آماری نداشتند اما تحت شرایط محدودیت رطوبتی ژنوتیپ ET-82-8 بیشترین و ژنوتیپ ET-82-15 کمترین تعداد دانه در گیاه را تولید کردند (جدول 2). تعداد کل پنجه‌های تولید شده تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($P \leq 0/05$)، اما اثر متقابل تیمارها تاثیر معنی‌دار آماری بر این صفت نداشت. اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 17 درصد کاهش در تعداد کل پنجه‌های تولید شده در گیاهان گردید. همچنین بیشترین تعداد پنجه را ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-82-8 و کمترین تعداد پنجه را ژنوتیپ‌های ET-79-17 و 92-Juanillo تولید کردند (جدول 1).

محدودیت رطوبتی تاثیر معنی‌دار آماری ($P < 0/01$) در تعداد پنجه‌های بارور داشت، به طوری که تعداد پنجه‌های بارور را حدود 18 درصد کاهش داد (جدول 2). این در حالی است که اثر ژنوتیپ و اثر متقابل محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ نیز بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 1). تعداد دانه در سنبله نیز تحت تاثیر تیمار محدودیت رطوبتی و اثرات متقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی قرار گرفت (به ترتیب $P < 0/05$ و $P < 0/01$).

اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 9 درصد کاهش در تعداد دانه در سنبله گردید. همچنین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط عدم محدودیت رطوبتی فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بودند.

جدول 1- میانگین مربعات عملکرد و اجزاء عملکرد تک بوته ژنوتیپ‌های تریتیکاله تحت تیمارهای آبیاری

Table 1- Means of squares for yield and yield components of triticale genotypes under irrigations treatments

منابع تغییر source of variations	درجه آزادی DF	عملکرد دانه (گرم در گیاه) Grain yield (g/plant)	تعداد دانه در گیاه No. Grains per plant	تعداد پنجه در گیاه No. Tillers per plant	تعداد پنجه بارور در گیاه No. Fertile tiller per plant	تعداد دانه در سنبله No. Grains per picule	وزن 100 دانه (گرم) 100-grain weight (g)
تکرار Replication	3	0.4 ^{ns}	1138.8 ^{**}	4.7 ^{**}	2.1 [*]	148.9 ^{**}	0.1 ^{ns}
آبیاری Irrigation	1	3.5 ^{**}	10397.1 ^{**}	2.5 [*]	20.2 ^{**}	48.0 [*]	3.6 [*]
ژنوتیپ Genotype	3	0.3 ^{ns}	161.2 ^{ns}	1.0 [*]	0.95 ^{ns}	7.4 ^{ns}	1.3 ^{ns}
آبیاری × ژنوتیپ × Irrigation Genotype	3	0.1 ^{ns}	586.9 ^{**}	0.49 ^{ns}	0.27 ^{ns}	70.7 ^{**}	1.0 ^{ns}
خطا Error	21	0.1	101.2	0.34	0.60	9.7	0.19
C.V.(%)		20.4	14.4	19.3	25.6	11.4	17.0

ns, *, ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

^{ns}, * and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 2- نتایج مقایسه میانگین عملکرد و اجزاء عملکرد ژنوتیپ های تریتیکاله تحت تیمارهای آبیاری

Table 2- Results of means comparison for yield and yield components of triticale genotypes under irrigations treatments

وزن 100 دانه (گرم) 100-grain weight (g)	تعداد دانه در سنبله No. Grains per picule	تعداد پنجه بارور در گیاه No. Fertile tiller per plant	تعداد پنجه در گیاه No. Tillers per plant	تعداد دانه در گیاه No. Grains per plant	عملکرد دانه (گرم در گیاه) Grain yield (g/plant)	تیمار Treatment
عدم محدودیت						
2.43 a	28.52 a	3.31 a	3.32 a	87.97 a	2.14 A*	رطوبتی Non Moisture limitation
2.74 b	26.07 b	2.72 b	2.76 b	87.97 a	1.48 b	محدودیت رطوبتی Moisture limitation
2.42 a	25.92 a	2.19 a	3.50 a	67.42 a	1.82 a	ژنوتیپ ET-82-15
2.47 a	28.09 a	2.75 a	3.15 ab	72.76 a	1.73 a	ET-82-8
2.62 a	27.38 a	2.25 a	2.77 b	65.00 a	1.62 a	ET-79-17
2.82 a	27.78 a	2.87 a	2.75 b	74.60 a	2.06 a	Juanillo-92
2.51 a	31.38 a	3.25 a	3.50 a	92.50 a	2.27 a	عدم محدودیت ET-82-15
2.23 a	26.70 ab	3.50 a	3.30 a	78.37 ab	1.93 a	رطوبتی ET-82-8
2.39 a	28.25 a	3.00 a	3.25 a	84.75 ab	2.04 a	Non Moisture ET-79-17
2.60 a	27.74 a	3.50 a	3.25 a	96.27 a	2.32 a	limitation Juanillo-92
2.34 a	20.46 b	1.41 a	3.50 a	42.35 d	1.37 a	محدودیت رطوبتی ET-82-15
2.71 a	29.48 a	2.00 a	3.00 a	67.15 bc	1.53 a	Moisture ET-82-8
2.86 a	26.52 ab	1.50 a	2.30 a	45.25 d	1.19 a	limitation ET-79-17
2.05 a	27.81 a	2.25 a	2.25 a	52.93 cd	1.81 a	Juanillo-92

* در هر ستون برای هر عامل آزمایشی، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means within columns for each factor with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test

جدول 3- میانگین شاخص حساسیت به تنش ژنوتیپ های تریتیکاله تحت تیمار تنش

Table 3- Means of drought susceptibility index of triticale genotypes under stress treatment.

ژنوتیپ Genotype	شاخص حساسیت به تنش (DSI)
ET-79-17	1.44
ET-82-15	1.36
Juanillo-92	0.72
ET-82-8	0.65

محدودیت رطوبتی در مرحله رشد رویشی گیاه از طریق کاهش اختصاص مواد پرورده مورد نیاز به سنبله ها، باعث کاهش تعداد سنبله های بارور و تعداد دانه در گیاه شده باشد. کرینزر و همکاران (Krenzer *et al.*, 1991) نیز گزارش کردند که محدودیت رطوبتی از طریق کاهش اختصاص مواد پرورده به سنبله ها، سبب کاهش تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در گیاه و در واحد سطح می شود. کاهش تعداد دانه در واحد سطح تحت شرایط محدودیت رطوبتی در مراحل مختلف نمو توسط سایرین نیز گزارش شده است (Robertson & Giunta, 1994)، این محققین کاهش تعداد سنبله بارور در واحد سطح را عامل اصلی کاهش تعداد دانه عنوان کردند. از طرف دیگر حساسیت بیشتر مرحله سنبله چاه انتهایی تا ظهور بوساک به محدودیت رطوبتی که در طی آن تعداد پنجه های بارور و تعداد دانه در سنبله که در نهایت تعداد دانه در واحد سطح را تولید خواهند کرد (در حال شکل گرفتن هستند، می تواند سبب کاهش تعداد پنجه بارور در واحد سطح و به تبع آن تعداد دانه در واحد گیاه و در واحد سطح گردد (Garcia Del

تعداد دانه در واحد سطح توسط تعداد پنجه های بارور در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله تعیین می شود. قابلیت دسترسی به مواد پرورده برای سنبله های در حال رشد، قبل از ظهور بوساک و اختصاص مواد بیشتری به سنبله ها در این مرحله نشان دهنده نسبت بالاتر سنبله به ساقه در این مرحله و در نتیجه مقدار بیشتر گلچه های بارور و دانه می باشد (Kafi *et al.*, 2005)، لذا به نظر می رسد که اعمال

(Moral et al., 2005). در این ارتباط گزارش شده است که محدودیت رطوبتی به لحاظ افزایش درجه حرارت سایه انداز گیاهی سبب کوتاه شدن دوره سنبله انتهایی تا ظهور بساک می گردد و کاهش این دوره می تواند سبب کاهش تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله گردد (Campuzano et al., 2008). در آزمایش گارسیا دل مورال و همکاران (Garcia Del Moral et al., 2005) گزارش شد که تمامی اجزاء عملکرد دانه گندم دوروم تحت شرایط محدودیت رطوبتی کاهش می یابد، در آزمایش این محققان در شرایط عدم محدودیت رطوبتی، تمامی اجزاء اولیه عملکرد شامل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه، در تولید عملکرد دانه سهم مساوی داشتند. اما در شرایط محدودیت رطوبتی بیشترین جزء تعیین کننده عملکرد دانه تعداد سنبله در واحد سطح (تعداد پنجه بارور در واحد سطح) بود.

به طور کلی مشاهده شد که گرچه ژنوتیپ های مورد بررسی در ارتباط با عملکرد و اجزاء عملکرد، تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی اختلافات زیادی را نشان ندادند، اما با اعمال تیمارهای محدودیت رطوبتی باختلاف میان ژنوتیپ ها افزایش یافته و ژنوتیپ 8-ET-82 در اغلب موارد کمتر تحت تاثیر شرایط نامطلوب ناشی از محدودیت رطوبتی قرار گرفته است. ضمن اینکه شاخص حساسیت به تنش پایین این ژنوتیپ نیز تایید کننده این مطلب است. به هر حال به نظر می رسد که در صورت افزایش شدت محدودیت رطوبتی و یا تغییر مرحله اعمال محدودیت رطوبتی اختلاف میان ژنوتیپ های مورد

بررسی بیشتر گردد.

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیکی تحت اثر تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمار محدودیت رطوبتی سبب کاهش معنی دار ($P \leq 0/01$) عملکرد بیولوژیکی به مقدار حدود 38 درصد نسبت به تیمار عدم محدودیت رطوبتی شد (جدول 4). تفاوت عملکرد بیولوژیکی ژنوتیپ ها نیز معنی دار ($P < 0/01$) بود، به نحوی که ژنوتیپ های 15-ET-82 بیشترین و ژنوتیپ های 8-ET-82 و 17-ET-79 کمترین عملکرد بیولوژیکی را تولید کردند. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نیز سبب ایجاد اختلاف معنی دار آماری ($P < 0/01$) در عملکرد بیولوژیکی گردید، به طوری که ژنوتیپ 15-ET-82 در شرایط عدم محدودیت رطوبتی بیشترین و ژنوتیپ 17-ET-79 در شرایط محدودیت رطوبتی کمترین عملکرد بیولوژیکی را تولید کردند. ژنوتیپ 8-ET-82 با حدود 15 درصد و ژنوتیپ های 15-ET-82 و 17-ET-79 با بیش از 48 درصد به ترتیب کمترین و بیشترین کاهش عملکرد بیولوژیکی در شرایط محدودیت رطوبتی نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی را نشان دادند (جدول 5). در این ارتباط نیز مشاهده می شود که گرچه ژنوتیپ 8-ET-82 تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی از عملکرد بیولوژیکی کمتری برخوردار بوده اما تحت تاثیر محدودیت رطوبتی، به مقدار بیشتری توانایی حفظ عملکرد بیولوژیکی خود را داشته است.

جدول 4- میانگین مربعات صفات اندام های هوایی ژنوتیپ های تریتیکاله تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

Table 4- Mean of squares for underground traits of triticale genotypes under irrigations treatments.

منابع تغییر source of variations	درجه آزادی DF	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن خشک (گرم در گیاه) Dry weight (g/plant)			ارتفاع گیاه Plant height
				کل اندام هوایی Total above ground organs	ساقه و برگ Stem & leaf	سنبله Spike	
تکرار Replication	3	2.6**	63.35**	2.0**	0.76**	0.48*	172.4**
آبیاری Irrigation	1	45.3**	65.92**	40.1**	11.5**	7.8**	318.8**
ژنوتیپ Genotype	3	8.0**	1299.9**	6.0**	3.5**	0.1 ^{ns}	480.5**
ژنوتیپ × آبیاری Irrigation* Genotype	3	3.6**	197.0**	2.3**	1.0**	0.7**	25.7 ^{ns}
خطا Error	21	0.33	38.51	0.38	0.07	0.14	36.09
C.V.(%)		11.6	16.7	13.2	12.8	14.4	9

^{ns}, *, ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

^{ns}, * and ** are non- significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

شاخص برداشت نیز تحت تاثیر محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ و اثر متقابل میان آنها قرار گرفت ($P \leq 0/01$) (جدول 4). تیمار محدودیت رطوبتی سبب افزایش شاخص برداشت به مقدار بیش از 8 درصد گردید. ژنوتیپ ET-79-17 با 41/8 درصد و ژنوتیپ ET-82-15 با 26/3 درصد به ترتیب بیشترین و کمترین متوسط شاخص برداشت را داشتند (جدول 5). همچنین در بررسی اثر متقابل میان تیمارها مشاهده شد که رقم Juanillo-92 و ژنوتیپ ET-79-17 تحت شرایط محدودیت رطوبتی بیشترین و ژنوتیپ ET-82-15 تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی کمترین شاخص برداشت را نشان دادند (جدول 5).

همانطور که قبلاً نیز نشان داده شد عملکرد اقتصادی (عملکرد دانه) تحت شرایط محدودیت رطوبتی حدود 30 درصد کاهش داشت (جدول 2)، از طرفی میزان کاهش عملکرد بیولوژیکی تحت شرایط

محدودیت رطوبتی حدود 38 درصد بود. بنابراین ملاحظه می شود که اثرات محدودیت رطوبتی بر عملکرد بیولوژیکی بیشتر از عملکرد اقتصادی بوده و لذا شاخص برداشت که نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی می باشد، تحت این شرایط افزایش نشان داده است.

نتایج تجزیه واریانس تغییرات وزن خشک کل اندامهای هوایی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی نشان داد که کاهش رطوبت قابل دسترس خاک به طور معنی داری ($P \leq 0/01$) سبب کاهش وزن خشک کل اندامهای هوایی گردید (جدول 4). به طوری که آبیاری پس از تخلیه 75 درصد رطوبت قابل دسترس خاک نسبت به آبیاری پس از تخلیه 50 درصد رطوبت قابل دسترس خاک، باعث حدود 40 درصدی وزن خشک کل اندامهای هوایی گردید (جدول 5).

جدول 5- میانگین مربعات صفات اندامهای هوایی ژنوتیپهای تریتیکاله تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

Table 5-Results of means comparison for underground trails of triticale genotypes under irrigations treatments

تیمار Treatment	عملکرد بیولوژیکی (گرم در گیاه) Biological yield (g. plant ⁻¹)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن خشک (گرم در گیاه) Dry weight (gplant ⁻¹)			ارتفاع گیاه (سانتی متر) plant height (cm)	
			کل اندام هوایی Total Above- ground organ	ساقه و برگ stem & leaf	سنبله (با دانه) Spike (with grain)		
آبیاری Irrigation	عدم محدودیت						
	رطوبتی Non Moisture limitation	6.1a *	35.8 b	5.8 a	2.6 a	3.1 a	70.7 a
	محدودیت رطوبتی Moisture limitation	3.8 b	38.7 a	3.5 b	1.4 b	2.1 b	64.3 b
ژنوتیپ Genotype	ET-82-15	6.3 a	26.3 c	5.8a	2.9 a	2.7 a	73.6 a
	ET-82-8	4.2 c	41.3 ab	4.1 bc	1.6 c	2.5 a	61.9 b
	ET-79-17	4.1 c	41.8 a	3.8 c	1.4 c	2.5 a	59.8 b
	Juanillo-92	5.2 b	39.5 b	4.9 b	2.1 b	2.6 a	74.7 a
عدم محدودیت رطوبتی Non Moisture limitation	ET-82-15	8.3 a	28.3 e	3.9 a	3.9 a	3.5 a	77.3 a
	ET-82-8	4.6 cd	40.3 c	1.8 cd	1.8 cd	2.8 abc	63.3 b
	ET-79-17	5.4 bc	39.9 c	1.8 cd	1.8 cd	3.2 ab	62.0 b
	Juanillo-92	6.3 b	34.6 d	2.9 b	2.9 b	2.8 abc	80.1 a
محدودیت رطوبتی Moisture limitation	ET-82-15	4.3 cd	24.2 f	3.9 cd	1.9 cd	1.9 d	70.0 ab
	ET-82-8	3.9 de	42.3 b	3.6 cd	1.4 cde	2.2 cd	60.6 b
	ET-79-17	2.8 e	43.7ab	2.7 d	1.4 e	1.9 d	57.5 b
	Juanillo-92	4.1 d	44.1a	3.9 cd	1.3 de	2.4 bcd	69.3 ab

* در هر ستون میانگینهای دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

* Means within columns for each factor with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test.

اثر ژنوتیپ و اثر متقابل محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ نیز بر وزن خشک کل اندام‌های هوایی معنی دار بود ($P \leq 0/01$) (جدول 4). در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-79-17 به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک کل اندام‌های هوایی را نشان دادند. همچنین ژنوتیپ ET-82-15 تحت شرایط محدودیت رطوبتی بیشترین و ژنوتیپ ET-79-17 تحت شرایط محدودیت رطوبتی، کمترین وزن خشک کل اندام‌های هوایی را داشتند. وزن خشک کل اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-82-8 با 49 و 23 درصد به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش تحت شرایط محدودیت رطوبتی نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی را نشان دادند (جدول 5).

وزن خشک ساقه و برگ نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل میان آنها قرار گرفت ($P \leq 0/01$). به طوری که تیمار محدودیت رطوبتی سبب بیش از 46 درصد کاهش در وزن خشک ساقه و برگ گردید. اثر ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز مشابه با وزن خشک کل اندام‌های هوایی بود به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-79-17 به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه و برگ را داشتند. رقم Juanillo-92 و ژنوتیپ ET-82-8 با 55 و 22 درصد به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش وزن خشک ساقه و برگ در شرایط محدودیت رطوبتی نسبت به عدم محدودیت رطوبتی را داشتند (جدول 5).

وزن خشک سنبله (به همراه دانه) تحت تاثیر تیمار محدودیت رطوبتی و اثر متقابل محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ قرار گرفت ($P \leq 0/01$) (جدول 4). به طوری که اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب بیش از 32 درصد کاهش در وزن خشک سنبله نسبت به تیمار عدم محدودیت رطوبتی شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی دار آماری در ارتباط با این صفت نداشتند. ژنوتیپ‌های ET-79-17 و ET-82-15 تحت شرایط محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ ET-82-15 تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی به ترتیب کمترین و بیشترین وزن خشک سنبله را داشتند (جدول 5). کاهش متفاوت وزن خشک ساقه و برگ به عنوان اندام‌های رویشی و سنبله به عنوان اندام‌زایشی تحت اثر تیمار محدودیت رطوبتی، نشان دهنده تفاوت پاسخ دو مرحله رویشی و زایشی به محدودیت رطوبتی بوده و خود می‌تواند تائید کننده دلیل عنوان شده جهت افزایش شاخص برداشت تحت شرایط محدودیت رطوبتی باشد. به نظر می‌رسد که با توجه به اعمال تیمار محدودیت رطوبتی از ابتدای دوره رشد، نوعی خوپذیری به محدودیت رطوبتی در گیاهان سبب توزیع بیشتر وزن خشک به سمت سنبله شده باشد، که خود می‌باشد پاسخی در جهت حفظ بقای گیاهان تحت این شرایط باشد.

ارتفاع گیاه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($0/01$)

($P \leq$), اما اثر متقابل تیمارها بر این صفت معنی دار نبود (جدول 4). در این ارتباط مشاهده شد که محدودیت رطوبتی سبب حدود 9 درصد کاهش در ارتفاع گیاه شد. همچنین ژنوتیپ ET-82-15 به همراه رقم Juanillo-92 به ترتیب با 73/6 و 74/7 سانتی متر بیشترین و کمترین ارتفاع را داشتند (جدول 5). گزارش شده که ژنوتیپ‌های ET-82-8 و ET-79-17 به ترتیب با 61/9 و 59/8 سانتی متر کمترین ارتفاع را داشتند (جدول 5). گزارش شده که محدودیت رطوبتی سبب کاهش طول دوره میان سنبله‌چ انتهای تا رسیدن به گرده افشانی و نیز کاهش طول دوره پر شدن دانه در تریتیاله می‌شود، که پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف به این کاهش متفاوت است (Campuzano et al., 2008). با توجه به اینکه کاهش طول این دوره می‌تواند سبب کاهش فتوسنتز گردد، احتمالاً کاهش وزن خشک اندام‌های مختلف رویشی گیاه شامل برگ، ساقه و ریشه در شرایط محدودیت رطوبتی نسبت به عدم محدودیت رطوبتی می‌تواند به علت کاهش فتوسنتز باشد. این موضوع توسط سایر محققین نیز مورد تایید قرار گرفته است (Grzesiak et al., 2007; Ivandic et al., 2000; Mc Master & Wilhelm, 2003).

نتایج نشان داد که اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب کاهش معنی دار ($P \leq 0/01$) عمق نفوذ ریشه گردید (جدول 6). به طوری که تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 16 درصد کاهش در عمق نفوذ ریشه گردید (جدول 7). همچنین ژنوتیپ و اثر متقابل محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ تاثیر معنی داری (به ترتیب $P \leq 0/01$ و $P \leq 0/05$) بر عمق نفوذ ریشه داشتند (جدول 6). در این ارتباط ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-82-8 بیشترین و ژنوتیپ ET-79-17 و رقم Juanillo-92 کمترین عمق نفوذ ریشه را داشتند. همچنین بیشترین عمق نفوذ ریشه در ژنوتیپ ET-82-8 تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی و کمترین عمق نفوذ ریشه نیز در همین ژنوتیپ اما تحت شرایط محدودیت رطوبتی اندازه گیری شد و نکته قابل توجه اینکه تنها در این ژنوتیپ کاهش عمق نفوذ ریشه تحت تاثیر تیمار محدودیت رطوبتی معنی دار بود و تفاوت سایر ژنوتیپ‌ها تحت شرایط عدم محدودیت رطوبتی در مقایسه با شرایط محدودیت رطوبتی معنی دار نبودند (جدول 6).

وزن خشک ریشه تحت تاثیر تیمارهای محدودیت رطوبتی و ژنوتیپ قرار گرفت ($P \leq 0/01$), اما اثر متقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی بر این صفت معنی دار نبود. اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 46 درصد کاهش در وزن خشک ریشه گردید. همچنین ژنوتیپ ET-82-15 بیشترین و ژنوتیپ‌های ET-82-8 و ET-79-17 کمترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص دادند (جدول 7). تحت شرایط محدودیت رطوبتی کاهش وزن خشک ریشه جو (*Hordeum vulgare* L.) گزارش شده است (Sharif et al., 2007).

برای سطح کل ریشه بودند، به طوری که بیشترین سطح کل ریشه در ژنوتیپ ET-82-15 و کمترین سطح در ژنوتیپ ET-79-17 اندازه گیری شد. برهم کنش تیمارهای آزمایشی نیز بر این صفت معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود. مقایسه پاسخ هر یک از ژنوتیپ‌ها به تیمارهای محدودیت رطوبتی و عدم محدودیت رطوبتی نشان داد که سطح کل ریشه ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-79-17 در شرایط محدودیت رطوبتی نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی کاهش داشت اما تفاوت سطح کل دو ژنوتیپ دیگر در شرایط محدودیت رطوبتی و عدم محدودیت رطوبتی از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول 7).

نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌های هوایی تحت تاثیر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و محدودیت رطوبتی قرار گرفت ($P \leq 0/01$)، اما تیمار محدودیت رطوبتی بر این صفات اثر معنی‌دار آماری نداشت (جدول 6). ژنوتیپ ET-82-15 نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام‌های هوایی بیشتری برخوردار بود، اما تفاوت بین سایر ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 7). کاهش توام وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه و عدم اثر پذیری نسبت وزنی اندام‌های هوایی به ریشه در ارقام تربیتکاله تحت محدودیت رطوبتی، توسط سایرین نیز گزارش شده است (Grzesiak et al., 2007).

تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آنها سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار آماری ($P \leq 0/01$) در طول تجمعی ریشه در واحد گیاه شدند (جدول 6). اعمال تیمار محدودیت رطوبتی سبب حدود 31 درصد کاهش در طول تجمعی ریشه، نسبت به تیمار عدم محدودیت رطوبتی گردید. ضمن اینکه بیشترین طول تجمعی ریشه در ژنوتیپ ET-82-15 و رقم 92-Juanillo و کمترین طول تجمعی ریشه در ژنوتیپ‌های ET-82-8 و ET-79-17 اندازه‌گیری شد. طول تجمعی ریشه در ژنوتیپ‌های ET-82-15 و ET-82-8 در شرایط محدودیت رطوبتی و عدم محدودیت رطوبتی اختلاف معنی‌دار آماری نداشت، اما تیمار محدودیت رطوبتی به طور معنی‌داری سبب کاهش طول تجمعی ریشه در ژنوتیپ ET-79-17 و رقم 92-Juanillo به ترتیب به مقدار حدود 53 و 45 درصد، نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی شده بود (جدول 7).

سطح کل ریشه نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آنها قرار گرفت. محدودیت رطوبتی به طور معنی‌داری ($P \leq 0/01$) منجر به کاهش حدود 41 درصدی سطح کل ریشه شد (جدول 6). بنابراین مشاهده می‌شود که میزان کاهش وزن ریشه نسبت به سطح و طول تجمعی آن شدیدتر بوده. به نظر می‌رسد که گیاه از طریق این مکانیزم، حجم خاک مورد جستجو برای جذب آب را افزایش داده است. همچنین ژنوتیپ‌ها نیز دارای تفاوت معنی‌دار آماری ($P \leq 0/05$)

جدول 6- میانگین مربعات و مقایسه میانگین‌های صفات مربوط به ریشه ژنوتیپ‌های تربیتکاله تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

Table 6- Mean of squares for root traits of triticale genotypes under irrigations treatments

منابع تغییر source of variations	درجه آزادی DF	عمق نفوذ ریشه Root depth	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول تجمعی ریشه Root cumulative length	سطح کل ریشه Total root area	قطر ریشه Root diameter	وزن ریشه: وزن اندام هوایی Root weight/above-ground weight	وزن ریشه: وزن دانه Root weight/grain weight
تکرار Replication	3	48.2 ^{ns}	111044.0 ^{**}	227181.2 ^{**}	227181.2 ^{**}	0.1 ^{**}	0.0026 ^{**}	0.013 [*]
آبیاری Irrigation	1	390.1 ^{**}	320133.0 ^{**}	946827.0 ^{**}	946827.0 ^{**}	0.003 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.051 ^{**}
ژنوتیپ Genotype	3	127.7 [*]	127272.0 ^{**}	648261.0 ^{**}	648261.0 ^{**}	0.013 ^{ns}	0.0028 ^{**}	0.002 ^{ns}
آبیاری × ژنوتیپ Irrigation * Genotype	3	180.6 ^{**}	14257.0 ^{ns}	152313.8 ^{**}	152313.8 ^{**}	0.022 [*]	0.0029 ^{**}	0.016 ^{**}
خطا Error	21	33.17	117.5	3294153.0	3294153.0	0.0068	0.0004	0.003
C.V.(%)		14.0	10.1	9.6	9.6	12.1	27.7	34.0

ns, *, ** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

ns, * and ** are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 7 - میانگین مربعات و مقایسه میانگین‌های صفات مربوط به ریشه ژنوتیپ‌های تریتیکاله تحت تاثیر تیمارهای آبیاری

Table 7- Mean comparisons for root traits of triticale genotypes under irrigations treatments

وزن ریشه به دانه (گرم)	وزن ریشه به به اندام هوایی (گرم)	قطر ریشه (میلی متر)	سطح کل ریشه (سانتیمتر مربع)	طول تجمعی ریشه (سانتی متر)	وزن خشک ریشه (میلی گرم در گیاه)	عمق نفوذ ریشه (سانتی متر)	تیمار Treatment
Root weight/grain weight (g)	Root weight/underground weight (g)	Root diameter (cm)	Total root area (cm ²)	Root cumulative length (cm)	Root dry weight (mgplant ⁻¹)	Root depth (cm)	
0.20 a	0.07 a	0.69 a	9124.2 a	11142.8 a	438.5 a	44.5 a	عدم محدودیت رطوبتی Non Moisture limitation
0.12 b	0.07 a	0.67 a	5383.8 b	7702.5 b	238.4 b	37.5 b	محدودیت رطوبتی Moisture limitation
0.18 a	0.10 a	0.73 a	9545.8 a	12479.6 a	521.2 a	45.0 a	ژنوتیپ ET-82-15
0.14 a	0.06 b	0.67 a	6509.3 b	901.0 c	241.5 b	43.9 ab	ET-82-8
0.16 a	0.06 b	0.65 a	5359.6 b	7098.0 c	270.6 b	37.1 c	ET-79-17
0.16 a	0.06 b	0.65 a	7601.2 ab	11212.0 b	320.4 b	38.1 bc	Juanillo-92
0.27 a	0.09 ab	0.76 a	12165.5 a	13028.7 ab	624.8 a	47.3 ab	عدم محدودیت رطوبتی ET-82-15
0.13 bc	0.05 bc	0.63 ab	7649.2 b	7445.6 cd	295.8 a	53.8 a	ET-82-8
0.23 ab	0.09 ab	0.72 a	7559.0 b	9670.8 bc	426.0 a	40.6 bc	Non Moisture limitation ET-79-17
0.17 abc	0.07 bc	0.63 ab	9123.2 ab	14426.0 a	407.3 a	36.5 bc	Juanillo-92
0.10 c	0.11 a	0.71 ab	6926.2 bc	11930.6 ab	417.7 a	42.6 abc	محدودیت رطوبتی ET-82-15
0.15 abc	0.07 bc	0.72 a	5369.4 bc	6356.4 cd	187.3 a	34.0 c	ET-82-8
0.09 c	0.04 c	0.58 b	3160.2 c	525.1 d	115.3 a	33.8 c	Moisture limitation ET-79-17
0.14 bc	0.06 bc	0.66 ab	6079.2 bc	7998.0 cd	233.5 a	39.7 bc	Juanillo-92

در هر ستون برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی دار آماری در سطح 5 درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.
Means within columns for each factor with minimum one same letters aren't significantly different at 5% base on Duncan test

و $r = 0/636$ ($P \leq 0/05$) را با عملکرد دانه تک بوته داشتند. از طرفی وزن و وزن خشک سنبله (به همراه دانه) نیز بیشترین همبستگی را با وزن کل اندام‌های هوایی نشان داد ($r = 0/662$) (جدول 8). در شرایط اعمال محدودیت رطوبتی وزن خشک سنبله وزن خشک سنبله (به همراه دانه)، بیشترین همبستگی را با تعداد دانه در گیاه نشان داد ($r = 0/911$). شاخص حساسیت به تنش نیز همبستگی منفی بالایی با عملکرد دانه تحت شرایط محدودیت رطوبتی داشت ($r = -0/729$). این شاخص همچنین همبستگی بالایی منفی با وزن خشک سنبله وزن خشک سنبله (به همراه دانه) داشت ($r = -0/691$). به عبارت دیگر، با افزایش شاخص حساسیت به محدودیت رطوبتی، عملکرد دانه و وزن خشک سنبله وزن خشک سنبله (به همراه دانه) تحت تاثیر محدودیت رطوبتی کاهش بیشتری یافت (جدول 9).

سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشجویان دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی ورودی

به طور کلی به نظر می رسد که با توجه به شدت زیاد محدودیت رطوبتی در این آزمایش و آبیاری از بالا و احتمال کم وجود رطوبت در قسمت های عمقی تر لوله‌های مورد استفاده در آزمایش، سیگنال هایی که سبب افزایش تحریک رشد ریشه به سمت پایین و در نتیجه افزایش عمق نفوذ و یا طول تجمعی ریشه شوند، بسیار ضعیف بوده و لذا عمق ریشه و طول تجمعی ریشه در این آزمایش تحت تاثیر محدودیت رطوبتی افزایش نیافته است و در واقع کمبود مواد فتوسنتزی و رقابت بسیار زیاد ریشه و ساقه برای دریافت مواد فتوسنتزی در مجموع سبب کاهش رشد هر دو جزء گردیده است.

همبستگی میان عملکرد و صفات مورد بررسی

نتایج همبستگی دوگانه میان عملکرد تک بوته و صفات مورد بررسی نشان داد که در شرایط عدم محدودیت رطوبتی، وزن خشک سنبله (به همراه دانه)، تعداد دانه در گیاه و وزن 100 دانه به ترتیب بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار (به ترتیب $r = 0/636$ ، $r = 0/358$ ،

این طرح با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (طرح شماره 440 پ، تاریخ 88/11/10) انجام شده است. بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی و دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدرانی می‌شود.

1387، آقایان مهندس جواد رضایی، حمید رضا عشقی زاده، شهرام ریاحی نیا، مدیریت و پرسنل محترم گلخانه تحقیقاتی و پژوهشکده علوم گیاهی و نیز همکاران محترم بخش تحقیقات غلات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی جهت مساعدت در اجرای این مطالعه تشکر و قدرانی می‌گردد.

منابع

- Ahmad, R., Qadir, S., Ahmad, N., and Hussain Shah, K. 2003. Yield potential and stability of nine wheat varieties under water stress conditions. *International Journal of Agriculture and Biology* 5(1): 7-9.
- Bradford, K.J., and Hsiao, T.C. 1982. Physiological responses to moderate water stress. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.P., Ziegler, H. (Eds.), *Encyclopedia of Plant Physiology, New Series: Physiological Plant Ecology. II. Water Relations and Carbon Assimilation*, Vol. 12B. Springer, Berlin.
- Campuzano, G.E., Miralles and, D.J., and Slafer, G.A. 2008. Genotypic variability and response to water stress of pre- and post-anthesis phases in triticale. *European Journal Agronomy* 28: 171-177.
- Erekul, O., and Kohn, W. 2006. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm) varieties in North-East Germany. *Journal of Agronomy and Crops Science* 192: 452-464.
- Fettel, N.A. 1993. *Yield Physiology of Triticale Under Water Deficit: a comparison with wheat*. Armidal: Univ. of New England.
- Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 897-912.
- Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Elhani, S., Martos, V., and Royo, C. 2005. Yield formation in mediterranean durum wheats under two contrasting water regimes based on path-coefficient analysis. *Euphytica* 146: 203-212.
- Giunta, F., Motzo, R., and Deidda, M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 33: 399-409.
- Gowing, D.J.G., Davies, W.J., and Jones, H.G. 1990. A positive root sourced signal as an indicator of soil drying in apple. *Malus domestica* Borkh. *Journal of Experimental Botany* 41: 1535-1540.
- Gregory, P.J. 2006. *Plant roots (Growth, Activity and Interaction with Soils)*, Blackwell Publishing Pp: 150-173.
- Grzesiak, M.T., Rzepka, A., Hura, T., Hura, K., and Skoczowski, A. 2007. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. *Photosynthetica* 45 (2): 280-287.
- Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Filek, W., and Stabryta, J. 2003. Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale (*Triticosecale* x Wittmack). *Acta Physiologiae, Plantarum* 25(1): 29-37.
- Ivandić, V., Hackett, C.A., Zhang, Z.J., Staub, J.E., Nevo, E., Thomas, W.T.B., and Forster, B.P. 2000. Phenotypic responses of wild barley to experimentally imposed water stress. *Journal of Experimental Botany* 51 (353): 2021-2029.
- Jones, H.G., and Jones, M.B. 1989. Introduction: some terminology and common mechanisms, in: H.G. Jones, T.J. Flowers, M.B. Jones (Eds.), *Plants Under Stress*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 1-10.
- Kafi, M., Jafarnazhad, A., and Jami Al-ahmadi, M., 2005. *Wheat: Ecology, Physiology and Yield Determination (Translated Book)*. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)
- Krenzer Jr., E.G., Nipp, T.L., and McNew, R.W. 1991. Winter wheat mainstem leaf appearance and tiller formation versus moisture treatment. *Agron. J.* 83, 663-667.
- Mahajan, S., and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 444: 139-158.
- McMaster, G.S., and Wilhelm, W.W. 2003. Simulating wheat and barley phenological responses to water and temperature stress. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 141: 129-147.
- Naylor, R.E.L., and Su, J. 1998. Plant development of triticale cv. Lasko at different sowing dates. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 130: 297-306.
- Plaut, Z. 1989. Response of photosynthesis to water stress and salt stress: similarities and dissimilarities. In: Kreeb, K.H., Richter, H., Hinckley, T.M. (Eds.), *Structural and Functional Responses to Environmental Stresses*. SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, pp. 155-163.
- Plaut, Z., Butow, B.J., Blumenthal, C.S. and Wrigley, C.W. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Research* 86: 185-198.
- Robertson, M.J., and Giunta, F. 1994. Response of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. *Australian Journal of Agricultural Research* 45: 19-35.

- 23- Royo, C., and Blanco, R. 1998. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. *Field Crops Research* 59: 201-212.
- 24- Sharif, S., Saffari, M., and Emam, Y. 2007. The effect of drought stress and Cycocel on barley yield (cv. Valfajr). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource* 10(4): 281-290.
- 25- Sharp, R.E. 2002. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 211-222.
- 26- Sharp, R.E., and Davies, W.J. 1989. Regulation of growth and development of plants growing with a restricted supply of water. In: Jones H.G. Flowers T.L., Jones M.B. eds. *Plants under stress*. Cambridge: Cambridge University Press. 71-93.
- 27- Sharp, R.E., and Lenoble, M.E. 2002. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of Experimental Botany* 53: 33-37.
- 28- Slafer, G.A., and Rawson, H.M. 1994. Sensitivity of wheat phasic development to major environment factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modelers. *Australian Journal of Plant Physiology* 21:393-423.
- 29- Wyn J.R.G., and Gorham, J. 1983. Osmoregulation. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.P., 32- Ziegler, H. (Eds.), *Physiological Plant Ecology. III. Encyclopedia of Plant Physiology*, Vol.12, new edition. Springer, Berlin.



واکنش گروههای مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.)

به تاریخ کاشت در منطقه مشهد

رجب چوکان¹ و هادی حسن زاده مقدم²

تاریخ دریافت: 89/1/22

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

تعداد 20 هیبرید مختلف داخلی و خارجی ذرت (*Zea mays* L.) از پنج گروه رسیدگی در طی دو سال (1386 و 1387) در منطقه مشهد مورد مطالعه قرار گرفتند. این بررسی بصورت کرت های یکبار خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد که در آن سه تاریخ کاشت (15 اردیبهشت - 30 اردیبهشت و 15 خرداد) در کرت های اصلی و هیبریدها در کرت های فرعی قرار داده شدند. نتایج حاصل نشان داد که کشت هیبریدهای دیررس با ریسک بالائی همراه است. در تاریخ کاشت سوم اکثر هیبریدها بجز هیبریدهای زودرس قادر به طی مراحل رشد و نمو بطور کامل نمی باشند. ارقام زودرس بویژه رقم KSC 260 در تاریخ کاشت دوم و سوم و متوسط - زودرس مثل KSC 400 در تاریخ کاشت اول و دوم می تواند بدون کاهش عملکرد جایگزین هیبرید دیررس KSC 704 گردند. رقم هیبرید KSC 260 در سال 1386 و 1387 در تاریخ کاشت سوم بترتیب با تولید 13/886 و 11/698 تن در هکتار با رطوبت مناسب قابل برداشت بود در حالیکه رقم دیررس رایج KSC 704 در همین شرایط با تولیدی معادل 13/007 و 16/243 تن در هکتار دارای رطوبت دانه حدود دو برابر رقم زودرس بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری با عملکرد رقم زودرس نداشت.

واژه های کلیدی: تاریخ کاشت، زودرسی، ذرت، عملکرد دانه

مقدمه

اصلی محدودکننده توسعه کشت ذرت در استان خراسان رضوی می باشد، زارعین غالباً نگران واکنش ذرت به تاریخ کاشت هستند. توصیه شده است که ذرت به صورت زود هنگام کشت شود زیرا هیبریدهای تمام فصل از کل فصل رشد استفاده می کنند و پیش از یخبندان گشوده به بلوغ فیزیولوژیکی رسیده و شروع به خشک شدن می کنند و به این ترتیب کاهش هزینه خشک کردن باعث افزایش سود می شود (Lauer et al., 1999).

بور و کارتر (Bauer & Carter, 1986) نه تنها میان تاریخ کاشت و عملکرد همبستگی یافتند بلکه متذکر شدند که کاشت دیر هنگام باعث می شود که دانه ها شکننده تر شوند و همین امر باعث بروز مشکلاتی در انبار کردن دانه ها می شود. روزل و همکاران (Russelle et al., 1987) نیز دریافتند کاشت دیر هنگام موجب کاهش عملکرد و افزایش رطوبت دانه در زمان برداشت می شود. استوکبری و مایکل (Stoocksbury & Michaels, 1994) از آمریکای جنوبی گزارش کردند که تأخیر در کاشت به علت بالا بودن دما در شب و همچنین به دلیل افزایش تنفس که سبب مصرف ذخائر کربوهیدرات و انتقال کمتر آنها به دانه می شود، سبب کاهش عملکرد دانه در ذرت می شود. در یک مطالعه دیگر، کوتاه شدن طول روز، زیاد بودن زاویه تابش و افزایش سایه اندازی در تاریخ های دیرتر دلیل کاهش عملکرد در کشت دیر هنگام ذکر شده است (Pendelton &

رشد و نمو محصولات شامل ترکیبی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است که توسط محیط حاکم بر محصول تحت تاثیر قرار می گیرد. درجه حرارت و طول روز از متغیرهای اصلی محیطی می باشند که رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند. درجه حرارت یکی از مهمترین وقایع محیطی می باشد که رشد، فنولوژی، توسعه و عملکرد محصولات را تحت تاثیر قرار می دهد (Adam et al., 1994). اثر درجه حرارت در رشد و نمو و عملکرد کشت های تاخیری از عمده ترین این عوامل در زراعت ذرت ایران است. از جمله محدودیت های موجود در مناطق مختلف، ضرورت انتخاب رقمی است که حدود یک تا دو هفته قبل از فرارسیدن دوره سرما و بارندگی منطقه به مرحله رسیدن فیزیولوژیک و قابلیت برداشت با رطوبت مناسب دست یابد. در مناطق سرد و سرد معتدل محدودیت طول فصل زراعی باعث محدودیت در استفاده از ارقام دیررس می گردد. در مناطقی که بعلت محدودیت منابع آب موجب می گردد تا خاتمه آبیاری غلات، زراعت ذرت به تأخیر افتد این مشکل دو چندان می شود. این مسئله از عوامل

1 و 2- به ترتیب دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی.
(*) - نویسنده مسئول: r_choukan@spii.irE-mail:

نهایی برگها نگذاشت (Rác et al., 2003). با توجه به مطالب فوق می توان گفت که دما می تواند برای رشد رویشی و زایشی ذرت عامل محدودکننده ای باشد.

این مطالعه بمنظور بررسی اثر تاریخ کاشت تأخیری بر فنولوژی، عملکرد و رسیدن هیبریدهای مختلف ذرت دانه ای از گروههای مختلف رسیدگی در منطقه سرد- معتدل مشهد به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

در این تحقیق 20 هیبرید داخلی و خارجی در پنج گروه رسیدگی 200 و 300 (KSC260, KSC250, KSC320 و DC370)، 400 (BC404, OSK444, OSK499 و KSC400)، 500 (BC504, OSK552, NS540 و KSC500)، 600 (OSK602, BC678, OSK713, KSC700, KSC704) و 700 (KSC647 و BC666 و KSC720) در طی دو سال (1386 و 1387) در منطقه طرق مشهد مورد مطالعه قرار گرفتند. این بررسی بصورت کرت های یکبار خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد که در آن سه تاریخ کاشت (15 اردیبهشت - 30 اردیبهشت و 15 خرداد) در کرت های اصلی و 20 هیبرید مورد بررسی در کرت های فرعی قرار داده شدند. هر گروه از هیبریدها نیز در تراکم معمول و توصیه شده خود کشت شدند بطوریکه گروه 700 در تراکم 70 هزار، گروه 600 در تراکم 70 هزار، گروه 500 در تراکم 74 هزار، گروه 400 در تراکم 75 هزار و گروه 200 و 300 نیز در تراکم 80 هزار بوته در هکتار کشت شدند. بدین ترتیب که هر هیبرید در 16 کپه های با فاصله 75 سانتیمتر کشت گردیدند. بمنظور دستیابی به تراکم مورد نظر در هر گروه رسیدگی، فاصله کپه ها در گروههای 700 و 600 برابر 38 سانتیمتر، در گروههای 500 و 400 برابر 35/5 سانتیمتر و در گروههای 200 و 300 برابر 33 سانتیمتر بودند. در هر یک از تاریخ های کاشت برای هر کدام از هیبریدهای تاریخ های سبز شدن، تاریخ ظهور کاکل، تاریخ رسیدن فیزیولوژیک و تاریخ رسیدن رطوبت دانه به 20 درصد ثبت گردیده و در زمان برداشت، درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه اندازه گیری شده و در نهایت عملکرد دانه بر مبنای 14 درصد رطوبت تعیین شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب دو ساله (جدول 1) نشان داد که اثر تاریخ کاشت در مورد صفات تعداد روز تا گلدهی، طول دوره پرشدن دانه و عملکرد دانه معنی دار بود. اثر هیبرید نیز برای صفات تعداد روز تا گلدهی، طول دوره پرشدن دانه، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و تعداد روز تا رسیدن دانه به رطوبت 20 درصد معنی دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت $\times$ هیبرید فقط برای تعداد روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه معنی دار است.

(Eyli, 1969). آمهوتل و کارتر (Amholte & Carter, 1987) گزارش نمودند که تاریخ های کاشت دیر به علت کاهش شاخص حرارتی درجه روز رشد بین مرحله کاکل دهی و شروع کاهش درجه حرارت و در نتیجه، کامل نشدن طول دوره رشد مورد توصیه قرار نمی دهند. گوپتا (Gupta, 1985) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی ذرت چنین گزارش نمود که تأخیر در کاشت و کشت زود عملکرد دانه را کاهش می دهد. وی دلیل کاهش عملکرد در کشت دیر هنگام را کاهش دمای تجمعی دریافتی از زمان کاکل دهی تا رسیدن فیزیولوژیکی دانه گزارش داد. گنتر و جونز (Genter & Jones, 1970) اظهار داشتند که تعداد روزهای بعد از کاشت تا ظهور کاکل با تأخیر در کاشت، به طور معنی داری کاهش می یابد. دانگان (Dungan, 1974) گزارش کرده است که سه هفته تأخیر در کاشت منجر به یک هفته تأخیر در ظهور گل آذین شده است.

بررسی یازده هیبرید با گروههای رسیدگی مختلف نشان داد که هیبریدهای ذرت با دوره رشد کوتاه از مرحله ظهور تا گلدهی اما دوره رشد بلند از زمان گلدهی تا بلوغ فیزیولوژیکی، به واسطه دریافت مقدار تشعشع بیشتر طی رشد زایشی خود، بالاترین عملکرد دانه و شاخص برداشت را داشتند (Capristo et al., 2007). کاشت دیر هنگام موجب تأخیر در زمان ظهور کاکل و افزایش میزان رطوبت دانه در زمان برداشت می شود (Amholte & Carter, 1987). نیلسن و همکاران (Nielsen et al., 2002) در بررسی اثر تاریخ کاشت روی مراحل فنولوژیکی تعدادی از هیبریدهای شرق ایالات متحده گزارش کردند که تأخیر در زمان کاشت ذرت با کوتاه کردن طول دوره رشد مؤثر احتمال مصادف شدن مراحل پایانی رشد با دماهای پایین را افزایش می دهد. هیکز و همکاران (Hicks et al., 1990) نیز گزارش کردند که تاریخ کاشت علاوه بر تأثیر در رشد و نمو گیاهچه ها و رشد اولیه ذرت، ظهور مراحل مختلف فیزیولوژیکی را نیز تحت تأثیر قرار می دهد. این تأثیر به نحوی است که تأخیر در کاشت بهاره ذرت به علت افزایش درجه حرارت و طول روز مراحل رشد و نمو ذرت با سرعت بیشتری به وقوع می پیوندد (Stevens et al., 1986). بور و کارتر (Bauer & Carter, 1986) با مطالعه تأثیر تاریخ کاشت نشان دادند که کاشت دیر هنگام موجب افزایش شکستگی دانه می شود. عباسی و آتیلاده (Abasi & Atilade, 2005) با هدف ارزیابی تأثیر تاریخ کاشت بر مؤلفه های رویشی و گلدهی فنولوژی ذرت، سه رقم ذرت را در پنج تاریخ کاشت در یک دوره دو ساله کشت کردند. زمان 50 درصد تاسل دهی به شدت تحت تأثیر رقم قرار داشت. باین حال، مرحله گلدهی، زمان 25 درصد گرده افشانی و مراحل گلدهی بعد از آن به شدت تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار داشتند. کاشت پنج هیبرید با دوره های رشد رویشی مختلف نشان داد که کشت زود هنگام باعث افزایش رشد زایشی و کشت دیر هنگام موجب افزایش رشد رویشی اولیه می شود. در گیاهانی که دیر کشت شده بودند برگ ها با سرعت بیشتری ظاهر شدند اما تاریخ کاشت هیچ تأثیری بر تعداد

جدول 1- تجزیه واریانس مرکب دو ساله (88 - 1386) صفات مختلف در هیبریدهای ذرت در منطقه مشهد

Table 1- Two years combined analysis variance (2007-2009) of different characteristics of corn hybrids in Mashhad

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک Days to physiological maturity	تعداد روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه Days to 20% grain moisture	طول دوره پرشدن دانه Grain filling period	عملکرد دانه Grain yield
سال Year (Y)	1	1054.204**	1122.337**	4446.204**	8845.204**	2213.994**
تکرار (سال) Rep./Y	4	17.021	10.521	25.254	83.021	12.455
تاریخ کاشت Planting Date (D)	1	932.204**	495.938*	63.037 ^{ns}	490.204 ^{ns}	41.977*
تاریخ کاشت × سال D×Y	1	333.704**	397.838*	1.838	19.838 ^{ns}	60.960*
خطا (a) Error (a)	4	9.754	39.288	57.512	113.296	4.630
هیبرید Hybrid (H)	19	123.552**	114.862*	443.083**	862.467**	4.185 ^{ns}
هیبرید × سال H×Y	19	18.950 ^{ns}	165.838**	49.494 ^{ns}	83.923**	6.758 ^{ns}
هیبرید × تاریخ کاشت H×D	19	12.230 ^{ns}	69.069 ^{ns}	49.660 ^{ns}	70.380**	5.920 ^{ns}
هیبرید × تاریخ کاشت × سال H×D×Y	19	14.660 ^{ns}	30.109 ^{ns}	38.390 ^{ns}	26.206 ^{ns}	10.253*
خطا (b) Error(b)	152	13.322	60.479	35.493	25.325	5.536

ns, *, ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

^{ns}, * and ** are non-significant and significant at $\alpha=0.01$, respectively.

بیش یکسان است (جدول 2). دیور و همکاران (Dwyer et al., 2003) در مطالعات خود دریافتند که میزان GDD از کاشت تا رسیدن فیزیولوژیک در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میانرس و زودرس است و نتیجه گرفتند که هیبریدهای دیررس طی فصل رشد GDD بیشتری برای تکمیل دوره رشد رویشی نیاز دارند ولی GDD دوره رشد زایشی آنها کمتر است. لذا سرعت پر شدن دانه در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میانرس و زودرس خواهد بود. با این حال این مسئله عمومیت نداشته و در گروههای FAO400 و FAO500 تناقضاتی وجود دارد. هیبریدهای تجاری KSC400 و KSC500 تقریباً دوره رویشی و زایشی یکسانی را نشان می‌دهند در حالیکه در هیبرید NS540 دوره زایشی حدود 10 روز کوتاهتر از دوره رویشی است. هیبرید KSC260 که کوتاهترین دوره رویشی را در بین هیبریدهای مورد بررسی در گروههای مختلف رسیدگی داشت، از نظر دوره زایشی در حد نیمه متوسط قرار دارد. طول دوره‌های رویشی و زایشی در این هیبرید نیز تقریباً مشابه است. در حالیکه هیبرید زودرس KSC320 کوتاهترین طول دوره زایشی را نشان می‌دهد که حدود دو هفته کوتاهتر از دوره رویشی آن می‌باشد.

بیشترین تعداد روز تا گلدهی هیبریدهای گروه FAO700 (جدول 2) شامل OOSK713، KSC704، KSC720 و KSC700 است که بعد از آن هیبریدهای گروه FAO600 قرار دارد. هیبریدهای OOSK552 و NS540 نیز در بین این گروه دیده می‌شود. در گروههای بعدی مخلوطی از گروههای رسیدگی FAO500 و FAO400 و FAO300 و بالاخره FAO200 قرار گرفته اند. بنظر می‌رسد علی‌رغم اینکه گروه بندی FAO بر اساس تعداد روز تا مراحل فنولوژیکی بالاخص رسیدن میباشد، از نظر تعداد روز تا گلدهی هماهنگی لازم بین گروههای رسیدگی با کاهش گروه FAO آنها از بین می‌رود. بررسی طول دوره پر شدن دانه (جدول 2) در مقایسه با تعداد روز تا گلدهی این امر را بیشتر مشخص می‌نماید. گروههای FAO700، طول دوره پر شدن دانه کوتاهتری نسبت به تعداد روز تا گلدهی نشان می‌دهند. عبارت دیگر، دوره رویشی در این گروه از هیبریدها طولانی‌تر از طول دوره زایشی آنها است. بر عکس، در هیبریدهای متوسط رس یا عبارت دیگر دیررس - متوسط رس (FAO600) بجز موارد خاص و استثنایی، طول دوره پر شدن دانه در آنها طولانی‌تر از ارقام دیررس است. در این گروه طول دوره رویشی و زایشی کم و

در گروه هیبریدهای FAO500 می باشد، در این بررسی جزء هیبریدهای با طول دوره رشد و نمو کوتاه قرار می گیرد.

در زراعت ذرت در مناطق سرد و سرد معتدل، هیبریدهای مورد کشت بایستی قبل از فرا رسیدن فصل بارندگی، سرما و یخبندان قابل برداشت باشد. اصولاً برداشت با کمباین بایستی در رطوبت کمتر از 20 درصد انجام گیرد. بررسی تعداد روز لازم برای رسیدن به رطوبت قابل برداشت 20 درصد دانه (جدول 2) نشان می دهد که هیبریدهای دیررس بیشترین مدت را از کاشت تا رسیدن به رطوبت قابل برداشت لازم دارند. بطوریکه از زمان رسیدن فیزیولوژیک بطور متوسط حدود 25-20 روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه طول کشیده است. در این بین هیبرید دیررس - متوسط رس OSSK602 علی رغم اینکه جزء هیبریدهایی می باشد که بیشترین تعداد روز از سبز شدن تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه دارا می باشد ولی طول دوره کاهش رطوبت آن از زمان رسیدن فیزیولوژیک حدود دو هفته بوده است (جدول 2).

هیبریدهای گروه FAO600 و FAO500 در حد متوسطی از نظر تعداد روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه لازم دارند. بطوریکه در این گروهها حدود 20 روز بطور میانگین کاهش رطوبت دانه بعد از رسیدن فیزیولوژیک طول می کشد.

هیبرید KSC400 که در مقایسه با سایر هیبریدها از کوتاهترین دوره رویشی بعد از هیبرید KSC260 برخوردار بود، در دوره زایشی جزء هیبریدهای با دوره زایشی طولانی محسوب گردید. بطور کلی دوره زایشی در هیبریدهای دیررس حدود دو هفته کمتر از دوره رویشی آنها بود. دوره زایشی در این گروه از هیبریدها کوتاهتر از گروههای متوسط رس FAO600 و FAO500 بود. از نظر تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک، هیبریدهای دیررس FAO700 طولانی ترین دوره رشد و نمو را داشتند (جدول 2). در این بین هیبریدهای DSSK602 و BC678 که متعلق به گروه رسیدگی FAO600 می باشند نیز جزء هیبریدهای با طول دوره رشد و نمو طولانی قرار گرفتند. بطور کلی صرف نظر از این دو مورد استثناء، طول دوره رشد و نمو در گروههای بعدی بتدریج روند کاهش نشان میدهد. در این بین هیبریدهای NS540، OSSK552 و KSC500 نیز از نظر طول دوره رشد و نمو مشابه گروه FAO600 می باشند. در حالیکه هیبریدهای گروه FAO400 بجز در مورد KDC370، در یک گروه مشابه قرار میگیرند. هیبرید KSC260 با 113 روز تا رسیدن فیزیولوژیک، کوتاهترین طول دوره رشد و نمو تا رسیدگی فیزیولوژیک را دارد که هیبریدهای KSC320 و KSC250 بترتیب با میانگین 114/6 و 115/8 روز در رده بعدی قرار دارند. هیبرید KSC260 طول دوره زایشی مشابه KSC704 دارد در حالیکه طول دوره رویشی آن حدود 10 روز کمتر است. نکته قابل توجه این است که هیبرید BC504 که

جدول 2- مقایسه میانگین دو ساله (88 - 1386) هیبریدهای ذرت برای صفات مختلف در منطقه مشهد

Table 2- Two years means comparison (2007-2009) of corn hybrids for different characteristics in Mashhad

نام هیبرید Hybrid	تعداد روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدن فیزیولوژیک Days to physiological maturity	روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه Days to 20% grain moisture	دوره پرشدن دانه Grain filling period(Days)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield
KSC 260	59.17 G	113.0 H	126.4 H	154.4 AB	11.03 A
KSC 250	64.00 DEF	115.8 H	134.3 G	52.42 BC	10.88 A
KSC 320	64.58 CDEF	114.6 H	133.3 G	50.75 C	11.54 A
KDC 370	62.50 EFG	119.1 EFGH	135.0 G	60.08 ABC	10.29 A
BC 404	64.83 CDEF	120.1 DEFGH	133.4 G	58.42 ABC	10.42 A
OSSK 444	61.83 FG	119.1 EFGH	134.8 G	59.00 ABC	11.52 A
OSSK 499	64.33 DEF	118.5 FGH	139.3 FG	54.83 ABC	11.08 A
KSC 400	61.67 FG	118.8 EFGH	136.1 G	59.08 ABC	11.19 A
BC 504	64.17 DEF	117.7 GH	133.7 G	56.33 ABC	11.24 A
OSSK 552	67.67 ABCD	125.0 BCDEF	144.4 DEF	55.00 ABC	10.59 A
NS 540	67.17 ABCD	125.8 ABCDE	145.2 DE	57.33 ABC	11.14 A
KSC 500	64.58 CDEF	124.3 CDEFG	143.0 EF	60.25 ABC	11.28 A
OSSK 602	68.83 ABC	132.1 AB	151.9 ABC	60.17 ABC	11.47 A
BC 678	68.33 ABCD	130.8 ABC	149.4 ABCD	63.67 A	12.58 A
BC 666	65.83 BCDEF	126.3 ABCD	146.0 CDE	62.17 AB	12.01 A
KSC 647	66.58 ABCDE	126.9 ABCD	149.7 ABCD	58.00 ABC	12.15 A
KSC 704	69.75 AB	129.0 ABC	151.3 ABC	56.00 ABC	11.62 A
KSC 700	70.92 A	132.8 A	155.2 A	56.92 ABC	11.91 A
OSSK 713	68.92 ABC	129.1 ABC	148.5 BCDE	57.00 ABC	10.71 A
KSC 720	70.58 A	127.9 ABC	154.4 AB	55.17 ABC	11.72 A

* میانگینهای دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

گرمائی بین کاشت تا تشکیل لایه سیاه (رسیدن فیزیولوژیک) در نبراسکا گزارش کردند که با تأخیر در کاشت در یک هیبرید این فاصله کاهش، در هیبرید دیگر ثابت و در هیبرید سوم افزایش نشان داده است. در این مطالعه فاصله گرمائی بین کاشت تا رسیدن در هیبرید B73 × MO17 (همان KSC 704) با تأخیر اولیه کاهش ولی با تأخیر بیشتر افزایش یافته است. تعداد روز از سبز شدن برای رسیدن به رطوبت 20 درصد نیز تفاوت معنی داری بین دوتاریخ کاشت برای هیبریدهای مختلف نشان نمی‌دهد. کوتاهترین طول دوره کاهش رطوبت دانه مربوط به هیبرید KSC260 در تاریخ کاشت اول است که در تاریخ کاشت دوم به بیش از دو هفته افزایش یافته است. هیبریدهای دیررس و دیررس - متوسط رس تفاوت قابل توجهی را از نظر طول دوره کاهش رطوبت در تاریخ کاشت اول و دوم نشان نمی‌دهند بطوریکه طول این دوره در این گروه از هیبریدها حدود 20-25 روز می باشد. در گروههای متوسط رس و متوسط - زودرس طول دوره از تاریخ کاشت اول از حداکثر دو هفته به نزدیک به 20 روز افزایش داشته است. در این بین هیبریدهای KSC250 و KSC320 از 20 روز در تاریخ کاشت اول به حدود دو هفته در تاریخ کاشت دوم کاهش نشان می‌دهد.

سایر هیبریدها نیز حدود 20 روز جهت کاهش رطوبت دانه به 20 درصد زمان لازم دارند. در این مورد هیبریدهای KSC250 و BC404 KSC260 طول دوره کاهش رطوبت حدود دو هفته بوده است. بررسی میانگین عملکرد دانه در هیبریدهای مختلف نشان میدهد که هیچیک از هیبریدها علی رغم تفاوت گروه رسیدگی آنها اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه نشان نمی‌دهند. هیبرید BC648 با 12/580 تن در هکتار و هیبرید KDC370 با 10/290 تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه را بخود اختصاص دادند. هیبریدهای زودرس KSC260 با 11/030 ، KSC250 با 11/540 تن در هکتار در وضعیت نسبتاً خوبی در مقایسه با رقم شاهد KSC704 با 11/620 تن در هکتار قرار دارند. بررسی میانگین های اثر متقابل و تاریخ کاشت × هیبرید (جدول 3) برای صفت تعداد روز تا گلدهی نشان می‌دهد که هیبریدهای مختلف بطور کلی تفاوت قابل توجهی را در بین دو تاریخ کاشت از نظر این صفت نشان نمی‌دهند. در این مورد نیز هیبرید KSC260 با 12 روز کاهش طول این دوره تفاوت آماری معنی داری نشان می‌دهد. طول دوره پر شدن دانه در دو تاریخ کاشت در هیچ یک از هیبریدها تفاوت معنی داری نشان نمی‌دهد (جدول 3). استیونز و همکاران (Stevens et al., 1986) در مطالعه فواصل

جدول 3- مقایسه میانگین دوساله صفات هیبریدهای ذرت در دو سال زراعی 1386-87 و 1387-88

Table 3- Two years means comparison (2007-2009) of corn hybrids from planting to flowering and filling period of grain in Mashhad

هیبریدها Hybrids	تاریخ کاشت Planting Date			
	Days to flowering	تعداد روز تا گلدهی	Grain filling period	طول دوره پر شدن دانه
	May, 5 th اردیبهشت 15	May, 20 th اردیبهشت 30	May, 5 th اردیبهشت 15	May, 20 th اردیبهشت 30
KSC260	65.00 DEFGHIJK*	53.33 L	50.33 AB	63.33 AB
KSC250	66.17 BCDEFGHIJK	61.83 HIJK	50.67 AB	54.17 AB
KSC320	67.17 ABCDEFGHI	62.00 HIJK	49.33 B	52.17 AB
KDC370	64.00 EFGHIJK	61.00 IJK	59.67 AB	60.50 AB
BC404	66.00 BCDEFGHIJK	63.67 EFGHIJK	59.17 AB	57.67 AB
OSSK444	64.00 EFGHIJK	59.67 K	56.83 AB	61.17 AB
OSSK499	66.17 BCDEFGHIJK	62.50 GHIJK	53.50 AB	56.17 AB
KSC400	63.00 FGHIJK	60.33 JK	59.17 AB	59.00 AB
BC504	65.33 DEFGHIJK	63.00 FGHIJK	55.17 AB	57.50 AB
OSSK552	69.67 ABCDEF	65.67 CDEFGHIJK	51.83 AB	58.17 AB
NS540	68.50 ABCDEFGH	65.83 BCDEFGHIJK	57.50 AB	57.17 AB
KSC500	65.67 CDEFGHIJK	63.50 EFGHIJK	55.67 AB	64.83 A
OSSK602	71.00 ABCD	66.67 ABCDEFGHIJ	57.67 AB	62.67 AB
BC678	70.00 ABCDE	66.67 ABCDEFGHIJ	62.83 AB	64.50 A
BC666	67.17 ABCDEFGHI	64.50 DEFGHIJK	61.33 AB	63.00 AB
KSC647	68.33 ABCDEFGH	64.83 DEFGHIJK	62.17 AB	53.83 AB
KSC704	72.17 ABC	67.33 ABCDEFGHI	54.83 AB	57.17 AB
KSC700	73.00 A	68.83 ABCDEFG	51.00 AB	62.83 AB
OSSK713	71.00 ABCD	66.83 ABCDEFGHIJ	55.83 AB	58.17 AB
KSC720	72.33 AB	68.83 ABCDEFG	56.17 AB	54.17 AB

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 4- مقایسه میانگین دو ساله (88 - 1386) هیبریدهای ذرت برای تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و رطوبت 20 درصد دانه در منطقه مشهد

Table 4- Two years means comparison (2007-2009) of corn hybrids from planting to physiological maturity and 20% grain humidity time in Mashhad

هیبریدها Hybrids	Planting Date		تاریخ کاشت	
	روز تا رسیدن فیزیولوژیک		روز تا رسیدن به رطوبت 20 درصد دانه	
	Days to physiological maturity		Days to grain moisture 20%	
	15 اردیبهشت May, 5 th	30 اردیبهشت May, 20 th	15 اردیبهشت May, 5 th	30 اردیبهشت May, 20 th
KSC260	114.7 JKL	111.3 L	125.3 M	127.5 LM
KSC250	116.5 IJKL	115.0 JKL	137.8 FGHIJK	130.7 KLM
KSC320	117.0 HIJKL	112.2 KL	136.3 GHIJKL	130.2 KLM
KDC370	121.7 CDEFGHIJKL	116.5 IJKL	134.2 IJKL	135.8 GHIJKL
BC404	121.8 CDEFGHIJKL	118.3 FGHIJKL	133.8 IJKLM	133.0 JKLM
OSSK444	121.2 DEFGHIJKL	117.0 HIJKL	131.7 KLM	138.0 FGHIJK
OSSK499	119.7 EFGHIJKL	117.3 GHIJKL	135.5 GHIJKL	143.2 DEFGH
KSC400	119.0 EFGHIJKL	118.7 FGHIJKL	134.3 HIJKL	137.8 FGHIJK
BC504	117.3 GHIJKL	118.0 FGHIJKL	130.2 KLM	137.2 GHIJK
OSSK552	122.2 BCDEFGHIJK	127.8 ABCDEFGH	142.7 DEFGHI	146.2 CDEF
NS540	126.2 BCDEFGHI	125.5 BCDEFGHIJ	141.2 EFGHIJ	149.2 ABCDE
KSC500	121.3 CDEFGHIJKL	127.3 ABCDEFGHI	136.3 GHIJKL	149.7 ABCDE
OSSK602	132.0 ABCD	132.2 ABC	148.8 ABCDE	155.0 ABC
BC678	132.8 AB	128.7 ABCDEF	149.2 ABCDE	149.7 ABCDE
BC666	127.2 ABCDEFGHI	125.5 BCDEFGHIJ	143.3 DEFG	148.7 ABCDE
KSC647	129.8 ABCDE	124.0 BCDEFGHIJ	147.7 BCDE	151.7 ABCD
KSC704	131.2 ABCD	126.8 ABCDEFGHI	151.2 ABCD	151.5 ABCD
KSC700	128.0 ABCDEFG	137.5 A	153.5 ABC	156.8 A
OSSK713	128.5 ABCDEF	129.7 ABCDE	148.3 ABCDE	148.7 ABCDE
KSC720	128.8 ABCDEF	127.0 ABCDEFGHI	155.3 AB	153.5 ABC

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

دوم عملکرد هیبریدهای دیررس و سپس متوسط رس، کاهش یافته است در حالیکه در هیبریدهای زودرس تر تفاوت چندانی بین عملکرد در تاریخ کاشت اول و دوم مشاهده نمی‌گردد.

گوپتا (Gupta, 1985) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی ذرت چنین گزارش نمود که تأخیر در کاشت و کشت زود، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. وی دلیل کاهش عملکرد در کشت دیر هنگام را کاهش دمای تجمعی دریافتی از زمان کاکل‌دهی تا رسیدن فیزیولوژیکی دانه گزارش داد. استاکسبری و مایکل (Stoocksbury & Michaels, 1994) از آمریکای جنوبی گزارش کردند که تأخیر در کاشت به علت بالا بودن دما در شب و همچنین به دلیل افزایش تنفس که سبب مصرف ذخائر کربوهیدرات و انتقال کمتر آنها به دانه می‌شود، سبب کاهش عملکرد دانه در ذرت می‌شود. پتانسیل عملکرد ارقام دیررس در تاریخ‌های کاشت متأخر در مقایسه با ارقامی با طول دوره رشد کوتاه‌تر به شدت کاهش می‌یابد (Hicks et al., 1990).

نکته قابل توجه در سه تاریخ کاشت اول (15 اردیبهشت)، دوم (30 اردیبهشت) و سوم (15 خرداد) این است که بطور کلی در تاریخ کاشت اول در سال 1386 رسیدن فیزیولوژیک در گروه‌های مختلف از اوایل تا اواخر شهریور ماه بوده است، در حالیکه در سال 1387 این مرحله در اواسط شهریور تا دهه اول مهر ماه اتفاق افتاده است.

هیبریدهای KDC370 و BC404 و OSSK444 و BC504 به ترتیب از 12، 13، 20 و 19 روز طول دوره کاهش رطوبت در تاریخ کاشت اول به ترتیب به ۱۹، ۱۵، ۲۰ و ۱۹ روز در تاریخ کاشت دوم افزایش یافته است. بدین ترتیب به نظر می‌رسد سرعت کاهش رطوبت دانه بعد از رسیدن فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اول بیش از تاریخ کاشت دوم می‌باشد و در این بین هیبریدهای KSC260، KDC370، BC404، OSSK444 و BC504 در بین هیبریدهای زودرس و زودرس - متوسط رس و هیبرید KSC500 در بین هیبریدهای متوسط رس و بالاخره BC666 در بین هیبریدهای دیر رس - متوسط رس بالاترین سرعت کاهش رطوبت را بخود اختصاص داده اند. با این حال در تاریخ کاشت دوم نیز سرعت کاهش رطوبت هیبریدهای KSC250، BC404، KSC400 قابل توجه می‌باشد. هیبرید شاهد KSC704 تفاوت قابل توجهی در بین دو تاریخ کاشت از نظر طول این دوره نشان نمی‌دهد بطوریکه طول مدت کاهش رطوبت آن در تاریخ کاشت اول حدود 20 روز و در تاریخ کاشت دوم حدود 25 روز می‌باشد. در بررسی میانگین عملکرد دانه هیبریدهای مختلف (جدول 2)، تفاوت آماری معنی داری بین هیبریدها مشاهده نگردید. بررسی میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید از نظر عملکرد دانه (جدول 5) نشان داد که بطور کلی از تاریخ کاشت اول به

جدول 5- مقایسه میانگین دو ساله (88 - 1386) هیبریدهای ذرت
برای صفت عملکرد دانه (تن در هکتار) در منطقه مشهد

Table 5- Two years means comparison (2007-2009) of corn hybrids for grain yield (t.ha⁻¹) in Mashhad

هیبرید Hybrids	تاریخ کاشت Planting Date	
	15 اردیبهشت May, 5 th	30 اردیبهشت May, 20 th
KSC260	11.04 ABC	11.02 ABC
KSC250	11.14 ABC	10.63 ABC
KSC320	11.46 ABC	11.63 ABC
KDC370	10.36 ABC	10.22 ABC
BC404	11.42 ABC	9.407 BC
OSSK444	10.95 ABC	12.09 AB
OSSK499	12.19 AB	9.971 ABC
KSC400	11.17 ABC	11.20 ABC
BC504	11.56 ABC	10.92 ABC
OSSK552	11.35 ABC	9.832 ABC
NS540	11.94 AB	10.34 ABC
KSC500	10.31 ABC	12.25 AB
OSSK602	11.65 ABC	11.29 ABC
BC678	13.07 A	12.09 AB
BC666	12.64 AB	11.38 ABC
KSC647	11.71 ABC	12.59 AB
KSC704	12.36 AB	10.88 ABC
KSC700	12.94 A	10.88 ABC
OSSK713	12.89 A	8.533 C
KSC720	12.58 AB	10.87 ABC

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

28 درصد را دارا بوده است. هیبریدهای KSC320 و BC404 به ترتیب عملکردی معادل 12/249 تن در هکتار (رطوبت 22/5 درصد) و 13/179 تن در هکتار (رطوبت 20/6 درصد) در این تاریخ کاشت تولید نموده است. در سال 1387، هیبریدهای KSC260، KSC320، BC404 و هیبرید شاهد تجاری KSC704 به ترتیب عملکرد معادل 11/698 تن در هکتار (رطوبت 15/5 درصد)، 9/781 تن در هکتار (با رطوبت 20/2 درصد)، 12/167 تن در هکتار (با رطوبت 21/13 درصد) و 16/243 تن در هکتار (با رطوبت 26/87 درصد) را تولید نموده اند. با توجه به شرایط فوق و همچنین با در نظر گرفتن این مسئله که در منطقه سرد و سرد معتدل احتمال وقوع سرمازدگی در آبان ماه و حتی مهرماه وجود دارد و از طرف دیگر بعلت محدودیت منابع آبی کشت در بهار نیز تا خاتمه آب غلات به تاخیر می افتد و از طرف دیگر تفاوت معنی داری بین عملکرد ارقام نیز مشاهده نمیگردد لذا کشت ارقام زودرس بویژه در تاریخ کاشت دوم و سوم قابل توجه است تا با رطوبت مناسب نیز برداشت گردد. در این بین هیبریدهای KSC 400 و KSC260 در تاریخ کاشت اول تا سوم شرایط ویژه‌ای دارد (جدول 6 و 7).

هیبرید KSC260 طول دوره رویشی و زایشی یکسانی را نشان داد. طول دوره زایشی این هیبرید تقریباً مشابه هیبرید شاهد تجاری KSC704 است، ولی طول دوره رویشی آن حدود 10 روز کمتر از KSC704 است. طول دوره رشد و نمو این هیبرید در تاریخ کاشت اول دو هفته بیشتر از تاریخ کاشت دوم است. بطور کلی در این هیبرید طول دوره کاهش رطوبت دانه بعد از رسیدن فیزیولوژیک در تاریخ کاشت اول حدود 10 روز و در تاریخ کاشت دوم حدود 16 روز بوده است. این دوره در تاریخ کاشت اول با درجه حرارت نسبتاً بالای اواخر شهریور و در تاریخ کاشت دوم و بویژه تاریخ کاشت سوم با شروع کاهش درجه حرارت اوایل مهر ماه مصادف می‌گردد. در هیبرید زودرس-متوسط رس KSC400 نیز دوره رویشی و زایشی یکسان است. طول دوره رویشی آن حدود 10 روز متر از KSC704 است ولی طول دوره زایشی آن تقریباً یکسان است (حدود سه روز بیشتر). در هر حال گزارشات گذشته حاکی از این است که ذرت تحت تأثیر طول روز نیز می باشد. کاهش طول روز باعث تسریع گلدهی می گردد. افزایش درجه حرارت نیز باعث تسریع گلدهی می گردد ولی تعداد برگ در بوته را افزایش می‌دهد (Coligado & Daynard, 1979; Allison & Brown, 1975). بطور کلی سرعت کاهش رطوبت دانه بعد از رسیدن فیزیولوژیک در این هیبرید نیز قابل توجه است. در تاریخ کاشت اول این دوره حدود دو هفته و در تاریخ کاشت حدود 19 روز بوده است. دوره کاهش رطوبت دانه در این هیبرید در تاریخ کاشت اول مصادف با اواخر شهریور ماه است در حالیکه در تاریخ کاشت دوم این دوره مصادف با اوایل مهر ماه می‌باشد.

در تاریخ کاشت سوم این هیبرید قابل توصیه نبوده و کاهش

رسیدن به رطوبت قابل برداشت نیز در این تاریخ کاشت به ترتیب از اواخر شهریور تا اوایل مهرماه و اوایل مهر تا اواخر مهر بوده است. در تاریخ کاشت دوم در سال 1386 رسیدن فیزیولوژیک از اواخر دهه دوم شهریور تا اوایل مهرماه و در سال 1387 از اوایل مهرماه تا آخر دهه دوم مهرماه بوده است. این زمان برای رسیدن به رطوبت قابل برداشت به ترتیب از اواخر شهریور تا اواخر دهه دوم مهرماه و اواخر دهه دوم مهر ماه تا دهه اول آبان بوده است. نکته قابل توجه این است که در تاریخ کاشت در سال 1386 فقط ارقام زودرس به رسیدن فیزیولوژیک رسیدند و سایر ارقام به جهت وقوع یخبندان در اوایل مهر ماه دچار سرمازدگی شدند. در سال 1387 کلیه ارقام به رسیدن فیزیولوژیک (دهه اول تا آخر مهر ماه) رسیدند ولی فقط ارقام زود رس قادر به کاهش رطوبت دانه به 20 درصد قبل از وقوع یخبندان (اوایل آبان) و سرما زدگی گردیدند در این بین مناسب ترین هیبرید در تاریخ کاشت سوم هیبرید KSC260 می‌باشد. این هیبرید در سال 1386 با حداقل رطوبت قابل برداشت عملکردی معادل 13/896 تن در هکتار تولید نمود. رطوبت دانه در این هیبرید در زمان برداشت (12 آبان ماه) 13/7 درصد بوده است در حالیکه رقم دیررس شاهد KSC704 با 13/007 تن در هکتار و در همین تاریخ برداشت رطوبت معادل

رطوبت آن دچار مشکل خواهد شد (جداول 6 و 7).
 در هیبرید تجارتي شاهد (KSC704) زمان رسیدن در تاریخ
 کاشت اول، دوم و سوم بترتیب مصادف با اواخر شهریور تا اوایل مهر،
 اوایل تا اواسط مهر و بالاخره دهه سوم مهر خواهد بود. طول دوره

جدول 6- تاریخ مراحل فنولوژیکی برخی ارقام ذرت در تاریخ های مختلف کاشت در منطقه مشهد
 Table 6- Phenological dates of some maize hybrids in different planting dates in Mashhad

هیبرید Hybrid	تاریخ کاشت Planting date	تاریخ گلدهی Flowering Date		تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity date		تاریخ 20 درصد رطوبت دانه 20% Grain moisture date	
		Year 2007	Year 2008	Year 2007	Year 2008	Year 2007	Year 2008
KSC260	5-8 May	15 July	21 July	26 Aug.	6 Sep.	11 Sep.	21 Sep.
	20-21 May	24 July	1 Aug.	7 Sep.	25 Sep.	17 Sep.	12 Oct.
	5-8 June	3 Aug.	9 Aug.	10 Oct.	3 Oct.	-	21 Oct.
KSC320	5-8 May	17 July	22 July	30 Aug.	12 Sep.	24 Sep.	29 Aug.
	20-21 May	24 July	1 Aug.	12 Sep.	24 Sep.	28 Aug.	15 Oct.
	5-8 June	6 Aug.	14 Aug.	4 Oct.	4 Oct.	-	27 Oct.
KDC370	5-8 May	14 July	19 July	29 Aug.	15 Sep.	15 Sep.	4 Oct.
	20-21 May	24 July	31 July	10 Sep.	30 Sep.	27 Sep.	22 Oct.
	5-8 June	7 Aug.	11 Aug.	8 Oct.	9 Oct.	-	2 Nov.
BC404	5-8 May	16 July	21 July	2 Sep.	17 Sep.	20 Sep.	3 Oct.
	20-21 May	25 July	3 Aug.	15 Sep.	26 Sep.	29 Sep.	20 Oct.
	5-8 June	8 Aug.	10 Aug.	8 Oct.	20 Oct.	-	-
OSSK444	5-8 May	15 Aug.	17 July	2 Sep.	13 Sep.	19 Sep.	27 Sep.
	20-21 May	23 July	27 July	15 Sep.	27 Sep.	29 Sep.	19 Sep.
	5-8 June	6 Aug.	12 Aug.	9 Oct.	16 Oct.	-	-
KSC400	5-8 May	14 July	18 July	6 Sep.	16 Sep.	16 Sep.	5 Oct.
	20-21 May	23 July	30 July	11 Sep.	29 Sep.	29 Sep.	18 Oct.
	5-8 June	6 Aug.	5 Aug.	8 Oct.	14 Oct.	-	-
BC504	5-8 May	16 July	22 July	7 Sep.	12 Sep.	20 Sep.	30 Sep.
	20-21 May	25 July	3 Aug.	16 Sep.	4 Oct.	7 Oct.	21 Oct.
	5-8 June	6 Aug.	6 Aug.	8 Oct.	5 Oct.	-	-
KSC500	5-8 May	16 July	20 July	7 Sep.	24 Sep.	24 Sep.	13 Oct.
	20-21 May	26 July	31 July	24 Sep.	6 Oct.	18 Oct.	31 Oct.
	5-8 June	9 Aug.	8 Aug.	-	20 Oct.	-	-
KSC704	5-8 May	21 July	26 July	17 Sep.	28 Sep.	5 Oct.	21 Oct.
	20-21 May	30 July	5 Aug.	17 Sep.	9 Oct.	12 Oct.	5 Nov.
	5-8 June	10 Aug.	13 Aug.	-	12 Oct.	-	-

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 7- درجه حرارت حداقل و حداکثر در ماههای رشد و نمو ذرت در طی سال های 88-1386 در منطقه مشهد

Table 7- Means of minimum and maximum temperature (°C) during growing season months in 2007-2009 in Mashhad

ماه Months	سال Year	Third 10 Days		Second 10 Days		First 10 days	
		دهه سوم ماه		دهه دوم ماه		دهه اول ماه	
		دمای حداکثر Max. Temp. °C	دمای حداقل Min.Temp. °C	دمای حداکثر Max. Temp. °C	دمای حداقل Max. Temp. °C	دمای حداقل Min.Temp. °C	دمای حداکثر Max. Temp. °C
اردیبهشت	(2007)1386	22.72	14.27	27.5	22.72	14.27	27.5
21 April-21 May	(2008)1387	30.36	16.4	28.3	30.36	16.4	28.3
خرداد	(2007)1386	35	20.17	31.3	35	20.17	31.3
22 May- 21 June	(2008)1387	34.36	20.09	31	34.36	20.09	31
تیر	(2007)1386	34.54	21.63	34.9	34.54	21.63	34.9
22 June- 22 July	(2008)1387	36.27	22.63	34.5	36.27	22.63	34.5
مرداد	(2007)1386	32.36	16.45	34.9	32.36	16.45	34.9
23 July-22 Aug.	(2008)1387	32.90	16.9	36.1	32.90	16.9	36.1
شهریور	(2007)1386	29.72	14.81	32.3	29.72	14.81	32.3
23 Aug.-22 Sep.	(2008)1387	30.63	15.54	30.4	30.63	15.54	30.4
مهر	(2007)1386	24.2	8.5	20.9	24.2	8.5	20.9
23 Sep -22 Oct.	(2008)1387	24.1	10.2	25.25	24.1	10.2	25.25
آبان	(2007)1386	19.66	5.5	22.2	19.66	5.5	22.2
23 Oct -21 Nov..	(2008)1387	9.2	2.5	13.5	9.2	2.5	13.5

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

منابع

1. Abasi, S.A.A., and Atilade, S.A. 2005. Sowing-date Studies on Maize (*Zea mays* L.) under Rainforest Conditions: Effects of sowing date on the vegetative and flowering stages. Department of Plant Science Obafemi Awolowo Univ. Ile-Ife, Nigeria.
2. Adam, H.S., Ageeb, O.A.A., Saunders, D.A., and Hettel, G.P. 1994. Temperature Analysis and Wheat Yields in the Gezira Scheme. Wheat in Heat-stressed Environments: Irrigated, Dry Area and Rice-Wheat Farming Systems. In: Proceedings of the International Conferences. Saunders, D.A. (ed.), Held at Wad Medani, Sudan, 1-4 Feb. 1993 and Dinajpur, Bangladesh, 13-15 Feb. 1994, pp. 143-145.
3. Allison, J.C.S., and Daynard, T.B. 1979. Effect of change in time of flowering, induced by altering photoperiod or temperature, on attributes related to yield in maize. Crop Science 19: 1-4.
4. Amholte, A.A., and Carter, P.R. 1987. Planting date and tillage effects on corn following corn. Agronomy 79: 746-751.
5. Bauer, P.J., and Carter, P.R. 1986. Effect of seeding date, plant density, moisture availability, and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. Crop Science 26(6): 1220-1226.
6. Capristo, P.R., Rizzalli, R.H., and Andrade, F.H. 2007. Ecophysiological yield components of maize hybrids with contrasting maturity. Agronomy 99: 1111-1118.
7. Coligado, M.C., and Brown, D.M. 1975. Response of corn in the pretassel initiation period to temperature and photoperiod. Agricultural Meteorology 14: 357-367.
8. Dungan, G.H. 1974. Yield and bushel weight of corn grain as influenced by time of planting. Agronomy 36:166-170.
9. Genter, C.F., and Jones, G.D. 1970. Planting date and growing season effects and interaction on growth and yield of maize. Agronomy 62:760-761.
10. Gupta, S.C. 1985. Predicting corn planting dates for maboord and no-tillage in the corn belt. Agronomy 77:446-455.
11. Hicks, D.R., Benson, G.O., and Bullock, D. 1990. Corn Hybrid Maturity Management for the Central and Northern Corn Belt. National Corn Handbook. NCH. No., 37.
12. Lauer, J.G., Carter, P.R., Wood, T.M., Daniel, G.D., Robert, W., Rand, E., and Mlynarek, M.J. 1999. Corn hybrid response to planting date in the northern Corn Belt. Agronomy 91: 834-839.
13. Nielsen, R.L., Thomson, P.R., Brown, G.A., Halter, A.L., Wells, J., and Wuethrich, K.L. 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. Agronomy 94: 549-558.

14. Pendelton, O.W., and Eyli, D.B. 1969. Potential yield of corn as affected by planting date. *Agronomy* 61:70-71.
15. Rác, F., Illés, O., Pók, I., Szőke, C., and Zsubori, Z. 2003. Role of sowing time in maize production (review). Agricultural Research Inst. of the Hung. Academic Science Martonvásár.
16. Russelle, M.P., Olson, R.A., and Hauck, R.D. 1987. Planting date and nitrogen management interactions in irrigated maize. *Field Crops Research* 16(4): 349-362.
17. Stevens, E.J., Stevens, S.L., Flowerday, A.D., Gardner, C.O., and Eskridge, K.M. 1986. Phenology of dent corn and popcorn. II. Influence of planting date on crop emergence and early growth stages. *Agronomy Journal* 78: 880-884.
18. Stookey, D.E., and Michaels, P.J. 1994. Climate change and large-area corn yield in the south eastern united state. *Agronomy Journal* 86: 564-569.



ضد عفونی بذر گندم و تأثیر آن بر شاخص های قدرت بذر از منظر زیست محیطی

حمیدرضا توکلی کاخکی^{*1} و علیرضا بهشتی²

تاریخ دریافت: 89/1/23

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

در سیستم های کشاورزی رایج استفاده از آفت کش ها و قارچ کش ها برای تیمار نمودن بذر بصورت گسترده ای کاربرد یافته است. این مطالعه به منظور بررسی اثر ضد عفونی بذر بر شاخص های قدرت بذر گندم یک کراس روشن در سال 1386 در شرایط آزمایشگاهی به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تکرار اجراء شد. فاکتورهای مورد بررسی در این شامل مرحله آلودگی بذر به اسپور سیاهک پنهان معمولی گندم (*Tilletia laevis*) در دو سطح (آلودگی و عدم آلودگی)، نوع قارچ کش در چهار سطح (رنال، ویتاواکس، دیویند و شاهد) و سه سطح مدت نگهداری بذر (۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز) بود. نتایج نشان داد که آلودگی بذر و نوع قارچ کش اثر معنی بر طول ساقه چه و طول ریشه چه داشت ($P \leq 0/01$). اثر مدت نگهداری بذر بر صفات درصد جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه چه و طول ساقه چه معنی دار ($P \leq 0/01$) بود. اثر متقابل آلودگی بذر و نوع قارچ کش بر شاخص های سرعت و درصد جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه و طول ریشه چه معنی دار نبود. بر اساس این نتایج آزمایشگاهی، استفاده از قارچ کش های ضد عفونی کننده بذر در صورت عدم ضرورت نه تنها موجب خسارت احتمالی به بنیه بذر می شود بلکه، صدمات زیست محیطی را نیز بدنبال خواهد داشت. چنانچه آلودگی بذر و شیوع بیماری در مزرعه محرز باشد و با توجه به متفاوت بودن عکس العمل ارقام مختلف گندم به بیماری سیاهک پنهان گندم و با تکیه و بهره گیری از نتایج آزمایش های مزرعه ای استفاده از قارچ کش مطلوب می تواند در جلوگیری از کاهش عملکرد موثر بوده و حداقل مخاطرات زیست محیطی را بدنبال داشته باشد.

واژه های کلیدی: آلودگی بذر، جوانه زنی بذر، قارچ کش

مقدمه

به این سموم و مصرف رو به تزاید آنها، از بین رفتن تنوع ژنتیکی بویژه انهدام شکارچی های طبیعی آفات و میکرو ارگانیسم های خاک و نیز آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی از بارزترین پیامدها و مشکلات این فعالیت انسانی است (Lu & Terry, 1996). معمولاً در سیستم تولید بذر پس از برداشت و فرایند بوجاری مسئله ضد عفونی بذر مطرح می شود. در سال های اخیر استفاده از انواع قارچ کش ها جهت کنترل پاتوژن های بذر زاد، بطور فزاینده ای افزایش یافته است (Khanzada et al., 2002). حدود 80 الی 90 درصد بذر گندم مورد استفاده در عرض های شمالی توسط انواع قارچ کش ها بر علیه سیاهک ها تیمار داده می شوند (Borgen, 2004). اساساً هدف تیمار بذر به عنوان ضد عفونی عبارت است از: کنترل و یا به حداقل رساندن پاتوژن های بذر زاد که بر روی سطح و یا درون بذر مستقر شده اند و محافظت بذر در مقابل پاتوژن های خاکزی (Ashely & Mrtin, 2003) به عبارتی هدف اصلی از تیمار بذر را می توان ایجاد شرایط مناسب برای استقرار در جهت به حداقل رسانیدن کاهش عملکرد و افزایش کیفیت محصول و ممانعت از انتقال پاتوژن بیان نمود (Khanzada et al., 2002). بنابراین تولید کننده یا

علیرغم افزایش عملکرد در محصولات زراعی در چند دهه گذشته در سیستم های تک کشتی و کشاورزی فشرده، امروزه نشانه های زیادی حاکی است که افزایش عملکرد عمدتاً مرهون استفاده از کود های شیمیایی، علف کش ها، آفت کش ها، سموم شیمیایی و بذور اصلاح شده بوده است. هرچند که تا کنون تجارت جهانی آفت کش ها به سیر رو به رشد خود را ادامه داده است، اما نتایج بدست آمده نشان داده که ضرر ناشی از خسارت آفات در برابر افزایش استفاده از انواع آفت کش ها نسبتاً ثابت بوده است (Gliessman, 2000). گرچه استفاده از بذر اصلاح شده به عنوان مهمترین نهاده ورودی همراه با سایر عملیات زراعی متکی بر نهاده های خارجی از جمله استفاده از آفت کش ها و قارچ کش ها برای تیمار نمودن بذر در سیستم های تک کشتی کاربرد وسیعی دارند و اما مقاومت ایجاد شده

1 و 2- به ترتیب مربی پژوهشی و استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(*)- نویسنده مسئول: (E-mail: hamidre@gmail.com)

عفونی بذر با تیمارهای مختلف قارچ کش توانست سرعت جوانه زنی را تحت تاثیر قرار دهد. تیمار بذر گندم با کاپتان، تیرام و ویتاواکس تاثير متفاوتی را در جهت حفظ خصوصیات قدرت بذر نشان داده است (Randhawa et al., 1985). گرچه ضد عفونی بذر گندم برای کنترل بیماری های *Helminthosporium Sativum* و *Alternaria* سبب کاهش بیماری و افزایش سرعت جوانه زنی شده است (Gupta et al., 1990). اما طبق مطالعات انجام شده افزایش عملکرد گندم حاصل از کاربرد قارچ کش احتمالاً بدلیل افزایش طول دوره پر شدن دانه می باشد (Dimmock & Gooding, 2002; Bertelsen et al., 2001). هرچند که تیمار بذر می تواند کمک موثری در تولید گیاهچه سالم باشد اما باید به این نکته نیز توجه داشت که تاثیر گذاری انواع آفت کش ها بر خصوصیات بذر در محصولات مختلف متفاوت می باشد، بعلاوه تأثیرات زیست محیطی و حفظ سلامت فون و فلور خاک و محیط نیز از مسائل مهمی است که باید مورد نظر و توجه باشد. ضمن بررسی اثر ماندگاری قارچ کش های مختلف بر شاخص های قدرت بذر و اثراتی که ممکن است بر نحوه سبز شدن، استقرار و عملکرد داشته باشد، نیاز به ضد عفونی قطعی بذر و تأثیری که تیمار بذر می تواند در کنترل بیماری و احتمال کاهش هزینه ها داشته باشد از اهداف مورد بررسی در این مطالعه می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق جهت ارزیابی تأثیر تیمار بذر (ضد عفونی) بر شاخص های قدرت بذر و عملکرد گندم بک کراس روشن در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد در سال 1386 اجرا شد. گندم بک کراس روشن بعنوان رقم کاملاً حساس به این بیماری انتخاب شد که در سال هایی که شرایط برای اپیدمی این بیماری فراهم بوده خسارت ناشی از این بیماری نیز بسیار چشمگیر گزارش شده است (Atahosseni et al., 2003). آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در هشت تکرار در شرایط آزمایشگاه اجراء شد، فاکتور اول آلودگی و عدم آلودگی به تلیوسپورهای قارچ عامل بیماری سیاهک پنهان معمولی گندم (*Tilletia laevis*)، فاکتور دوم شامل قارچ کش های (دیویدند، رئال، ویتا واکس و عدم ضد عفونی یا شاهد) و فاکتور سوم مدت زمان پس از تیمار دادن بذر شامل (30, 60, 90 روز پس از ضد عفونی) بود. در جدول 1 مشخصات و میزان مصرف هر یک از قارچ کش های مورد استفاده در آزمایش ارائه شده است. مقدار 15 کیلوگرم بذر بعنوان نمونه اولیه از گندم بک کراس روشن در طبقه مادری تهیه شد.

سیستمی که وظیفه تولید را بعهده دارد بایستی بر این امر آگاهی کامل داشته باشد که چه نوع تیماری به لحاظ نوع (قارچ کش و میزان ماده موثره) و چه شرایطی می تواند در کاهش آلودگی بذر توسط پاتوژن ها موثر باشد تا ضمن حداقل تأثیر بر کاهش توانایی سبز شدن بذر و قدرت گیاهچه از خسارت پاتوژن جلوگیری نموده و بر محیط زیست و بویژه ریزوسفر خاک نیز از هر گونه آسیب مصون بماند. بعنوان مثال عدم دسترسی به رطوبت کافی و بستر مناسب، عمق زیاد کاشت (Giri & Schllinger, 2003) و همچنین آلودگی اولیه بذر به عوامل بیماری زا (Borgen, 2004) از جمله شرایط موثر در استقرار نامناسب مزارع گندم در مناطق خشک و نیمه خشک می باشند. آنچه که مسلم است بذر آلوده به عوامل بیماری زا یا پاتوژن ها می تواند نقش موثری در کاهش قدرت جوانه زنی، استقرار، اشاعه و انتقال بیماری های گیاهی و در نهایت کاهش عملکرد داشته باشد. بطور خاص در ارتباط با مزارع گندم می توان از سیاهک پنهان بعنوان یکی از مهمترین بیماری های بذر زاد نام برد (Khanzada & Mathur 1983). قارچ عامل بیماری سیاهک پنهان معمولی گندم (*Tilletia laevis*) اغلب به صورت تلیوسپور روی بذر و گاهی در خاک باقی می ماند بر خلاف سیاهک آشکار آلودگی در سیاهک پنهان سطحی بوده و در موقع خرمین کوبی در اثر فشار پاره شده و اسپورها، روی بذر سالم قرار می گیرد. و به این ترتیب با کاشت بذور آلوده در خاک همزمان با جوانه زنی بذر گندم در شرایط مساعد آب و هوایی، تلیوسپورها نیز جوانه زده و گیاهچه را آلوده می نماید (Atahosseni et al., 2003). هرچند قارچ کش های سیستمیک مختلفی جهت کنترل سیاهک ها در گندم مورد استفاده قرار می گیرد اما اطلاعات زیادی در رابطه با چگونگی تأثیر این گونه قارچ کش ها بر خصوصیات جوانه زنی ارقام مختلف گندم وجود ندارد (Khanzada et al., 2002). تیمار بذر توسط قارچ کش های مختلف می بایستی به گونه ای باشد که حداقل تأثیر را بر کاهش توانایی سبز شدن بذر و قدرت گیاهچه داشته باشد. کاربوکسین تیرام قارچ کشی است سیستمیک و تماسی که برای ضد عفونی بذور غلات علیه سیاهک پنهان استفاده می شود این قارچ کش قادر می باشد در غشا میتوکندری در انتقال الکترون دخالت نموده و در واقع در سیستم تنفسی سلول ایجاد اختلال نماید (Mathre et al., 2001). همچنین بر اساس آزمایشات انجام شده مشخص گردید که از مرحله نموی سه برکه شدن تا مرحله خروج خوشه گندم گرادیان منفی در رابطه با وجود سم تری تیکونازول در برگ های جوان تر در مقایسه با برگ های مسن تر وجود دارد (Querou et al., 1998). البته صرف نظر از کاهش هزینه های مالی در زمان بوجاری تیمار بذر توسط آفت کش های مختلف می تواند عکس العمل های متفاوتی در بین ارقام گندم بوجود آورد (Kashyap et al., 1994). در مطالعه انجام شده توسط کلارک و اسکات (Clark & Scott, 1982) مشخص گردید که ضد

جدول 1- مشخصات و میزان مصرف هر یک از قارچ کش های مورد استفاده
Table1-Characteristics and amount of consumption of applied fungicide

نام تجاری Commerical name	نام شیمیایی chemical name	نام عمومی Common name	میزان مصرف consumption amount (ml kg ⁻¹ seed)
Dividend 30-F-S	3-chloro-4[4methel-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ymethel)-1,3-dioxolan-2-yl]phenyl4-chlorophenyl ether	دیفنوکنازول difenoconazol	2
Real 200-F-S	(RS)-(E)-5[(4-chlorobenzylidone)]-2-2dimethyl-1-(1H-1,2,4, triazol-1-ylmethyl)cyclopentanol	تری تیکونازول Triticonazole	0.2
Vitavax 200-F-F	5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathiine-3-carboxanilide	کاربوکسین تیرام Carbixin thiram	2.5

1980). در این رابطه GR، سرعت جوانه زنی، N_i تعداد بذر جوانه زده در فاصله دو شمارش متوالی و D_i تعداد روز از ابتدای شمارش می باشد. در پایان آزمون جوانه زنی استاندارد تعداد ده گیاهچه طبیعی بطور تصادفی از هر تیمار و تکرار انتخاب و سپس اندازه گیری طول ریشه چه، ساقه چه و وزن خشک گیاهچه ها انجام شد. جهت اندازه گیری وزن خشک گیاهچه درجه حرارت آن برای 80 درجه سانتی گراد تنظیم و پس از 48 ساعت وزن خشک گیاهچه ثبت و اندازه گیری شد. در پایان تجزیه و تحلیل داده ها و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد (SAS, 1989).

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در آزمایشگاه نشان داد که که اثر آلودگی بذر و نوع قارچ کش بر طول ساقه چه و طول ریشه چه معنی دار بود اما بر صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه این اثرات معنی دار نبود (جدول 2). در همین ارتباط بیشترین طول ساقه چه (6/42 سانتی متر) و طول ریشه چه (10/82 سانتی متر) به فاکتور عدم آلودگی بذر تعلق داشت (جدول 3). بطوریکه با آلوده نمودن بذر به اسپور سیاهک پنهان طول ساقه چه و طول ریشه چه کاهش نشان داد. آزمایشات انجام شده توسط (Clark & Scott, 1982) نشان داد ضد عفونی بذر گندم با تیمارهای مختلف قارچ کش بر سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی بذر موثر بود.

با توجه به عدم وجود تفاوت معنی دار در سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی برای فاکتور نوع قارچ کش مقدار عددی میانگین بدست آمده نشان داد که بیشترین طول ساقه چه (6/91 سانتی متر) و کمترین طول ساقه چه (5/77 سانتی متر) بذور تیمار داده شده در آزمایشگاه بترتیب به تیمار شاهد وقارچ کش رئال تعلق داشت (جدول 4). اما در ارتباط با طول ریشه چه بیشترین و کمترین طول ریشه چه به ترتیب در قارچ کش های دیویدند (11/11 سانتی متر) و ویتاواکس (9/68 سانتی متر) مشاهده شد (جدول 4).

جهت ایجاد تیمار آلودگی با اسپور سیاهک ابتدا خوشه های آلوده به سیاهک پنهان (*Tilletia laevis*) گندم از مزرعه جمع آوری شد و سپس دانه های آلوده به اسپور بطور جداگانه در یک هاون چینی به دقت خرد شد در ادامه از الک 40 مش برای غربال کردن و جدا کردن پوسته بذر استفاده شد، اسپورها به نسبت 10 در هزار (10 میلی گرم اسپور در یک گرم بذر) با بذر گندم بک کراس روشن مخلوط شد (Atahosseni et al., 2003). در خصوص انجام مراحل ضد عفونی بذر در آزمایشگاه، ابتدا مقدار 200 گرم بذر بطور تصادفی از نمونه اولیه جدا شد. سپس عمل ضد عفونی هر یک از تیمارهای مورد نظر آزمایش بطور جداگانه و بر اساس میزان توصیه شده محلول (آب و قارچ کش) انجام شد و در ادامه بر اساس محاسبات انجام شده میزان مورد نیاز محلول محاسبه و به بذر اضافه شد و با تکان دادن مخلوط بذر و محلول آب و قارچ کش به مدت 60 الی 180 ثانیه عمل ضد عفونی هر یک از نمونه ها انجام شد. در این مرحله سعی شد در نهایت پوشش یکنواختی از سم بر روی بذر قرار گیرد. لازم به ذکر است در این مرحله تیمار کنترل یا عدم ضد عفونی به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. بررسی و مطالعه شاخص های قدرت بذر در آزمایشگاه پس از 30, 60, 90 روز انجام و نیز جهت نگهداری بذر، مقدار بذر محاسبه شده بر حسب گرم در چهار تکرار در کیسه های پلی اتیلن به ابعاد 25 در 35 سانتی متر قرار گرفت. تمامی نمونه ها در دمای 25 در سانتی گراد نگهداری شدند. در آزمایش جوانه زنی ابتدا تعداد 50 عدد بذر هر یک از تیمارها در هشت تکرار روی کاغذ صافی در پتری دیش قرار داده شد و سپس مقدار 5 میلی لیتر آب معمولی به آن اضافه و درجه حرارت اتاقک رشد برای 20 درجه سانتی گراد با دقت ± 1 تنظیم شد. شمارش گیاهچه های طبیعی به ترتیب در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم انجام شد در پایان جمع گیاهچه های طبیعی جوانه زده به عنوان درصد جوانه زنی هر یک از تیمارها ثبت شد. محاسبه سرعت جوانه زنی GR^1 (GR) با استفاده از رابطه $GR = \sum N_i / D_i$ انجام شد (Ellis & Robert, 1967).

1- Germination rate

جدول 2- آنالیز واریانس درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، وزن خشک گیا هچه، طول ساقه چه، طول ریشه چه و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه

Table 2- Anova for germination percent, germination rate, dry weight seedling (DWS), shoot length (SL), root length (RL) and S/R length ratio

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه زنی %Germination	سرعت جوانه زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه DWS	طول ساقه چه SL	طول ریشه چه RL	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه S/R
آلودگی بذر (A) Contamination	1	0.1992*	0.2617	0.2094	0.0591	0.0079	0.6534
قارچ کش (B) Fungicide	3	0.7202	0.5394	0.4193	0.0001	0.0001	0.0001
مدت نگهداری (C) Storage time	2	0.0010	0.1097	0.0001	0.0001	0.0001	0.0182
storage							
A×B	3	0.9124	0.9995	0.3133	0.0004	0.0589	0.0006
A×C	2	0.4345	0.9143	0.4892	0.0357	0.6850	0.002
B×C	6	0.5424	0.8227	0.0244	0.0201	0.1210	0.0516
A×B×C	6	0.9870	0.9805	0.4471	0.4629	0.2460	0.0002
خطا error	168						

* این مقادیر احتمال معنی دار بودن می باشند.
These Value are significant probability*

جدول 3- مقایسه میانگین طول ساقه چه، طول ریشه چه در تیمار آلودگی بذر
Table 3- Mean comparison of shoot and root length on contaminated seed

تلقیح بذر Inoculation	طول ساقه چه Shoot length (cm)	طول ریشه چه Root length (cm)
آلودگی (a ₁) contamination	6.19 _{b*}	10.45 _b
عدم آلودگی (a ₂) non contamination	6.42 _a	10.82 _a

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 4- اثر نوع قارچ کش بر صفات مورد بررسی
Table 4- Effect of fungicide on investigated traits

قارچ کش Fungicide	طول ریشه چه Root length (cm)	طول ساقه چه Shoot length (cm)	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه Shoot root length ratio
رنال (b ₁) Real	10.84 _{b*}	5.77 _d	0.53 _c
ویتا واکس (b ₂) Vitavax	9.68 _c	6.12 _c	0.63 _a
دیویدند (b ₃) Dividend	11.11 _a	6.44 _b	0.57 _b
کنترل (b ₄) شاهد (b ₄)	10.92 _b	6.91 _a	0.63 _a

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 5- نتایج آنالیز واریانس F در مقایسات گروهی غیر مستقل برای نوع قارچ کش

Table 5- Anova for wheat germination characteristics based on ortagonal group comparison in fungicide

مقایسات comparisons	درجه آزادی df	سرعت جوانه زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Dry weight seedling	طول ساقه چه Shoot length
شاهد در مقایسه با رئال Control vs. Real	1	0.33 ^{ns}	1.37 ^{ns}	34.79 ^{**}
شاهد در مقایسه با ویتا واکس Control vs. Vitavax	1	1.51 ^{ns}	0.26 ^{ns}	16.89 ^{**}
شاهد در مقایسه با دیویدند Control vs. Dividend	1	0.01 ^{ns}	1.89 ^{ns}	6.09 ^{**}
رئال در مقایسه با ویتا واکس Real vs. Vitavax	1	0.43 ^{ns}	0.44 ^{ns}	3.20 ^{ns}
رئال در مقایسه با دیویدند Real vs. Dividend	1	0.48 ^{ns}	0.04 ^{ns}	11.77 ^{**}
ویتا واکس در مقایسه با دیویدند Vitavax vs. Dividend	1	1.82 ^{ns}	0.75 ^{ns}	2.7 ^{ns}

ns و ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

ns and ** are non significant and significantly at $\alpha=0.01$, respectively.

جدول 6- مقایسه میانگین اثر مدت نگهداری بذر بر خصوصیات جوانه زنی گندم

Table 6- Mean comparisons of, seed wheat germination character visticl

مدت نگهداری Storage time	طول ریشه چه Root length (cm)	طول ساقه چه Shoot length (cm)	وزن خشک گیاهچه Dry weight seedling (mg)	درصد جوانه زنی % Germination	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه Shoot root length ratio
90 روز پس از ضدعفونی (C ₁) 90 days after treatment	10.65 ^{b*}	6.15 ^b	11.82 ^b	90.68 ^c	0.57 ^b
60 روز پس از ضدعفونی (C ₂) 60 days after treatment	10.13 ^c	6.07 ^b	11.98 ^b	93.93 ^a	0.6 ^a
30 روز پس از ضدعفونی (C ₃) 30 days after treatment	11.14 ^a	6.70 ^a	13.43 ^a	91.75 ^b	0.6 ^a

* میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد ندارند

* Means within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

گیاهچه (13/43 بر حسب میلی گرم) و بیشترین طول ساقه چه (6/70 سانتی متر) و طول ریشه چه (11/14 سانتی متر) در تیمار 30 روز پس از ضدعفونی مشاهده شد (جدول 6).

با توجه به معنی دا بودن اثر متقابل نوع قارچ کش و آلودگی بذر بر دو صفت طول ریشه چه و طول ساقه چه (جدول 2) نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو حالت آلودگی و عدم آلودگی بذر بیشترین طول ساقه چه به تیمار شاهد یا عدم ضدعفونی تعلق داشت و در صورت عدم آلودگی بذر تفاوت آماری بین انواع قارچ کش ها مشاهده نشد و در صورت آلوده بودن بذر کمترین طول ساقه چه به قارچ کش رئال تعلق داشت (جدول 7).

جهت بررسی بیشتر و تقسیم اثر قارچ کش به مقایسه های مختلف از روش مقایسات گروهی (اورتوگونال) بهره برده شد. نتایج بدست آمده از این مقایسات نشان داد. تفاوت معنی داری برای سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه بین شاهد و قارچ کش های مورد استفاده در شرایط آزمایشگاهی وجود نداشت (جدول 5). همانطور که قبلا اشاره شد در خصوص طول ساقه چه تفاوت آماری بین شاهد یا عدم ضدعفونی با سایر قارچ کش ها مشاهده شد و به جز قارچ کش رئال در مقایسه با دیویدند و ویتا واکس در مقابل دیویدند در ارتباط با سایر قارچ کش ها اختلاف آماری مشاهده شد (جدول 5). همچنین در این بررسی عامل مدت زمان نگهداری نیز بر درصد جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ساقه چه، طول ریشه چه و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه نیز معنی دار بود ($P \leq 0/01$) (جدول 2). در این خصوص بیشترین وزن خشک

جدول 7- میانگین اثر متقابل تلقیح بذر و نوع قارچ کش بر طول ساقه چه و طول ریشه چه گندم
Table 7- Interaction between inoculation and fungicide on wheat shoot and root length

	طول ریشه چه (سانتی متر) Root length (cm)				طول ساقه چه (سانتی متر) Shoot length (cm)			
	رئال (b ₁) real	ویتاواکس (b ₂) Vitavax	دیویدند (b ₃) Dividend	شاهد (b ₄) Control	رئال (b ₁) Real	ویتاواکس (b ₂) Vitavax	دیویدند (b ₃) Dividend	شاهد (b ₄) Control
آلودگی (a ₁) contamination	10.41 _{bc}	9.38 _d	11.1 _a	10.93 _{ab}	5.26 _d	5.93 _c	6.64 _{ab}	6.95 _a
عدم آلودگی (a ₂) Non contamination	11.28 _a	9.98 _c	11.13 _a	10.91 _{ab}	6.28 _{bc}	6.31 _{bc}	6.23 _{bc}	6.88 _a

* میانگین های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح 5 درصد می باشند.

*Means within each column followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level.

نتیجه گیری

نتایج این بررسی نشان داد که درصد جوانه زنی ، سرعت جوانه زنی و سایر فاکتورهای اندازه گیری شده گیاهچه در آزمایشگاه نمی توانند به صورت قطعی معیار مناسبی برای پیش بینی استقرار گیاهچه در مزرعه باشند، اما به عنوان یک شاخص آزمایشگاهی می توانند در ارزیابی اولیه مورد استفاده قرار گیرند . گرچه بر اساس نتایج آزمایشگاهی بدست آمده از این بررسی نمی توان با قاطعیت بر عدم مصرف سموم قارچ کش تاکید کرد اما می توان بیان داشت که مصرف این قارچ کش ها لزوما نمی تواند موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی در گندم شود هر چند اثرات متقابل نوع قارچ کش و آلودگی بر این صفات نیز حاکمی است که سموم متفاوت قارچ کش واکنش یکسانی را بر این صفات نشان دادند. اما شرایط محیطی می تواند عامل موثری در تصمیم برای استفاده از نوع سموم مصرفی باشد. نتایج این آزمایش حاکمی است که اگر تنها معیار قضاوت برای مصرف سموم جهت ضد عفونی بذر نتایج آزمایشگاهی باشد مصرف این سموم تنها بر محیط اثرات مخربی را بجا خواهد گذاشت، در حالی که بر بهبود صفات یاد شده اثری ندارد.

اما در خصوص صفت طول ریشه چه بیشترین اثر کاهش بر طول ریشه چه در قارچ کش ویتاواکس مشاهده شد. هر چند که نتایج بدست آمده در شرایط آزمایشگاه موید این نکته می باشد که فاکتورهای آلودگی بذر با اسپور سیاهک پنهان گندم و نوع قارچ کش های مورد استفاده تاثیر معنی داری بر شاخص های همچون درصد و سرعت جوانه زنی بذر نداشته است اما اندازه گیری های شاخص های کمی همچون طول ریشه چه و ساقه چه نشان داد که بکار بردن انواع قارچ کش ها می تواند بر طول ریشه چه و ساقه چه موثر باشد که این اثر در قارچ کش های مختلف متفاوت بود. در این بررسی تنها رقم بک کراس روشن به عنوان رقم حساس مورد ارزیابی قرار گرفت، اما اثر متقابل بین رقم و نوع قارچ کش نیز گزارش شده است . همسو با نتایج بدست آمده آزمایشات انجام شده توسط هیر (Heer, 1998) نیز نشان داد که تیماردادن بذر گندم با قارچ کش های مختلف تاثیر منفی و یا سوء بر کاهش سبز نداشته و فقط در صورت آلوده بودن بذر و یا ضعیف بودن بذر که احتمال آلوده شدن بذر وجود داشته باشد تیمار کردن بذر با قارچ کش ها می تواند موثر باشد .

منابع

- 1- Ashley, R.O., and Martin, G. 2003. Spring wheat seed treatment demonstration. Annual Report Agronomy Section Dickinson Research Extension Center .Available at: Web Site <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinson/research/2003/agron03i.htm>.
- 2- Atahosaini, M., Torabi, M., and Jafarpour, B. 2003. Physiological races of *Tilletia laevis* in Khorsan. Seed and Plant Journal Agricultural Research 18: 383-393. (In Persian whit English Summary)
- 3- Bertelsen, J.R., de Neergaard, E., and Smedegaard-Petersen, V. 2001. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. Plant Pathology 50: 190-205.
- 4- Borgen, A. 2004. Organic seed treatment to control common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. Seed Testing International No. 128.
- 5- Clark, S.M., and Scott, D.J. 1982. Effects of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. Seed Science and Technology 10: 87-94.
- 6- Dimmock, J.P.R.E., and Gooding, M.J. 2002. The effects of fungicides on Hagberg falling number and blackpoint in winter wheat. Crop Protection 21: 475-487.

- 7- Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality in seed production. Butterworths, London. p. 605-635.
- 8- Giri, G.S., and Llinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination emergence and yield. Crop Science 43:2135-2141.
- 9- Gliessman, S.R. 2000. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. CRC. p. 3-17.
- 10- Gupta, R.B.L., Majumdar, V.L., and Bhatnagar, G.C. 1990. Influence of seed dressing fungicides on mycoflora and viability of wheat seed under storage. Seed Research 18: 157-159.
- 11- Kashyap, R.K., Chaudhary, O.P., and Sheoran, I.S. 1994. Effects of insecticide seed treatments on seed viability and vigour in wheat cultivars. Seed Science and Technology 22: 503-507.
- 12- Khanzada, K.A., and Mathur, S.B. 1983. Control of loose smut of wheat by carboxin, fenfuram and triadimenol. Seed Science and Technology 44:947-949.
- 13- Khanzada, K.A., Aslam Rajput, M., Sarwar Shah, G., Mubeen Lodhi, A., and Mehbood, F. 2002. Effect of seed dressing fungicides for the control of seedborne mycoflora of wheat. Asian Journal of Plant Sciences 4: 441-444.
- 14- Lu, Y.C., and Terry, C.K. 1995. Implication of sustainable agriculture for the world food situation. Food Reviews International 11(2): 255-280.
- 15- Mathre, D.E., Johnston, H.R., and Greym, W.E. 2001. Small grain cereal seed treatment. The Plant Health Instructor. Available at Web site <http://www.apsnet.org/education/advancedplantpath/topics/seedtreatment/top>.
- 16- Querou, R., Euvrard, M., and Gauvrit, C. 1998. Uptake and fate of triticonazole applied as seed treatment to spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Pesticide Science 53: 324-332.
- 17- Randhawa, H.S., Sharma, H.L., Kaur, J., and Dhaliwal, A.S. 1985. Effect of fungicides on germination and seed mycoflora on wheat under different storage conditions. Pesticides 19: 36-38.
- 18- SAS Institute, 1989. In: SAS/STAT User's Guide, Version 6. 4th ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC.

واکنش لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) به تلقیح با ریزوبیوم و کاربرد نواری کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی

پریسا ناظری¹، علی کاشانی²، کاظم خاوازی³، محمد رضا اردکانی²،

مجتبی میرآخوری^{1*} و محمد مهدی پورسیاه بیدی⁴

تاریخ دریافت: 89/1/25

تاریخ پذیرش: 89/3/22

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی فسفر گرانوله به برخی صفات کمی، کیفی، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) در شهرستان مهران، در سال 87-1386 آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور استفاده از کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) در چهار سطح (استفاده از 25 درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از 50 درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از 75 درصد سوپرفسفات تریپل، استفاده از 100 درصد سوپرفسفات تریپل و (تیمار عدم استفاده از سوپرفسفات تریپل) و فاکتور کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی در دو سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفر و استفاده از کود زیستی فسفر) مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج به دست آمده نشان داد که بین استفاده و عدم استفاده از کود زیستی فسفر از نظر عملکرد دانه در سطح آماری 5 درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد و بیشترین عملکرد دانه در تیمار استفاده از کود زیستی فسفر با تولید 2275/3 کیلو گرم در هکتار نسبت به عدم استفاده از کود زیستی فسفر با تولید 1675 کیلو گرم در هکتار بود. همچنین در مقادیر مختلف کود سوپرفسفات تریپل نیز در سطح آماری 1 درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد که نشان دهنده اثر مقادیر مختلف کود سوپرفسفات تریپل بر عملکرد دانه است که بیشترین عملکرد دانه در 75 درصد مصرف کود سوپرفسفات تریپل با متوسط 2468 کیلو گرم در هکتار بدست آمد. در بررسی اثرات متقابل سطوح کود شیمیایی (سوپرفسفات تریپل) و کود زیستی فسفر از نظر بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار استفاده از کود زیستی + استفاده از تیمار 75 درصد کودهای شیمیایی فسفر با عملکرد دانه 3113 کیلوگرم در هکتار بود که در مقایسه با دیگر سطوح کودی معنی دار گردید. اثرات متقابل تیمار کود زیستی و سطوح کودی در مورد صفاتی همچون وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و درصد پروتئین معنی دار بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، عملکرد، کود سوپر فسفات تریپل، میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات

مقدمه

کمبود اراضی مستعد قابل کشت، محققین بخش کشاورزی را با چالش بزرگی روبرو نموده است. از طرفی به منظور حفظ تعادل طبیعی محیط زیست، برنامه‌های متعددی مربوط به کاهش و بهینه سازی مصرف سموم و کودهای شیمیایی و حفظ حاصلخیزی خاک، با استفاده از موجودات زنده، توجه به ریز مغذی‌ها و گسترش مبارزه زیستی با آفات و بیماری‌های گیاهی قوت گرفته است (Ebrahim Zade et al., 1991). در این حال، استفاده از کودهای زیستی برای افزایش تولید گیاهان زراعی و به تبع حبوبات، تامین امنیت غذایی و حفظ حاصلخیزی خاک یکی از راه‌حل‌های اساسی جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول و پایداری در تولید به نظر می‌رسد. انجام مطالعات وسیع در کشورهای پیشرفته در رابطه با استفاده از کودهای زیستی و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لزوم

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از گیاهان زراعی مهم خانواده بقولات است که نقش مهمی در تغذیه و تامین پروتئین انسان و حاصلخیزی خاک در تناوب‌های زراعی دارد. بطوریکه دانه لوبیا دارای 20-25 درصد پروتئین و 50-56 درصد هیدرات کربن می‌باشد (Troeh, & Loynachan, 2003). افزایش تقاضا برای مواد غذایی که در نتیجه رشد بی‌رویه جمعیت در دهه‌های اخیر بوجود آمده و

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات آب و خاک و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات ایلام.
(*) - نویسنده مسئول: E-mail: MOJTABA.MIRAKHORI@yahoo.com

به خصوص تلقیح بذور نخود با ریزوبیوم در مقایسه با تیمار بدون تلقیح، اثر مثبتی در افزایش غلظت نیتروژن گیاهی و پروتئین دانه، فسفر گیاهی و افزایش ماده خشک داشت (Malakoti, 2005). بر اساس 633 گزارش مرور شده میانگین برداشت در مزارع گندم جهان با استفاده از کود شیمیایی فسفر 4216 کیلوگرم در هکتار بوده است. در حالی که با مصرف کود زیستی فسفر برداشت محصول به 4604 کیلوگرم در هکتار رسیده است که در کل میانگین افزایش محصول برابر 420 کیلوگرم در هکتار و 11/3 درصد بوده است (Clark & Zeto, 2000). همچنین میانگین برداشت محصول در مزارع ذرت دانه‌ای کشور با استفاده از کود شیمیایی فسفر 7035 کیلوگرم در هکتار بوده است، در حالی که با مصرف کود زیستی فسفر برداشت محصول به 8112 کیلوگرم در هکتار رسیده است. به این ترتیب میانگین افزایش محصول در اثر کود زیستی فسفر برابر 1077 کیلوگرم در هکتار یا 18 درصد بوده است (Clark & Zeto, 2000). این تحقیق با هدف بررسی واکنش اجزای عملکرد و مقدار پروتئین و فسفر دانه لوبیا به کود زیستی فسفر گرانوله و کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کود زیستی فسفر گرانوله بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سفید رقم دانشجو در سال 1387 در ایستگاه تحقیقاتی مهران واقع در 35 درجه و 45 دقیقه عرض شمالی و 51 درجه و 6 دقیقه طول شرقی به ارتفاع 1313 متر از سطح دریا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل استفاده از مقدار کود شیمیایی فسفر سوپرفسفات تریپل طی نتایج بدست آمده از آزمون خاک، در 4 سطح (استفاده از درصد 25 کود شیمیایی فسفر، استفاده از 50 کود شیمیایی فسفر، استفاده از درصد 75 کود شیمیایی فسفر، استفاده از درصد 100 کود شیمیایی فسفر) و یک سطح شامل تیمار شاهد (عدم استفاده از کود شیمیایی) و کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی در 2 سطح (عدم استفاده از کود زیستی فسفر، استفاده از کود زیستی فسفر) مورد بررسی قرار گرفتند. نحوه اعمال تیمارها به طور کلی بدین صورت بود که میکروارگانیزم‌های محرک غده (گره) سازی لوبیا (ریزوبیوم) در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شدند و به این صورت با بذور تلقیح شدند. ریزوبیوم پودری شکل سفید رنگ با ماده چسباننده و مقداری آب کاملاً مخلوط و با بذور آغشته شد. سپس بذور آغشته به ریزوبیوم را بر روی ورق آلومینیومی در زیر سایه نزدیک زمین قرار داده شد تا خشک شوند. مراحل آماده سازی زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بود. عملیات کودپاشی در مورد نیتروژن، پتاس و سایر

انجام تحقیقات بیشتر را در داخل کشور خاطر نشان می‌سازد (Khosrvi et al., 2001). کودهای زیستی فسفر حاوی باکتری‌ها و قارچ‌های مفید حل‌کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و یا ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رها سازی یون فسفات از ترکیبات آن می‌شوند که قابل جذب توسط گیاهان است (Okan & Kapulink, 1986). فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و در تولید محصول، تشکیل بذر، درکربن‌گیری گیاه و کاهش زمان رسیدن محصول مؤثر است. با وجود این، متأسفانه مصرف غیر اصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفر تأثیر زیان‌باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است (Karimian, 1999). مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد مصرف کودهای شیمیایی از یک سو و مسائل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیر اصولی این کودها از قبیل ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی، آفت سطح حاصلخیزی خاک و کاهش ارزش کیفی فرآورده‌های گیاهی از سوی دیگر، زمینه‌های توجه بیشتر به کودهای بیولوژیک را فراهم کرده است (Khavazi et al., 2005). میکروارگانیزم‌های حل‌کننده، از انواع ساپروفیت هستند که قادرند در منطقه ریزوسفر فعالیت نموده و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات، مانند تری کلسیم فسفات را بصورت محلول و قابل جذب گیاه درآورند (Saleh Rastin, 1998). استفاده از کودهای زیستی، باعث افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریز مغذی، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی، تأثیر مثبت بر روی برخی میکروارگانیزم‌های مفید خاکری و همچنین بهبود خصوصیات کیفی و کمی محصولات زراعی می‌شوند (Shirani Rad, 1999; Ardacani, 1998). در آزمایشی که بر روی خردل صورت گرفت حداکثر عملکرد دانه در تیمار واجد 45 کیلوگرم در هکتار کود فسفر و حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دست آمد و در این تیمار گیاه توانست مصرف آب خود را پایین بیاورد (Esmat et al., 1994). در یک آزمایش، جهت بررسی رطوبت خاک نتیجه استفاده از کود دامی، کود فسفر و مایه تلقیح سودوموناس استریتا مشخص گردید که تلقیح نخود زراعی با باکتری مذکور باعث افزایش عملکرد و راندمان مصرف آب گردید (Meena et al., 2002). نتایج تحقیقی در هند با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفر شیمیایی و کودهای زیستی (رایزوبیوم و باسیلوس) بر روی ماش نشان داد که اثر متقابل بین میزان فسفر و کودهای زیستی معنی‌دار است. همچنین تلقیح با هر دو مایه تلقیح بعلاوه کاربرد 60 کیلوگرم در هکتار کود فسفر، باعث ایجاد بیشترین تعداد گره در گیاه و عملکرد بذر شد (Asgharzade et al., 2001). احتمالاً نتایج تحقیقات مختلف در خصوص کارایی میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات، موید نقش موثر آنها در افزایش عملکرد گیاهان زراعی چون کلزا، گندم و لوبیا است (Miler et al., 1992). در گزارشی استفاده از کودهای زیستی

به میزان بیشتری افزایش دهند. (Estrada & Davies, 2003). دلایل افزایش عملکرد دانه در سطوح کودی در گیاهان تلقیح شده با کودبیولوژیک، به افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه روی، فسفر، تولید هورمون‌های محرک رشد، تحمل به خشکی و مقاومت به عوامل بیماری‌زای گیاهی ذکر کرده است (Gholami, 2000; Aleksander et al., 1993). همچنین این افزایش عملکرد دانه ممکن است به دلیل افزایش سطح جذب ریشه‌ها در جهت دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک باشد (Gholami, 2000; Bovetchko, 1990; Naghashi, 1996). به نظر اکان (Okan, 1998)، در گیاهان تلقیح شده با آروسپیریوم معمولاً تغییراتی در مورفولوژی سیستم ریشه‌ای ایجاد می‌شود، طول ریشه‌های فرعی و تعداد انشعابات آنها و نیز تعداد و طول تارهای کشنده و انشعابات سطح آنها افزایش پیدا می‌کند که در نتیجه می‌تواند موجب افزایش جذب آب و عناصر غذایی، توسط گیاه گردد.

وزن صد دانه

وزن صد دانه از مهم‌ترین اجزاء عملکرد بوده و تاثیر بسزایی در عملکرد دارد (Okon & Kapulink, 1986). اثر کاربرد و عدم کاربرد کود زیستی بر روی این صفت در سطح احتمال 5 درصد معنی دار شد (جدول 3). به گونه‌ای که استفاده از کود زیستی با ایجاد وزن صد دانه 38/22 گرم بود که نسبت به عدم کاربرد کود زیستی 3/5 گرم برتری داشت. بررسی‌های مختلف انجام شده توسط (Musavi et al., 2003) با استفاده از باکتریهای سودوموناس حاکی از آن است که میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش حلالیت فسفر از منبع فسفات خاک و ارتقاء شاخص‌های عملکرد در محصولات چون ذرت شده است. اثرات متقابل کود زیستی-شیمیایی نیز در سطح آماری 5 درصد معنی دار گردید. با توجه به (جدول 3) مشاهده گردید که بیشترین وزن صد دانه در تیمارهای استفاده از کود شیمیایی، تیمار 75 درصد مصرف کود شیمیایی فسفر با متوسط 40/23 گرم بود و پس از آن 100 و 50 درصد به ترتیب با متوسط 37/73 و 37/48 در رتبه بعدی قرار گرفتند و در گروه b دسته بندی شدند و تیمار شاهد با متوسط 31/53 دارای کمترین میزان وزن صد دانه بود. با توجه به (جدول 2) مقایسه میانگین اثرات متقابل کود زیستی-شیمیایی بر صفات مورد بررسی مشاهده گردید که بیشترین وزن صد دانه در ترکیب کودی شماره 4 یعنی استفاده از ترکیب کود بیولوژیک و استفاده از کود شیمیایی در سطح 75 درصد متوسط 44/47 گرم بود و سپس تیمارهای کودی 3، 5، 10، 2 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن صد دانه و تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه وجود دارد. علت این امر می‌تواند این باشد که زمانی که گیاه زراعی شدیداً در حال رشد می‌باشد مواد

کودهای شیمیایی مورد نیاز (متناسب با توصیه کودی بر حسب آزمون خاک) به صورت همزمان قبل از کاشت انجام شد. تیمارهای کود زیستی فسفر به میزان 100 کیلو گرم در هکتار، به دلیل گرانوله بودن به صورت نواری قبل از کاشت، همزمان با کود شیمیایی فسفر طبق تیمارها و نقشه کاشت در عمق 3 تا 5 سانتی متری و فواصل خطوط کاشت 60 سانتیمتری اعمال گردید. سپس بلافاصله بذور در کنار کودها قرار داده شد و عملیات اولین آبیاری در همان روز، یعنی در تاریخ بیست و ششم تیر ماه سال هشتاد و هفت انجام شد. در محل کاشت 2-3 بذور قرار داده شد و پس از سبز شدن بذور در مرحله ی سه برگی بر اساس تراکم 10-15 بوته در متر مربع تنک گردید. کلیه گیاهان موجود در کرت‌ها در 20 مهر ماه همان سال برداشت شدند. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه، شاخص برداشت، تعداد شاخه فرعی، پروتئین دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شدند. به منظور ارزیابی عملکرد دانه و شاخص برداشت، وزن صد دانه در سطحی معادل سه متر مربع در نظر گرفته شد و برای تعیین صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع، تعداد غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی 10 بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. بعد از تعیین عملکرد و اجزای آن، اندازه‌گیری مقدار پروتئین و فسفر دانه در آزمایشگاه موسسه خاک و آب انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی به روش LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه در جدول (1) نشان داده شده است. با توجه به جدول مذکور بین استفاده و عدم استفاده از کود زیستی از نظر عملکرد دانه در سطح آماری 5 درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد. به نحوی که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار استفاده از کود زیستی با تولید 2275/3 کیلو گرم در هکتار بود. هم چنین بین مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر نیز در سطح آماری 1 درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد. و بیشترین مقدار عملکرد دانه در 75 درصد مصرف کود شیمیایی با متوسط 2468 کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول 1). اثر متقابل کود شیمیایی-زیستی نیز در سطح 1 درصد اختلاف معنی داری را نشان دادند به گونه‌ای که تیمار مصرف توأم کود زیستی و 75 درصد شیمیایی با متوسط 3113 کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و شاهد با متوسط 1292 کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول 4). در جهت افزایش جذب فسفر، تیمارهایی که کودزیستی در آنها استفاده شده بود، توانستند نسبت به سایر تیمارها عملکرد دانه را

حاصل از فتوسنتز به ریشه‌ها انتقال می‌یابد، با توسعه ریشه شرایط برای جذب عناصر معدنی فراهم می‌شود که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. وقتی گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌شود مواد حاصل از فتوسنتز را به اندام زایشی (دانه‌ها) منتقل می‌کند فسفر از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود (Troet et al., 2003).

شاخص برداشت

این صفت که حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می‌باشد، همبستگی زیادی با این دو عملکرد وجود دارد و در واقع توضیحی است بر این که چه مقدار از آسیمیلات‌ها از سایر اندام گیاه به دانه‌ها اختصاص یافته است. نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت نیز در جدول (1) شده است. اثر کود زیستی بر شاخص برداشت معنی دار نبود، ولی اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی در سطح 5 درصد معنی دار شد. این درحالی است که اثر متقابل کود شیمیایی-زیستی نیز فاقد اثر معنی داری بر شاخص برداشت داشت، که حاکی از روند یکسان تفسیر این صفت در کود زیستی و در اثر مصرف مقادیر مختلف کود شیمیایی است که با توجه به جدول (3) شاخص برداشت در کود زیستی درازای برتری عددی بر عدم استفاده از کود زیستی است هر چند که از نظر آماری معنی دار نشده است. شاخص برداشت در مقادیر مختلف کود شیمیایی در تیمارهای 25 درصد، 50 درصد و 75 درصد از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نیست و هر سه در گروه a دسته بندی شده اند. بالاترین میزان شاخص برداشت به تیمار 75 درصد با شاخص برداشت 25/63 اختصاص یافت (جدول 3). جدول مقایسه میانگین سطوح مختلف اثر متقابل کودزیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت، بیانگر برتری ترکیب توام کود زیستی با 50 درصد شیمیایی و ترکیب کود زیستی با 75 درصد شیمیایی نسبت به سایر ترکیبات کودی است که هر دو در گروه a قرار گرفته‌اند به صورتی که ترکیب کودزیستی با 75 درصد شیمیایی با متوسط 29/60 و ترکیب کودزیستی با 50 درصد شیمیایی دارای شاخص برداشت متوسط 28/27 بالاترین مقادیر را به خود اختصاص داد. این در حالی بود که تیمار کودزیستی بدون استفاده از کود شیمیایی با متوسط 17/33 کمترین مقدار را داشت. هر قدر عملکرد دانه بیشتر باشد شاخص برداشت نیز بیشتر می‌شود، یعنی نسبتی از مواد غذایی که در دانه ذخیره گشته، بیشتر بوده است به عبارت دیگر توضیحی است بر اینکه چه مقدار از آسیمیلات‌ها از سایر اندام گیاه به دانه‌ها اختصاص یافته است (Kochali, 1997). این موضوع را می‌توان بدین صورت توجیه نمود که باکتریهای محرک رشد (سودوموناس) موجود در کود به کار رفته با تاثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد در دانه‌ها سبب بالا رفتن شاخص برداشت در لوبیا شده است.

در آزمایشی تأثیر مثبت کودهای زیستی بر شاخص برداشت در سطح یک درصد اعلام شد (Malakoty et al., 2007). به علت برتری عملکرد دانه و زیستی در تیمارهای ترکیبی کود زیستی به ترتیب با 50 درصد و 75 درصد شیمیایی، بیشترین مقدار شاخص برداشت متعلق به این تیمارها و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود. در آزمایشی تفاوت معنی داری در سطح 5 درصد بین شاهد و تیمارهای کود شیمیایی فسفر و زیستی فسفر از نظر شاخص برداشت گزارش گردید (Ghazi & Kraki, 2004).

پروتئین دانه

با توجه به جدول 1، اثرات مصرف و عدم مصرف کود زیستی بر میزان پروتئین دانه در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بود. تیمار استفاده از کود زیستی با درصد پروتئین معادل 16/72 نسبت به عدم استفاده از کود زیستی، با درصد پروتئین 15/90 برتری داشت (جدول 2). جدول 3 نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین سطوح مختلف استفاده از کود شیمیایی بر میزان پروتئین دانه است بدین صورت که تیمار استفاده از 50 درصد کود شیمیایی با ایجاد 18/45 درصد بیشترین تاثیر را بر میزان پروتئین دانه داشت. همچنین اثرات متقابل کود زیستی و کود شیمیایی بر مقدار پروتئین دانه اختلاف معنی داری بود و تیمار استفاده از کودزیستی با 50 درصد شیمیایی بیشترین میزان پروتئین دانه را داشت (جدول 4). نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات محمدی (2006) (Mahmodi) و سانی (2002) (Sani) که گزارش کردند کودهای زیستی باعث افزایش غلظت نیتروژن گیاهی و پروتئین دانه می‌گردد مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس ارتفاع بوته در جدول (1) نشان داده شده است. با توجه به جدول 1، اثر استفاده یا عدم استفاده از کود زیستی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال 1 درصد معنی دار شد و در این میان، استفاده از کود زیستی با ایجاد ارتفاع 58/92 سانتی متر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داده است (جدول 2). به نظر می‌رسد که میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات از طریق تولید هورمونهای محرک رشد سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند و از طرفی ارتفاع بوته صفتی است که تحت تاثیر هورمون‌های رشد به خصوص اکسین قرار می‌گیرد و در این بین فعال شدن این هورمون که بسته به شرایط محیطی متفاوت است پس کود زیستی فسفر نقش بسزایی در افزایش ارتفاع دارد (Kim & Donald, 1998). از طرفی افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد کودهای زیستی را ناشی از تولید اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها می‌دانند (Hamidi et al., 2007) که در این صورت احتمالاً مکانیسم‌های دیگری، از جمله تولید مواد تنظیم کننده رشد، مانند ایندول استیک اسید (IAA) علت افزایش رشد گیاه

مختلف استفاده از کود شیمیایی فسفر، تعداد شاخه را در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی داری نشان داد، به طوری که بالاترین تعداد شاخه در بوته مربوط به تیمار 75 درصد مصرف کود شیمیایی، 50 درصد مصرف کود شیمیایی و 100 درصد مصرف کود شیمیایی به ترتیب با میانگین 4/250، 4/05 و 3/93 عدد شاخه در بوته بوده است. کمترین تعداد مربوط به تیمار بدون استفاده از کود شیمیایی با متوسط 3/2 عدد شاخه در بوته بوده است (جدول 3). بین اثرات متقابل این دو فاکتور در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. هم چنین این بررسی نشان داد که ترکیب کودی توام بیولوژیک با 75 درصد و 50 درصد با داشتن متوسط 4/60 و 4/46 عدد شاخه در بوته به ترتیب بالاترین و تیمار شاهد با متوسط 3/1 عدد کمترین تعداد شاخه در بوته را داشتند (جدول 4). این امر را میتوان به توان تثبیت نیتروژن توسط باکتریهای مذکور و نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی و سطح برگ نسبت داد. البته (Alikhani et al., 2007) بیان کردند که افزایش رشد گیاه در اثر تلقیح با ازتوباکتر بیشتر به هورمونهای تولید شده توسط این باکتری و افزایش رشد ریشه مربوط بوده است. با توجه به نقش اکسینها در افزایش تقسیمات سلولی و همچنین نقش نیتروژن در افزایش رشد رویشی بیشتر، افزایش تعداد شاخه در بوته قابل انتظار می باشد.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف ها در بوته در تیمارهای استفاده و عدم استفاده از کود زیستی در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول 1)، به صورتی که تیمار استفاده از کود زیستی با متوسط 15/87 دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار عدم استفاده از کود زیستی با متوسط 14/24 بود (جدول 2). مصرف کود شیمیایی فسفر اختلاف معنی داری را در سطح 5 درصد نشان داد، به طوری که بیشترین تعداد در تیمارهای 75 درصد و 50 درصد مصرف کود شیمیایی به ترتیب با متوسط 17/62 و 15/93 بودند (جدول 3). جدول تجزیه واریانس نشان داد که تعداد غلاف در بوته در مقایسه میانگین اثرات متقابل در سطح احتمال 5 درصد معنی دار شده است (جدول 1). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در ترکیب تیمار شیمیایی مصرف کود زیستی با 75 درصد شیمیایی با تعداد متوسط 20/07 بدست آمد. کمترین تعداد در تیمار شاهد (عدم کاربرد شیمیایی و زیستی)، با تعداد متوسط 11/50 بود (جدول 4). با توجه به اینکه فسفر دومین عنصر محدود کننده رشد گیاه پس از نیتروژن می باشد (Sarmadnia & Koocheki, 1990). در تیمار عدم استفاده از کود شیمیایی و زیستی (شاهد) به علت عدم استفاده از هر نوع کود فسفر رشد بوته ها و به تبع آن تعداد غلاف از تمام تیمارها کمتر بود که کودهای زیستی به دلیل توانایی در افزایش جذب فسفر نامحلول موجود در خاک این عنصر در مرحله زایشی و

می باشد. با توجه به اینکه جبریلین ها باعث افزایش رشد طولی سلولها بویژه میانگره های ساقه و اکسین ها موجب تقسیمات سلولی بیشتر می شوند، لذا افزایش ارتفاع قابل توجیه می باشد (Hadi et al., 2007). با تلقیح سویا با کودهای زیستی دریافتند که کودهای زیستی باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. برخی از محققین این افزایش ارتفاع توسط کودهای زیستی را به دلیل افزایش تعداد و طول ریشه های فرعی و تارهای کشنده و همچنین افزایش میزان جذب عناصر غذایی می دانند (Person, 1978; Okan, 1986). مقادیر مختلف کود شیمیایی جدول تجزیه واریانس، اختلاف معنی داری را در سطح احتمال 1 درصد نشان داده است. در بین سطوح کود شیمیایی، تیمار 75 درصد مصرف کود شیمیایی فسفر با میانگین ارتفاع 61/75 سانتی متر، بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد (جدول 3). همچنین اثر متقابل کود زیستی و شیمیایی در سطح آماری 1 درصد معنی دار شد که نشان دهنده روند متفاوت تاثیر سطوح کود زیستی در سطوح مختلف کود شیمیایی می باشد. همچنین نتایج نشان داد که ترکیبات توام کود زیستی با شیمیایی بر روی ارتفاع تاثیر بیشتری داشتند به طوری که ترکیبات کودی مذکور به ترتیب 75 درصد، 50 درصد و ترکیب بدون کود زیستی با 100 درصد کود شیمیایی با ارتفاع به ترتیب 64/10، 61/57 و 61/27 دارای بیشترین ارتفاع بوده اند (جدول 4) و هنگامی که منبع تامین کود فقط کود زیستی بوده است، ارتفاعی با متوسط 58/92 سانتی متر حاصل گردیده است (جدول 2). نکته حائز اهمیت در این نتایج این است که کودهای زیستی ترکیب شده با شیمیایی نسبت به تیمارهای کاربرد کود شیمیایی و کود زیستی به تنهایی به مراتب تاثیر بیشتری بر ارتفاع بوته گذاشته اند. از جمله دلایل آن می توان به قابلیت کودهای زیستی آزاد کننده فسفر در افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو (NPK) و میکرو (Cu و Zn، Fe) اشاره کرد. کود شیمیایی فسفر هم نقش بسزایی در افزایش ارتفاع و رشد دارد اما به دلیل اثرات مخرب آن بهتر است که مصرف آن را با افزایش مصرف کود زیستی به صورت جایگزین کردن با کل یا قسمتی از کود شیمیایی، کاهش داد. باکتری های تحریک کننده رشد موجب افزایش معنی دار ارتفاع گیاه شد (Ardacani et al, 1999). که نتایج بدست آمده از این تحقیقات با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

تعداد شاخه در بوته

باتوجه به جدول خلاصه تجزیه واریانس (جدول 1) مشاهده می شود که نتیجه استفاده و عدم استفاده از کود زیستی، صفت تعداد شاخه در بوته اختلاف معنی داری را نشان نداده است و این نشان می دهد که تعداد شاخه در بوته تحت تاثیر این دو تیمار، روند یکسانی را در افزایش تعداد شاخه داشته است (جدول 1)، اما از نظر مقادیر

شیمیایی به ترتیب با متوسط 104 و 90 دانه در بوته شده است (جدول 3). در جدول (4) مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته در ترکیب های مختلف کودی نشان می دهد که ترکیب کود زیستی با 75 درصد شیمیایی با متوسط 127 دانه بیشترین تعداد دانه در بوته را به خود اختصاص داد.

فسفر دانه

قسمت اعظم فسفر بذر به صورت فیتین است که در هنگام جوانه زدن بذر، هیدرولیز شده و فسفر معدنی لازم را برای فعالیت های حیاتی گیاه تأمین می کند (Nor Gholi Por et al., 2003). نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان می دهد که اثر کودهای زیستی بر میزان فسفر دانه در سطح 1 درصد معنی دار بود. جدول 2 برتری درصد فسفر دانه در نتیجه استفاده از کود زیستی را نشان می دهد. در آزمایش اثر تلقیح سویه های نیتروژن باکتری تولید کننده IAA و باکتری های حل کننده فسفات بر روی جذب عناصر NPK تحت شرایط گلخانه ای مثبت و معنی دار گزارش شد (Rostlinna & Roba, 2002). جدول 3 نشان داد که میزان فسفر دانه در تیمار 75 درصد مصرف کود شیمیایی در بالاترین سطح و تیمار عدم استفاده از کود شیمیایی در پایین ترین سطح قرار دارند. بررسی اثرات متقابل تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی نیز وجود اختلاف معنی دار بین سطوح مختلف را نشان می دهد به نحوی که تیمار استفاده از کود زیستی همراه با 75 درصد کود شیمیایی بیشترین درصد فسفر دانه را به خود اختصاص داد. صالح راستین (Saleh Rastin, 1999) گزارش کرد که مصرف کود زیستی فسفر در گیاه سویا، باعث بالا رفتن میزان بازده جذب فسفر و افزایش قابل ملاحظه عملکرد شد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد زیستی در نتیجه استفاده و عدم استفاده از کود زیستی تفاوت معنی داری را نشان نداد که بیانگر این امر است که عملکرد بیولوژیک در عکس العمل به استفاده و عدم استفاده از کود زیستی از لحاظ کاهش یا افزایش تقریباً روند یکسانی را طی کرده است. در مقابل، مقادیر مختلف کود شیمیایی در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول 4) و نیز اثرات متقابل کود شیمیایی - زیستی نیز در سطح 5 درصد معنی دار گردید، بطوری که تیمار 50 درصد مصرف کود شیمیایی با متوسط 8873 کیلوگرم در هکتار ماده خشک، بالاترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص داد (جدول 3). جدول خلاصه تجزیه واریانس وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 درصد را بین اثر متقابل کود شیمیایی - زیستی نشان دادند به گونه ای که تیمار 3 ترکیب کودی با متوسط 9490 کیلوگرم در هکتار ماده خشک، بیشترین عملکرد زیستی را دارا بود (جدول 3). نتایج سایر بررسی ها (Vanish, 1990; Hueing, 2005) نیز تاثیر

باروری گیاه تاثیر دارد (Estrada et al., 2003). هر قدر که تعداد غلاف افزایش یابد، تعداد دانه در غلاف و از طرف دیگر عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد و این نتایج با بررسی انجام شده با استفاده از میکروآرگانیزم های حل کننده فسفات که سبب افزایش حلالیت فسفر از منبع فسفات خاک و ارتقاء شاخص های عملکرد در پنبه گردید، مطابقت دارد (Sipson et al., 2001).

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف از جمله اجزاء مهم عملکرد می باشد. تعداد غلاف ها در بوته در تیمارهای استفاده و عدم استفاده از کود زیستی در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول 1). به طوری که بیشترین تعداد دانه در غلاف، در تیمار استفاده از کود زیستی با متوسط تعداد 5/35 عدد نسبت به تیمار عدم استفاده از کود زیستی با متوسط تعداد 4/80 عدد بود (جدول 2). نتایج بررسی ها نشان داده است که از توابع به دلیل تولید ایندول استیک اسید و سیتوکینین باعث تاثیر بر رشد ریشه های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه و در نهایت افزایش مواد پرورده می شود که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام های زایشی از جمله تعداد دانه می گردد (Esnoy et al., 1996). تعداد دانه در غلاف در مقادیر مختلف کود شیمیایی فسفر در سطح احتمال 1 درصد معنی دار شده و بالاترین تعداد مربوط به تیمار 75 درصد و 50 درصد استفاده از کود شیمیایی به ترتیب با متوسط 5/8 و 5/6 عدد است. سطوح مختلف اثر متقابل بر تعداد دانه در غلاف نشان داد که حاکی از بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار ترکیب کود زیستی با 75 درصد شیمیایی با میانگین 6/33 و سپس تیمار ترکیب کود زیستی و 50 درصد شیمیایی با میانگین 6 بود (جدول 4). بنظر می رسد که کود زیستی فسفر، از طریق افزایش رشد ریشه های جانبی و افزایش وزن برگ و ریشه سبب افزایش جذب مواد غذایی بیشتر، شده که به نوبه خود باعث افزایش رشد رویشی و افزایش سهم اندام های زایشی از جمله تعداد دانه در غلاف می گردد. در یک آزمایش مشابه، نتیجه گرفته شد که استفاده از کودهای زیستی فسفر، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا در مقایسه با کودهای شیمیایی شد (Tohidy Moghadam et al., 2004).

تعداد دانه در بوته

استفاده از کود زیستی منجر به تولید متوسط 87 عدد دانه در بوته نسبت به عدم استفاده از کود زیستی با تعداد 70 دانه در بوته شد (جدول 2). تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت و مستقیمی با تعداد دانه در غلاف دارد (Malakoty et al., 2007). دلایل برتری تیمارهای زیستی در مورد قبل به طور مفصل ارائه شد. بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار کودی 75 درصد شیمیایی و تیمار کودی 50 درصد

کود زیستی فسفر را در افزایش کل ماده خشک و به خصوص وزن کاه و کلش مهم ارزیابی کردند که افزایش در عملکرد بیولوژیک در آزمایش آنها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کودهای زیستی از طریق افزایش جذب فسفر و نیتروژن موجب ایجاد شاخ و برگ بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه می شود و تولید ماده خشک کل بیشتر می گردد (Allen et al., 1980). از طرفی در خاک های با

حاصلخیزی کم، کودهای زیستی از طریق جذب مواد معدنی ماکرو و میکرو سبب بهبود رشد رویشی و افزایش مقاومت در شرایط استرس می شود (Allen et al., 1980). افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار سطوح کودی فسفر زیستی + 75 درصد کود شیمیایی نسبت به شاهد با نتایج قاضی الکرکی و زاک (Ghazi Al-Karaki & Zak, 2004) مطابقت دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر کود زیستی فسفر گرانوله حاوی روی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 1- Analysis of variance for plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Branch No./ plant	تعداد غلاف در بوته Pod No./ plant	تعداد دانه در غلاف Seed No./ pod	تعداد دانه در بوته Seed No./ plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین بذر Protein seed(%)
Rep. تکرار	2	18.256*	0.310	4.234	0.109	163.502	10.277*	52710.833	131408.133	13.946**	1.05	3.1
فاکتور A A	1	23.232**	0.972*	19.683**	2.241*	2144.442**	91.875**	2703000.833**	278018.133	151.425**	5.01**	4.00**
فاکتور B B	4	71.005**	1.005**	25.854**	3.549**	2818.275**	63.560**	1492646.667**	2903780.467	85.751**	37.6**	26.3**
فاکتور A*فاکتور B A*B	4	17.722*	0.449	8.291*	0.431	749.906*	14.256**	344217.500**	1298659.800	10.782**	1.54**	0.7**
خطا Error	18	4.921	0.160	2.248	0.174	178.199	2.125	14908.056	3087292.578	1.506	0.14	0.54
ضرب تغییرات CV	-	3.82	10.49	9.96	8.21	17.01	4	6.18	21.58	5.37	15.6	14.5

ns و ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد
ns and ** are non- significant and significantly at $\alpha=0.01$, respectively.

جدول ۲- اثر کود زیستی بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید
Table 2- The effects of biofertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

صفت Trait	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه در بوته Branch/No. plant	تعداد غلاف در بوته Pod/No. plant	تعداد دانه در غلاف Seed No./pod	تعداد دانه در بوته Seed No./plant	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد فسفر بذر Seed Phosphorus	درصد پروتئین Protein
مصرف Consumption	58.920 a	3.987 a	15.867 a	5.35 a	86.952 a	38.220 a	2275.333 a	8236.533	25.120 a	6.67	16.7
بدون مصرف None- consumption	57.160 B	3.627 b	14.247 b	4.807 b	70.043 b	34.720 b	1675.000 b	8044.00	20.627 b	5.8	15.9

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول ۳- اثر مقادیر مختلف کود فسفر بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 3- The effects of different amounts of phosphorus fertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield. HI seed phosphorus and protein percentage

میزان کود زیستی	درجه آزادی	ارتفاع بوته	میزان کود زیستی	درجه آزادی	ارتفاع بوته	شاخه در بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد فسفر بذر	درصد پروتئین
Biofertilizer	Df	Plant height	Plant height	Df	Plant height	Branch/No. plant	Pod/No. plant	Seed No./pod	100-seed weight	Seed yield	Biological yield	HI	Seed Phosphorus	Protein
شاهد control	2	52.68 c	52.68 c	2	52.68 c	3.217 c	12.05 c	3.833 d	31.53 d	11.78 d	71.43	16.43 c	2.6	13.3
25%	1	56.97 b	56.97 b	1	56.97 b	3.583 bc	14.22 b	4.933 c	35.37 c	18.45 c	81.60	22.57 b	4.8	17.4
50%	4	59.52 ab	59.52 ab	4	59.52 ab	4.050 ab	15.93 ab	5.567 ab	37.48 b	22.38 b	88.73	25.00 a	6.8	18.4
75%	4	61.75 a	61.75 a	4	61.75 a	4.250 a	17.62 a	5.800 a	40.23 a	24.68 a	78.30	25.63 a	8.5	17.4
100%	18	59.25 ab	59.25 ab	18	59.25 ab	3.933 ab	15.47 b	5.267 bc	37.73 b	21.47 b	86.95	24.73 a	8.4	15.8

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول ۴- اثر متقابل کود زیستی و مقادیر مختلف کود فسفر بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک شاخص برداشت، درصد فسفر و پروتئین بذر لوبیا سفید

Table 4 - The interaction between biofertilizer and different amounts of phosphorus fertilizers on plant height, the number of branch and pod per plant, the number of seed per pod and plant, 100-seed yield, seed yield and biological yield, HI seed phosphorus and protein percentage of white bean

میزان کود زیستی * کود فسفر	ارتفاع بوته	شاخه در بوته	تعداد غلاف	تعداد دانه	تعداد غلاف	تعداد دانه	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد فسفر بذر	درصد پروتئین
Biofertilizer* phosphorus fertilizer	Plant height	Branch/No. plant	Pod/No. plant	Seed No./pod	Seed No./pod	Seed No./pod	Seed No./pod	Seed No./pod	100-seed weight	Seed yield	Biological yield	HI	Seed Phosphorus	Protein
(Ch ₀ B ₁)	53.50 ef	3.333 cd	12.60 de	4.13 de	52.10 de	32.23 ef	1292 e	8400	17.33 a	2.9	14.1	17.33 a	2.9	14.1
(Ch ₁ B ₁)	58.13 bcd	3.687 abcd	14.87 bcd	5.2 c	77.35 c	36.77 c	2060 c	7453	24.57 b	2.3	12.5	24.57 b	2.3	12.5
(Ch ₂ B ₁)	61.57 ab	4.467 a	17.23 b	6.0 ab	103.9 b	39.57 b	2683 b	9490	28.27 a	4.9	17.7	28.27 a	4.9	17.7
(Ch ₃ B ₁)	64.10 a	4.600 a	20.07 a	6.3 a	126.9 a	44.47 a	3113 a	7219	29.60 a	4.7	17.2	29.60 a	4.7	17.2
(Ch ₄ B ₁)	57.30 cde	3.667 bcd	14.57 bcd	5.1 c	74.49 cd	38.07 bc	2228 c	8620	25.83 b	6.8	18.3	25.83 b	6.8	18.3
(Ch ₀ B ₀)	51.78 f	3.1 d	11.50 e	3.5 e	40.53 e	30.83 f	1063 f	6833	15.53 e	6.2	18.5	15.53 e	6.2	18.5
(Ch ₁ B ₀)	55.80 def	3.3 cd	13.57 cde	4.667 cd	64.07 cde	33.97 de	1630 d	7920	20.57 d	9.8	18.1	20.57 d	9.8	18.1
(Ch ₂ B ₀)	57.47 bcde	3.633 bcd	14.63 bcd	5.1 d	75.90 cd	35.40 cd	1793 d	8257	21.73 cd	7.2	16.8	21.73 cd	7.2	16.8
(Ch ₃ B ₀)	59.40 bcd	3.9 abc	15.17 bcd	5.2 bc	80.78 bc	36.00 cd	1823 d	8440	21.67 cd	8.7	15.3	21.67 cd	8.7	15.3
(Ch ₄ B ₀)	61.27 abc	4.2 ab	16.37 bc	5.433 bc	88.94 bc	37.40 bc	2065 c	8770	23.63 bc	8.9	14.8	23.63 bc	8.9	14.8

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

منابع

1. Alexander, D.B., and Zuberer, D.A. 1993. Responses By iron-efficient and inefficient oat cultivars to inoculation with siderophore-producing bacteria in a calcareous soil. *Biology and Fertility of Soils* 16: 118-124.
2. Allen, M.F., Smith, W.K., Moore, T.S., and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal *bouteloua gracilis*. *New Phytologist* 88: 683-693
3. Ardakani, M.R. 1999. Mycorrhiza mushrooms and importance of their biology with plants. (In Persian)
4. Asghar Zade, N., and Saleh Rastin, N. 2001. Importance of Mycorrhiza mushrooms in agronomy. Necessity of biological fertilizer industrial product in Iran (Aggregate Articles). pp: 310-350. (In Persian with English Summary)
5. Bovetchko, S.M., and Tewaris, J.P. 1990. Root colonization of different hosts by the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus dimorphicum*, *Plant and Soil* 129: 131-136.
6. Clark, R.B., and Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. *Journal of Plant Nutrition* 23: 867-902.
7. Ebrahim Zade, H. 1990. *Plant Physiology* (2). Tehran University Publication. 586 pp. (In Persian)
8. Ehteshami, S.M.R., Agha Alikhani, M., Chani Chi, M.R., and Khavazi, K. 2007. Effect of phosphate solver microorganisms on some quantitative and qualitative attribute of *Zea mays* in water stress conditions. Abstract Articles in Second National Ecology Agronomy Congress, Iran. (In Persian)
9. Eslamic Azad University, Arak, Iran 3,4: 229-240. (In Persian with English Summary)
10. Estrada-Luna, A.A., and Davies, F.T. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, Absciscic acid and growth of micropropagated chile ancho pepper (*Capsicum annum* L.) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. *Journal of Plant Physiology* 160(9): 1073-1084.
11. Ghazi, M., and Zak, J.B. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14: 263-269.
12. Gholami, A. 2000. Effect of microriza mashrooms on growth and yield indexes of *Zea mayes* in Shahrod region. PhD Thesis. Tarbiat Modarres University of Tehran. P: 85-170. (In persian)
13. Hadi, H., Daneshian, J., Hamidi, A., and Asghar Zade, A. 2007. Assessing the effect of bradi and *Azetobacter* bacterias on properties seed soy bean in land and laboratory. Abstract articles in the Second National Ecology Agronomy Congress, Iran. (In Persian with English Summary)
14. Hamidi, A., Ghalavand, A., Dehghan Shoar, M., Malakoti, M.J, Asghar Zade, A., and Chogan, R. 2006. Effects of usage bacterial plant growth stimulate on sorghum yield. *Pajohesh & Sazandegi Journal* 70. (In Persian with English Summary)
15. Huiying, L. 2005. Role of Mycorrhizal Symbiosis in Growth and Phosphorus Nutrition of Wheat. The University of Adelaide. pp: 180.
16. Karimian, N. 1998. Results of overuse in chemical phosphate fertilizer. *Iranian Journal of Water & Soil* 12(4). (In Persian with English Summary)
17. Khavazi K, Asadi Rahmani H, and Malakoti M.J. 2005. Necessity of Biologic Dunks Industrial Product in Country. Sana Publication. 420 pp. (In persian)
18. Majnoon Hoseini, N. 2004. Grain Culture in Iran. Jahad-University Publication (Tehran). (In Persian)
19. Malakoti, M. 1995. Constant agromony and enhance yield by optimum use of fertilizer in Iran. *Instruction Emission Agronomy*. (In Persian with English Summary)
20. Meena, L.R., Singh, R.K. and Gautam, R.C. 2002. Effect of moisture conservation practices, phosphorus levels and bacterial inoculation on yield and economic returns of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dry land conditions. *Annals of Agricultural Research* 23(2): 284-288.
21. Mikanova, O., and Novakova, J. 2002. Evaluation of the P-solubilizing activity of soil microorganisms and its sensitivity to soluble phosphate. *Rostlinna Vyroba* 9: 397-402.
22. Mosavi Janghali, S.A., Sani, B., Sharifi, M., and Hoseini Nejad, Z. 2006. Assessing the effect of phosphate solvent bacteria and mycorrhizae on *Zea mayes* quantitative traits (sc 704). Abstract articles 8th Congress of Agronomy Science Iran, Iran, Gillan University, page 184. (In persian)
23. Naghashi, G., Douds, D.D., and Abney, G. 1996. Phosphorus amendment inhibits hyphal branching of the VAM fungus *Gigaspora margarita* directly and indirectly through its effect on root exudation. *Mycorrhiza* 6: 401-410.
24. Norgholipor, F., Khavazi, K., and Khoshkam, T. 2003. Effect of usage phosphate soil with *Thiobasilos* bacteria and phosphate solvent microorganisms on *zea mays* quantity and quality yield. Abstract Articles of 3th National Biological Substrates Usage Development and Optimum use of Fertilizer and Toxic in Agronomy Congres, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. P: 295-296. (In persian)
25. Okon, Y., and Kapulnik, Y. 1986. Development and functions of *Azospirillum* inoculated roots. *Plant and Soil* 86: 3-16.

26. Salehrastin, N. 1998. Biological fertilizer and their roles in reach to constant agronomy. Necessity of biological dungs industrial product in Iran (Aggregate Articles). The Center of Instruction Emission Agronomy, Karaj, Iran. P:1-54. (In persian)
27. Sarmadnia, Gh., and Koocheki, A. 1989. Physiology of Culture Plants, Jahad University of Mashhad,. Publication, Iran, pp. 467. (In persian)
28. Shiranirad A.H. 1998. Assessing ecophysilogic of mycorriza mushroom and sicular symbiosis with soybean and wheat. PhD thesis. Eslamic Azad University, Branch. Tehran's Researches of science Page 590. (In Persian)
29. Sipson, M., Batiani, A., and Kianierad. 2001. Assessing of microbial phosphate fertilizer and possible change their situation with chemical phosphate fertilizer in cotton culture. Necessity of biological dungs industrial product in Iran (Aggregate Articles). The Center of Instruction Emission Agronomy, Karaj, Iran. P: 401-410. (In persian)
30. Tohidi Moghadam, H., Sni, B., Sharifi, M., and Ghoshchi, F. 2004. Effect of nitrogen stabilizer and phosphate solver bacteria on some of quantitative index of soybean in constant agronomy. Abstract Articles 8th Congress of Agronomy Science, Gillan University Iran, p: 147. (In Persian)
31. Troeh, Z.I., and Loynachan, T.E. 2003. Endomycorrhozal fungal survival in continuous corn, soybean, and fallow. Agronomy Journal 95: 224-230.
32. Wanish, A. 1990. Wechselwirkng von *Azospirillum* species and VAM auf wachstum und Natrsoffaufnhme beizwei Getreidearten. Gottinger Beitrage zur land und Forstwirtschaft in den Tropen und subtropen.



A survey of agrobiodiversity in Gachsaran county and influence of climatic factors

F. Hashemi Shadegan¹, K. Khoshbakht², A. Mahdavi Damghani^{2*}, H. Veisi² and H. Liaghati²

Abstract

Biodiversity is an important component in sustainability assessment of agroecosystems. Along with increasing or decreasing of biodiversity, ecosystem services in agroecosystems will be varied. Agricultural experts take into account different factors which affect agroecosystems variation. In this study, farming systems of two areas including a protected mountainous area and also a plain – hilly area in southwestern Iran from agrobiodiversity aspects are studied. In case of field crops species richness, plain – hilly area (average 4.35 versus 3.25 in mountainous area) and in horticultural systems, mountainous protected area (average 2.76 versus 0.9 species in plain area) had better situations. Shannon – Weiner index had the scores range from 1.25 to 1.87 in different villages which was harmonious with former estimations in Iran. Simple regression showed that mean horticultural species richness raised significantly with increasing altitudes, however in other systems, no significant trend were observed. It seems that in mountainous areas, investment on sustainable rural livelihood should be concentrated on gardening development. Homegardens species richness reduced significantly, in villages that were far from urban centers. Results showed that there is significant and positive correlation between agronomic and horticultural systems regarding species richness and relative household income. from

Keywords: Agroecosystems, Income, Protected areas, Species richness, Sustainability

1 and 2- MSc. graduated of Agroecology and Assistant Prof. of Agroecology Department, Shahid Beheshti University, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: mmnd323@yahoo.com)



Biodegradation of wheat straw by different isolates of *Trichoderma* spp.

A.R. Astarai^{1*}, M. Farsi², A. Pakdin Parizi³, M. Ghaemi⁴ and F. fallahpour⁵

Abstract

Efficient use of agricultural wastes due to their recycling and possible production of cost effective materials, have economic and ecological advantages. A biological method used for degrading agricultural wastes is a new method for improving the digestibility of these materials and favoring the ease of degradation by other microorganisms. This research was carried out to study the possible biodegradation of wheat straw by different species and isolates of *Trichoderma* fungi. Two weeks after inoculation of wheat straw by different isolates, oven drying in 75°C, the samples were weighted and (Acid Detergent Fiber) ADF and NDF (Neutral Detergent Fiber) reductions of each sample under influence of fungal growth were compared with their controls. The results showed that biodegradation of wheat straw were closely related to fungi species and also its isolates. The Reductions in NDF and ADF of wheat straw by *T. reesei* and *T. longibrachiatum* were more pronounced compared to others, although *T. reesei* was superior in ADF of wheat straw reduction. It is concluded that for improving in digestibility and also shortening the timing of composting process, it is recommended to treat the wheat straw with *Trichoderma* fungi and especially with *T. reesei* and *T. longibrachiatum* that performed well and had excellent efficiencies.

Keywords: Acid detergent fiber, Fungi, Neutral detergent fiber, Wheat litters

1, 2, 3, 4 and 5- Associate Prof. of Soil Science, Prof. of Biotechnology, Ph.D. student of Biotechnology, Ph.D student of Soil Science and Ph.D student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author's Email: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)



The effect of elevated CO₂ and N on decomposition of wheat straw and alfalfa residue in calcareous and non calcareous soils

S. Razavi Darbar^{1*}, A. Lakzian², A. Halajnia³ and G. Haghnia⁴

Abstract

Incorporation of plant residue in soils is considered as an important agricultural practice for maintaining soil fertility in sustainable agricultural system. CO₂ levels, nitrogen fertilization and plant residues are factors which highly affect decomposition of added organic matter to soil. In this research controlled chambers were used to investigate the effects of elevated atmospheric CO₂ concentrations (350 vs. 760 CO₂ ppm) under two N fertilization levels (0 vs. 500 kg N ha⁻¹) and two replicates on decomposition of wheat and alfalfa residues in two calcareous (32.66 % CaCO₃) and non calcareous soils (3.4 % CaCO₃) at 6 times (0, 10, 20, 40, 60 and 90) under laboratory condition. Soil moistures were adjusted at 70% of field capacity. The results showed that elevated CO₂ significantly increased decomposition of residues in both calcareous and non calcareous soils. In the samples that received N fertilizer, decomposition of wheat straw and alfalfa residues increased in both soils. From the obtained results, we concluded that in all treatments the amount of decomposition of wheat straw and alfalfa residues in calcareous soil were higher than non calcareous soils.

Keyword: Calcareous soils, CO₂ enrichment, N fertilizer, Plant residue mineralization

1, 2, 3 and 4- MSc student, Associate Prof., MSc graduated and Prof. of Soil Science Department, Agricultural Collage, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: razavisolmaz@gmail.com)



Evaluation of growth indices of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in intercropping with replacement and additive series

A. Koocheki¹, M. Nassiri Mahallati¹, S. Khorramdel^{2*}, S. Anvarkhah², M. Sabet Teimouri² and S. Sanjani²

Abstract

In order to evaluate the effect of intercropping with replacement and additive series for hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.), a field experiment was conducted during growing season 2006-07 at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. A randomized complete block design with three replications was used. Treatments included different combinations of intercropping with replacement (75%sesame+ 25% hemp, 25%sesame+ 75% hemp, 50%sesame+ 50% hemp) and additive (50%sesame+ 100% hemp and 100%sesame+ 50% hemp) series and their monoculture. Results indicated that the highest and the lowest leaf area index (LAI) and dry matter (DM) accumulation of hemp were observed in 50% sesame+ 50% hemp (2.99 and 1921.7 g.m⁻²) and 50% sesame +100% hemp (1.06 and 929 g.m⁻²), respectively. The highest and the lowest LAI and DM accumulation of sesame were observed in monoculture (1.34 and 551.27 g.m⁻²) and 50%sesame+ 100% hemp (0.23 and 51.73 g.m⁻²), respectively. The maximum crop growth rate (CGR) of hemp and sesame were observed in 50% sesame+ 50% hemp (76.58 gm²day⁻¹) and monoculture (22.78 gm²day⁻¹), respectively. It seems that the intercropped sesame with hemp reduced the growth indices of sesame due to increasing shading on it and decreasing the absorption of radiation.

Keywords: Crop Growth Rate, Dry matter, Intercropping, Leaf Area Index

1 and 2- Prof. and PhD student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's Email: su_khorramdel@yahoo.com)



Effect of ecological management of weed control on economical income, yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

A. Zare Feizabadi^{1*}, G. Sareban² and H. Khazaei³

Abstract

In order to compare of ecological management of weed control on economical income, yield and yield components of cotton, a Randomized Complete Block design with 12 treatments and four replications was conducted in Mahvelat of Khorasan Razavi province, Iran. Treatments consisted of weeding, harrowing, burning, two times weeding, weeding + harrowing, weeding + burning, harrowing + harrowing, harrowing + weeding, harrowing + burning, weeding+ harrowing+ burning, weed free and weedy as a check treatment. Investigated traits were plant height, number of boll in plant, 20 boll weight, 20 boll cotton lint weight, cotton lint yield per plant, cotton yield, number and biomass of weeds, outcome, net and gross income. The result showed that treatments had significant effect ($p < 0.01$) on all traits. Treatments including weeding simultaneous with harrowing caused 80 and 97 percent decrease in density and weed biomass, respectively. The highest yield (4051 and 4087 kg.ha⁻¹) and net income (7.80 and 8.58 million Rials per ha) obtained from weeding+ harrowing+ burning and weed free treatments, respectively. The highest expensive weed controls also concern with two these treatments. The lowest yield (1923 kg.ha⁻¹) and net income (410,000 Rials) were confirmed by check treatment. Results of this study showed that weeding+ harrowing+ burning is the best method in cotton weed control.

Keywords: Biomass and economic return, Burner, Crusting, Mechanical methods

1, 2 and 3- Associate Prof. from Agricultural and Natural Resource Research Center of Korasan Razavi, MSc graduated and director of Jihad Agriculture of Torbat Hederiya, Instructor of from Agricultural and Natural Resource Research Center of Korasan Razavi, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's E-mail: azarea.2002@yahoo.com)



Evaluation of radiation absorption and use efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) /corn (*Zea mays* L.) intercropping

F. Hosseinpanahi^{1*}, A. Koocheki², M. Nassiri Mahallati² and R. Ghorbani³

Abstract

Plant dry matter accumulation has a linear relation with accumulative photosynthetically active radiation (PAR). Intercropping could be a strategy for increasing light absorption in agronomic systems and it may improve radiation use efficiency (RUE). Thus this study was conducted in order to evaluate radiation absorption and use efficiency in potato (*Solanum tuberosum* L.) –corn (*Zea mays* L.) intercropping. The experimental treatments were consisted of monocropping corn (MC), monocropping potato (MP), strip intercropping (S), intercropping with three different patterns (I_{25} , I_{50} and I_{75} are 25%, 50% and 75% overlaps of corn and potato rows in strip treatment, respectively) and row intercropping (R). Results showed that corn RUE increased in all intercropping treatments compared with mono-cropping plots while potato RUE reduced in the intercropping plots. Mean of corn RUE in growing season was from 2.65 g.MJ^{-1} in the MC up to 3.27 g.MJ^{-1} in the R. Mean of potato RUE was from 1.27 g.MJ^{-1} in the R to 1.47 g.MJ^{-1} in MP treatment. With shifting row intercropping, where row spacing was doubled compared with mono-crop corn plots, towards strip intercropping, where distance of rows was similar to mono-crop corn plots, RUE decreased. This could be due to decreasing the number of rows that their distances were double of mono-crop plots. Moreover, with shifting from strip intercropping towards row intercropping (i.e. I_{25} , I_{50} , I_{75} and R treatment, respectively), the number of potato rows that were under the corn direct shading increased and this resulted to decreasing potato RUE. Further studies on the effects of various densities of potato and corn plants and delayed intercropping systems for these crops are required.

Keywords: Photosynthetic active radiation, Row intercropping, Shading, Strip intercropping.

1, 2 and 3- PhD Student of crop physiology, Prof. and Associate Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: Agro_expert@yahoo.com)



Study of energy efficiency of saffron (*Crocus sativus* L.) in Southern Khorasan

E. Moayedi Shahraki^{1*}, M. Jami Al-Ahmadi² and M.A. Behdani²

Abstract

In order to perform each component of agricultural practices, its plan should be rationalized economically and technically. In a study for recognition patterns of energy inputs and outputs in saffron fields of Southern Khorasan, Iran, during a five years exploitation period, two questionnaires were prepared, one for the first cultivation year, and another for crop management and harvest during four subsequent years. In each questionnaire some questions were included to obtain direct and indirect inputs and outputs of energy flows in saffron fields. About seventy questionnaires were filled by direct interview with farmers. Results showed the highest energy input in the first year is supplied by farm manure which approach to 91.16% of total used energy. During four next years, however, nitrogen fertilizer (mainly as urea form) was the main energy input with 37.67% of total used energy. The daughter corms and crop shoots consist the main sources of energy outputs, as energy efficiency was 41% for a five exploitation period, which is similar to some annual crops such as tomato and lettuce in USA. Although energy efficiency of saffron production is very low in Southern Khorasan, but most of saffron fields is cultivated ecologically, with low external inputs, and this crop play an important role in rural livelihood, because of its high economic efficiency and employment than other local cultivated crops.

Keywords: Agricultural inputs, Corm, Medicinal plants

1 and 2- MSc student of Agroecology and Assistant Prof. from College of Agriculture, University of Birjand, Iran, respectively.

(*- Corresponding author's Email: mebadollah@yahoo.com)



Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.)

S.M.K. Tahami^{1*}, P. Rezvani Moghaddam² and M. Jahan³

Abstract

In order to have a sustainable agriculture it is necessary to use environmental friendly inputs to improve ecological aspects of environment. Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a medicinal and vegetable crop which is cultivated in different parts of the world. An experiment was conducted at Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in year 2009. A complete randomized block design with six treatments, and three replications was used. The treatments were: control (no fertilizer), cow manure, sheep manure, hen manure, vermin-compost and NPK fertilizers. Results showed that all studied organic manures were high in measured characters in compare with chemical fertilizer. The highest plant height, leaf yield, fresh and dry matter were obtained at vermicompost. Treatments have no significant affect on Essential oil percentage. The highest essential oil yield was obtained in cow manure treatments. Third cut and the first cut had the maximum and the minimum of leaf yield, fresh and dry shoot yield, respectively. Essential oil percentage in the first cut was significantly more than other cuts, but essential oil yield, were the highest in third cut because this cut produced highest leaf yield. There was no significant difference between chemical fertilizers and control treatment in all characters except green area index and fresh and dry leaf weight in a plant.

Keywords: Cow manure, Ecological input, Medicinal plant, Sheep manure, Vermicompost

1, 2 and 3- MSc student, Prof. and Assistant Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: s.m.k.tahami@gmail.com)



Evaluation of morphological traits, yield and yield components of corn hybrids in Mashhad climate

M. Golbashy^{1*}, M. Ebrahimi² S. Khavari Khorasani³ and R. Choukan⁴ and M. Zarabi¹

Abstract

In order to study morphological traits, yield and yield components of 34 hybrids of corn, an experiment was carried out based on of randomized Complete Block Design with three replications under normal irrigation condition in Khorasan Razavi Agricultural Research and Natural Resources Center, Mashhad, Iran on 2009. Results of analysis of variance showed that there were significant differences between hybrids for all of traits. Results of hybrid means comparison showed that KSC500 hybrid was better than others in yield trait. Result of simple correlation between traits showed that ear diameter and kernel depth had the highest correlation with grain yield, respectively. In order to study relationship of traits in regression model with grain yield, path analysis showed that number of ear per plant had the highest direct and positive effect on grain yield. Principle component analysis was performed for corn hybrids. Seven components have been extracted, which describe 85% of traits variations. Also factor analysis (with varimax rotation) was performed. Cluster analysis with Ward's method, arranged hybrids into five different groups.

Keywords: Cluster Analysis, Factor Analysis, Simple correlation, Varimax rotation

1, 2, 3 and 4- MSc student, Abooreyhan Prdis, Tehran University, Assistant Prof. of Abooreyhan Prdis, Tehran University, Assistant Prof. of Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Assistant Prof. of Plant and Seed Improvement Institute, Karaj, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: mgolbashy@ut.ac.ir)



Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.)

Y. Alizadeh^{1*}, A. Koocheki² and M. Nassiri Mahallati²

Abstract

In order to study radiation use efficiency and radiation interception in intercropping of herb sweet basil and common bean, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran for the growing season of 2008. Treatments were 1) sole crop of bean, 2) sole crop of sweet basil, 3) strip intercropping of bean and sweet basil (four rows bean and two rows sweet basil), 4) strip intercropping of bean and sweet basil (two rows sweet basil and four rows bean), 5) row intercropping of bean and sweet basil. Sweet basil was harvested at two times during the course of experiment. For this purpose a complete randomized block design with three replications was used. Results showed that in intercrop the fraction of intercepted radiation (F) was higher than the sole crop F. radiation use efficiency (RUE) of sweet basil in intercrop treatments was increased compared to sole crop and highest RUE of sweet basil obtained in secondary harvest of row intercropping (3.4g/Mj), and the highest RUE of bean obtained in row intercrop too (2.4g/Mj). Light extinction coefficient of bean was obtained as 0.55 and sweet basil 0.47 respectively. The highest Leaf area index (LAI) in bean was obtained in sole crop (4.3) and the highest LAI in sweet basil in first harvest was in strip intercropping with 4 rows sweet basil (3.2) and secondary harvest was in sole crop sweet basil (2.5).

Keywords: Leaf Area Index, Light extinction coefficient, Row intercropping, Strip intercropping

1 and 2- PhD student of crop ecology and Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author's Email: ya_al993@stu-mail.um.ac.ir)



Evaluation of competition of early watergrass (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) on rice fields of Guilan

M.J. Golmohammadi^{1*}, H. Alizadeh², B. Yaghoubi² and M. Nahvi³

Abstract

Early watergrass (*Echinochloa oryzicola* (Ard) Fisher) is an aggressive specie of *Echinochloa* and have mimicry chareterstics of rice . In order to evaluate competitive effect of aggressive specie of *Echinochloa* on Rice, an experiment was conducted at the Rice Research Institute of Rasht during 2007. The experimental design was complete randomized block with three replications. The treatment included weeds density at three densities (10, 20 and 40 plant/m²) and Rice was transplanted with local normal density (20 bunches/m² and each bunch included three plants). Result indicated that early water grass decreased grain yield, the number of panicle per plant, biologic yield and harvest index were significantly at possible area 1%. When density increased until 40 plantm², grain yield lossed was 70%. Loss of number seed per panicle in densities 10, 20 and 40 plant/m² was 34, 41 and 43 present and loss of number panicle per plant of rice in competition to *Echinochloa* was 62, 64 and 62 present respectively. Densities of 10, 20 and 40 plant/m² decreased average of rice height to 49, 67 and 61 present, respectively. Rice in densities 40 plant/m² of weed had less highest and in densities 0 plant/m² the highest.

Keywords: Competition, Density, Weed, Yield loss

1, 2 and 3- MSc graduated of weed science, Associate Prof. of Tehran University, Tehran, Member of faculty of Rice Research Institute of Rasht, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: Jav_gol106@yahoo.com)



Using ETM⁺ band ratios and principal component analysis for monitoring of vegetation cover in Neyshabour area

S.H. Sanaeinejad^{1*}, A. Astarai² and M. Ghaemi³

Abstract

Remote sensing techniques are known as very useful methods for studying land use management in arid and semi arid areas, where undeveloped soils are dominant. These techniques can be used for determining different environmental characteristics including soil and vegetations. In this study ETM⁺ band ratios and Principal component analysis (PCA) were used for monitoring of vegetation cover and its disparity in relation to soil characteristics. Neyshabour area was selected as the study area. The results showed that using of vegetation indices and PCA increased regression coefficients for the model. It was also found that when the analysis is restricted to more homogenous areas, the regression coefficients were improved significantly. It was also concluded that it is possible to develop some statistical models for using of ETM⁺ images for monitoring vegetation cover in arid areas which are covered dispersedly.

Keywords: Landsat, Modelling, RS, Vegetation Index

1, 2 and 3- Associate Prof. of Water Engineering, Associate Prof. and PhD student of Soil Science of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's E-mail: sanaein@gmail.com)



Effects of humic acid application with irrigation water on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

S. Ghorbani¹, H.R. Khazaei^{2*}, M. Kafi³ and M. Bannayan Aval⁴

Abstract

Agroecology emphasizes the use of organic materials in agriculture. The organic acids are important sources of organic materials. In order to study the effect of different levels of humic acid on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) an experiment was conducted at Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2009. The experiment was conducted with different levels of humic acid (0, 500, 1500, 2500, 3500 and 4500 gha⁻¹) based on randomized complete block design with three replications. Results showed that different levels of humic acid imposed a significant effect on the yield parameters such as grain yield, biomass, leaf area index, leaf area duration, height, row number and ear length, but there were no significant effects on harvest index, 1000-grain weight, ear diagonal, and grain number per row did not have significant effect. According to the results, the highest and lowest grain yield belonged to 3500 gha⁻¹ humic acid and control treatments respectively. The highest biomass production observed to 4500 g.ha⁻¹ humic acid treatment. While the highest row number and ear length belonged to 3500 gha⁻¹ humic acid treatments. Generally, it seems that application of humic acid due to having nutritional ingredients and different physiological effects improves corn performance and reduces environmental pollution and it could be used as a natural material to increase and stabilize field crop production.

Keywords: Agroecology, Growth indices, Organic acids, Organic matter

1, 2, 3 and 4- MSc student, Associate Prof., Prof., Assistant Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: khazaie 41@yahoo.com)



Evaluation of effects of some important agronomic traits on potato yield and possibility determining of required time of potato crop to nitrogen fertilizer levels by using chlorophyll meter

M.J. Arshadi^{1*}, H.R. Khazae², M. Nassiri Mahallati³ and O. Agheli⁴

Abstract

In order to investigate the effects of nitrogen fertilizer on yield and yield component of potato, (*Solanum tuberosum* L.) and researching for direct and indirect effects of some important agronomic traits, an experiment was conducted based on randomized complete blocks design with 3 replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2008. Chlorophyll meter was used to identify the required precise time of potato to nitrogen fertilizer application. Nitrogen topdress fertilizer was applied at two levels (of 100 and 150 kgN.ha⁻¹) and during two nitrogen index of 90 and 95 percent. Results of analysis of variance showed that 95 percent nitrogen index versus 90 percent nitrogen index has a better efficiency in increment of potato crop yield, but in 95 percent index, nitrogen fertilizer levels of 100 and 150 kgN.ha⁻¹ did not showed significant difference in tuber yield. Results of path analysis indicated the traits of leaf nitrogen and large tuber percentage had the most positive direct effect on tuber yield and the traits of tuber specific gravity and tiny tuber percentage had the most negative direct effect on tuber yield. Supplying of nitrogen despite decrement of tuber specific gravity, increased tuber yield by increment of large tuber percentage. Assessment of correlation coefficient indicated that there are high correlations between SPAD reading, leaf nitrogen percentage and large tuber percentage and also there are high correlations between these traits and yield of potato. In general, it appeared that nitrogen fertilizer application by using chlorophyll meter, in addition to producing desirable yield of tuber, leads to make desirable quality of tuber and economy in nitrogen fertilizers application.

Keywords: Nitrogen fertilizer, Nitrogen index, Path analysis, Tuber yield

1, 2, 3 and 4- M.Sc graduated, Associate Prof. and Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University, MSc graduated of - Aboorayhan Campus, Tehran University, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's Email: Javad_arshadi24@yahoo.com)



Evaluation of yield and yield components and some agronomic traits of white bean genotypes under Karaj climate

M. Ebrahimi¹, M.R. Bihamta², A.H. Hosseinzadeh³, F. Khial Parast¹ and M. Golbashy^{4*}

Abstract

In order to study compatibility of 30 white bean genotypes under Karaj climate, an experiment was conducted based on randomized Complete Block Design with four replications. Evaluation and statistical analysis was performed for 18 important traits. Analysis of variance results showed that there are significant differences between varieties for all traits. Results of genotypes means comparison with Duncan's multiple range test showed that genotype No. 29 was better than others in plant height, yield, and biological yield, seed no. per plant and pod weight traits. Simple correlation coefficients were significant between yield and weight of pod, biological yield, number of seed per plant, number of pod per plant, plant height, width of pod and number of seed per pod. Only pod length was negative correlated with yield between all investigated traits. Cluster analysis with UPGMA method arrangement genotypes into three groups. According to this experiment results we can recommend 29 and 30 genotypes for Karaj condition.

Keywords: Biological yield, Cluster analysis, Correlation.

1, 2, 3 and 4- Assistant Prof., Prof., Associate Prof. and MSc student of Agriculture, Tehran University of Tehran, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: mgolbashy@ut.ac.ir)



Effects of genotype by environment interactions on morphological traits, yield and yield components of new grain corn (*Zea mays* L.) varieties

M. Ashofteh beiragi¹, B.A. Siah Sar², S. Khavari³, M. Golbashy^{4*}, N. Mehdi Nejad² and A. Alizadeh¹

Abstract

In this study 18 corn hybrids consist of 15 new early and mid mature foreign hybrids and three commercial Iranian corn hybrids (KSC704, KSC647 and DC370) as controls were evaluated at two RCBD with three replications at the Khorasan Razavi Agricultural Research and Natural Resources Center, during 2008 -2010. Results showed that hybrid EXP1 and DC370 with 16.5 and 12.1 t.ha⁻¹ were the best and the worst hybrids, respectively. Also, the EXP1 hybrid was better than others for no. rows, kernel depth, ear length and stem diameter. The results of simple correlation showed positive and significant correlations between grain yield with plant height, ear height, No. rows kernel depth, days to physiological maturity, ear length and leaves no. Also, we estimated negative correlation between grain yield and cob percentage. Results of cluster analysis by Wards' method based on two years data showed that these corn varieties can be divided in four clusters.

Keywords: Agronomical traits, Cluster analysis, Step wise regression

1, 2, 3 and 4- MSc student of Agronomy & Plant Breeding of University of Zabol, Member of Faculty of Agronomy & Plant Breeding of University of Zabol, Member of Khorasan Razavi Agricultural Research and Natural Resources Center and MSc student of Agronomy & Plant Breeding College of Abooreyhan, Tehran University, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's E-mail: mgolbashy@ut.ac.ir)



Effects of moisture limitation on yield and dry matter distribution between shoot and root of triticale (*Triticosecale* × *Wittmack*) genotypes under controlled conditions

H.R. Khazaei¹, A. Nezami¹ and K. Shojaei- Noforest^{2*}

Abstract

A study was conducted to evaluate the effects of moisture limitation on yield and dry matter distribution between shoot and root of triticale genotypes. This study was performed using a factorial experiment based on completely randomized design with four replications, in Agricultural College of Ferdowsi University of Mashhad greenhouse during 2009. Treatments were two available soil water including irrigated after 50% and 75% depletion of moisture from root zoning (as a check and moisture limitation, respectively) and four triticale genotypes (ET-82-8, ET- 82-15, Et- 79-17 and Juanillo-92). Results showed that the significant ($P \leq 0.01$) decrease in grain yield due to the drought stress about 32 percent, but the effects of genotypes and interaction of moisture limitation and genotypes were not significant. Total above ground dry weight, leaf plus shoot and spikelet dry weight decreased with drought moisture limitation. Moisture limitation had significant ($P \leq 0.01$) decrease in root depth about 16 percent. Also genotypes and treatment's interactions had significant effects on root depth ($P \leq 0.05$). Moisture limitation and genotypes showed significant effects ($P \leq 0.01$) but interactions were not significant. About 46 percent decrease on root dry weight was due from moisture limitation. Experimental treatments and their interactions had significant effects on total root area. Genotypes and interactions were significant effects ($P \leq 0.01$) on root/shoot ratio, but the effect of moisture limitation was not significant. Finally, results showed that while the ET-82-8 had the better growth characters, its drought susceptibility index (DSI) was lower which indicate the lower susceptibility and high yield stability of this genotype under stress conditions.

Keywords: Drought susceptibility index, Root growth, Root/Shoot ratio, Sustainability

1 and 2-Associate Prof. and PhD student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author Email: koshojaei@yahoo.com)



Response of maize different maturity hybrids to planting dates in Mashhad region

R. Choukan^{1*} and H. Hassanzadeh Moghaddam²

Abstract

Twenty local and foreign maize hybrids in five different maturity groups were evaluated in Mashhad, Iran for two years (2007-2009). Three planting dates (5 May, 20 May, 5 June) and hybrids were arranged in a randomized complete block design as split plot arrangements, with three replications. The planting dates were in main plots and hybrids in subplots. The results indicated that late maturing hybrids will have high risk in region. In 5 June planting, non of hybrids except early maturing group, failed to reach proper maturity. Results revealed that KSC 704 can be replaced by early hybrid, KSC 260 in 20 May and 5 June plantings, as well as medium-early hybrids such as KSC 400 in 5 May and 20 May plantings. Hybrid KSC 260 in 5 June sowing, produced 13.886 and 11.698 t.ha⁻¹ grain with proper harvestable moisture in 2007 and 2008 respectively, while, late hybrid KSC 704 produced 13.007 and 16.243 t/ha grain with very high moisture, without significant grain yield.

Keywords: Earliness, Grain yield, Planting date

1 and 2- Associate Prof. of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Instructor, Agricultural and Natural Research Center of Razavi Khorasan, Mashhad, Iran.

(* - Corresponding author's Email: r_choukan@spii.ir)



Wheat seed treatment and its effect on seed vigor indices from bioenvironmental aspect

H.R. Tavakoli Kakhki^{1*} and A.R. Beheshti²

Abstract

In conventional agricultural systems application of fungicide and pesticides for seed treatment had been extended in wide range. This study was conducted to evaluate the effects of seed treatment on seed vigor indices on back cross Roshan of wheat cultivar in vitro status during 2007. The experiment was done in a completely randomized factorial design with eight replications. Treatment were including wheat seed in two levels (contaminated with common bunt teliospores and health seeds), fungicides in four levels (real, vitavax, dividend and control) and seed storage time following treatment in three levels (30, 60 and 90 days) were tested in the experiment . Results revealed that contamination and fungicide affected shoot and root lengths significantly ($p \leq 0.01$). Seed storage had significant effect ($p \leq 0.01$) on germination percentage, seedling dry weight, root and shoot lengths. Interaction between contamination and fungicide was not significant for germination rate, seed germination percentage, seedling dry weight and root length. According to these laboratory results seed treatment with fungicide not only lost seed vigor but also damaged bioenvironmental indices could be expected. Whenever seeds contaminated by common bunt and epidemic of disease are definitely by emphasis on field experiment results and different reaction of wheat varieties to common bunt, utilization of favorite fungicide will be useful and yield loss and bioenvironmental hazard will be decreased.

Keywords: Fungicide, Infection seed, Seed germination

¹ and ²- Instructor and Assistant Prof. from Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: hamidre@gmail.com)



The effect of biofertilizer and phosphorus fertilizer banding with Zinc on white bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

P. Nazeri¹, A. Kashani², K. Khavazi³, M.R. Ardakani², M. Mirakhori^{1*} and M. Pour siah bidi⁴

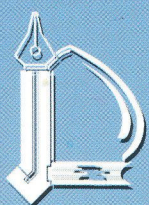
Abstract

In order to evaluate the effect of using zinc granulated phosphorous biofertilizer on yield and yield components of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.), a field experiment based on a randomized complete block design with three replications was performed. Experimental treatment were included of using phosphate and triple super phosphorous chemical fertilizer at 5 levels (without using of chemical fertilizer, use of %25 phosphorous chemical fertilizer, use of %50 phosphorous chemical fertilizer, use of %75 phosphorous chemical fertilizer, use of %100 phosphorous chemical fertilizer) and bio granulated phosphate fertilizer including zinc in 2 level (without using bio phosphorous fertilizer, without bio phosphorous fertilizer). Characterizations such as seed yield, the high of bush, the number of tributary branches, dry weight of bushes, whole dry weight, percentage of phosphorous and protein of seed, whole biomass and yield components were measured. Results shows that there is an significant deferent between use and not using of biological fertilizer from the view of yield components at %5 statistical level and the most yield component with producing of 2275/3k on 1000m² was belong to use of biological fertilizer. There is a significant deference between the various amounts of phosphate chemical fertilizer at %1 statistical level. This shows the effect of various amounts of phosphate chemical fertilizer on yield components, that most yield components was obtained by using of %75 of chemical fertilizer with amount of 2468kg for 1000m². in the survey of the reciprocal effects between fertilizer and bio fertilizer from the yield components view and depend on using of bio fertilizer and %50phosphate chemical fertilizer treatment, seed yield was 2683 kg in 1000m², that comparing with other level of fertilizer and irrigation treatment become significant. Reciprocal effects of bio fertilizer treatment and the level of using fertilizer for some characterizations such as weight 1000 seed, high of bush, number of branches in the bush, number of pod in the bush, seed number harvested index at yield components and present age of pertain were significant.

Keywords: Phosphate biofertilizer, Triple super phosphate, Yield, Yield component

1, 2, 3 and 4- MSc student of Islamic Azad University, Member of Faculty of Islamic Azad University, Karaj, Member of Faculty of Water and Soil Research Center, Member of Faculty of Research Center of Ilam, Iran.

(* - Corresponding author Email: MOJTABA.MIRAKHORI@yahoo.com)



Ferdowsi University
of Mashhad

Vol. 2 No. 1

Spring 2010

Agroecology

ISSN: 2008-7713

Contents

A survey of agrobiodiversity in Gachsaran county and influence of climatic factors.....	1
F. Hashemi Shadegan, K. Khoshbakht, A. Mahdavi Damghani, H. Veisi and H. Liaghati	
Biodegradation of wheat straw by different isolates of <i>Trichoderma</i> spp.	12
A.R. Astaraei, M. Farsi, A. Pakdin Parizi, M. Ghaemi and F. Fallah Pour	
The effect of elevated CO₂ and N on decomposition of wheat straw and alfalfa residues in calcareous and non calcareous soils.....	19
S. Razavi Darbar, A. Lakzian, A. Halajinia and G. Haghnia	
Evaluation of growth indices of hemp (<i>Cannabis sativa</i> L.) and sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) in intercropping with replacement and additive series.....	27
A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, S. Khorramdel, S. Anvarkhah, M. Sabet Teimouri and S. Sanjani	
Effect of ecological management of weed control on economical income, yield and yield components of cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	37
A. Zarefeizabadi, G. Sareban and H. Khazaei	
Evaluation of radiation absorption and use efficiency in potato/corn intercropping.....	45
F. Hosseiniapanahi, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Ghorbani	
Energy efficiency of saffron (<i>Crocus sativus</i> L.) in Southern Khorasan.....	55
E. Moayedi Shahraki, M. Jami Al-Ahmadi and M.A. Behdani	
Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	63
S.M.K. Tahami, P. Rezvani Moghaddam and M. Jahan	
Evaluation of morphological traits, yield and yield components of corn hybrids in Mashhad climate.....	75
M. Golbashi, M. Ebrahimi, S. Khavari Khorasani and R. Choukan and M. Zarabi	
Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and herb sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	85
Y. Alizadeh, A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati	
Evaluation of competition of early watergrass (<i>Echinochloa oryzicola</i> (Ard) Fisher) on rice fields of Guilan.....	95
M.J. Golmohammadi, H. Alizadeh, B. Yaghoubi and M. Nahvi	
Using ETM⁺ band ratios and principal component analysis for monitoring of vegetation cover in Neyshabour area.....	103
S.H. Sanaeinejad, A. Astaraei and M. Ghaemi	
Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize (<i>Zea mays</i> L.).....	111
S. Ghorbani, H.R. Khazaei, M. Kafi and M. Bannayan Aval	
Evaluation of effects of some important agronomic traits on potato yield and possibility determining of required time of potato crop to nitrogen fertilizer levels by chlorophyll meter.....	119
M.J. Arshadi, H.R. Khazaei, M. Nassiri Mahallati and O. Agheli	
Evaluation of yield and yield components and some agronomic traits of white bean genotypes under Karaj climate.....	129
M. Ebrahimi, M.R. Bihamta, A.H. Hosseinzadeh, F. Khial Parast and M. Golbashi	
Effects of genotype by environment interactions on morphological traits, yield and yield components of new grain corn (<i>Zea mays</i> L.) varieties.....	136
M. Ashofteh beiragi, B.A. Siah Sar, S. Khavari, M. Golbashi, N. Mehdi Nejad and A. Alizadeh	
Effects of moisture limitation on yield and dry matter distribution between shoot and root of triticale (<i>Triticosecale</i> × <i>Wittmack</i>) genotypes under controlled condition.....	146
H.R. Khazaei, A. Nezami and K. Shojaei- Noferest	
Response of maize different maturity hybrids to planting dates in Mashhad region.....	158
R. Choukan and H. Hassanzadeh Moghaddam	
Wheat seed treatment and its effect on seed vigor indices from bioenvironmental aspect.....	168
H.R. Tavakoli Kakhki and A.R. Beheshti	
The effect of biofertilizer and phosphorus fertilizer banding with Zinc on white bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	175
P. Nazeri, A. Kashani, K. Khavazi, M.R. Ardakani, M. Mirakhoori and M. Pour siah bidi	
English abstracts.....	186-205