نشریه علمی - پژوهشی

بوم شناسی کشاورزی

جلد ۲ شماره ۲

تابستان ۱۳۸۹

شاپا: ۷۷۱۳-۲۰۰۸

عنوان مقالات

قابلیت‌های تولید چند محصول مهم زراعی در دو دهه گذشته و پیش‌بینی وضعیت آینده آنها در استان کردستان ۲۰۶
فرزاد حسین پناهی، فرزاد مندنی، فرزین پورامیر و مهدی نصیری محلاتی

مطالعه اثر باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی‌های خاک، وزن خشک و ترکیب شیمیایی گندم (*Triticum aestivum* L.) ۲۱۵
طیبه نژادحسینی و علیرضا آستارایی

اثر کشت مخلوط نواری ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین در شرایط کنترل و عدم کنترل علف های هرز ۲۲۵
علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، حسن فیضی، شهرام امیرمرادی و فرزاد مندنی

اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.) ۲۳۶
مجتبی میرآخوری، فرزاد پاک نژاد، محمد رضا اردکانی، فواد مرادی، پریسا ناظری و محمد نصری

مطالعه اثر سطوح مختلف شوری و پرایمینگ بذر بر جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه دو گونه دارویی خانواده مرکبان ۲۴۵
محمد کافی، احسان عیشی رضایی، متین حقیقی خواه و صادق قربانی

بررسی تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم های مختلف کاشت ۲۵۶
پرویز رضوانی مقدم، علی اصغر محمد آبادی و روح الله مرادی

اثرات تغذیه نیتروژنی متفاوت گندم (*Tritium aestivum* L.) رقم سایونز بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت‌تأثیر سطوح تنش خشکی و کودهای بیولوژیک ۲۶۶
رستم یزدانی بیوکی، پرویز رضوانی مقدم، علیرضا کوچکی، محمد بهزاد امیری، جبار فلاحی و رضا دیهیم فرد

واحدهای حرارتی مورد نیاز گروههای مختلف ذرت (*Zea mays* L.) بر اساس شاخص‌های حرارتی در منطقه مشهد ۲۷۷
رجب چوکان و هادی حسن زاده مقدم

بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر تولید کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط خاک شور استان قم ۲۸۷
حسین صباحی، جعفر تکافویان، عبدالمجید مهدوی دامغانی و هومان لیاقتی

اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر ۲۹۲
خالد عبدی‌زاده، عبدالمجید مهدوی دامغانی، حسین صباحی و سعید صوفی‌زاده

اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته برصفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد رقم دانه طلایی ذرت شیرین (*Zea mays* L.) ۳۰۲
آتنا رحمانی، سید مجید نصراله الحسینی و سعید خاوری خراسانی

بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد ارقام سویا (*Glycine max* L.) در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ۳۱۳
میثم نامداری، محمد علی بهدانی و غلامحسین عرب

اثر تنش خشکی، اندازه و پوشش بنه بر خصوصیات مورفواکوفیزیولوژیکی زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط گلخانه ۳۲۳
مژگان ثابت تیموری، محمد کافی، زینب اورسجی و کبری اروجی

ارزیابی رشد و عملکرد هیبریدهای جدید سینگل کراس ذرت علوفه ای (*Zea mays* L.) ۳۳۵
سعید خاوری خراسانی، محمد گلباشی، فرهاد عزیزی، مریم آشفته بیرگی و رضا فاطمی

تاثیر عوامل زراعی و خصوصیات خاک بر تنوع و ترکیب جامعه علف‌هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) در شهرستان جاجرم ۳۴۳
قربانعلی رسام، ناصر لطیفی، افشین سلطانی و بهنام کامکار

مطالعه صحرایی در مورد اثر علف کش تری بنورون بر تنوع زیستی شته گندم (Homoptera: Aphididae) در مشهد، شمال شرقی ایران ۳۵۳
حسین صادقی نامقی

چکیده‌های انگلیسی ۳۵۷-۳۷۱

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

عنوان مقاله	نویسندگان	صفحه
قابلیت‌های تولید چند محصول مهم زراعی در دو دهه گذشته و پیش‌بینی وضعیت آینده آنها در استان کردستان	فرزاد حسین پناهی، فرزاد مندنی، فرزین پورامیر و مهدی نصیری محلاتی	206
مطالعه اثر باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی‌های خاک، وزن خشک و ترکیب شیمیایی گندم (*Triticum aestivum* L.)	طیبه نژادحسینی و علیرضا آستارایی	215
اثر کشت مخلوط نواری ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین در شرایط کنترل و عدم کنترل علف های هرز	علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، حسن فیضی، شهرام امیرمرادی و فرزاد مندنی	225
اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.)	مجتبی میرآخوری، فرزاد پاک نژاد، محمد رضا اردکانی، فواد مرادی، پریسا ناظری و محمد نصری	236
مطالعه اثر سطوح مختلف شوری و پرایمینگ بذر بر جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه دو گونه دارویی خانواده مرکبان	محمد کافی، احسان عیشی رضایی، متین حقیقی خواه و صادق قربانی	245
بررسی تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم های مختلف کاشت	پرویز رضوانی مقدم، علی اصغر محمد آبادی و روح الله مرادی	256
اثرات تغذیه نیتروژنی متفاوت گندم (*Tritium aestivum* L.) رقم سایونز بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت‌تأثیر سطوح تنش خشکی و کودهای بیولوژیک	رستم یزدانی بیوکی، پرویز رضوانی مقدم، علیرضا کوچکی، محمد بهزاد امیری، جبار فلاحی و رضا دیهیم فرد	266
واحدهای حرارتی مورد نیاز گروههای مختلف ذرت (*Zea mays* L.) بر اساس شاخص‌های حرارتی در منطقه مشهد	رجب چوکان و هادی حسن زاده مقدم	277
بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر تولید کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط خاک شور استان قم	حسین صباحی، جعفر تکافویان، عبدالمجید مهدوی دامغانی و هومان لیاقتی	287
اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر	خالد عیدی‌زاده، عبدالمجید مهدوی دامغانی، حسین صباحی و سعید صوفی‌زاده	292
اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته برصفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد رقم دانه طلایی ذرت شیرین (*Zea mays* L.)	آتنا رحمانی، سید مجید نصراله الحسینی و سعید خاوری خراسانی	302
بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد ارقام سویا (*Glycine max* L.) در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط	میثم نامداری، محمد علی بهدانی و غلامحسین عرب	313
اثر تنش خشکی، اندازه و پوشش بنه بر خصوصیات مورفواکوفیزیولوژیکی زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط گلخانه	مژگان ثابت تیموری، محمد کافی، زینب اورسجی و کبری اروجی	323
ارزیابی رشد و عملکرد هیبرید های جدید سینگل کراس ذرت علوفه ای (*Zea mays* L.)	سعید خاوری خراسانی، محمد گلباشی، فرهاد عزیزی، مریم آشفته بیرگی و رضا فاطمی	335
تاثیر عوامل زراعی و خصوصیات خاک بر تنوع و ترکیب جامعه علف‌هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) در شهرستان جاجرم	قربانعلی رسام، ناصر لطیفی، افشین سلطانی و بهنام کامکار	343
چکیده‌های انگلیسی		357-371

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 214-206

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 206-214

قابلیت‌های تولید چند محصول مهم زراعی در دو دهه گذشته و پیش‌بینی وضعیت آینده آنها در استان کردستان

فرزاد حسین پناهی[1*]، فرزاد مندنی[2]، فرزین پورامیر[1] و مهدی نصیری محلاتی[3]

تاریخ دریافت: 88/12/15
تاریخ پذیرش: 89/3/18

چکیده

روند تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و تولید گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) به عنوان پنج محصول مهم زراعی استان کردستان در فاصلهٔ سالهای 1362 تا 1385 در قالب سری‌های زمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و وضعیت آینده تولید این محصولات در استان با ادامهٔ سیر زمانی برای سالهای 1386 تا 1400 پیش‌بینی شد. نتایج پیش‌بینی‌ها برای سال 1400 نشان داد که سطح زیر کشت گندم آبی (18%)، گندم دیم (10/3%)، جو آبی (30/1%)، نخود دیم (48/2%)، سیب‌زمینی (42/4%) و یونجه (9/2%) نسبت به وضعیت کنونی افزایش و سطح زیر کشت جو دیم (31/1%) و نخود آبی (100%) کاهش می‌یابد. عملکرد گندم آبی (36/3%)، گندم دیم (43/5%)، جو آبی (30/2%)، جو دیم (23%)، نخود آبی (10/6%)، سیب‌زمینی (9/3%) و یونجه (14/5%)، نسبت به وضعیت کنونی افزایش و عملکرد نخود دیم (36/8%) کاهش می‌یابد. بر این اساس میزان تولید تمام محصولات، به جز نخود آبی در سال 1400 افزایش خواهد یافت. به گونه ای که میزان تولید گندم آبی، گندم دیم، جو آبی، جو دیم، نخود دیم، سیب‌زمینی و یونجه در سال 1400 به ترتیب به 270، 1000، 20، 20، 30، 530 و 270 هزار تن خواهد رسید و میزان تولید نخود آبی به صفر کاهش خواهد یافت. دلیل کاهش میزان نخود آبی به علت کاهش سطح زیر کشت می‌باشد. سهم افزایش عملکرد در افزایش تولید غلاتِ مورد بررسی و یونجه بیشتر از افزایش سطح زیر کشت خواهد بود، در حالی که در نخود دیم و سیب‌زمینی افزایش تولید بیشتر ناشی از افزایش سطح زیر کشت خواهد بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان تولید محصولات زراعی استان طی 15 سال آینده، بهبود خواهد یافت، که با توجه به محدود بودن زمینهای قابل کشت به نظر می‌رسد که این افزایش بیشتر به واسطه افزایش عملکرد در هکتار خواهد بود. البته بدیهی است که نتایج این مطالعه بر اساس روند گذشته بوده و عواملی همچون تغییرات اقلیمی و سیاست گذاری های دولت در بخش کشاورزی در آینده، در آن لحاظ نشده است.

واژه‌های کلیدی: جو، سیب‌زمینی،گندم، نخود، یونجه

مقدمه

عملیات کشاورزی بر پایه دانش و تجربیات سنتی استوار است و وظیفه تحقیقات کشاورزی ارتقاء دانش فنی و فراهم ساختن مبانی علمی برای تولید محصولات زراعی است. با توسعه علوم، تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مشاهدات آزمایشی به تدریج از حالت کیفی به کمی تغییر یافته و ریاضیات به عنوان ابزاری برای توصیف فرضیات بیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته است. به این ترتیب توانایی ساخت مدلها و کاربرد کامپیوتر در علوم بیولوژیک توسعه یافته و امکان طراحی رهیافتی کمی و سیستماتیک در حل مشکلات نظام‌های تولید فراهم گردیده است (Nassiri Mahallati, 2008). در این راستا بررسی روند تغییرات عملکرد و تولید محصولات زراعی در گذشته و پیش‌بینی وضعیت آینده بر اساس روشهای آماری مطمئن ابزاری مناسب جهت ارزیابی‌های اکولوژیکی، اقتصادی و زراعی این محصولات از ابعاد مختلف خواهد بود (Feyzabadi et al., 2005).

اطلاع از روند تغییرات جمعیت در آینده و ترسیم وضعیت تولید محصولات کشاورزی در راستای پیشبرد امنیت غذایی کشور امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. امنیت غذایی کشور به عواملی مانند آب، شیوه مصرف و نحوه استحصال آن، جمعیت، کنترل و روند افزایش آن، انتخاب الگوهای مناسب کشت در کشاورزی و الگوی مصرف و سرانجام عوامل طبیعی، فرهنگی و اجتماعی و مدیریت

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی، دانشجوی دکتری اکولوژی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: Agro_expert@yahoo.com

مطلوب بهره‌گیری از منابع دارد (Mazaheri, 2001). در بین عوامل دخیل در امنیت غذایی، سیستم‌های کشاورزی به دلیل نقش مهمی که در تولید مواد غذایی ایفا می‌کنند دارای اهمیت بسزایی می‌باشند. از آنجا که مناطق سنتی کشت گیاهان زراعی دارای تنوع محیطی، فرهنگی و اقتصادی بسیاری می‌باشند، بنابراین نتیجه‌گیری براساس میانگین جهانی در راستای پیش‌بینی وضعیت آینده تولید محصولات کشاورزی از اعتبار کافی برخوردار نخواهد بود (Feyzabadi et al., 2005). بر این اساس انجام مطالعات منطقه‌ای چشم‌انداز بسیار مطلوبتری را فراهم خواهند ساخت.

در طی 50 سال گذشته عملکرد اکثر محصولات زراعی در سطح جهانی افزایش قابل توجهی داشته است. برای مثال، میانگین جهانی عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) که طی 50 سال اول قرن گذشته تقریبا بدون تغییر مانده بود (Bell & Fischer, 1994) در نیمه دوم قرن بیستم افزایشی حدود 250 درصد داشته و از 1 به 2/5 تن در هکتار رسیده است (Hafner, 2003). همچنین از جمله محصولات زراعی دیگر که کمیت و کیفیت آن طی چند دهۀ گذشته بهبود قابل توجه‌ای داشته است کلزا (*Brassica napus* L.) می‌باشد (Abravan & Sadeghzadeh Hemayati, 2003; Rao & Mendham, 1991). دلایل اصلی این افزایش عملکرد از نظر زراعی معرفی ارقام پر محصول جدید با شاخص برداشت بالا، ارتفاع کوتاهتر و مقاومت بیشتر به ورس (Khush, 1999) افزایش مصرف کودهای شیمیایی بویژه نیتروژن که تولید خالص اولیه را بدون خطر ورس بالا می‌برند (Hall et al., 2000)، افزایش مصرف انواع آفت کش‌ها (Rosegrant et al., 2001) و بهبود ساختار سیستم‌های آبیاری که باعث افزایش پاسخ به کودهای شیمیایی بویژه نیتروژن می‌شود (Khush, 1999; Rosegrant et al., 2001) بوده است.

با وجودیکه روند تولید و عملکرد غلات در مقیاس ملی برای کشور مطالعه شده است (Feyzabadi et al., 2005)، خلاء این نوع مطالعات برای سایر محصولات زراعی در سطح استانهای کشور کاملاً محسوس می‌باشد. بر این اساس هدف از انجام این مطالعه بررسی روند تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد و نهایتاً تولید چند محصول مهم زراعی استان کردستان طی دو دهه گذشته و پیش بینی وضعیت تولید تا سال 1400 بود.

مواد و روش‌ها

داده‌های مربوط به سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم، جو (*Hordeum vulgare* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 از بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی استخراج شد. جهت بررسی روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید این محصولات ازآنالیز سری‌های زمانی استفاده گردید. در آنالیز سری‌های زمانی پیش بینی هر متغییر (Y) در طول زمان (t) بر اساس معادله 1 توصیف خواهد شد.

$$Y_t = f(t) + e_t \qquad (1)$$

که در آن f(t) تابعی است که Y را بر اساس زمان توصیف می‌کند، Y_t مقدار متغیر در زمان t و e_t خطای پیش‌بینی در زمان t می‌باشد. در این مطالعه f(t) به صورت خطی (معادله 2) برآورد شده و داده‌های سری زمانی بر اساس این تابع برازش داده شد.

$$f(t)= b_1 + b_2 t + e_t \qquad (2)$$

جهت محاسبه معادله روند از روش مستقیم (Patchet, 1982) استفاده شد. در این روش نقطه مبدأء ، اولین سال مدل آماری است. این روش تغییرات سالانه عملکرد را بر اساس اثرات آب و هوایی و تکنولوژیکی بیان می‌کند. در این مطالعه اثرات آب‌وهوا از روند عملکرد تفکیک نشده است. این اثرات بسته به شرایط ممکن است مثبت یا منفی باشند. اگر خصوصیات آماری سری زمانی (میانگین، واریانس و خود همبستگی) از زمان (سال) مستقل باشند، سری بعنوان ثابت و در غیر اینصورت غیر ثابت محسوب شد. پیش بینی روند آیندۀ سری زمانی را می‌توان با روشهای آماری مختلف از جمله میانگین متحرک، هموارسازی نمایی، میانگین متحرک دوگانه، هموارسازی نمایی دوگانه و روشهای بوکس – جنکینز و نیز روش وینترز تحلیل نمود (Hanke & Reitsch, 1995). انتخاب هر یک از این روشها به ماهیت سری از نظر ثابت یا غیر ثابت بودن آن بستگی دارد. در این مطالعه بسته به نوع سری زمانی از روش میانگین متحرک دوگانه و وینترز جهت پیش بینی آینده استفاده شد. در روش میانگین متحرک دوگانه که برای داده‌های آماری با روند خطی بکار می رود، ابتدا یک سری از میانگین‌های متحرک محاسبه شده و سپس سری دوم میانگین های محرک از روی سری اول ساخته شد.

در روش وینترز پیش بینی براساس نوعی میانگین موزون از داده-های سری زمانی صورت می‌گیرد به نحوی که نزدیک ترین داده‌ها دارای بالاترین وزن بوده و با دور شدن از زمان حال وزن داده ها کمتر خواهد شد. بعلاوه جهت پیش بینی لازم است سه پارامتر مربوط به الگوهای فصلی، روند و سطح نیز برآورد شوند. مدل نهایی پیش بینی ممکن است بصورت حاصل جمع، یا حاصل ضرب بیان شود که انتخاب نوع مدل به کیفیت برازش آن به داده‌ها بستگی خواهد داشت (Feyzabadi et al., 2005). کلیه محاسبات مربوط به آنالیز سری زمانی و پیش بینی‌های آینده تا سال 1400 هجری شمسی با استفاده از نرم افزار MINITAB ver 13.1 انجام شد و رسم کلیه گراف ها در محیط Excel انجام شد.

نتایج و بحث

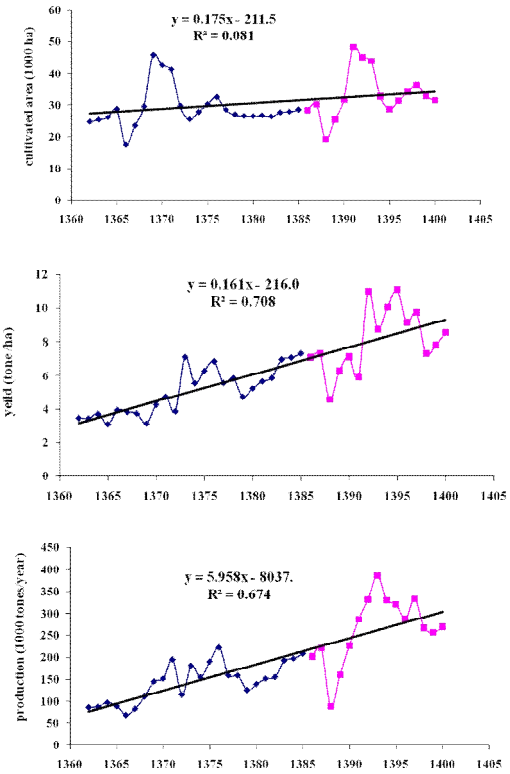
وضعیت سطح زیر کشت، عملکرد و تولید غلات

در شکل 1 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. بدون توجه به نوسانات سالیانه، سطح زیرکشت گندم آبی از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 تقریباً بدون تغییر مانده (40 هزار هکتار در سال 1362 و 39 هزار هکتار در سال 1385) و بر این اساس نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که طی 15 سال آینده سطح زیر کشت آن تغییر چندانی نخواهد کرد. این در حالیست که عملکرد گندم آبی از سال مبدأ تا سال 1385 به صورت خطی افزایش یافته و نتایج پیش‌بینی‌ها بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد گندم آبی در سال مبدأ 1595 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 4111 کیلوگرم در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 116 کیلوگرم بر عملکرد گندم آبی افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می شود که در صورت حفظ روند کنونی، در سال 1400 عملکرد گندم آبی به حدود 6500 کیلوگرم در هکتار برسد. میزان تولید گندم آبی استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 4600 تن گندم به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی میزان تولید گندم آبی استان در سال 1400 از مرز 270 هزار تن در سال خواهد گذشت. با توجه به تغییرات اندک سطح زیرکشت، افزایش عملکرد در واحد سطح مسئول افزایش میزان تولید گندم آبی در آینده خواهد بود.

در شکل 2 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. در مجموع سطح زیرکشت گندم دیم از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 افزایش پیدا کرده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که در صورت حفظ روند کنونی سطح زیرکشت آن طی 15 سال آینده با نرخ رشد 0/7 درصد افزایش پیدا کرده و به حدود 530 هزار هکتار در سال 1400 خواهد رسید. عملکرد گندم دیم نیز از سال مبدأ تا سال 1385 افزایش یافته اما نوسانات سالیانه آن بیشتر از گندم آبی بود. نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد گندم دیم در سال مبدأ 694 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 1195 کیلوگرم در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 29 کیلوگرم بر عملکرد گندم دیم افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی، در سال 1400 عملکرد گندم دیم به حدود 2100 کیلوگرم در هکتار برسد. میزان تولید گندم دیم استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 18 هزار تن گندم به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی میزان تولید گندم دیم استان در سال 1400 از مرز یک میلیون تن در سال خواهد گذشت. هم افزایش سطح زیرکشت و هم افزایش عملکرد در واحد سطح مسئول افزایش میزان تولید گندم دیم تاکنون بوده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز حاکی از ادامه چنین وضعیتی طی 15 سال آینده می‌باشد. با توجه به اینکه تولید سایر محصولات نیز ضروری و اجتناب ناپذیر هستند و با توجه به محدود بودن اراضی قابل کشت، احتمالاً سطح زیرکشت کمتر از مقدار پیش‌بینی‌ها افزایش پیدا خواهد کرد. زیرا پیش‌بینی متغیرهای هر محصول با توجه به روند گذشته خود محصول و بدون در نظر گرفتن وضعیت سایر محصولات صورت گرفته است. لذا در صورتی که افزایش تولید گندم ضرورت داشته باشد باید به دنبال افزایش عملکرد در واحد سطح به میزان بیشتر از آنچه که پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند بود.

در شکل 3 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید جو آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. مشابه با گندم آبی سطح زیرکشت جو آبی از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 تغییر چندانی نکرده اما نوسانات سالیانه آن بسیار زیاد می‌باشد و بر این اساس نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که طی 15 سال آینده سطح زیرکشت آن همراه با نوسانات فراوان سالیانه خواهد بود. سطح زیرکشت جو آبی در سال مبدأء حدود 4 هزار هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به حدود 3 هزار هکتار کاهش پیدا کرده است. به دلیل نوسانات فراوان سالیانه پیش‌بینی سطح زیرکشت آینده نیز دارای نوسانات زیادی می‌باشد اما در مجموع پیش‌بینی می‌شود که در سال 1400 سطح زیرکشت آن بین 3 تا 5 هزار هکتار باشد.. عملکرد جو آبی از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد جو آبی در سال مبدأ 1682 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 3106 کیلوگرم در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 50 کیلوگرم بر عملکرد جو آبی افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی در سال 1400 عملکرد آن به حدود 4400 کیلوگرم در هکتار برسد. میزان تولید جو آبی استان نیز اگرچه از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته اما نوسانات سالیانه آن به دلیل نوسانات سالیانه سطح زیرکشت زیاد بوده و نتایج پیش‌بینی‌ها مبین وجود چنین نوساناتی طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 278 تن

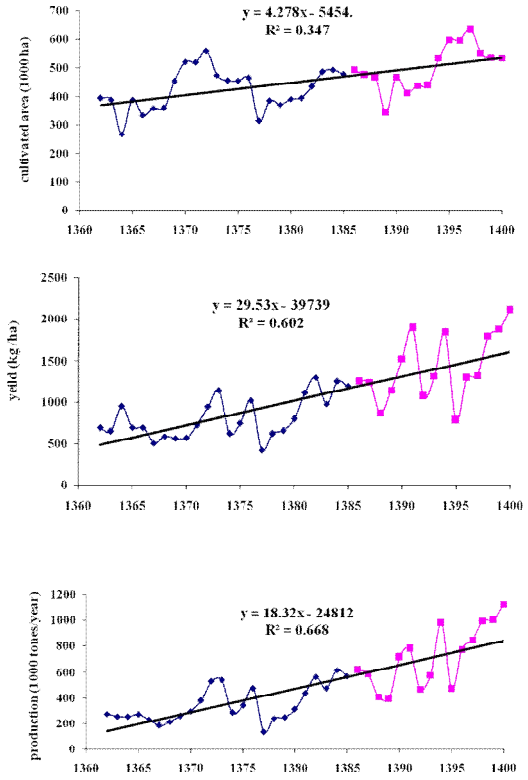
جو به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی میزان تولید جو آبی استان در سال 1400 از مرز 20 هزار تن در سال خواهد گذشت. افزایش عملکرد در واحد سطح نقش مهمی در افزایش



شکل 1- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

Fig 1. Trend of cultivated area, yield and production of irrigated wheat in Kurdistan province during 1983-2021.

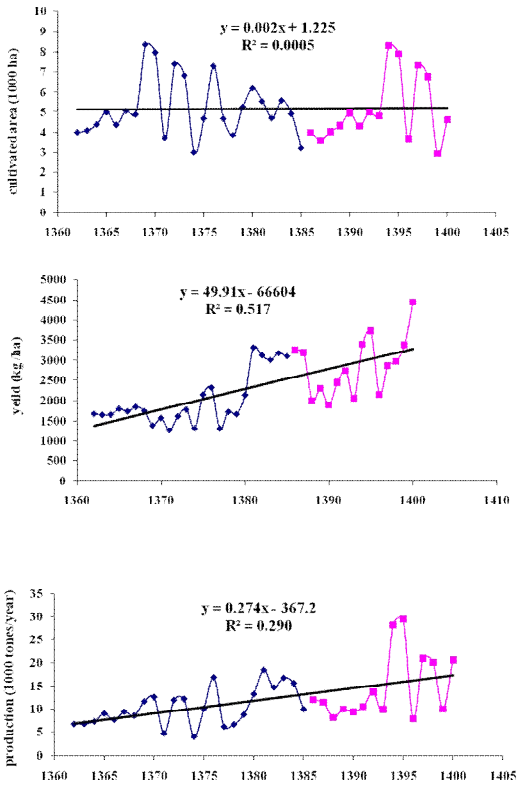
میزان تولید جو آبی دارد.



شکل 2- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید گندم دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

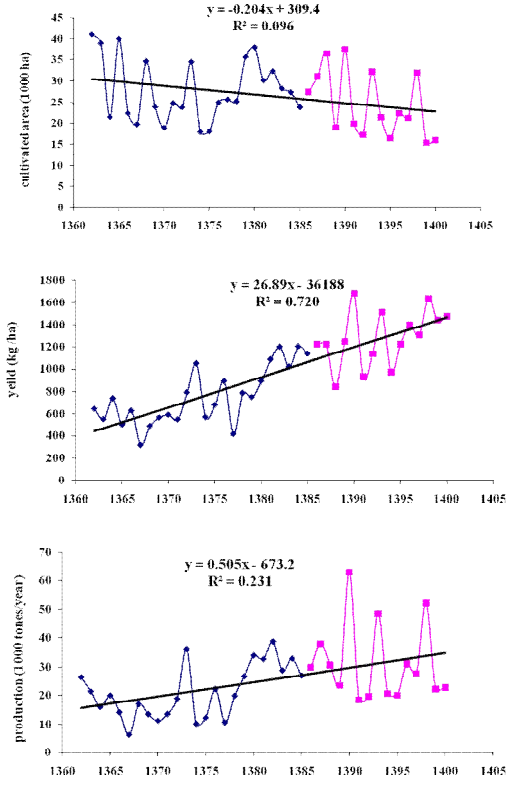
Fig 2. Trend of cultivated area, yield and production of dryland wheat in Kurdistan province during 1983-2021.

در شکل 4 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید جو دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. سطح زیرکشت جو دیم از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 همراه با نوسانات فراوان سالیانه بوده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که چنین نوساناتی طی 15 سال آینده نیز بروز خواهد کرد. بدون در نظر گرفتن این نوسانات در مجموع سطح زیرکشت آن با نرخ رشد 2/62 درصد کاهش پیدا کرده و به حدود 16 هزار هکتار در سال 1400 خواهد رسید. اما عملکرد آن از سال مبدأ تا سال 1385 به صورت خطی افزایش یافته و نوسانات سالیانه آن کمتر از سطح زیرکشت می‌باشد. نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد جو دیم در سال مبدأ 646 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 1135 کیلوگرم در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 27 کیلوگرم بر عملکرد جو دیم افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی، در سال 1400 عملکرد آن به حدود 1400 کیلوگرم در هکتار برسد. میزان تولید جو دیم استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 اگرچه روند افزایشی داشته اما نوسانات سالیانه آن به دلیل نوسانات سطح زیرکشت زیاد بوده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 509 تن جو به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی، میزان تولید جو دیم استان در سال 1400 از مرز 20 هزار تن در سال خواهد گذشت. بدیهی است که با توجه به کاهش سطح زیرکشت، افزایش عملکرد در واحد سطح مسئول افزایش میزان تولید جو دیم می‌باشد.



شکل 3- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید جو آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

Fig 3. Trend of cultivated area, yield and production of irrigated barley in Kurdistan province during 1983-2021.



شکل 4- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید جو دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

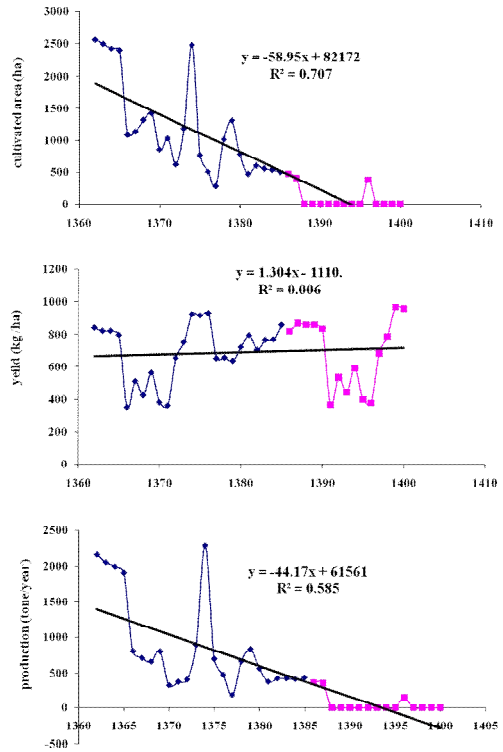
Fig 4. Trend of cultivated area, yield and production of dryland barley in Kurdistan province during 1983-2021.

در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که سطح زیرکشت غلات مورد بررسی طی دو دهۀ گذشته تغییر چندانی نکرده و نتایج پیش-بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که در صورت حفظ روند کنونی، میزان آن تا سال 1400 تغییر چشمگیری نخواهد داشت. فیض آبادی و همکاران (Feyzabadi et al., 2005) نیز گزارش کردند که سطح زیرکشت غلات کشور طی 10 سال گذشته به ثبات نسبی رسیده و تا سال 1400 تغییر چندانی نشان نخواهد داد. نامبردگان اظهار داشتند که محدودیت منابع آبی اصلی‌ترین عامل ثبات و یا کاهش سطح زیر کاشت غلات است. بر خلاف سطح زیرکشت، عملکرد غلات طی دو دهۀ گذشته افزایش مطلوبی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان داد که گندم آبی با نرخ متوسط 3/5، گندم دیم 3/8، جو آبی 2/4 و جو دیم 1/75 درصد، از سال 1385 تا 1400 افزایش می‌یابد. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (Food & Agriculture Organization, 2004) افزایش عملکرد غلات عمدتاً ناشی از افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. دلایل اصلی این افزایش عملکرد معرفی ارقامی با شاخص برداشت بالا، ارتفاع کوتاهتر و مقاوت بیشتر به ورس (Khush, 1999)، افزایش مصرف کودهای شیمیایی به ویژه نیتروژن (Peng et al., 1999) افزایش مصرف انواع آفت‌کش ها (Rosegrant et al., 2001) و بهبود ساختار سیستم‌های آبیاری (Khush, 1999; Rosegrant et al., 2001) بوده است که در این میان سهم عوامل ژنتیکی (اصلاح واریته‌های پر محصول) توسط محققین از 50 تا 65 درصد بر آورد شده است (Bell et al., 1995; Reynolds et al., 1999; Slafer et al., 1994). تولید گندم استان تا سال 1400 از مرز یک میلیون تن خواهد گذشت که بخش عمدۀ آن را گندم دیم به خود اختصاص می‌دهد. بر همین اساس تولید جو نیز از مرز چهل هزار تن در سال خواهد گذشت که اگرچه در مقایسه با گندم رقم پائینی است اما نسبت به وضعیت کنونی پیشرفت قابل قبولی دارد. با توجه به تغییرات اندک سطح زیرکشت، افزایش عملکرد در واحد سطح نقش مؤثری در افزایش تولید خواهد داشت. فیض آبادی و همکاران (Feyzabadi et al., 2005) نیز بیان

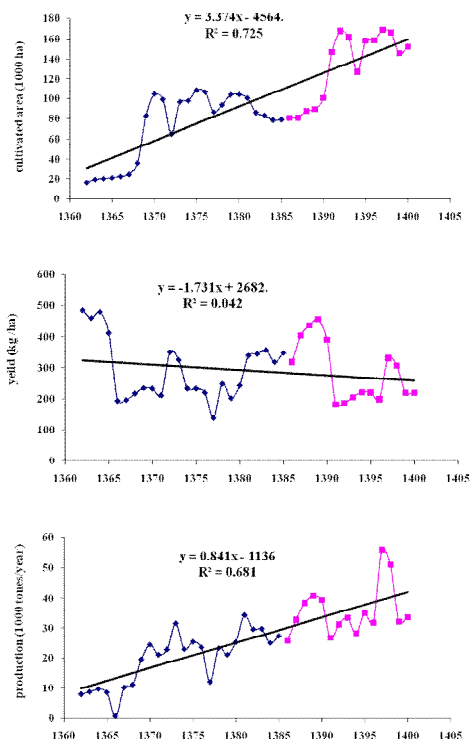
کردند که افزایش تولید غلات کشور بیشتر متأثر از افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. با این حال هنوز میانگین‌های موجود برای عملکرد غلات نسبت به عملکرد پتانسیل فاصلهٔ زیادی دارد و بنابراین می‌توان به افزایش بیشتر عملکرد در واحد سطح در راستای افزایش تولید امیدوار بود. این موضوع از آنجا اهمیت دو چندان خواهد یافت که نه تنها امیدی به افزایش سطح زیرکشت وجود ندارد، بلکه پیامدهای کشاورزی رایج از قبل فرسایش و آلودگی خاک و عوامل غیر قابل پیش‌بینی اقلیمی مثل طوفان و سیل، ممکن است سبب تخریب و کاهش بهره‌وری زمین‌های زراعی در آینده شوند.

وضعیت سطح زیر کشت، عملکرد و تولید نخود، سیب زمینی و یونجه

در شکل 5 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید نخود آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. سطح زیرکشت نخود آبی از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 به شدت کاهش پیدا کرده و بر این اساس نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که از چند سال آینده سطح زیرکشت آن صفر خواهد شد. سطح زیرکشت نخود آبی در سال مبدأ 2570 هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 505 هکتار تنزل یافته است. بر این اساس در صورت حفظ روند کنونی پیش‌بینی می‌شود که از چند سال آینده به بعد سطح زیرکشت آن به صفر برسد. عملکرد نخود آبی از سال مبدأ تا سال 1385 تغییر چندانی نداشته اما نوسانات سالیانه آن فراوان می‌باشد و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر ادامه این نوسانات طی 15 سال آینده خواهد بود. عملکرد نخود آبی در سال مبدأ 841 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 857 کیلوگرم در هکتار رسیده است. در مجموع بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، عملکرد نخود آبی افزایش معنی داری پیدا نکرده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی عملکرد آن طی 15 سال آینده نیز فقط تحت تاثیر نوسانات سالیانه قرار گیرد. میزان تولید نخود آبی استان نیز طی چند سال آینده صفر شده و به عبارتی نخود آبی از سیستم‌های کشت استان حذف خواهد شد. بروز چنین رخدادی کاملاً طبیعی است زیرا در صورت وجود منابع کافی آب جهت آبیاری، کشاورزان تمایل بیشتری به کشت محصولات پردرآمدتر خواهند داشت.



شکل 5- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید نخود آبی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.



شکل 6- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید نخود دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

Fig 5. Trend of cultivated area, yield and production of irrigated chickpea in Kurdistan province during 1983-2021.

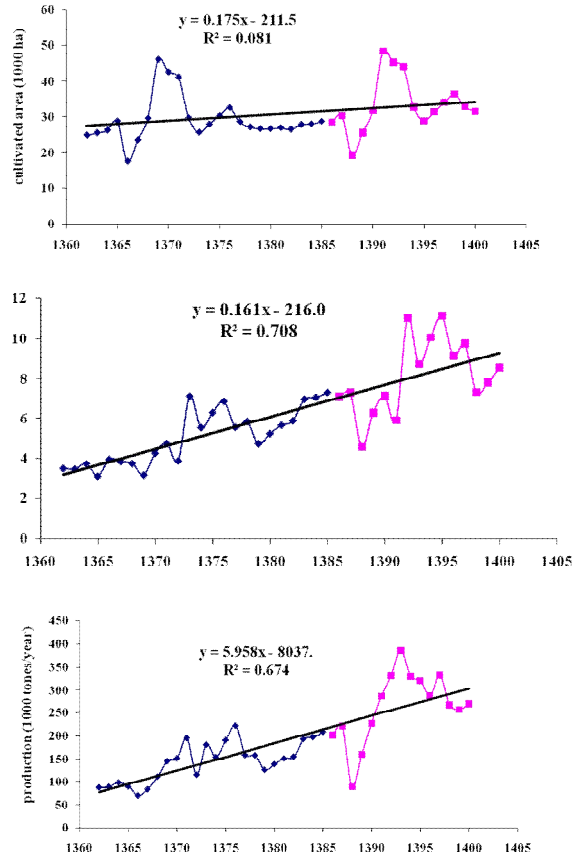
در شکل 6 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید نخود دیم استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. سطح زیرکشت نخود دیم از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 به صورت قابل توجهی افزایش یافته و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر افزایش آن طی 15 سال آینده خواهد بود. سطح زیرکشت نخود دیم در سال مبدأ 17 هزار هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به حدود 79 هزار هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه در مجموع هر ساله حدود 3374 هکتار به سطح زیر کشت آن افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که تا سال 1400 به حدود 150 هزار هکتار برسد. با این وجود عملکرد نخود دیم از سال مبدأ تا سال 1385 دارای نوسانات سالیانه زیادی بوده اما در مجموع روند کاهشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد نخود دیم در سال مبدأ 486 کیلوگرم در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به 348 کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کرده و در صورت حفظ روند کنونی تا سال 1400 عملکرد آن به حدود 220 کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد. میزان تولید نخود دیم استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 اگرچه روند افزایشی داشته اما نوسانات سالیانه آن به دلیل نوسانات سطح زیر کشت و عملکرد زیاد بوده و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 841 تن نخود به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی میزان تولید نخود دیم استان در سال 1400 از مرز 30 هزار تن در سال خواهد گذشت. بدیهی است که با توجه به کاهش سالیانه عملکرد در واحد سطح، افزایش سطح زیرکشت مسئول افزایش میزان تولید نخود دیم می‌باشد.

در شکل 7 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید سیب‌زمینی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. سطح زیرکشت سیب-زمینی از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 به صورت خطی افزایش یافته و بر این اساس نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که طی 15 سال آینده سطح زیرکشت آن با میانگین 386 هکتار در سال افزایش یابد. سطح زیرکشت سیب‌زمینی در سال مبدأ حدود یک هزار هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به حدود 10 هزار هکتار رسیده است. در صورت حفظ روند کنونی پیش‌بینی می‌شود که سطح زیرکشت آن تا سال 1400 از مرز 15 هزار هکتار فراتر رود. عملکرد سیب‌زمینی از سال مبدأ تا سال 1385 به صورت خطی افزایش یافته و نتایج پیش‌بینی‌ها بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد سیب‌زمینی در سال مبدأ حدود 7 تن در هکتار گزارش شده

Fig 6. Trend of cultivated area, yield and production of dryland chickpea in Kurdistan province during 1983-2021.

که این میزان در سال 1385 به حدود 29 تن در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 841 کیلوگرم بر عملکرد سیب‌زمینی افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی تا سال 1400 عملکرد سیب‌زمینی از مرز 35 تن در هکتار خواهد گذشت. میزان تولید سیب‌زمینی استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 13 هزار تن سیب‌زمینی به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی، میزان تولید سیب‌زمینی استان تا سال 1400 از مرز 530 هزار تن در سال خواهد گذشت. هم افزایش سطح زیرکشت و هم افزایش عملکرد در واحد سطح مسئول افزایش میزان تولید سیب‌زمینی می‌باشند.

در شکل 8 تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید یونجه استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1385 و پیش‌بینی وضعیت آینده تا سال 1400 ارائه شده است. سطح زیرکشت یونجه از سال مبدأ (1362) تا سال 1385 به جز نوسانی که در فاصله سالهای 1366 تا 1371 مشاهده می‌شود، روند افزایشی بسیار کمی داشته و بر این اساس نتایج پیش‌بینی‌ها نیز نشان می‌دهد که طی 15 سال آینده سطح زیرکشت آن به میزان کمی افزایش پیدا کند. سطح زیرکشت یونجه در سال مبدأ حدود 25 هزار هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به حدود 29 هزار هکتار رسیده است. در صورت حفظ روند کنونی، پیش‌بینی می‌شود که سطح زیرکشت آن در سال 1400 به حدود 30 هزار هکتار برسد. عملکرد یونجه از سال مبدأ تا سال 1385 به صورت خطی افزایش یافته و نتایج پیش‌بینی‌ها بیانگر ادامه این روند تا سال 1400 خواهد بود. عملکرد یونجه در سال مبدأ حدود 3 تن در هکتار گزارش شده که این میزان در سال 1385 به حدود 7 تن در هکتار رسیده است. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه، به طور متوسط سالیانه حدود 161 کیلوگرم بر عملکرد یونجه افزوده شده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که در صورت حفظ روند کنونی، تا سال 1400 عملکرد یونجه به حدود 9 تن در هکتار خواهد رسید. میزان تولید یونجه استان نیز از سال مبدأ تا سال 1385 روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها مبین ادامه این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. بدون در نظر گرفتن نوسانات سالیانه به طور متوسط هر سال حدود 6 هزار تن یونجه به میزان تولید استان افزوده شده و در صورت ادامه روند کنونی میزان تولید یونجه استان تا سال 1400 از مرز 270 هزار تن در سال خواهد گذشت. با توجه به اینکه تغییرات سطح زیرکشت اندک می‌باشد، افزایش عملکرد در واحد سطح بیشتر مسئول افزایش تولید یونجه می‌باشد.



شکل 7- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید سیب زمینی استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

Fig 7. Trend of cultivated area, yield and production of potato in Kurdistan province during 1983-2021.

شکل 8- روند تغییرات سطح زیرکشت، عملکرد و تولید یونجه استان کردستان در فاصله سالهای 1362 تا 1400.

Fig 8. Trend of cultivated area, yield and production of alfalfa in Kurdistan province during 1983-2021.

در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که سطح زیرکشت نخود آبی طی دو دهۀ گذشته شدیداً افت کرده و بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که سطح زیرکشت آن طی چند سال آینده به صفر خواهد رسید. علت احتمالی این موضوع تمایل بیشتر کشاورزان به کشت محصولات پر درآمدتر از جمله سیب‌زمینی می‌باشد که در این بررسی نیز نشان داده شد که سطح زیرکشت سیب‌زمینی افزایش چشمگیری طی دو دهۀ گذشته داشته است (شکل 7). بر خلاف نخود آبی سطح زیرکشت نخود دیم روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی نیز نشان می‌دهد که این روند تا سال 1400 ادامه خواهد یافت. از آنجائیکه بخش عمدۀ نخود دیم استان در تناوب با غلات کشت می‌شود، بنابراین گسترش ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی طی سالهای گذشته دلیل اصلی این افزایش می‌باشد. همچنین تغییرات عملکرد نخود آبی چشمگیر نبوده و عملکرد نخود دیم با نرخ متوسط 3/2 درصد کاهش می‌یابد. بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (Food & Agriculture Organization, 2004) عملکرد نخود در ایران روند کاهشی داشته که دلیل آن توجه کمتر بخش کشاورزی به حبوبات نسبت به سایر محصولات دیگر می‌باشد. نتایج این بررسی همچنین نشان داد که عملکرد یونجه و سیب‌زمینی طی سالهای گذشته روند افزایشی داشته و نتایج پیش‌بینی‌ها نیز مبین ادامۀ این روند طی 15 سال آینده خواهد بود. اهمیت سیب‌زمینی بعنوان چهارمین محصول مهم زراعی در تغذیۀ انسان و یونجه بعنوان منبع اصلی تولید علوفۀ دام سبب تمایل بیشتر کشاورزان به زراعت این محصولات شده و عملیات به‌نژادی و به‌زراعی منجر به افزایش عملکرد این گیاهان در واحد سطح شده است.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که وضعیت تولید محصولات کشاورزی استان کردستان در آینده مطلوب ارزیابی می‌شود. بر اساس پیش‌بینی این مطالعه تولید نخود استان نیز در آینده به دلیل افزایش رو به رشد سطح زیرکشت نخود دیم افزایش خواهد یافت، اما کاهش تدریجی عملکرد آن در واحد سطح نگرانی‌ها را در ارتباط با تولید این محصول افزایش خواهد داد. با توجه به اینکه کشاورزان به کشت و کار محصولات پردرآمدتری مثل سیب زمینی، یونجه و غیره علاقه بیشتری دارند لذا به نظر می‌رسد که افزایش سطح زیر کشت عامل افزایش تولید نخود در آینده نخواهد بود. بنابراین اگر افزایش تولید نخود ضرورت داشته باشد باید به دنبال افزایش عملکرد آن در واحد سطح بود. تولید سیب‌زمینی و یونجه‌ی استان نیز در آینده رو به رشد می‌باشد که دو عامل افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در هکتار سبب افزایش تولید این دو گیاه مهم خواهد بود. بطور کلی اگر چه نتایج این بررسی حاکی از روند رو به رشد تولید محصولات زراعی استان کردستان می‌باشد اما باید توجه داشت که پیش‌بینی روند آیندهٔ تولید بر اساس سری‌های زمانی در مورد هر محصول بدون در نظر گرفتن وضعیت سایر محصولات و بر اساس روندی که طی دو دههٔ گذشته رخ داده است صورت گرفته، و موانع اکولوژیکی تداوم تولید و پیامدهای پدیده‌های نظیر تغییر اقلیم را در بر نخواهد داشت. این در حالی است که شواهدی در خصوص اثرات تغییر جهانی اقلیم بر شاخص‌های اقلیمی کشاورزی ایران وجود دارد (Koocheki et al., 2006). بنابراین جهت حصول نتایج مطمئن‌تر از پیش‌بینی وضعیت آینده، پیشنهاد می‌شود که چنین مطالعاتی در ابعاد گسترده‌تر و با در نظر گرفتن همه جوانب مورد نظر صورت بگیرد.

منابع

1- Abravan, P., and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2003. Investigation of climate factors effects on spring rapeseed yield at rainfed conditions in Kalaleh region. The 1st congress of Rapeseed Research and Development in Gorgan, Iran. Pp: 79. (In Persian)
2- Bell, M.A., and Fischer, R.A. 1994. Using yield prediction models to assess yield gains-a case study for wheat. Field Crops Research 36: 161-166.
3- Bell, M.A., Fischer, R.A., Byerlee, D., and Sayre, K. 1995. Genetic and agronomic contributions to yield gains: a case stydy for wheat. Field Crops Research 44: 55-65.
4- Blackmore, B.S., and Godwin, R. 2003. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. Biosystems Engineering 84: 455-466.
5- Food and Agriculture Organization. 2004. Internet database: http://www.fao.org.
6- Feyzabadi, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 2005. Trend analysis of yield, production and cultivated area of cereal in Iran during the last 50 years and prediction of future situation. Iranian Field Crops Research. 4: 49-69. (In Persian with English Summary)
7- Hall, C.A.S., Perez, C.L., and Leclerc, G. 2000. Quantifying Sustainable Development: The Future of Tropical Economies. Academic Press, San Diego.
8- Hafner, S. 2003. Trends in maize, rice, and wheat yields for 188 nations over the past 40 years: a prevalence of linear growth. Agriculture, Ecosystems and Environment 97: 275–283.
9- Hanke, J.E., and Reitsch, A.G. 1995. Business Forecasting. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
10- Khush, G.S. 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. Genome 42: 646-655.
11- Koocheki, A., Nassiri, M., Kamali, G.A., and Shahandeh, H. 2006. Potential impacts of climate change on agro-meteorological indicators in Iran. Arid Land Research and Management 20 (3): 245-259. (In Persian with English Summary)
12- Mazaheri, D. 2001. Food Security Project. Science Cultural, Islamic Republic of Iran. (In Persian)
13- Nassiri Mahallati, M. 2008. Modelling. Pp 420-445. In: Koocheki, A., and Khajehhoseini, M. 2008. Modern Agronomy. Jehad-University of Mashhad Press. 704pp. (In Persian)
14- Patchet, S.I. 1982. Statistical Methods for Managers and Administrators. Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY.
15- Peng, S., Laza, R.C., Visperas, R.M., Sanico, A.L., and Cassman, K.G. 1999. Grain yield of rice cultivars and lines developed systems: Yield potential, Soil quality and Precision agriculture. Proceeding National Academic Science 96: 5952-5959.
16- Rao, M.S., and Mendham, N.J. 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators plant population treatments. Journal of Agricultural Science Cambridge 117: 177 – 187.
17- Reynolds, M.P., Rajaram, S., and Sayre, L.D. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post green revolution period and approaches for meeting projected global demand. Crop Science 39: 1611-16-21.
18- Rosegrant, M., Paisner, M., Meijer, S., and Witcover, J. 2001. Global Food Projections to 2020: Emerging Trends and Alternative Futures. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
19- Slafer, G.A., Satorre, E.H., and Andrade, F.H. 1994. Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes. In: Slafer, G.A., Ed., Genetic improvement of Field Crops. Marcel Dekker, New York, pp: 1-68.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 224-215

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 215-224

مطالعه اثر باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی‌های خاک، وزن خشک و ترکیب شیمیایی گندم (*Triticum aestivum* L.)

طیبه نژادحسینی[1] و علیرضا آستارایی[2*]

تاریخ دریافت: 88/12/18
تاریخ پذیرش: 89/3/18

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی های خاک و وزن خشک گیاه و ترکیب شیمیایی گندم (*Triticum aestivum* L.)، پس از برداشت ارزن (*Panicum italicum* L.)، در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با سه تکرار در شرایط گلخانه بررسی شد. تیمارهای آزمایشی در کشت قبلی شامل کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) هر کدام معادل 25 تن در هکتار، عنصر روی در دو سطح صفر و 50 کیلوگرم در هکتار و عنصر بر در دو سطح صفر و 10 کیلوگرم در هکتار بوده که پس از برداشت ارزن، اثرات باقی‌مانده کودها در خاک بر گیاه گندم بررسی شد. نتایج آزمایش نشان داد باقیمانده کاربرد کودهای گاوی و کمپوست زباله شهری باعث افزایش معنی-دار pH خاک، درصد کربن آلی و فراهمی عناصر آهن، روی، مس و بر در خاک گردید. باقیمانده روی باعث افزایش معنی‌دار وزن ماده خشک گندم و نیز مقدارهای عناصر آهن و روی در خاک و گیاه شد. در حالی که مقدار عنصر بر شاخساره گندم با مصرف روی کاهش قابل توجهی داشت. باقیمانده 10 کیلوگرم عنصر بر در هکتار مقدارهای آهن را معادل 2 درصد، مس را 1/4 درصد و بر را 65/6 درصد در گندم افزایش داده، ولی در مقدار روی تأثیر معنی‌داری نداشت. صرف‌نظر از فراهمی عناصر بر و روی، اثرات باقیمانده کاربرد کودهای آلی منجر به افزایش معنی‌دار مقدار عناصر آهن، روی، مس و بر در گیاه گردید. برهمکنش کودهای آلی و عناصر بر و روی بر مقدار عناصر روی، آهن، بر و مس در گیاه نیز معنی‌دار شد. به طور کلی می‌توان نتیجه-گیری کرد که باقیمانده کودهای آلی، عناصر روی و بر از کشت قبلی می‌تواند برای گیاه بعدی به طور موثری در حاصلخیزی خاک و کیفیت گیاه تأثیر داشته‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شوری خاک، عناصر کم مصرف ،کود گاوی، کمپوست زباله شهری

مقدمه

شرایط آهکی اغلب خاک‌های ایران همراه با اقلیم خشک و نیمه خشک از عوامل اصلی کاهش ذخیره کربن و عناصر غذایی این خاکها است، لذا کاربرد هرگونه ترکیب آلی می‌تواند ضمن بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان در حال رشد را نیز تأمین کند (Maftoun & Rasooli, 2003). تجزیه تدریجی مواد آلی سبب افزایش راندمان عناصر غذایی و ماندگار شدن اثر این ترکیبات تا چندین سال بر عملکرد گیاهان و خصوصیات خاک می‌گردد (Eghball et al., 2004). جینتینگ و همکاران (Ginting et al., 2004) بیان کردند که اثرات باقیمانده کودهای گاوی و کمپوست تا چهار سال بعد از کاربرد این کودها ادامه داشته و می‌تواند خصوصیات کیفی خاک را بهبود دهد. خاک های آهکی با مقدار ماده آلی کم، عموماً مستعد کمبود عناصر غذایی می‌باشند (Rangbar, Bahmaniar & 2007). کمبود روی و بر یکی از مهمترین و گسترده‌ترین کمبودهای عناصر غذایی در دنیا می‌باشد که باعث محدود شدن عملکرد و تولید محصولات زراعی می‌شود (Jalili, Khiyavi & 2003). یکی از راهکارها برای رفع کمبود و دستیابی به عملکرد بهینه محصولات، استفاده از کلیه منابع حاوی عناصر کم مصرف اعم از کودهای شیمیایی و کودهای آلی حاوی این عناصر می باشد (Cherati, 1996). گیاهان زراعی تنها مقدار کمی از روی و سایر عناصر کم‌مصرف افزوده شده به خاک را جذب کرده و بنابراین کودهای مصرفی اثرات باقیمانده خواهند داشت (Singh & Abrol, 1985). حسین و همکاران (Hossein et al., 2008) عنوان کردند که بعد از مصرف روی، به طور معمول در یک دوره چند ساله اثرات

1و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir)

باقیمانده آن به عنوان یک ذخیره غذایی برای گیاهان بوده که طول این دوره به طبیعت خاک و سیستم کشت گیاهان بستگی دارد. اثرات باقیمانده مثبت کودهای آلی و عناصر کم مصرف توسط محققان متعددی گزارش شده است (Hussain, 2004 ; Zia, et al., 1996; Rashid, 2005; Gurmani & khan, 2009). همچنین حسین (Hussain ,2004) و زیا و همکاران (Zia, et al., 1996) افزایش معنی‌داری در بازده کاه و کلش گیاهان در نتیجه اثرات باقیمانده سولفات روی گزارش کردند. نیاز کودی هر گیاه به عناصر کم مصرف به مقدار کود مصرفی و گیاه قبلی بستگی دارد، به عبارت دیگر کاربرد پیوسته مقادیر زیاد این عناصر احتمالاً موجب برهمکنش بین عناصر غذایی و عدم تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاهان می‌شود (Singh, Abrol & 1985). بنابراین آگاهی از واکنش عناصر کم‌مصرف و سایر کودهای آلی مصرفی در خاک و اثر باقیمانده آنها جهت تدوین یک برنامه کودی معقول و صحیح بسیار الزامی می‌باشد (Maftoun & Borzoo, 2001). از این رو تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات باقیمانده کودهای آلی، عناصر بر و روی بر ویژگی‌های خاک و مقدار عناصر کم‌مصرف در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

ابتدا آزمایشی در یک خاک [1] تیپیک هاپلوکلسیک با بافت لوم رسی در مزرعه‌ای واقع در منطقه قاین در سال 1387 انجام شد که در آن کرت‌هایی به ابعاد 1×1 متر و فاصله بین ردیف 75 سانتی متر ایجادکرده و تیمارهای آزمایشی شامل دو کود آلی کمپوست زباله شهری و کود گاوی (هر کدام به مقدار 25 تن در هکتار)، عناصر بر در دو سطح صفر و 10 کیلوگرم در هکتار و روی در دو سطح صفر و 50 کیلوگرم در هکتار و یک شاهد (بدون کود)هر کدام با سه تکرار به کرت‌های مربوطه اضافه شدند و در تیرماه گیاه ارزن در کرت‌های آزمایشی کشت شده و در اواسط مهرماه برداشت گردید. خصوصیات خاک مزرعه قبل از شروع آزمایش در جدول 1 و خصوصیات کودهای آلی مورد استفاده در جدول 2 آمده است.

در اردیبهشت ماه 1388، مقدار سه کیلوگرم از خاک داخل هر کرت (15-0 سانتی‌متر) نمونه برداری شده و پس از انتقال به گلخانه تحقیقاتی و آماده‌سازی نمونه‌ها، خاک‌ها را به گلدان‌های پلاستیکی اضافه کرده و بذر گندم رقم پیشتاز در عمق دو سانتی‌متری خاک گلدان‌ها کشت شد. بوته‌های هر گلدان بعد از دو هفته به دو عدد تنک شدند. در طول دوره رشد، گیاهان هر سه روز تا حد ظرفیت زراعی (روش وزنی) آبیاری شدند. برداشت گیاهان 40 روز پس از کاشت و پس از تعیین برخی خصوصیات رشدی گیاه از سطح خاک انجام شد.

نمونه‌های گیاهی را پس از انتقال به آزمایشگاه خاک‌شناسی در آون با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت خشک کرده و وزن خشک آنها تعیین گردید. سپس نمونه‌های گیاهی، آسیاب و برای تعیین برخی عناصر کم مصرف به روش تر هضم شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (Page et al., 1982)، pH گل اشباع و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (Page et al., 1982) کربن آلی خاک به روش تیتراسیون با آمونیوم فروسولفات نیم نرمال (Page et al., 1982) و مقادیر عناصر کم مصرف از روش هضم تر گیاه با اسید نیتریک و پرکلریک (Richards, 1956) اندازه‌گیری شده و قرائت آن با دستگاه جذب اتمی مدل شیمادزو -670 صورت گرفت. در پایان نتایج به دست آمده به صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر باقیمانده تیمارهای آزمایشی بر برخی از خصوصیات خاک

از میان تیمارهای آزمایشی مورد بررسی، تنها اثر ماده آلی باقیمانده بر خصوصیات خاک در سطح اطمینان 5 درصد معنی‌دار شد (جدول 3). اثر ماده آلی باقیمانده در خاک، موجب افزایش معنی‌دار pH خاک شد. همچنین باقیمانده کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) باعث افزایش شوری خاک در مقایسه با شاهد گردید، اما معنی‌دار نشد (جدول 3). اثر ماده آلی باقیمانده همچنین موجب افزایش معنی‌دار درصد کربن آلی خاک شد (جدول 3). کربن آلی خاک تحت تأثیر اثرات باقیمانده کمپوست و کود گاوی در خاک، به ترتیب معادل 72/5 و 102/5 درصد نسبت به شاهد افزایش معنی-داری در سطح اطمینان 5 درصد نشان داد.

اثر باقیمانده تیمارهای آزمایشی بر فراهمی عناصر در خاک

باقیمانده روی مصرفی از کشت قبلی، فراهمی عنصر روی قابل دسترس خاک را به طورمعنی‌داری افزایش داد (جدول 4). به‌طوری که میانگین مقدار روی قابل دسترس خاک از 4/6 میلی‌گرم در کیلوگرم تیمار شاهد به 5/29 میلی‌گرم در کیلوگرم رسانده که افزایشی معادل 15 درصد داشت.

مقدار فراهمی عناصر آهن و بر قابل دسترس خاک تحت تأثیر اثرات باقیمانده روی مصرفی به ترتیب معادل 3/8 و 4/4 درصد نسبت به شاهد هریک افزایش داشتند (جدول 4). اثر باقیمانده روی مصرفی، موجب کاهش مقدار مس قابل دسترس خاک معادل 34/6 درصد نسبت به شاهد شد (جدول 4).

1- Typic haplocalcids

جدول 1- خصوصیات خاک قبل از شروع آزمایش

Table 1- Soil properties before starting the experiment

عمق خاک Soil depth (cm)	بافت خاک Soil texture	آهک $CaCO_3$ (%)	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی OC (%)	روی Zn	آهن Fe	منیزیم Mn	مس Cu	بر B
						($mgkg^{-1}$)				
0-15	C L	13	6.5	7.3	0.42	0.98	3.5	5	0.8	0.46

جدول2- خصوصیات کمپوست زباله شهری و کود گاوی

Table 2- Municipal solid waste compost and cow manure properties

نوع کود Manure type	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی OC (%)	روی Zn	آهن Fe	منیزیم Mn	مس Cu	بر B
				($mg.kg^{-1}$)				
کمپوست (MSWC)	7.9	7.5	11.3	194	381	309	66	0.12
کود گاوی (Cow manure)	7.3	7.1	14.5	35	156	47.6	32.4	0.2

جدول3- اثرات باقیمانده کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر برخی خصوصیات خاک

Table 3- The residual effects of municipal solid waste compost and cow manure on some soil properties

تیمار کود Manure treatment	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})
کمپوست MSWC	7.8^{a}	5.96^{a}	0.69^{b}
کود گاوی Cow manure	7.7^{b}	5.91^{a}	0.91^{a}
شاهد Control	7.6	5.87	0.4

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

اثر باقیمانده بر مصرفی موجب افزایش معنی‌دار فراهمی عنصر بر در خاک شده و مقدار بر خاک را 78 درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول 4). باقیمانده بر مصرفی بر فراهمی عناصر آهن و مس قابل دسترس خاک تأثیرگذار بود. به طوری که عنصر بر باقیمانده در خاک موجب کاهش فراهمی مقدار عناصر آهن و مس قابل دسترس خاک به ترتیب معادل 7/8 و 33/7 درصد نسبت به شاهد هر یک شد (جدول 4).

برهمکنش عناصر روی و بر مصرفی ازکشت قبلی تأثیر معنی‌داری بر فراهمی عناصر روی و بر قابل دسترس خاک در سطح 5 درصد داشت (جدول 4). به طوری که بیشترین مقدار روی قابل دسترس در تیمار حاوی بر و روی با 17/1 درصد افزایش نسبت به شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار روی صفر و بر 10 کیلوگرم در هکتار با 5/1 درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد.

بیشترین مقدار بر قابل دسترس خاک (0/92 میلی‌گرم بر کیلوگرم) با 84 درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار حاوی بر 10 و روی 50 کیلوگرم در هکتار مشاهده شد.

مواد آلی باقیمانده از کشت قبلی بر مقدار عناصر کم مصرف قابل دسترس خاک اثر افزایشی و معنی‌دار در سطح اطمینان 5 درصد داشت (جدول 5). مقدار عناصر روی، آهن، مس و بر قابل دسترس خاک در تیمار کمپوست زباله شهری به ترتیب معادل 25/9، 36/2، 11/1 و 33/3 درصد و در تیمار کود گاوی به ترتیب معادل 31/1، 33/7، 21/2 و 41/1 درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان دادند.

برهمکنش روی و ماده آلی اختلاف معنی‌داری در فراهمی عناصر روی، آهن و مس قابل دسترس خاک نشان داد (جدول 6). بیشترین فراهمی عناصر روی و آهن قابل دسترس در تیمار باقیمانده کود گاوی و روی با 44/1 و 41/1 درصد افزایش نسبت به شاهد هر یک مشاهده شد. بیشترین فراهمی مس قابل دسترس خاک در تیمار حاوی کمپوست زباله شهری و روی صفر (2/68 میلی گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد.

برهمکنش ماده آلی، بر و روی مصرفی از کشت قبلی بر فراهمی عناصر روی، آهن و مس قابل دسترس خاک در سطح 5 درصد معنی‌دار شد (جدول 7). بیشترین عناصر آهن قابل دسترس (12/95

میلی‌گرم بر کیلوگرم) و روی قابل دسترس (5/8 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار حاوی کود گاوی، روی و بر باقیمانده در خاک مشاهده شد. بیشترین مقدار مس قابل دسترس (3/1 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار کمپوست زباله شهری باقیمانده در خاک فاقد روی و بر و کمترین آن در تیمار حاوی کود گاوی و بر 10 کیلوگرم در هکتار (0/94) با 14/8 درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد.

اثر باقیمانده تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک گیاه

اثر باقیمانده عناصر روی و بر مصرفی از کشت قبلی، وزن خشک گیاه را تحت تأثیر قرار داد (جدول 8). بازده وزن خشک گیاه در تیمار باقیمانده عنصر روی مصرفی از کشت قبلی، معادل 2/1 گرم در گلدان بوده که افزایش 8/2 درصدی نسبت به شاهد نشان داد. در حالی که وزن خشک گیاه با عنصر بر مصرفی 10 کیلوگرم در هکتار کاهش معنی‌دار 6 درصدی داشت.

جدول 4- اثرات باقیمانده تیمارهای روی و بر (میانگین‌ها) و برهمکنش عناصر بر و روی بر فراهمی عناصر آهن، روی، مس و بر قابل دسترس در خاک

Table 4- The residual effects of Zn and B treatments (means) and their interaction effects on soil available Fe, Zn, Cu, and B

میانگین Mean	تیمار بر(B treatment) (kg.ha^{-1})		تیمار روی Zn treatment (kg.ha^{-1})
	10	0	
	آهن قابل دسترس- (Available Fe (mg.kg^{-1})		
12.1 b	11.4 a	12.77 a*	0
12.5 a	12.3 a	12.8 a	50
	11.8 b	12.8 a	میانگین- Mean
	روی قابل دسترس- (Available Zn (mg.kg^{-1})		
4.6 b	4.5 d	4.7 c	0
5.3 a	5.5 a	5.1 b	50
	5.0 a	4.9a	میانگین- Mean
	مس قابل دسترس - (Available Cu(mg.kg^{-1})		
2.1 a	1.61 a	2.51 a	0
1.5 b	1.46 a	1.6 a	50
	1.5 b	2.1 a	میانگین- Mean
	بر قابل دسترس- (Available B (mg.kg^{-1})		
0.68 b	0.86 b	0.5 c	0
0.71 a	0.92 a	0.51 cd	50
	0.89 a	0.5 b	میانگین- Mean

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

جدول 5- اثر باقیمانده تیمار نوع کود آلی بر فراهمی عناصر روی، آهن، مس و بر قابل دسترس خاک

Table 5- The residual effects of organic fertilizer type on soil available Zn, Fe, Cu, and B

نوع کود آلی Organic fertilizer type	روی (Zn)	آهن (Fe)	مس (Cu)	بر (B)
	(mg.kg^{-1})			
کمپوست (MSWC)	4.85^{b*}	12.4^{a}	2.3^{a}	0.68^{b}
کود گاوی (Cow manure)	5.1^{a}	12.2^{b}	1.31^{b}	0.72^{a}

شاهد (Control)	3.85	9.1	1.1	0.51

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

جدول 6- اثر باقیمانده برهمکنش ماده آلی و روی بر فراهمی عناصر روی،آهن، مس و برقابل دسترس درخاک

Table 6- The residual effects of organic fertilizer and Zn on soil available Zn, Fe, Cu, and B

نوع ماده آلی Organic fertilizer type	روی(Zn) ($Kg.ha^{-1}$)	روی (Zn)	آهن (Fe)	مس(Cu)	بر(B)
		($mg.kg^{-1}$)			
کمپوست	0	4.7^{c*}	12.7^{a}	2.7^{a}	0.65^{a}
(MSWC)	50	5.0^{b}	12.2^{b}	1.9^{b}	0.70^{a}
کود گاوی	0	4.5^{c}	11.5^{c}	1.4^{c}	0.71^{a}
(Cow manure)	50	5.5^{a}	12.9^{a}	1.2^{d}	0.73^{a}

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

جدول 7- اثر باقیمانده برهمکنش ماده آلی، بر و روی بر فراهمی عناصر روی، آهن، مس و بر قابل دسترس خاک

Table 7- The residual effects of organic fertilizer B and Zn on soil available Zn, Fe, Cu, and B

نوع ماده آلی Organic fertilizer type	روی (Zn)	بر(B)	($kg.ha^{-1}$)	روی (Zn)	آهن (Fe)	مس (Cu)	بر (B)
			($kg.ha^{-1}$)	($Mg.kg^{-1}$)			
کمپوست (MSWC)		0	0	4.5^{d*}	12.9^{a}	3.1^{a}	0.5^{a}
			10	4.8^{c}	12.4^{c}	2.3^{b}	1.2^{a}
		50	0	4.8^{c}	12.7^{ab}	2.0^{bc}	0.5^{a}
			10	5.3^{b}	11.6^{d}	1.7^{c}	1.3^{a}
کود گاوی(Cow manure)		0	0	4.9^{c}	12.6^{b}	1.9^{c}	0.5^{a}
			10	4.2^{e}	10.4^{e}	0.9^{d}	1.3^{a}
		50	0	5.3^{b}	12.8^{ab}	1.2^{d}	0.5^{a}
			10	5.8^{a}	12.9^{a}	1.2^{d}	1.3^{a}

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

بیشترین بازده وزن خشک گیاه در تیمار باقیمانده عناصر روی 50 و بر 10 کیلوگرم در هکتار مصرفی از کشت قبلی معادل 2/02 گرم در گلدان بوده که تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان نداد.

اثر باقیمانده تیمارهای آزمایشی بر عناصر کم مصرف در گیاه

اثر باقیمانده 50 کیلوگرم در هکتار روی مصرفی از کشت قبلی، مقدار عناصر کم مصرف گیاه را به طور معنی‌داری در سطح 5 درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول 8). روی باقیمانده در خاک، موجب افزایش مقدار عناصر آهن، روی و مس در گیاه به ترتیب معادل 12/02، 7/8، 2/03 درصد نسبت به شاهد شد.

اثر باقیمانده 10 کیلوگرم در هکتار بر مصرفی از کشت قبلی، مقدار عناصر کم مصرف گیاه را به طور معنی‌داری در سطح 5 درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول 8). بر باقیمانده در خاک، موجب افزایش مقدار عناصر آهن، بر و مس در گیاه شد.

اثرات برهمکنش عناصر بر و روی باقیمانده در خاک بر عناصر آهن، روی، مس و بر گیاه معنی‌دار شد (جدول 8). بیشترین مقدار آهن گیاه (81/07 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار حاوی عناصر بر 10 و روی 50 مصرفی از کشت قبلی و کمترین مقدار آن در تیمار عناصر روی صفر و بر 10 (66/52 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. بیشترین مقدار برگیاه (69/83 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار عناصر روی صفر و بر 10 و سپس در تیمار عناصر روی 50 و بر 10 (44/85 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. بیشترین مقدار مس گیاه در تیمار عناصر روی 50 و بر صفر (54/65 میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سپس در تیمار عناصر روی صفر و بر 10 (54/38 میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد.

باقیمانده موادآلی در خاک، مقدار عناصر کم مصرف گیاه را تحت تأثیر قرار داد (جدول 9). اثر باقیمانده کمپوست زباله شهری مصرفی در خاک، مقدار عناصر روی، آهن، مس و بر گیاه را به ترتیب معادل 6/1، 41/1، 5/3 و 14/8 درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در حالی که اثر باقیمانده کود گاوی در خاک، مقادیر عناصر فوق را به ترتیب معادل 14/5، 16، 4/6 و 39/1 درصد نسبت به شاهد هر یک افزایش داد.

برهمکنش مواد آلی و عناصر روی و بر باقیمانده در خاک، مقدار عناصر کم مصرف گیاه را به طور معنی‌داری (در سطح اطمینان 5 درصد) تحت تأثیر قرار داد (جدول 10). بیشترین مقدار روی گیاه در تیمار حاوی کمپوست زباله شهری همراه عناصر روی 50 و بر صفر با 16/2 درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد.

جدول 8- اثر باقیمانده تیمارهای بر و روی مصرفی از کشت قبلی (میانگین) و برهمکنش آنها بر عناصر آهن، روی، مس، بر و وزن خشک گیاه گندم

Table 9- The residual effects of B and Zn treatments from previous crop (means) and their interaction effects on wheat plant Zn, Fe, Cu, B concentrations and dry weight

Mean - میانگین	تیمار بر -B (kg.ha^{-1})		تیمار روی – Zn (kg.ha^{-1})
	10	0	
		Plant dry weight (g pot^{-1}) - وزن خشک گیاه	
1.93 [b]	1.9 [a]	1.98 [a*]	0
2.1 [a]	2.0 [a]	2.2 [a]	50
	1.9[b]	2.1 [a]	Mean - میانگین
		Plant Fe (mg.kg^{-1}) – آهن گیاه	
68.9 [b]	66.5 [d]	71.3 [c]	0
77.2 [a]	81.1 [a]	73.4 [b]	50
	73.8 [a]	72.3 [b]	Mean - میانگین
		Plant Zn (mg.kg^{-1}) - روی گیاه	
42.5 [b]	42.6 [c]	42.4 [cd]	0
45.8 [a]	45.5 [ab]	46.2 [a]	50
	44.1 [a]	44.3 [a]	Mean - میانگین
		Plant Cu (mg.kg^{-1}) - مس گیاه	
50.67[b]	54.38 [ab]	46.96 [d]	0
51.7 [a]	48.75 [c]	54.65 [a]	50
	51.56 [a]	50.8 [b]	Mean - میانگین
		Plant B (mg.kg^{-1}) - بر گیاه	
53 [a]	69.83 [a]	36.17 [c]	0
38.95 [b]	44.85 [b]	33.05 [d]	50
	57.34 [a]	34.61 [b]	Mean - میانگین

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

جدول 9- اثر باقیمانده ماده آلی و روی بر مقدار عناصر آهن، روی، مس و بر در گیاه

Table 10- The residual effects of organic fertilizer and Zn treatments on wheat plant Zn, Fe, Cu, and B concentrations

Mean - میانگین	تیمار روی - Zn (kg.ha^{-1})		نوع ماده آلی
	50	0	Organic fertilizer type
		Plant Fe (mg.kg^{-1}) - آهن گیاه	
80.2 [a]	80.6 [a]	79.8 [b*]	کمپوست زباله شهری (MSWC)
65.9 [b]	73.8 [c]	57.1 [d]	کود گاوی (Cow manure)
	77.2 [a]	68.9[b]	Mean - میانگین
		Plant Zn (mg.kg^{-1}) - روی گیاه	
42.5 [b]	46.0 [ab]	38.9 [d]	کمپوست زباله شهری (MSWC)
45.9 [a]	45.6 [c]	46.1 [a]	کود گاوی (Cow manure)
	45.8 [a]	42.5 [b]	Mean - میانگین
		Plant Cu (mg.kg^{-1}) - مس گیاه	
51.5 [b]	51 [c]	52 [b]	کمپوست زباله شهری (MSWC)
50.5. [a]	52 [a]	49.6 [d]	کود گاوی (Cow manure)
	52.0 [a]	50.7[b]	Mean - میانگین
		Plant B (mg.kg^{-1}) - بر گیاه	
41.6 [b]	32.3 [d]	50.8 [b]	کمپوست زباله شهری (MSWC)
50.4 [a]	45.6 [c]	55.2 [a]	کود گاوی (Cow manure)
	38.9 [b]	53.0 [a]	Mean - میانگین

*تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

جدول 10- اثرات باقیمانده برهمکنش کودهای آلی و عناصر بر و روی بر مقدار عناصر آهن، روی، مس و بر در گیاه

Table 10- The residual effects of organic fertilizer and Zn and B interaction effects on wheat plant Zn, Fe, Cu, and B concentrations

تیمارماده آلی Organic fertilizer type	روی (Zn) ($kg.ha^{-1}$)	بر (B) ($kg.ha^{-1}$)	روی (Zn)	آهن (Fe)	مس (Cu)	بر (B)
			($mg.kg^{-1}$)			
کمپوست (MSWC)	0	0	38.5^{e*}	61.1^{e}	44.9^{e}	35.0^{g}
		10	39.4^{d}	98.4^{c}	55.4^{a}	66.6^{b}
	50	0	46.5^{a}	109.6^{b}	51.6^{b}	21.2^{h}
		10	45.6^{bc}	51.7^{f}	48^{c}	43.3^{e}
کود گاوی (Cow manure)	0	0	46.3^{ab}	81.5^{d}	47.0^{d}	37.3^{f}
		10	45.8^{abc}	34.6^{h}	51.3^{b}	73.0^{a}
	50	0	45.8^{abc}	37.2^{g}	55.3^{a}	44.8^{d}
		10	45.5^{c}	110.5^{a}	47.4^{c}	46.3^{c}
شاهد (Control)			40.0	56.8	48.8	36.2

تفاوت اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح آماری 5% آزمون دانکن معنی‌دار نیست.

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at p = o.o5

اثر باقیمانده تیمار حاوی کود گاوی به همراه عناصر روی 50 و بر 10 در خاک بیشترین مقدار آهن گیاه را با 94/4 درصد افزایش نسبت به شاهد باعث گردید. بیشترین مقدار مس گیاه با 13/7 درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار حاوی کمپوست زباله شهری با عناصر روی صفر و بر 10 مشاهده شد. کمترین مقدار مس گیاه در تیمار کمپوست زباله شهری با عناصر روی و بر صفر معادل 8/3 درصد کاهش نسبت به شاهد و سپس در تیمار کود گاوی با روی و بر صفر معادل 3/6 درصد کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد (جدول 10).

اثرات برهمکنش کودهای آلی و عناصر بر و روی باقیمانده در خاک، بر مقدار عنصر بر گیاه معنی دار شد (جدول 10). بیشترین مقدار بر گیاه (73/05 میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار حاوی کود گاوی با روی صفر و 10 کیلوگرم بر از کشت قبلی مشاهده شد. کمترین غلظت بر گیاه (21/25 میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار حاوی کمپوست زباله شهری با روی 50 و بر صفر در خاک مشاهده شد (جدول 10).

برخی از ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در کشت قبلی این پژوهش در جدول 2 نشان می دهد که کود های گاوی و کمپوست زباله شهری هر دو دارای pH نسبتاً قلیایی می‌باشند. در بسیاری از تحقیقات گزارش شده که pH پسماندهای آلی، به علت انباشتگی و رسیدگی در خاک، افزایش می یابد (Afuni & Rezayinejad, 2000) که مشابه نتایج در این تحقیق است.

براساس نتایج این تحقیق، اثرات باقیمانده کودهای کمپوست زباله شهری و کود گاوی یک سال پس از مصرف، موجب افزایش pH خاک شد. اقبال و همکاران (Eghball et al., 2004) نیز بیان کردند که با کاربرد کودهای گاوی و کمپوست افزایش pH خاک تا چهار سال بعد می‌تواند ادامه یابد.

اثرات باقیمانده کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) پس از اتمام دوره رشد گندم، موجب افزایش شوری خاک در مقایسه با شاهد شد اما در سطح 5 درصد معنی‌دار نبود (جدول 3) که احتمالاً به دلیل انتقال بخشی از نمک‌های محلول این کودها به بخش‌های زیر سطحی خاک در کشت قبلی باشد. علی‌رغم محدود بودن اثر باقیمانده کودهای گاوی و کمپوست زباله شهری بر شوری خاک آزمایشی، با توجه به بالا بودن شوری این کودها، به نظر می‌رسد که مصرف هر ساله آنها می تواند به شور شدن خاک و کاهش محصول منجر گردد (Smith& Doran, 1996). کربن آلی در هر دو نوع کود آلی مورد استفاده نسبتاً زیاد می باشند. تأثیر بیشتر اثرات باقیمانده کود گاوی در افزایش درصد کربن آلی خاک را می‌توان به بالاتر بودن کربن آلی کود مصرفی نسبت داد.هامپتون و همکاران Hampton et al., 2002) و اقبال و همکاران (Eghball et al., 2004) نیز افزایش درصد کربن آلی خاک را در نتیجه اثرات باقیمانده کمپوست و کود گاوی گزارش کردند که مشابه نتایج در این تحقیق است.

اثر باقیمانده عنصر روی مصرفی ازکشت قبلی، فراهمی عناصر روی، آهن و بر قابل دسترس خاک را افزایش داد. کوری و همکاران (Qury et al., 2006) نیز افزایش غلظت آهن و روی خاک را در نتیجه اثرات باقیمانده روی گزارش کردند. آنها اظهار داشتند که با مصرف روی در خاک، احتمالاً باید آهن توسط روی در سطح کلوئیدهای خاک مبادله و سپس وارد فاز محلول می شود و فراهمی آن در خاک افزایش می یابد.

باقیمانده تیمار کودهای آلی بر مقدار عناصر قابل عصاره‌گیری با DTPA خاک اثر معنی دار و افزایشی بود که این مساله بیانگر این است که این کودها منابع مناسبی برای بهبود و افزایش کیفیت و حاصلخیزی خاک محسوب می‌شوند. علی رغم غلظت بیشتر مقدار عناصر روی و مس در کمپوست زباله شهری، اثر باقیمانده کود گاوی در افزایش فراهمی این عناصر در خاک بیشتر بوده که احتمالاً می‌توان آن را به بالا بودن درصد کربن آلی کود گاوی نسبت داد.وانگ و

همکاران (Wang et al., 2003) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عناصر مس و روی عصاره‌گیری شده با DTPA و افزایش کربن آلی خاک گزارش کردند. پنی (Penney, 2002) نیز به تأثیر عمده مواد آلی در عصاره‌گیری عناصر مس، آهن و به ویژه روی با عصاره گیر DTPA در خاک اشاره کرده است. تأثیر کودهای آلی بر فراهمی عناصر روی، مس، آهن و دیگر عناصر رامی‌توان به دو صورت مستقیم مانند افزایش غلظت یک عنصر در خاک به علت مقدار زیاد آن عنصر در کود و غیر مستقیم مانند تأثیر بر pH، شوری غلظت‌های یونی، فعالیت‌های میکروبی و رشد ریشه در خاک گزارش شده است (Penny, 2002).

بهبود وضعیت فراهمی عناصر غذایی خاک با کاربرد توام روی و مواد آلی و همچنین اثرات باقیمانده آنها، در تحقیقات متعددی گزارش شده است (Gupta *et al*., 1988; ; Singh and Abrol, 1985 ; Senthil Kumar *et al*., 2004 Devarajan, 1987) . افزایش فراهمی عناصر کم مصرف خاک پس از کاربرد توام کودهای آلی و روی را می توان به افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و واکنش های کلات‌سازی و در نتیجه افزایش فراهمی عناصر غذایی بومی خاک علاوه بر مقادیر اضافه شده به خاک نسبت داد (Senthil Kumar et al., 2004) .

اثر باقیمانده روی از کشت قبلی، روند افزایشی (8/2 درصد نسبت به شاهد) در وزن ماده خشک گیاه گندم داشت که احتمالاً به دلیل نقش روی در افزایش کلروفیل برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز درگیاه است (Hemantaranjan & Grag., 1998). سینگ و همکاران (Singh et al., 1990)نیز گزارش کردند که عملکرد ماده خشک گیاه گندم با افزایش سطوح روی افزایش می یابد.

تأثیر بر باقیمانده در خاک موجب کاهش وزن خشک گیاه شد. در غلظت‌های زیاد بر، کاهش غلظت کلروفیل، کاهش سطح برگها، تخریب دیواره سلولی، و تثبیت CO_2 همگی موجب کاهش عملکرد گیاهان می شوند (Khan et al., (2009). حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2007) و سینگ و همکاران (Singh et al., 1990) و فوهرینگ (Fuehering, 1996) نیز کاهش در وزن خشک گندم و ذرت (*Zea mays* L.) را با کاربرد بر در خاک گزارش کردند.

باقیمانده روی مصرفی از کشت قبلی، اثر افزایشی بر مقدار عناصر آهن، روی و مس گیاهان داشت.کاکماک و همکاران Cakmak et al., 1999) نیز گزارش کردند که 28 کیلوگرم روی در هکتار از منبع سولفات روی برای اصلاح کمبود روی در گندم برای یک دوره 7- 4 ساله کافی است. آلووی (Alloway, 2004) نیز بیان داشت که مصرف روی موجب افزایش مقدار آهن گیاه می شود. در حالی که روی باقیمانده در خاک، روند کاهشی در مقدار بر گیاه داشت. اثر بازدارنده روی بر جذب عنصر بر را می توان به نقش روی در ایجاد یک مکانیسم حفاظتی در ریشه مربوط دانست که از جذب زیاد بر جلوگیری می‌کند (Hosseini et al., 2007). سینها و همکاران (Sinha et al., 2000) نیز اثر متقابل منفی بین روی و بر را در گیاه خردل (*Sinapis arvensis* L.) گزارش کردند. سوئیتلیک Swietlik, (1995) بیان داشت که ریشه گیاهانی که عنصر روی کافی در اختیار دارند به نظر می‌رسد که کارایی بالاتری دارند که تجمع عنصر بر در اندام هوایی گیاه را محدود می‌کنند.

نتایج در این تحقیق نشان داد که اثر باقیمانده بر از کشت قبلی، مقدار عناصر آهن، مس و بر در اندام‌های هوایی گیاه گندم را افزایش داد. به نظر می‌رسد که افزایش مقدار این عناصر با مصرف عنصر بر مربوط به تأثیر مقدار این عناصر در اندام هوایی گیاه باشد، زیرا عنصر بر مصرفی موجب کاهش وزن خشک گیاه شد (Singh et al., 1990). لوپز و همکاران (Lopez et al., 2002) در بررسی اثرات عنصر بر روی گیاه تنباکو (*Nicotiana tabacum* L.)، افزایش مقدار آهن گیاه و کاهش مقدار عناصر روی و مس را با مصرف بر گزارش کردند. آنها علت را به وجود رابطه متقابل مثبت بین آهن و بر و نیز رابطه متقابل منفی بین مس و روی با بر مربوط دانستند. این نتایج با یافته‌های مظفر (Mozafar, 1989) که عدم تغییر مقدار آهن در برگ گیاه ذرت را با کاربرد بر گزارش کرد، مطابقت نداشت.

برهمکنش باقیمانده بر و روی مصرفی از کشت قبلی بر مقدار عناصر آهن، مس و بر گیاه تأثیر معنی‌داری داشت. این امر بیانگر تأثیر یک عنصر بر تعدیل عناصر دیگر و کاهش آنها می‌باشد. حسین و همکاران (Hosseini et al., 2007) گزارش کردند که روی و بر اثرات برهمکنش معنی‌داری روی رشد و مقدار عناصر غذایی در بافت گیاه دارند که به مقدار مصرف آنها بستگی دارد. آنها عنوان کردند که اثرات برهمکنش روی و بر روی مقدار سایر عناصر غذایی اثر منفی و روی رشد گیاه اثر مثبت دارد.

اثر باقیمانده تیمارهای کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر مقدار عناصر روی، آهن، مس و بر گیاه افزایشی و معنی دار بود. در واقع با مصرف کمپوست زباله شهری و کود گاوی مقدار زیادی از این عناصر به خاک اضافه شده که اثر باقیمانده آن در کشت بعدی نیز وجود داشته و با افزایش مقدار قابل جذب این عناصر در خاک موجب افزایش مقدار آنها در گیاه می‌گردد. دیلکاستیلوو همکاران Castilho (Del et al., 1993) مشاهده کردند که حلالیت روی در یک خاک تیمار شده با کود حیوانی، تا حدود 100 برابر افزایش یافت. آنها دلیل این افزایش را به افزایش قدرت یونی و مواد آلی محلول مربوط دانستند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد با این که کمپوست دارای مقادیر بیشتری از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه نسبت به کود گاوی می باشد غلظت این عناصر در اندام هوایی گیاه گندم تیمار شده با کود گاوی بیشتر بود که احتمالاً به دلیل معدنی شدن آهسته‌تر و تدریجی کمپوست زباله شهری در مقایسه با کود گاوی و قابل دسترس بودن عناصر به مقدار کافی در کود گاوی و تأمین آنها در

هنگام نیاز گیاه می باشد (Rezayinejad & Afuni, 2000).

برهمکنش تیمار مواد آلی باقیمانده در خاک همراه عناصر بر و روی بر مقدار آهن گیاه معنی‌دار و افزایشی بود. بیشترین آهن گیاه در تیمار کود گاوی همراه با روی و بر باقیمانده در خاک بود که بیانگر اثرات متقابل مثبت عناصر بر و روی در افزایش مقدار آهن گیاه با مصرف مواد آلی است. بیشترین مقدار مس گیاه در تیمار کمپوست زباله شهری با بر 10 و روی صفر مشاهده شد. افزایش مس درگیاه در نبود روی می توان به علت اثرات رقابتی بین روی و مس برای جذب مکان‌های انتقال در سطح ریشه باشد. تیمار کمپوست زباله شهری با بر و روی صفر کمترین مقدار مس در گیاه را باعث شد. مواد آلی به عنوان یکی از مهمترین علل جذب سطحی مس در خاک مطرح بوده و در توزیع و سرنوشت مس نقش مهمی دارند. کاهش مقدار مس گیاه با مصرف هر یک از تیمارهای کود گاوی و کمپوست زباله شهری را می‌توان به تأثیر کودهای آلی در کاهش تحرک مس در خاک مربوط دانست (Singh et al., 1988) . نتایج بسیاری از مطالعات نشان می-دهد که در تیمارهایی با سطوح پایین روی، غلظت بر در گیاه تا حد سمیت افزایش یافته است، در حالی که فراهمی روی در خاک تا حدود زیادی توانسته غلظت بر در گیاه را کاهش دهد (Hosseini et al., 2007).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق و نقش مهم مواد آلی در افزایش حلالیت عناصر کم مصرف و بهبود فراهمی آنها در خاک و گیاه، کاربرد توام کودهای کم مصرف و کودهای آلی پیشنهاد می شود. همچنین نتایج نشان داد که اثرات باقیمانده کودهای آلی همراه با عناصر بر و روی در خاک حداقل به مدت یک سال می‌تواند برای گیاه بعدی کارآیی بالایی داشته باشد، لذا پیشنهاد می شود قبل از کوددهی برای هر کشت، سوابق کشت و نیز مقادیر کودی اعمال شده قبلی به خاک در نظر گرفته شده و سپس اقدام به توصیه کودی شود تا ضمن جلوگیری از اثرات سوء تجمع عناصر و سمیت آنها، بتوان ضمن حفظ و حراست ازمحیط زیست، به تولید محصولات در راستای کشت ارگانیک وکشاورزی پایدار کمک نمود. با توجه به اثرات باقیمانده پسماندهای آلی در دراز مدت، پشنهاد می گردد غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه، خطرات زیست محیطی احتمالی و نیز محدودیت‌های شوری ایجاد شده در نتیجه اثرات باقیمانده و تجمعی آنها نیز مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

منابع

1- Alloway, B. J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. http://www.iza.com /zwo-org/ Publications /PDFs /ALLOWAY-all. pdf.
2- Borzoo, A., and Maftoun, M. 2001. Residual effect of Zn its chemical species on growth and Zn concentration of Wheat in some soils of Fars. 7th Iran Conf. Soil Science, Shahrekord. 4-7 Shahrivar, pp: 416-418. (In persion)
3- Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H.J., Kiline, Y., and Yilmaz, A. 1999. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: a NATO-Science for Stability Project. Field Crops Research 60: 175–188.
4- Cherati, A. 1996. Effect of phosphorus and organic matter on Zn uptake, growth of barley and chemical species of Zn in two calcareous soils. M.Sc. Thesis. Soil Science Department. Agriculture College. Shiraz University. (In Persian with English Summary)
5- Del Castilho, P., Chardon, W. J., and Salomons, W. 1993. Influence of cattle- manure slurry application on solubility of Cd, Cu and Zn in a manured acidic soil, loamy- sand soil. Environment Quality 22: 689- 697.
6- Devarajan, R. 1987. Zinc nutrition in green gram. Madras Agriculture 74: 518-521.
7- Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual Effects of Manure and Compost Applications on Corn Production and Soil Properties. Agronomy Journal 96: 442- 447.
8- Fuehering, H.D. 1966. Nutrition of corn (*Zea mays* L.) on a calcareous soil: III. Interaction of zinc and boron with plant population and the relationship between grain yield and leaf composition. Soil Science Society of American Proceeding 30: 489- 494.
9- Ginting, D., Kessavalou, A., Eghball, B., and Doran, J.W. 2003. Greenhouse gas emissions and soil indicators four years after manure and compost applications. Journal of Environmental Quality 32: 23–32.
10- Gupta, V. K., Potalia, B. S., and Karwasra, P. S. 1988. Micronutrient contents and yield of pigeon pea and wheat as influenced by organic manures and zinc in a pigeon pea-wheat cropping sequence. Haryana Agriculture. University Journal Research 17:346-355.
11- Hampton, M., Obreza, T. A., and Stoffella, P. J. 2002. Residual effect of municipal solid waste compost on snap Beans production. University of Florida IFAS. Indian River Research and Education Centre.
12- Hemantaranjan, A., and Garge, O. K. 1998. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum sativum* L. Plant Nutrition 11: 1439- 1450.
13- Hosseini, S. M., Maftoun, M., Karimian, N., Ronaghi, A., and Emam, Y. 2007. Effect of Zinc × Boron Interaction

on Plant Growth and Tissue Nutrient Concentration of Corn. Plant Nutrition 30: 773–781.
14- Hossain, M. A., Jahiruddin, M., Islam, M. R., and Mian, M. H. 2008. The requirement of zinc for improvement of crop yield and mineral nutrition in the maize–mung bean –rice system. Plant and Soil 306: 13–22.
15- Hussain, F. 2004. Soil fertility monitoring and management in rice-wheat system. Annual Report, 2003-04 of the Agriculture Linkages Program Project at Land Resources Research Program, National Agricultural Research Centre Islamabad, Pakistan.
16- Jalili, F., and Khiyavi, M. 2006. Evaluating effects of Zn and B foliar application concentration on yield and oil percentage in two varieties of canola in Zanjan**.** 8th Iranian Conference of Soil Science, Rasht. Iran, 9-12 Shahrivar pp: 381-383. (In persion)
17- Khan, R., Gurmani, A. R., Khan, M. S., and Gurmani, A. H. 2009. Residual, direct and cumulative effect of zinc application on wheat and rice yield under rice-wheat system. Soil and Environment 28: 24-28.
18- Lo´pez-Lefebre, L. R., Rivero, R. M., Garcıa, P. C., Sa´nchez, E., Ruiz, J. M., and Romero, L. 2002. Boron effect on mineral nutrients of Tobacco. Plant Nutrition 25: 509–522.
19- Mozafar, A. 1989. Boron Effect on Mineral Nutrition of Maize. Agronomy Journal 81: 285–290.
20- Nable, R. O., Banuelos, G. S., and Paull. J. G. 1997. Boron toxicity. Plant and Soil 198: 181-198.
21- Page, A. L., Miller, R. H., and Keeney, D. R. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (2nd edition). American Society of Agronomy, Soil Science of American Publisher. Madison, Wisconsin. USA.
22- Penney, D. 2002. Micronutrients, Agriculture, Food and Rural Development. ASEA. Soil Quality Benchmark Sites.
23- Qury, F. X., Leenhardt, F., Remesy, C., Chanliaud, E., Duperrier, B., Balfourier, F., and Charmet, G. 2006. Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. European Journal of Agronomy 25: 177-185.
24- Rangbar, G. A., and Bahmaniar, M. A. 2007. Effect of soil and foliar application of Zn fertilizer on yield and growth characteristics of bread wheat cultivars. Asian Journal of Plant Sciences 6: 1000-1005.
25- Rashid, A. 2005. Establishment and management of micronutrients deficiencies in soils of Pakistan: a review. Soil and Environment 24: 1-22.
26- Rasooli, F., and Maftoun, M. 2003. Effect of organic matter with and without Nitrogen on growth and chemical composition of Wheat. 8th Iranian Conference of Soil Science, Rasht. pp: 413-414.(In persion)
27- Rezayinejad, Y., and Afuni, M. 2000. Effect of organic matter on chemical soil properties, element uptake by corn and its yield. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4: 19- 28. (In persion with English summary).
28- Richards, L. A. 1956. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. USDA. Agriculture hand book. No, 60. Washington.
29- Senthil Kumar, P. S., Aruna Geetha, S., Savithri, P., Jagadeeswaran, R., and Ragunath, K. P. 2004. Effect of Zn enriched organic manures and zinc solubilizer application on the yield, curcumin content and nutrient status of soil under turmeric cultivation. Applied Horticulture 6: 82-86.
30- Singh, J. P., Dahiya, D. J., and Narwal, R. P. 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. Fertilizer Research 24: 105-110.
31- Singh, J. P., Karwasara, S. P. S., and Singh, M. 1988. Distribution and forms of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils of India. Soil Science 146: 359- 366.
32- Singh, M. V., and Abrol, I. P. 1985. Direct and residual effect of fertilizer zinc application on the yield and chemical composition of rice-wheat crops in an alkali soil. Fertilizer Research 8: 179-191.
33- Sinha, P., Jain, R., and Chatterjee, C. 2000. Interactive effect of boron and zinc on growth and metabolism of mustard. Communication in Soil Science and Plant Analysis 31: 41- 49.
34- Smith, J., and Doran, W. 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. Pp: 169- 185. In: J. W. Doran and A.J. Jones (Eds.), Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of American Publication, 49, SSSA, Madison, WI.
35- Swietlik, D. 1995. Interaction between zinc deficiency and boron toxicity on growth and mineral nutrition of sour orange seedlings. Plant Nutrition 18: 1191–1207.
36- Wang, S. P., Wang, Y. F., Chen, Z. Z., Fleckenstin, J., and Schung, E. 2003. Status of Iron, manganese, copper, and zinc of soils and their requirement for ruminants in Inner Mongolia steppes of china. Communications in Soil Science and Plant Analysis 34: 655- 670.
37- Zia, M. S., Ali. A., Aslam, M., Hussain, F., and Yasin, M. 1996. Fertilizer use efficiency and soil Fertility. Annual Report Land Resources Research Institute, National Agricultural Research Centre Islamabad, Pakistan.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 235-225

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 225-235

اثر کشت مخلوط نواری ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

علیرضا کوچکی[1]، مهدی نصیری محلاتی[2]، حسن فیضی[3*]، شهرام امیرمرادی[4] و فرزاد مندنی[5]

تاریخ دریافت: 88/12/20
تاریخ پذیرش: 89/3/18

چکیده

به منظور بررسی اثر کشت مخلوط نواری ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین (LER) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 88-1387 انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح کشت مخلوط نواری با 2، 3، 4، 5 نوار و کشت خالص ذرت و لوبیا همراه با دو سطح کنترل و بدون کنترل علف های هرز به صورت طرح بلوک نواری در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که روند تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت. بیشترین میزان تجمع مادهٔ خشک در تیمار نوار 2 ردیفی و کمترین آن در کشت خالص بود، بنابراین با افزایش عرض نوار تجمع مادهٔ خشک به تدریج کاهش یافت. علف های هرز، هم از طریق اثر بر سرعت تجمع ماده خشک و هم از طریق تاثیر بر مقدار تجمع ماده خشک باعث کاهش رشد شدند. عملکرد ماده خشک مخلوط نسبت به کشت خالص در ردیف های حاشیه‌ای در تمامی تیمارها بیشتر از ردیف های مرکزی بود. در ردیف های حاشیه‌ای، وجود علف هرز عملکرد بیولوژیک ذرت، لوبیا و مخلوط را به ترتیب به میزان 18/7، 23/5 و 20/3 درصد نسبت به شرایط عاری از علف هرز کاهش داد. این کاهش در ردیف های مرکزی معادل 29/6، 21/3 و 27/3 درصد بود. در تمامی تیمارهای مخلوط نواری، نسبت برابری زمین بیشتر از کشت خالص(LER>1) بود و با افزایش عرض نوار مقدار آن کاهش یافت. در ردیف های حاشیه‌ای، LER مخلوط در حضور علف های هرز به میزان 0/29 افزایش یافت که این مقدار در ردیف های مرکزی برابر 0/21 بود. این امر نشاندهنده توانایی بالقوه کشت مخلوط در رقابت با علف های هرز بدون استفاده از وجین و یا علفکش‌ها است.

واژه‌های کلیدی: تثبیت نیتروژن، رقابت، مدیریت تلفیقی

مقدمه

افزایش تولیدات کشاورزی در طی قرن بیستم حاصل مصرف زیاد نهاده‌های خارجی است ولی،ا فشردگی کشاورزی موجب ایجاد برخی اثرات جانبی نظیر فرسایش خاک، آلودگی محیطی توسط مواد شیمیایی کشاورزی و مصرف بی‌رویه کودها و ظهور جمعیت‌های علف هرز و آفات مقاوم به مواد شیمیایی گردیده است. تنوع سیستم‌های زراعی، به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است (Poggio, 2005). در کشورهای در حال توسعه کشت مخلوط نقش مهمی را در تولید غذا و معیشت مردم ایفا می‌کند. در این کشورها سیستم‌های کشت مخلوط اغلب بطور سنتی در مزارع کوچک توسط کشاورزان مدیریت می‌شوند (Walker & Ogindo, 2003؛ Thobatsi, 2009؛Tsubo, 2005). کشت مخلوط به کشت دو و یا تعداد بیشتری محصولات زراعی اطلاق می‌شود که با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک زمان کشت می‌شوند (Xin & Tong, 1986 ; Thobatsi, 2009). معمولا کشت مخلوط در خاک‌هایی با حاصلخیزی پایین و شرایط کم نهاده در مناطق گرمسیر اجرا می‌شود (Thobatsi, 2009). پذیرش کشت مخلوط به دلیل برتری عملکرد از طریق جذب بیشتر منابع توسط گیاهان نسبت به کشت خالص است این امر، به ویژه هنگامی تحقق می‌یابد که غلات و بقولات باهم کشت شوند (Poggio, 2005).

کشت مخلوط در بسیاری از نقاط دنیا به دلیل برخی از مزیت‌های نسبی آن مانند ثبات بیشتر عملکرد (Jensen,1996)، کارایی بالاتر استفاده از زمین و نیروی کارگر (Ofori & Stern, 1987;

1 و 2- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: hasanfeizi@yahoo.com)

Thobatsi, 2009)، افزایش توانایی رقابتی در کنترل علف های هرز (Thobatsi, 2009 ; Hauggaard-Nielsen et al., 2001)، بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به دلیل افزایش تثبیت نیتروژن حاصل از جزء بقولات (Jensen, ; Hauggaard-Nielsen et al., 2001 1996) و نیز برخی امتیازات دیگر کشت می شود. تا حدودی اکثر نتایج منتشر شده در زمینه کشت مخلوط که با برتری عملکرد همراه شده است، مخلوط بقولات با غیربقولات بوده است (Morris & Garrity, 1993). از مهمترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (Banik et al., 2006).

ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از جمله گیاهانی هستند که سطح زیر کشت بالایی را در کشور دارند و در اکثر مناطق به صورت تک کشتی تولید می شوند. تحقیقات نشان می دهد که کشت مخلوط این دو گیاه متعلق به دو خانواده بقولات و غلات، موجب افزایش تولید، حداکثر کارایی استفاده از منابع و نیز افزایش بهره وری سیستم کشت می گردد (Chen et al., 2004; West & Griffith, 1992). در این گونه سیستم‌های کشت، رقابت برون گونه ای که در آن دو گیاه بر روی یکدیگر اثرات متقابل دارند، مشاهده می شود. این رقابت شامل رقابت اندام‌های هوایی و اندام های زیرزمینی است که نقش مهمی را در تعیین ساختار و پویایی جوامع گیاهی در کشاورزی به عهده دارد (Callaway, 1998 ; Aerts,1999).

کشت مخلوط به عنوان یکی از راهکارهای مدیریت تلفیقی علف های هرز همراه با اثر کمتر بر محیط در مقایسه با علفکش‌های شیمیایی است. هجوم علف های هرز، کاهش شدید عملکرد در گیاهان زراعی را موجب می‌شود و در شرایط کشت خالص ذرت، 60-40 درصد تلفات گزارش شده است (Thobatsi, 2009). سرکوب علف های هرز و کاهش رشد علف هرز بر اثر تداخل گیاه زراعی به عنوان یک عامل تعیین‌کننده برتری عملکرد کشت مخلوط قلمداد می‌گردد. حضور گیاه زراعی، سلسله مراتب[1] گونه‌های اجتماع علف هرز را تغییر می‌دهد. به عبارت دیگر، اضافه کردن گونه دوم گیاه زراعی به کشت خالص توزیع بیوماس بین گونه‌ها در اجتماع علف های هرز را تغییر خواهد داد (Poggio, 2005). استفاده از بقولات به عنوان گیاه پوششی در کشت مخلوط و کاربرد کود نیتروژنه جهت رشد سریعتر گیاه و پوشش بهتر زمین موجب سرکوب علف های هرز می‌گردد. کشت مخلوط ذرت و سویا (*Glycine max* L.) علف های هرز را نسبت به ذرت خالص 39 درصد کاهش داد (Thobatsi, 2009). در مخلوط ذرت و سویا، ویل و مک فادن (Weil & Mc fadden, 1991) وجود ذرت (بویژه در تراکم های بالا) را موجب کاهش جمعیت علف‌های هرز در اوایل فصل رشد بیان کرده‌اند. در آزمایشی توباتسی (Thobatsi, 2009) نشان داد که کشت مخلوط ذرت با سه گونه مختلف لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) موجب کاهش وزن خشک علف هرز به میزان 89، 17 و 15 درصد بسته به عادت رشد سه رقم لوبیا نسبت به کشت خالص ذرت گردید. همچنین، اولاسانتان و همکاران (Olasantan et al., 1994) دریافتند که کشت مخلوط کاساوا (*Malva sylvestris* L.) با کاربرد کود نیتروژنه بالاترین شاخص سطح برگ و جذب نور را بدست می-دهد و از اینرو بهترین کنترل علف هرز، بالاترین جذب نیتروژن توسط گیاه، بالاترین عملکرد دانه و نسبت برابری زمین[2] (LER) را ایجاد می‌کند. در آزمایشی بومان و همکاران (Baumann et al., 2003) نشان دادند که کشت مخلوط پیاز (*Allium cepa* L.) و کرفس (*Apium graveolens* L.) گزینه مناسبی برای کاهش رشد علف-های هرز و حفظ بهره وری است.

با توجه به این که در خصوص اثر عرض‌های مختلف کشت مخلوط نواری ذرت- لوبیا در کنترل علف های هرز مطالعه زیادی انجام نگرفته است، هدف از این آزمایش تعیین بهترین عرض نوار در کشت مخلوط ذرت- لوبیا به لحاظ عملکرد ماده خشک و نسبت برابری زمین اجزاء و مخلوط و چگونگی تاثیر آنها بر علف های هرز بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی 36 درجه و 15 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 56 درجه و 28 دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا 985 متر) در سال زراعی 88-1387 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 است. آماده سازی زمین شامل شخم نیمه عمیق، سپس دیسک و کودپاشی (30 تن کود دامی پوسیده در هکتار) در بهار صورت گرفت. آزمایش به صورت سیستم کم نهاده اجرا و از مصرف هر گونه مواد شیمیایی (کودهای شیمیایی و آفتکش‌ها) در هنگام آماده سازی زمین و طی فصل رشد خودداری شد.

تیمارهای آزمایشی شامل شش سطح نواری به صورت 2، 3، 4 و 5 ردیف کاشت ذرت و لوبیا در هر کرت و کشت‌های خالص آنها بودند. در عرض نوار 2 (کاشت دو ردیف ذرت و سپس دو ردیف لوبیا) هر ردیف لوبیا از یک طرف به ذرت و هر ردیف ذرت از یک طرف با

1 - Hierarchy

2 - Land Equivalent Ratio (LER)

لوبیا مجاور بود، بنابراین حاشیه و مرکز در عرض نوار 2 یکی بود. در عرض نوار 3 (کاشت سه ردیف ذرت و سه ردیف لوبیا) دو ردیف ذرت و لوبیای مجاور هم به عنوان حاشیه و ردیف وسطی هر گیاه به عنوان مرکز در نظر گرفته شد. بقیه عرضهای دیگر نیز به همین روش انجام شد.

عامل علف هرز در دو سطح عاری از علف هرز و عدم کنترل علف هرز بود که جهت اعمال آن، هر بلوک به صورت نواری به دو قسمت تقسیم گردید (موازی با جهت بلوک‌ها). یک قسمت از آنها در طی فصل رشد با استفاده از وجین به صورت عاری از علف هرز نگه داشته شد و در قسمت دوم، وجین و عملیات کنترل علف های هرز صورت نگرفت و به عنوان تیمار علف هرز قلمداد گردید. بنابراین، طرح آزمایشی به صورت بلوک نواری و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش از ذرت علوفه‌ای سینگل کراس 704 و لوبیای رقم درخشان استفاده شد. ابعاد هرکرت آزمایشی به صورت 8 متر طول و 7/5 متر عرض بود. تیمارهای مورد آزمایش به صورت جایگزینی در آنها اعمال شدند. فاصله ردیف‌های کاشت ذرت و لوبیا به ترتیب 75 و 35 سانتیمتر و فاصلهٔ بوته‌ها بر روی ردیف 12 و 20 سانتیمتر بود، بگونه‌ای که در تمام تیمارهای کشت مخلوط دو سوم هر کرت به ذرت و یک سوم دیگر آن به لوبیا مربوط بود. بذرها بصورت دستی و در عمق یکسان، بر روی ردیف‌ها در نیمه دوم اردیبهشت ماه، کاشته شد. تراکم نهایی در تیمارهای کشت خالص به ترتیب برای ذرت و لوبیا 111 و 143 هزار بوته در هکتار بود. در مورد کشت مخلوط نیز نصف این تراکم برای هر گیاه در نظر گرفته شد، در نتیجه تراکم نهایی تیمارهای کشت مخلوط با توجه به جایگزینی بودن طرح، با کشت خالص یکسان بود.

نمونه برداری از 2 هفته پس از کاشت تا مرحله رسیدگی به صورت تصادفی از ردیف‌های مرکزی (در هر کرت و برای هر کدام از گیاهان 2 بوته) جهت محاسبات تغییرات وزن خشک برداشت شد. جهت تعیین اثر حاشیه (ردیف‌های کناری ذرت و لوبیا)، 2 بوته از هر گیاه و از هر تیمار برداشت و سپس بطور جداگانه مادهٔ خشک آنها اندازه گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آونی با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت زمان کافی قرار گرفتند. مزیت نسبی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص برای هر عرض نوار تعیین و از طریق نسبت برابری و با استفاده از معادله (1) محاسبه گردید (Banik et al., 2006):

$$LER = Yij/Yii + Yji/Yjj$$

Yii و Yjj به ترتیب عملکرد ذرت و لوبیا در کشت خالص و Yij و Yji به ترتیب عملکرد ذرت و لوبیا در کشت مخلوط است. داده‌های آزمایش توسط نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل آماری و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Slide Write و Excel رسم شدند. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

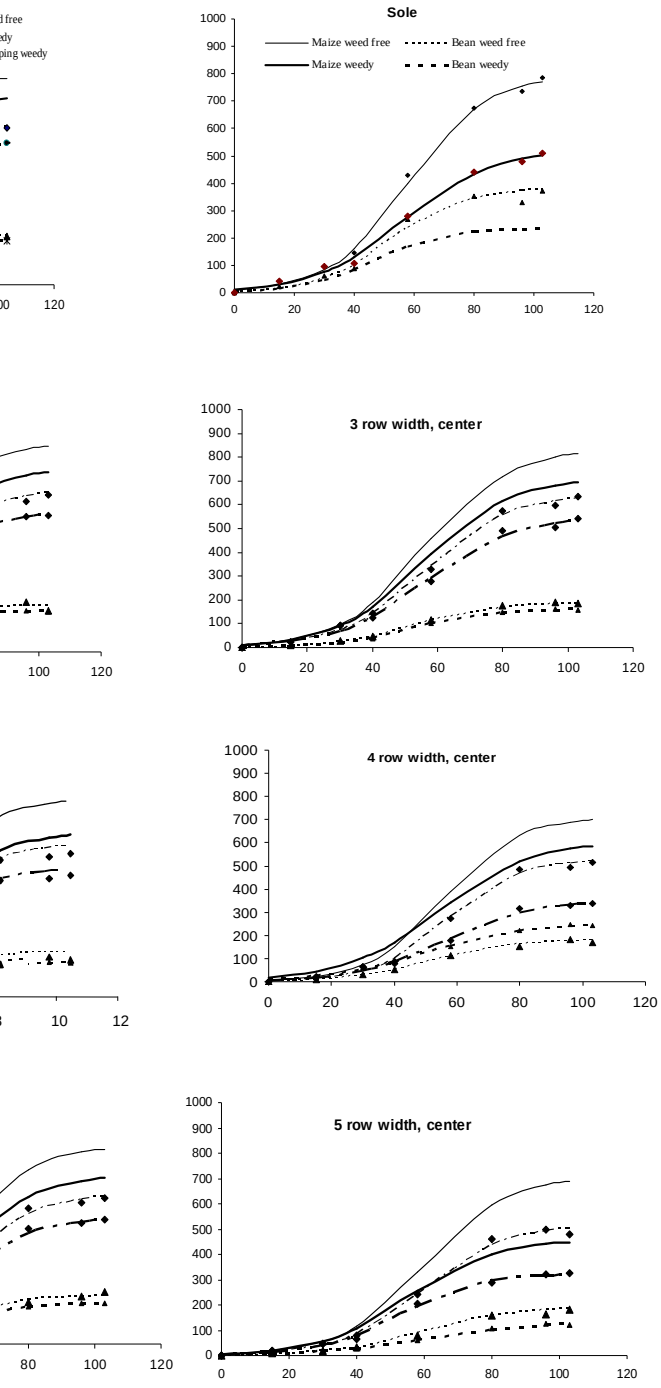
روند تجمع مادهٔ خشک

روند تغییرات تجمع ماده خشک در بین تیمارهای مختلف در ابتدای دوره رشد به دلیل کوچک‌تر بودن گیاهان اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشت و اغلب نمودارها بر هم منطبق بودند، ولی از حدود 30 روز پس از کاشت، تجمع مادهٔ خشک وارد مرحلهٔ رشد خطی شد و به سرعت شروع به افزایش کرد. در حدود 80 روز پس از کاشت نیز (مرحلهٔ حصول حداکثر مادهٔ خشک)، به حداکثر میزان خود رسید و سپس تا حدودی روند ثابتی را نشان داد (شکل 1). نتایج نشان داد که تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار می‌گیرد. بیشترین میزان تجمع مادهٔ خشک به تیمار نوار 2 ردیفی (مجموع تجمع مادهٔ خشک ذرت و لوبیا،910 گرم در متر مربع) و کمترین آن به کشت خالص (به ترتیب770 و 370/5 گرم در متر مربع برای ذرت و لوبیا) اختصاص داشت، بنابراین با افزایش عرض نوار تجمع مادهٔ خشک به تدریج کاهش یافت (شکل 1). در کل،کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای تجمع مادهٔ خشک بیشتری بود. این موضوع می‌تواند به دلیل جذب نور بیشتر توسط کانوپی کشت باشد (شکل 1). محققان دیگر نیز افزایش تجمع مادهٔ خشک را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش کرده‌اند (Hossienpanahi, 2008; Rostami et al., 2010). افزایش مادهٔ خشک گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط، اغلب از طریق بهبود ظرفیت گونه‌های مخلوط برای افزایش جذب و مصرف فیزیولوژیک منابع توسط آنها حاصل می‌شود (Jahansooz et al., 2007).

علف های هرز هم از طریق اثر بر شیب تجمع ماده خشک و هم از طریق تاثیر بر مقدار تجمع ماده خشک موجب کاهش رشد گیاهان شدند. هنگامی که گیاهان ذرت و لوبیا در کنار علف های هرز رشد کردند، روند افزایش تجمع ماده خشک در هر دو گیاه نسبت به گیاهان رشدکننده در شرایط عاری از علف هرز کاهش یافت و با سرعت کمتری افزایش یافت بنابراین دیرتر به حداکثر ماده خشک تولیدی رسیدند (شکل1).

همچنین، میزان ماده خشک تولیدی در تیمارهای علف هرز نسبت به تیمارهای عاری از علف هرز در کلیه تیمارهای مخلوط و کشت خالص به شدت کاهش یافت. البته میزان افت ماده خشک در تیمار کشت خالص بیشتر از تیمارهای مخلوط و در گیاهان حاشیه‌ای کمتر از گیاهان مرکزی بود. اثر منفی وجود علف هرز به ویژه در عرض نوارهای 4 و 5 ردیفی و در ردیف های مرکزی بسیار مشهود

بود.



شکل1- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر روند تجمع مادهٔ خشک کل ذرت و لوبیا طی روزهای بعد از کاشت در شرایط کنترل و عدم کنترل علف هرز در خطوط حاشیه و مرکزی.

Fig 1. The effect of intercropping treatments on maize and bean total dry weights at days after planting in weedy and weed free plots in the side and central rows.

کشت خالص ذرت نسبت به کشت خالص لوبیا بر اثر قرارگرفتن در معرض علف های هرز، افت بیشتر ماده خشک را به ویژه در ردیف های مرکزی نشان داد. این امر نشان می‌دهد که ذرت نسبت به لوبیا در کشت مخلوط بیشتر سود می‌برد. کاهش ماده خشک ناشی از علف های هرز در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط توسط توباتسی (Thobatsi, 2009) نیز گزارش شده است.

عملکرد ماده خشک

نتایج نشان داد که نوار 2 ردیفی بیشترین عملکرد ماده خشک را در ذرت و لوبیا و مخلوط داشت و با افزایش عرض نوار بیوماس کاهش می‌یابد. عملکرد ماده خشک مخلوط نسبت به کشت خالص در ردیف های حاشیه‌ای در تمامی تیمارها بیشتر بود، به طوری که نوار2 ردیفی با عملکرد ماده خشک 853/5 گرم در مترمربع بیشترین و لوبیای خالص با 305/4 گرم در مترمربع کمترین عملکرد را نشان دادند (جدول 1). در ردیف های حاشیه‌ای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت در کلیه تیمارهای 2، 3، 4، و 5 ردیفی، عملکرد ماده خشک را به میزان 23/5، 14/4، 10/8 و 7/8 درصد افزایش داد. این افزایش متناسب با افزایش تعداد ردیف، روند کاهشی نشان داد. ولی در ردیف‌های مرکزی این مقادیر برابر 23/5، 10، 11- و 20/5- درصد شد. از آنجایی که آزمایش به صورت جایگزینی بود. بنابراین اضافه کردن لوبیا به صورت 4 یا 5 ردیف بجای ذرت، در ردیف های مرکزی، موجب کاهش شدید کل ماده خشک تولیدی در واحد سطح گردید. به عبارت دیگر، عملکرد ماده خشک به سمت کشت خالص لوبیا سوق پیدا کرد. سودمندی کشت مخلوط بویژه در نوارهای 4 و 5 ردیفی به شدت کاهش یافت (جدول1). افزایش عملکرد ماده خشک در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی را می‌توان به افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط لوبیا نسبت داد. از آنجایی که نیتروژن یکی از عناصر غذایی موثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و در نتیجه میزان تجمع ماده خشک گیاهان است، بنابراین حضور لوبیا در کنار ذرت به افزایش تجمع مادهٔ خشک کل در کانوپی کشت مخلوط منجر شد. در تیمارهای کشت مخلوط، سهم نسبی ذرت در افزایش عملکرد مادهٔ خشک بیشتر از لوبیا بود که این نتایج یافته‌های دیگر محققان را تأیید می‌کند (Anil et al., 1998; Wall et al., 1991).

جدول1 - اثر عرض نوار بر ماده خشک نهایی (گرم در مترمربع) لوبیا، ذرت و مخلوط(کل) در نوارهای کناری، داخلی و میانگین آنها

Table 1. Effect of strip width on maize and bean dry matter yields ($g.m^{-2}$) in the side and central rows

تیمار Treatment	حاشیه Side			مرکز Center			میانگین Mean		
	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
نوار2 ردیفی Two Strip Width	651.6 b*	201.9 b	853.5 a	651.6 b	201.9 b	853.5 a	651.6 b	201.9 b	853.5 a
نوار3 ردیفی Three Strip Width	618.2 c	172.3 c	790.5 b	588.3 c	171.5 c	759.8 b	603.3 c	171.9 c	775.2 b
نوار4 ردیفی Four Strip Width	592.9 d	172.9 c	765.8 b	425.6 d	186.8 bc	612.4 d	509.2 d	179.8 c	689.1 c
نوار5 ردیفی Five Strip Width	554.7 e	190.1 b	744.8 c	400.2 e	149.2 d	549.4 e	477.4 e	169.6 cd	647.1 d
ذرت خالص Sole maize	691.0 a	0 d	691.0 a	691.0 a	0 e	691.0 c	691.0 a	0 d	691.0 c
لوبیا خالص Sole bean	0 f	305.4 a	305.4 e	0 f	305.4 a	305.4 f	0 f	305.4 a	305.4 e

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (دانکن 5 درصد) معنی‌دار نیستند.

* Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

میانگین عملکرد ماده خشک مخلوط در ردیف های حاشیه‌ای و مرکزی نیز نشان داد که فقط نوار 2 و 3 ردیفی در شرایط مخلوط نسبت به خالص ذرت، موجب سودمندی عملکرد ماده خشک شدند(جدول1)، بنابراین افزایش تعداد ردیف نوارهای در کشت مخلوط

مناسب به نظر نمی‌رسد. ادهیامبو و آریگا (Odhiambo & Ariga, 2001) نیز اظهار کردند که نوار 2 و 1 ردیفی در کشت مخلوط ذرت- لوبیا عملکرد دانه ذرت را بترتیب 51 و 61 درصد افزایش می-دهد. در این بررسی عملکرد دانه نسبت به کشت خالص ذرت حدود 78 درصد بهبود یافت. وجود اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی ذرت و لوبیا در کنار یکدیگر به افزایش رشد هر یک از گیاهان به تنهایی منجر می‌گردد (Rostami et al., 2010). بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی ذرت و لوبیا فقط تا نوار 3 ردیفی مشهود بود. رضوان بیدختی (Rezvan-bidokhti, 2004) نیز گزارش کرده است که هرچه از سمت کشت مخلوط ردیفی به سمت کشت مخلوط نواری پیش می‌رویم، عملکرد مادهٔ خشک به تدریج کاهش می‌یابد.

در کل، حضور علف های هرز به شدت موجب کاهش عملکرد بیولوژیک گیاهان گردید. در ردیف های حاشیه‌ای، وجود علف هرز عملکرد بیولوژیک ذرت , لوبیا و مخلوط را به ترتیب به میزان 18/7، 23/5 و 20/3 درصد نسبت به شرایط عاری از علف هرز کاهش داد. این میزان در ردیف های مرکزی معادل 29/6، 21/3 و 27/3 درصد بود (جدول2). در نتیجه، کاهش عملکرد ناشی از فشار علف های هرز در ردیف‌های مرکزی بیشتر از حاشیه‌ای و در لوبیا بیشتر از ذرت بود.

در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، به دلیل رقابت برون گونه‌ای بالاتر، همراه با اثر تکمیل کنندگی گونه‌ها، موجب بهبود توانایی رقابت کانوپی مخلوط در مقابل علف های هرز می‌گردد و در نهایت به کاهش تراکم و بیوماس علف هرز و افزایش عملکرد گیاهان مخلوط منجر می‌شود (Banik et al., 2006) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. در سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) نیز کاهش 28 درصدی عملکرد در حضور علف های هرز گزارش شده است (Sanjani, 2007).

بیشترین عملکرد ماده خشک در ردیف های حاشیه‌ای در شرایط عاری از علف هرز و نوار 2 ردیفی به میزان 903/4 گرم در مترمربع و کمترین آن در شرایط وجود علف هرز و در کشت خالص لوبیا به میزان 240/5 گرم در مترمربع بدست آمد (جدول3). در کشت خالص ذرت و لوبیا علف های هرز موجب کاهش عملکرد ماده خشک به ترتیب به میزان 29/6 و 53/9 درصد شد. ولی، با اعمال کشت مخلوط میزان کاهش عملکرد مخلوط در نوار2 ردیفی بر اثر وجود علف هرز به 14/2 درصد نسبت به خالص تقلیل یافت. با افزایش عرض نوار میزان سودمندی مخلوط در رقابت با علف های هرز کاهش یافت (جدول3). سنجانی (Sanjani, 2007) نیز گزارش کرد که عملکرد بیولوژیک سورگوم خالص بدون وجین حدود 20 درصد نسبت به تیمار وجین کاهش می‌یابد.

در ردیف های مرکزی فقط نوار2 و 3 ردیفی در هر دو شرایط عاری و علف هرزی سودمندی عملکرد ماده خشک نسبت به کشت خالص ذرت را نشان دادند. وجود علف‌های هرز در عرض نوار5 در ردیف های مرکز، عملکرد ماده خشک مخلوط را به میزان 46/6 درصد نسبت به شرایط عاری از علف هرز کاهش داد، ولی این کاهش در ردیف های حاشیه 20/4 درصد بود. به عبارت دیگر قرار گرفتن ذرت و لوبیا به صورت مخلوط در کنار یکدیگر به مقدار 26 درصد در کنترل علف های هرز موثر بوده است.

جدول2 - اثر تیمارهای کنترل و بدون کنترل علف های هرز بر عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع) لوبیا، ذرت و مخلوط (کل) در حاشیه و مرکز نوارها و میانگین آنها

Table 2. Effect of weeding treatments on maize and bean dry matter yields (g m^{-2}) in the side and central rows.

تیمار Treatment	حاشیه Side			مرکز Center			میانگین Mean		
	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
کنترل علف هرز Weed free	562.4 a*	192.0 a	754.5 a	516.9 a	185.4 a	702.3 a	539.7 a	188.7 a	728.4 a
بدون کنترل علف هرز Weedy	473.7 b	155.5 b	627.1 b	398.9 b	152.8 b	551.7 b	435.2 b	154.2 b	589.4 b

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری(دانکن 5درصد) معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

جدول3 - اثر متقابل عرض نوار و کنترل علف هرز بر عملکرد ماده خشک (گرم بر مترمربع) لوبیا، ذرت و مخلوط (کل) در حاشیه و مرکز نوارها و میانگین آنها

Table 3. Interaction between strip width and weed treatments on maize and bean dry matter yields (g m^{-2}) in the side and central rows.

تیمار Treatment		حاشیه Side			مرکز Center			میانگین Mean		
		ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
کنترل علف هرز Weed free	نوار2 ردیفی Two Strip Width	690.9b	212.4c	903.4a	691b	212.4bc	903.4a	691b	212.4c	903.4a
	نوار3 ردیفی Three Strip Width	662.2c	174.5ef	836.7b	635.9c	185.4cde	821.3b	649c	180def	829b
	نوار4 ردیفی Four Strip Width	641.4cd	180.5de	821.9b	516.5f	168.3ef	684.9d	578.9e	174.4ef	753.4d
	نوار5 ردیفی Five Strip Width	599.4ef	214.5c	813.7bc	477.2g	176def	653.2e	538.3f	195.2d	733.5de
	ذرت خالص Sole maize	780.7a	0 g	780.7d	780.7d	0 h	780.7c	780.7a	0 h	780.7c
	لوبیا خالص Sole bean	0 i	370.3a	370.3i	0 i	370.3a	370.3a	0 i	370.3a	370.3i
بدون کنترل علف هرز Weedy	نوار2 ردیفی Two Strip Width	612.3de	191.4d	791.1cd	593.3d	191.4cde	784.7c	596.5de	191.4de	788c
	نوار3 ردیفی Three Strip Width	574.2fg	170.1ef	477.3e	540.8e	157.5f	698.3d	557.5f	163.8f	721.3e
	نوار4 ردیفی Four Strip Width	544.4g	165.3f	709.8f	334.7h	205.2cd	540g	439.6g	185.2de	624.8f
	نوار5 ردیفی Five Strip Width	510h	165.8f	675.8g	323.2h	122.3g	445.6h	416.6h	144g	560.7h
	ذرت خالص Sole maize	610.3ef	0 g	601.1d	601.1d	0 h	601.1f	601.1d	0 h	601.1g
	لوبیا خالص Sole bean	0 i	240.5b	240.5b	0 i	240.5b	240.5b	0 i	240.5b	240.5b

*میانگین ها دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (دانکن 5درصد) معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

کشت مخلوط از طریق افزایش پوشش زمین، افزایش رقابت، سرعت رشد اولیه بیشتر و سایه‌اندازی و القای خواب ثانوی در بذر علف های هرز ، به نحو بارزی میزان هجوم علف های هرز را کاهش می‌دهد (Shippers & Kropff, 2001). همچنین، بانیک و همکارن (Banik et al., 2006) کاهش 43 درصدی عملکرد گندم خالص و 59 درصد عملکرد نخود خالص (*Cicer arietinum* L.) را در حضور علف های هرز نسبت به تیمار دوبار وجین گزارش کرده‌اند.

نسبت برابری زمین

نتایج نشان داد که در تمامی تیمارهای مخلوط نواری، نسبت برابری زمین بیشتر از کشت خالص بود. بیشترین مقدار LER در نوار

2 ردیفی به میزان 1/63 بود. این بدان معنی است که کشت خالص هر جزء، نیاز به 63 درصد زمین بیشتری نسبت به کشت مخلوط دارد تا عملکردی برابر آن را تولید کند. این مساله بیانگر کارایی بیشتر استفاده از زمین در سیستم کشت مخلوط است. اگرچه نسبت برابری زمین هر جزء مخلوط کمتر از خالص بود، ولی نسبت برابری زمین کل بالاتر از 1 بدست آمد. با افزایش عرض نوار این نسبت کاهش یافت. در ردیف های حاشیه‌ای میزان افت، کمتر از ردیف های مرکزی بود (جدول4). کمترین LER در عرض نوار 5 بدست آمد ولی شدت کاهش آن در ردیف های مرکز بیشتر بود به طوری که در ردیف های حاشیه با افزایش عرض نوار از 2 به 5 مقدار LER حدود 17 درصد کاهش یافت در حالی که در ردیف های مرکز این کاهش به 57 درصد رسید. این کاهش در جزء ذرت در ردیف های حاشیه 13 درصد و در مرکز 37 درصد بود. این امر نشاندهنده تاثیرپذیری ذرت به اثرات تقویتی لوبیا به ویژه تثبیت نیتروژن در مخلوط می‌باشد. نتایج مشابهی در سیستم های کشت مخلوط عدس (*Lens culinaris* L.)– جو(*Hordeum vulgare* L.) (Kallu & Erhabor,1990) و ذرت - باقلا (*Faba vulgaris* L.) (Li et al., 1999) گزارش شده است. اختلافات مرفولوژیک و فیزیولوژیک بین بقولات و غیربقولات در کشت مخلوط یکی از دلایل اصلی بروز روابط همزیستی دو جانبه مثبت (یا تسهیل) می باشد (Akuda, 2001). تفاوت در عمق ریشه دهی، گسترش شعاعی ریشه و تراکم طول ریشه احتمالا از عواملی هستند که بر رقابت دو جزء در کشت مخلوط برای آب و عناصر غذایی تاثیر گذاشته و باعث افزایش کارایی استفاده از زمین (LER) می‌شوند.

اثر اصلی تیمارهای کنترل علف هرز نشان داد که به طور میانگین مقدار LER مخلوط و اجزای مخلوط در ردیف های حاشیه- ای و مرکزی در شرایط حضور علف های هرز بیشتر بود. در ردیف های حاشیه‌ای مقدار LER جزئی ذرت در شرایط عاری از علف هرز 0/83 بود که در شرایط علف هرزی به 0/93 افزایش یافت و در لوبیا از 0/53 به 0/72 رسید. مقدار LER مخلوط در حضور علف های هرز به میزان 0/29 نسبت به کشت خالص ذرت افزایش یافت که این مقدار در ردیف های مرکزی برابر 0/21 بود (جدول5). حضور لوبیا در کنار ذرت در تیمارهای مختلف مخلوط نه تنها اثر مخرب علف های هرز را تعدیل کرد، بلکه به احتمال زیاد با تثبیت بیولوژیک نیتروژن موجب افزایش تولید ذرت شد.

جدول4 - اثر عرض نوار بر نسبت برابری زمین جزیی و کل (مخلوط) در حاشیه و مرکز نوارها و میانگین آنها

Table 4. Effect of strip width on maize and bean land equivalent ratio in the side and central rows.

تیمار Treatment	حاشیه Side			مرکز Center			میانگین Mean		
	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
نوار2 ردیفی Two Strip Width	0.94a*	0.69a	1.63a	0.94a	0.69a	1.63a	0.94a	0.68a	1.63a
نوار3 ردیفی Three Strip Width	0.90b	0.59b	1.49b	0.86b	0.58bc	1.44b	0.88b	0.58b	1.46bb
نوار4 ردیفی Four Strip Width	0.86c	0.59b	1.45b	0.61ab	0.65ab	1.26c	0.74c	0.62ab	1.36c
نوار5 ردیفی Five Strip Width	0.81d	0.65ab	1.46b	0.57c	0.49c	1.06d	0.69d	0.56b	1.26d

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری(دانکن 5درصد) معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

بنابراین، می‌توان بیان کرد که کشت مخلوط یکی از راهکارهای کنترل زراعی و بیولوژیک علف های هرز است و نیاز به استفاده از مواد شیمیایی و نیروی کارگر را کاهش می‌دهد.کاهش دفعات وجین علف های هرز در کشت مخلوط گندم- نخود توسط بانیک و همکاران (Banik et al., 2006) نیز گزارش شده است. در آزمایشی مکینده و همکاران (Makinde et al., 2009) نیز نشان دادند که کشت مخلوط ذرت با سبزیجات برگی موجب تولید LER به میزان 1/77 می‌شود و بدلیل پوشش بهتر زمین علف های هرز بهتر کنترل می‌شوند. آنها بیان کردند که عملکرد ذرت در مخلوط بدلیل ارتفاع بیشتر آن و جذب بهتر نور کاهش نیافت.

جدول5 - اثر تیمارهای کنترل و بدون کنترل علف های هرز بر نسبت برابری زمین جزیی و کل (مخلوط) در حاشیه و مرکز نوارها و میانگین آنها

Table 5. Effect of weeding treatments on maize and bean land equivalent ratio in the side and centeral rows.

تیمار Treatment	Side حاشیه			Center مرکز			Mean میانگین		
	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
کنترل علف هرز Weed free	0.83b*	0.53b	1.36b	0.74b	0.50b	1.24b	0.79a	0.51b	1.30b
بدون کنترل علف هرز Weedy	0.93a	0.72a	1.65a	0.76a	0.70a	1.45a	0.84a	0.71a	1.55a

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری (دانکن 5درصد) معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

جدول6 - اثر متقابل عرض نوار و علف هرز بر نسبت برابری زمین لوبیا، ذرت و مخلوط (کل) در حاشیه و مرکز نوارها و میانگین آنها

Table 6. Interaction between strip width and weed treatments on maize and bean land equivalent ratio in the side and central rows.

تیمار	Treatment	Side حاشیه			Center مرکز			Mean میانگین		
		ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total	ذرت Maize	لوبیا Bean	کل Total
کنترل علف هرز Weed free	نوار2 ردیفی Two Strip Width	0.86cd	0.57e	1.46e	0.89c	0.57cd	1.46bc	0.88c	0.57cd	1.46c
	نوار3 ردیفی Three Strip Width	0.85cd	0.47g	1.32g	0.82d	0.50cd	1.32c	0.83d	0.49de	1.32d
	نوار4 ردیفی Four Strip Width	0.82de	0.49f	1.31h	0.66e	0.45d.	1.12d	0.74e	0.47e	1.21eس
	نوار5 ردیفی Five Strip Width	0.77e	0.58d	1.35f	0.61f	0.48d	1.09d	0.69h	0.53cde	1.22e
عدم کنترل علف هرز Weedy	نوار2 ردیفی Two Strip Width	0.99a	0.80a	1.80a	0.99a	0.80ab	1.80a	0.99a	0.80a	1.79a
	نوار3 ردیفی Three Strip Width	0.96ab	0.71b	1.66b	0.90b	0.65bc	1.55b	0.93b	0.68b	1.61b
	نوار4 ردیفی Four Strip Width	0.91bc	0.69c	1.60c	0.56g	0.85a	1.41bc	0.73f	0.77a	1.50c
	نوار5 ردیفی Five Strip Width	0.85cd	0.69c	1.54d	0.54h	0.51cd	1.05d	0.69g	0.60bc	1.29de

*اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری(دانکن 5 درصد) معنی‌دار نیستند.

*Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.

ردیف‌های حاشیه‌ای نسبت به ردیف های مرکزی دارای نسبت برابری زمین بالاتری بودند و LER جزیی ذرت بیشتر از لوبیا بود. این بدین معناست که مجاورت دو گیاه باعث ایجاد اثرات تکمیل کنندگی و استفاده بهتر از منابعی نظیر آب، مواد غذایی و نور شده است و در این بین ذرت بهره بیشتری از لوبیا برده است. همچنین نسبت برابری زمین در کرتهای علف هرزی بیشتر از تیمارهای بدون علف هرز بود (جدول6). در ردیف های حاشیه، کمترین LER کل در تیمارهای عرض نوار 4 و 5 در شرایط بدون کنترل علف هرز و بیشترین آن در عرض نوار 2 بدست آمد. این روند در ردیف های مرکز نیز مشاهده شد با این تفاوت که میزان کاهش آن بیشتر بود به طوری که عرض

نوار 5 با LER برابر 1/05 به شرایط کشت خالص نزدیک گردید.

اظهار شده است که وقتی بقولات در کنار غلات بصورت کشت مخلوط قرار می‌گیرند، بدلیل اثر مکملی جزء بقولات جهت تثبیت مقدار بیشتری از نیتروژن تحریک می‌گردد و در نتیجه تعداد گره فعال و تشکیل آنها افزایش می‌یابد(Banik et al., 2006). همچنین هایبچ و همکاران (Hiebsch et al., 1995) گزارش کردند در کشت مخلوط ذرت- سویا میزان LER بین 1/1 تا 1/4 در ترکیب‌های مختلف بود و علت افزایش آن را کمتر بودن علف هرز در کشت مخلوط و استفاده بهتر از منابع ذکر نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش بیانگر بهبود عملکرد ماده خشک در کشت مخلوط در ردیف های حاشیه بود و از این نظر عرض نوار 2 و 3 نسبت به کشت خالص و بقیه تیمارها برتری نشان دادند. در واقع در این آزمایش کشت مخلوط نواری ذرت – لوبیا حداکثر تا عرض نوار3 نتایج مثبتی را نشان داد و افزایش بیشتر عرض نوار منجر به نزدیک شدن شرایط به سمت کشت خالص شد. همچنین سیستم کشت مخلوط جهت سرکوبی علف های هرز و افزایش بهره‌وری سیستم (LER) سودمند بود و عرض نوار2 بالاترین نسبت برابری زمین را در هردو شرایط علف هرزی و بدون علف هرزی نشان داد. در تمام صفات مورد بررسی، کشت مخلوط اثر بیشتری بر ذرت نسبت به لوبیا داشت که این نشان دهندهٔ تأثیر مثبت لوبیا بر ذرت می‌باشد. در واقع در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیری از منابع به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوپی تلف شده و یا توسط علف های هرز مصرف می‌شوند ولی در شرایط کشت مخلوط نیچ گیاهان توسط یکدیگر تکمیل شده و فضای خالی کمتری جهت علف های هرز باقی می‌ماند. از آنجا که این آزمایش در سیستم کم نهاده اجرا شد بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط یکی از راهکارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف یا بدون مصرف نهاده‌های خارجی است که در بلند مدت منجر به کاهش یا عدم وابستگی سیستم‌های زراعی به انرژی‌های فسیلی و افزایش پایداری آنها می‌شود.

منابع

1- Aerts, R. 1999. Interspecific competition in natural plant communities: Mechanisms, trade-offs and plant–soil feedbacks. Journal Experimental Botany 50: 29–37.
2- Akuda, E.M. 2001. Intercropping and population density effects on yield component, seed quality and photosynthesis of sorghum and soybean. The Journal Food Technology (Africa) 6(3):170–172.
3- Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., and Miller, F.A. 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. Grass and Forage Science 53: 301-317.
4- Banik , P., Midya, A. Sarkar, B. K., and Ghose, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: advantages and smothering. European Journal Agronomy 24: 324-332.
5- Baumann.D.T., Bastiaans, L., and Kropff, M. 2003. Intercropping system optimization for yield, quality and weed suppression combining mechanic and descriptive models. Agronomy Journal 94: 734-742
6- Callaway, R.M. 1998. Facilitation in plant communities. p. 623–648. In: F.I. Pugnaire and F. Valladares (ed.) Handbook of Functional Plant Ecology. Marcel Dekker, New York.
7- Chen, C.,Westcott, M., Neill, K., Wichmann, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. Agronomy Journal 96: 1730–1738.
8- Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea–barley intercropping. Field Crops Research 70:101–109.
9- Hiebsch, C., Teiokagho, F. Chirembo, A. M., and Gerdner, F. P. 1995. Plant density and soybean maturity in soybean-maize intercropping. Agronomy Journal 87: 965-989
10- Hossienpanahi, F. 2008. Evaluation of yield and yield components in the corn and potato intercropping. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
11- Jahansooz, M.R., Yunusa, I.A.M., Coventry, D.R., Palmer, A.R., and Eamus, D. 2007. Radiation- and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. European Journal Agronomy 26: 275–282.
12- Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N_2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea–barley intercrops. Plant and Soil 182(1): 25–38.
13- Kallu, B.A., and Erhabor, P.O. 1990. Barley, lentil and flax yield under different intercropping systems. Agronomy Journal 82: 1066–1068.
14- Li, L., Yang, S.C. Li, X.L. Zhang, F.S., and Christie. P. 1999. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. Plant and Soil 212(2): 105–114.
15- Makinde, E. A., Ayoola, O. T., and Makinde, E. A. 2009. Intercropping leafy greens and maize on weed infestation, crop development, and yield. International Journal Vegetable Science 15: 402–411.

16- Morris, R.A., and Garrity, D.P. 1993. Resource capture and utilization in intercropping: Non-nitrogen nutrient. Field Crops Research 34: 319–334.
17- Odhiambo, G.D., and Ariga, E.S. 2001. Effect of intercropping maize and beans on *Striga* incidence and grain yield. Seventh Eastern and Southern Africa Reigenal Maize Conference. pp. 183-186
18- Ofori, F., and Stern, W.R. 1987. Cereal–legume intercropping systems. Advance in Agronomy 41: 41–90.
19- Olasantan, F.O.E, Lucas, E.O., and Ezumah, H.C. 1994. Effects of intercropping and fertilizer application on weed control and performance of cassava and maize. Field Crops Research 39:63-69
20- Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture Ecosystems Environment 109: 48–58.
21- Rezvan-Bidokhti, S. 2004. Comparison to compounds of intercropping in corn and bean intercropping. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
22- Rostami, L., Mondani, F., Khuramdel, S., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Effect of various corn and bean intercropping densities on weed populations. Weed Research Journal 1(2): 37-51. (In Persian with English Summary).
23- Sanjani, S. 2007. The investigation seed yield and weed control in additive intercropping of cowpea and grain sorghum in limited irrigation condition. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran. Iran. 143p. (In Persian with English Summary).
24- Schippers, P., and Kropff, M.J. 2001. Competition for light and nitrogen among grassland species: a simulation analysis. Functional Ecology 15:155-164.
25- Thobatsi, T. 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in a intercropping system. MSc Thesis. University of Pretoria. 149 p.
26- 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.
27- Walker, S., and Ogindo, H.O. 2003. The water budget of rainfed maize and bean intercrop. Physiology Chemistry Earth 28:919–926.
28- Wall, G.J., Pringle, E.A., and Sheaed, R.W. 1991. Intercropping red-clover with silage corn for soil erosion control. Canadian Journal Plant Science 71: 137-145.
29- Weil, R.R., and Mc Fadden, M.E. 1991. Fertility and weed stress effects on performance of maize/soybean intercrop. Agronomy Journal 83: 717-721.
30- West, T.D., and Griffith, D.R. 1992. Effect of strip intercropping corn and soybean on yield and profit. Journal Production Agriculture 5:107–110.
31- Xin, N.Q., and Tong, P.Y. 1986. Multiple cropping systems and its development orientation in China (a review). Science Agriculture Sinica 4:88–92.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 244-236

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 236-244

اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.)

مجتبی میرآخوری[1*]، فرزاد پاک نژاد[2]، محمد رضا اردکانی[3]، فواد مرادی[4]، پریسا ناظری[1] و محمد نصری[5]

تاریخ دریافت: 88/10/10
تاریخ پذیرش: 89/9/10

چکیده

به منظور بررسی اثر متانول بر رشد و نمو و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L. var. L 17)، آزمایشی با استفاده از طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی 87-1386 در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد کرج اجرا شد. در این آزمایش تیمار شاهد (M0 ، بدون مصرف متانول) و محلولهای 7(M1) ، 14(M2)، 21 (M3)، 28(M4) و35 (M5) درصد حجمی، سه بار در فصل رشد با فواصل 15 روز یکبار بر روی قسمتهای هوایی بوته های سویا محلول پاشی شدند. صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک کل بوته، درصد روغن و پروتین دانه، بیوماس کل و اجزای عملکرد بود. نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی دار وجود داشت. مقایسه میانگین خصوصیات مورد بررسی نشان داد که اثر سطوح محلول‌های 14 (M2) و 21 (M3)درصد حجمی متانول بر صفات مورد ارزیابی بیشتر از سایر تیمارها بود و کاربرد متانول در تیمارهای 14 و21 درصد حجمی به ترتیب موجب 16/8درصد و 40/2 درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد، ارتفاع، وزن هزار دانه، تعداد غلاف پر شده، سطح برگ و بیوماس گردید.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، گیاه زراعی، گیاه سه کربنه

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی ازگیاهان زراعی قدیمی و بومی شرق آسیا است که حداقل از 2800 سال قبل از میلاد در چین کشت می‌شده و تقریبا 50 درصد از تولید دانه های روغنی جهان را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر توجه جهان به کشاورزی نوین وبکارگیری علوم و فنون جدید برای به حداقل رساندن خسارت منابع و حداکثر بهره برداری از آن مطرح است، در این حال استفاده از تنظیم کننده های رشد جهت بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش تولید آنها محققین زیادی را به سمت خود جلب کرده است (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007). اولین شرط جهت دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، تولید ماده خشک زیاد است، زیرا حدود 90 درصد وزن خشک گیاهان ناشی از آسیمیلاسیون دی اکسید کربن طی فتوسنتز است. در نتیجه افزایش سرعت تثبیت برای بالا بردن ظرفیت تولید گیاهان زراعی می‌تواند مفید باشد (Hanson & Roje 2001 ؛ Makhdum et al., 2002). درسالهای اخیر تحقیقات زیادی روی موادی نظیر متانول، بوتانول، گلیسین، آسپارتات در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه شده است و مورد توجه محققین قرار گرفته است. (Ramberget et al., 2002؛ Petridou et al., 2001) . برخی تحقیقات سالهای اخیر نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان سه کربنه با محلول پاشی متانول افزایش پیدا می کند و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان محسوب می‌شود. بطور کلی از جمله نقش‌های که این مواد دارند، جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری اشاره کرد (Ramberget et al., 2002 ؛ Downie et al., 2004). در بین این ترکیبات، متانول ماده‌ای کاملاً شناخته شده برای گیاهان می‌باشد، زیرا این ماده یکی از ساده‌ترین فراورده‌های گیاهی بوده که توسط اکثر گیاهان خصوصاً طی مراحل اولیه بزرگ شدن برگ‌ها در اثر دمتیلاسیون پکتین، تولید و به محیط اطراف آنها انتشار می‌یابد (Galbally, ؛ Benson &Fall, 1996 Kirstine &2002) . این ترکیب آلی فرار از طریق روزنه‌های برگ‌ها خارج می شود و بطور قطع می‌توان گفت که بافت‌های گیاهی آن را متابولیزه می‌کنند (Aubert & Gout, 2000) . متانول دارای کربن نشاندار 14 پس از محلول پاشی روی سطح گیاهان سریعاً وارد

1، 2، 3، 4 و 5 - به ترتیب کارشناس ارشد زراعت (عضو باشگاه پژوهشگران جوان)، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، استاد موسسه بیوتکنولوژی کرج و استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.
(*- نویسنده مسئول: Email: MOJTABA.MIRAKHORI@yahoo.com)

بافت‌های آنها شده و پس از تأثیر گذاشتن برمتابولسیم گیاه،کربن مذکور در ساختار اسید آمینه سرین یافت می گردد (Gout2000 & Aubert) . گلایسن در بهبود مقاومت به تنش دارای نقش موثری است که به مقدار کم مخلوط با متانول در محلول پاشی کصرف می گردد . نقش محافظتی گلایسین فقط به تنش محافظتی اسمزی آن خلاصه نشده است بلکه این ماده در دیگر اثرات فیزیولوژیکی موثر در پاسخ به تنش‌های گیاهان مطرح است (Kishitani et al., 2000). برای اولین بار در اوایل دوره 90 میلادی گزارش شد که کاربرد محلولهای متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آنها می شود (Nonomura & Benson, 1992). طی بررسی‌های انجام شده توسط نانومیورا و بنسون (Nonomura & Benson, 1992) محلول‌پاشی متانول در گیاهان سه کربنه می‌تواند سبب افزایش عملکرد در این گیاهان شود. با توجه به اینکه 25درصد از کربن گیاه صرف تنفس نوری می‌شود با استفاده از محلول‌پاشی متانول می‌توان مقدار تنفس نوری را به حداقل رساند (Lawlor et al.,1987). علت این امر جذب متانول در گیاه و متابولیزه شدن سریع آن به دی اکسید کربن در بافت گیاهی بوده است که ناشی از کوچکی مولکول‌های متانول نسبت به دی اکسید کربن است (Goutal et al., 2000). در گیاهانی که با تنش خشکی مواجه هستند محلول پاشی متانول سبب جلوگیری از کاهش بیوماس در آنها می‌شود (Rajala et al., 1998). متانول به عنوان یک منبع کربن می تواند در افزایش فتوسنتز در گلخانه ها نیز بسیار مفید باشد. همچنین محلول پاشی با این ماده باعث استفاده کمتر از قارچ کشها برای کنترل بادزدگی و زنگ شود (Heins et al., 1980). محلول پاشی متانول باعث خنک شدن برگ در هوای گرم ظهر می‌شود. محلول پاشی متانول بر روی بادام زمینی(*Arachis hypogaea* L.) نشان داد محلول‌پاشی با 20 درصد حجمی متانول سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، سرعت رشد غلاف، راندمان مصرف تششع، افزایش عملکرد غلاف و دانه، افزایش وزن هزار دانه، افزایش تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین در دانه‌ی بادام زمینی شده است (Safarazade Vishgahi et al., 2005). طبق گزارشات نانومیورا و بنسون (Nonomura & Benson, 1992) محلول‌پاشی 10 تا 50 درصد متانول سبب افزایش عملکرد و رشد در گیاه می‌شود. این دو محقق علت این افزایش عملکرد را به کاهش میزان تنفس نوری و همچنین افزایش مقدار آماس سلولی بافت گیاهی مربوط دانستند. همچنین محلول‌پاشی متانول بطور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سایتوکینین باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌گردد Ivanova et al., 2001). همچنین محلول‌پاشی با غلظت 30 درصد باعث افزایش 12 تا 30 درصد میزان عملکرد در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) نسبت به شاهد شده است (Zbiec et al., 2003). طبق گزارشات ایوانوا و همکاران (Ivanova et al., 2000) محلول‌پاشی متانول باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به میزان 50درصد در گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) و چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) شده است . محلول‌پاشی متانول همچنین باعث تأخیر پیری در برگ‌ها با تأثیر بر روی اتیلن می‌شود که این امر می‌تواند سبب طولانی شدن دوره‌ی فعال فتوسنتزی گیاه شود (Heins et al.,1980). طبق گزارشات کازینز (Cossins, 1964) پس از محلول پاشی متانول برای جذب بهتر آن توسط برگ به ساعاتی تاریکی مطلق نیاز است. همچنین محلول‌پاشی متانول سبب افزایش 16 تا 22درصد عملکرد در سویا می‌شود که علت این افزایش عملکرد، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله‌ی رشد زایشی با افزایش مقدار دی اکسید کربن است (Gay et al., 1980). نتایج تحقیقات جوشی و جاگموند (Joshi & Jagmohan, 1996) روی سویا نشان داده است که تیمار متانول نسبت به دیگر مواد غذایی اضافه شده اثر بسیار مفیدتری دارد. طبق گزارشات اندره و همکاران (Andres et al .,1990)محلول پاشی با متانول می تواند سبب افزایش آنزیم FBPase که یکی از آنزیم‌های مهم کنترل کننده ی فتوسنتز است گردد. همینگ (Hemming et. al., 1995) گزارش دادند محلول پاشی متانول سبب افزایش کارائی تبدیل کربن می شود. در گیاهان چهار کربنه به علت متفاوت بودن ساختار درونی برگ و غنی‌سازی دی اکسید کربن در سلول مزوفیل افزایش دی اکسید کربن از طریق محلول‌پاشی متانول اثر زیادی در عملکرد نداشته است. برخی از بررسی هایی که تاکنون در زمینه اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفته است، نشان داده اند که مصرف تیمارهای متانول در بوته‌هایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افزایش بیوماس آنها می‌گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آنها را کاهش می دهد (Nonomura & Benson, 1992 ؛ Ramberget et al., 2002 ؛ Podsia & Zbiec, 2003 ؛ Ramirez et al., 2006) . این موضوع در گیاهان زراعی نیز مشاهده گردیده است (Makhdum et al., 2002). عملکرد دانه، وزن دانه‌ها و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، بطور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، نتایج این تحقیق نشان داد که محلول پاشی متانول 25 درصد حجمی، بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا داشت (Li & Siyumbano, 1995). افزایش قابل ملاحظه‌ی رشد گندم (*Tiriticum aestivum* L.)، تربچه (*Raphanus sativus* L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.)، بادام

زمینی (*Arachis hypogaea* L.) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) نیز پس از محلول پاشی متانول بر روی آنها گزارش شده است (Ramirez et al., 2006). بطور کلی متانول ترکیبی تاثیر گذار در متابولیسم گیاهان از قبیل تنظیم سرعت متابولیکی مواد در گیاه و نسخه برداری ژن‌ها و افزایش فعالیت فتوسنتزی و افزایش رشد و در نهایت کاهش تنفس نوری می باشد (Downie et al., 2004). بایستی خاطر نشان کرد که نحوه وزمان مصرف این ماده در مزرعه بسیار مهم است (Nemecek-Marshall et al., 1996). در نتیجه این تحقیق با هدف بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سویا به تنش خشکی و محلول پاشی متانول به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه جهت بررسی اثر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد یکی از لاین‌های سویا (L17) در سال زراعی87-1386 کرج (ماهدشت) واقع در 35درجه و 45 دقیقه عرض شمالی و 51درجه و 6 دقیقه طول شرقی به ارتفاع 1313 متر از سطح دریا، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاداسلامی کرج به مرحله اجرا در آمد. آزمایش بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و شش تیمار شامل یک تیمار شاهد (M0) بدون مصرف متانول و محلول-های (M1) 7، (M2)14، (M3)21، (M4) 28 و (M5) 35درصد حجمی متانول استفاده شد. به هر یک از محلول های مورد استفاده مقدار دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. محلول پاشی بوته‌ها سه بار در طی فصل رشد و به فاصله 15روز نسبت به یکدیگر انجام گرفت. اولین محلول پاشی در بیست و پنج تیرماه به فاصله 60 روز پس از کاشت و محلول پاشی های دیگر در 75 و 90 روز پس از کاشت انجام شد. نحوه محلول پاشی به این صورت انجام گرفت که بر روی تمام قسمت‌های بوته سویا قطرات محلول جاری شد، بطوریکه اندام-های هوایی خیس شدند. برای انجام محلول پاشی از سم پاش موتوری پشتی استفاده شد که دارای حجمی حدود دوازده لیتر بود و سعی شد تا نازل سم پاش در ارتفاع 40 سانتی متری بالای بوته ها قرار داده شود زمان محلول پاشی در ساعت 20-16 در روزهای تعیین شده فوق الذکرانجام شد. هر کرت شامل شش خط کاشت بطول پنج متر که فاصله ردیف‌ها 60 سانتی متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ده سانتی متر بودند. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌ها دو ردیف بصورت کاشته نشده گذاشته شد. تهیه زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بودند. پس از آماده نمودن زمین بر اساس نتایج تجزیه خاک (عمق30- 0 سانتی متر) به مقدار پنجاه کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و شست کیلوگرم کود اوره در یک مرحله ودر زمان قبل از کاشت مصرف شد. بذرهای سویا ضد عفونی شده، در نیمه اول اردیبهشت ماه بطور دستی در عمق پمج سانتی متری کشت شدند. در محل کاشت دو الی سه بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن بذر در مرحله ی سه برگی بر اساس تراکم 15تا20 بوته در متر مربع تنک گردید. کلیه کرت‌ها در نیمه اول مهر ماه برداشت شدند. عملکرد دانه و عملکرد قسمت‌ها ی هوایی، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد غلاف تک بوته، تعداد غلاف نارس، ارتفاع گیاه و قطر ساقه تمام کرتهای آزمایشی اندازه گیری شدند. به منظور ارزیابی عملکرد دانه و شاخص برداشت وزن هزار دانه در سطحی معادل سه متر مربع در نظر گرفته شد و برای تعیین صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع، تعداد غلاف پر و تعداد شاخه های فرعی ده بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. بعد از تعیین عملکرد و اجزای ان بخشی از محصول به منظور اندازگیری مقدار روغن و پروتئین دانه مورد بررسی قرار گرفت.استخراج روغن به روش سوکسله و مقدار پروتئین به روش کجلدال انجام پذیرفت. تجزیه واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به روش LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

نتایج تجزیه واریانس(جدول1) نشان داد که اثر تیمارهای مختلف متانول بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی، بیوماس کل، تعدادغلاف رسیده، عملکرد روغن وپروتئین دانه، شاخص برداشت در سطح 5درصد اثر معنی داری داشته در صورتیکه بر سایر صفات از جمله مقدار روغن و پروتین دانه اثر معنی داری ندارد. نتایج بدست آمده نشان داد که عملکرد دانه تیمارهای 14و21 درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین 1754 و 2108 کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار بوده وکاربرد متانول در تیمارهای 14 ،21 درصد حجمی به ترتیب موجب 16/8درصد و 40/40 درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شده است . نکته قابل توجه این است که با افزایش مقدار متانول از 28 تا 35 درصد حجمی متانول عملکرد دانه کاهش پیدا کرد، بطوری که عملکرد آنها حتی از شاهد هم کمتر بود که احتمالاً به دلیل اثر سمی منفی متانول در غلظت های بالای مصرف متانول بوده در نتیجه که موجب کاهش تعداد غلاف پر، ارتفاع و تعداد شاخه فرعی گردیده که در نهایت منجر به افزایش عمکرد دانه شد. به نظر می رسد افزایش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از افزایش سرعت رشد غلاف، وزن هزار دانه، افزایش تعداد غلاف در بوته ، تعداد شاخه فرعی در گیاه سویا بوده است. لی و سیمبا نو (Li & Siyumbano,1995) نیز بیان نمودند که عملکرد دانه، وزن دانه و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، بطور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت و محلول پاشی متانول

25 درصد حجمی بیشترین اثر را بـر رشـد و افـزایش عملکـرد سـویا داشت. این نتایج با نتایج دیگر محققان (Safarazade Vishgahi et al., 2005 ؛ Obendorf et al., 1990 ؛ Ramirez et al., 2006) نیز مطابقت دارد. نتایج تجزیه واریانس (جدول1) نشان داد که محلول پاشی متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال 5 درصد تأثیر معنی‌داری دارد، البته تیمارهای 7 و 14و 21 درصد حجمی متانول دارای ارتفـاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها بودند ولی از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. تیمـار 35 درصـد حجمـی متـانول دارای کمترین ارتفاع ساقه اصلی در میان تیمارهای مورد بررسی بود. طی آزمایشی که بر روی بادام زمینی انجام شده نتایج مشابهی بدست آمده است، طبق نتایج صفرزاده ویشـگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) بیشترین ارتفاع بوته در تیمار 30 درصد حجمی متانول مشاهده شد. مقایسه میانگین تعـداد شـاخه فرعی گیاه نشان داد بیشترین میانگین مربوط به تیمار 7 و 14و 21 درصد حجمی متانول می‌باشد که تیمار 14درصد حجمـی بـا داشـتن میانگین3/ 18دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود.ایـن تیمارهـا بـا تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری دارند. با افزایش مصرف متانول تا سطح 21درصدحجمی افزایش تعداد شاخه فرعـی مشـاهده شد، ولی پس از ان در تیمارهـای 27درصـد و35درصـد حجمـی بـا کاهش مواجه گردید که حتی کمتر از تیمار شاهد بودند. با توجـه بـه نتایج بدست آمده این تیمارها دارای ارتفاع ساقه و بیومـاس کمتـری بودند و کاهش این دو صفت می تواند برکاهش تعداد شـاخه فرعـی تأثیر گذار باشد. تیمارهای مورد بررسی از نظر بیوماس تفاوت معنـی داری با یکدیگر داشتند بطوری که بیشترین بیوماس مربوط بـه سـه تیمار 14و 21 و 28 درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین 6320 و 6893 و 7773 کیلوگرم در هکتار بودند که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد وسایر تیمارها داشتند. افزایش بیوماس احتمالاً بـه دلیـل افزایش سطح برگ و مقدار کلروفیل بوده است و اندازگیری‌های سطح برگ و کلروفیل بعد از محلول‌پاشی سوم که در راستای همین طـرح انجام گرفت ، مبین این موضوع می باشد (نتـایج نشـان داده نشـده است). نتایج بدست آمده با نتایج صفرزاده ویشـگاهی و نورمحمـدی مجیدی که اعلام نمود محلول پاشی متانول باعث افـزایش بیومـاس گیاه بادام زمینی در تیمارهای 20 درصد و 30 درصد حجمی متـانول می‌شود، مطابقت دارد. برخی از بررسی هایی که تاکنون در زمینه اثر مثبت محلول پاشی متانول بر رشد و عملکرد گیاهان صورت گرفتـه است، نشان داده‌اند که مصرف تیمارهـای متـانول در بوتـه هـایی از گیاهان زراعی که دارای کمبود آب هستند، باعث افزایش بیوماس آنها می‌گردد در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کـافی بـا متانول، بیوماس آنها را کاهش می‌دهـد (Nonomura & Benson, 1992؛ Ramberget et al., 2002؛ Zbiec & Podsia, 2003 ؛ Ramirez et al., 2006). این موضوع نشان می‌دهد که متانول مـی توانـد بـر آسیمیلاسـیون دی اکسـید کـربن در گیـاه اثـر گـذارد (Theodoridou & Kotzabasis ؛ Ramberget et al., 2002 ؛ Downie et al., 2004). افزایش رشد بوجـود آمـده در اثـر محلول پاشی متـانول در گوجـه فرنگـی، 50 درصـد، تـوت فرنگـی (*Fragaria vesca* L.) 60 درصد، پنبـه 50 درصـد (*Gossypium herbaceum* L.) و هندوانـه 36 درصـد (*Citrullus vulgaris* Thunb.) گـزارش شـده اسـت (Nonomura & Benson, 1992). نتایج تجزیه واریانس (جدول1) و مقایسه میانگین (جدول2) شـاخص برداشت نشان داد تیمارهای مختلف با یکدیگر از نظر آماری تفـاوت معنی داری داشته‌اند. بطوری که بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار 7درصد حجمی متانول و کمترین آن مربوط به تیمار 35 درصد حجمی متانول بود. تیمارهای 7درصد و 14درصد و 21درصد حجمی متانول در یک گروه آماری قرار گرفتند ولـی خـود ایـن تیمارهـا بـا یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. باتوجه بـه نتـایج بدسـت آمـده، مشخص است که تیمارهای ذکر شده دارای عملکرد دانه و بیومـاس بیشتری بودند و افزایش این دو صفت مـی‌توانـد برافـزایش شـاخص برداشت تأثیر گذار باشد، بطوری که با افزایش عملکرد دانـه صـورت کسر افزایش یافته که باعث افزایش شاخص برداشت میشود که نشان می‌دهد گیاه پس از محلول پاشی توانسته است که سهم بیشـتری از تولیدات خود را صرف تولید دانه کند . این نتایج بدست امده با نتـایج مادهیان و همکاران (Madhaiyan et. al., 2006) نیز مطابقت دارد. تعداد غلاف رسیده گیاه سویا نیز از نظر آماری تفاوت معنی داری بـا یکدیگر داشتند بطوری که تیمارهای 21درصد و 14درصـد 7درصـد دارای بهترین وضعیت بودند و بیشترین تعدادغلاف رسیده مربوط بـه تیمار 21درصد حجمی متانول بـا میـانگینی حـدود2 / 68 بـوده کـه احتمالاً به علت داشتن سرعت رشد غلاف و همچنـین سـرعت رشـد محصول بالاتر نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی بوده اسـت. بـا افزایش مصرف متانول تا سطح 21درصد حجمی افزایش تعداد غلاف رسیده مشاهده شد، ولی پس از آن در تیمارهای 28درصد و 35درصد حجمی با کاهش تعداد غلاف رسیده مواجه گردید که حتـی کمتـر از تیمار شاهد بودند. محققیـن دیگـر نیـز نتـایج مشـابهی را گـزارش نموده‌اند (Zbiec & Podsia, 2003؛ Li & Siyumbano, 1995) . مقدار پروتئین دانه تفاوت معنـی داری بـا یکـدیگر نداشـتند و تمـام تیمارهای مورد بررسی در یک گروه آمـاری قـرار گرفتنـد و متـانول تـأثیری بـر روی پـروتین دانـه بوتـه‌هـای سـویا نـدارد . البتـه تیمارهای7درصد و 14درصـدو 21درصـد حجمـی متـانول بیشـترین پروتئین دانه را در بین تیمارها دارا بودند اما اختلاف این تیمارهـا بـا سایر تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبودند. نتایج بدست آمده بر خلاف نتـایج صـفرزاده ویشـگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) مـی‌باشـد کـه اعـلام نمـود محلول پاشی متانول باعـث افـزایش درصـد پـروتئین بـادام زمینـی

(*Arachid hypogea* L.) مـی‌شـود. همچنـین مقایسـه میـانگین (جدول2) درصد روغن دانه نشان داد که محلول پاشی متانول تفاوت معنی داری بین این صفت وجـود نـدارد و همگـی تیمارهـای مـورد بررسی در یک گروه آماری قرار گرفتند و متانول هیچ تأثیری بر روی درصد روغن دانه ندارد . کـه ایـن نتـایج بدسـت آمـده بـا صـفرزاده ویشـگاهی (Safarazade Vishgahi & Nourmohammadi Magidi, 2007) مطابقت دارد. همچنین مقایسه میـانگین عملکـرد روغن و پروتئین (جدول2) نشان داد که محلول پاشی متانول تفـاوت معنی داری در سطح احتمال 5 درصد بـین تیمارهـای مـورد بررسـی وجود دارد بطوری که تیمارهای 14درصد و21درصد حجمی متـانول دارای بیشترین مقدار عملکردپروتئین و روغن بوده و با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری داشته اسـت . بـا توجه به عدم معنی داری درصد پروتئین و روغن، تأثیر متانول بر روی عملکرد دانه را می توان یکی از علل تأثیر گذار در عملکرد پروتئین و روغن بیـان نمـود (Johnson & Tanaka, 2002 ؛ Laurence & Gibbons ,1976؛ Hafez, 1983) .

نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد دانـه، تعـداد شـاخه فرعـی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف پرشده، سطح برگ و بالاخره بیوماس تحـت تیمارهای متانول قرار گرفتند. محلول پاشی گیاه سویا با غلظت‌هـای 14 و 21درصد حجمی متانول باعـث افـزایش چشـمگیری درمیـزان عملکرد دانه تولید شده در هکتار و همچنـین اجـزای عملکردگردیـد. غلظت 28درصد حجمی و بالاتر در این آزمایش موجب گیاه‌سوزی و کاهش عملکرد دانه گردید، لذا مصرف این ماده در این غلظت‌ها برای گیاه سویا توصیه نمی شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و بخش فیزیولوژی مؤسسه بیوتکنولوژی کشاورزی کـرج انجـام شـد. بـدین وسیله از زحمات آقایان دکتر فرزاد پاکنژاد، دکتـر تـاج دینـی، دکتـر محمد رضا اردکانی، دکتر فؤاد مرادی، دکتر محمد نصـری، مهنـدس یاسر ریحانی و همچنین از زحمات خانم مهندس پریسا ناظری تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

جدول۱- تجزیه واریانس ا ثر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

yield and yield components of soybean . Table 1. Analysis of variance for the effect of methanol on

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن هزار دانه 1000 seed weight	بیوماس کل Total biomass	تعداد شاخه فرعی در هر بوته Number of branch	شاخص برداشت درصد HI	تعدادغلاف پر در بوته Number of filled pod per plant	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتین Protein content	درصد روغن Oil content	عملکرد پروتین Yield protein	عملکرد روغن Yield oil
Rep	تکرار	2	98.8ns	5589228*	1.98ns	155*	401*	71.9*	1174.08 ns	0.22ns	8.8ns	573.9ns	ns 371
Methaonl	متانول	5	227.6 ns	3383619*	5.18*	66.2*	309**	161.02*	199832.1*	2.03ns	1.06ns	3827.6*	15171*
Error	خطا	10	91.9	625825	1.3	14.2	30	21.1	23960	2.4	5.1	940	33331.5
٪CV		_	8.3	12.8	6.9	13.4	10	7.2	9.2	4.5	9.9	10.5	10.8

ns ,*,** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱درصد

ns,*,** Not Significant and Significant at 5٪ and 1٪ Levels of probability, respectively.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 1. Mean comparison effect of methanol on yield and yield components of soybean.

S.O.V	تیمار Treatment	درصد روغن Oil content	درصد پروتین Protein content	عملکرد دانه (kg/h) Grain Yield	ارتفاع (cm) Plant height	تعدادغلاف پر در بوته Number of filled pod per plant	شاخص برداشت درصد HI	تعداد شاخه فرعی در هر بوته Number of branch per plant	بیوماس کل (Kg/h) Total Biomass	وزن هزار دانه (g) 1000 Seed Weight	عملکرد پروتئین (kg/h) Yield protein	عملکرد روغن (Kg/h) Yield oil
M0	تیمار شاهد(بدون متانول) Control (without Methanol)	22.03 a*	34.2 a	1503.4bcd	62.82 a	52.66 bc	26.51bc	16 bc	5535.3 bc	108.7 b	508.5bc	282.6abc
M1	۷درصدحجمی متانول 7% Methanol	23.46 a	35.5 a	1733.1 bc	68.9 a	58.7 ab	34.8 a	17.3 ab	5011 c	111.8 b	494.9bc	301ab
M2	۱۴درصدحجمی متانول 14% Methanol	23.1 a	35.1 a	1754.3 b	68.8 a	60.8ab	29.6 abc	18.3 a	7773 a	114 b	585.6ab	321ab
M3	۲۱درصدحجمی متانول 21% Methanol	22.6 a	35.6 a	2108.1 a	68.8 a	68.2 a	31.5 ab	18.04 ab	6893.3 ab	132.4 a	648a	335.2
M4	۲۸درصدحجمی متانول 28% Methanol	22.4 a	34.5 a	1432.3 cd	63.7 a	45.8 dc	23.1 c	16.03 bc	6320 ab	113 b	508bc	268.2bc
M5	۳۵درصدحجمی متانول 35% Methanol	23.5 a	33.5 a	1455.2 d	49.9 b	40.5 dc	23.2 c	15.2 c	5173 c	111.4 b	451.2c	237.3
LSD	_	4.14	2.8	281	8.3	10	6.8	2.7	1439	17.4	107.5	55

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD دار اي اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی باشند.

*Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to LSD Test.

منابع

1- Andres, R., Lazaro, A., Hermoso, R., and Gorge, L.1990. Effect of alcohols on the association of photosynthetic FBPase to thylakoid membranes. Plant physiology 78: 409-413.
2- Cossins, E. 1964.The utilization of carbon-1-compounds by plants. Canadian Journal of Biochemistry 42:1793-1802.
3- Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of Arabidopsis thaliana to methanol stimulation. Phytochemistry 65: 2305-2316.
4- Fall, R., and Benson, A.A. 1996. Leaf methanol, the simplest natural product from plants.Trends in Plant Science 1: 296-301.
5- Faver, K.L., and Gerik, T.J. 1996. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) gas exchange and growth. Field Crops Research 47:227-234.
6- Galbally, E., and Kirstine, W. 2002. Production of methanol by flowers. Atmosphere 43(3): 195_223
7- Gay, S. 1980. Article physiological aspects of yield improvement in soybean. Agronomy Journal 72: 387-391.
8- Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., and Nonomura, A.R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Plant Physiology 123: 287-296.
9- Hafez, Y.D. 1983. Nutrient composition of different variation strains of soybean. Nutrition Report 28(6): 1197-1206.
10- Hanson, A.D., Roje, S. 2001. One-carbon metabolism in higher plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 52: 119-137.
11- Heins, R. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. Journal of the American Society for Horticultural Science 105 (1):141-144.
12- Hemming, D., and Criddle, R. 1995. Effects of methanol on plant respiration. Plant Physiology 146: 193-198.
13- Ivanova, E.G., Dornina, N.V., and Trotsenko, Y.A. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiology 70: 392-397.
14- Jag Mohan. 1996. Foliar Applied methanol and nitrogen for increased productivity on leguminous plant. Plant Physiology 45:197-209.
15- Johnson, A.M., and Tanaka, D. 2002. Oil Seed Crop. Agronomy Journal 94:231-240.
16- Jonson, H.W., Robinson, H.F., and Comstock, R.E. 1995. Genotypic and phenotypic correlation in soybean. Agronomy Journal 47: 477-483.
17- Kishitani, S., Takanami, T., Suzuki, M., Oikawa, M., Yokoi, S., Ishitani, M., Nakase, A.M.A., Laurence, R.C.N., and Gibbons, R.W. 1976. Changes in yield, protein, oil and maturity of groundnut cultivars with the application of sulphur fertilizers and fungicides. Agricultural Science 86: 245-250.
18- Lawlor, D. 1987. Photosynthesis: Metabolism, Control and Physiology. Longman, Harlow. 262 pp.
19- Li, Y., Gupta, J., and Siyumbano, A.K. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Plant Nutrition 18: 1875–1880.
20- Madhaiyan, T., Poonguzhali, S., Sundaram, S.P., and Sa, T. 2006. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylotrophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.*)* and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Environmental and Experimental Botany 57: 168-176.
21- Makhdum, M.I., Malik, M.N.A., Din, S.U., Ahmad, F., and Chaudhry, F.I. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science) 13: 37–43.
22- Mc Giffen, M., and Manthey, J.A. 1996. The role of methanol in promoting plant growth: a current evaluation. Horticultural Science 31:1092– 1096.
23- Nemecek, M., MacDonald, R.C, Franzen, J.J, Wojciechowski, C.L., and Fall, R. 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. Plant Physiology 108: 1359–1368.
24- Nonomura, A.M., Estero, E., and Ariz, L.P.1945. Methods and Compositions for Enhancing Carbon Fixation in Plants. United States Patent, PCT Publication, Number 55974. 400 pp.
25- Nonomura, A.M., and Benson, A.A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 89: 9794–9798.
26- Obendorf, R.L., Koch, J.L., Gorecki, R.J., Amable, R.A., and Aveni, M.T. 1990. Methanol accumulation in maturing seeds. Experimental Botany 41: 489-495.
27- Petridou, M., Voyiatzi, C., and Voyiatzis, D. 2001. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers. Postharvest Biology and Technology 23(1): 79-83.
28- Rajala, A., Karkkainen, J., Peltonen, J., and Peltonen-Sainio, P. 1998. Foliar application of alcohols failed to enhance growth and yield of C_3 crops. Industrial Crops and Products 7: 129-137.
29- Ramberg, H.A., Bradley, J.S.C., Olson, J.S.C., Nishio, J.N., Markwell, J., and Osterman, J.C. 2002. The role of

methanol in promoting plant growth: an update. Plant Biochemistry and Biotechnology 1:113-126.
30- Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A., and Pena-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of *Arabidopsis*, tobacco and tomato plants. Plant Growth Regulation 25: 30–44.
31- Safarazade Vishgahi, M.N., and Nourmohamadi Magidi, H. 2007. Effect of methanol on peanut function and yield components. Iranian Journal of Agricultural Sciences 103-88. (In Persian with English Summary).
32- Theodoridou, A., Dornemann, D., and Kotzabasis, K. 2002. Light-dependent induction of strongly increased microalgal growth by methanol. Biochimica et Biophysica Acta 1573: 189–198.
33- Zbiec, I., and Podsiad, C.O. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 6(1): 1-7.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 255-245

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 245-255

مطالعه اثر سطوح مختلف شوری و پرایمینگ بذر بر جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه دو گونه دارویی خانواده مرکبان

محمد کافی[1]، احسان عیشی رضایی[2*]، متین حقیقی خواه[3] و صادق قربانی [3]

تاریخ دریافت: 88/12/25
تاریخ پذیرش: 89/3/18

چکیده

شوری منابع آب و زمین‌های کشاورزی یکی مهمترین فاکتورهای محدودکننده تولید و تهدیدی برای تولید پایدار محصولات زراعی در ایران محسوب می‌شود. به منظور بررسی تأثیر آنتی اکسیدان‌های مختلف و سطوح مختلف شوری بر خصوصیات مربوط به جوانه زنی و گیاهچه ای دو گونه دارویی خار مقدس (*Cnicus benedictus* L.) و کاسنی (*Cichorium intybus* L.) مطالعه‌ای بصورت دو آزمایش جداگانه فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در سال 1388 در آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. فاکتور اول مورد مطالعه برای هر گیاه شامل نوع ماده پیش تیمار (آنتی اکسیدان) درچهار سطح (آب مقطر (شاهد)، اسید آسکوربیک با غلظت 40 میلی مولار، اسید جیبرلیک با غلظت 75 میلی‌گرم بر لیتر و اسید سالسیلیک با غلظت 1/5 میلی مولار) و فاکتور دوم، پنج سطح مختلف شوری برحسب هدایت الکتریکی ناشی از افزودن NaCl (شاهد، 5، 10، 15 و 20 دسی زیمنس بر متر) بود. براساس نتایج حاصله پیش تیمار با اسید سالسیلیک باعث بهبود خصوصیات جوانه زنی و گیاهچه‌ای گونه خار مقدس تحت شرایط شوری شد، ولی در مورد گونه کاسنی این بهبود در پیش تیمار با اسید جیبرلیک رخ داد. هر دو گونه مورد آزمایش در مرحله جوانه زنی تحمل مناسبی نسبت به شوری نشان دادند و در تیمار 20 دسی زیمنس بر متر حدود 60 درصد شاهد جوانه زنی داشتند. بررسی ارتباط بین سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه و ریشه چه نشان داد که همبستگی بالایی بین این صفات بخصوص در گونه کاسنی وجود دارد. بطور کلی می‌توان چنین بیان کرد که برای بهبود جوانه زنی تحت شرایط شوری پیش تیمار با اسید سالسیلیک در گونه خار مقدس و اسید جیبرلیک برای گونه کاسنی قابل توجیه است.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، پیش‌تیمار، سرعت جوانه‌زنی، گیاه دارویی

مقدمه

تنش‌های محیطی به ویژه تنش‌ها ی شوری و خشکی بیش از عوامل دیگر موجب کاهش تولیدات زراعی در سطح جهان می‌گردند (Shiri et al., 2009). خسارت شوری در گیاهان از طریق تأثیر بر جذب آب، اثر سمیت یون‌ها و اختلال در جذب عناصر غذایی می باشد (Anvari et al., 2009). جوانه زنی از مراحل مهم و اساسی در زندگی اکثر گیاهان می باشد و تحمل به شوری برای استقرار، جوانه زنی و سبز شدن گیاهانی که در خاک های شور رشد می کنند، اهمیت فوق العاده ای دارند (Hagighi & Milani, 2009). گیاهان دارویی از دیر زمان در طب سنتی جایگاه ویژه ای داشته اند، تاکنون از 350 هزار گونه گیاهی در جهان بیش از 30 هزار گونه تجزیه گردیده است و فقط نزدیک به 300 گونه از آنها که از 30 خانواده می‌باشند، به عنوان گیاه دارویی شناخته شده اند که از این تعداد حدود 60 گیاه در عملیات به زراعی و به نژادی وارد شده و به رقابت با محصولات دارویی صنعتی پرداخته اند (Safarnejad et al., 2007).

خار مقدس (*Cnicus benedictus* L.) گیاهی است یکساله از تیره مرکبان به ارتفاع 40 تا 60 سانتی متر و دارای طعم تلخ و بوی نامطبوع، ریشه کوچک، ساقه راست و زاویه دار و برگها بزرگ، متناوب، به رنگ سبز روشن با کناره های منقسم، دندانه دار و منتهی به یک خار نوک تیز است. برگ و سرشاخه های این گیاه دارای اثر تقویت کننده معده، تب بر، رفع خونریزی، مدر، تصفیه کننده تصفیه خون و نیرو دهنده سیستم عصبی است و در استعمال خارجی اثر التیام دهنده و رفع چرک زخم‌ها را دارد (Omid Beygi, 2005). کاسنی (*Cichorium intybus* L.) گیاهی پایا، علفی به ارتفاع 0/5 تا1/5 متر و دارای ریشه ای قوی و دراز به رنگ قهوه ای است. برگهای آن متناوب و پوشیده از تارهای فراوان در اطراف و گلبرگ‌های میانی

1، 2 و 3 - بترتیب استاد، دانشجوی دکترا و دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Low_kick98@yahoo.come)

است. این گیاه یک گیاه مدیترانه ای بوده و بومی اروپا می‌باشد (Norbek et al., 2002). گل کاسنی به عنوان ملین و افزاینده صفرا مورد استفاده قرار می گیرد. اشتهاآور، تسهیل کننده هضم، ملین ضعیف، تقویت کننده کبد و دستگاه گوارش، شستشو دهنده مجاری ادراری و مدر است و برای درمان نقرس و روماتیسم به کار می رود (Omid Beygi, 2005).

جوانه زنی فرآیند فیزیولوژیکی پیچیدای است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی محیطی قرار می‌گیرد (Foley & Fennimore, 1998). برخی مطالعات نشان داد که تنش شوری در کاهش جوانه زنی و تاخیر در سبز شدن در بذر گونه های چغندر قند، کلم و آمارانت مؤثر بود (Jamil et al., 2006). یکی از تغییرات بیوشیمیایی که در تنشهای محیطی اتفاق می افتد، تولید گونه های اکسیژن فعال (ROS)[1] نظیر رادیکال سوپر اکسید، پراکسید هیدروژن، رادیکالهای اکسیژن و رادیکالهای هیدروکسیل است (Cho & park, 2000). گیاه به سمیت زدایی گونه های اکسیژن فعال توسط تنظیم آنزیمهای آنتی اکسیدان (سوپراکسید دسموتاز، اسکوربیک پراکسیداز ، آنزیم‌های چرخه گلوتاتیون و غیره...) و تولید آنتی اکسیدان‌هایی با جرم مولکولی کم (اساسا فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، α- توکوفرول، اسکوربات، گلوتاتیون و ترکیبات پلی فنولیک) می‌پردازد (Nakano & Asada, 1981). کاهش درصد جوانه زنی در شرایط افزایش شوری می‌تواند به دلیل اثرات اسمزی و یا سمیت یون سدیم باشد (Duros & Magne, 2008). شوری با کاهش قابلیت دسترسی به آب یا تداخل با متابولیسم گیاه از جوانه‌زنی جلوگیری می‌کند (Khan & Ungar, 2001). افزایش شوری با ایجاد تنش اکسیداتیو باعث جلوگیری از جوانه زنی می‌شود (Amor et al., 2005).

مطالعات متعددی نقش مهم اسید سالسیلیک را در تعدیل پاسخ گیاه به تنش‌های غیر زنده گزارش کرده اند (Yalpani et al., 1994). اسید سالسیلیک به مقدار زیادی در تخفیف اثرات منفی تنش‌های شوری و اسمزی که ناشی از افزایش تولید اکسیژن‌های فعال بود، در طی فتوسنتز و جوانه زنی در آرابیدوپسیس مؤثر بود (Singh & Gautam, 2009). همچنین اسید سالسیلیک در غلظت 1/5 میلی مول در افزایش درصد جوانه زنی گوجه فرنگی مؤثر بود (Szepesi et al., 2005). پیش تیمار بذور گندم با اسید سالسیلیک باعث افزایش معنی دار در درصد و سرعت جوانه زنی گندم در شرایط تنش شوری می شود (Doulatabadian et al., 2005). تیمار گیاهچه های خردل با اسید سالسیلیک در بهبود مقاومت به تنش گرما مؤثر بود (Dat et al., 1998). در گیاه ذرت پیش تیماربذر با اسید سالسیلیک در القای تولید آنزیم های آنتی اکسیدان که باعث افزایش مقاومت به سرما شدند، تاثیر داشت (Janda et al., 1999). کاربرد اسید سالسیلیک در شرایط بدون تنش باعث کاهش جوانه زنی بذور خیار می شود (Canakci & Munzuroglu, 2007).

هورمون‌ها در ایجاد و کنترل جوانه زنی نقش کلیدی دارند، در میان هورمون‌ها نیز اسید جیبرلیک در القای جوانه زنی و خواب فیزیولوژیکی بذر نقش بارزی دارد (Nadjafi et al., 2006). تنش شوری باعث جلوگیری از بیان ژن های مسئول سنتز اسید جیبرلیک در بذر می‌شود (Kim & Park, 2008). تیمار بذور غلات با اسید جیبرلیک باعث بهبود جوانه زنی در شرایط شور می‌شود (Ashraf et al., 2008). کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت 75 (میلی گرم بر لیتر) باعث بیشترین مقاومت به شوری در گیاه خردل شد (Shah, 2007). در آزمایش دیگری بیشترین درصد جوانه زنی گونه دارویی آنغوزه در تیمار اسید جیبرلیک با غلظت 75 (میلی گرم بر لیتر) بدست آمد (Rajabian et al., 2007). کاربرد اسید جیبرلیک خارجی بر روی بذور تربچه باعث افزایش معنی دار در جوانه زنی و فعالیت‌های آنتی اکسیدانی بذر در زمان جوانه زنی می (Schopfer et al., 2001). کاربرد 500 (قسمت در میلیون) اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی دار درصد جوانه زنی گیاه کاکتوس (*Trichocereus terscheckii* L.) شد (Baes & Arechiga, 2007). اسکوربیک پراکسیداز یکی از مهمترین آنزیم هایی است که نقش مهمی در حذف سمیت پراکسید هیدروژن در سلول‌های گیاهی دارد (Foyer et al., 1993). اسید آسکوربیک با غلظت 40 میلی مولار باعث افزایش معنی دار جوانه زنی گونه های مختلف هالوفیت در شرایط شوری می شود (Khan et al., 2006). کاربرد ال- اسکوربیک اسید ممکن است در بهبود جوانه زنی توسط خنثی کردن رادیکالهای سوپر اکسید بیش از حد یا رادیکالهای منفرد اکسیژن مؤثر باشد (Khan et al., 2001).

هدف از این مطالعه بررسی اثر پیش تیمار آنتی اکسیدان های مختلف و هورمون اسید جیبرلیک بر خصوصیات مربوط به جوانه زنی گیاهان دارویی خار مقدس و کاسنی در سطوح مختلف شوری بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش برای تعیین خصوصیات جوانه زنی دو گونه دارویی خانواده مرکبان در آزمایشگاه گیاهان ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام گرفت. بذرهای دو گونه دارویی شامل، خار مقدس و کاسنی از باغ گیاهان داروئی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد که از سال قبل تولید شده بود، تهیه و تا شروع آزمایش در درون کیسه های پلاستیکی و در دمای معمول اتاق نگه داری شد. این مطالعه به صورت دو آزمایش همزمان برای هر گونه گیاه دارویی بصورت فاکتوریل 5×4 بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمار های اعمال شده برای هر آزمایش به ترتیب شامل: فاکتور اول نوع ماده پیش تیمار در چهار سطح (آب مقطر (شاهد)، اسید

1- Reactive Oxygen species

آسکوربیک با غلظت 40 میلی مولار، اسید جیبرلیک با غلظت 75 میلی گرم بر لیتر و اسید سالسیلیک با غلظت 1/5 میلی مولار) و فاکتور دوم، پنج سطح مختلف شوری برحسب هدایت الکتریکی ناشی کلرید سدیم شامل شاهد، 5، 10، 15 و 20 دسی زیمنس بر متر در چهار تکرار بود. تمامی آزمایش در دمای 18تا 20 درجه سانتیگراد و تاریکی انجام و بررسی جوانه زنی در پتری دیش های پلاستیکی با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره 1 صورت گرفت. قبل از شروع آزمایش پتری ها با استفاده از الکل ضد عفونی شده، در داخل هر پتری دیش 25 بذر قرار داده و محلول‌های شوری با اضافه کردن میزان مناسب NaCl به آب مقطر تهیه شد. بذور به مدت 24 در معرض پیش تیمارها قرار گرفته و سپس در معرض هوای آزاد خشک شدند. شمارش بذور جوانه زده، 24 ساعت پس از شروع آزمایش آغاز شده و هر روز در ساعت 10 صبح انجام گرفت. معیار جوانه زنی بذور، خروج ریشه چه و قابل رویت بودن آن (حداقل به طول 1 میلیمتر) در نظر گرفته می‌شد (Foley & Fennimore, 1998). فاکتور های طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه ها با استفاده از ترازوی حساس با دقت 0/0001 گرم اندازه‌گیری شد. اندازه گیری سرعت جوانه زنی بذور با استفاده از روش ماگویر (Maguire, 1962) و مطابق رابطه زیر صورت انجام گرفت:

$$Rs = \sum_{i=1} \frac{Si}{Di}$$

Rs: سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)

Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش

Di: تعداد روز تا شمارش n ام

برای تجزیه آماری داده های آزمایش و رسم نمودارها، از نرم افزارهای MSTAT-C، SAS 9.1 و MS Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) خار مقدس

بررسی نتایج تجزیه واریانس پیش تیمارهای اعمال شده بر بذور خار مقدس نشان از تأثیر معنی دار آنها بر درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه ($p\leq0/01$)، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه‌ها ($p\leq0/05$) داشت (جدول 1). بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی در تیمار سالسیلیک اسید بترتیب با میانگین‌های 60 درصد و 2/7 بذر در روز و کمترین میزان این فاکتورها تیمار شاهد بترتیب با میانگین‌های 34/4 درصد و 1/4 بذر در روز بدست آمد (جدول 2). اسید سالسیلیک یکی از مهمترین مواد تجمع یافته در شرایط تنش بخصوص در طی تنش شوری است که باعث افزایش مقاومت گیاه در مقابل اثرات سوء املاح شده و درصد و سرعت جوانه زنی را افزایش می‌دهد. اسید سالسیلیک به مقدار زیادی در تخفیف اثرات منفی تنش‌های شوری و اسمزی که ناشی از افزایش تولید اکسیژن‌های فعال بود، در طی فتوسنتز و جوانه زنی در آرابیدوپسیس مؤثر بود (Gautam, 2009 & Singh). اثر بیشتر پیش تیمار اسید سالسیلیک بر سایر صفات مورد مطالعه نسبت به سایر پیش تیمارها نیز مشهود بود. میانگین صفات طول ساقه‌چه و ریشه چه و وزن خشک گیاهچه‌ها در پیش تیمار اسید سالسیلیک بترتیب، 18/1، 45/8 میلیمتر و 54 میلی گرم بود (جدول 2). به نظر می رسد سرعت بالای جوانه زنی در تیمار اسید سالسیلیک می تواند باعث افزایش سرعت استفاده از مواد ذخیره ای در بذر شده و افزایش طول ساقه چه و ریشه چه را به دنبال داشته باشد. همچنین بررسی ارتباط بین سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه و ریشه چه نشان می‌دهد، طول ساقه چه و ریشه چه ارتباط مطلوبی با سرعت جوانه زنی دارند (اشکال 1 و 2). ولی در مورد وزن بالاتر گیاهچه‌ها در این پیش تیمار، از آنجایی که وزن کل گیاهچه ها در پتری دیش بیان شده لذا، درصد بالای جوانه زنی باعث بیشتر شدن وزن کل گیاهچه-های اندازه گیری شده در داخل واحدهای آزمایشی شده باشد. برخی مطالعات نقش مهم اسید سالسیلیک را در تعدیل پاسخ گیاه به تنش-های غیر زنده گزارش کرده اند (Yalpani et al., 1994; Doulatabadian et al., 2005). اعمال غلظت‌های مختلف شوری بر صفات درصد و سرعت جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه‌ها ($p\leq0/01$)، طول ساقه چه و ریشه چه ($p\leq0/05$) تأثیر معنی داری داشت (جدول 1). بطور کلی افزایش غلظت نمک باعث کاهش کلی در صفات مورد مطالعه شد (جدول 2). به نظر می رسد تأثیر منفی تنش شوری بر جذب آب بذر و تغییر در پتانسیل رادوکس باعث بدست آمدن این نتایج شده بود. شوری با کاهش قابلیت دسترسی به آب یا تداخل با متابولیسم گیاه از جوانه زنی جلوگیری می کند (Khan & Ungar, 2001). تنش شوری باعث جلوگیری از بیان ژن های مسئول سنتز اسید جیبرلیک در بذر می شود (Kim & Park, 2008).

اثر متقابل بین پیش تیمارهای اعمال شده و سطوح مختلف شوری نشان می دهد که این اثرات بر صفات درصد و سرعت جوانه زنی معنی دار بود ($p\leq0/05$). روند کلی تغییرات در مورد صفات جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه ای نشان از برتری تیمار اسید سالسیلیک بر سایر تیمار ها داشت و پیش تیمار بذور با هورمون جیبرلیک در مرتبه بعدی قرار داشت. در شوری 20 دسی زیمنس بر متر پیش تیمار با اسید آسکوربیک باعث کاهش صفات مورد مطالعه نسبت به شاهد شد (اشکال 3 و 4).

به نظر می رسد، اسید سالسیلیک بعنوان یکی از ترکیبات سازگار به تنش و دارای نقش محوری در پیام رسانی سلولی باعث تحمل بهتر تنش شوری می‌شود. پیش تیمار بذور گندم با اسید سالسیلیک باعث افزایش معنی دار در درصد و سرعت جوانه زنی گندم در شرایط تنش شوری می شود (Doulatabadian et al., 2005). این اسید همچنین در غلظت 1/5 میلی مول در افزایش درصد جوانه زنی گوجه

فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) شـد (Szepesi et al., 2005). با توجه به درصد بالای جوانه زنی گیاه خار مقدس در شوری 20 دسی زیمنس بر متر به نظر می رسد این گیاه دارای مقاومت نسبتاً خوبی به شوری می باشد زیرا جوانه زنی اکثر گیاهان در ایـن سـطح شوری با اختلال جدی مواجه می شود.

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه زنی و گیاهچه ای خار مقدس

Table 1. Analysis of variance of germination and seedling properties of *Cnicus benedictus*

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination rate	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه چه Caulicle length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
نوع پیش تیمار (A) Pretreatment	3	2755**	8.49**	600*	4085**	13276*
سطوح شوری (B) Salt levels	4	1411**	3.8*	1064**	5801**	10068*
A×B	12	365*	11.8**	249ns	1361ns	8146ns
اشتباه آزمایشی Error	60					
کل Total	79					

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

ns, * and **: Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

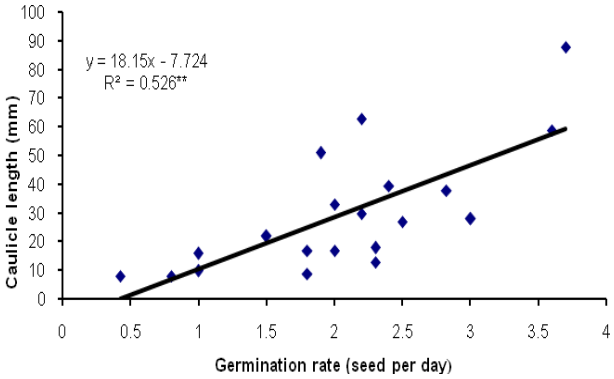
جدول 2- مقایسات میانگین اثرات اصلی صفات گیاهچه ای و جوانه زنی خار مقدس تحت پیش تیمارهای مختلف آنتی اکسیدان و شوری

Table 2. Mean comparison of germination and seedling properties of *Cnicus benedictus*

سطح تیمار Treatment level	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination rate (seed per day)	طول ریشه چه (میلی متر) Radicle length (mm)	طول ساقه چه (میلی متر) Caulicle length (mm)	وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) Seedling dry weight (mg)
شاهد Control	34.4c	1.4b	11.2b	26.0b	39.0b*
اسید آسکوربیک Ascorbic acid	38.4bc	1.5b	8.0b	20.6b	34.0b
اسید جیبرلیک Gibberellic acid	48.0b	2.3a	14.4ab	26.2b	45.0b
اسید سالسیلیک Salicylic acid	60.0a	2.7a	18.1a	45.8a	54.0a
شوری 0 0 ds/m salt	54.0a	2.3ab	22.9a	60.0a	69.5a
شوری 5 5 ds/m salt	59.5a	2.7a	18.6a	37.2b	61.2a
شوری 10 10 ds/m salt	44.0b	2.1ab	11.2b	23.7b	43.5
شوری 15 15 ds/m salt	41.0b	1.7c	7.9b	16.5c	25.7b
شوری 20 20 ds/m salt	30.0b	1.2c	5.1b	10.5c	16.0c

*میانگین‌های در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد آزمون دانکن هستند.

*Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test at 5% level of probability.

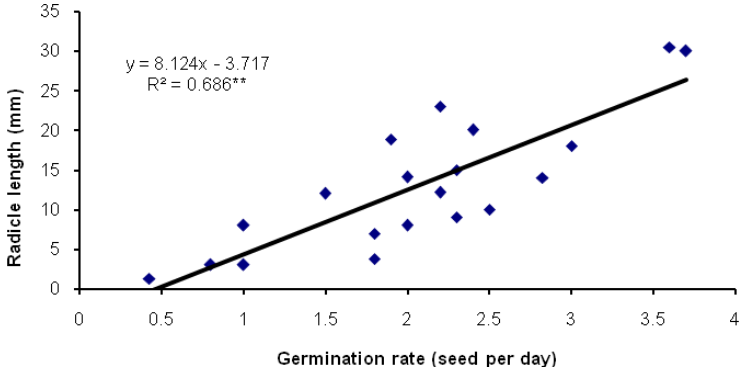


شکل1- رابطه بین سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه خار مقدس.

Fig 1- Relationship between germination rate and caulicle length of *Cnicus benedictus*

**تفاوت معنی دار در سطح احتمال 1%

**Significant difference at 1% level of probability.

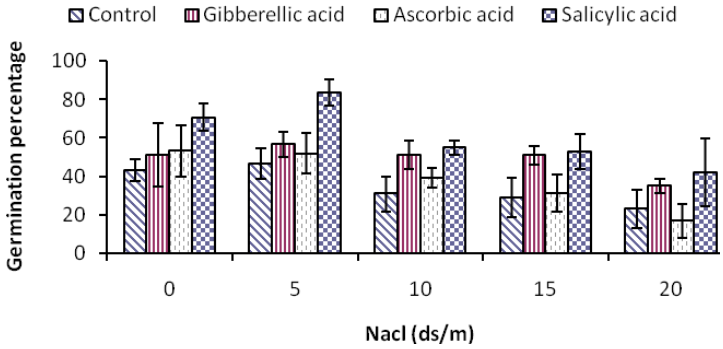


شکل 2- رابطه بین سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه خار مقدس.

Fig 2- Relationship between germination rate and radicle length of *Cnicus benedictus.*

**تفاوت معنی دار در سطح احتمال 1%

**Significant difference at 1% level of probability.

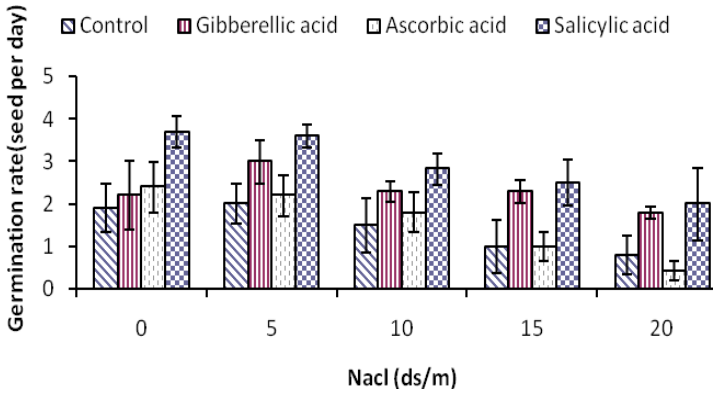


شکل3- میانگین های اثرات متقابل بین پیش تیمارهای اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه زنی خار مقدس.

Fig 3- Means of interactions between different pretreatments and salt levels for germination percentage of *Cnicus benedictus* L.

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل 4- میانگین های اثرات متقابل بین پیش تیمارهای اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه زنی خار مقدس.

Fig 4- Means of interactions between different pretreatments and salt levels for germination rate of *Cnicus benedictus* L.

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

ب. کاسنی

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که نوع پیش تیمار اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه تأثیر معنی داری داشت ($p\leq0/01$)، ولی بر وزن خشک گیاهچه مؤثر نبود (جدول 3). سطوح مختلف شوری نیز بر درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه تأثیر معنی داری داشت ($p\leq0/01$) اما بر صفت وزن خشک گیاهچه مؤثر نبود. (جدول 3). همچنین بررسی تأثیر اثرات متقابل بین نوع پیش تیمار اعمال شده و سطوح مختلف شوری نشان از تأثیر معنی دار این تیمارها برسرعت جوانه زنی ($p\leq0/01$)، طول ریشه چه و وزن خشک گیاهچه داشت ($p\leq0/05$) (جدول 3).

بالاترین و کمترین درصد و سرعت جوانه زنی بترتیب در پیش تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید آسکوربیک با میانگین های 76/8 درصد، 8/1 بذر در روز و 60/8 درصد، 5/5 بذر در روز بدست آمد (جدول 4). به نظر می رسد دلیل بالاتر بودن درصد و سرعت جوانه زنی در تیمار اسید جیبرلیک نقش کلیدی این هورمون در جوانه زنی بخصوص آزاد سازی آنزیم های تجزیه کننده کربوهیدرات و پروتئین در داخل بذر باشد. تیمار بذر با اسید جیبرلیک باعث بهبود جوانه زنی تحت شرایط شور می شود (Ashraf et al., 2008). بررسی صفات طول ریشه چه و ساقه چه نیز نشان از برتری تیمار اسید جیبرلیک داشت. میانگین صفات در این تیمار بترتیب 27/8 و 14/6 میلی متر بود (جدول 4). کمترین طول ریشه چه و ساقه چه نیز در تیمار اسید آسکوربیک به ترتیب با میانگین های 19/5 و 12/3 میلی متر بدست آمد (جدول 4). به نظر می رسد بالاتر بودن سرعت جوانه زنی باعث افزایش بهره برداری از ذخایر موجود در بذر توسط گیاهچه جوانه زده شده است، احتمال می رود همین عامل سبب به وجود آمدن همبستگی بالا بین سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه و ریشه چه شده باشد (اشکال 8 و 9). پیش تیمار های اعمال شده بر وزن خشک گیاهچه تأثیر معنی داری نداشت (جدول 3). به نظر می رسد با توجه به اندازه بسیار کوچک و وزن بسیار کم گیاهچه های کاسنی تفاوت های موجود بین درصد جوانه زنی (که عامل مؤثر اصلی بر وزن خشک گیاهچه های موجود در پتری بود) در پیش تیمار های مختلف در صفت وزن خشک گیاهچه پدیدار نشده است.

بررسی نتایج مقایسات میانگین نشان می‌دهد، افزایش سطوح شوری باعث افت درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و وزن خشک گیاهچه و طول ریشه چه می شود (جدول 4). برخی مطالعات نشان داد که تنش شوری در کاهش جوانه زنی و تاخیر در سبز شدن در بذر گونه های چغندر قند (*Beta vulgaris*) و کلم (*Brassica capitata* L.) مؤثر بود (Jamil et al., 2006). افزایش شوری با ایجاد تنش اکسیداتیو باعث جلوگیری از جوانه زنی می شود (Amor et al., 2005). کاهش درصد جوانه زنی در شرایط افزایش شوری می تواند به دلیل اثرات اسمزی و یا سمیت یون سدیم باشد (Duros & Magne, 2008).

بررسی روند کلی تغییرات و تأثیر تیمارهای مختلف بر صفات مورد مطالعه نشان می دهد که تیمار اسید جیبرلیک بر تمام صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف شوری تأثیر مثبت و معنی داری داشت ولی اعمال این پیش تیمار تفاوت معنی داری با پیش تیمار اسید سالسیلیک نداشت، همچنین با رسیدن شوری به سطح 20 دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی داری در صفات مورد مطالعه طی استفاده از پیش تیمار های مختلف مشاهده نشد، اما برتری پیش تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید سالسیلیک در سطح شوری 15 دسی زیمنس بر متر در تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (شکل های 7، 8 و 9). بر نظر می رسد دلیل حاصل شدن این نتیجه افزایش فعالیت‌های آنتی اکسیدانی در نتیجه اعمال این پیش تیمارها بود

همچنین احتمال دارد به دلیل حساسیت بالای گیاه کاسنی به شوری با افزایش سطح شوری این اثرات مثبت خنثی شوند همچنین تأثیر مثبت پیش تیمارهای اعمال شده بر بذور کاسنی با افزایش سطح شوری آشکار تر شد. کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت 75 (میلی گرم بر لیتر) باعث بیشترین مقاومت به شوری در گیاه خردل شد (Shah, 2007). در آزمایش دیگری بیشترین درصد جوانه‌زنی گونه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) در تیمار اسید جیبرلیک با غلظت 75 (میلی گرم بر لیتر) بدست آمد (Rajabian et al., 2007). کاربرد 500 (قسمت در میلیون) اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی دار درصد جوانه زنی گیاه کاکتوس (*Trichocereus terscheckii* L.) شد (Baes & Arechiga, 2007).

جدول 3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه زنی و گیاهچه ای کاسنی

Table 3. Analysis of variance of germination and seedling properties of *Cichorium intybus* L.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی Germination rate	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه چه Caulicle length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight
نوع پیش تیمار (A) Pretreatment	3	1097^{**}	26^{**}	321^{**}	42^{**}	8^{ns}
سطوح شوری (B) Salt levels	4	3330^{**}	143^{**}	2847^{**}	633^{**}	14^{ns}
A×B	12	247^{ns}	7^{**}	220^{*}	15^{ns}	18^{*}
اشتباه آزمایشی Error	60					
کل Total	79					

ns, * و ** به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

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

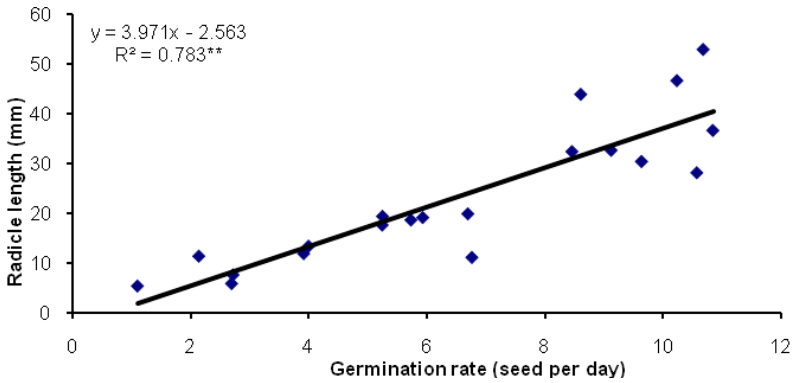
جدول4- مقایسات میانگین اثرات اصلی صفات گیاهچه ای و جوانه زنی کاسنی تحت پیش تیمارهای مختلف آنتی اکسیدان و شوری

Table 4. Mean comparison of germination and seedling properties of *Cichorium intybus*.

سطح تیمار Treatment level	درصد جوانه زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی (بذر در روز) Germination rate (seed per day)	طول ریشه چه (میلی متر) Radicle length (millimeter)	طول ساقه چه (میلی متر) Caulicle length (millimeter)	وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) Seedling dry weight (milligram)
شاهد Control	60.8c*	5.5c	19.5b	12.3b	6.0a
اسید آسکوربیک Ascorbic acid	76.8a	8.1a	27.8a	14.6a	6.55a
اسید جیبرلیک Gibberellic acid	62.4c	5.8bc	20.45b	12.6b	5.19a
اسید سالسیلیک Salicylic acid	70.2b	6.5b	25.6a	15.3a	6.9a
شوری 0 0 ds/m salt	76.75a	10a	43.0a	21.5a	8.3a
شوری 5 5 ds/m salt	76.0a	8.4b	28b	17.2b	6.9ab
شوری 10 10 ds/m salt	73.5ab	6.0c	20.0c	13c	6a
شوری 15 15 ds/m salt	68.2b	5.9c	17.1c	12.2c	5.35b
شوری 20 20 ds/m salt	42.5c	2.1d	7.6d	4.6d	4.3b

میانگین‌های در هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند فاقد اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد آزمون دانکن هستند.*

*Similar letters in each column show non-significant differences according to Duncan's Multiple Range Test at 5% level of probability.

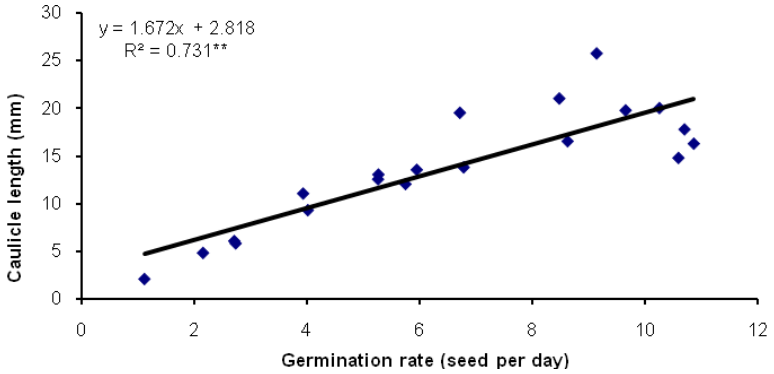


شکل 5- رابطه بین سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه کاسنی

Fig 5- Relationsheip between germination rate and radicle length of *Cichorium intybus.*

**تفاوت معنی دار در سطح احتمال 1%

**Significant difference at 1% level of probability.

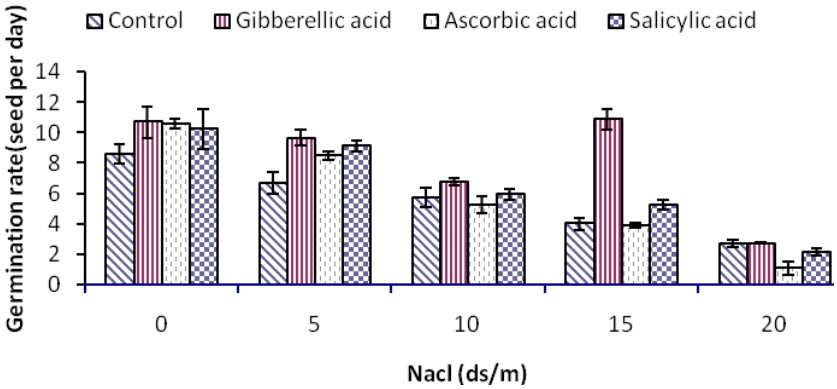


شکل6- رابطه بین سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه کاسنی

Fig 6- Relationsheip between germination rate and caulicle length of *Cichorium intybus.*

**تفاوت معنی دار در سطح احتمال 1%

**Significant difference at 1% level of probability.

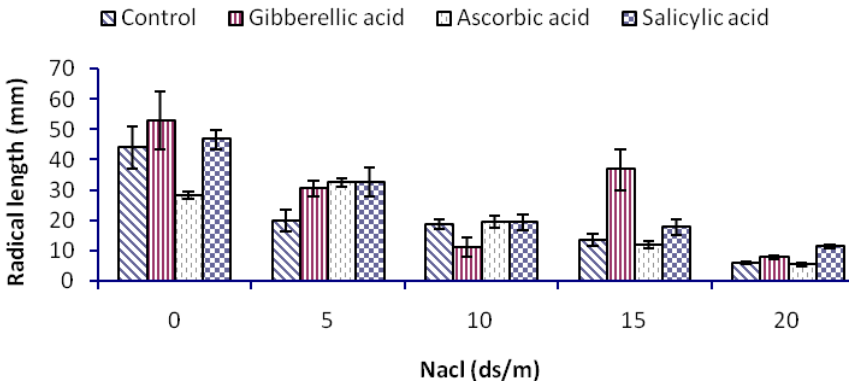


شکل 7- میانگین های اثرات متقابل بین پیش تیمارهای اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه زنی کاسنی

Figure 7. Means of interactions between different pretreatments and salt levels for germination rate of *Cichorium intybus* L.

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

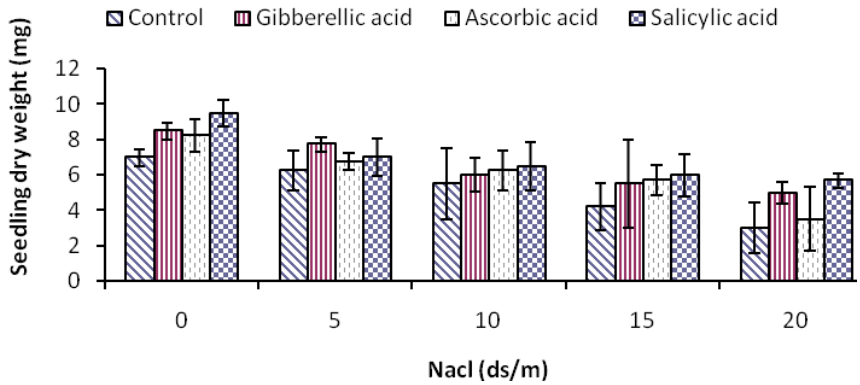


شکل8- میانگین های اثرات متقابل بین پیش تیمار های اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر طول ریشه چه کاسنی

Figure 8. Means of interactions between different pretreatments and salt levels for radical length of *Cichorium intybus* L.

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل9- میانگین های اثرات متقابل بین پیش تیمار های اعمال شده و سطوح مختلف شوری بر وزن خشک گیاهچه کاسنی

Figure 9. Means of interactions between different pretreatments and salt levels for seedling dry weight of *Cichorium intybus* L.

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده از این مطالعه افزایش غلظت شوری بر روی تمامی صفات اندازه گیری شده در دو گونه خارمقدس و کاسنی تأثیر کاهنده‌ای داشت، ولی این دو گونه نسبت به استفاده از پیش تیمارهای اسید آسکوربیک، جیبرلیک و سالسیلیک واکنش یکسانی نشان ندادند. به نظر می‌رسد دلیل این امر تفاوت در مکانیسم های جوانه زنی و مواد موجود در اطراف بذور گونه‌های مختلف بخصوص گونه‌های دارویی باشد، که هنوز هم کاملاً وارد فاز اهلی سازی نشده اند، حتی ممکن است بدلیل وجود مکانیسم‌های خاص بقاء بر روی بذور حاصل از یک بوته نیز واکنش‌های متفاوتی را شاهد باشیم. پیش تیمار اسید سالسیلیک باعث بهبود جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه‌ای تحت شرایط شوری در گونه خار مقدس شد، ولی در مورد گونه کاسنی بیشترین بهبود در جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه ای در پیش تیمار اسید جیبرلیک بدست آمد، اما تأثیر مثبت پیش تیمار با اسید سالسیلیک تفاوت معنی داری با پیش تیمار اسید جیبرلیک نداشت. همچنین همبستگی بالایی بین سرعت جوانه زنی با طول ساقه چه و ریشه چه بخصوص در گیاه کاسنی مشاهده شد. جوانه زنی دو گونه دارویی خارمقدس و کاسنی تحت شرایط شوری بالا نیز امکان پذیر است و در شوری 20 دسی زیمنس بر متر که بسیاری از بذور جوانه زنی ندارند حدود 60 درصد تیمار شاهد جوانه زنی داشتند.

منابع

1- Anvari, M., Mehdikhani, H., Shahriari, A.R., and Nouri, G.R. 2009. Effect of salinity stress on 7 species of range plants in germination stage. Iranian Journal of Range and Desert Reseach 16(2): 262-273. (In Persian with English Summary).

2- Amor, N.B., Hamed, K.B., Debez, A., Grignon, C., and Abdelly, C. 2005. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. Plant Science 168: 889–899.

3- Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C., and Kwon, T.R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advanced in Agronomy 97: 45-92.

4- Baes, P.O., and Arechiga, M.R. 2007. Seed germination of *Trichocereus terscheckii* (Cactaceae): light, temperature and gibberellic acid effects. Journal of Arid Environment 69: 169-176.

5- Canakci, S., and Munzuroglu, O. 2007. Effects of acetylsalicylic acid on germination, growth and chlorophyll amounts of cucumber (*Cucumis sativa* L.) seeds. Pakistan Journal of Biological Science 17: 2930-2934.

6- Cho, U., and Park, J. 2000. Mercury–induced oxidative stress in tomato seedlings. International Journal of Plant Science 156: 1–9.

7- Dat, J.F., Lopez-Delgado, H., Foyer, C.H., and Scott, I.M. 1998. Parallel changes in H_2O_2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. Plant Physiology 116:1351-1357.

8- Doulatabadian, A., Sanavy, A.M., and Etemadi, F. 2008. Effect of Pretreatment of Salicylic acid on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seed Germination under Salt Stress. Iranian Biology Journal 4: 692-702. (In Persian with English Summary).

9- Duros, L.M., and Magne, C. 2008. Effect of salinity and chemical factors on seed germination in the halophyte *Crithmum maritimum*. Plant and Soil 313:83-87.

10- Foley, M.E., and Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science Research 8: 173-179.

11- Foyer, C.H., Alschei, R.C., and Hess, J.L. 1993. Ascorbic Acid: a Antioxidants in Higher Plants. pp. 31–58. CRC Press, Boca Raton.

12- Gautam, S., and Singh, P.K. 2009. Salicylic acid-induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. Acta Physiologiae Plantarum 31: 1185-1190.

13- Hagighi, R.S., and Milani, M.S. 2009. Osmotic and specific ion effects on the seed germination of *Isabgol* and *Psyllium*. Journal of Iranian Field Crop Research 7(1): 97-104. (In Persian with English Summary).

14- Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Páldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta 208: 175-180.

15- Jamil, M., Lee, D.B., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee S.C., and Rhal, E.S. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. Journal of Central European Agriculture 7:273–282.

16- Khan, M.A., and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of Triglochin maritime as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Journal of Biological Plant 44: 301-307.

17- Khan, A.M., Ahmed, M.Z., and Hameed, A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. Journal of Arid Environment 67: 535-540.

18- Kim, S.G., and Park, C.M. 2008. Gibberellic acid-mediated salt signaling in seed germination. Plant Signal Behav 3: 877-879.

19- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science 2: 176-177.

20- Nakano, Y., and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxides in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiology 22: 867–880.

21- Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. Journal of Arid Environment 64: 542-547.

22- Norbek, R., Nielsen, K., and Kondo, T. 2002. Anthocyanins from flowers of *Cichorium intybus*. Phytochemistry 60: 357-359.

23- Omid Beyge, R. 2005. Production and Proccecing of Medicenal Plants. Beh Nashe Publisher. Pp. 70. (In persion)

24- Rajabian, T., Saboora, A., Hassani, B., and Hosseini, H.F. 2007. Effects of GA_3 and chilling on seed germination of Ferula assa-foetida, as a medicinal plant. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23(3): 391-404. (In Persian with English Summary).

25- Safarnejad, A., Sadr, S.V.A., and Hamidi, H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 15:75-84. (In Persian with English Summary).

26- Schopfer, P., Plachy, C., and Frahry, G. 2001. Release of reactive oxygen intermediates (superoxide radicals,

hydrogen peroxide, and hydroxyl radicals) and peroxidase in germinating radish seeds controlled by light, gibberellin, and abscisic acid. Plant Physiology 125: 1591-1602.

27- Shah, S.H. 2007. Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application. Genetic Application on Plant Physiology 33: 97-106.

28- Shiri, A.R.M., Safarnejad, A., and Hamidi, H. 2009. Morphological and biochemical characterization of *Ferula assafoetida* in response to salt stress. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 17: 38-49. (In Persian with English Summary).

29- Szepesi, Á., Csiszár, J., Bajkán, S., Gémes, K., and Horváth, F. 2005. Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. Acta Biologica Szegediensis 49: 123-125.

30- Yalpani N., Enyedi A.J., Leon, J., and Raskin, I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid and pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. Planta 193: 373-376.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 265-256

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 256-265

بررسی تاثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم‌های مختلف کاشت

پرویز رضوانی مقدم[1*]، علی اصغر محمد آبادی[1] و روح الله مرادی[۳]

تاریخ دریافت: 89/1/15
تاریخ پذیرش: 89/9/3

چکیده

جهت ارزیابی بهترین تراکم کاشت و نوع کود مصرفی در تولید گیاه روغنی کنجد (*Sesamum indicum* L.)، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کود در چهار سطح (1- کود گاوی (30 تن در هکتار)، 2- کمپوست زباله شهری (30 تن در هکتار)، 3- کود شیمیایی (250 کیلوگرم فسفر به صورت فسفات آمونیوم و 100 کیلوگرم نیتروژن به صورت اوره) و 4- تیمار شاهد بدون هیچ گونه کود و تراکم کاشت نیز در چهار سطح (20، 30، 40 و 50 بوته در متر مربع) بودند. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای کودی، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، بیوماس بوته، عملکرد دانه، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در کپسول را نسبت به شاهد افزایش معنی داری دادند و بیشترین مقدار این صفات در تیمار کود گاوی بدست آمد. با افزایش تراکم بوته در متر مربع، عملکرد دانه افزایش معنی داری یافت، ولی ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، بیوماس بوته، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در کپسول کاهش نشان داد. صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت و وزن دانه در کپسول تحت تاثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار نگرفتند. بنابراین، تراکم 40 بوته در متر مربع با اعمال کود گاوی مناسب‌ترین الگوی کاشت در این آزمایش بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: فسفات آمونیوم، کمپوست زباله شهری، کود گاوی، گیاه روغنی

مقدمه

براساس یافته‌های باستان شناسان، گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) به عنوان قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی شناخته شده است (Bedigian & Harlan, 1986) که کشت و کار آن به حدود 2130 سال قبل از میلاد بر می‌گردد (Uzun & Cagırgan, 2006). ایران از جمله کشورهایی است که قدمتی طولانی در کشت و کار دانه‌های روغنی و بخصوص کنجد دارد (Rezvani Moghaddam et al., 2005). با وجود این دیرینه‌کهن و داشتن پتانسیل‌های فراوان در زمینه تولید دانه‌های روغنی، توجه چندانی به کشت و کار این گیاه در ایران نمی‌شود (Rezvani Moghaddam et al., 2005). نصیری محلاتی و کوچکی (Nassiri Mahallati & Koocheki, 2007) گزارش کردند که با توجه به مسئله گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی اخیر، در آینده شاهد بروز گرما و خشکسالی در کشور خواهیم بود، از اینرو حرکت به سمت کشت و کار گیاهان روغنی مقاوم به خشکی مثل کنجد (Dutta et al., 2000) می تواند گامی موثر در تامین نیاز روغن کشور در آینده به شمار آید.

آزمایشات متعددی جهت بررسی تاثیر کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد انجام گرفته است، بطوریکه سینهاروی و همکاران (Sinharoy et al., 1990) گزارش کردند که کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به عدم استفاده از کود سبب افزایش عملکرد دانه کنجد شد و نیز بنت و همکاران (Bennenet et al., 1996) اظهار داشتند که کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه به میزان 35 درصد نسبت به شرایط عدم اعمال کود شد. سینهاروی و همکاران (Sinharoy et al., 1990) نیاز کودی کنجد را حدود 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار گزارش کردند. از طرف دیگر برخی از پژوهشگران (Bahrani & Babaei, 2007) نیز بیان کردند که کودپذیری ارقام محلی کنجد بسیار پایین بوده و عملکرد این گیاه تحت تاثیر کود نیتروژنه قرار نمی گیرد.

لزوم سلامت محصولات تولید شده در نظام های مختلف

1 و 2- به ترتیب اعضاء هیأت علمی قطب گیاهان ویژه و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)

کشاورزی از نظر بقایای مواد شیمیایی و تاثیر آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، سبب شده است تا روش های تولید و بکار بردن نهاده‌ها مورد توجه خاص قرار گیرند (Jahan et al., 2008)، زیرا یکی از مهمترین عوامل موثر در تولید گازهای گلخانه، استفاده از کودهای نیتروژنه و تولید دی اکسید نیتروژن (N_2O) در مزارع کشاورزی می باشد (Nassiri Mahallati & Koocheki, 2007). بنابراین، برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده هایی که جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را حفظ نموده و مخاطرات محیطی را کاهش دهند ضروری است (Kizilkaya, 2008). از جمله این نهاده ها می توان به کود دامی و کمپوست اشاره کرد. از زمان های گذشته، مصرف کودهای دامی در فعالیت های کشاورزی جایگاه خاصی داشته و امروزه نیز می تواند نقش مؤثر خود را در قالب کشاورزی پایدار و زیستی ایفا نماید (Majidian et al., 2008). کودهای دامی باعث افزایش ماده آلی خاک، فسفر قابل استفاده گیاه، ازت نیتراتی و سایر عناصر غذایی، بهبود ساختمان خاک و افزایش میزان نگهداری آب در خاک می شود، که در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول را بدنبال دارد (Sharpley et al., 2004).

استفاده از کمپوست باعث کاهش نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی می‌شود، که خود اثرات مفید زیست محیطی را به همراه دارد (Daniel & Boem, 2001). اگر کلیه زباله‌های شهری در ایران به کمپوست تبدیل شوند، مقدار کود آلی حاصل حدود دو میلیون تن در سال خواهد بود که نیاز کود آلی حدود سه میلیون هکتار از مزارع در سال را مرتفع می کند (Malakooti, 1997). عناصر غذایی کمپوست به تدریج و پیوسته در خاک آزاد و در دسترس گیاه زراعی قرار می گیرند، در نتیجه سودمندی آن بیش از یک فصل زراعی است و تلفات عناصر غذایی آن کمتر است و میزان آبشویی عناصر غذایی را کاهش می دهد (Daniel & Boem, 2001). استفاده از کمپوست همچنین باعث افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه در خاک می شود (Singer et al., 2007). کمپوست عاری از بذر علف های هرز و پاتوژن های گیاهی می باشد زیرا درپروسه تولید کمپوست گرمایی ایجاد می شود که پاتوژن ها و بذور علف های هرز را از بین می برد (Eghball, 2002). تحقیقات به عمل آمده در خصوص اثرات کمپوست بر محصولات کشاورزی در دنیا همگی حاکی از مفید بودن آن از نظر حاصل خیزی خاک و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می باشد، که باعث افزایش محصول و قابل کشت کردن بسیاری از نقاط غیرحاصل خیز شده است (Marjavi & Jahadakbar, 2002).

آرایش کاشت و تراکم گیاهی نیز از عوامل موثر در تعیین میزان عملکرد و کیفیت روغن گیاهان روغنی می باشد (Gholinezhad et al., 2008). ایشان گزارش کردند که با کاهش تراکم بوته آفتابگردان (*Helianthus anus* L.)، درصد و میزان روغن آن افزایش معنی داری یافت. همچنین فاضلی و همکاران (Fazeli et al., 2007) با بررسی تاثیر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد گلرنگ، تائید کردند که با افزایش تراکم گلرنگ (*Carthamus tinctorious* L.) از 30000 به 50000 بوته در هکتار عملکرد دانه و روغن آن افزایش معنی داری یافت.

هدف از این تحقیق مقایسه تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد و ارائه روشی جایگزین برای مصرف کودهای شیمیایی در تولید این گیاه و نیز تعیین بهترین تراکم کاشت این گیاه بود.

مواد و روش ها

این تحقیق 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 اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا شد. تیمارها شامل کود در چهار سطح: (1- کود گاوی (30 تن در هکتار)، 2- کمپوست زباله شهری (30 تن در هکتار)، 3- کود شیمیایی (250 کیلوگرم فسفر بر اساس فسفات آمونیوم و 100 کیلوگرم نیتروژن بر اساس اوره) و 4- تیمار شاهد (بدون هیچ گونه کود) و نیز تراکم کاشت نیز در چهار سطح (20، 30، 40 و 50 بوته در متر مربع) بود.

قبل از اجرای آزمایش، نمونه خاک به صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش برداشت و جهت تعیین عناصر غذایی پر مصرف و pH به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول 1 آمده است. همچنین میزان عناصر غذایی کمپوست و کود گاوی مورد استفاده نیز تعیین شد (جدول1) بر اساس اطلاعات خاک نیاز کودی گیاه کنجد (Sinharoy et al., 1990)، کمپوست و کود گاوی به میزان مقادیر ذکر شده قبل از کاشت به زمین اضافه و با خاک تا عمق 15سانتیمتر مخلوط شد. کود فسفات آمونیوم و کود اوره (46 درصد نیتروژن) در دو نوبت قبل از کاشت و بعد از تنک کردن به زمین اضافه شد. در این آزمایش کرت هایی به ابعاد 3×4 متر مربع با 6 ردیف کاشت به فاصله 50 cm از یکدیگر ایجاد شد و بذور کنجد در تراکم های ذکر شده روی ردیف ها و در عمق 2-3 سانتی متر کاشته شدند. فاصله بین کرت ها نیز در هر بلوک 0/5 متر و فاصله هر بلوک 2 متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلا فاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر 10 روز یکبار بصورت نشتی صورت گرفت. در مرحله 8 برگی برای حصول تراکم مناسب مزرعه تنک شد. مبارزه با علف هرز توسط وجین دستی در سه نوبت انجام گرفت. هنگامی که رنگ بوته ها متمایل به زرد شد، ولی هنوز کپسول‌ها شکاف برنداشته بودند، برداشت انجام شد. قبل از برداشت تعداد پنج بوته بطور تصادفی انتخاب و صفات و ویژگی‌هایی از جمله وزن تر و خشک گیاه، ارتفاع بوته، فاصله اولین

کپسول از زمین، اجزای عملکرد دانه از قبیل تعداد شاخه فرعی در هر بوته، تعداد کپسول در هر بوته، تعداد دانه در هر کپسول، وزن دانه در کپسول، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت تعیین گردیدند. برای تعیین عملکرد نهایی در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت بعنوان اثر حاشیه ای حذف و پس از برداشت گیاهان از سطح باقیمانده عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (اقتصادی) تعیین شد. برای تجزیه آماری داده های آزمایش از نرم افزار MSTATC ver.1 و رسم نمودار از Excel استفاده شد. مقایسه میانگین ها با آزمون LSD و در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج بدست آمده نشان داد که ارتفاع بوته از نظر تیمارهای کودی مورد استفاده و تراکم بوته اختلاف معنی داری داشت، اما تحت تاثیر برهمکنش کود و تراکم بوته قرار نگرفت (جدول2). تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد نشان دادند و تیمار کود گاوی بیشترین ارتفاع بوته را ایجاد کرد (جدول4). خندان و همکاران (Khandan, et al., 2006) نیز گزارش کردند که کود گاوی باعث افزایش معنی داری در ارتفاع گیاه اسفرزه (*Plantago ovata* L.) نسبت به تیمار شاهد شد. بین تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی داری از نظر ارتفاع بوته وجود نداشت، با این وجود در تیمار کود شیمیایی ارتفاع بوته نسبت به تیمار کمپوست بالاتر بود (جدول4). سینگ و چوهان (Singh & Chouhan, 1994) گزارش کردند که نیتروژن عامل اصلی افزایش ارتفاع گیاه می باشد و کود فسفر تاثیر کمی بر این صفت دارد. از آنجایی که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع گیاه است، به نظر می رسد که تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بود، در حالیکه میزان مواد غذایی در کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده برای رشد رویشی گیاه مناسب بود. از طرفی فرایند رشد رویشی گیاه وابستگی شدیدی به محتوای رطوبتی خاک دارد، کود گاوی و کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک (Singer et al., 2007)، باعث ایجاد شرایط مناسب تر برای رشد گیاه کنجد شدند.

جدول1- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه، کود دامی و کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Soil Physic-chemical properties, compost and manure applied in experimental site

	بافت Texture	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	هدایت الکتریکی EC (dS/m^2)	اسیدیته pH
کمپوست شهری Municipal compost	-	1.2 %	1.1 %	1.1 %	7.2	7.4
کود دامی Manure	-	1.3 %	1.5 %	1.3 %	5.9	7.2
خاک مزرعه Soil	لومی-سیلتی Silty loam	15.4 ppm	13.7 ppm	119 ppm	1.2	7.5

جدول2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به ارتفاع بوته، فاصله اولین کپسول از زمین، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و بیوماس بوته در تیمارهای مورد بررسی

Table 2- Analysis of variation of plant height, distance of first capsule from soil, branch per plant, capsules per plant and biomass per plant

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	فاصله اولین کپسول از زمین Distance of first capsule from soil surface	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch per plant	تعداد کپسول در بوته Number capsules per plant	بیوماس در بوته Biomass per plant
بلوک Block	2	83.39^{ns}	1.06^{ns}	2.95^{**}	45.58^{*}	24.71^{ns}
کود (F) Fertilizer	3	1121.7^{**}	505.0^{**}	1.02^{ns}	1362.0^{**}	815.2^{**}
تراکم (D) Density	3	356.6^{**}	44.37^{*}	4.24^{**}	100.8^{**}	127.7^{**}
D×F	9	6.40^{ns}	19.38^{ns}	0.43^{**}	8.75^{ns}	37.79^{*}
اشتباه Error	30	32.39	11.40	0.366	11.78	9.85

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 1% و 5% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می دهد.

*, ** and ns represent significant at 5% level, Significant at 1% level and non significant, respectively.

جدول3- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به وزن هزار دانه، عملکرد دانه، وزن دانه در بوته، شاخص برداشت، وزن دانه در کپسول و تعداد دانه در کپسول در تیمارهای مورد بررسی

Table 3- Analysis of 1000-seed weight, seed yield, seed weight per plant, harvest index, seed weight per capsule and seed number per capsule for investigated treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	شاخص برداشت Harvest index	وزن دانه در کپسول Seed weight per capsule	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsule
بلوک Block	2	0.043^{ns}	354.4^{ns}	0.798^{ns}	14.86^{ns}	0.006^{ns}	0.199^{ns}
کود Fertilizer (F)	3	0.630^{ns}	338743.4^{**}	52.70^{**}	20.70^{ns}	0.010^{ns}	381.9^{**}
تراکم Density (D)	3	0.045^{ns}	13617.6^{**}	5.45^{**}	0.690^{ns}	0.003^{ns}	149.1^{**}
D*F	9	0.247^{ns}	987.4^{*}	0.177^{ns}	1.93^{ns}	0.011^{ns}	3.09^{ns}
اشتباه Error	30	0.220	287.1	0.519	7.15	0.007	47.00

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 1% و 5% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می دهد.

*, ** and ns represent significant at 5% level, Significant at 1% level and non significant, respectively.

اما نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بوته، ارتفاع بوته کنجد بطور معنی داری کاهش یافت (جدول4). احتمالاً این بدلیل افزایش رقابت درون گونه ای بوده است. یعنی با افزایش رقابت درون گونه ای منابع غذایی و محیطی تخصیص یافته به هر بوته کاهش یافته (Carpenter & Board, 1997) و در نتیجه باعث کاهش ارتفاع بوته شده است. بسیاری از مطالعات نشان می دهد که با افزایش تراکم ارتفاع بوته بدلیل افزایش رقابت بر سر نور در سطوح بالاتر افزایش می یابد (Rezvani Moghaddam et al., 2005)، که با نتایج این آزمایش همخوانی نداشت. این می تواند بدلیل اثر بیشتر رقابت بر سر عناصر غذایی نسبت به رقابت برای نور با افزایش تراکم بوته باشد، به این معنی که در فاصله 50 سانتیمتری بین ردیف‌ها نور عامل محدود کننده‌ای برای گیاه کنجد نبوده است و گیاه بیشتر بر سر عناصر غذایی رقابت کرده است.

فاصله اولین کپسول از زمین

این صفت نیز تحت تاثیر اثرات ساده تیمارهای کودی و تراکم بوته قرار گرفت، ولی از نظر برهمکنش تراکم بوته در کود اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول2). کود گاوی بیشترین فاصله کپسول از زمین را داشت، البته بین این تیمار و تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی با تیمار کمپوست اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول4). تیمار کود شیمیایی و کمپوست نیز از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول4). احتمالاً تیمارهای کودی با تامین مواد غذایی برای گیاه کنجد، رشد رویشی گیاه رابه صورت افزایش میان گره‌ها بهبود بخشیده و باعث شده است که کپسول در ارتفاع بالاتری تشکیل شود.

بیشترین فاصله کپسول از زمین در پایین‌ترین تراکم (20 بوته در متر مربع) با 39/73 سانتی متر بدست آمد و این تیمار با دیگر تراکم‌ها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول4). بین تراکم‌های 30، 40 و 50 بوته در متر مربع اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول4). از نتایج چنین استنتاج می‌شود که فاصله اولین کپسول از زمین به شدت تحت تاثیر تراکم بوته قرار نگرفت.

تعداد کپسول در بوته

تراکم بوته و تیمارهای مختلف کودی تاثیر معنی داری بر تعداد کپسول در بوته داشتند (جدول2). تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده تعداد کپسول در بوته را نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی-داری دادند (جدول4). تیمار کود گاوی بیشترین تعداد دانه در کپسول را دارا بود و بین تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی-داری از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول4). لطفی و همکاران (Lotfi et al., 2009) نیز گزارش کردند که تیمار 40 تن کود گاوی تعداد سنبله در بوته گیاه اسفرزه را نسبت به شرایط عدم استفاده از کود گاوی افزایش معنی داری داد. کود گاوی و کمپوست از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک (Martin, et al., 2006)، افزایش ظرفیت نگهداری آب (Sharpley et al., 2004) و فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده (Atiyeh, et al., 2002) که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی و تعداد کپسول بیشتر در بوته می‌انجامد. لیانگ و همکاران (Liang et al., 2005) نیز گزارش کردند که استفاده از کود

دامی باعث افزایش میزان عناصر NPK در خاک و بافت گیاهی شده که خود باعث افزایش فتوسنتز در گیاه می شود.

جدول4- اثر انواع کود و سطوح تراکم بوته بر صفات مورد اندازه‌گیری در گیاه کنجد

Table 4- Effect of different fertilizers and levels of plant density on the sesame' measured traits

بیوماس در بوته Biomass per plant (g)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch per plant	فاصله اولین کپسول از زمین Distance of first capsule from soil surface (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تیمار Treatment
42.6[a]	44.2[a]	3.8[a]	39.6[a]	79.3[a*]	کود گاوی (F_1) Cow manure
40.0[b]	38.8[b]	3.7[a]	38.1[ab]	70. 7[b]	کود شیمیایی(F_2) Chemical fertilizer
37.6[b]	38.2[b]	3.4[ab]	36.3[b]	69. 0[b]	کمپوست(F_3) Compost
24.2[c]	19.8[c]	3.2[b]	25.3[c]	55.9[c]	کنترل(F_4) Control
40.0[a]	38.83[a]	4.27[a]	39.73[a]	74.6[a]	D_1 (20 plant/m^2)
37.2[b]	35.18[b]	3.63[b]	34.08[b]	70.3[ab]	D_2 (30 plant/m^2)
35.0[b]	34.42[bc]	3.43[b]	33.79[b]	68.5[b]	D_3 (40 plant/m^2)
32. 3[c]	31.92[c]	2.83[c]	33.79[b]	61.5[c]	D_4 (50 plant/m^2)
47.3[a]	48.0	4. 7	43.3	85. 7	F_1D_1
44.1[ab]	43.3	4.2	40.0	80.3	F_1D_2
42.3[abc]	44.	4. 0	36.2	79. 7	F_1D_3
37.0[de]	41.3	3.5	39.2	71. 7	F_1D_4
40.5[bcd]	42. 7	4.0	40.6	78.0	F_2D_1
39. 7[bcde]	40.1	3.3	34.3	71. 7	F_2D_2
35.8[de]	36.3	3.4	39.3	71.0	F_2D_3
34.6[e]	36.4	3.0	38.0	62.0	F_2D_4
43. 0[abc]	43.6	4. 7	38.1	75. 4	F_3D_1
39.7[bcde]	39.0	4.0	40.1	71.3	F_3D_2
39.0[bcde]	38.0	3.3	34.4	68.0	F_3D_3
38. 7[cde]	32.4	2.8	33.1	61.3	F_3D_4
29.4[f]	21.1	3.7	29.1	59.3	F_4D_1
25.3[fg]	21. 7	3.0	22.1	58.0	F_4D_2
13. 0[gh]	19.0	3.0	25.3	55.4	F_4D_3
19. 1[h]	17.6	3.0	25.2	51.0	F_4D_4

*در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

* Means with at least one similar letter are not significant different ($P \leq 0.05$) based on LSD test.

نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بوته کنجد، تعداد کپسول در بوته بطور معنی داری کاهش یافت (جدول4)، بطوریکه میزان این صفت در تراکم 20 بوته در متر مربع، حدود 18 درصد بیشتر از تراکم 50 بوته در متر مربع بود (جدول4). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته کنجد در متر مربع، تعداد کپسول در بوته این گیاه کاهش معنی داری نشان داد. آدبیسی و همکاران (Adebisi et al., 2005) ضمن مقایسه ارقام کنجد نشان داد با کاهش تراکم از 33 به 8 بوته در مترمربع، تعداد کپسول در بوته افزایش یافت. کاهش تعداد کپسول در بوته در اثرافزایش تراکم گیاهان به علت افزایش رقابت بین بوته ها و کاهش سهم هر بوته جهت استفاده از عناصر غذایی، نور، فضا و غیره بوده است (Adebisi et al., 2005). از طرفی، در تراکم های بالا به علت رقابت بین بوته ای، تعداد شاخه های فرعی کاهش یافته (جدول4) که این خود در نهایت باعث کاهش تعداد کپسول در

بوته شده است (Bahrani & Babaei, 2007).

با مطالعه بر همکنش بین تراکم بوته و تیمارهای کودی مشاهده می شود که در تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده، با افزایش تراکم بوته کنجد تعداد کپسول در بوته کاهش یافت (جدول4). همانطور که در جدول 4 مشاهده می شود بیشترین تعداد کپسول در بوته (48) در تیمار 20 بوته کنجد و استفاده از کود دامی بدست آمد و کمترین تعداد این صفت (17/59) در تیمار شاهد با تراکم 50 بوته در متر مربع بدست آمد.

تعداد شاخه جانبی در بوته

تعداد شاخه جانبی در بوته تحت تاثیر تیمارهای کودی مورد استفاده قرار نگرفت ولی از نظر تراکم بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5 درصد نشان داد (جدول2). با این وجود میزان این صفت در تمامی تیمارهای کودی بالاتر از تیمار شاهد بود (جدول4). با افزیش تراکم بوته، تعداد شاخه جانبی کاهش معنی داری یافت، با این وجود بین تراکم های 30 و 40 بوته در متر مربع از نظر این صفت اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول4). بنظر می رسد با افزایش تراکم بوته رقابت بین گونه‌ای افزایش یافته (Carpenter & Board, 1997) و باعث کاهش رشد ونمو شاخه های جانبی می شود. چاناباسوانا و ستی (Channabasavanna & Setty, 1992) نیز گزارش کردند که تعداد شاخه جانبی در گیاه کنجد بشدت تحت تاثیر تراکم بوته آن می‌باشد و با افزایش تراکم بوته کنجد، بدلیل رقابتی که بین بوته‌ها برای کسب نور، آب و مواد غذایی بوجود می‌آید، حالت خود تنکی اتفاق افتاده و گیاه با کم کردن تعداد شاخه‌های جانبی خود با کمبود منابع مقابله می‌کند.

تعداد شاخه جانبی تحت تاثیر برهمکنش تیمار کودی و تراکم بوته قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد نشان نداد، با این وجود در تمامی تیمارهای کودی با افزایش تراکم بوته در متر مربع، تعداد شاخه جانبی کاهش یافت (جدول4). تیمار کود گاوی در تراکم 20 بوته در متر مربع دارای بیشترین تعداد شاخه جانبی بود (جدول4). این نشان دهنده نقش مثبت کود گاوی در تامین عناصر غذایی و رطوبت مناسب برای رشد بیشتر گیاه کنجد می‌باشد.

بیوماس تک بوته

کلیه اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد آزمایش بر میزان بیوماس بوته کنجد اثر معنی داری داشتند (جدول2). کود گاوی، شیمیایی و کمپوست هر کدام بترتیب حدود 43، 41 و 35 درصد بیومس بوته کنجد را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول4). کومار و همکاران (Kumar et al., 1996) گزارش کرد که استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث بهبود عملکرد بیولوژیک کنجد شد. ایشان بیان کرد که کودهای شیمیایی مذکور با تامین عناصر غذایی خصوصا نیتروژن برای گیاه کنجد، باعث بهبود نیتروژن برگ و افزایش سرعت فتوسنتز این گیاه شده و در نتیجه سرعت رشد و بیوماس گیاه را نسبت به شرایط عدم استفاده از کود افزایش چشم گیری داد. کودهای آلی کمپوست و کود دامی نیز ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، باعث افزایش آب در دسترس گیاه شده و موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید بیوماس را فراهم می کنند (Singer et al., 2007).

با افزایش تراکم بوته کنجد، بیوماس تک بوته کاهش معنی داری یافت، بطوریکه با رسیدن تراکم از 20 به 50 بوته در متر مربع، بیومس حدود 19 درصد کاهش نشان داد (جدول4). اُسی بنسو (Osei Bonsu, 1977) نیز گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته بیوماس بوته‌ی کنجد کاهش معنی داری یافت. با افزایش تراکم بوته، سهم هر بوته از نظر آب، نور و مواد غذایی کاهش یافته که این کاهش منابع در نهایت باعث کاهش رشد و زیست توده گیاه می‌شود (Chungarol et al., 1991).

با بررسی اثر متقابل کود و تراکم بوته مشاهده می شود که در تمامی تیمارهای کودی و نیز تیمار شاهد، با افزایش تراکم بوته بیوماس بوته کنجد کاهش یافت (جدول4). بیشترین میزان بیوماس بوته (47/33 گرم) در تراکم 20 بوته در متر مربع تیمار کود گاوی بدست آمد، و کمترین بیوماس بوته (19/11 گرم) در تراکم 40 بوته در تیمار شاهد بدست آمد (جدول4). مشاهده برهمکنش کود در تراکم بوته بخوبی نشان می دهد که اثر کود و مواد غذایی بر افزایش وزن بوته کنجد بیشتر از اثر کاهش تراکم می باشد و کود نسبت به تراکم بوته نقش مهم‌تری در تعیین میزان عملکرد بیولوژیک گیاه کنجد دارد.

وزن دانه در بوته

وزن دانه در بوته نیز تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی و تراکم اختلاف معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول3). تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده وزن دانه در بوته را نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری دادند (جدول5) و از بین این تیمارها، کود گاوی بیشترین تاثیر را در افزایش این صفت داشت، بطوریکه حدود 54 درصد وزن دانه در بوته را افزایش داد (جدول5). پراکش و تیمگود (Praksh & Thimmegoawd, 1991) نیز گزارش کردند افزودن کود نیتروژن و فسفر به خاک باعث بهبود عملکرد بوته گیاه کنجد شد. چنین بنظر می رسد که کودهای آلی نیز با آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی که مطابق با رشد گیاه است (Luo & Sun, 1994)، افزایش میزان آب قابل دسترس گیاه، و بهبود ساختمان فیزیکی خاک (Singer et al., 2007)، سرعت و مدت فتوسنتز توسط گیاه کنجد را سرعت بخشیده و باعث افزایش وزن دانه در بوته شدند.

با افزایش تراکم بوته در متر مربع وزن دانه در بوته کاهش یافت (جدول 5). با افزایش تراکم بوته رقابت بین گونه ای افزایش یافته و باعث کاهش تعداد دانه در بوته و در نتیجه کاهش وزن دانـه در هـر بوته می شود (Parak et al., 2004) که بنظر می رسد در مورد گیاه کنجد نیز این مطلب صادق باشد. برهمکنش بین کود و تراکم بوته بر وزن دانه در بوته معنی دار نبود (جدول3). بـا ایـن وجـود در تمـامی تیمارهای کودی مورد استفاده با افـزایش تـراکم، وزن دانـه در بوتـه کاهش یافت (جدول5). بیشترین وزن دانـه در بوتـه (9/23 گـرم) در تراکم 20 بوته در متر مربع و بـا اعمـال کـود گـاوی بدسـت آمـد و کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد و در تراکم 50 بوتـه در متـر مربع بدست آمد (جدول5).

عملکرد دانه

اثرات ساده و متقابل کود و تراکم بوته بر میزان عملکرد اقتصادی معنی دار بود (جدول3). بین تیمارهای کودی مورد استفاده، تیمار کود گاوی بیشترین (955/7 کیلوگرم در هکتار) عملکـرد اقتصـادی را دارا بود و بین تیمارهای کود شیمیایی و کمپوسـت اخـتلاف معنـی داری مشاهده نشد (جدول5). تیمارهای کود شیمیایی و کمپوست هر کدام بترتیب حدود 34 و 32 درصد عملکرد اقتصادی را نسـبت بـه تیمـار شاهد افزایش دادند (جدول5). سـینگر و همکـاران (Singer et al., 2007) نیز با بررسی تاثیر کمپوست بر عملکرد ذرت، گزارش کردنـد که با افزایش سطوح کمپوست عملکرد ذرت افزایش چشم گیری پیدا کرد. آنها بیان کردند کمپوست با آزاد سازی تدریجی عناصـر غـذایی مورد نیاز گیاه که متناسب با رشد آن است باعث بهبود عملکرد گیـاه شد، که این امر در مورد کنجد نیـز صـادق مـی باشـد. سـینهوری و همکاران (Sinharoy et al., 1990) نیز گزارش کردنـد کـه سـطوح مختلف نیتروژن عملکرد دانه را در گیاه کنجـد افـزایش دادنـد و بـا افزایش میزان نیتروژن تا 100 کیلوگرم در هکتار عملکرد افزایش پیدا کرد.

بر خلاف صفات قبلی با افزایش تراکم بوته عملکرد کنجد بطـور معنی داری افزایش یافت، بطوریکه بیشترین عملکرد کنجد در تراکم 50 بوته در متر مربع بدست آمد (جدول5). البته بین تیمـار 40 و 50 بوته در متر مربع اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه مشاهده نشد (جدول5). رهنما و بخشـنده (Rahnma & Bakhshandeh, 2006) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه کنجد افزایش چشم گیری یافت و بیشترین عملکرد دانه کنجد در تراکم 40 بوته در متر مربع بدست آمد. بنظر می رسد با افزایش تـراکم بوتـه بـا اینکـه تعداد شاخه جانبی و کپسول برای هر بوته کاهش یافـت (جـدول4 و 5)، ولی در کل بدلیل افزایش تراکم در واحد سـطح میـزان عملکـرد افزایش یافت. رضوانی مقدم و همکـاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005) نیز گزارش کردند با افزایش تراکم بوته از 20 بـه 50 بوته، عملکرد دانه کنجد حدود 14 درصد افزایش یافـت. آمارجیـت و همکاران (Amarjit et al., 1992) دلیل افزایش عملکرد دانه شـوید (*Anethum graveolens* L.) با افـزایش تـراکم را افـزایش تعـداد و وزن دانه در واحد سطح بیان کرد که بنظر مـی رسـد در مـورد گیـاه کنجد نیز صادق باشد.

اثر متقابل کود و تراکم بوته بر عملکرد دانـه نیـز معنـی دار بـود (جدول3). بیشترین عملکرد دانه کنجد (984کیلـوگرم در هکتـار) بـا اعمال 40 تن کود گاوی در تراکم 50 بوته در متر مربع بدست آمد و کمترین عملکرد دانه (535/4) در تیمار شاهد با تراکم 20 بوته در متر مربع حاصل شد (جدول5). در تمامی تیمارهای کودی مورد آزمایش با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه کنجد افزایش یافت (جـدول5). بـین تراکم های یکسان در تیمارهای کود شیمیایی و کمپوسـت اخـتلاف معنی داری وجود نداشت (جدول5)، که نشان دهنـده عـدم اخـتلاف تیمارهای کمپوست و کود شیمیایی در افزایش عملکرد دانـه و تـاثیر پذیری زیاد از تراکم می باشد.

تعداد و وزن دانه در کپسول

تعداد دانه در کپسول از نظر تراکم بوته و کود اختلاف معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد، اما وزن بوته در هکتار تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد آزمایش قرار نگرفت (جدول 3). بیشـترین (74/08) و کمتـرین (60/94) تعـداد دانـه در کپسـول بترتیب در تیمار کود گاوی و شاهد بدست آمد (جدول5). بـا افـزایش تراکم بوته در متر مربع، تعداد دانه در کپسول کاهش یافت، بطوریکه با افزایش تراکم بوته از 20 به 50 بوته در متر مربـع، تعـداد دانـه در کپسول حدود 13 درصد کاهش نشان داد (جدول5). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2005) نیز نشان دادنـد که با افزایش تراکم بوته کنجد، تعداد دانه در کپسول کـاهش معنـی داری یافت. در تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در کپسول کاهش یافـت و بیشـترین تعـداد دانـه در کپسول (78) در تراکم 20 بوتـه ی تیمـار کـود گـاوی حاصـل شـد (جدول5).

جدول 6 همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد کنجد را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، یک همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول،وزن هزار دانه، تعداد شاخه فرعی در بوته، بیومس بوته و وزن دانه در بوته با عملکرد دانه وجود دارد. بعبارت دیگر، بـا افـزایش هـر کـدام از ایـن صـفات عملکرد دانه افزایش یافت. از بـین ایـن صـفات، وزن دانـه و تعـداد کپسول در بوته بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند که می‌توانند در افزایش عملکرد دانه نقش مهمی ایفا کنند.

جدول5- اثر انواع کود و سطوح تراکم بوته بر صفات مورد اندازه گیری در گیاه کنجد

Table 5- Effect of different fertilizers and levels of plant density on the sesame' measured traits

شاخص برداشت Harvest index	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsule	وزن دانه در کپسول Seed weight per capsule (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)	وزن دانه در بوته Seed weight per plant (g)	تیمار Treatment
21.1	2.6	74.1[a]	0.189	955.7[a]	8.3[a*]	کود گاوی (F_1) Cow manure
19.9	3.2	64.5[bc]	0.206	855.5[b]	7.9[ab]	کود شیمیایی(F_2) Chemical fertilizer
19.1	3.4	68.5[ab]	0.203	853.8[b]	7.7[b]	کمپوست(F_3) Compost
16.2	3.1	60.9[c]	0.193	566.1[c]	3.8[c]	کنترل(F_4) Control
19.0	2.9	71.3[a]	0.201	762.7[d]	7.9[a]	D_1 (20 plant/m^2)
19.1	2.9	66.0[ab]	0.199	803.4[c]	7.2[ab]	D_2 (30 plant/m^2)
19.4	3.1	67.9[ab]	0.200	832.5[b]	6.8[b]	D_3 (40 plant/m^2)
18.8	3.1	62.8[b]	0.190	848.5[a]	6.1[c]	D_4 (50 plant/m^2)
20.0	3.3	78.0	0.193	914.0[c]	9.2	F_1D_1
20.3	2.9	73.3	0.207	952.7[b]	8.8	F_1D_2
19.9	2.5	57.0	0.186	971.3[ab]	8.2	F_1D_3
19.3	2.5	70.0	0.170	984.7[a]	7.0	F_1D_4
21.2	2.9	68.3	0.203	799.3[f]	8.6	F_2D_1
20.7	3.3	62.6	0.210	859.7[e]	8.2	F_2D_2
22.1	3.3	66.0	0.217	869.0[de]	7.9	F_2D_3
20.3	3. 7	61.0	0.193	894.0[cd]	7.0	F_2D_4
18.9	2.8	73.0	0.190	802.0[f]	8.2	F_3D_1
20.0	3. 5	68.0	0.203	859.3[e]	7.9	F_3D_2
19.2	2.8	70.3	0.197	866.0[de]	7.5	F_3D_3
18.3	3.5	62.6	0.220	888.2[cd]	7.1	F_3D_4
15.8	3.6	65. 7	0.220	535.4[h]	4.6	F_4D_1
15.2	3.0	60.0	0.177	542.6[h]	3.8	F_4D_2
16.3	3. 8	60.3	0.200	591.7[g]	3.7	F_4D_3
17.4	3. 7	57. 7	0.176	595.3[g]	3.1	F_4D_4

*در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

* Means with at least one similar letter, are not significant different (P<= 0.05) based on LSD test.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده باعث افزایش عملکرد گیاه کنجد نسبت به شرایط عدم استفاده از کود شدند و از بین این تیمارها کود گاوی بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد این گیاه داشت. با افزایش تراکم عملکرد دانه افزایش نشان داد، با این وجود تفاوت معنی داری بین 40 و 50 بوته در متر مربع مشاهده نشد. اگرچه بین تیمار کود شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی داری از نظر اکثر صفات مورد مطالعه مشاهده نشد، ولی با توجه به مخاطرات زیست محیطی و انرژی بالای تولید کودهای شیمیایی (Gundogmus, 2006)، مسلماً استفاده از کودهای آلی از قبیل کمپوست و کود گاوی می‌تواند در کوتاه مدت و بلندمدت فواید بسیاری داشته باشد.

جدول 6- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد در کنجد

Table 6- Correlation coefficients of yield and yield components for sesame

وزن هزار دانه 1000-seed weight	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsule	وزن دانه در کپسول Seed weight per capsule	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	عملکرد دانه Seed yield	بیوماس در بوته Biomass per plant	تعداد شاخه فرعی در بوته Number of branch per plant	تعداد کپسول در بوته Number of capsule per plant	
8	7	6	5	4	3	2	1	شماره Number
							1.0	1
						1.0	0.24^{ns}	2
					1.0	0.24^{*}	0.79^{**}	3
				1.0	0.81^{**}	0.21^{*}	0.83^{**}	4
			1.0	0.88^{**}	0.80^{**}	0.21^{ns}	0.89^{**}	5
		1.0	0.21^{ns}	0.21^{ns}	0.14^{ns}	0.27^{ns}	0.02^{ns}	6
	1.0	0.56^{**}	0.29^{*}	0.62^{**}	0.39^{*}	0.17^{ns}	0.39^{**}	7
1.0	0.18^{ns}	0.61^{**}	0.53^{**}	0.40^{**}	0.45^{**}	0.34^{*}	0.41^{**}	8

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 1% و 5% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می دهد.

*, ** and ns represent significant at 5% level, Significant at 1% level and non significant, respectively

منابع

1- Amarjit, S.B., Sidhu, B.S., and Randhawa, G.S. 1992. Effect of row spacing and nitrogen on nitrogen uptake, content and quality of dill (*Anethum graveolens*). Indian Journal of Agronomy 37: 633-634.

2- Atiyeh, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bioresource Technology 84: 7–14.

3- Adebisi, M.A., Ajala, M.O., Ojo, D.K., and Salau, A.W. 2005. Influence of population density and season on seed yield and its components in Nigerian sesame genotypes. Journal of Tropical Agriculture 43: 13-18.

4- Bahrani, M.J., and Babaei, G. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain and its yeild components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 237-245 (In Persian with English Summary)

5- Bedigian, D., and Harlan, J.R. 1986. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. Economic Botany 40: 137–154.

6- Bennet, M.R., Thaigalingam, K., and Beech, D. F. 1996. Effect of nitrogen application on growth, leaf nitrogen content, seed yield and seed components of sesame. Sesame and Safflower Newsletter 11: 21-28.

7- Carpenter, A.C., and Board, J.E. 1997. Branched yield components controlling soybean across plant population. Crop Science 37: 885-891.

8- Channabasavanna, A.S., and Setty, R.A. 1992. Response of sesame (*Sesamum indicum*) genotypes to plant densities under summer conditions. Indian Journal of Agronomy 37: 601-602.

9- Chungarol, S.R., Chavana, D.A., Alse, U.V., and Yeaonkar, G.V. 1991. Effect of plant density and variety on yield of sesame. Indian Journal of Agronomy 37: 380-385.

10- Daniel, C.G., and Boem, M.J. 2001. Temporal effects of compost and fertilizer applications on nitrogen fertility of golf course Turfgrass. Agronomy Journal 93: 548–555.

11- Dutta, P., Jana, K., Bandyopadhyay, P., and Maity, D. 2000. Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to irrigation. Indian Journal of Agronomy 54: 613-616.

12- Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications. Agronomy Journal 94: 128–135.

13- Gholinezhad, A., Tobeh, A., Hasanzadeh Ghorottapeh, A., and Asgari, A. 2008. Effects of density and planting arrangement on yield and yield components of sunflower. Journal of Agriculture Science 18: 87-99.

14- Gundogmus, E. 2006. Energy use on organic farming: a comparative analysis on organic versus conventional apricot production on small holdings in Turkey. Energy Conversion and Management 47: 3351–3359.

15- Fazeli, F., Sadrabadi, R., Zare Faizabadi, A., and Ezat, M. 2007. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) in Rokh plateau. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 327-332 (In Persian with English Summary)

16- Jahan, M., Koocheki, A., Nassiri, M., and Dehghanipoor, F. 2008. The effects of different manure levels and two

branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo*.L. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 281-289 (In Persian with English Summary)
17- Khandan, A., Astarayi, A., Nassiri Mahallati, M., and Fotovwat, A. 2006. Effect of organic and inorganic fertilizers on yield and yield components of *Plantago ovata* Forsk. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 244- 253 (In Persian with English Summary)
18- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150–156.
19- Kumar, A. S., Prasad, T.N., and Prasad, U.K. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum indicum*). Indian Journal of Agronomy 41: 111-115.
20- Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A.A., Ganbari, A., and Heydari, M. 2009. The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. In Sistan region. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24: 506-518 (In Persian with English Summary)
21- Luo, A., and Sun, X. 1994. Effect of organic manure on the biological activities associated with insoluble phosphorus release in a blue purple paddy soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 25: 2513–2522.
22- Liang, Y., Si, J., Nikolic, M., Peng, Y., Chen, W., and Jiang, Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry 37: 1185–1195.
23- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N., and Kamgar haghighi, A.A. 2008. Effects of nitrogen different amounts, manure and irrigation water on yield and yield components of corn. Electronically Journal of Crop Production 1: 67-85 (In Persian with English Summary)
24- Malakooti, M. J. 1997. Sustainable Agriculture and Increasing of Yield with Fertilizer Use in Iran. Agriculture Nashr Amuzesh, Publisher (In Persian).
25- Marjavi, A., and Jahadakbar, M.R. 2002. Effect of municipal compost on chemical characteristics of soil, quality and quantity traits of sugar beet. Journal of Sugar beet 18:1-14.
26- Martin, E.C., Slack, K.A., and Basso, B. 2006. Effects of fresh and composted dairy manure applications on alfalfa yield and the environment in Arizona. Agronomy Journal 98: 80–84.
27- Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A. 2006. Analysis of agroclimatic indices of Iran under future climate change scenarios. Iranian Journal of Field Crops Research 4: 169-180 (In Persian with English Summary).
28- Osei Bonsu, K. 1977. The effect of spacing and fertilizer application on the growth, yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum*). Acta Horticulturae 53: 355-374.
29- Parak, K.Y., Kang, Y.K., Park, S.U., and Moon, H.G. 1989. Effects of planting density and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. Korean Journal of Crop Science 34: 192-197.
30- Praksh, N.D., and Thimmegoawd, S. 1991. Effect of irrigation and fertilizer levels on nutrients concentration and protein yield of sesame (*Sesamum indicum*). Indian Journal of Agronomy 36: 421-422.
31- Rahnama, A., and Bakhshandeh, A. 2006. Determination of optimum row spacing and plant density for unibranched sesame in Khuzestan province. Journal of Agriculture, Science and Technology 8:25-33.
32- Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, Gh. Nabati, J., and Mohammad Abadi, A.A. 2005. Effects of different irrigation intervals and plant density on morphological characteristics, grain and oil yields of sesame (*Sesamum indicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 3: 57-68 (In Persian with English Summary)
33- Singh, R.V., and Chauhan, S.P.S. 1994. Response of barley to the levels and sources of nitrogen with and without zinc in relation to yield and water use under dryland conditions. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika 6: 43-48.
34- Singer, W.J., Sally, S.D., and Meek, D.W. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal 99:80–87.
35- Sinharoy, A.R.C., Samul, A., Ahsam, M.N., and Roy, B. 1990. Effect of different sources and levels of nitrogen on yield attributes and seed yield of sesame varieties. Environment and Ecology 8: 211-215.
36- Sharpley, A.N., McDowell, R., and Kleinman, P. J.A. 2004. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of America Journal 68:2048-2057.
37- Uzun, B., and Cagırgan, M.I. 2006. Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. Field Crops Research 96: 13–18.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 276-266

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 266-276

اثرات تغذیه نیتروژنی متفاوت گندم (*Tritium aestivum* L.) رقم سایونز بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت‌تأثیر سطوح تنش خشکی و کودهای بیولوژیک

رستم یزدانی بیوکی[1]، پرویز رضوانی مقدم[2]*، علیرضا کوچکی[2]، محمد بهزاد امیری[3]، جبار فلاحی[4] و رضا دیهیم فرد[4]

تاریخ دریافت: 89/2/25
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور مطالعهٔ تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و باکتری های محرک رشد بر شاخص‌های جوانه زنی بذور گندم (*Tritium aestivum* L.) حاصله از پایه های مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بذرهای جمع‌آوری شده از مزرعه‌ای که در سال قبل مقادیر 0، 120، 240 و 360 کیلوگرم کود اوره دریافت کرده بودند، انواع کود بیولوژیک (نیتراژین، بیوفسفر، عدم تلقیح) و سطوح مختلف تنش خشکی (0، 4-، 8- و 12- بار) بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده انواع کودهای بیولوژیک و سطوح تنش خشکی بر تمامی خصوصیات جوانه زنی، به استثنای میانگین زمان جوانه زنی، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه، معنی دار بودند، در حالیکه بذرهای تیمار شده با سطوح مختلف کود نیتروژن تنها بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص جوانه زنی دارای اثر معنی دار بود. نتایج اثرات متقابل حاکی از آن بود که بذور حاصل از مصرف 240 کیلوگرم کود اوره در هکتار در پتانسیل خشکی 0 و 4- بار بیشترین جوانه زنی را داشتند. کود بیولوژیک نیتراژین مقاومت به تنش خشکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، به طوری که در سطح تنش 4- بار کاهش جوانه زنی برای بذور تیمار شده با کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود، نسبت به گیاهان تحت تیمار با کود نیتراژین به ترتیب برابر با 40 و 79 درصد بود. اثرات سه گانه کود نیتروژن، کود بیولوژیک و سطوح تنش خشکی بر صفات اندازه گیری شده معنی دار نبود.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفر، درصد جوانه زنی، نیتراژین

مقدمه

گندم (*Tritium aestivum* L.) به عنوان مهمترین محصول زراعی کشور بوده که در شرایط نامساعد شوری و خشکی بخش قابل توجهی از عملکرد آن کاهش می یابد (Kamboh et al., 2000). جوانه زنی اولین مرحله رشد و نمو گندم است که از اهمیت بسیار زیادی برخودار می‌باشد. علاوه بر جوانه زنی، سرعت و یکنواختی جوانه زدن و سبز شدن نیز از پارامترهای مهم کیفیت بذر می باشند (Soltani et al., 2001). خشکی از مهمترین تنش های محیطی محدود کننده رشد محصولات زراعی محسوب می شود (Szaboles, 1994). تنش خشکی بر جنبه های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تاخیر انداختن جوانه زنی و کاهش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک می‌گردد (Saeidiyan, 1997). بالبکی و همکاران (Baalbaki et al., 1999) با مطالعهٔ جوانه زنی ارقام متحمل و حساس گندم در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمودند که با کاهش پتانسیل اسمزی خاک درصد و سرعت جوانه زنی بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافت.

یکی از عناصر پر مصرف غذایی که از اهمیت ویژه ای برخوردار است نیتروژن می باشد، این عنصرنقشی اساسی در دستیابی به عملکرد بالای کمی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می نماید (Foulkes, 1998). مقدار مصرف کود نیتروژن می تواند بر رشد و نمو بوته‌ها و تولید ماده خشک مؤثر واقع شود (Banziger et al., 1994; Warraich et al., 2002; Emam & Nicknejad, 1995). امام و همکاران (Emam et al., 2009) گزارش نمودند که سطوح بالای نیتروژن (100 و 150 کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش درصد پروتئین دانه گندم شد که نسبت به سطح 50 کیلوگرم در هکتار و شاهد بیشتر و دارای اختلاف معنی داری بود.

کودهای بیولوژیک در شرایط تنش های خشکی و شوری سبب

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشجوی دکتری کشاورزی بوم شناسی و دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

افزایش مقاومت گیاهان می‌گردند (Rivera-Cruz et al., 2008). سرعت ظهور گیاهچه در محصولات زراعی از جمله گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.)، هویج (*Daucus carota* L.)، گندم، ذرت (*Zea mays* L.)، لوبیا سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) با کاربرد باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد (Kloepper et al., 1991). دی-فریتاس و جرمید (De-Freitas & Germid, 1989) نشان دادند دو سویه از باکتری-های سودوموناس افزاینده رشد مورد بررسی آنها توانستند بطور معنی داری ظهور گیاهچه‌های گندم را افزایش دهند. ساتوویچ (Saatovich, 2006) گزارش نمود که باکتری آزوسپیریلوم از طریق تثبیت نیتروژن و تولید هورمون‌هایی مانند اکسین می‌تواند مقاومت گندم را به شرایط شوری بهبود بخشد. به همین دلیل استفاده از سویه‌های آن به صورت مایه تلقیح جهت بهبود عملکرد گیاهان به ویژه غلات در مناطق خشک قابل توصیه است. همچنین باکتری‌های محرک رشد می‌توانند وزن گیاه و ریشه و راندمان جذب نیتروژن را در گیاهان افزایش دهند (Dobbelaere et al., 2002). برخی ویژگی-های باکتری های افزاینده رشد، بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه، تاثیر بر بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه و کمک به گیاه برای رشد در شرایط تنش‌های محیطی می‌باشد (Kokalis-Burelle et al., 2006; Shimon et al., 2004; Wu et al., 2005; Zahir et al., 2004).

با توجه به اهمیت گندم در تغذیه انسان که هر ساله تقاضای جهانی برای تولید آن افزایش می‌یابد و مطالعات اندکی که در زمینه اثرات سطوح مختلف نیتروژن و کودهای بیولوژیک بر مقاومت به خشکی در مرحله جوانه زنی وجود دارد، لذا آزمایش حاضر با هدف بررسی برهمکنش‌های این عوامل بر شاخص های جوانه زنی گندم انجام گرفت.

مواد و روش ها

به منظور مطالعهٔ تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و اثر باکتری-های محرک رشد بر شاخص های جوانه زنی بذور حاصله از گندم تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن در مزرعه در سال قبل، آزمایشی در سال 1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در شرایط آزمایشگاه انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه پایه مادری در مزرعه در سال قبل (0، 120، 240 و 360 کیلوگرم کود اوره در هکتار)، کودهای بیولوژیک (نیتراژین، بیوفسفر، عدم تلقیح) و سطوح مختلف تنش خشکی (0، 4- ، 8- و 12- بار) بودند. برای این منظور از بذور حاصله از پایه های مادری گندم رقم سایونز که در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با سطوح مختلف کود نیتروژنه طی دو مرحله (پنجه زنی و گلدهی) تحت تیمار قرار گرفته بودند، در این آزمایش استفاده شد. سپس تیمارهای کودهای بیولوژیک و سطوح مختلف خشکی در شرایط آزمایشگاهی در بذور فوق مورد مطالعه قرار گرفت. نحوه مصرف نیتروژن در سال قبل (1388) در مزرعه در جدول 1 آورده شده است. برای اعمال تیمارهای کودهای بیولوژیک، بذور آزمایشی به مدت 12 ساعت در مایه تلقیح خیسانده شدند (Krishna et al., 2008) و در تیمار عدم کاربرد کود بیولوژیک از آب مقطر استفاده گردید. برای اعمال سطوح مختلف تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول 6000 (PEG 6000) استفاده شد.

قبل از شروع آزمایش مجموعه پتری دیش‌ها و کاغذهای واتمن در اتوکلاو در دمای 120 درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت استریل شدند. در هر پتری دیش 10 عدد بذر مورد استفاده قرار گرفت. برای اعمال تیمارهای خشکی پنج میلی لیتر محلول پلی اتیلن گلایکول به پتری دیش‌ها اضافه شد و سپس پتری دیش‌ها در دمای 25 درجه سانتیگراد در شرایط آزمایشگاه قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده هر 12 ساعت یکبار و به مدت 10 روز انجام گرفت. در نهایت طول ریشه چه و ساقه چه با خط کش اندازه گیری و سپس برای اندازه گیری وزن خشک ریشه چه و ساقه چه، به مدت 48 ساعت در داخل آون با درجه حرارت 72 درجه سانتیگراد قرار داده شدند و پس از آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/0001 توزین صورت گرفت. درصد جوانه زنی از نسبت درصد تعداد بذور جوانه زده پس از 14 روز به تعداد کل بذور قرار داده شده در هر پتری بدست آمد.

جدول1- تیمارهای نیتروژن اعمال شده بر روی گیاه پایه مادری در مزرعه و مقدار مصرف نیتروژن در هر تاریخ مصرف
Figure 1. Nitrogen treatments in the field experiment and nitrogen rates at each applied time.

تیمارهای نیتروژن بر اساس نیتروژن خالص(کیلوگرم در هکتار) Nitrogen treatments (kg/ha)	نیتروژن مصرفی بر اساس اوره(کیلوگرم در هکتار) Urea used (kg/ha)	اولین تاریخ مصرف کود (کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) First fertilizer application (kg N/ha)	دومین تاریخ مصرف کود (کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) Second fertilizer application (kg N/ha)
0	0	0	0
55.2	120	36.8	18.4
110.4	240	73.6	36.8
165.6	360	110.4	55.2

جهت محاسبه سرعت، شاخص و میانگین زمان جوانه زنی به ترتیب از معادلات شماره 1، 2 و 3 استفاده گردید (Salehzade et al., 2009).

معادله (1) $$RS = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

RS= سرعت جوانه زنی، Si= تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش، Di= تعداد روز تا شمارش n ام، n=دفعات شمارش، می باشند.

معادله (2) شاخص جوانه زنی= (تعداد بذرهای جوانه زده/روز اول شمارش)+. . .+ (تعداد بذرهای جوانه زده/روز آخر شمارش)

معادله(3) $$MGT = \sum Dn / \sum n$$

MGT= میانگین زمان جوانه زنی، n= تعداد بذوری که در روز D جوانه زده اند و D= تعداد روزهای پس از شروع جوانه زنی می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده انواع کود بیولوژیک و نیز اثرات ساده سطوح تنش خشکی بر تمامی خصوصیات جوانه زنی، به جز میانگین زمان جوانه زنی، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه، معنی دار بود ($P<0.05$)، در حالیکه اثر سطوح مختلف کود نیتروژن تنها بر صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص جوانه زنی معنی دار بود (جدول 2). اثرات دوگانه بر برخی خصوصیات جوانه زنی معنی دار بود، ولی اثرات سه گانه کود نیتروژن، کود بیولوژیک و سطوح خشکی بر صفات اندازه گیری شده معنی دار نبود (جدول 2).

تاثیر سطوح کود نیتروژن مصرفی در مزرعه، بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم

نتایج آزمایش نشان داد که اثر بذرهایی که با مقادیر مختلف کود نیتروژن تیمار شده بودند تنها بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص جوانه زنی معنی دار بود. بذور حاصل از گیاهان تیمار شده با 240 کیلوگرم کود اوره در هکتار نسبت به سایر بذور تحت تیمار با کود اوره از خصوصیات جوانه زنی بهتری برخوردار بودند، به طوری که این بذرها در مقایسه با بذور عدم تیمار با کود اوره به میزان 33 درصد از درصد جوانه زنی و شاخص جوانه زنی و 36 درصد سرعت جوانه زنی بیشتری برخوردار بودند (جدول 3). بذور تحت تیمار با 360 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن کمترین میزان درصد، سرعت و شاخص جوانه زنی را داشت (جدول 3). نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب دانه در غلات است و از آنجایی که در ترکیب اکثر آنزیم های جوانه زنی، نیتروژن به عنوان یک جزء اصلی حضور دارد، لذا با فراهمی این عنصر به اندازه کافی برای گیاه، درصد و سرعت جوانه زنی تسریع می‌شود (Banziger et al., 1994; Emam & Nicknejad, 1995). با توجه به اینکه مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک بیشتر اندام های هوایی و اجزای عملکرد دانه مؤثر است، لذا به نظر می رسد که فراهمی مناسب این عنصر با ایجاد شرایط مناسب جهت تولید بذور قوی تر بر روی گیاه مادری، بر خصوصیات جوانه زنی دانه مؤثر باشد (Pilbeam et al., 1997; Lioyd al., 1997). کودهای نیتروژنی، احتمالاً مقدار انتقال نیتروژن از قسمت های رویشی به دانه را افزایش داده و باعث افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین دانه می‌گردند و متعاقب آن بذوری با شاخص‌های جوانه زنی بهتری حاصل می شود (Kim & Paulsen, 1986). البته علت احتمالی کاهش خصوصیات جوانه زنی در بالاترین سطح مصرف نیتروژن را شاید بتوان به بروز سمیت نیتروژن در این شرایط نسبت داد.

تاثیر انواع کود بیولوژیک بر شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بذور تلقیح شده با کود بیولوژیک نیتراژین دارای درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، شاخص جوانه زنی و تعداد ریشه چه بیشتری در مقایسه با بذور تیمار شده با کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود بودند (جدول 4). کود بیولوژیک بیوفسفر نسبت به تیمار بدون تلقیح کود (پیش تیمار با آب مقطر[1])، تنها از لحاظ صفات درصد جوانه زنی و شاخص جوانه زنی به میزان 22 درصد و طول ریشه چه به میزان 27 درصد دارای برتری بود (جدول 4). بنابراین تلقیح بذور گندم با کود بیولوژیک تاثیر قابل توجهی در افزایش شاخص های جوانه زنی بویژه درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی نسبت به تیمار بدون تلقیح کود داشت. نتایج یک گزارش حاکی از آن است که سرعت ظهور گیاهچه در محصولات زراعی از جمله گوجه فرنگی، هویج، گندم، ذرت، لوبیا سفید و یونجه با کاربرد باکتری های محرک رشد مانند سودوموناس افزایش یافت (Kloepper et al., 1991).

1: Hydro-priming

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچهٔ گندم (A= سطوح مختلف نیتروژن، B= انواع کودهای بیولوژیک، C= سطوح مختلف تنش خشکی).

Table 2. Analysis of variance of germination indices and seedling growth of wheat (A = different levels of N, B = different types of biological fertilizers, C = different levels of drought stress).

میانگین زمان جوانه زنی The mean of germination time	شاخص جوانه زنی Germination index	سرعت جوانه زنی (بذر در 12 ساعت) Germination rate (Seeds/ 12 hours)	درصد جوانه زنی (%) Germination (%)	منابع تغییرات S.O.V
0.08^{ns}	5.86^{**}	0.40^{**}	8.96^{**}	A (نیتروژن)
0.35^{ns}	13.00^{**}	0.57^{**}	20.18^{**}	B (کود بیولوژیک)
6.93^{**}	155.73^{**}	6.23^{**}	244.97^{**}	C (تنش خشکی)
0.32^{ns}	0.97^{ns}	0.09^{*}	1.46^{ns}	A×B
0.12^{ns}	2.00^{*}	0.18^{**}	3.09^{*}	A×C
0.60^{*}	3.32^{**}	0.14^{**}	5.22^{**}	B×C
0.21^{ns}	1.22^{ns}	0.05^{ns}	1.91^{ns}	A×B×C
0.25	0.90	0.03	1.42	Error (خطا)
32.37	32.61	14.71	34.98	ضریب تغییرات cv

نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Radicle to plumule length ratio	طول ساقه چه (سانتی متر) Plumule length (cm)	طول ریشه چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	تعداد ریشه چه Radicle number	منابع تغییرات S.O.V
0.13^{ns}	0.19^{ns}	0.40^{ns}	0.08^{ns}	A
0.30^{ns}	0.74^{**}	1.88^{**}	0.33^{**}	B
4.37^{**}	36.50^{**}	65.66^{**}	8.51^{**}	C
0.08^{ns}	0.22^{ns}	0.51^{*}	0.10^{*}	A×B
0.12^{ns}	0.07^{ns}	0.13^{ns}	0.04^{ns}	A×C
0.14^{ns}	0.32^{*}	0.99^{**}	0.22^{**}	B×C
0.14^{ns}	0.10^{ns}	0.29^{ns}	0.05^{ns}	A×B×C
2.07	0.14	0.22	0.04	Error (خطا)
23.99	22.52	23.66	15.25	ضریب تغییرات cv

نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Dry weight ratio of radicle to plumule	وزن خشک کل(گرم) Total dry weight (g)	وزن خشک ساقه چه (گرم) Plumule dry weight (g)	وزن خشک ریشه چه (گرم) Radicle dry weight (g)	منابع تغییرات S.O.V
0.37^{ns}	0.0000027^{ns}	0.0000005^{ns}	0.0000009^{ns}	A
0.86^{ns}	0.0000088^{*}	0.0000016^{ns}	0.0000030^{**}	B
2.07^{**}	0.0003173^{**}	0.0001211^{**}	0.0000491^{**}	C
0.53^{ns}	0.0000036^{ns}	0.0000011^{ns}	0.0000008^{ns}	A×B
0.45^{ns}	0.0000013^{ns}	0.0000003^{ns}	0.0000005^{ns}	A×C
0.83^{ns}	0.0000058^{*}	0.0000010^{ns}	0.0000026^{**}	B×C
0.53^{ns}	0.0000023^{ns}	0.0000008^{ns}	0.0000005^{ns}	A×B×C
5.05	0.0000027	0.0000009	0.0000006	Error (خطا)
57.54	0.16	0.09	0.07	ضریب تغییرات cv

**: P<0.01, *: P<0.05, ns: non-significant. **، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار.

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات بذرهای تیمار شده که با سطوح مختلف کود نیتروژنه بر شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم (رقم سایونز).

Table 3. Mean comparison of the seeds that treated with different levels of nitrogen on germination indices and seedling growth of wheat (Sayonz cultivar).

سطوح مختلف نیتروژن(Kg/ha) different levels of nitrogen (Kg/ha)	درصد جوانه زنی (%) Germination (%)	سرعت جوانه زنی (بذر در 12 ساعت) Germination rate (Seeds/ 12 hours)	شاخص جوانه زنی Germination index	میانگین زمان جوانه زنی The mean of germination time
0	16.38bc	0.79b	11.08bc	2.07a*
120	18.88ab	1.17a	12.77ab	1.81a
240	24.72a	1.24a	16.71a	1.83a
360	11.66c	0.43c	7.88c	1.70a

سطوح مختلف نیتروژن(Kg/ha) different levels of nitrogen (Kg/ha)	تعداد ریشه چه Radicle number	طول ریشه چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	طول ساقه چه (سانتی متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Radicle to plumule length ratio
0	1.42a	4.42a	2.46a	1.56a
120	1.45a	5.39a	3.23a	1.03a
240	1.40a	4.97a	2.90a	1.02a
360	1.10a	4.00a	2.58a	0.81a

سطوح مختلف نیتروژن(Kg/ha) different levels of nitrogen (Kg/ha)	وزن خشک ریشه چه (گرم) Radicle dry weight (g)	وزن خشک ساقه چه (گرم) Plumule dry weight (g)	وزن خشک کل(گرم) Total dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Dry weight ratio of radicle to plumule
0	0.0018a	0.0026a	0.0045a	0.27a
120	0.0021a	0.0026a	0.0048a	0.35a
240	0.0021a	0.0025a	0.0046a	0.51a
360	0.0014a	0.0021a	0.0035a	2.76a

*در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

* In each column means followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level.

تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی، شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم کاهش یافت. تیمار عدم تنش خشکی از لحاظ تمامی شاخص‌های جوانه زنی مورد بررسی، به جز میانگین زمان جوانه زنی، نسبت طول ریشه چه به ساقه چه و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه، نسبت به پتانسیل‌های 4-، 8- و 12- دارای برتری بود، به طوری که در سطح 12- بار تنش خشکی، جوانه زنی بذور به صفر رسید (جدول 5). در پتانسیل خشکی 4- بار، درصد و شاخص جوانه زنی به میزان 60 درصد و سرعت جوانه زنی به میزان 75 درصد نسبت به حالت عدم تنش خشکی کاهش یافت. در سطح تنش 8- بار درصد و شاخص جوانه زنی، 91 درصد و سرعت جوانه زنی، 97 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد (جدول 5).

بالبکی و همکاران (Baalbaki et al., 1999) با مطالعه جوانه زنی و توسعه گیاهچه ارقام متحمل و حساس گندم در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمودند که با کاهش پتانسیل اسمزی درصد و سرعت جوانه زنی بطور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. احتمالاً کاهش درصد جوانه زنی و شاخص های جوانه زنی در شرایط کاهش پتانسیل اسمزی می تواند ناشی از تجزیه آهسته تر مواد آندوسپرم یا انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد (Soltani et al., 2006). کاهش جوانه زنی تحت تأثیر تنش خشکی به کاهش رطوبت سلول و تأثیر آن بر ساخت پروتئین ها و ترشح هورمون ها نسبت داده شده و به طور کلی بدلیل کاهش پتانسیل آب سلولهای در حال رشد، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و طول ریشه چه کاهش می یابد (Cramer et al., 1991; Krishramurthy et al., 1998). یکی از دلایل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره ای بذر به جنین ذکر شده است (Trautwein et al., 1997). بنابراین تنش آب از عوامل مهم در کاهش قابلیت جوانه زنی بذر در مزرعه می‌باشد و با کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل ماتریک در شرایط تنش خشکی، دسترسی بذر به آب برای وقوع جوانه زنی کاهش می یابد (Prisco et al., 1992).

جدول 4- مقایسه میانگین اثرات انواع کود بیولوژیک بر شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچهٔ گندم (رقم سایونز).

Table 4. Comparison of mean effects of different biological fertilizer on germination indexes and seedling growth of wheat (Sayonz cultivar).

انواع کود بیولوژیک Types of biological fertilizer	درصد جوانه زنی (%) Germination (%)	سرعت جوانه زنی (بذر در 12 ساعت) Germination rate (Seeds/ 12 hours)	شاخص جوانه زنی Germination index	میانگین زمان جوانه زنی The mean of germination time
نیتراژین Nitragin	24.79a	1.30a	16.76a	1.85a*
بیوفسفر Biophosphorus	16.25b	0.79b	10.98b	2.15a
عدم تلقیح (شاهد) Control	12.70c	0.64b	8.59c	1.55a

انواع کود بیولوژیک Types of biological fertilizer	تعداد ریشه چه Radicle number	طول ریشه چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	طول ساقه چه (سانتی متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Radicle to plumule length ratio
نیتراژین Nitragin	1.61a	5.26a	3.14a	1.34a
بیوفسفر Biophosphorus	1.32b	5.06a	2.92ab	1.08ab
عدم تلقیح (شاهد) Control	1.10b	3.73b	2.31b	0.88b

انواع کود بیولوژیک Types of biological fertilizer	وزن خشک ریشه چه (گرم) Radicle dry weight (g)	وزن خشک ساقه چه (گرم) Plumule dry weight (g)	وزن خشک کل(گرم) Total dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Dry weight ratio of radicle to plumule
نیتراژین Nitragin	0.0022a	0.0028a	0.0050a	0.43a
بیوفسفر Biophosphorus	0.0020a	0.0024a	0.0045ab	2.30a
عدم تلقیح (شاهد) Control	0.0013b	0.0021a	0.0035b	0.18a

*در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

*In each column means followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level.

اثرا ت متقابل

اثر متقابل سطوح نیتروژن و کود بیولوژیک بر درصد جوانه زنی گندم معنی داری بود (شکل 1). بذور حاصل از گیاهان تیمار شده با 240 کیلوگرم کود نیتروژن که در آزمایشگاه با کود بیولوژیک نیتراژین تلقیح شده بودند بیشترین، و اثر متقابل تیمار 360 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با عدم تلقیح کود بیولوژیک کمترین درصد جوانه زنی را دارا بودند (شکل 1). همچنین نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطوح نیتروژن و کود بیولوژیک بر سرعت جوانه زنی گندم معنی‌دار بود . به طوری که سرعت جوانه زنی نیز در تیمار 240 کیلوگرم کود نیتروژن مصرفی در مزرعه توأم با تلقیح بذور حاصله با کود نیتراژین در آزمایشگاه بیشترین مقدار این صفت را دارا بود (شکل 2). بنابراین وجود نیتروژن کافی، به عنوان عنصر ضروری در جوانه‌زنی، باعث بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی شد. البته به نظر می‌رسد که فراهمی نیتروژن تا حد مشخصی می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی گندم گردد، چرا که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از 240 به 360 کیلوگرم در هکتار، مقدار این شاخص‌ها کاهش یافت که علت احتمالی آن را می توان به بروز مسئله سمیت نیتروژن و یا بر هم خوردن تعادل هورمونی بذر نسبت داد. همچنین باکتری‌های افزاینده رشد، از طریق تولید هورمون های محرک رشد گیاه باعث بهبود جذب آب و عناصر غذایی و افزایش جوانه زنی و ظهور گیاهچه می‌گردند (Kokalis-Burelle et al., 2006; Shimon et al., 2004; Wu et al., 2005)، لذا اثرات مثبت

کاربرد این کودها را در آزمایش حاضر می‌توان به این مسئله نسبت داد که ریز جانداران موجود در این کودها باعث تحریک عوامل درونی بذر که در جوانه زنی نقش دارند، گردیده اند.

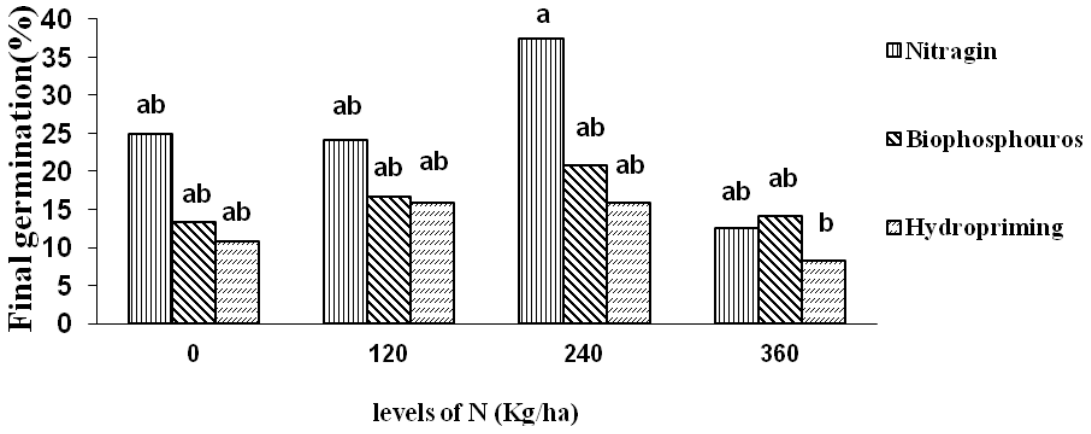
جدول 5- مقایسه میانگین اثرات سطوح مختلف خشکی بر شاخص های جوانه زنی و رشد گیاهچهٔ گندم.

Table 5. Comparison of the mean effects of different levels of drought on germination indices and seedling growth of wheat.

میانگین زمان جوانه زنی The mean of germination time	شاخص جوانه زنی Germination index	سرعت جوانه زنی (بذر در 12 ساعت) Germination rate (Seeds 12 hours)	درصد جوانه زنی (%) Germination (%)	سطوح مختلف خشکی Different levels of drought
2.74a*	32.30a	2.81a	47.77a	0 bar
3.04a	12.95b	0.73b	19.16b	-4 bar
1.63b	3.19c	0.10c	4.72c	-8 bar
0c	0d	0c	0d	-12 bar
نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Radicle to plumule length ratio	**طول ساقه چه (سانتی متر) Plumule length (cm)**	**طول ریشه چه (سانتی متر) Radicle length (cm)**	**تعداد ریشه چه Radicle number**	**سطوح مختلف خشکی Different levels of drought**
1.61a	9.09a	14.37a	3.23a	0 bar
2.39a	1.95b	4.21b	1.84b	-4 bar
0.44b	0.05c	0.07c	0.31c	-8 bar
0c	0c	0c	0d	-12 bar
نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Dry weight ratio of radicle to plumule	**وزن خشک کل(گرم) Total dry weight (g)**	**وزن خشک ساقه چه (گرم) Plumule dry weight (g)**	**وزن خشک ریشه چه (گرم) Radicle dry weight (g)**	**سطوح مختلف خشکی Different levels of drought**
0.63ab	0.0126a	0.0077a	0.0048a	0 bar
3.31a	0.0047b	0.0020b	0.0026b	-4 bar
0.02b	0c	0c	0c	-8 bar
0b	0c	0c	0c	-12 bar

*در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

*In each column means followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level.

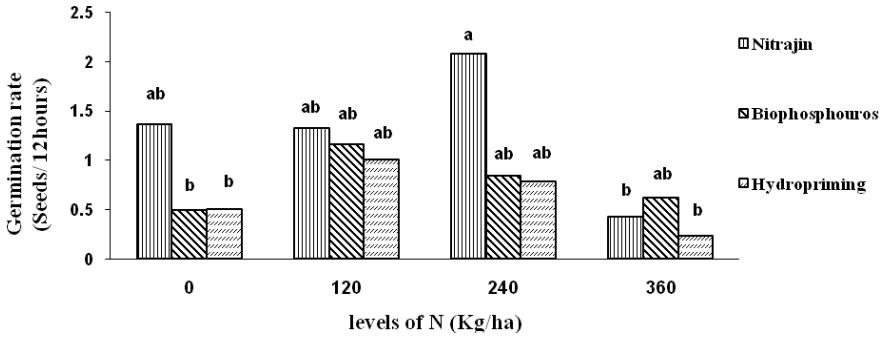


شکل 1- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و انواع کود بیولوژیک بر درصد جوانه زنی گندم (رقم سایونز).

Figure 1. The interaction of different N levels and types of biological fertilizer on the germination percentage of wheat (Sayonz cultivar).

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر نوع کود بیولوژیک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for each biofertilizer are not significantly different at 5% probability level.



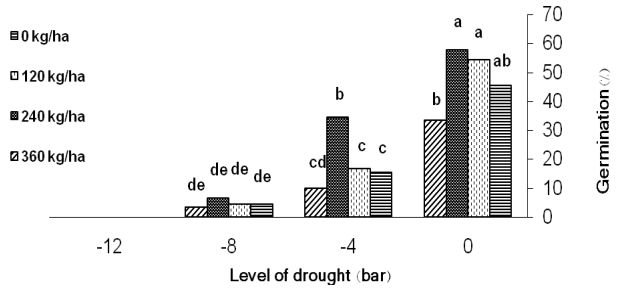
شکل 2- اثر متقابل سطوح مختلف نیتروژن و انواع کود بیولوژیک بر سرعت جوانه زنی گندم (رقم سایونز).

Figure 2. The interaction of different levels N and types of biological fertilizer on germination rate of wheat (Sayonz cultivar).

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر نوع کود بیولوژیک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for each biofertilizer are not significantly different at 5% probability level.

اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی اعمال شده در شرایط آزمایشگاهی و نیتروژن مصرفی در روی گیاه مادری، بر درصد جوانه زنی معنی دار بود (شکل 3). بیشترین میزان جوانه زنی مربوط به اثر متقابل مصرف 240 کیلوگرم نیتروژن و تیمار بدون تنش خشکی بود. نتایج نشان داد که میزان جوانه زنی با کاهش پتانسیل خشکی، کاهش یافت، ولی تیمار 240 کیلوگرم کود نیتروژن در هر سطح تنش خشکی نسبت به سایر سطوح نیتروژن دارای جوانه زنی بیشتری بود (شکل 3). همچنین بذور تیمار شده با 240 کیلوگرم نیتروژن تقریبا از سه برابر جوانه زنی بیشتری نسبت به بذور تیمار شده با 360 کیلوگرم نیتروژن در پتانسیل 4- بار برخوردار بود، ولی بذور تیمار شده با سطوح مختلف کود نیتروژن در سطح تنش خشکی 8- بار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (شکل 3). همچنین اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و نیتروژن بر سرعت جوانه زنی معنی دار بود (شکل 4). میزان سرعت جوانه زنی نیز مانند درصد جوانه زنی با کاهش پتانسیل خشکی، کاهش یافت، در سطح عدم تنش خشکی، بذور حاصله از 120 و 240 کیلوگرم نیتروژن، نسبت به سطوح دیگر نیتروژن از سرعت جوانه زنی بیشتری برخوردار بودند. در تمامی سطوح تنش خشکی، سرعت جوانه زنی در تیمار 360 کیلوگرم نیتروژن نسبت به سایر سطوح کود نیتروژن کمتر بود (شکل 4). به طور کلی با افزایش نیتروژن مصرفی تا سطح 240 کیلوگرم در هکتار مقاومت به خشکی افزایش یافت. از آنجایی که نیتروژن به عنوان یک جزء اصلی ساختار آنزیم های جوانه زنی می باشد، لذا با فراهمی مناسب و کافی این عنصر برای گیاه، درصد و سرعت جوانه زنی تسریع می شود(Banziger et al., 1994; Emam & Nicknejad, 1995)، ولی به نظر می رسد که مصرف بیش از حد نیتروژن نیز می تواند دارای اثرات بازدارنده جوانه زنی باشد.

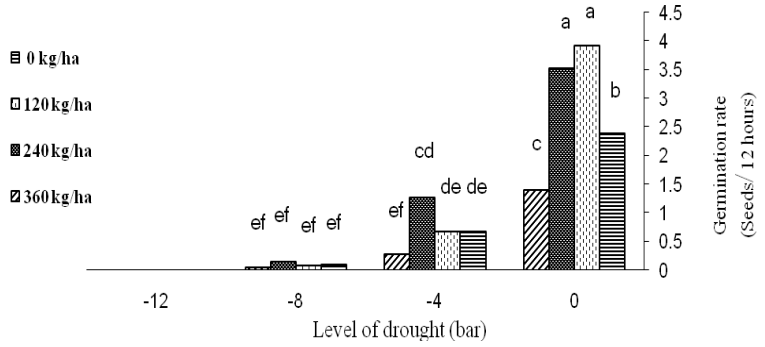


شکل 3- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و نیتروژن بر درصد جوانه زنی گندم (رقم سایونز).

Figure 3. Interaction between different levels of drought and nitrogen levels on germination percentage of wheat (Sayonz cultivar).

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کود نیتروژن، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for each level of nitrogen are not significantly different at 5% probability level.



شکل 4- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و نیتروژن بر سرعت جوانه زنی گندم (رقم سایونز).

Figure 4. Interaction between different levels of drought and nitrogen levels on germination rate of wheat (Sayonz cultivar).

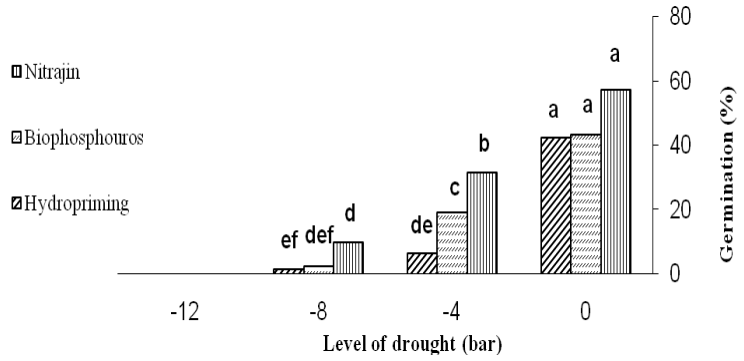
میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کود نیتروژن، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for ezch level of nitrogen are not significantly different at 5% probability level.

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطوح خشکی و انواع کود بیولوژیک بر درصد جوانه زنی گندم معنی دار بود، در حالی که بذور تیمار شده با کود نیتراژین، کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود در سطح عدم تنش خشکی اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، با افزایش سطح تنش خشکی اثرات مثبت تلقیح باکتریایی قابل مشاهده بود (شکل 5). گیاهان تحت تیمار با کود بیولوژیک نیتراژین در سطوح تنش 4- و 8- بار دارای درصد جوانه زنی بیشتر و معنی داری نسبت به سایر بذور تلقیح شده بودند، به طوری که در سطح تنش 4- بار کاهش جوانه زنی برای بذور تیمار شده با کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود، نسبت به گیاهان تحت تیمار با کود نیتراژین به ترتیب برابر با 40 و 79 درصد بود (شکل 5). بیشترین واکنش درصد جوانه زنی برای اثر متقابل خشکی و کود بیولوژیک، در سطح 8- بار بود، به طوری که بذور تیمار شده با کود نیتراژین نسبت به بذور تیمار شده با کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود به ترتیب به میزان 75 و 84 درصد جوانه زنی بیشتری داشتند. نتایج تحقیقات دیگر محققان نیز بیانگر این موضوع است که کودهای بیولوژیک در شرایط تنش های محیطی چون خشکی و شوری سبب افزایش مقاومت گیاهان می‌گردند (Rivera-Cruz et al., 2008; Kokalis-Burelle et al., 2006; Shimon et al., 2004; Wu et al., 2005). همچنین اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و انواع کود بیولوژیک بر سرعت جوانه زنی بذور گندم معنی دار بود (شکل 6). سرعت جوانه زنی بذور تیمار شده با کود نیتراژین در پتانسیل های خشکی صفر و 4- بار بیشتر بود. در حالت بدون تنش خشکی، سرعت جوانه زنی بذور تحت تیمار با نیتراژین نسبت به بذور تیمار شده با کود بیوفسفر و عدم تلقیح کود به ترتیب به میزان 26 و 34 درصد بیشتر بود. در پتانسیل خشکی 4- بار اختلاف سرعت جوانه زنی بین بذور تیمار شده با نیتراژین در مقایسه با کود بیوفسفر وعدم تلقیح کود به ترتیب 64 و 87 درصد بود، که این مطلب حاکی از مقاومت بیشتر بذور تیمار شده با نیتراژین تحت شرایط تنش خشکی بود. این موضوع با نتایج دیگر تحقیقات مطابقت دارد که بیان می دارند باکتری های افزاینده رشد سبب بهبود جوانه زنی و ظهور گیاهچه در شرایط تنش های محیطی می شود (Kokalis-Burelle et al., 2006; Shimon et al., 2004; Wu et al., 2005).

نتیجه گیری

به طور کلی می توان چنین بیان داشت که بذور حاصل از گیاهانی که در مزرعه نیتروژن کافی دریافت کرده بودند، احتمالاً دارای ذخایر غذایی بیشتری بوده و به هنگام بروز تنش خشکی نسبت به سایر بذور موفق تر عمل کردند. کودهای بیولوژیک نیز با افزایش توان جذب آب توسط بذور و همچنین تحریک تولید هورمون های جوانه زنی موجب بهبود شاخص‌های جوانه زنی گندم و افزایش مقاومت به تنش خشکی گردیدند.

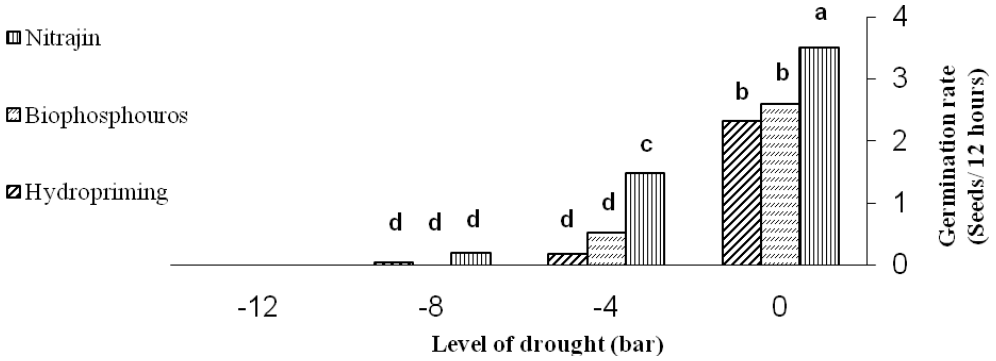


شکل 5- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و انواع کود بیولوژیک بر درصد جوانه زنی گندم (رقم سایونز)

Figure 5. Interaction between different levels of drought and types of biological fertilizer on germination percentage of wheat (Sayonz cultivar).

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر نوع کود بیولوژیک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for each biofertilizer are not significantly different at 5% probability level.



شکل 6- اثر متقابل سطوح مختلف خشکی و انواع کود بیولوژیک بر سرعت جوانه زنی گندم (رقم سایونز).

Figure 6. Interaction between different levels of drought and types of biological fertilizer on germination rate of wheat (Sayonz cultivar).

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر نوع کود بیولوژیک، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by similar letters for each biofertilizer are not significantly different at 5% probability level.

منابع

1- Baalbaki, R. Z., Zurayk, R.A., Bleik, M. M., and Talhouk, S. N. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Science and Technology 27: 291-302.

2- Banziger, M., Feil, B., and Stamp, P. 1994. Competition between nitrogen accumulative and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. Crop Science 34: 440-446.

3- Cramer, G. R., Epstein, E., and Lauchli, A. 1991. Effect of sodium, potassium and calcium on salt – stressed barley. II. Element analysis. Physiology Plantarum 81:187-292.

4- De Freitas, J. R., and Germid, J. J. 1989. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Applied Envirnomental Microbiology 36: 265-272.

5- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y., and Vanderleyden, J. 2002. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils 36: 284-297.

6- Emam, Y., and Nicknejad, M. 1995. Introduction to Crop Physiology (translation). Shiraz University Press. 572 Pp. (In Persian).

7- Emam, Y., Salimi Koochi, S., and Shekoofa, A. 2009. Effect of nitrogen levels on grain yield and yield

components of wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigation and rainfed conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 321-332. (In Persian with English Summary).
8- Foulkes, M. J., Sylvester-Bradley, R., and Scott, R. K. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. Journal of Agriculture Science Cambridge 130: 29-44.
9- Kamboh, M. A., Oki, Y., and Adachi, T. 2000. Effect of presowing seed treatment on germination and early seedling growth of wheat varieties under saline conditions. Soil Science and Plant Nutrition 46: 249-255.
10- Kim, N. I., and Paulsen, G. M. 1986. Response of yield attributes of isogenic tall, semi dwarf, and double dwarf winter wheats to nitrogen fertilizer and seeding rates. Crop Science 156(3):197-205.
11- Kloepper, J. W., Zablotowicz, R. M., Tipping, E. M., and Lifshitz, R. 1991. Plant Growth Promoting Mediated by Bacterial Rhizosphere Colonizers. In: The rhizosphere and plant growth, Keister, D.L., and Cregan, P. B. eds. Pp: 315-326. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
12- Kokalis-Burelle, N., Kloepper, J. W., and Reddy, M. S. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied soil Ecology 31: 91-100.
13- Krishna, A., Patil, C. R., Raghavendra, S. M., and Jakati, M. D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agriculture and Science 21(4): 588-590.
14- Krishramurthy, L., Ito, O., Johansen, C., and Saxsena, N. P. 1998. Length to weight ratio of chickpea roots under progressively reducing soil moisture conditions in a vertisol. Field Crops Research 58:177-185.
15- Lioyd, A., Webb, J., Archer, J. R., and Bradly, R. S. 1997. Urea as a nitrogen fertilizer for cereals. Journal of Agronomy Science 128: 263-271
16- Pilbeam, C. J., Mcneil, A. M., Harris, H. C., and Swift, R. S. 1997. Effect of fertilizer rate and from on the recovery of N-Labelled fertilizer applied to wheat in Syria. Journal of Agricultural Science 128: 415-424.
17- Prisco, J. T., Babtista, C. R., and Pinheiro, J. L. 1992. Hydration dehydration seed Pre- treatment and its effects on seed germination under water stress condition. Revta Brasil Botany 15(1): 31-35.
18- Rivera-Cruz, M. C., Narcıa, A. T., Ballona, G. C., Kohler, J., Caravaca, F., and Rold, A. 2008. Poultry manure and banana wastes are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. Soil Biology and Biochemistry 40: 3092-3095.
19- Saatovich, S. Z. 2006. Azospirilli of Uzbekistan soils and their influence on growth and development of wheat plants. Plant and Soil 283: 137-145.
20- Saeidiyan, F. 1997. Evaluation of drought resistance and water use efficiency in two forage species. MSc Dissertation, Faculty of Natural Resources. Tehran University, Iran (In Persian with English Summary).
21- Salehzade, H., Izadkhah Shishvan, M., and Chiyasi, M. 2009. Effect of seed priming on germination and seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Biological Sciences 4(5): 629-631.
22- Shimon, M., Tirosh, T., and Glick, B. R. 2004. Plant growth promoting bacteria confer resistance in tomato plant to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry 42: 565-572.
23- Soltani, A., Galashi, S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science 30: 51-60. (In persion with English summary).
24- Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany 55: 195-200.
25- Szaboles, I. 1994. Soils and Salinization. In Handbook of Plant and Crop Stress. CRC Press. Edition 2nd. pp: 1-12.
26- Trautwein, E. A., Rrickhoff, D., and Erbershobler, H. F. 1997. The cholesterol- lowering effect of psyllium a source dietary fiber. Ernaehrung Umschau 44: 214-216.
27- Warraich, E. A., Ahmad, N., Basra, S.M.A., and Afzal, I. 2002. Effect of nitrogen on source- sink relationship in wheat. International Journal of Agriculture and Biology 4: 300–302.
28- Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C., and Wong, M. H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125:155-166.
29- Zahir, A. Z., Arshad, M., and Frankenberger, W. F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 97-168.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 286-277

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 277-286

واحدهای حرارتی مورد نیاز گروههای مختلف ذرت (*Zea mays* L.) بر اساس شاخص‌های حرارتی در منطقه مشهد

رجب چوکان[1*] و هادی حسن زاده مقدم[2]

تاریخ دریافت: 89/2/8
تاریخ پذیرش: 89/9/3

چکیده

تعداد بیست هیبرید داخلی و خارجی ذرت (*Zea mays* L.) در پنج گروه رسیدگی در طی دوسال (1386 و 1387) در منطقه مشهد مورد مطالعه قرار گرفتند. بمنظور ایجاد محیطهای مختلف و امکان برآورد نیاز گرمائی هر یک از هیبریدها، از دو تاریخ کاشت (15 اردیبهشت و 30 اردیبهشت) استفاده گردید. نتایج حاصل نشان داد که هر دو شاخص GDD و CHU برآورد قابل قبولی از واحدهای گرمائی مورد نیاز هیبریدهای مربوط به گروههای مختلف رسیدن را برآورد کرده و گروه بندی مشابهی را برای این هیبریدها ارائه می نمایند. هر دو سیستم تغییراتی را در گروه بندی برخی هیبریدها براساس نیاز حرارتی ایجاد نمودند. مقدار GDD مورد نیاز تا رسیدن بر خلاف GDD مورد نیاز تا گلدهی گروههای مختلف رسیدگی FAO را تا حد زیادی از یکدیگر تفکیک نمود. بطور کلی هیبریدهای دیررس GDD بیشتری در دوره پرشدن دانه دریافت نمودند. مقدار CHU مورد نیاز تا گلدهی بیش از گلدهی تا رسیدن بود. مقدار CHU دریافتی در دوره زایشی با افزایش گروه رسیدگی، افزایش نشان داد. بطور کلی با در نظر گرفتن نتایج تقریباً مشابه در هر دو سیستم ، با توجه به سادگی محاسبات می‌توان از شاخص GDD جهت گروه بندی هیبریدهای ذرت بر اساس نیاز حرارتی در منطقه سرد معتدل استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت،گروه رسیدگی، واحدهای گرمائی

مقدمه

در کشت‌های دیرهنگام هدف این است که محصول بتواند از باقیمانده فصل رشد طوری استفاده کند که قادر باشد به‌طور معمول به مرحله رسیدن فیزیولوژیکی برسد. تصمیم بر اینکه چه زمانی بایستی از ارقام با گروه رسیدگی زودتر استفاده شود بایستی براساس رتبه‌بندی هیبرید براساس واحدهای حرارتی موردنیاز و برآورد واحدهای حرارتی باقیمانده تا آخر فصل انجام گیرد (Nielsen et al., 1994). تولیدکنندگانی که ذرت را به‌صورت زودهنگام کشت می‌کنند نگران سرمای دیررس، ظهور ضعیف و رشد زودهنگام بوته هستند. تولیدکنندگانی که ذرت را دیرهنگام کشت می‌کنند نمی‌دانند از کدام هیبریدهای بلوغ نسبی استفاده کنند و از نوع تأثیر کاشت دیرهنگام بر عملکرد و رطوبت نهایی دانه بی‌اطلاع هستند (Lauer et al., 1999). کاشت زودهنگام هیبریدهای تمام‌فصل به طور گسترده‌ای پیشنهاد می‌شود زیرا در این صورت می‌توان از کل فصل رشد استفاده کرد. همچنین قبل از اینکه رشد بوته به خاطر یخبندان متوقف شود، بلوغ فیزیولوژیکی حاصل شده و ذرت در زمین زراعی تاحدودی خشک می‌شود که همین امر موجب افزایش حاشیهٔ سود می‌شود (Gupta, 1985). تصمیم‌گیری در کشت رقم خاص از نظر گروه رسیدن در ذرت در یک منطقه بویژه زمانی که به هر دلیلی کشت با تاخیر اتفاق می‌افتد (که بالطبع باعث کوتاه شدن فصل رشد باقیمانده می‌گردد) از مسائل بسیار مهم می‌باشد. چنین تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب هیبرید مناسب از نظر گروه رسیدن، نیازمند تعیین ویژگی‌های مورد نیاز فصل رشد هیبریدهای ذرت است (Nielsen et al., 1994). گروه بندی بر اساس تعداد روز به علت فقدان دقت ناشی از تغییرات محیطی از سالی به سال دیگر و از منطقه ای به منطقه دیگر و تاثیر آنها بر تعداد روزهای از کاشت تا رسیدن ، کارایی لازم را ندارد (Montieth, 1984). در یک مطالعه از کل نیاز حرارتی هیبریدهای تحت‌بررسی در کشت‌های تأخیری (اوایل ژوئن) درمقایسه با کاشت‌های زود (اوایل مه) به‌طور متوسط 144 درجه روز رشد کاسته شده‌است. واکنش هیبریدها نیز در این بررسی متفاوت بود و

1 و 2- به ترتیب دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج و مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: (Email: r_choukan@spii.ir

ژنوتیپ‌های دیررس کاهش بیشتری در این زمینه ازخود نشان دادند (Nielsen et al., 2002). پیش‌تر از این محققان گزارش داده بودند که استفاده از شاخص روز تا رسیدن در توصیف مراحل فنولوژیکی رشد چندان قابل‌اطمینان نیست و لذا روش‌ها و سیستم‌های متعددی جهت پیش‌بینی سرعت رشد و نمو هیبریدهای ذرت ارایه شده‌است (Nielsen et al., 1994). یکی از قدیمی‌ترین سیستم‌ها در سال 1936 در مینه‌سوتای ایالات متحده ارایه شد. بر اساس این سیستم، تعداد روزهای موردنیاز جهت رسیدن به مرحله گل‌دهی و درنهایت رسیدن محصول بود. در این سیستم، رطوبت دانه در زمان برداشت تعیین‌کننده گروه رسیدن بوده و هر پنج روز تفاوت در رسیدن هیبریدهای ذرت، به‌عنوان تفاوت معنی‌دار جهت طبقه‌بندی این هیبریدها مورداستفاده قرار می‌گرفت. چندی بعد سازمان خواروبار جهانی در سال 1954 سیستمی را جهت طبقه‌بندی هیبریدهای ذرت ارایه کرد که از آن تحت عنوان گروه‌های رسیدگی فائو نام برده می‌شود و هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای اروپایی به‌عنوان سیستم رایج در تعیین رسیدگی هیبریدهای ذرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sutton & Stucker, 1974). شاخص‌های حرارتی در مقایسه با سیستم‌های مبتنی بر تعداد روز قابلیت بالاتری در پیش‌بینی دقیق سرعت رشد و نمو هیبریدهای ذرت دارند(Shaykewich, 1995). از شاخص‌های حرارتی مرسوم می‌توان به شاخص‌های درجه روز رشد (GDD[1]) و واحدهای حرارتی محصول (CHU[2]) اشاره کرد. شاخص ایده‌آل شاخصی است که تعداد واحدهای حرارتی یک ژنوتیپ مشخص برای رسیدن به مرحلهٔ مشخصی از رشد را در طول دوره های مورد مطالعه ثابت برآورد کند. شاخص‌های فعلی زمان گرمایی موردنیاز برای رشد رویشی (بازهٔ زمانی میان کاشت و کاکل‌دهی) را به صورت قابل اعتماد برآورد می‌کنند، اما مطالعات نشان داده‌اند که زمان گرمایی مورد نیاز برای پر شدن دانه (بازهٔ زمانی میان کاکل‌دهی و بلوغ) بسته به مکان و سال تغییر می‌کند(Major et al.,1983; Plett, 1992). GDD در اکثر موارد، واحدهای حرارتی موردنیاز برای پر شدن دانه را بیش از حد واقعی برآورد می‌کند (Dwyer et al.,1996). این امر در سال‌هایی با دمای کمتر از مطلوب به صورت خاصی مشهود است؛ در این سال‌ها برآوردهای بلوغ با استفاده از *GDD* ممکن است چند صد واحد حرارتی بیشتر از مقدار واقعی باشد (Roth & Yocum,1997).

دینارد (Daynard, 1972) در کشت دیرهنگام مشاهده کرد که واحد حرارتی بین کاشت تا اواسط ظهور کاکل‌ها تا تشکیل لایه سیاه کاهش یافت. واحد حرارتی بین کاشت تا رسیدن فیزیولوژیک در ذرت هیبرید دندان اسبی MO17 × B73 در تأخیر کشت‌های اولیه کاهش، ولی با تأخیرهای بیشتر افزایش نشان داده است. مطالعات انجام شده در کانادا سیستم GDD برآورد مطمئنی را از زمان حرارتی مورد نیاز برای رشد رویشی فراهم کرد (کاشت تا ظهور کاکل) (Dwyer et al., 1999a,b). در این مطالعات برآوردهای زمان گرمایی موردنیاز برای دوره پر شدن دانه (ظهور کاکل تا رسیدن) به‌طور قابل توجهی متغیر بوده است و معمولاً برآوردها براساس GDD برای این دوره بیش از واقعیت بوده است. دویر و همکاران (Dwyer et al., 1999 a) شاخص گرمایی عمومی را معرفی کردند که براساس ترکیب واکنش گرمایی دو منحنی برای دوره رویشی و زایشی ذرت قرار دارد و می‌تواند دقیق‌تر از روش GDD باشد. این روش نیازمند اطلاعات قبلی از تاریخ‌های گلدهی (ظهور کاکل) است.

رسیدن هیبریدها برای تجمع درجه روزهای رشد (GDDs) از کاشت تا ظهور کاکل یا تشکیل لایه سیاه دانه متغیر می‌باشد(Nielsen et al., 1994). هیبریدهای با رسیدگی نسبی زودتر، در مقایسه با هیبریدهای دیررس‌تر نیازمند درجه روز رشد کمتری بر اساس رسیدن به مرحله ظهور کاکل یا تشکیل لایه سیاه دانه می‌باشند. متاسفانه استفاده از درجه روز رشد برای انتخاب گروه رسیدن هیبریدها در کشت‌های دیرهنگام بدون مشکل نمی‌باشد. رابطه بین تجمع درجه روز رشد و فنولوژی ذرت ممکن است تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گیرد. گیلمور و راجرز (Gilmore & Rogers, 1958) در بررسی کشت‌های تأخیری در تگزاس اثری بر روی فاصله کاشت تا اواسط ظهور کاکل مشاهده نکردند. دینارد (Daynard, 1972) مشاهده کرد که تاخیر در کاشت در اونتاریو فواصل گرمایی از کاشت تا اواسط ظهور کاکل را افزایش و فاصله گرمایی بین اواسط ظهور کاکل تا تشکیل لایه سیاه دانه را کاهش می‌دهد. محققان دیگری نیز گزارش کرده اند که فواصل گرمایی بین کاشت تا تشکیل لایه سیاه با تأخیر در کاشت در مینوسوتا کاهش می‌یابد (Sutton & Stucker, 1974). رات و یاکوم(Roth & Yocum, 1997) گزارش کردند که تاخیر در کاشت مقدار درجه روز رشد مورد نیاز را برای تشکیل لایه سیاه دانه در سه هیبرید مشابه در سال بعد با شرایط تنش کمتر، افزایش داده است. در نبراسکا فاصله گرمایی بین کاشت تا تشکیل لایه سیاه نیز در هیبرید ذرت دندان اسبی (B_{73} × MO17) با تأخیرهای اولیه کاهش ولی بعد از آن با تأخیر بیشتر افزایش یافته است(Stevens et al., 1986) .

این مطالعه بمنظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر نیاز حرارتی گروههای مختلف رسیدگی هیبریدهای ذرت و گروه بندی هیبریدها بر اساس نیاز حرارتی انجام گردید.

مواد و روش ها

در این تحقیق از هیبرید داخلی و خارجی در پنج گروه رسیدگی

1. Growth degree days (GDD)
2. Crop heat units (CHU)

200 و 300 (KSC260، KSC250، KSC320 و DC370)، 400 (BC404، OSSK444، OSSK499 و KSC400)، 500 (BC504، OSSK552، NS540 و KSC500) ، 600((OSSK602، BC678، BC666 و KSC647)و 700 (KSC704، KSC700، OSSK713 و KSC720) در منطقه طرق مشهد استفاده شد. ایستگاه تحقیقاتی طرق مشهد در طول جغرافیائی 56/6 درجه شرقی و عرض جغرافیائی 36/2 درجه شمالی و در ارتفاع 985 متر متر از سطح دریا قرار دارد. بمنظور ایجاد شرایط مختلف جهت برآورد نیاز حرارتی از دو تاریخ کاشت (15 اردیبهشت و 30 اردیبهشت) استفاده شد. بطوریکه تاریخ های کاشت بعنوان عامل اصلی و هیبریدها بعنوان عامل فرعی بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در طی دو سال (1386 و 1387) مورد مطالعه قرار گرفتند. 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 کپه‌های با فاصله خطوط 75 سانتیمتر گشت گردیدند. بمنظور دستیابی به تراکم مورد نظر در هر گروه رسیدگی، فاصله کپه‌ها 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 در نظر گرفته شدند. در هر یک از تاریخ های کاشت برای هر کدام از هیبریدها، تاریخ سبز شدن، تاریخ ظهور کاکل و تاریخ رسیدن فیزیولوژیک (هر سه روز یکبار) ثبت گردیده و در زمان برداشت، درصد چوب بلال و درصد رطوبت دانه اندازه‌گیری شده و در نهایت عملکرد دانه بر مبنای 14% رطوبت تعیین شد.

با در نظر گرفتن هر یک از مراحل فنولوژیکی ثبت شده در هر هیبرید در هر یک از تاریخهای کاشت با توجه به داده‌های درجه حرارت حداکثر، حداقل و متوسط روزانه، نیاز حرارتی هر رقم در هر گروه رسیدگی بر اساس سیستم‌های GDD و CHU بطور جداگانه و بر اساس معادلات 1 تا 4 محاسبه شدند:

$$GDD = \sum\left[\left(\frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{2}\right) - T_{base}\right] \quad \text{(معادله 1)}$$

در این معادله، T_{max}، حداکثر دمای روزانه؛ T_{min}، حداقل دمای روزانه و T_{base}، دمای پایه رشد بود. دمای پایه رشد (T_{base}) برای دوره مشخصی از کاشت تا رسیدن معمولاً 10 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود. که در این پژوهش نیز اعمال شد. علاوه بر این، درجه‌حرارت پائین‌تر از 10 و بالاتر از 30 درجه سانتی‌گراد غیرمؤثر تلقی شده و درجه‌حرارت‌های بالاتر از 30 برابر با 30 و درجه‌حرارت‌های پائین‌تر از 10 برابر 10 در نظر گرفته شد (Plett, 1992).

برای محاسبه CHU (Brown & Bootsma, 1993) واحد گرمایی روزانه (CHU_{day}) و شبانه (CHU_{night}) به‌طور جداگانه محاسبه (معادلات 2 و 3) و سپس CHU بر اساس معادله 4 محاسبه شد.

$$CHU_{day} = 3/33(T_{max} - 10) - 0/084(T_{max} - 10)^2$$

واحد گرمایی روزانه (معادله 2)

$$CHU_{night} = 1/8(T_{min} - 4/4)$$

واحد گرمایی شبانه (معادله 3)

$$CHU = \frac{CHU_{dau} + CHU_{night}}{2}$$

واحدهای گرمائی مورد نیاز (معادله 4)

پس نیاز حرارتی هر مرحله برای ورود به مرحله بعد تعیین و در نهایت نیاز حرارتی برای رسیدن محصول تعیین شد. نیاز حرارتی سیستم‌های مختلف با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفته و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5% مورد مقایسه قرار گرفتند. در نهایت پایدارترین سیستم در تعیین نیاز حرارتی تعیین شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس دو ساله (1387 و1386) نشان داد که اثر هیبرید برای درجه روز رشد(GDD) تا گلدهی و رسیدن فیزیولوژیک و همچنین واحدهای گرمایی مورد نیاز محصول(CHU) تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک معنی دار است (جدول 2). اثر تاریخ کاشت برای کلیه شاخص ها معنی دار می باشد. اثر متقابل تاریخ کاشت x هیبرید برای درجه بندی روز رشد (GDD) و واحدهای گرمایی مورد نیاز تا رسیدن فیزیولوژیک معنی‌دار می‌باشد. بررسی میانگین هیبریدها برای درجه روز رشد تا گلدهی (GDD) نشان دادکه هیبریدهای دیررس بالاترین مقدارGDD را تا گلدهی بخود اختصاص داده اند که در این بین هیبریدKSC700 بالاترین مقدار این شاخص را در این

گروه دارا می باشد (جدول 3). هیبریدهایKSC720 وKSC704 با میانگین حدود 1047 درجه روز رشد در گروه مشابه ای قرار گرفتند. چهار هیبریدOSSK713 ،OSSK602 ،BC678 وOSSK552 علی رغم اینکه به گروههای رسیدگیFAO مختلفی تعلق دارند، جزء هیبریدهای باGDD مورد نیاز بالا قرار می گیرند. هیبریدهایOSSK552 وNS540 نیز بایستی به این گروه اضافه گردند. این دو هیبرید در گروه بندی اولیه بر اساسFAO در گروه رسیدگیFAO500 قرار دارند. در گروه بعدی مجموعه ای از هیبریدهای در گروه رسیدگیFAO600 ،FAO500، FAO400،FAO300 وFAO200 قرار گرفتند. این مسئله در مورد گروه آخر یعنی زود گل ترین گروه نیز کم و بیش دیده می شود. این مسئله نشان می دهد کهGDDمورد نیاز برای گلدهی در بین و داخل گروههای رسیدگی و مستقل از گروههای اصلی زودرسی متفاوت می باشد. تنها مورد استثنا در این گروه بندی این است که بطور کلی هیبریدهای دیررس، دیرگل نیز هستند وGDD بالاتری را تا مرحله گلدهی لازم دارند. این مسئله در خصوص هیبریدهای دیررس – متوسط رس نیز صدق می کند، ولی با کاهش گروه رسیدگی، تنوع GDD مورد نیاز تا گلدهی در داخل گروهها افزایش یافته و روند مشخص را که مرتبط با گروه رسیدگی باشد نشان نمی‌دهد.

استفاده از درجه روز رشد برای انتخاب گروه رسیدن هیبریدها در کشت های دیرهنگام بدون مشکل نمی‌باشد و رابطه بین تجمع درجه روز رشد و فنولوژی ذرت ممکن است تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گیرد (Nielsen et al., 1994).

نکته قابل توجه این است که واحدهای گرمایی محصول (CHU) مورد نیاز تا گلدهی نتایجی کاملاً مشابه درجه روز رشد تا گلدهی را نشان میدهد بطوریکه گروه بندی هیبریدها برایGDD وCHU مورد نیاز تا گلدهی کاملاً مشابه است و هر دو سیستم در گروه بندی هیبریدها بر اساس دوره سبز شدن تا گلدهی نتایج مشابه ای را نشان می دهند (جدول 3).

در بررسی میانگین هیبریدها برایGDD مورد نیاز تا رسیدگی فیزیولوژیک هیبریدهای دیررس و دیررس- متوسط رس بالاترین مقدارGDD مورد نیاز تا رسیدگی فیزیولوژیک را بخود اختصاص داده- اند، در حالیکه گروههای زودرس کمترین مقدار این شاخص را بخود اختصاص داده اند (جدول 3). دویر و همکاران (Dwyer et al., 2003) در مطالعات خود دریافتند که میزان GDD ازکاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در هیبریدهای دیررس بیشتر از هیبریدهای میان‌رس و زودرس است ونتیجه 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. بر خلافGDD مورد نیاز تا گلدهی،GDD تا رسیدگی فیزیولوژیک توانسته است تمام گروههای رسیدگی FAO را بخوبی از یکدیگر تفکیک نماید. در این شاخص نیز استثنائاتی وجود دارد. بطوریکه هیبریدهای OSSK602وBC678 علی رغم اینکه به گروه FAO600 تعلق دارند از نظرGDD مورد نیاز برابر گروهFAO700 می باشند. براساس اطلاعات حاصله بنظر می‌رسد گروه بندی اولیه این هیبریدها در گروهFAO600 اشتباه باشد، هر چند اثرات طول روز ناشی از تفاوت طول و عرض جغرافیائی در کشور مبداء نیز می‌تواند علت این تفاوت باشد. همچنین هیبریدKDC370 علی رغم گروه بندی اولیه در گروهFAO300 در این بررسی در گروه FAO400 قرار می گیرد. هیبریدهایOSSK444،BC504 و KSC250 بر خلاف گروه بندی اولیهFAO آنها، در گروهFAO300 قرار گرفتند. در مقایسهGDD مورد نیاز برای دوره تا گلدهی و همچنین تا رسیدگی فیزیولوژیک میتوان نتیجه گرفت که بطور کلی در کلیه گروههای رسیدن،GDD مورد نیاز برای دوره سبز شدن تا گلدهی بیش از دوره گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک است(جدول 3). با این حال هیبریدهای دیررسGDD بیشتری در دوره پرشدن دانه دریافت نموده اند(گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک). کمترین مقدارGDD در دوره زایشی به هیبریدهای KSC260 وKSC320 تعلق دارد. مقدارGDD دریافتی در دوره ی زایشی با افزایش گروه رسیدگی هیبرید افزایش نشان می‌دهد (جداول 3). تعدادی از محققین اعلام کرده بودند که زمان گرمائی لازم برای پر شدن دانه بسته به زمان و مکان وسال تغییر می‌کند (Major et al.,1983; Plett, 1992).

بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت × هیبرید از نظرGDD مورد نیاز برای گلدهی و همچنین تا رسیدگی فیزیولوژیک (جدول 4) نشان می دهد که GDDمورد نیاز تا گلدهی در تاریخ کاشت دوم نسبت به تاریخ کاشت اول افزایش جزئی نشان می دهد که معنی دار نمی باشد. این مسئله در مورد GDD مورد نیاز تا رسیدن برعکس بوده و در اکثر هیبریدها در تاریخ کاشت دوم کاهش جزئی دیده می شود. بررسیGDD مورد نیاز دوره زایشی نشان می دهد که GDD دریافتی در این دوره در هیبریدهای زودرس ثابت بوده است در حالیکه در سایر هیبریدها روند مشخصی در گروه های مختلف دیده نمی شود، بطوریکه در برخی از هیبریدها GDD مورد نیاز در دوره زایشی از تاریخ کاشت اول به دوم ثابت ، در برخی افزایش و در برخی دیگر کاهش نشان می دهد (جدول 4). سایر محققین با انجام آزمایشاتی رابطه نزدیکی را بین واحدهای دمائی تجمعی از کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی گزارش کرده بودند (Carter & Poneleit,1973; Derieux & Bonhomme,1982a,b).

در هیبریدهای KSC704 وKSC720 و همچنین هیبریدهای متوسط رسKSC647 ،BC666،BC678 وOSSK602 مقدارGDD مورد نیاز دوره زایشی از تاریخ کاشت اول به دوم کاهش نشان می-

دهد. بطور کلی با احتساب 100 درجه روز رشد از کاشت تا سبز شدن ، میتوان هیبریدهای مختلف را بر اساس نیـاز حرارتـی در گروههـای مختلف بشرح جدول 1 قرار داد.

بررسی میانگین هیبریدها بـرای واحـدهای گرمـایی مـورد نیـاز محصول (CHU) تا گلدهی نشان می دهد که این صفت روند کاملاً مشـابه ای بـا درجـه روز رشـد مـورد نیـاز (GDD) دارد، بطوریکـه هیبریدهای دیررس بالاترین مقدارCHU مورد نیاز را تا گلـدهی بـا میانگین حدود 2150 واحد گرمایی بخود اختصاص داده اند (جدول 3). هیبریدهای OSSK552 وNS540 علیرغم اینکه در گروه بندی اولیه در گروه FAO500 قرار دارند، همراه با هیبریدهای گروه FAO600 با میانگینCHU مورد نیاز تا گلدهی برابر 2070 واحد گرمایی از نظر نیاز گرمایی تا گلدهی در گروه هیبریدهای با نیاز گرمایی متوسط تـا زیاد قرار گرفتند. بطـور مشـابه بـاGDD مـورد نیـاز تـا گلـدهی، در گروههای بعدی مجموعه ای از هیبریـدهای در گروههـای مختلـف رسـیدگیFAO500، FAO400، FAO300 وFAO200 قـرار گرفتند. کمترین واحدهای گرمایی (CHU) مورد نیاز جهت گلدهی در این بررسی به هیبریدهایOSSK444 وKSC400 تعلق دارد. بطـور کلی با کاهش گروه رسیدگی ، تنوع نیاز حرارتی تا گلدهی در داخـل گروهها افزایش یافته و روند مشخصی را در ارتباط با گروه رسـیدگی نشان نمیدهد. پلت (Plett, 1992) و ماژور و همکـاران (Major et al., 1983) اعلام کردند که زمان گرمائی لازم برای پـر شـدن دانـه بسته به زمان، مکان و سال تغییر می کند.

در بررسی میانگین واحدهای گرمایی محصول (CHU) مورد نیاز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، روند کاملاً مشـابه ای بـا درجـه روز رشـد (GDD) مورد نیاز تا رسیدگی فیزیولوژیک وجود دارد (جدول 3). بطور کلی، در کلیه گروه های رسیدگی، مقدارCHU مورد نیـاز بـرای دوره سبز شدن تا گلدهی بیش از دوره گلدهی تـا رسـیدگی فیزیولوژیـک است. با این حال ، هیبریدهای دیررس و سپس هیبریدهای دیررس- متوسط رس در مقایسه با سایر گروههـا مقـدارCHU بیشـتری را در دوره گلدهی تـا رسـیدن دریافـت نمـوده انـد. اسـتوارت و همکـاران (Stewart et al., 1998) در ارائه معادلات توابع واکنش دمائی اعلام کردند که داده های حاصل از سیستم GDD و CHU بویژه زمانی که دما کمتر از 15 درجه سانتی گراد باشد متفاوت خواهد بود.

کمتـرین مقـدارCHU دریـافتی در دوره زایشـی مربـوط بـه هیبریدهایKSC260 وKSC320 میباشد. مقـدارCHU دریـافتی در دوره زایشی با افزایش گروه رسیدگی هیبریدها افزایش یافته است. با این حال هیبریـدBC504 حالـت خـاص داشـته و بـر خـلاف گـروه رسیدگی مربوطه، مقدار واحـد گرمـایی دریـافتی آن در دوره زایشـی کمتر بوده است. این هیبرید در دوره تا گلدهی نیز نسـبت بـه گـروه اولیه خود یعنی FAO500 واحدهای گرمایی نسبتاً کمتـری دریافـت کرده است. تعدادی از محققین با انجام آزمایش‌هائی رابطه نزدیکی را بین واحدهای دمائی تجمعی از کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدگی فیزیولـوژیکی گـزارش کـرده بودنـد (Carter & Poneleit,1973; Derieux & Bonhomme,1982a,b).

بررسی اثر متقابل هیبریدx تاریخ کاشت بـرایCHU مـورد نیـاز نشان میدهد که بطورکلی واحدهای گرمـایی مـورد نیـاز تـا گلـدهی (CHU)در گروههای مختلف رسیدگی از تاریخ کاشت اول به تـاریخ کاشت دوم کاهش می یابد (جدول 5). مقدار واحد گرمایی مورد نیاز تا رسیدن فیزیولوژیک بطور کلی از تاریخ کاشت اول به تاریخ کاشت دوم روند کاهش دارد. ایـن مسـئله در خصـوص هیبریـدهای گـروه FAO500 بر عکس بـوده و در هیبریـدهای BC504، OSSK552 وKSC500 مقـدار واحـد گرمـایی (CHU) مـورد نیـاز تـا رسـیدگی فیزیولوژیک از تاریخ کاشت اول به دوم روند افزایشی دارد.

جدول 1 - گروه بندی رسیدگی هیبریدهای ذرت براساس GDD مورد نیاز برای رسیدن در منطقه مشهد

Table 1- Maturity classification of corn hybrids based on GDD (Growth Degree Day) to maturity, in Mashhad conditions.

گروه رسیدن Maturity group	درجه روز رشد GDD	هیبریدهای گروه Hybrids in group
زودرس Early maturity	1710-1760	KSC260 KSC320
زودرس – متوسط رس Early – Medium maturity	1761-1810	KSC250 BC504 OSSK444 DC370 BC404
متوسط رس Medium maturity	1811-1860	OSSK499 KSC400
متوسط – دیررس Medium-Late maturity	1861-1910	KSC500 OSSK552 KSC647 NS540 BC666
دیررس – متوسط رس Late-medium maturity	1911-1960	KSC704 OSSK713 OSSK602 BC673 KSC720

دیررس Late maturity	1961-2010	KSC700

جدول ۳ – مقایسه میانگین دو ساله(۸۷ – ۱۳۸٦) هیبریدهای ذرت برای صفات مختلف در منطقه مشهد

Table 3- 2-years means comparison (2007-08) of corn hybrids for different characteristics in mashhad conditions.

نام هیبرید *Hybrid*	درجه روز رشد تا گلدهی GDD to flowering		درجه روز رشد تا رسیدگی فیزیولوژیک GDD to physiological maturity		واحد های گرمائی تا گلدهی CHU to flowering		واحدهای گرمائی تا رسیدگی فیزیولوژیک CHU to physiological maturity	
KSC 260	946.7	ghij*	1618.	h	1949.	ghij	3331.	h
KSC 250	956.8	fghi	1678.	fg	1969.	fghi	3456.	fg
KSC 320	972.0	efg	1652.	gh	2000.	efg	3400.	gh
KDC 370	933.0	hij	1701.	fg	1921.	hij	3506.	fg
BC 404	964.4	efgh	1708.	f	1985.	efgh	3523.	fg
OSSK 444	922.3	ij	1698.	fg	1900.	ij	3499.	fg
OSSK 499	962.6	efgh	1724.	ef	1981.	efgh	3559.	ef
KSC 400	919.7	j	1718.	ef	1894.	j	3543.	ef
BC 504	960.3	fgh	1681.	fg	1976.	fgh	3465.	fg
OSSK 552	1016.	Bcd	1785.	cd	2088.	bcd	3703.	cd
NS 540	1008.	Cd	1788.	cd	2073.	cd	3701.	cd
KSC 500	966.9	efgh	1765.	de	1990.	efgh	3659.	de
OSSK 602	1033.	abc	1852.	ab	2124.	abc	3856.	ab
BC 678	1026.	bcd	1848.	ab	2109.	bcd	3844.	ab
BC 666	992.6	def	1803.	bcd	2041.	def	3733.	bcd
KSC 647	998.6	cde	1807.	bcd	2054.	cde	3740.	bcd
KSC 704	1045.	ab	1821.	abc	2148.	ab	3780.	bcd
KSC 700	1067.	a	1870.	a	2192.	a	3911.	a
OSSK 713	1034.	abc	1838.	abc	2126.	abc	3821.	abc
KSC 720	1049.	ab	1849.	ab	2156.	ab	3840.	ab

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

جدول۲- مقایسه میانگین اثر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا

Table 1. Mean comparison effect of methanol on yield and yield components of soybean.

عملکرد روغن (Kg/h) Yield oil	عملکرد پروتئین (kg/h) Yield protein	وزن هزار دانه (g) 1000 Seed Weight	بیوماس کل (Kg/h) Total Biomass	تعداد شاخه فرعی در هر بوته Number of branch per plant	شاخص برداشت درصد HI	تعدادغلاف پر در بوته Number of filled pod per plant	ارتفاع (cm) Plant height	عملکرد دانه (kg/h) Grain Yield	درصد پروتین Protein content	درصد روغن Oil content	تیمار Treatment	S.O.V
282.6abc	508.5bc	108.7 b	5535.3 bc	16 bc	26.51bc	52.66 bc	62.82 a	1503.4bcd	34.2 a	22.03 a*	تیمار شاهد(بدون متانول) Control (without Methanol)	M0
301ab	494.9bc	111.8 b	5011 c	17.3 ab	34.8 a	58.7 ab	68.9 a	1733.1 bc	35.5 a	23.46 a	۷درصدحجمی متانول 7% Methanol	M1
321ab	585.6ab	114 b	7773 a	18.3 a	29.6 abc	60.8ab	68.8 a	1754.3 b	35.1 a	23.1 a	۱۴درصدحجمی متانول 14% Methanol	M2
335.2	648a	132.4 a	6893.3 ab	18.04 ab	31.5 ab	68.2 a	68.8 a	2108.1 a	35.6 a	22.6 a	۲۱درصدحجمی متانول 21% Methanol	M3
268.2bc	508bc	113 b	6320 ab	16.03 bc	23.1 c	45.8 dc	63.7 a	1432.3 cd	34.5 a	22.4 a	۲۸درصدحجمی متانول 28% Methanol	M4
237.3	451.2c	111.4 b	5173 c	15.2 c	23.2 c	40.5 dc	49.9 b	1455.2 d	33.5 a	23.5 a	۳۵درصدحجمی متانول 35% Methanol	M5
55	107.5	17.4	1439	2.7	6.8	10	8.3	281	2.8	4.14	_	LSD

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی باشند.

*Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to LSD Test.

جدول4- مقایسه میانگین دو ساله(87 – 1386) هیبریدهای ذرت برای صفت GDD تا گلدهی و رسیدن فیزیولوژیک در منطقه مشهد

Table 4- Growth Degree Day (GDD) means comparison of corn hybrids from planting to flowering and physiological maturity in Mashhad conditions in 2 years (2007-08).

هیبریدها Hybrids	تاریخ کاشت Planting Date			
	تا گلدهی To flowering		تا رسیدگی فیزیولوژیک To physiological maturity	
	May,5th 15 اردیبهشت	May,20th 30 اردیبهشت	May,5th 15 اردیبهشت	May,20th 30 اردیبهشت
KSC260	942.7 mnopq*	950.6 lmnopq	1604 q	1631 pq
KSC250	960.9 ijklmnopq	952.7 klmnopq	1680 mnopq	1676 mnopq
KSC320	977.5 fghijklmno	966.6 ghijklmnopq	1659 nopq	1644 opq
KDC370	926.8 opq	939.1 nopq	1708 jklmnop	1694 lmnop
BC404	958.5 jklmnopq	970.3 ghijklmnop	1706 jklmnop	1711 ijklmnop
OSSK444	926.4 opq	918.3 pq	1695 lmnop	1702 klmnop
OSSK499	961.3 ijklmnopq	963.8 hijklmnopq	1755 fghijklm	1692 lmnop
KSC400	910.7 q	928.7 opq	1720 hijklmno	1715 hijklmnop
BC504	947.9 lmnopq	972.6 ghijklmnop	1673 mnopq	1690 lmnop
OSSK552	1017. abcdefghi	1015. bcdefghij	1774 efghijkl	1796 bcdefgh
NS540	998.8 defghijklm	1018. abcdefgh	1792 cdefghi	1783 defghijk
KSC500	953.2 klmnopq	980.7 efghijklmno	1735 ghijklmn	1795 bcdefgh
OSSK602	1037. abcd	1030 abcdef	1873 abc	1832 abcdef
BC678	1022. abcdefg	1029 abcdef	1878 ab	1819 bcdefg
BC666	977.2 fghijklmno	1008 bcdefghijk	1823 abcdef	1784 defghijk
KSC647	995.6 defghijklmn	1002 cdefghijkl	1843 abcde	1771 efghijkl
KSC704	1057 abc	1034 abcde	1854 abcde	1788 defghij
KSC700	1072 a	1061 ab	1873 abc	1867 abcd
OSSK713	1037 abcd	1031 abcdef	1865 abcd	1812 bcdefg
KSC720	1058. ab	1040 abcd	1902 a	1796 bcdefgh

*میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5% تفاوت معنی داری با هم ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

جدول 5- مقایسه میانگین دو ساله(87 – 1386) هیبریدهای ذرت برای صفت CHU تا گلدهی و رسیدن فیزیولوژیک در منطقه مشهد

Table 5- Crop Heat Units (CHU) means comparison of corn hybrids from planting to flowering and physiological maturity in Mashhad conditions in 2 years (2007-8).

هیبریدها Hybrids	تاریخ کاشت Planting Date			
	تا گلدهی To flowering		تا رسیدگی فیزیولوژیک To physiological maturity	
	May,5th 15 اردیبهشت	May,20th 30 اردیبهشت	May,5th 15 اردیبهشت	May,20th 30 اردیبهشت
KSC260	1960 hijkl*	1937 jkl	3315 r	3346 qr
KSC250	1997 fghijk	1942 ijkl	3473 mnopqr	3439 nopqr
KSC320	2030 efghij	1970 hijkl	3429 opqr	3371 pqr
KDC370	1928 jkl	1914 kl	3533 ijklmnopq	3479 lmnopqr
BC404	1992 ghijk	1977 hijkl	3525 jklmnopq	3521 jklmnopq
OSSK444	1927 jkl	1872 l	3503 klmnopqr	3494 lmnopqr
OSSK499	1998 fghijk	1964 hijkl	3629 fghijklmn	3489 lmnopqr
KSC400	1895 kl	1893 kl	3555 hijklmnop	3530 jklmnopq
BC504	1971 hijkl	1982 hijkl	3457 nopqr	3473 mnopqr
OSSK552	2110 bcdef	2067 cdefgh	3672 defghijkl	3735 bcdefgh
NS540	2073 cdefgh	2073 cdefgh	3709 bcdefghij	3692 cdefghijk
KSC500	1981 hijkl	1998 fghijk	3590 ghijklmno	3728 bcdefgh
OSSK602	2151 abcd	2097 bcdefg	3885 abc	3828 abcde
BC678	2121 abcde	2096 bcdefg	3897 ab	3791 abcdef
BC666	2030 efghij	2053 cdefghi	3773 abcdefg	3694 cdefghijk
KSC647	2067 cdefgh	2040 defghij	3819 abcdef	3660 efghijklm
KSC704	2191 ab	2106 bcdefg	3847 abcde	3713 bcdefghij
KSC700	2222 a	2162 abc	3890 ab	3932 a
OSSK713	2151 abcd	2101 bcdefg	3867 abcd	3775 abcdefg
KSC720	2194 ab	2118 abcde	3954 a	3725 bcdefghi

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5% تفاوت معنی داری با هم ندارند.

*Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

با مقایسه مقادیر بدست آمده از دوره تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، مشخص می‌گردد که مقدار واحد گرمایی مورد نیاز در دوره زایشی در گروههای دیررس از تاریخ کاشت اول به تاریخ کاشت دوم روند کاهشی دارد (جدول 3). گوپتا(Gupta, 1985) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ذرت اعلام کرد که در کشت دیر هنگام دمای تجمعی دریافتی در دوره ظهور کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیک کاهش می یابد. بنظر می رسد نیاز گرمایی این گروه از هیبریدها در تاریخ کاشت دوم تأمین نشده و دچار مشکل می باشد در حالیکه در سایر گروهها این مقدار حالت افزایش نشان می دهد. در این بین برخی هیبریدها حالت استثناء دارد بطوریکه هیبریدNS540، KSC400، OSSK499 و بالاخرهKDC370 روند کاهشی نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی با توجه به نتایج بدست آمده از هر دو سیستم شاخص حرارتیGDD وCHU و شباهت نسبی گروه بندی هیبریدها در هر دو سیستم، با در نظر گرفتن سادگی محاسباتGDD، روش درجه روز رشد جهت گروه بندی نیاز حرارتی هیبریدهای ذرت در مناطق سرد و سرد معتدل قابل توجیه است.

منابع

1- Brown, D.M., and Bootsma, A.1993. Crop heat units for corn (*Zea mays* L.) and other warm season crops in Ontario. Ont Minist. Agricalture Food Factcheet, Agdex 111/31. ISSN No. 0225-7882. Ontario Ministry of Agriculture and food, Queens park, ON.

2- Carter, M.W., and Poneleit, C.G. 1973. Black layer maturity and filling period variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.). Crop Science 13(4): 436-439.

3- Daynard, T.B. 1972. Relationships among black layer formation, grain moisture percentage, and heat unit accumulation in corn. Agronomy Journal 64: 716-719.

4- Derieux, M., and Bonhomme, R. 1982a. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results from the European FAO sub-network: I. Sowing to silking period Matautu 27:59-77.

5- Derieux, M., and Bonhomme, R. 1982b. Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results from the European FAO sub-network: II. Period from silking to maturity. Matautu 24: 79-96.

6- Dwyer, L.M., Evanson, L., and Hamilton, R.I. 2003. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mid to shortseason environments. Crop Science 34: 985-992.

7- Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Carrigan, L., Neave, B.L. Ma, P., and Balchin, D. 1999a. A general thermal index for maize. Agronomy Journal 91: 946-949.

8- Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Carrigan, L., Neave, B.L. Ma, P., Balchin, D. 1999b. Guidelines for comparisons among different maize maturity rating systems. Agronomy Journal 91: 946-949.

9- Dwyer, L.M., Stewart, D.W., Ma, P., Carrigan, L. 1996. Performance of a revised thermal index. [Abstract from can.Soc.Agro- meteorol.At Agric.Inst.of Canada Annu.Meet., Lthbridge, AB]. Canadaian Journal of Soil Sicence76: 559.

10- Gilmore, E.C., and Rogers, J.S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agronomy Journal 50: 611-615.

11- Gupta, S.C. 1985. Predicting corn planting dates for maboord and no-tillage in the corn belt. Agronomy Journal 77: 446-455.

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 Journal 91:834-839.

13- Major, D.J., Brown, D.M., Bootsma, A., Dupuis, G., Fairey, N.A., and Grant, E.A. 1983. An evaluation of the corn heat unit sestem for the short–season growing regions across Canada. Canadaian Journal of Plant Sicence 63:121-130.

14- Montieth, J. L. 1984. Consistency and convience in the choice of units for agricultural science. Experimental Agriculture Journal 20: 117-125.

15- Nielsen, R.L., P.R. Thomison, G.A. Brown, A.L. Halter, Wells, J., and Wuethrich, K.L. 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. Agronomy Journal 94: 549-558.

16- Nielsen, R.L., Thomison, P.R., Brown, G.A., and Halter, A.L. 1994. Hybrid maturity selection for delayed planting: Do GDD maturity ratings help? P. 191-205. *In:* Rep. Annual Corn and Sorghum Industry Res. Conf., 49th, Chicago. 7-8 Dec. 1994. American Seed Trade Association, Washigton, DC.

17- Plett, S. 1992. Comparison of seasonal thermal indices for measurement of corn maturity in a prairie environment. Canadaian Journal of Plant Sicence 72:1157-1162.

18- Roth, G.W., and Yocum, J.O. 1997. Use of hybrid growing degree day ratings for corn in the northeastern USA. Journal of Production Agriculture 10:283-288.

19- Shaykewich, C.F. 1995. An appraisal of cereal crop phenology model- ling. Canadaian Journal of Plant Sicence 75:329-341.

20- Stevens, E.J., Stevens, S.J., Flowerday, A.D., Gardner, C.O., and Eskridge, K.M. 1986. Phenology of dent corn and pop corn: III. Improved crop development models. Agronomy Journal 78: 885-891.
21- Stewart, D.W., Dwyer, L.M., and Carrigan, L. 1998. Phenological temperature response of maize. Agronomy Journal 90:73-76.
22- Sutton, L.M., and Stucker, R.E. 1974. Growing degree days to black layer compared to Minnesota relative maturity rating of corn hybrids. Corn Science 14:408-412.
23- Troyer, A. F. 1993. Breeding Early Corn. pp. 341-395. In: A.R. Hallauer (ed.). Specialty Corns. CRC Press. Inc.
24- Wang, J.Y. 1960. A Critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology 4:758-790.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 291-287

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 287-291

بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر تولید کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط خاک شور استان قم

حسین صباحی[1*]، جعفر تکافویان[2]، عبدالمجید مهدوی دامغانی[1] و هومان لیاقتی[1]

تاریخ دریافت: 89/2/8
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی برای تهیه روغن خوراکی در سطح جهان می‌باشد. به منظور بررسی اثرات سیستم کوددهی تلفیقی (شیمیایی، دامی و بیولوژیک)، بر عملکرد و جذب عناصر غذایی کلزا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در منطقهٔ قم انجام پذیرفت. تیمارها شامل :1- شاهد $P_{\%100}$ (100 % P)، 2- $P_{\%75}B_1$ (75% P + کود بیولوژیک بارور)، 3- $P_{\%75}B_2$ (75% P + کود بیولوژیک نیتروکسین)، 4- $P_{\%75}M$ (75% P + کود دامی)، 5- $P_{\%75}B_1M$ (75% P + کود دامی + کود بیولوژیک بارور2)، 6- $P_{\%75}B_2M$ (75% P + کود دامی + کود بیولوژیک نیتروکسین)، 7 - $P_{\%100}$ B_1 (100% P + کود بیولوژیک بارور) و 8 - $P_{\%125}$ B_2 (125% P + کود بیولوژیک نیتروکسین) بودند که در مزرعه ای با خاک و آب شور انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در تیمارهای حاوی کود دامی حاصل گردید. در این تیمارها، کود دامی با کاهش اثرات سمی سدیم و کلر، باعث افزایش جذب فسفر و نیتروژن و در نتیجه عملکرد شد. عملکرد در تیمارهای $P_{\%75}B_1$ و $P_{\%75}B_2$ مشابه شاهد بود که نشان دهنده تأثیر مثبت ولی کم کودهای بیولوژیک در بهبود فسفر قابل دسترس می‌باشد. در تیمار 125% فسفر شیمیایی + نیتروکسین ($P_{\%125}B_2$) عملکرد پایین تر از شاهد بود. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می رسد که در درجه اوّل مصرف تلفیقی کودهای دامی وشیمیایی و در مرتبهٔ دوّم مصرف تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی می توانند به عنوان یک راه مؤثرجهت بهبود جذب عناصر پُر مصرف در شرایط خاک شور پیشنهاد گردند.

واژه‌های کلیدی: سمیت سدیم، سمیت کلر، فسفر، نیتروژن، نیتروکسین

مقدمه

مدتی است که کلزا (*Brassica napus* L.) بعنوان یک گیاه روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی ایران مورد توجه قرار گرفته است. با توجّه به شرایط دما و رطوبت، کشت پائیزه این گیاه در اغلب نقاط کشور براحتی امکان پذیر است. کلزا در تناوب با سایر محصولات زراعی بویژه غلات قرار می گیرد و در کنترل بیماری ها، آفات و علف های هرز مؤثر می باشد. روغن دانه ارقام خوراکی کلزا از کیفیت بسیار مطلوب برخوردار است.

یکی از مشکلات کشت کلزا در کشور ما شوری آب و خاک در اکثر مناطق کشور است. رشد گیاهان در خاک شور به علت تجمع کلر و سدیم کاهش می یابد که دلیل این امر اثر ممانعت کنندگی این دو یون روی فتوسنتز و سایر فرایندهای حیاتی گیاه و در نتیجه کاهش جذب پتاسیم، نیتروژن و فسفر است (Marschner, 1995). یکی از راه های فائق آمدن بر این مشکل مصرف تلفیقی کود دامی (در میزان کم) با کود شیمیایی است. در خاک های شور یا قلیایی، اضافه کردن مواد آلی باعث افزایش آبشویی سدیم و کاهش درصد سدیم تبادلی می شود (Qadir et al., 2001). این امر، خصوصاً در خاک های کشاورزی که کمبود موادآلی دارند، از جمله خاک های قم خیلی صادق است. خاک شور ممکن است دارای سطوح سمی بر باشد (Marschner, 1995). اضافه کردن مواد آلی به خاک می‌تواند جذب بر را توسط هوموس افزایش داده و غلظت آن در محلول خاک و در نتیجه جذب آن توسط گیاه را کاهش دهد (Yermiyahu et al., 2001).

یکی دیگر از مشکلات خاک های شور، تثبیت فسفر توسط یون کلسیم به دلیل بالا بودن pH خاک است (Marschner, 1995). محققان زیادی اعلام کرده اند که کودهای بیولوژیک از طریق محلول کردن فسفر، می توانند جذب فسفر و در نتیجه عملکرد را

1 و 2- به ترتیب اعضای هیأت علمی و فارغ التحصیل کارشناسی ارشد پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی
(*- نویسنده مسئول: Email: sabahi.h@sbu.ac.ir)

افزایش دهند (Defreitas et al.,1997; Kloepper et al.,1980 Hamidi et al., 2006; Nanda et al., 2005; Orhan et al., Ardekani et al., 2002; 2006).با این وجود در مورد کارکرد این کودها در شرایط شور، اطلاعات اندکی وجود دارد. محققان همچنین نشان داده اند که کاربرد کودهای بیولوژیک در تلفیق با کود دامی، اثرات کود بیولوژیک را افزایش می دهد (Rivera- Siddiqui, 2004 ; Cruz et al., 2008).

با توجه به تحقیقات اندک در زمینه تأثیرات مثبت کود دامی روی بهبود کارایی کودهای بیولوژیک و شیمیایی در شرایط شور، این تحقیق در شرایط آب و خاک شور در قم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، دامی و بیولوژیک بر رشد و عملکرد و جذب عناصر غذایی در کلزا در شرایط شور (جداول 1و2) در استان قم، در پائیز 1387 و در یکی از مزارع حومهٔ شهرمقدس قم، انجام شد. منطقهٔ مورد آزمایش در 5 کیلومتری غرب شهرستان با طول جغرافیایی 51 درجه و 28 دقیقه و عرض جغرافیایی 35 درجه و 4 دقیقه، واقع شده است. ارتفاع مزرعه از سطح دریا 928 متر و طبق تقسیم بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان های گرم و خشک است. آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار انجام گرفت. کودهای بیولوژیک بصورت تلفیق با کود دامی و 75 و 100% و 125% کود فسفره سوپرفسفات بکار رفتند که عبارت بودند از:

1) شاهد $P_{\%100}$ (100 % P)، 2) $P_{\%75}B_1$ (75% P + کود بیولوژیک بارور)، 3) $P_{\%75}B_2$ (75% P + کود بیولوژیک نیتروکسین)، 4) $P_{\%75}M$ (75% P + کود دامی)، 5) $P_{\%75}B_1M$ (75% P + کود دامی + کود بیولوژیک بارور2)، 6) $P_{\%75}B_2M$ (75% P + کود دامی + کود بیولوژیک نیتروکسین)، 7) $P_{\%100}B_1$ (100% P + کود بیولوژیک بارور)، 8) $P_{\%125}B_2$ (125% P + کود بیولوژیک نیتروکسین). منظور از انتخاب تیمارها به این صورت این بود که اولاً مشخص کنیم که آیا کود بیولوژیک می تواند جایگزین 25% کود شیمیایی فسفره شود، ثانیاً اینکه کود دامی تا چه حدی می تواند کارایی کودهای بیولوژیک را بهبود بخشد، ثالثاً کود دامی تا چه حدی می تواند اثرات سمی سدیم و کلر را روی رشد گیاه و در نتیجه جذب نیتروژن و فسفر کاهش دهد. لازم به ذکر است که کود بیولوژیک بارور2 از کودهای حل کنندهٔ فسفات (قابل دسترس کنندهٔ فسفر) و نیتروکسین، نوعی کود بیولوژیک حاوی باکتری های جنس آزوسپیریلوم و ازوتوباکتر می باشد که تثبیت کنندهٔ نیتروژن بوده و نیز نقش مؤثری در متعادل کردن جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف دارند. پس از انتخاب زمین در اواخر تابستان 1387 جهت آزمایش خاک از عمق 30-0 سانتیمتری خاک مزرعه و همچنین آب آبیاری نمونه داری انجام شد، سپس محلّ طرح شخم زده شد. عملیات خاک ورزی شامل یک بار شخم متوسّط، دو مرتبه دیسک زنی و در نهایت تسطیح کامل انجام گرفت. پس از انجام عملیات خاک ورزی در سرتاسر زمین بوسیلهٔ دستگاه فاروئر، پشته هایی به عرض 50 سانتیمتر و ارتفاع 15 سانتیمتر ایجاد شد، آنگاه نقشهٔ طرح در زمین اجرا گردید. مساحت هر کرت 25 متر مربّع (10×2/5) بوده و مقادیر کود نیتروژن و پتاسیم مطابق نیاز به همه تیمارهای به یک نسبت داده شد. مقدار فسفر بر طبق تیمارهای ذکر شده در بالا متفاوت بود. نیتروژن به صورت کود اوره، فسفر به صورت سوپر فسفات تریپل و پتاسیم در قالب سولفات پتاسیم، که تمامی کودهای فسفره و پتاسه و یک سوم کود اوره قبل از کاشت، بوسیلهٔ ایجاد شیار و به صورت نواری مصرف شده و مابقی نیتروژن تیمارها در دو نوبت دیگر یعنی در پایان سرمای زمستانه و یک ماه پس از سرک اوّل، سرک دوّم داده شد. مقدار مصرف کود دامی طبق محاسبات به عمل آمده جهت تامین 25% فسفر مورد نیاز از طریق کود دامی، به مقدار 5 تن در مقیاس هکتار تعیین شد که در کرت های مربوطه قبل از ایجاد پشته، با بیل پخش شده و با خاک کاملاً مخلوط گشت. کودهای بیولوژیک نیز در موقع کاشت بذر، به صورت بذرمال مصرف شد. نوع بذر به کاربرده شده، بذر کلزای رقم هایولا 401، که یک بذر تیپ بهاره است، می‌باشد. بلافاصله پس از کشت، نسبت به آبیاری خاک آب اقدام شد. در طول دوره رشد، مراقبت های زراعی لازم از جمله وجین علف های هرز و آبیاری زمین، با توجّه به نیاز آبی صورت گرفت. مبارزه با علف های هرز با دست (وجین دستی) توسط کارگر انجام شد. برای تعیین ویژگی های شیمیایی و فیزیکی نمونه های خاک و آب آبیاری، یک نمونهٔ مرکب خاک سطحی(30-0 سانتیمتر)، و از محل خروج آب چاه کشاورزی یک نمونه آب در بطری تهیه شده و به آزمایشگاه خاک و آب فرستاده شد. نمونه خاک پس از خشک شدن در هوای آزاد، کوبیده شده و از الک دو میلیمتری گذرانده شد. سپس مقادیر pH ، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک، درصد کربن آلی، مقادیر فسفر، پتاسیم، منیزیم و عناصر کم نیاز خاک با توجه به روش های مندرج در مراجع (Ehyaee & Behbahanizadeh, 1993)، اندازه گیری شدند. نتایج تجزیه های فیزیکی و شیمیایی نمونه ها در جداول (1) و (2) منعکس شده است.

در مرحلهٔ برداشت، از هرکرت دو متر ابتدا و انتهای هر کرت و 0/5 متر از طرفین به عنوان حاشیه طناب‌کشی و حذف گردیده و مابقی سطح کرت تماماً برداشت گردید. محصول برداشت شده در مکان مناسبی خرمنکوبی شد و دانه از کاه جدا شد وزن بذر و کاه و کلش اندازه گیری شد. برای اندازه گیری عناصر N و P موجود در دانه و کاه وکلش نیز از هر کرت 20 گرم بذر و 100 گرم نمونه کاه و کلشِ برداشت شده در کیسه های پلاستیکی جداگانه ریخته و به

آزمایشگاه جهت تجزیه فرستاده شد. تجزیه واریانس با نرم افزار آماری SAS نسخه 2000 و مقایسهٔ میانگین با آزمون دانکن در سطح 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه - عملکرد نیتروژن- عملکرد فسفر

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد کلزا، معنی دار بود (جدول 3). بیشترین عملکرد در تیمار تلفیقی کود دامی و کود بیولوژیک بارور2 ($P_{\%75}B_1$ M) حاصل شد. عملکرد دانه در سه تیمار $P_{\%75}$M ، $P_{\%75}B_1$ M و $P_{\%75}B_2$ M نسبت به تیمار شاهد ($P_{100\%}$) اختلاف معنی داری نداشتند (جدول 4). نتایج بیانگر اثر مثبت کود دامی بر عملکرد کلزا در این آزمایش می‌باشد، به طوریکه اختلاف عملکرد در تیمارهای دارای کود دامی $P_{\%75}$M، $P_{\%75}B_1$ M و M $P_{\%75}B_2$ با تیمارهای دارای فسفر مشابه ولی بدون کود دامی یعنی $P_{\%75}B_1$ و $P_{\%75}B_2$، 378 کیلوگرم بود، به عبارتی عملکرد تیمارهای دارای کود دامی 19% بیش از تیمارهای مشابه ولی بدون کود دامی بود. مقایسه برداشت نیتروژن و فسفر نشان می دهد که در تیمارهای مذکور، جذب این دو عنصر (جدول 4) از سایر تیمار ها بیشتر بود. بنظر می رسد کود دامی با کاهش اثرات سمی سدیم، باعث بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش جذب نیتروژن و فسفر شده است، چون اثر مثبت آن روی جذب این دو عنصر بیش از مقداری بود که توسط کود دامی به خاک اضافه شد. والکر و برنال (Walker & Bernal, 2008) هم گزارش کردند که مصرف کود دامی در شرایط شور، به شدت رشد قسمت‌های هوایی گیاه را افزایش داد که این امر به کاهش غلظت سدیم و کلر در گیاه نسبت داده شد. رشد گیاهان در خاک شور به علت تجمع کلر و سدیم در برگ کاهش می یابد (Marschner, 1995). مکانیسم این اثر ممانعت کنندگی، به صورت تأثیر روی تبادلات گازی، فتوسنتز و ساخت پروتئین است. علاوه بر این جذب این یون‌ها باعث بر هم خوردن روابط آب -خاک - گیاه از طریق افزایش پتانسیل اسمزی آب خاک می شود (Marschner, 1995). در خاک‌های شور یا قلیایی اضافه کردن مواد آلی باعث آزاد شدن سدیم از مجموعه تبادلی خاک و در نتیجه افزایش آبشویی آن و کاهش درصد سدیم قابل تبادل می‌شود (Qadir et al., 2001). نتیجه کاهش اثرات سمی سدیم، بهبود جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجهٔ افزایش عملکرد کلزا (جدول 4) بود.

جدول 1 - نتایج تجزیهٔ شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش در تابستان 1387

Table 1- Chemical analysis of soil before conducting experiment in summer 1387

منیزیم Mn	مس Cu	روی Zn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N%	کربن آلی OC%	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ds/m	بافت Texture
mg/kg										
5.4	0.26	0.28	2.2	260	4.8	0.02	0.16	7.6	8.7	لوم شنی Loam-sand

جدول2- نتایج تجزیهٔ شیمیایی آب آبیاری

Table 2- Chemical analysis of irrigation water

سدیم Na	منیزیم Mg	کلسیم Ca	سولفات SO_4	کلر Cl	کربنات HCO_3	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ds/m
mg/lit							
75	16.5	18.5	43.7	63	2.3	7.4	10.1

جدول3- تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش

Table 3-Analysis of variance of tested characteristics

جذب فسفر دانه Seed P uptake	جذب نیتروزن دانه Seed N uptake	شاخص برداشت HI	بیوماس کل Total biomass	عملکرد دانه Seed yield	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
19ns	826*	0.0003ns	8283692ns	575772ns	2	تکرار
10.5*	458*	0.0025*	3260873ns	353031*	7	تیمار
5	219	0.0006	1835870	169568	14	خطا
18.5	18.1	8.01	19.8	19.4		CV

ns و * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

ns and * are non- significant and significantly at α=0.05, respectively.

ردی و همکاران (Reddy et al., 1999) هم اثر مثبت کود دامی را بر جذب فسفر و در نتیجه افزایش عملکرد سویا (*Glycine max*

L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) در یک خاک با اسیدیته بالا گزارش دادند. در آزمایش مذکور با کاربرد 4 تن کود دامی عملکرد سویا و گندم بترتیب 470 و 1000 کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. در این میزان کاربرد کود دامی، جذب فسفر در سویا از 7/6 به 12/7 و در گندم از 2/3 به 5/7 کیلوگرم بر هکتار افزایش یافت.

مقایسه تیمار $P_{\%100}B_1$، با سه تیمار $P_{\%75}M$، $P_{\%75}B_1$ M و M $P_{\%75}B_2$ نشان داد که اختلافی از نظر عملکرد اختلافی ندارند. دلیل این نتیجه ممکن است ناشی از فقر شدید فسفر قابل دسترس خاک باشد (جدول 1) و افزودن کود شیمیایی فسفردر حد توصیه شده به همراه کود بیولوژیک بارور2، بر عملکرد دانه مؤثرتر از مقادیر کمتر فسفر به همراه کود بارور2 می‌باشد. کیس و همکاران (Kis et al., 1974) هم گزارش دادند که کود فسفره بر فعالیت فسفاتاز در خاک اثر مثبت دارد.

یکسان بودن عملکرد در سه تیمار $P_{\%75}M$، $P_{\%75}B_1$ M و M $P_{\%75}B_2$ نشان دهندهٔ این امر است که اضافه نمودن کود بیولوژیک به کود دامی تأثیری روی عملکرد نداشته است. لذا تأثیر مثبت این سه تیمار را فقط به کود دامی می توان نسبت داد (جدول4). سایر محققین هم اثر مثبت کود دامی را روی عملکرد گزارش کرده اند، ولی در بلند مدت و با تأثیر کمتر نسبت به این آزمایش. این محققین دریافته اند که کود دامی در سال اول فرصت تأثیر روی خصوصیات فیزیکی خاک را ندارد (Acharya et al., 1988).

کمتر بودن عملکرد دانه و برداشت نیتروژن و فسفر در تیمارهای $P_{\%75}B_1$، $P_{\%75}B_2$ نسبت به تیمار $P_{\%75}M$، نشان دهندهٔ تأثیر کمتر کود بیولوژیک نسبت به کود دامی روی قابلیت دسترسی فسفر در این آزمایش است. سایر محققین تأثیر مثبت‌تر کود بیولوژیک را بر فسفر قابل دسترس گزارش کرده اند (Defreitas et al., 1997). احتمالاً دلیل این امر شوری بالای خاک و گرم وخشک بودن منطقه باشد که روی زندگی و فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها و از جمله باکتری‌های محرک رشد گیاه تأثیر منفی گذاشته است. کوهلر و همکاران (Kohler et al., 2009) نیز بر کاهش فعالیت میکروبی خاک در اثر شوری تأکید نمودند.

عملکرد بیوماس

بررسی جدول تجزیه واریانس (3) نشان می دهد که هر چند اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد بیوماس کلزا معنی دار نبود اما بیشترین بیوماس را در تیمار $P_{\%75}B_2$ M مشاهده می‌کنیم و پس از آن تیمار $P_{\%75}M$ و در ردهٔ سوّم تیمار $P_{\%75}B_1$ M قرار دارد. این نتایج نشان می دهند که کود دامی با افزایش جذب نیتروژن و فسفر ، باعث بالا رفتن عملکرد کاه وکلش وافزایش سطح فتوسنتزکنندهٔ گیاه و ماحصل این امر افزایش بیوماس شده است (جدول4). عنصر نیتروژن نقش مهمی روی افزایش سطح برگ، میزان کلروفیل برگ و در نتیجه فتوسنتز دارد (Sajedi & Ardekani., 2004). والکر و برنال (Walker & Bernal, 2008) هم مشاهده کردند که در شرایط خاک شور، کود دامی با کاهش اثرات سمی سدیم و کلر، باعث بهبود جذب نیتروژن و فسفر و در نتیجه افزایش بیوماس در گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) و چغندر (*Beta vulgaris* L.) شد.

جدول4- تأثیر تیمارهای مختلف روی عملکرد دانه، بیوماس کل، شاخص برداشت، جذب نیتروزن دانه و جذب فسفر دانه کلزا

Table4- Effect of treatments on seed yield, total biomass, HI, seed N uptake and seed P uptake of canola

جذب فسفر دانه Seed P uptake kg.ha	جذب نیتروزن دانه Seed N uptake kg.ha	شاخص برداشت HI	بیوماس کل Total biomass kg.ha	عملکرد دانه Seed yield kg.ha	تیمار Treatments
12ab	80ab*	0.33a	6469a	2098ab*	Check ($P_{100\%}$)
11ab	75ab	0.31a	6451a	1951ab	$P_{75\%}B_1$
11.6ab	79ab	0.30a	6966a	2088ab	$P_{75\%}B_2$
14.7a	93a	0.30a	7916a	2370a	$P_{75\%}M$
13.6a	96a	0.32a	7735a	2522a	$P_{75\%}B_1M$
12.8ab	89a	0.28ab	8107a	2301a	$P_{75\%}B_2M$
14.5a	89a	0.33a	6322a	2507a	$P_{100\%}B_1$
8.5b	57b	0.24b	5907a	1388b	$P_{125\%}B_2$

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

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

افزایش پیدا کند.

شاخص برداشت

بررسی جداول 3 و 4 نشان داد که اگرچه اثر تیمارهای مختلف بر شاخص برداشت کلزا معنی‌دار بوده است، ولی روند خاصی در بین تیمارها از این نظر مشاهده نمی شود. بالا تر بودن شاخص برداشت در دو تیمار $P_{\%100}B_1$ و $P_{\%100}$ را می‌توان به اثرات مثبت فسفر در تعدیل اثرات نیتروژن روی رشد رویشی عنوان کرد بطوریکه باعث شده است رشد رویشی و در نتیجه بیوماس کل نسبت به سایر تیمارها کمتر

تشکر و قدردانی

از دانشگاه شهید بهشتی به دلیل تامین هزینه‌های این پروژه تقدیر و تشکر می شود. از آقای محسن عبدالهی هم که در اجرای پروژه زحمات زیادی را تقبل فرمودند صمیمانه تشکر می‌نماییم.

منابع

1- Acharya, C.L., Bioshoni, S.K., and Yadavanshi. H.S. 1988. Effect of long term application of fertilizers and organic manure and inorganic amendments under continuous cropping on soil physical and chemical properties in an Alfisol. Indian Journal of Agricultureal Science 58: 509-516.

2- Ardekani, M.R., Mazaheri, D., and Nourmohammadi, G. 2002. Effects of integrated apply *Azospirillum*, mycorhiza and streptomises on yield of wheat. Journal of Agriculture Sience 7: 1-15. (In Persian with English Summary)

3- Defreitas, J. R., Banerjee, M. R., and Germida, J. J. 1997. Phosphate solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not the phosphorus uptake of canola. Biological Fertlity of Soils 24: 358-364.

4- Ehyaee, M.A., and Behbahanizadeh, A. 1993. Ways of the Soil Chemical Analysis. Soil and Water Research Institute. (In Persian).

5- Hamidi, A., Ghalavand, A., Dehghanshoar, M., Malakouti, M.J., Asgharzadeh, A., and Chukan, R. 2006. The effects of application of plant growth promoting rhizibacteria (PGPR) on yield of fodder maize *(Zea mays* L.). Pajouhesh v Sazandegi 70: 16-22. (In Persian with English Summary)

6- Kiss, S., Stefanic, G., and Dragan-Bularda, M. 1974. Soil Enzymeology in Romania. II. Contrib. Bot. Cluj., 197-207.

7- Kloepper, J.W., Schroth, M.N, and Miller, T.D. 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology 70: 1078-1082.

8- Kohler, J., Caravaca, F., and Antonio, R. 2009. An AM fungus and a PGPR intensify the adverse effects of salinity on the stability of rhizosphere soil aggregates of *Lactuca sativa*. Soil Biology and Biochemistry15:1-6.

9- Malakouti, M.J. 1996. Sustainable agriculture and increase yield with improve recommendation fertilizers consumption in Iran. Nashr Amoozesh Karaj. (In Persian)

10- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London. UK. 889 pp.

11- Nanda, S., Swain, S., Panda, K.C., Mohanty, S.C., and Alim, M. A. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of *Orisa*. Current Agricultural Research 8: 45-47.

12- Orhan, E., Esitken, A., Ercisli, S., Turan, M., and Sahin, F. 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae 111: 38-43.

13- Qadir, M., Ghafoor, A., and Murtaza, G. 2001. Use of saline-sodic waters through phytoremediation of calcareous saline-sodic soils. Agriculture and Water Management 50: 197-210.

14- Reddy, D.D., Subba, A., Sammi Reddy, K., and Takkar, P.N. 1999. Yield sustainability and phosphorus utilization in soybean-wheat system on Vertisols in response to integrated use of manure and fertilizer phosphorus. Field Crops Research 62: 181-190.

15- Rivera-Cruz, M.C., Narcia, A.T., Ballona, G.C., Kohler, J., Caravaca, F., and Roldan, A. 2008. Soil Biology and Biochemistry 40: 3092-3095.

16- Sajedi, N., and Ardekani, M.R. 2008. Effect of different amount the fertilizer N, Zn and Fe on individuals physiologic (*Zea mays* L.) in markazi province. Iranian Field Crops Research 6: 12-18.(In persion)

17- SAS Institute. 2000. SAS User's Guide. SAS Inst., Cary, NC.

18- Siddiqui, Z. A. 2004. Effects of plant growth promoting bacteria and composed organic fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and tomato growth. Bioresource Technology 95: 223-227.

19- Walker, D.J., and Bernal, M. P. 2004. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. Communication in Soil Science and Plant Analysis 35: 2495-2514.

20- Walker, D.J., and Pilar Bernal, M. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresource Technology 99: 396-403.

21- Yermiyahu, U., Keren, R., and Chen, Y. 2001. Effect of composted organic matter on boron uptake by plants. Soil Science Society of American Journal 65: 1436-1441.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 301-292

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 292-301

اثرات کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر

خالد عیدی‌زاده[1*]، عبدالمجید مهدوی دامغانی[2]، حسین صباحی[2] و سعید صوفی‌زاده[2]

تاریخ دریافت: 89/2/9
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

کودهای بیولوژیک از جمله نهاده‌های طبیعی هستند که می‌توانند به عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار به کار برده شوند. اثرات کود بیولوژیک نیتروژن و فسفر (نیتروکسین و کود میکروبی فسفاته) و کودهای شیمیایی بر شاخص‌های رشد ذرت (*Zea mays* L.) در سال زراعی 87-1386 در شوشتر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل تلفیق کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در چهار سطح: 100% شیمیایی (A1)، 50% شیمیایی+ بیولوژیک (A2)، 25% شیمیایی+ بیولوژیک (A3)و فقط بیولوژیک (A4) بود. نتایج نشان داد کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیک با کود شیمیایی باعث افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، تولید ماده خشک، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، شاخص دوام سطح برگ و نسبت سطح برگ در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی شد. ارتفاع گیاه در تیمار تلفیقی 50% شیمیایی+ بیولوژیک نسبت به سایر تیمارهای آزمایش بیشتر بود و بیشترین ارتفاع در 115 روز پس از کاشت در این تیمار (186 سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار کاربرد کود شیمیایی به تنهایی (178 سانتی‌متر) به دست آمد. حداکثر و حداقل شاخص سطح برگ در 71 روز پس از کاشت به ترتیب در تیمارهای 25% شیمیایی+ بیولوژیک (4/71) و بیولوژیک (2/3) مشاهده شد. همین روند در مورد تولید ماده خشک در 94 روز پس از کاشت (به ترتیب 20/37 و 12/48 تن در هکتار) میزان جذب خالص در 94 پس از کاشت (19/4 و 11/3 گرم در متر مربع) و سرعت رشد محصول در 71 روز پس از کاشت (44/8 و 26/5 گرم در متر مربع)مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: باکتری های محرک رشد، شاخص‌های رشد، فسفر، نیتروژن

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) به دلیل اهمیت فزاینده‌ای که در تغذیهٔ انسان و دام داشته و سازگاری گسترده‌ای نیز با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (Yazdani et al., 2009). افزایش سطح زیر کشت ذرت طی چند دههٔ گذشته، فشرده‌سازی سیستم‌های کشت این گیاه به همراه نیاز بالای ذرت به عناصر غذایی موجب شده است که علاوه بر مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی، هزینه‌های تولید افزایش یافته و خطرات زیست‌محیطی ایجاد شود (Biari et al., 2008). به همین علت در دو دههٔ گذشته با توجه به این پیامدها، کاربرد باکتری‌های خاکزی در تغذیهٔ خاک و گیاه زراعی در نظام‌های کشاورزی پایدار در سراسر جهان افزایش یافته است. این باکتری‌ها که فعالانه ریشه‌های گیاه را اشغال کرده و باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (Wu et al., 2005)، شامل آزوسپریلوم، ازتوباکتر، باسیلوس و سودموناس‌ها هستند (Bashan et al., 2004).

مکانیسم‌های عمدهٔ افزایش رشد ناشی از این باکتری‌ها کاملاً شناخته نشده است، اما بسیاری از پژوهشگران، این پدیده را به دو گروه اثرات مستقیم و غیر مستقیم تقسیم‌بندی می‌کنند (Glick, 1995; Vessy, 2003). در اثرات مستقم، این باکتری‌ها رشد گیاه را با تولید ترکیبات مختلف، تسهیل جذب عناصر، تثبیت نیتروژن اتمسفری، حل کردن مواد معدنی مانند فسفات، تولید سیدروفور، تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین‌ها و جیبرلین‌ها که باعث افزایش رشد گیاه در مراحل مختلف رشدی گیاه می‌شود و یا از طریق ساخت آنزیم‌های دخیل در رشد و نمو گیاه، افزایش می‌دهند (Lucy & Glick, 2004; Gray & Smith, 2005). در تحریک غیر مستقیم،

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی گروه اگرواکولوژی پژوهشکدهٔ علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران
(*- نویسنده مسئول: Email:khaled.edi@gmail.com)

اغلب این باکتری‌ها از قبیل سودوموناس‌ها با کاهش یا حذف اثرات زیان‌بار عوامل بیماری‌زا از طریق مکانیزم‌های مختلفی همچون القای سیستم مقاومت به گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا، رشد و نمو گیاه را بهبود می‌بخشند (Van Loon, 2007).

علاوه بر اثرات مثبت این باکتری‌ها بر عملکرد گیاهان مختلف، نقش این ریزموجودات بر میزان تجمع مواد فتوسنتزی در طول دوره رشد و تغییرات شاخص‌های مختلف فیزیولوژیک نیز مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Yasari & Patwardhan, 2007). اصغر و همکاران (Asghar et al., 2002) گزارش دادند که تلقیح بذور خردل هندی (*Brassica juncea* L.) با باکتری‌های محرک رشد گیاه، رشد این گیاه را به طور معنی‌داری افزایش داد. باشان و همکاران (Bashan et al., 2004) نشان دادند کاربرد کودهای بیولوژیک، به ویژه آزوسپریلوم می‌تواند موجب بهبود قابل‌توجه مادهٔ خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول ریشه در غلات شود. هرناندز و همکاران (Hernandez et al., 1995) افزایش وزن تر بخش هوایی بوته، تعداد برگ و ارتفاع بوته را در اثر تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های سودوموناس گزارش کردند. تیالک و همکاران (Tialk et al., 1982) نیز افزایش وزن خشک بوته ذرت را که بذرهای آن با باکتری‌های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum brasilense* تلقیح شده بودند نشان دادند.

تغییرات رشد گیاه زراعی در شرایط مزرعه با شاخص‌های رشدی گوناگونی اندازه‌گیری می‌شود که مطالعهٔ آنها می‌تواند به ما در تجزیه و تحلیل مناسب‌تر رشد گیاه یاری کند. هدف از این پژوهش، بررسی اثرات مختلف کاربرد کودهای بیولوژیک (نیتروکسین و کود میکروبی فسفاته) به تنهایی و یا در تلفیق با کودهای شیمیایی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک ذرت در شرایط آب و هوایی خوزستان بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 87-1386 در شهرستان شوشتر (عرض جغرافیایی 31 درجه و 98 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 77 دقیقه شرقی) در فاصله 90 کیلومتری اهواز، مرکز استان خوزستان انجام شد. قبل از اجرای طرح از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین شد که نتایج آن در جدول 1 نشان داده شده است.

آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سطوح مختلف کاربرد کود شیمیایی به تنهایی و در تلفیق با کود بیولوژیک (A) در چهار سطح A_1 (100% کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر)، A_2 (25% کود شیمیایی+ کود بیولوژیک)، A_3 (50% کود شیمیایی+ کود بیولوژیک)، A_4 (کود بیولوژیک) بود. بر اساس آزمایش خاک و نیاز غذایی ذرت، کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به ترتیب اوره (200 کیلوگرم در هکتار در سه نوبت، قبل از کاشت به صورت خاک کاربرد، 8 برگی و قبل از ظهور تاسل به همراه آب آبیاری) و سوپر فسفات تریپل (100 کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و به صورت خاک کاربرد) استفاده شد. به علت بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب در آزمایش خاک، از کود پتاسیم استفاده نشد. کود بیولوژیک مورد استفاده شامل نیتروکسین (*Pseudomonas fluorescens*، *Azotobacter chroococcum*، *Azospirillum brasilense*) و کود میکروبی فسفاته (*Azospirillum lipoform*) و (*Bacillus coagulans*) به ترتیب به عنوان منبع تامین نیتروژن و فسفر بود.

بذر مورد استفاده هیبرید دیررس سینگل کراس 704 بود. قبل از تلقیح بذور با کود بیولوژیک، بذور با صمغ عربی آغشته و سپس مایه تلقیح به آنها افزوده شد. پس از مخلوط کردن، بذور در سایه خشک و جهت کشت به زمین منتقل گردیدند؛ بعد از کشت مزرعه آبیاری شد. ابعاد هر کرت 4/5 ×8 متر بود. در هر کرت شش ردیف کاشت به فواصل 75 سانتی‌متری بین ردیف و 20 سانتی‌متر روی ردیف در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از تداخل کودهای شیمیایی و باکتری‌ها، دو خط نکاشت بین کرت‌های اصلی قرار گرفت و آب اضافی هر کرت توسط یک جوی خروجی از مزرعه خارج شد.

ذرت بر اساس تاریخ کاشت بهینهٔ منطقه در نیمه اول مرداد کشت شد. طی فصل رشد، عملیات داشت از قبیل آبیاری، تنک کردن و کنترل علف‌های هرز (در مرحله 6 برگی) انجام شد. اولین نمونه‌برداری 19 روز پس از سبز شدن آغاز و نمونه‌برداری‌های بعدی هر یک به فاصله 15 روز صورت گرفت، به طوری که در مجموع 5 مرحله نمونه‌برداری انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک در هر نمونه‌برداری، بوته‌ها به اجزاء تقسیم و در دمای 75 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت درون آون قرار گرفته، سپس وزن آنها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. جهت سنجش سطح برگ از معادله 1 استفاده شد:

$$A = L \times W \times 0.75 \quad \text{معادله(1)}$$

استفاده شد که در آن L طول برگ، W عرض آن و 0/75 ضریب ثابت سطح برگ برای ذرت است (Shi et al., 1981). در کلیهٔ نمونه‌گیری‌ها، ماده خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. با اندازه‌گیری سه عامل سطح برگ، وزن خشک برگ و کل اندام هوایی، مقادیر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد شامل شاخص سطح برگ (LAI)[1]، سرعت رشد محصول (CGR)[2]، سرعت رشد نسبی (RGR)[3]، سرعت

1- Leaf Area Index
2- Crop Growth Rate
3- Relative Growth Rate

جذب خالص (NAR)[1] و شاخص دوام سطح برگ (LAID)[2] با استفاده از معادلات 2 تا 6 بدست آمد (Shi et al., 1981):

معادله(2) $LAI = (LA_1+LA_2)/2) \times 1/GA$

معادله(3) $CGR = W_2-W_1/GA(t_2-t_1)$

معادله(4) $NAR = (W_2-W_1/t_2-t_1) \times (\ln LA_2-\ln LA_1/LA_2-LA_1)$

معادله(5) $RGR = (\ln W_2-\ln W_1/t_2-t_1)$

معادله(6) $LAID = (LAI_1+LAI_2)/2) \times (t_2-t_1)$

که در این معادلات، LA_1 و LA_2 به ترتیب سطح برگ اولیه و ثانویه، GA سطح زمینی که توسط گیاه اشغال شده است (متر مربع)، W_1 و W_2 به ترتیب وزن خشک کل اولیه و ثانویه (گرم در متر مربع)، t_1 و t_2 زمان نمونه‌برداری اولیه و ثانویه (روز)، است. تمام شاخص‌های رشد براساس تاریخ پس از کاشت بیان شده‌اند. برای تجزیهٔ آماری و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SAS 9.9 و جهت رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه

بررسی روند تغییرات ارتفاع ساقه در پاسخ به سطوح مختلف کودی در طول فصل رشد نشان داد که ارتفاع ساقه ذرت، در حضور کودهای بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد نه تنها کاهش پیدا نکرد، بلکه افزایش نیز یافت. البته تا 34 روز پس از کاشت ذرت تیمار شاهد اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها داشته است که می‌تواند به علت عدم استقرار کافی ریشه یا ساقه و فرصت کافی باکتری‌ها در تحریک رشد گیاهان باشد. به علاوه، ممکن است دمای بالا در آغاز فصل رشد همراه با تشدید تبخیر و تعرق می‌تواند موجب بروز تنش در آغاز رشد برای باکتری‌ها و کاهش تاثیرات مفید آنها بر رشد گیاه ذرت شده باشد. با ادامهٔ فصل رشد، نتایج این آزمایش نشان داد که حضور کود بیولوژیک، در افزایش ارتفاع ساقه در مقایسه با شاهد آشکارتر بوده است، به طوری که در 115 روز پس از سبز شدن کمترین و بیشترین ارتفاع ساقه به ترتیب برای تیمار A_1 با 94/ 177 و A_3 با 186/45 سانتی‌متر به دست آمد (شکل 1).

به طور کلی دسترسی آب و عناصر غذایی به وسیله کودهای بیولوژیک (به ویژه فسفر) از طریق تولید اسیدهای حل‌کننده فسفات بهبود می‌یابد که با آزادسازی فسفر معدنی و آلی، موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی، بهبود ریشه‌زایی و در نهایت افزایش تعداد گره و میان‌گره می‌شود (Sarmadnia & Koocheki, 1991). علاوه بر این، گزارش شده است که کودهای بیولوژیک از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد (به ویژه اکسین) رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Vessy, 2003). زهیر و همکاران (Zahir et al., 1998) افزایش 8/5 درصدی ارتفاع بوته ذرت را که بذرهای آن با باکتری‌های ازتوباکتر و سودموناس تلقیح شده بودند، گزارش کردند. روستا و همکاران (Rusta et al., 1999) نیز افزایش ارتفاع بوته ذرت هیبرید 704 را در حضور کودهای بیولوژیک گزارش دادند. حضور کودهای بیولوژیک باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عناصر میکرو می‌شود. این اثرات در حضور کودهای شیمیایی تشدید شده است.

شاخص سطح برگ

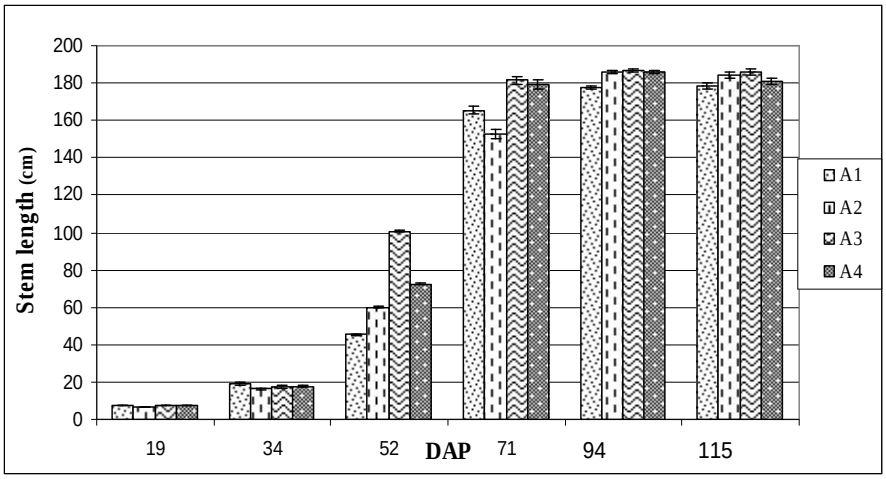
افزایش سطح برگ تعیین‌کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است. تغییر در سطح برگ که تحت تاثیر ژنوتیپ، تراکم بوته، آب و هوا و حاصلخیزی خاک قرار دارد، بر عملکرد نیز تاثیر خواهد گذاشت (Nezarat & Gholami, 2008). نتایج نشان داد که تغییرات شاخص سطح برگ در پاسخ به سطوح مختلف کودی در طول فصل رشد برای تمامی تیمارها روند مشابهی داشت. تیمارهای مختلف در مراحل اولیه رشد بر LAI تاثیر نداشتند. در ابتدای فصل رشد، LAI ذرت به کندی افزایش یافت، به طوری که این روند تا 34 روز پس از کاشت ادامه داشت. یکی از دلایل مهم آن این است که میانگین ماهانه درجه حرارت در این زمان در منطقه مورد آزمایش بیش از 40 درجه سانتی‌گراد بوده است، زیرا بالا بودن درجه حرارت باعث متوقف شدن بسیاری از آنزیم‌های فتوسنتزی می‌شود، به طوری که گیاه بعد از مدتی ذخیره‌ای برای سرمایه‌گذاری بر روی برگ ندارد و در این مواقع گیاه بیشتر انرژی خود را صرف نگهداری می‌کند. بریچ و همکاران (Brich et al., 1998) گزارش کردند که درجه حرارت‌های پایین‌تر از 8 و بالاتر از 40 درجه سانتی‌گراد فعالیت بسیاری از آنزیم‌های فتوسنتز کننده از جمله فسفو انول پیروات کربوکسیلاز و رابیسکو را کاهش می‌دهد و انتظار می‌رود گیاه در این شرایط رشد کندی داشته باشد. در ادامه فصل و با کاهش میانگین درجه حرارت، افزایش این شاخص روند خطی پیدا کرد و در مرحله تاسل‌دهی ذرت (تقریباً 71 روز پس از کاشت ذرت) به حداکثر مقدار خود و سپس در انتهای فصل رشد به دلیل زرد شدن و همچنین ریزش برگ‌ها روند نزولی پیدا کرد. همان طور که گفته شد در ابتدای مراحل رشد و تا 34 روز از کاشت ذرت به علت بالا بودن درجه حرارت روند افزایش LAI برای همه تیمارها به استثناء تیمار A_3 مشابه بود. با ادامه فصل رشد (52 روز از کاشت ذرت)، حضور کودهای بیولوژیک و به خصوص در تلفیق با کودهای شیمیایی، کاملاً ملموس بود. در این مرحله از رشد به دلیل کاهش درجه حرارت LAI با شیب بیشتری افزایش یافت (شکل2).

1- Net Assimilation Rate
2- Leaf Area Index Duration

جدول1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت.

Table1. Physical and chemical properties of experimental soil before planting.

منگنز Mn (mg/kg)	مس Cu (mg/kg)	روی Zn (mg/kg)	آهن Fe (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب K (ppm)	فسفر قابل جذب P (ppm)	درصد نیتروژن کل %N	درصدکربن آلی %OC	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی dsm^{-1}	بافت خاک Soil texture
4	1.2	1.2	2.2	320	11	0.1	1.2	7.7	4.82	Sandy-Loam



شکل1- ارتفاع ساقه سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)

Fig1. Stem length in different fertilization levels during growth season (day after planting)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

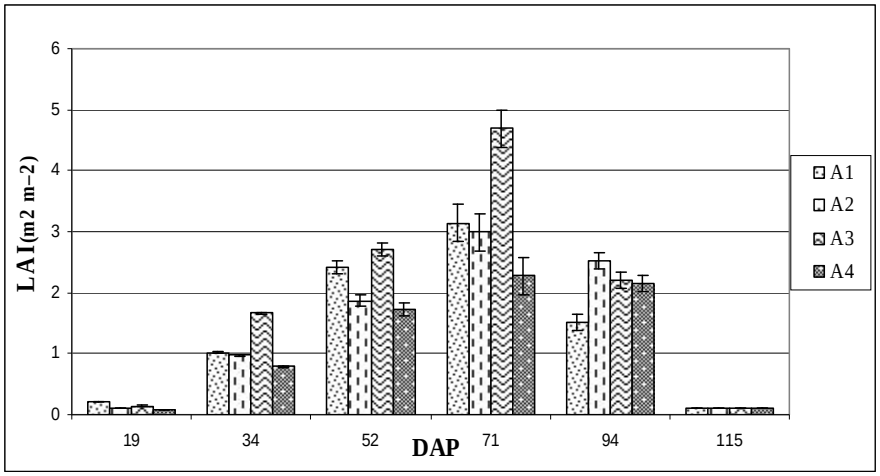
با این حال در این مرحله، تیمار A_3 اختلاف کاملاً معنی داری با دیگر تیمارها داشت. پایین بودن LAI در تیمار کاربرد کود بیولوژیک به تنهایی در مقایسه با دیگر تیمارها می تواند ناشی از کاهش ذخیره گیاه طی مرحله تنش گرمایی باشد که صرف هزینه نگهداری شده است. بنابراین، وجود عناصر غذایی در این مرحله نقشی حیاتی دارد. بیشترین و کمترین میزان LAI در 71 روز پس از کاشت، به ترتیب در تیمارهای A_3 با 4/69 (اختلاف معنی دار با تیمار شاهد) و A_4 با 2/27 مشاهده شد (شکل 2).

بالا بودن شاخص سطح برگ سبب افزایش میانگین سرعت رشد محصول (CGR) در دوره رشد گیاه می‌شود که این امر در نهایت منجر به افزایش تولید ماده خشک (بیوماس) و افزایش عملکرد می‌گردد (Karimi & Siddique, 1991). کوپولنیک و همکاران (Kupulnik et al., 1982) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای ذرت با باکتری‌های آزوسپریلیوم باعث افزایش تعداد برگ‌های این گیاه و در نهایت افزایش عملکرد در مقایسه با شاهد شده است. همچنین بررسی حمیدی و همکاران (Hamidi et al., 2007) نشان داد که تلقیح بذور ذرت با کودهای بیولوژیک، تعداد برگ‌های بالایی و تعداد برگ در هر بوته را افزایش داد. آنها نیز دلیل این امر را وجود روابط مثبت بین گیاه با باکتری دانسته و اعلام داشتند که این موضوع در نهایت موجب افزایش عملکرد سیلویی شده است. آنها همچنین بیان کردند که احتمالاً کودهای بیولوژیک از طریق تولید هورمون محرک رشد، عملکرد و ویژگی‌های مرتبط با آن را در ذرت علوفه‌ای تحت تاثیر قرار داده است.

تولید ماده خشک

روند تغییرات ماده خشک در پاسخ به سطوح مختلف کودی در اوایل فصل رشد از الگوی نسبتاً یکسانی در تیمارها پیروی کرد. در ادامه فصل (34 روز بعد از کاشت) مشاهده شد به دلیل عدم تشابه روند افزایش LAI در تیمارهای مختلف کودی، تغییرات ماده خشک از الگوی یکسانی پیروی نکرد، به طوری که در این زمان بیشترین وزن خشک در تیمارهای A_3 و شاهد به ترتیب با مقادیر 62/77 و 49/51 گرم در متر مربع مشاهده شد (شکل 3). این روند افزایشی

ادامه داشت تا این که حداکثر و حداقل میزان ماده خشک در 94 روز پس از کاشت به ترتیب برای تیمار A_3 (20/37 تن در هکتار) و برای تیمار A_4 (12/48 تن در هکتار) به دست آمد. پس از این زمان، منحنی ماده خشک به دلیل ریزش برگ‌ها در تمام تیمارها روند کاهشی داشت. در مقایسه تیمار A_3 با شاهد باید اشاره کرد که این تیمار ماده خشک کل را 5 درصد افزایش داد. این امر می‌تواند به دلیل افزایش سطح ریشه در پاسخ به ترشح هورمون‌های مختلف گیاهی به وسیله کودهای بیولوژیک باشد که موجب افزایش سطح تماس ریشه با خاک و در کل جذب بیشتر عناصر غذایی شود. همچنین تولید اسیدهای مختلف بوسیله باکتری‌ها می‌تواند موجب محلول‌سازی بیشتر فسفر معدنی و آلی خاک شده که همین امر، کاهش 50 درصد کاربرد کود شیمیایی را در این آزمایش توجیه‌پذیر می‌کند. بررسی استانچوا و همکاران (Stancheva et al., 1992) نشان داد که در اثر تلقیح ذرت با کودهای بیولوژیک وزن خشک بوته افزایش یافت. آنان دلیل این موضوع را بهبود دسترسی و جذب عناصر غذایی ذکر کردند و بیان داشتند که این موضوع در نهایت باعث افزایش تجمع ماده خشک در ذرت شده است.

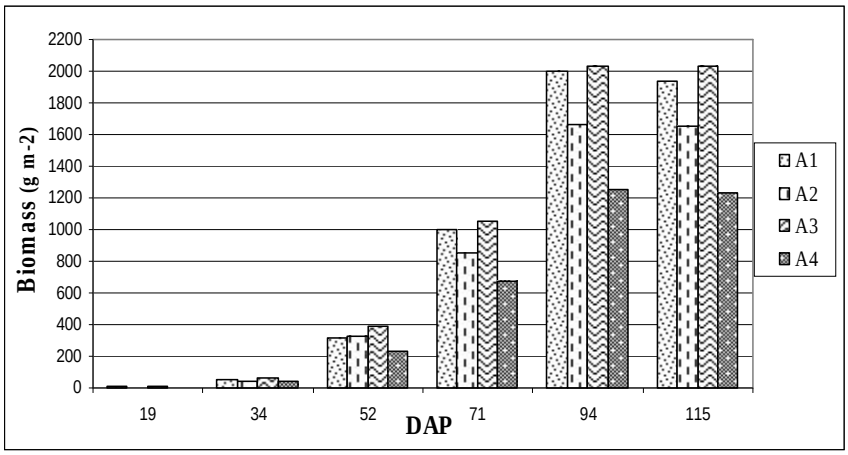


شکل2- شاخص سطح برگ(LAI) سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)

Fig2. Leaf area index in different fertilization levels during growth season (day after planting).

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل3- وزن کل ماده خشک سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)

Fig3. Dry mater production in different fertilization levels during growth season (day after planting).

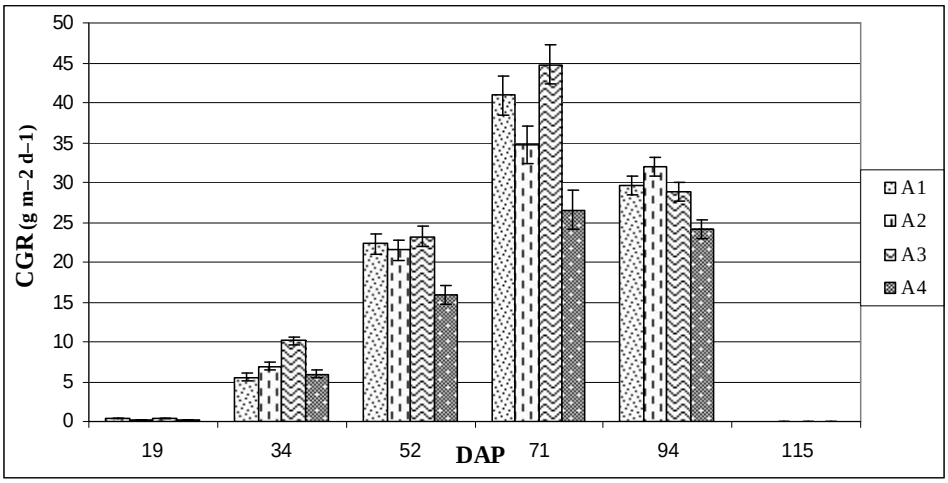
میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

سرعت رشد محصول

سرعت رشد محصول شاخصی است که میزان تجمع ماده خشک را در واحد زمان و سطح زمین نشان می‌دهد. سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی، بالا بودن میانگین درجه حرارت و جذب درصد کمی از نور خورشید، پایین و با گذشت زمان و نمو گیاه و توسعه سطح برگ و نفوذ کمتر نور به سطح خاک افزایش یافت. در ادامه فصل رشد (34 روز پس از کاشت) روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای مختلف اختلاف قابل‌توجهی پیدا کرد، به طوری که در تیمارA_3 اختلاف رشد کامل ملموس بوده تا این که CGR در 71 روز بعد از کاشت (مرحله تاسل‌دهی) به حداکثر خود رسید. در این زمان بیشترین و کمترین CGR به ترتیب در تیمارهای A_3 با 44/78 و A_4 با 26/54 گرم در متر مربع در روز (عدم اختلاف معنی‌دار با شاهد) به دست آمد (شکل 4)، در حالی که مقدار CGR در تیمار شاهد در این زمان 40/8 گرم در مترمربع در روز ثبت شد.

روند افزایش سرعت رشد محصول در ادامه فصل رشد به رشد و نمو سریع برگ‌ها (LAI) و ساقه نسبت داده می‌شود، که این امر مستلزم تامین آب و عناصر غذایی کافی جهت رشد و نمو گیاه، به ویژه در مراحل بحرانی رشد است (Latifi et al., 2004). نانـدا و همکاران (Nanda et al., 1995) اظهار داشتند که تلقیح بذرهای ذرت با کودهای بیولوژیک آزوسپریلوم و ازتو باکتر موجب افزایش عملکرد علوفه‌ای ذرت شد. ویو و همکاران (Wu et al., 2005) گزارش کردند که تلقیح بذور ذرت با کودهای بیولوژیک باعث افزایش CGR شد. آنان دلیل این امر را افزایش دسترسی عناصر غذایی و بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه دانستند. کلارک و سیمپسون (Clarcke & Simpson, 1978) اظهار داشتند که هم‌زمانی حداکثر میزان CGR با مراحل نمو بلال (71روز پس از کاشت) به دلیل وجود اندام‌های فتوسنتزکنندهٔ جدید است که حضور کودهای بیولوژیک نقش مهمی در افزایش دوام اندام‌های فتوسنتزکننده دارد. باید اشاره کرد که بسیاری از پژوهشگران اظهار داشته‌اند که کودهای بیولوژیک به تنهایی قادر به تامین کل نیتروژن مورد نیاز گیاه نیستند و بیشتر اثرات مثبت کودهای بیولوژیک در دسترسی دیگر عناصر از طریق افزایش حلالیت عناصری نظیر فسفر و همچنین افزایش جذب در واحد سطح است که در اثر تولید انواع هورمون‌های محرک رشد ایجاد می‌شود (Vessy, 2003). به عبارت دیگر، تولید هورمون‌های محرک رشد به خصوص اکسین از طریق تحریک سیستم ریشه‌زایی باعث افزایش جذب در واحد سطح شده و در حضور مقادیر مناسبی از کودهای شیمیایی باعث تشدید این اثرات می‌شوند که این امر در نهایت موجب افزایش رشد محصول شده است.در ادامهٔ فصل رشد، روند سرعت رشد محصول به دلیل کاهش شاخص سطح برگ و زرد شدن برگ‌ها کاهشی بود.



شکل4- سرعت رشد محصول(CGR) سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)

Fig4. Crop growth rate (CGR) in different fertilization levels during growth season (day after planting).

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

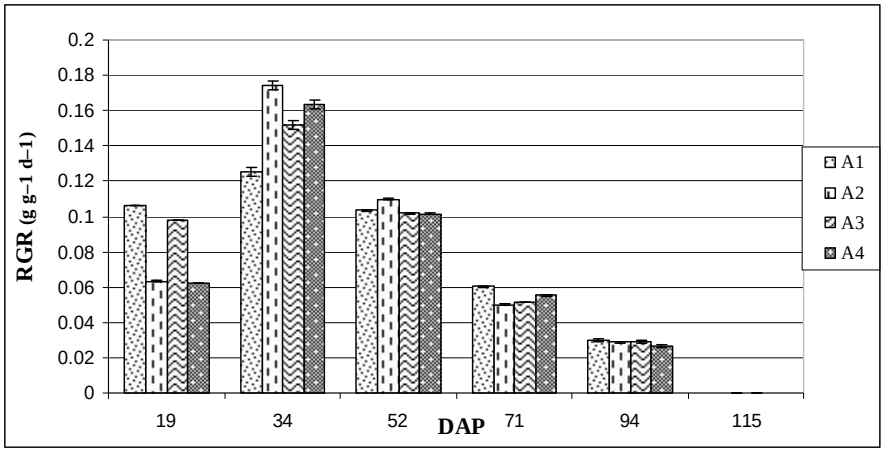
There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

سرعت رشد نسبی

نتایج آزمایش نشان داد که سرعت رشد نسبی با گذشت زمان و رشد گیاه به علت افزایش سایه‌اندازی کاهش یافت. بیشترین مقدار RGR در ابتدای فصل رشد و در 34 روز پس از کاشت به دست آمد، که بیشترین آن در تیمارهای A_2 با 0/17 گرم بر گرم در روز ثبت شد (شکل5)، در حالی که کمترین مقدار RGR در این زمان در تیمار شاهد با مقدار 0/12 گرم بر گرم در روز به دست آمد. به عبارت دیگر، تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها در ابتدای فصل رشد کمترین مقدار RGR را به خود اختصاص داده بود و با ادامه فصل رشد با شیب سریع‌تری کاهش یافته است. دیویدسون و کمبل (Davidson & Campbell, 1984) گزارش کردند که میزان سرعت رشدنسبی در گندم در اوایل فصل رشد بالا است و با گذشت زمان کاهش می‌یابد، به طوری که در مرحله خمیری مقدار آن منفی می‌شود. حضور کودهای بیولوژیک به تنهایی و در تلفیق با کودهای شیمیایی باعث شد که RGR در طول دوره رشد با شیب کمتری کاهش یابد. باید اشاره کرد که در تیمار شاهد عکس این پدیده رخ داد. این امر می‌تواند ناشی از زرد شدن سریع برگ‌ها و به دنبال آن کاهش LAI باشد. در انتهای دوره رشد رویشی(71 روز پس از کاشت) حضور کودهای بیولوژیک سبب کاهش روند نزولی RGR در مقایسه با شاهد شد.

سرعت جذب خالص

نتایج روند تغییرات سرعت جذب خالص گیاه در پاسخ به سطوح مختلف کودی در طول فصل رشد در شکل 6 نشان داده شده است. تغییرات NAR در تمامی تیمارها روند افزایشی نسبتاً مشابهی داشت، به طوری که سرعت جذب خالص در ابتدای فصل رشد به علت بالا بودن میانگین درجه حرارت در مقایسه با روند طبیعی تغییرات NAR کاهشی و منفی بوده و با ادامه فصل رشد و کاهش میانگین درجه حرارت تغییرات NAR افزایشی بود تا اینکه بیشترین و کمترین NAR در 94 روز پس از کاشت ذرت به ترتیب در تیمارهای شاهد با 19/4 و A_4 با 11/3 گرم بر مترمربع برگ در روز به دست آمد. سپس با ادامه فصل رشد و نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و همچنین پیر شدن برگ‌ها روند نزولی داشت. اشاره می‌شود که احتمالاً نقش سایه‌اندازی برگ‌ها به علت بالا بودن شدت تشعشع در منطقه در کاهش NAR کمتر بوده و دلیل اصلی کاهش NAR در 94 روز پس از کاشت ذرت، کاهش LAI و زرد شدن برگ‌ها است. آلن و همکاران (Allen et al., 1980) گزارش کردند که حضور کودهای بیولوژیک مقادیر سیتوکینین و کلروفیل را در گیاه افزایش می‌دهد و در نهایت موجب افزایش رشد گیاه می‌شود.

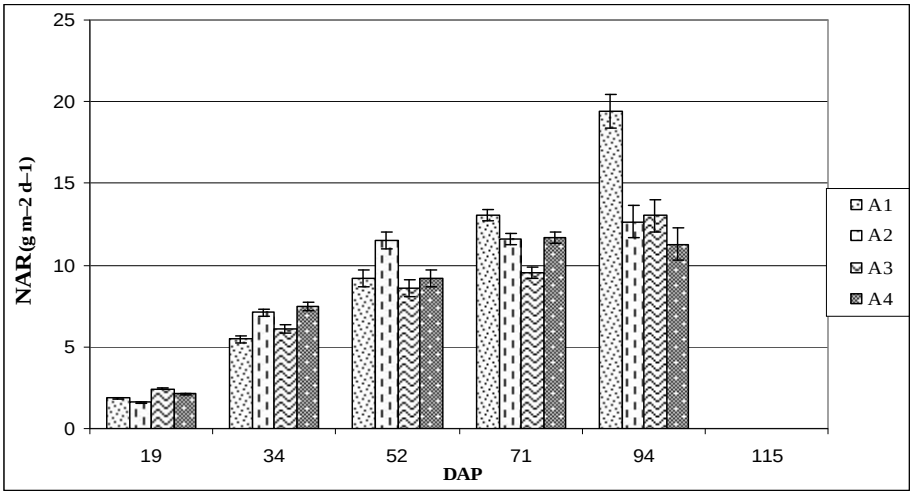


شکل5- سرعت رشد نسبی(RGR) سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت(DAP)

Fig5. Relative growth rate (RGR) in different fertilization levels during growth season (day after planting).

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل6- سرعت اسیمیلاسیون خالص(NAR) سطوح مختلف کودی در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP).
Fig 6. Net assimilation rate (NAR) in different fertilization levels during growth season (day after planting).
میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری ندارند.
There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

دوام شاخص سطح برگ

بررسی نتایج دوام شاخص سطح برگ نشان داد که حضور کودهای بیولوژیک نقش مهمی در دوام سطح برگ به خصوص در اواخر دوره رشد ذرت داشت، که بسته به مقدار کاربرد کود شیمیایی در تلفیق با کودهای بیولوژیک اثرات آن بر شاخص دوام سطح برگ متغییر و همبستگی مستقیمی با درصد کاربرد کود شیمیایی داشت. در بررسی دوام سطح برگ از زمان کاشت تا مرحله 10 برگی ذرت مشاهده گردید که نقش کودهای بیولوژیک در تحریک دوام شاخص سطح برگ به مراتب کمتر از کودهای شیمیایی بود. بیشترین و کمترین مقدار دوام شاخص سطح برگ در این مرحله به ترتیب در تیمار A_1 و A_4 با مقادیر 68/65 و 30/63 روز به دست آمد. محاسبه شاخص دوام سطح برگ از زمان کاشت تا مرحله قهوه‌ای شدن ابریشم‌ها نشان داد که، بیشترین شاخص دوام سطح برگ در تیمار A_3 با مقدار 125/79 روز به دست آمد، در حالی که تیمار A_4 با 68/53 روز کمترین شاخص دوام سطح برگ را به خود اختصاص داد.

دوام سطح برگ مشخص‌کننده میزان نور دریافتی در طول دوره رشد گیاه است (Cox, 1996). عملکرد ماده خشک با دوام سطح برگ ارتباط نزدیکی دارد و دوام سطح برگ می‌تواند شاخصی از تولید باشد. نتایج آزمایش نشان می‌دهد که حضور کودهای بیولوژیک به تدریج توانست دوام شاخص سطح برگ را در مقایسه با شاهد افزایش دهد. در حالی که تا مرحله 10 برگی بیشترین دوام سطح برگ متعلق به تیمار شاهد بود، اما با ادامه فصل رشد جای خود را به تیمار تلفیقی کود بیولوژیک+ شیمیایی (تیمارA_3) داد. احتمالاً گذشت زمان همراه با عواملی چون کاهش درجه حرارت و افزایش فعالیت باکتری‌ها، نقش مهمی در افزایش جمعیت باکتری‌ها و اثرات مثبت آنها بر ذرت داشته است. علاوه بر آن بررسی دوام شاخص سطح برگ از مرحله قهوه‌ای شدن ابریشم تا برداشت ذرت که نقش مهمی بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد دارد، نشان می‌دهد که حضور کود بیولوژیک به طورمعنی داری دوام سطح برگ را افزایش داد. نتایج نشان داد که در تیمار عدم حضور کود بیولوژیک (شاهد) شاخص سطح برگ پس از مرحله قهوه‌ای شدن ابریشم‌ها در مقایسه با دیگر تیمارهای کاربرد کودهای بیولوژیک به سرعت دوام و ماندگاری خود را از دست داد (جدول 2). ماندگاری بیشتر سطح برگ در تیمارهای کاربرد کود بیولوژیک از طریق ترشح هورمون‌های مختلف رشد قابل توجیه است. در این مرحله بیشترین و کمترین دوام شاخص سطح برگ به ترتیب در تیمارهای A_3 و A_1 با مقادیر 103/6 و 71/6 روز مشاهده شد. بالا بودن عملکرد بیولوژی با مشاهده این نتایج کاملاً قابل توجیه است. بنابراین، بالا بودن دوام سطح برگ بعد از مرحله زایشی بسیار مهم و حیاتی است، زیرا بالا بودن آن ارتباط مستقیمی با افزایش عملکرد گیاه دارد. شکوفا و امام(Shekoofa & Emam, 2008) گزارش کردند که حفظ سطح فتوسنتزی برگ ذرت، هم‌زمان با انتهای فصل رشد تاثیر مستقیمی بر عملکرد دارد.

جدول2- اثرات کودهای شیمیایی بر دوام شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد ذرت

Table2. Effect of chemical fertilizer on the leaf area index duration in different maize growth stages.

تیمارها Treatment	کاشت تا 10 برگی Sowing to 10 leaves	کاشت تا قبل از گرده افشانی Sowing to pollination	بعد از گرده افشانی Time after pollination
A_1 100% کود شیمیایی 100% Chemical F.	68.65 a*	121.47 a	71.6 c
A_2 50% شیمیایی+ بیولوژیک 50% Chemical F.+ Biological F.	36.37 c	82.54 b	82.3 b
A_3 25% شیمیایی+ بیولوژیک 25% Chemical F.+ Biological F.	55.49 b	125.79 a	103.6 a
A_4 100% بیولوژیک 100% Biological F.	30.63 d	68.53 c	74.23 c

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال 5% از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

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

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک توانست شاخص‌های مختلف رشد، به ویژه دوام سطح برگ را افزایش دهد؛ از این رو کاربرد کودهای بیولوژیک ضمن کاهش قابل‌توجه مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای احتمالی اقتصادی و زیست‌محیطی آن، توانست در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی اثرات مطلوب‌تری را بر رشد ذرت به همراه داشته باشد.

سپاسگزاری

از موسسه آب و خاک، به ویژه جناب آقای دکتر اصغرزاده، برای تامین کودهای بیولوژیک آزمایش سپاس‌گزاری می‌شود. همچنین از همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، به ویژه جناب آقای دکتر لرزاده، رئیس دانشکده کشاورزی، تشکر و قدردانی می‌شود. نویسندگان از داوران ارجمندی که نظرات ارزشمندی را در بررسی نسخهٔ اولیهٔ مقاله ارائه کردند، صمیمانه سپاس‌گزاری می‌کنند.

منابع

1- Allen, M.F., Moore, T.S., and Cheristenses, M. 1980. Phytohormone, changes in Bouteloua gracilis infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokine increase in the host plant. Canadian Journal of Botany 58: 371-374.
2- Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M., and Khaliq, A. 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth promoting activities in *Brassica juncea* L. Journal of Biology and Fertility of Soils 35: 231-237.
3- Bashan, Y., Holguin, G., and De-Bashan, L.E. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology 50: 521-577.
4- Biari, A., Gholami, A., and Rahmani, H.A. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. Journal of Biological Sciences 8(6): 1015-1020.
5- Brich, C.J., Hammer, G.L., and Rickert, K.G. 1998. Temperature and photoperiod sensitivity of development in five cultivars of maize from emergence to tassel initiation. Journal of Field Crop Research 55: 93-107.
6- Clarcke, J.M., and Simpson, G.M. 1978. Growth and analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian Journal of Plant Science 58: 587-595.
7- Cox, W.J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agronomy Journal 88: 489-496.
8- Davidson, H.R., and Campbell, C.A. 1984. Growth rates, harvest index and moisture use of manitu spring wheats influenced by nitrogen, temperature and moisture. Canadian Journal of Plant Science 64: 825-839.
9- Glick, B.R. 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Canadian Journal of Microbiology 41: 109-117.
10- Gray, E.J., and Smith, D.L. 2005. Interacellular and extracellular PGPR: Commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. Soil Biology and Biochemistry Journal 37: 395-412.

11- Hernandez, A.N., Hernandez, A., and Heydrich, M. 1995. Selection of rhizobacteria for use maize cultivation. Journal of Cultivos Tropicales 6: 5-8.
12- Hamidi, A., Asqarzadeh, A., Chokan, R., Dehghan Shoar, M., Ghalavand, A., and Jafarmalakoti, M. 2007. Study of plant growth promoting rihizobacteria (PGPR) biofertilizers application in maize cultivation by adequate input. Journal of Environmental Science 4: 1-20. (In Persian with English Summary)
13- Karimi, M.M., and Siddique, K.H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agriculture Research 42: 13-20.
14- Kupulnik, Y., Sarig, S., Nur, A., Okan, Y., and Henis, Y. 1982. Effect of Azospirillum inoculation on growth and yield maize. Israel Journal of Botany 31: 247-255.
15- Latifi, N., Navabpoor, S., and Ghaderi, A. 2004. Evaluation sunflower growth index, under dry condition. Agriculture Science Journal 17(1): 61-67. (In Persian with English Summary)
16- Lucy, M. and Glick, B.R. 2004. Application of free living plant growth promoting rhizobacteria. Journal of Antonie van Leeuwenhoek 86: 1-25.
17- Nanda, S.S., Swain, K.C., Panda, S.C., Mohanty, A.K., and Alim, M.A. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of *Oriza*. Current Agriculture Research 8:45-47.
18- Nezarat, S., and Gholami, A. 2008. Evaluation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* on maize growth. 2nd National Congress of Ecological Agriculture in Iran, pp. 2037-2049. (In Persian)
19- Rosta, M., Rastin, N., and Mazaheri Asadi, M. 1999. Investigation effect of *Azospirillum lipoform* activity in some soils Iran. Iran Agriculture Science Journal 29: 285-298. (In Persian with English Summary)
20- Sarmadnia, Gh., and Koochaki, A. 1991. Physiology of Crop Plants. Mashhad, Iran. 400 pp. (In Persian)
21- Shekoofa, A., and Emam, Y. 2008. Plant growth regulator (Ethephon) alters maize growth, water use and grain yield under water stress. Journal of Agronomy 7(1): 41-48. (In Persian with English Summary)
22- Shi, S.F., Goscho, G.J., and Rahil , G.S. 1981. Biomass production o sweet sorghum. Agronomy Journal 173:1027-1031.
23- Stancheva, I., Dimitrev, I., Kuloyanova, N., Dimitrova, A., and Anyelove, M. 1992. Effect of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. Agronomie Journal 12: 319-324.
24- Tialk, K.V.B.R., Singh, C.S., Roy, V.K., and Roa, N.S.S. 1982. *Azosprillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* inoculums: Effect of yield maize and sorghum. Soil Biology and Biochemistry 14:417-418.
25- Van Loon, L.C. 2007. Plant response to plant growth promoting rhizobacteria. European Journal of Plant Pathology 119: 243-254.
26- Vessy, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizars. Plant and Soil 255: 571-586.
27- Wu, S.C., Cao, Z.H. Li, Z.G., Cheung, K.C., and. Wong, M.H. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.
28- Yasari, E., and Patwardhan, A.M. 2007. Effect of *Aztobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. Asian Journal of Plant Science 6(1): 77-82.
29- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Esmaili, M.A. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. International Journal of Biological and Life Sciences 1: 2-7. (In Persian with English Summary)
30- Zahir, A.Z., and Khalid, M.A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 312-302

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 302-312

اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته برصفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد رقم دانه طلایی ذرت شیرین (*Zea mays* L.)

آتنا رحمانی[1*]، سید مجید نصراله الحسینی[1] و سعید خاوری خراسانی[2]

تاریخ دریافت: 89/2/26
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور بررسی اثرتاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays*.L var sc 403) رقم دانه طلایی آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان رضوی در سال زراعی 87- 1386 اجرا گردید. در این آزمایش تاریخ کاشت در سه سطح (25 خرداد ، 13 تیر و3 مرداد) به عنوان عامل اصلی و تراکم بوته در سه سطح (66600، 83300 و111000 بوته در هکتار) به عنوان عامل فرعی به صورت طرح کرت‌های خرد شده با چهار تکرار در قالب بلوک‌های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادکه تاریخ‌های کاشت از نظر صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد برگ، تعداد برگ بالای بلال اصلی، قطر ساقه، عملکرد بلال بدون پوشش، عملکرد دانه قابل کنسرو، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف دانه، طول و قطر بلال ، عمق دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت بلال و گیاه از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. بیشترین وکمترین عملکرد دانه قابل کنسرو به ترتیب متعلق به تاریخ‌های کاشت 25 خرداد و 3 مرداد با متوسط عملکرد 27/ 18 و 0/930 تن در هکتار می باشد. با تأخیر در کاشت، به دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه،کاهش نسبی دمای محیط در اواخر دوره رشد وهمچنین به دلیل کاهش شدت تشعشع و محدودیت فصل رشد و پرنشدن دانه ها، عملکرد دانه کاهش یافت. به علاوه تراکم های مختلف بوته در واحد سطح نیز منجر به بروز اختلاف معنی داری در صفات عملکرد بلال با پوشش، عملکرد بلال بدون پوشش و عملکرد علوفه تر گردید. بیشترین عملکرد دانه (862/ 8 تن در هکتار) متعلق به تراکم 111000بوته در هکتار بود وکمترین عملکرد دانه را تراکم66600 بوته در هکتار با متوسط 692/ 7 تن در هکتار به خود اختصاص داد. اثرات متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته فقط برای صفت شاخص برداشت گیاه معنی دار برآورد گردید. بنابراین تاریخ کاشت 25 خرداد با تراکم111000 بوته در هکتار برای کشت تابستانه ذرت شیرین با تولید بیشترین و بهترین دانه قابل کنسرو به عنوان مناسبترین تیمار شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: جمعیت گیاهی، کاشت، عملکرد دانه قابل کنسرو

مقدمه

ذرت شیرین(*Zea mays* L. var saccharata) یکی از مردم پسندترین سبزی های ایالات متحده آمریکاست و علاقه به آن در آسیا و اروپا هم در حال افزایش است. ذرت شیرین به دلیل وجود ژن یا ژنهایی که سنتز نشاسته را در آندوسپرم تغییر داده و به آن قابلیت مصرف تازه خوری می دهند، بوجود آمده است (Kaukis & Davis, 1986). اهمیت و تقاضای روز افزون ذرت شیرین در ایران موجب شده که در سال های اخیر سطح زیر کشت آن به طور چشمگیری افزایش یابد. در استان خراسان پس از قطع آب غلات زمستانه تا کاشت محصول بعدی در پائیز یک خلأ زمانی وجود دارد. در این فاصله زمانی اولویت با کاشت محصولاتی با دوره رشد کوتاه است، لذا انتخاب یک گیاه مناسب وکشت آن در این فاصله زمانی کوتاه می تواند موجب استفاده بهینه از دو نهاده زمین و زمان گردد.

یکی از اجزای مهم سیستم های کاشت، تاریخ کاشت است. انتخاب صحیح زمان کاشت می‌تواند باعث تولید حداکثر عملکرد ذرت شود. شرایط محیطی می تواند بر بیوماس دانه در هر مرحله تأثیر بگذارد. دما و طول روز دو عامل محیطی مهم و موثر در رشد ذرت می باشد (Imholte & Carter, 1987). زمان کاشت ذرت شیرین نه تنها بر سرعت جوانه زنی بذرها مؤثر است، بلکه کلیه مراحل فنولوژیک گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. حداقل درجه حرارت خاک برای جوانه زنی این گیاه حدود 13 درجه سانتی گراد و درجه حرارت مناسب خاک در این رابطه حدود 27-21 درجه سانتی گراد است. هنگامی که درجه حرارت خاک 10 درجه سانتی گراد باشد، جوانه زنی ذرت شیرین حدود 20 روز طول می کشد و درصد جوانه زنی نیز

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد مشهد و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: E-mail: Atena_rahmani@yahoo.com)

کاهش می یابد (Kalloo, 2000). تأثیر تاریخ کاشت روی افزایش محصول و عملکرد ذرت در فاصله سال های 85-1983 در آرلینگتون مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد عملکرد در کشت دیر هنگام کاهش می‌یابد (Georg & Dickerson, 2005).

در تحقیقی که توسط هاشمی دزفولی و همکاران (Hashemi Dezfoli et al., 2001)روی دو هیبرید ذرت شیرین (HMX-esteem) و (HMX-8394) در چهار تاریخ کاشت (31 مرداد،10 شهریور،20 شهریور و30 شهریور) در شهرستان اهواز انجام شد مشخص شد که عملکرد دانه در مرحله برداشت اقتصادی در تاریخ های کاشت بسیار معنی دار است و در میان اجزای عملکرد تعداد دانه در هر ردیف بلال حساسیت بیشتری نسبت به تاریخ کاشت نشان داد. در آزمایشی که توسط تمدن رستگاری (Tamadon 2000) Rastegari, بر روی یک رقم ذرت شیرین (KSC404su) در4 تاریخ کاشت (5 و 20 اردیبهشت ، 4 و 19 خرداد) انجام شد مشخص شد که تاریخ های کاشت به لحاظ تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال، طول بلال، وزن 1000 دانه، وزن چوب بلال و قطر ساقه از نظر آماری اختلاف معنی دار دارد. همچنین مشخص شد تاریخ های کاشت مختلف اثر معنی داری از نظر آماری روی عملکرد دارند به طوری که بیشترین عملکرد (11/2تن در هکتار) در تاریخ کاشت 5 اردیبهشت با تراکم 65000 بوته در هکتار بدست آمد. خاوری خراسانی و همکاران (Khavari Khorasani et al., 2008) در بررسی اثرات دو تاریخ کاشت تابستانه (بیستم خرداد و چهارم تیر ماه) بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی 9 هیبرید ذرت شیرین (4 رقم ذرت شیرین و چهار رقم خیلی شیرین به همراه رقم شاهد دانه طلایی KSC 403 su) درمشهد نتیجه گرفتندکه بین تاریخ های کاشت های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه قابل کنسرو تفاوت معنی دار وجود نداشت. تاریخ کاشت چهارم تیر ماه با میانگین 11/635 تن در هکتار برتری نسبی خود را نسبت به تاریخ کاشت 20 خرداد ماه نشان داد. همچنین رقم خیلی زودرس Chase[1] با میانگین 16/65 تن دانه بالاترین عملکرد دانه قابل کنسرو شدن را در هر دو تاریخ کاشت به خود اختصاص داد.

درآزمایشی که توسط اکتم و همکاران (Oktem et al., 2004) در مرکز تحقیقات کشاورزی هاران بر روی یک رقم ذرت شیرین در 8 تاریخ کاشت (6 و21 اردیبهشت، 5 و21 خرداد، 5 و20 تیر، 4 و20 مرداد) انجام شد مشخص گردید که تاریخ های کاشت 5 تیر تا 4 مرداد ماه از نظر عملکرد بلال، قطر بلال ، تعداد دانه در بلال و وزن تک بلال معنی دار بودند. در تحقیق انجام شده توسط نولدین و موندستوک (Noldin & Mundstock, 1988) سه واریته ذرت شیرین در دو تاریخ کاشت (19 مهر و11 آبان) برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. مشخص شد که درکشت دیر هنگام 11 آبان ماه میزان عملکرد 9 درصد کاهش یافت. همچنین تعداد دانه در بلال تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت.

انتخاب تراکم مطلوب بوته دارای تاثیر زیادی بر اجزای عملکرد گیاهی است، به نحوی که با انتخاب تراکم مطلوب بوته می توان عملکرد مناسبی را تولیدکرد (Norwood, 2001; Widdicombe & Thelen, 2002). مطالعات زیادی نشان داده است که با افزایش تراکم گیاه عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و پس از آن در محدوده‌ای از تراکم، عملکرد ثابت باقی می ماند لیکن افزایش بیشتر در تراکم گیاهی به علت رقابت شدید بین گیاهان باعث کاهش عملکرد می‌شود (Scarbrook & Doss,1973).

موریس و همکاران (Morris et al., 2000) در بررسی تراکم-های مختلف کاشت ذرت شیرین در منطقه شمال شرقی ایالت متحده آمریکا نشان دادند که اگر بلالهای با طول بیشتر از 17/78 سانتی متر مورد نظر باشند، با توجه به رقم مورد کاشت بایستی تراکم بین 35500 تا 59300 بوته در هکتار تأمین شود. پیت (Peet, 2004) تراکم 54631-44477 بوته در هکتار را با فاصله ردیف‌های بین 76/2 تا 106/6 سانتی متر و فاصله بین بوته‌های روی ردیف به ترتیب 30/4-15/2 سانتی متر برای مناطق جنوبی آمریکا توصیه می-کند. تیان و همکاران (Tian et al., 2004) اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم ذرت شیرین را در چین بررسی و گزارش دادند که بهترین عملکرد در تراکم 52500 بوته در هکتار حاصل شده است.

وزن بلال یکی دیگر از صفات گیاهی است که تحت تأثیر تراکم بوته قرار می گیرد در مطالعه ای که توسط دانکن (Duncan,1984) انجام شد با افزایش تراکم گیاهی در ذرت، وزن بلال در هر گیاه کاهش یافت که این کاهش وزن به علت سایه اندازی بوته‌های مجاورمی باشد. با افزایش تراکم بوته علاوه بر وزن بلال، طول بلال نیز کاهش می‌یابد (Mokhtarpour et al., 2005; Has, 2002).

افزایش تراکم ارتفاع گیاه را تا حدی افزایش داده و سپس افزایش تراکم باعث کاهش ارتفاع خواهد شد. در همین راستا طویل شدن فاصله میان گره‌ها می‌تواند ناشی از اثرات سایه و نرسیدن نور به ساقه باشد که ناشی از عکس العمل هورمون اکسین باشد، زیرا وقتی نور خورشید به قسمت‌هایی از گیاه نرسد، فتواکسیداسیون اکسین صورت نگرفته و بنابراین اکسین باعث افزایش طول ساقه می‌شود (Leopold & Kriedeman,1975). اطرشی (Atrashi, 1998)گزارش نمود که تاریخ کاشت روی ارتفاع بوته، درصد بلال‌های عقیم و وزن هزار دانه مؤثر بوده است. همچنین دانایی (Danai, 2004) در بررسی خود بر روی ارقام و تاریخ کاشت ذرت شیرین بر عملکرد و اجزای عملکرد در منطقه بهبهان گزارش نمود که ارقام سینگل کراس 402 و403 در تاریخ کاشت 20 بهمن ماه از نظر اجزای عملکرد نیز برترین تیمارهای مورد آزمایش بودند، به طوری که

1- چیس

به ترتیب با متوسط وزن هزار دانه 173 و 169/75 گرم و تعداد ردیف دانه مساوی 14 و میانگین تعداد دانه ردیف 27/75 و 24/25 در گروه برتر قرار گرفتند.

داربی و لوئر (Darby & Lauer, 2002) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که تأخیر در کاشت از نیمه دوم اردیبهشت ماه تا نیمه اول خرداد ماه منجر به افزایش عملکرد علوفه می شود. به طور کلی، به موازات افزایش تراکم بوته در واحد سطح عملکرد علوفه سبز ذرت شیرین افزایش می یابد، به طوری که هر یک از سطوح تراکم کاشت نسبت به تراکم پایین تر از خود به طور متوسط 15 درصد علوفه سبز بیشتری تولید کرده است. هدف از این پژوهش بررسی و تعیین بهترین تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم دانه طلایی در شرایط آب و هوایی مشهد می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی 87- 1386 در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی واقع در 5 کیلومتری شرق شهرستان مشهد با مختصات عرض جغرافیایی 36 درجه و 13 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 40 دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع 985 متر از سطح دریای آزاد با میانگین بارندگی سالیانه 202 میلی متر به اجرا در آمد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی سیلتی با عمق خاک زراعی30 سانتی متر، هدایت الکتریکی (EC) 1 تا 1/67 دسی زیمنس بر متر و pH 7/8-8 بود.

طرح آزمایشی مورد استفاده کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار بود. تاریخ کاشت در سه سطح (25 خرداد ،13 تیر و3 مرداد) به عنوان عامل اصلی و تراکم بوته در سه سطح (66600 ،83300 و 111000 بوته در هکتار) به عنوان عامل فرعی بودکه با انتخاب فواصل روی ردیف 20، 16 و12 سانتیمتر اجرا شد. براین اساس36 کرت آزمایشی وجود داشت و هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت با فاصله بین ردیف 75 سانتیمتربود. کشت بذر به روش کپه ای و در هر کپه سه بذر کاشته شد و در مرحله 6-4 برگی به یک بوته تقلیل یافت. جهت اطمینان از سبز شدن بذر، آبیاری با مدار چهار روز انجام و پس از سبز و استقرار گیاهچه آبیاری بر اساس نیاز گیاه صورت گرفت. مصرف کود طبق آزمایش خاک و براساس توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب کشور شامل فسفات آمونیوم 200کیلوگرم، سولفات پتاسیم 200 کیلو گرم و حدود300 کیلو گرم کود اوره در دو نوبت در مراحل 8- 6 و 12- 10 برگی به عنوان کودسرک مصرف شد. عملیات خاک دهی پای بوته ها و سله شکنی جهت تهویه ریشه در زمان مقتضی انجام گردید. به منظور کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت از سم ارادیکان به میزان 5 لیتر در هکتار استفاده شد. در طی فصل رشد گیاه صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، ارتفاع بلال (فاصله اولین بلال تا سطح زمین)، قطر ساقه (حد فاصل بین گره دوم و سوم)، تعداد برگ و تعداد برگ بالای بلال اصلی ،که بر روی 10 بوته رقابت کننده تصادفی در هر کرت اندازه گیری و ثبت شد. در زمان برداشت ذرت شیرین در مرحله ابتدای خمیری شدن دانه‌ها (رطوبت دانه 70- 65 درصد) ، ابتدا در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتها بعنوان اثرحاشیه حذف و بقیه بوته ها ابتدا شمارش شده و سپس بلالها توسط دست برداشت و توزین گردید. سپس بر روی 10 بلال انتخابی تصادفی ازهرکرت، صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، عمق دانه وعملکرد بلال با پوشش و بدون پوشش، تعداد بلال در بوته ثبت گردید. برای تعیین عملکرد نهایی دانه قابل کنسرو، دانه ها از چوب بلال جدا و توزین شدند وسپس وزن چوب بلال و وزن هزار دانه نهایی بر حسب رطوبت70 درصد محاسبه گردید. پس از برداشت بلال های هر کرت، علوفه سبز کف بر شده و توسط باسکول توزین شد. شایان ذکر است که صفات عملکرد علوفه تر، شاخص برداشت بلال و گیاه نیز تعیین گردید. داده های مربوط به صفات مورد اندازه گیری از طریق نرم افزار Excel ، ثبت و سپس توسط نرم افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل گردید. مقایسات میانگین توسط آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف)خصوصیات مورفولوژیک

ارتفاع بوته و بلال

نتایج تجزیه واریانس آماری نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی داری($P\leq 0/01$) بر ارتفاع بوته و بلا ل دارد، ولی تراکم بوته در واحد سطح تأثیر معنی داری بر این صفات نداشت (جدول1). بررسی اثرات تاریخ کاشت نشان داد که تاریخ کاشت 13 تیر بیشترین ارتفاع بوته و بلال را به ترتیب با متوسط183/6 و 79/64 سانتیمتر داشت وکمترین ارتفاع بوته و بلال را تاریخ کاشت 25 خرداد با متوسط143/1 و55/01 سانتیمتر به خود اختصاص داد (جدول3). با تاخیر در کاشت شدت تشعشع کاهش یافته و به دلیل رقابت شدید بین بوته ها انتظار می رود ارتفاع بوته و بلال افزایش یابد. بنویت و همکاران (Benoit et al., 1990) در بررسی های خود گزارش کردند در بین فاکتور های محیطی، درجه حرارت، مهمترین عاملی است که طول دوره رشد و نمو ودر نهایت مدت زمانی را که تشعشع می تواند جذب و تبدیل به ماده خشک شود را تعیین می کند. لذا با انتخاب صحیح فصل و تاریخ کاشت می توان کارایی گیاه را در استفاده از عوامل محیطی افزایش داد. همچنین هاشمی دزفولی و همکاران (Hashemi Dezfoli et al., 2001) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر روند رشد و عملکرد دو رقم

ذرت شیرین در منطقه خوزستان گزارش نمود که تأثیر تاریخ کاشت بر روی ارتفاع بلال از سطح زمین نیز بسیار معنی دار بود. با تأخیر در کاشت از 31 مرداد ماه تا 20 شهریور ماه، بوته های تولید شده بلندتر گردیدند. اما پس از آن تأخیر در کاشت موجب کاهش ارتفاع بلال ها گردید. بنابراین تغییر در ارتفاع بلال را می توان به عنوان عکس العمل گیاه نسبت به تغییر شرایط محیطی محسوب نمود.

تعداد برگ و تعداد برگ بالای بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد برگ و تعداد برگ بالای بلال تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفتند، ولی تراکم بوته در واحد سطح بر این صفات تأثیر معنی داری نداشت (جدول1) . نتایج مقایسه میانگین نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ در تاریخ کاشت 3 مرداد با میانگین 11/41 برگ و در تاریخ کاشت 25 خرداد با میانگین 9/99 برگ بدست آمد. در این بررسی بیشترین تعداد برگ بالای بلال در تاریخ کاشت 13 تیر با میانگین 6/45 برگ و کمترین در تاریخ کاشت 25 خرداد با میانگین 5/67 برگ بدست آمد (جدول3). فراوانی (Faravani, 1995) در بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای در منطقه کرج گزارش نمود که دیرترین تاریخ کاشت مورد مطالعه (بیستم خرداد ماه) موجب افزایش تعداد کل برگ، ارتفاع گیاه و همچنین ارتفاع بلال از سطح زمین شد. نتایج این آزمایش نتایج مذکور را تأیید می‌کند.

قطر ساقه

قطر ساقه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، ولی تراکم بوته در واحد سطح بر قطر ساقه تأثیر معنی داری نداشت (جدول1). بر همین اساس بیشترین قطر ساقه در تاریخ کاشت 3 مرداد با میانگین 22/82 میلیمتر و کمترین در تاریخ کاشت 25 خرداد با میانگین 20/06 میلیمتر بدست آمد (جدول3). تأخیر در کاشت تأثیر معنی داری در افزایش قطر ساقه نسبت به دو تاریخ کاشت قبلی نشان داد. همچنین به نظر می رسد به دلیل افزایش درجه حرارت و شدت تشعشع در طی دوره زایشی سبب افزایش سرعت رشد و در نتیجه اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت ساقه و افزایش قطر ساقه شده است (Basafa, 1997).

ب) عملکرد و اجزای عملکرد

عملکرد دانه قابل کنسرو

نتایج تجزیه واریانس آماری نشان داد که تاریخ کاشت بر عملکرد نهایی دانه قابل کنسرو در سطح 0/01 تأثیر معنی داری داشته است، ولی اثر تراکم بوته در واحد سطح برعملکرد دانه معنی دار نبوده است (جدول2). بر همین اساس به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه قابل کنسرو در تاریخ های کاشت 25 خرداد و 3 مرداد با میانگین 18/27 و 930 /0 تن در هکتار بدست آمد (جدول 4). دلیل کاهش عملکرد دانه قابل کنسرو در تاریخ کاشت 3 مرداد به خاطر مواجه شدن با سرمای زودرس پائیزه و افت شدید دما در ابتدای مرحله پر شدن دانه‌ها می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت در صورتی که کاشت به تعویق افتد احتمال برخورد مرحله پر شدن دانه با خطر سرمازدگی زودرس پائیزه وجود دارد. بنابراین چنانچه هدف از کشت تابستانه محصول پس از قطع آب غلات زمستانه باشد، بهتر است کشت حداکثر در اواخر خرداد ماه انجام شود. بالطبع تاریخ کاشت های بعدی خطر مواجه شدن گیاه با سرمای زود رس پائیزه را افزایش خواهد داد. لذا کاشت محصول در نیمه دوم خرداد ماه مدت زمان لازم جهت تکمیل دوره رشد گیاه را تأمین می نماید و همچنین خطر مصادف شدن گیاه با سرمای پائیزه را کاهش می دهد.

عملکرد بلال با پوشش و بدون پوشش

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کل بلال با پوشش نشان دادکه تاریخ کاشت تأثیرمعنی داری بر این صفت ندارد، ولی عملکرد بلال با پوشش به طور معنی داری تحت تأثیر تراکم بوته در واحد سطح قرار گرفت. به نحوی که با افزایش تراکم تا 111000 بوته در هکتار عملکرد بلال افزایش یافت. همچنین عملکرد بلال بدون پوشش تحت تاثیر هر دو عامل تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار گرفت (جدول2). به طوری که بالاترین میزان عملکردبلال با پوشش و بدون پوشش در تراکم 111000 بوته در هکتار به میزان 34/43 و22/90 تن در هکتار بدست آمد. در این بررسی به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بلال بدون پوشش در تاریخ های کاشت 25 خرداد و 3 مرداد با میانگین 23/69 و 12/79 تن در هکتار مشاهده شد (جدول4). تیان و همکاران (Tian et al., 2004) در بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم ذرت شیرین در چین گزارش کردند که بهترین عملکرد در تراکم 52500 بوته در هکتار حاصل شده است.

تعداد بلال در بوته

تاریخ کاشت بر تعداد بلال در بوته تأثیر معنی دار نداشت ولی تراکم بوته در واحد سطح بر تعداد بلال در بوته تأثیر معنی داری را در سطح احتمال 0/01 نشان داد (جدول2) . مقایسه میانگین تراکم بوته در هکتارنشان داد که بیشترین تعداد بلال در هر بوته در تراکم 85 هزار بوته در واحد سطح به میزان 2/41 بدست آمد و با افزایش تراکم بوته از میزان تعداد بلال در بوته کاسته شد به طوری که با تغییر تراکم از 83300 به111000 هزار بوته درهکتار، تعداد بلال به میزان1/89 کاسته می‌شود (جدول5). بالارفتن تراکم گیاهی باعث می شود که رقابت گیاهان شدیدترشده و در نتیجه رشد و تولید بلال در هر بوته کاهش یابد.

تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس آماری نشا ن داد که تاریخ کاشت بر تعداد دانه در ردیف تأثیر معنی دار داشته است، ولی هر دو عامل تاریخ کاشت و تراکم بوته در واحد سطح بر تعداد ردیف دانه تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول2). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ‌های کاشت 25 خرداد بیشترین تعداد دانه در ردیف با میانگین 38/82 دانه ودر تاریخ کاشت 3 مرداد کمترین تعداد دانه در ردیف با میانگین27/18 دانه بدست آمد (جدول4). دلیل این امر می تواند کاهش عمر مفید دانه گرده به علت کاهش دمای محیط در زمان گرده افشانی در تاریخ کاشت دیر هنگام (3 مرداد) باشد. این امر بدان معنی است که در تاریخ کاشت 25 خرداد با توجه به طول دوره رویش گیاه،گرده افشانی و تلقیح بوته ها که از حساسیت بالایی نسبت به شرایط محیطی بویژه دما و رطوبت فراهم برخوردار است، در این تاریخ کاشت با شرایط مساعدتری روبرو بوده است. دانایی (Danai, 2004) در بررسی خود بر روی ارقام و تاریخ کاشت ذرت شیرین در منطقه بهبهان گزارش نمود که ارقام سینگل کراس 402 و403 در تاریخ کاشت 20 بهمن ماه از نظر اجزای عملکرد برترین تیمارهای مورد آزمایش بودند. به طوری که به ترتیب با متوسط وزن هزار دانه 173 و 169/75 گرم وتعداد ردیف دانه مساوی 14 و میانگین تعداد دانه ردیف 27/75 و 24/25 در گروه برتر قرار گرفتند. نتایج بدست آمده با نتایج (Danai, 2004) هماهنگی دارد.

نتایج تجزیه واریانس عمق دانه نشان داد که تاریخ کاشت تأثیر معنی داری بر این صفت دارد، ولی تراکم گیاه بر عمق دانه تأثیر معنی داری ندارد. همچنین تاریخ کاشت تأثیر معنی داری بر قطر بلال در سطح 0/01 داشته است. تراکم بوته در واحد سطح تأثیرمعنی داری بر قطر بلال نداشت (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین عمق دانه به ترتیب متعلق به تاریخ های کاشت13 تیر و 3 مرداد با میانگین 34/26 و 17/28 میلیمتر بود (جدول4). عمق دانه نشان می دهد که چه میزان از مواد فتوسنتزی ارسال شده به سوی بلال ها صرف تولید دانه بلال گردیده است. همچنین نتایج مقایسه میانگین قطر بلال نشان داد که بیشترین و کمترین قطر بلال به ترتیب متعلق به تاریخ های کاشت 13 تیر و 3 مرداد به میزان 50/38 و 31/60 میلی متر است (جدول4). به نظر می‌رسد علت کاهش این صفات در تاریخ کاشت 3 مرداد افزایش درجه حرارت خاک و کاهش درجه حرارت محیط و طول مدت گرده افشانی است که باعث از بین رفتن دانه های گرده و همچنین به علت مواجه شدن دوره پر شدن دانه با سرمای زودرس پائیزه می باشد.

تمدن رستگاری (Tamadon Rastegari, 2000) در استان مازندران نشان داده است تاریخ کاشت برتعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال، طول بلال، وزن هزار دانه، وزن چوب بلال و قطر ساقه ذرت شیرین رقم سینگل کراس 404 تأثیرمعنی داری بر جای می‌گذارد، ولی اثر آن بر تعداد ردیف های بلال، ارتفاع گیاه و قطر چوب معنی دار نمی باشد.

قطر چوب بلال، قطر بلال و عمق دانه

جدول1- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک ذرت شیرین رقم دانه طلایی در تاریخ های مختلف کاشت و تراکم بوته

Analysis of variance for sweet corn morphological triats on different Sowing date and plant density Table1.

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	ارتفاع بلال(سانتیمتر) Ear height (cm)	تعداد کل برگ No. leaf / plant	تعداد برگ بالای بلال No.leaf above ear	قطر ساقه (میلیمتر) Stem diameter (mm)
تکرار	Replication (R)	3	20.78 ns	66.71 ns	0.865ns	0.043 ns	0.213ns
تاریخ کاشت	Sowing date (S)	2	4957.85**	1872.48**	6.74**	1.84 **	23.68*
خطا	Error (a)	6	92.64	51.617	0.262	0.080	2.708 ns
تراکم بوته	Plant Density (D)	2	9.54 ns	31.20 ns	0.333 ns	0.021 ns	2.415 ns
تاریخ کاشت× تراکم بوته	S×D	4	53.60 ns	12.97 ns	0.131 ns	0.158 ns	0.400 ns
خطا	Error (b)	18	63.57	28.99	0.130	0.061	1.616
ضریب تغیرات	C.V %		4.92	7.86	3.33	4.07	5.88

ns, * و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح 5 و 1 درصد

Ns,* and ** are non – significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک ذرت شیرین رقم دانه طلایی در تاریخ های مختلف کاشت و تراکم بوته

Table 2. Analysis of variance for sweet corn morphological triats on different Sowing date and plant density

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول بلال (سانتیمتر) Ear length (cm)	قطر بلال (میلیمتر) Ear diameter (mm)	تعداد بلال در هر بوته No. ear/plant	عمق دانه (میلیمتر) Seed deep(mm)	تعداد ردیف دانه No. of grain Row per cob	تعداددانه در ردیف No. of grain per Row	وزن هزار دانه (گرم) 1000grain weight(g)	وزن چوب بلال(کیلوگرم) Weight of cob (kg)	عملکرد دانه تقل کنسرو (تن در هکتار) Conservable grain yield (t/ha)	عملکرد بلال بدون پوشش (تن در هکتار) Dehusked ear yield (t/ha)	عملکرد بلال با پوشش (تن در هکتار) Husked ear yield (t/ha)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) Fresh forage yield(t/ha)	شاخص برداشت بلال Ear harvest index (%)	شاخص برداشت گیاه Plant harvest index (%)
تکرار Replication (R)	3	1.728**	9.940 ns	0.246 ns	13.77 ns	0.316 ns	15.37*	844.53 ns	0.054 ns	12.59 ns	35.07 ns	103.95ns	19.04 ns	30.94 ns	18.83 ns
تاریخ کاشت Sowing date(S)	2	134.85**	1308.70 **	1.903 ns	1096.81**	0.231ns	502.69 **	298551.8**	1.039**	951.64**	447.57*	419.93 ns	224.04 ns	1180.02**	765.36 **
خطا Error (a)	6	0.126	15.07	2.230	26.34	0.765	3.512	1932.97	0.014	16.94	52.99	121.33	190.88	14.34	17.25
تراکم بوته density(D) Plant	2	1.774 ns	0.477 ns	0.826**	3.054 ns	0.320ns	1.997 ns	667.19ns	0.008 ns	4.91 ns	118.83**	230.81*	609.38**	62.71 ns	0.787 ns
تاریخ کاشت× تراکم بوته S×D	4	0.534 ns	16.11 ns	0.110ns	24.227 ns	0.709ns	1.362 ns	1415.82ns	0.031 ns	9. .9 ns	35.04 ns	51.26 ns	89.72 ns	13.84 ns	25.62**
خطا Error (b)	18	1.253	11.77	0.110	20.618	0.944	3.252	1437.31	0.032	10.83	16.99	46.38	54.12	24.02	11.63
ضریب تغیرات C.V %		6.55	7.86	15.46	16.04	5.71	5.21	21	13.09	39.05	20.78	22.04	20.84	7.84	11.56

ns، * و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و۱درصد

Ns, * and ** are non – significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

طول بلال

تاریخ کاشت تأثیر معنی داری روی طـول بـلال در سـطح0/01 نشان داد، ولی تراکم بوته در واحد سطح تأثیر معنی داری روی طول بلال نداشت (جدول2). به طوری که بیشترین و کمترین طول بـلال به ترتیب در تاریخ های کاشت 25 خرداد و 3 مرداد به میزان 19/63 و 13/29 سانتیمتر بدست آمد (جدول4). مناسب بـودن شـرایط آب و هوایی باعث رشد بلال و شکل گیری مناسب دانه در بلال و افزایش طول بلال در تاریخ 25 خرداد نسبت به دو تاریخ کاشت قبلـی شـده است. طول بلال صفت بسیار مهمی در ذرت شیرین است، چون بلال هایی با طول کمتر از 17-15 سـانتی متـر در کارخانجـات صـنایع تبدیلی غیر قابل استفاده مـی شـود(Mokhtarpour et al., 2005). مختـارپور و همکـاران (Mokhtarpour et al., 2005) گـزارش نمودندکه طول بلال تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و حداکثر آن در تـاریخ کاشـت 19 اردیبهشـت بـه میـزان 23/59 سـانتیمتر بـود. همچنین بیشترین طول بلال در تراکم 45 هـزار بوتـه در هکتـار بـه میزان 24/13 سانتیمتر بدست آمد.

کاهش طول بلال بـه دلیـل تـأخیر در کاشـت در بررسـی‌هـای والیگـــورا (Waligora, 1997) و مختـــارپور و همکـــاران (Mokhtarpour et al., 2005) نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه از صفات بسیار مهم و تعیـین کننـده در عملکـرد نهایی دانه است. تاریخ کاشت تأثیر معنی دار بر وزن هزار دانه نهایی داشت ($P\leq0/05$)، ولی تراکم بوته در واحد سطح تأثیر معنی داری بر این صفت نداشت (جدول2). بـا توجـه بـه نتـایج مقایسـه میـانگین بیشترین وزن هزار دانه درتا ریخ کاشت 25 خرداد با متوسـط 355/9 گرم و کمترین میزان در تاریخ کاشت 3 مرداد با متوسط 50/14 گرم بدست آمد (جدول4). نتایج ارائه شده حاکی از کاهش شدید عملکرد و وزن هزار دانه در تاریخ کاشت سوم به دلیل برخورد با سرمای زودرس پائیزه و ناکافی بودن زمان برای پر شدن دانه ها می باشد. وزن هزار دانه و عملکرد دانه با تأخیر در کشت کاهش می یابد. تأخیر در کاشت موجب کاهش تجمع مواد فتوسنتزی در طی دوره رویشـی و کـاهش نقل و انتقال آنها به دانه در دوره زایشی شده و به طور کلی اختصاص مواد خشک به دانه کاهش می یابد.

عملکرد علوفه تر

تاریخ کاشت تأثیری بر عملکرد کل علوفه تر نداشت و همچنـین مشخص شد که اثر تراکم هـای مختلـف بوتـه در واحـد سـطح بـر عملکرد کل علوفه تر معنی‌دار بوده است (جدول2) . نتایج مقایسـات میانگین عملکرد علوفه تر نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه تردر تراکم های 111000و66600 بوتـه در هکتـار بـا متوسط 42/51 و 28/26 تن در هکتار بدست آمد (جـدول5). تـأخیر درکاشت به خاطر برخورد با سرمای اوایل پائیز در تولید بلال ریسک پذیر بود، اما به عنوان محصول جانبی ذرت شیرین، برای تولید علوفه مناسب می‌باشد. بنابراین تاریخ کاشـت 25 خـرداد عـلاوه بـر تولیـد بیشترین و بهترین بلال استاندارد با قابلیت مطلوب عرضه به بازار، به عنوان محصول اصلی با تولید علوفه ای به میزان 39/29 تن در هکتار از نظر تولید محصول جانبی برای تولید علوفه توصیه می گردد. نتایج بدست آمده با نتایج محمدی و آقاعلیخـانی (Mohamadi & agha alikhani, 2006) و داربـی و لـوئر (Darby & Lauer, 2002) کـه اظهار داشتند تأخیر در کاشت از نیمه دوم اردیبهشت ماه تا نیمـه اول خرداد ماه منجر به افزایش عملکرد علوفه ذرت مـی شـود، مطابقـت دارد.

جدول3- نتایج مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک ذرت شیرین رقم دانه طلایی در تاریخ های مختلف کاشت

Table3. Means comparison for morphological triats on different sowing date

تاریخ کاشت	Sowing date	قطر ساقه (میلیمتر) Stem diameter (mm)	تعداد برگ بالای بلال No. of leaf aboveEar	تعداد برگ No. of leaf /plant	ارتفاع بلال (سانتیمتر) Ear height(cm)	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height(cm)
25 خرداد	14th June	20.06 b*	5.675 c	9.992 b	55.01 c	143.1 c
13 تیر	3th July	21.92 a	6.458 a	11.13 a	79.64 a	183.6 a
3 مرداد	24th July	22.82 a	6.108 b	11.41 a	70.93 b	159.7 b

*میانگین های با حروف مشابه در هر ستون به روش دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

*Means followed by similar letters in each column are not significantly according to DMRT.

جدول٤- نتایج مقایسه میانگین برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در تاریخ های مختلف کاشت

Tabel4. Means comparison for traits, yield and yield components on different sowing date

طول بلال (سانتیمتر) Ear length (cm)	قطر بلال (میلیمتر) Ear diameter (mm)	تعداد دانه ردیف No. of grain per row	وزن هزار دانه (گرم) 1000grain weight (g)	عمق دانه (میلیمتر) Seed deep(mm)	عملکرد بلال بدون پوشش(تن در هکتار) Dehusked ear yield (t/ha)	عملکرد دانه قابل کنسرو (تن در هکتار) Conservable grain yield (t/ha)	شاخص برداشت بلال Ear harvest index (%)	شاخص برداشت گیاه Plant harvest index (%)	Sowing date	تاریخ کاشت
19.63 a	48.91 a	38.82 a	355.94a	33.40 a	23.69 a	18.27 a	70.20 a	36.68 a*	14th June	۲۵ خرداد
18.35 b	50.38 a	37.92 a	135.17b	34.26 a	23.01 a	6.082 b	66.02 b	30.90 b	3th July	۱۳ تیر
13.29 c	31.60 b	27.18 b	50.14c	17.28 b	12.79 b	0.930 c	51.32 c	20.90 c	24th July	۳ مرداد

*میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون به روش دانکن اختلاف معنی داری ندارد.

*Means followed by similar letters in each column are not significantly according to DMRT.

جدول5- مقایسه میانگین صفات عملکرد ذرت شیرین در تراکم‌های مختلف بوته
Table 5. Means comparison for traits, yield on different plant density

عملکرد بلال بدون پوشش (تن در هکتار) Husked ear yield (t/ha)	عملکرد بلال بدون پوشش(تن در هکتار) Dehusked ear yield (t/ha)	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) Fresh forage yield(t/ha)	تعداد بلال در هر بوته No. of ear/plant	شاخص برداشت گیاه Plant harvest index (%)	تراکم گیاهی Plant density (plant /ha)
25.99 b	16.61 b	28.26 c	2.121 b	29.43 a*	66600
32.26 a	19.98 ab	35.16 b	2.414 a	29.27 a	83300
34.43 a	22.90 a	42.51 a	1.890 c	29.77 a	111000

*میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون به روش دانکن اختلاف معنی داری ندارد.
*Means followed by similar letters in each column are not significantly according to DMRT.

جدول6- اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته ذرت شیرین برشاخص برداشت گیاه
Tabel7.The interaction of sowing date and plant density on plant harvest index

شاخص برداشت گیاه(%) Harvest idex (%)	تراکم گیاهی(بوته در هکتار) Plant density (Plant /ha)	Sowing date	تاریخ کاشت
37.89 a*	66600		
33.78 ab	83300	14th June	25 خرداد
38.37 a	111000		
28.89 b	66600		
33.71 ab	83300	3th July	13 تیر
30.09 b	111000		
21.52 c	66600		
20.32 c	83300	24th July	3 مرداد
20.85 c	111000		

*اختلاف میانگین با حروف مشابه در سطح احتمال5 درصد معنی‌دار نمی‌باشد.
*Meansfollowed by similar letters are not significantly different at 5% probability level.

شاخص برداشت بلال و گیاه

شاخص برداشت بلال و گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول2). همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته در واحد سطح بر شاخص برداشت گیاه در سطح 0/01 تأثیر معنی داری داشت (جدول6). به طوری که بالاترین شاخص برداشت بلال (نسبت وزن دانه قابل کنسرو به بلال با پوشش) و شاخص برداشت گیاه (نسبت وزن دانه قابل کنسرو به عملکرد بیولوژیک) در تاریخ کاشت 25 خرداد به ترتیب میزان 70/20 و 36/68 درصد مشاهده شد (جدول4). شاخص برداشت نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی می باشد ودر طول فصل رشد معمولاً تحت تأثیر تراکم گیاه، میزان آب و مواد غذایی در دسترس و دمای محیط قرار می‌گیرد (Tetio-Kagho &Gardner, 1988; Olnes & Beneit,1990). این پارامتر شاخصی از تولید دانه یا ضریب انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی بین بخش های اقتصادی و سایر بخش های گیاهی می باشد (Donald & Humblini, 1976).

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان می دهد که با تاخیر در کاشت ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی مشهد به دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه،کاهش نسبی دمای محیط در اواخر دوره رشد وهمچنین عدم انتقال مناسب ذخایر فتوسنتزی به دانه، عملکرد دانه قابل کنسروکاهش یافت. لذا برای جلوگیری از خطراحتمالی توصیه می شود زمانی به کشت ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی مشهد اقدام شود که احتمال وقوع سرمای زود رس پائیزه وجود نداشته باشد ودمای خاک به 33 درجه سانتی گراد رسیده باشد. همچنین با افزایش تراکم از 66600 بوته در هکتار به 111000 بوته در هکتار عملکرد دانه قابل کنسرو افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد دانه قابل کنسرو در تراکم 111000 بوته در هکتار به دست آمد. دلیل این افزایش تعداد بلال در بوته، افزایش تراکم می باشد. نظر به اینکه عمدتاً از بلال ذرت شیرین برای تولید کنسرو در صنایع تبدیلی استفاده می شود و رآوری این محصول و همچنین فعال بودن خط تولید درکارخانجات صنایع تبدیلی برای مدت زمان طولانی ترکه مورد توجه اکید این صنعت است، نتایج این تحقیق تاریخ کاشت نیمه دوم

خرداد ماه ، درکشت تابستانه (بعد از قطع آب غـلات زمسـتانه) ذرت شیرین با تراکم 111000 بوته در هکتار، با تولید بیشترین و بهتـرین دانه قابل کنسرو در شرایط آب وهوایی مشهد توصیه می شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین و پرسنل مرکـز تحقیقـات کشـاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که کلیه امکانات انجام این پـژوهش را فراهم نموده و همکاری و مساعدت لازم را مبذول داشته اند، نهایـت تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1- Atrashi, M. 1998. Effects of sowing date and plant density on yield and seed physical and chemical propertie of different hybrids corn. Abstracts Proceedings of 5th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. p. 368. (In Persian)
2- Benoit, G.R., Olness, A., and Van Sickle, K.A. 1990. Day night temperature effects on leaf expansion and height of field grown corn. Agronomy Journal 82: 690-695.
3- Basafa, M. 1997. Determination of the best planting dates on maize hybrids in neyshabor (Chapter 1).No. Final Report 77/110. Publisher Center of Khorasan Agricultural and Natural Resources Research 32 pp.
4- Donald, C.M., and Humblini, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereal as agronomic and plant breeding criteria. Advance in Agronomy 28: 361-405.
5- Duncan, W.G. 1984. A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. Crop Science 24: 114-145.
6- Darby, H.M., and Lauer, J.G. 2002. Planting date and hybrid influence on corn forage yield and quality. Agronomy Journal 94: 281-289.
7- Danai, A.K. 2004. Effects of verities and sowing date on yield and yield components sweet corn in Behbahan. Abstracts Proceedings of 8th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. P. 378. (In Persian)
8- Faravani, M. 1995. Effects of sowing date and plant density on yield and yield components corn hybrid in Karaj region. Thesis of M.Sc faculty of Agriculture Tehran University. P 98. (In Persian with English Summary)
9- Georg, W., and Dickerson, J. 2005. Speciality Corn. Guide H -235. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Internet search, Http:/ /www.cahe.nmsu.edu.
10- Hashemi Dezfoli, S.A., Alemi Saeed, K., Siadat, S.A., and Komaili, M.R. 2001. Effects of sowing date on growth and yield of two sweet corn hybrids in khozistan region. Iranian Journal of Agricultural Science 32: 681-689. (In Persian with English Summary)
11- Has, V. 2002. Fresh market sweet corn production. Biotechnology Science 213-218.
12- Imholte, A., and Carter, P.R. 1987. Planting date and tillage effects on corn following corn. Agronomy Journal 79: 746-751.
13- Kaukis, K., and Davis, D.W. 1986. Sweet Corn Breeding, in Breeding Vegetable Crops. Basset, M.J., (ed)., AVI Pub., Westport, Conn. Pp. 475-519.
14- Kalloo, G. 1993. Genetic improvement of vegetable crops. Arshi, Y. (ed.). 2000. Publisher Mashhad of university Jahad. Pp. 724.
15- Khavari Khorasani, S., Aziz, F., Yosofi, M., Bakhtiari, S., and Mohamadi, M. 2008. Effects of sowing date on morphological triats, yield and yield components of sweet and super sweet corn varieties. The 10th Iranian Crop Sciences Congress, 329 pp. (In Persian)
16- Leopold, A.C., and Kriedemann, P.E. 1975. Plant growth and development. 2nd.ed. Mc Graw-Hill, NewYork. pp. 721.
17- Morris, T., Hamilton, G., and Harney, S. 2000. Optimum plant population for fresh market sweet corn in the northeastern United States. Horttechnology Journal 10: 331-333.
18- Mokhtarpour, H., Mosavat, S.A., Bazi, M.T., and Saberi, A.R. 2005. Effects of sowing date and plant density on ear yield of sweet corn (*Zea mays* var saccharata) SC 403. Iranian Journal of Crop Sciences. 81:71- 183. (In Persian with English Summary)
19- Mohamadi, K., and Agha Alikhani, M. 2006. Effects of sowing date and plant density on yield and forge quality sweet corn. Journal of Agricultural Danesh 17: 117-126. (In Persian with English summery)
20- Noldin, J.A., and Mundstock, C.M. 1988. Grain yield and yield components of three maize cultivars at two sowing date. Pesquisa Gropecuaria Brasileria 23: 615-620.
21- Norwood, C.A. 2001. Dryland corn in western Kansas: effect of hybrid maturity, planting date and plant population .Agronomy Journal 93:540-547 .
22- Olnes, A., and Beneit, G.R. 1990. Effect of planting date on time and rate nitrogen accumulation by maize .Crop Sciences 64:42-53.

23- Oktem, A., Gulgun, A., and coskum, Y. 2004. Determination of Sowing Dates of Sweet corn (*Zea mays* L. saccharta sturt) under sanlirfa conditions. Turkish Journal of Agriculture 28: 83-91.
24- Peet, M. 2004. Sweet corn, http://www.Cals.ncsu.cdu/sustainable/peet/profiles/C17swcor.html.
25- Scarbrook, G., and Doss, B. 1973. Leaf area index and radiation as related to corn yield. Agronomy Journal 65: 459-461.
26- Tetio-Kagho, F., and Gardner, F.P. 1988. Response of maize plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustment. Agronomy Journal 80: 935-940.
27- Tamadon Rastegari, M. 2000. Effects of sowing date and plant density yield and yield components sweet corn ksc 404.Var on weather conditions Mazandaran (Sari). MSc. Thesis of Mazandaran University, pp.104. (In Persian with English summery)
28- Tian, B., Guolin, C., MingChang, L., Guohua, F., Yingweng, L., Cuiying, S., Yagen, Z., and Hairong, Z. 2004. Effects of planting density on characters and yield of sweet corn' Shentian NO_1, Shentian NO_3". Acta Agriculture Shanghai.
29- Waligora, H. 1997. The influence of sowing times on vegetative period and morphological characters of sweet corn. Prace Z Zakresu Nauk Roliniczych i Lesnych 83: 135-140.
30- Widdicombe, W.D., and Thelen, K.D. 2002. Row width and plant density effect on corn grain production in the northern Corn Belt. Agronomy Journal 94: 1020-1023.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 322-313

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 313-322

بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد ارقام سویا (*Glycine max* L.) در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

میثم نامداری[1*]، محمد علی بهدانی[2] و غلامحسین عرب[3]

تاریخ دریافت: 89/2/26
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور بررسی برخی صفات فیزیولوژیکی ارقام سویا (*Glycine max* L.) در کشت مخلوط، آزمایشی در مزرعه کشاورزی ایستگاه تحقیقاتی شهرستان قائم‌شهر (مازندران) در سال زراعی 88-1387 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. ارقام پاکوتاه ساری و پابلند 032 به ترتیب در نسبت‌های کاشت 0:4، 1:3، 2:2، 3:1 و 4:0 با تراکم 45 بوته در مترمربع با استفاده از روش جایگزینی کاشته شدند. نتایج تحقیق نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر توزیع غلاف در قسمت‌های مختلف ساقه اصلی و عملکرد دانه سویا داشتند. تعداد غلاف در یک سوم میانی ساقه اصلی در نسبت کاشت 2:2 به میزان 53 درصد بیشتر از کشت خالص رقم 032 (4:0) و در یک سوم فوقانی 56 درصد بیشتر از کشت خالص رقم ساری (0:4) بود. اثر نسبت‌های کاشت بر شاخص سطح برگ و وزن خشک کل ارقام سویا نیز معنی‌دار بود. نسبت‌های کاشت 2:2، 1:3 و 3:1 از شاخص سطح برگ و وزن خشک بیشتری در مقایسه با کشت خالص هر یک از ارقام سویا برخوردار بودند. همچنین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط از نسبت برابری زمین بیشتری در مقایسه با کشت خالص هر یک از ارقام برخوردار بودند و در این بین نسبت کاشت 2:2 بیشترین عملکرد دانه را به میزان 4558 کیلوگرم در هکتار تولید کرد. این امر می‌تواند به علت افزایش شاخص سطح برگ و توزیع مناسب غلاف‌ها در ساختار کانوپی ایجاد شده باشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد غلاف، شاخص سطح برگ، نسبت برابری زمین

مقدمه

اهمیت محیط زیست و افزایش قیمت محصولات اکولوژیکی، سبب تحریک کشاورزان به سمت تولید این محصولات و یا کشاورزی پایدار شده است (Qualset & Granger, 1970). کشت مخلوط یکی از مولفه‌های کشاورزی پایدار است که نقش مهمی در افزایش تولید و پایداری عملکرد به جهت بهبود استفاده از منابع و عوامل محیطی دارد (Lesoing & Francic, 1999). یکی از روش‌های جدید در کشت مخلوط، کشت ارقام مختلف یک گونه می‌باشد. یک مخلوط مناسب از ارقام موجب می‌شود ژنوتیپ‌های مختلف یکدیگر را کامل کنند و در نتیجه عملکرد افزایش پیدا کند (Koochaki & Soltani, 1998). تحقیقات انجام شده در زمینه کشت مخلوط سویا (*Glysine max* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) نشان داد که نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سبب تغییر در ساختار کانوپی سویا می‌گردد، به نحوی که با نفوذ بیشتر نور در کانوپی مخلوط، تعداد شاخه‌های فرعی گیاه سویا افزایش می‌یابد (Foroutanpour et.al., 1999). همچنین نتایج به دست آمده در خصوص بررسی ساختار کانوپی گیاه سویا نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در ساقه و شاخه‌های فرعی گیاه سویا داشته و تعداد شاخه‌های فرعی یکی از مهمترین دلایل برتری تعداد غلاف در بین ارقام مختلف سویا می‌باشد (Kokuban & Watanabe, 1982).

در همین رابطه، مطالعه انجام شده بر روی کشت مخلوط دو هیبرید ذرت در نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که نسبت کاشت 1:3 (به ترتیب SC7111 و SC704) به دلیل حصول نسبت برابری زمین معادل 1/21، افزایش عملکرد نسبی به میزان 21/5 درصد و حصول حداکثر عملکرد تک بوته، مناسبترین ترکیب تیماری بود (Sadeg Zade et al., 2002). همچنین بررسی انجام شده در خصوص کشت مخلوط و خالص ارقام سویا در نسبت‌های مختلف

1، 2 و 3 به ترتیب- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی بیرجند و کارشناس ارشد اصلاح نباتات و عضو مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران
(*- نویسنده مسئول: Email: maesam1360@yahoo.com)

کاشت نیز نشان داد عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص افزایش یافته و نسبت کاشت 1:1 دارای بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح (به میزان 4615 کیلوگرم در هکتار) بود که با محاسبه نسبت برابری زمین[1] افزایش محصولی به میزان 10 درصد را نسبت به تک-کشتی نشان داد (Rezaie & Tajbakhsh, 2002).

بر اساس نتایج به دست آمده در خصوص کشت مخلوط سویا با ذرت، نسبت کاشت 1:3 و 3:1 (سویا-ذرت) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ بود. علت این امر نیز کاهش شاخص سطح برگ در نسبت کاشت 3:1، غالبیت بالای ذرت و عدم دریافت نور کافی جهت فتوسنتز و رشد سویا اعلام شد (Rahimy et al., 2003).

نتایج تحقیق انجام شده در زمینه نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ارقام سویا نیز نشان داد حداکثر تولید ماده خشک، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ، مربوط به نسبت کاشت 2:2 رقم هاگ با کلارک بود (Pasary et al., 2002). همچنین محققان، با بررسی رقابت بین ژنوتیپ‌های سویا در کشت مخلوط نشان دادند نسبت کاشت 2:2 در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت بالاترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد و کلیه نسبت‌های کاشت دارای بیشترین تعداد غلاف در یک سوم میانی ساقه اصلی بودند. همچنین صفاتی نظیر تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف نیز تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفتند (Behdani & Rashed, 1999). در همین راستا، با مطالعه ارقام مختلف سویا در نسبت‌های مختلف کاشت مشخص گردید، کشت مخلوط رقم پاکوتاه Elf با رقم پابلند سنچوری[2] در مقایسه با کشت خالص باعث افزایش 11/7 درصد عملکرد شد (Schweitzer et al., 1986). با توجه به تاثیر مثبت ساختار کانوپی و کشت مخلوط ارقام سویا بر افزایش عملکرد، (Biabani et al., 2008) هدف از این تحقیق بررسی اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد ارقام سویا، در سطوح مختلف کانوپی حاصل از کشت مخلوط بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه آموزشی و پژوهشی مرکز تحقیقات شهرستان قائم‌شهر با عرض جغرافیایی 52/27 و طول جغرافیایی 36/21 و ارتفاع از سطح دریا 51/2 انجام شد. بافت خاک محل آزمایش رسی لومی، pH 7/8 و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 0/88 دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. رقم ساری (پاکوتاه، برگ پهن، رشد نیمه‌محدود، دیررس و از گروه V[3]) و رقم 032 (پابلند، برگ کشیده، رشد نیمه‌محدود، متوسط-رس و از گروه V) به ترتیب در نسبت‌های کاشت 0:4 (0:100)، 1:3 (25:75)، 2:2 (50 :50)، 3:1 (75:25) و 4:0 (100:0) با تراکم 45 بوته در مترمربع کاشته شدند. روش مورد استفاده برای تشکیل مخلوط‌ها بر اساس سری‌های جایگزینی بود. هر کرت آزمایشی شامل هشت خط کاشت به طول شش متر بود. به طور ثابت چهار ردیف از هر کرت به عنوان مبنا (100 درصد) در تعیین نسبت‌های مختلف در نظر گرفته شد. جهت تشکیل ترکیب 3:1 (ساری-032) پس از کاشت سه ردیف رقم 032 به ترتیب یک ردیف رقم ساری، سه ردیف رقم 032 و یک ردیف رقم ساری، و در ترکیب 1:3 (ساری-032) پس از کاشت سه ردیف رقم ساری به ترتیب یک ردیف رقم 032، سه ردیف رقم ساری و یک ردیف رقم 032 قرار گرفت. سرانجام در نسبت کاشت 2:2 ، دو ردیف از هر یک از ارقام به صورت متناوب قرار گرفتند. ترکیب‌های 0:4 و 4:0 نیز به ترتیب کشت خالص هر یک از ارقام ساری و 032 را به وجود آوردند. بذور پس از آغشته شدن به باکتری ریزوبیوم به میزان پنج گرم باکتری به ازای هر کیلوگرم بذر به صورت هیرم کاری و عمق چهار سانتیمتری به طریقه دستی کاشته شدند. در ابتدا بذرها با تراکم بیشتری کاشته شده و سپس در مرحله V_3 برای رسیدن به تراکم نهایی تنک گردیدند. جهت محاسبه شاخص سطح برگ و وزن خشک کل سویا نمونه‌برداری از 45 روز پس از کاشت به فاصله هر 15 روز یکبار در هشت نوبت و بر اساس درصد نسبی هر یک از ارقام در نسبت‌های مختلف کاشت با رعایت اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. پس از جداسازی برگ‌ها از ساقه و شاخه‌های فرعی، میزان سطح برگ توسط دستگاه دیجیتال اندازه-گیری سطح برگ[4] تعیین گردید. جهت تعیین وزن خشک نمونه‌ها نیز، پس از جدا کردن ساقه‌ها و غلاف‌ها (در مراحل زایشی) و قراردادن آنها به صورت جداگانه در پاکت‌های مخصوص، به مدت 48 ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار با درجه حرارت 75 درجه‌سانتیگراد قرار داده شد و سپس بلافاصله پس از خروج از آون، با ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم گرم توزین و وزن خشک هر نمونه جداگانه ثبت شد. وزن خشکل کل هر یک از ارقام در نسبت‌های مختلف کاشت از مجموع وزن خشک برگ، ساقه، شاخه‌های فرعی و غلاف به دست آمد.

به منظور عملیات برداشت نیز، ابتدا ردیف‌های کاشت حاشیه‌ای و 0/5 متر از طرفین چهار ردیف باقیمانده از هر کرت به عنوان اثرات

1- Land Equivalent Ratio (LER)
2- Century

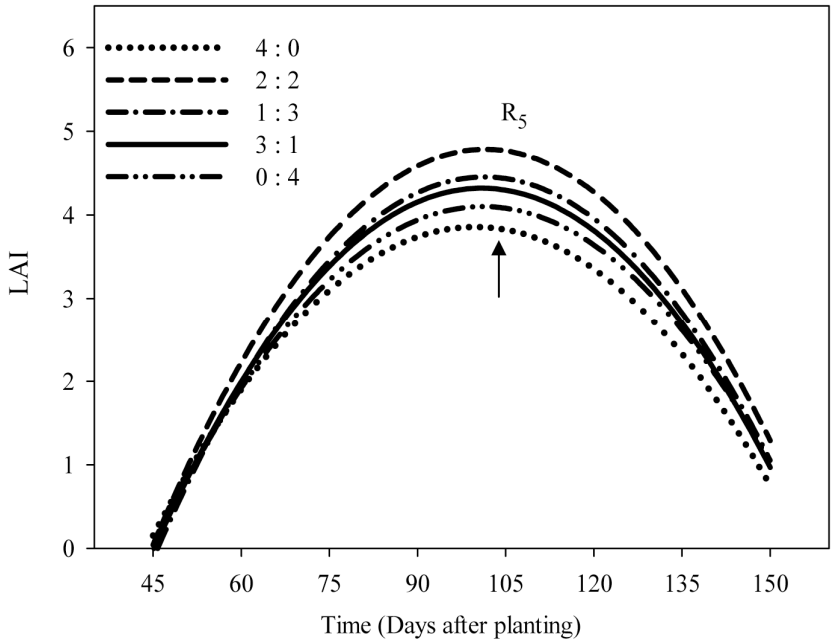
3- این گروه از ارقام سویا در عرض جغرافیایی میانی کاشته می‌شود و حساسیت کمتری نسبت به طول روز دارد. طول دوره رسیدگی آنها نیز بین 150 تا 165 روز می‌باشد (Fehr et al., 1971; Yuesheng et al., 2004).
4- Leaf Area Meter

حاشیه با دست و به وسیله قیچی باغبانی از سطح خاک برداشت شد و سطح باقیمانده در هر کرت جهت تعیین عملکرد برداشت گردید. همزمان با برداشت از داخل سطح نمونه‌برداری هر کرت از نسبت‌های مختلف کاشت، تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و برای تعیین اجزای عملکرد و اندازه‌گیری مشخصات مورفولوژیکی گیاه برداشت شد. همچنین جهت تعیین توزیع غلاف‌ها در قسمت‌های مختلف کانوپی، ساقه اصلی به سه قسمت مساوی تقسیم و تعداد غلاف‌ها در هر قسمت به صورت جداگانه برای هر رقم ثبت گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین و عملکرد مورد انتظار نیز از رابطه 1 و 2 استفاده شد (Mazaheri, 1999).

رابطه (1)
$$Expected \quad yield_A = \frac{M_A}{N_A}$$

که در آن P_a محصول گونه a در کشت مخلوط، P_b محصول گونه b در کشت مخلوط، M_a محصول گونه a در کشت خالص و M_b محصول گونه b در کشت خالص است.

رابطه (2)
$$LER = \frac{P_a}{M_a} + \frac{P_b}{M_b}$$



شکل 1 –تغییرات شاخص سطح برگ ارقام سویا (032 و ساری) تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط
Figure 2- LAI changes in soybean cultivars (032 & sari) in different planting ratios

جدول 1- تجزیه واریانس شاخص سطح برگ در طی مراحل مختلف رشد و نمو
Table 1- Analysis variance of soybean leaf area index in different growth stages

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Time (days after planting)						
		45	60	75	90	105	120	135
بلوک Block	3	0.07	0.12	0.29	0.43	0.04	0.08	0.01
نسبت کاشت Planting ratio	4	0.14**	0.34*	0.38*	0.41*	0.97**	0.51**	0.11**
خطا Error	12	0.03	0.12	0.14	0.15	0.20	0.07	0.03

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد است. * and ** Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس وزن خشک کل گیاه در طی مراحل مختلف رشد و نمو

Table 2- Analysis variance of total dry weight in different growth stages

Time (days after planting)								منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df
150	135	120	105	90	75	60	45		
9400.33	34317.38	26414.58	4646.38	4144.63	3371.66	644.10	123.86	بلوک Block	3
27416.03**	111637.15**	48136.06**	18957.10**	19212.32**	7952.38**	2317.38**	256.92**	نسبت کاشت Planting ratio	4
4021.88	13427.58	10519.21	2881.05	1787.43	2154.04	491.44	50.57	خطا Error	12

**: Significant 1% probability levels.

** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد است.

جدول 3- تجزیه واریانس توزیع غلاف، تعداد غلاف در بوته و عملکرد ارقام در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 3- Analysis variance of pod dispersal, pod number and yield in different planting ratios

درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات Mean squares				
		توزیع غلاف‌ها بر روی ساقه اصلی main shoot		Pod dispersal to	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	عملکرد Yield (Kg ha^{-1})
		1/3 فوقانی One third up	1/3 میانی One third mid	1/3 تحتانی One third low		
3	بلوک Block	35.77	7.90	10.74	44.81	67800.46
4	نسبت کاشت Planting ratio	108.2**	84.65**	47.94**	141.69**	1258966.66**
12	خطا Error	11.84	10.12	5.83	27.68	79431.31

** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد است. ** is significant 1% probability levels.

M_A محصول A در کشت خالص و N_A نسبت A در کشت مخلوط است (Mazaheri, 1999)

همچنین تعیین مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی سویا بر طبق تقسیم بندی فهر و همکاران (Fehr et al., 1971) انجام شد. بدین ترتیب V_3 در مرحله رشد رویشی بیانگر مرحله سومین گره ساقه اصلی سویا و به ترتیب مراحل R_1-R_2 آغاز گلدهی تا گلدهی کامل، R_3-R_4 آغاز غلاف‌دهی تا غلاف‌دهی کامل، R_5-R_6 آغاز دانه‌بندی تا دانه‌دهی کامل و R_7-R_8 شروع رسیدگی تا رسیدگی نهایی را در مرحله رشد زایشی سویا نشان می‌دهد. در پایان جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم گراف‌ها از نرم افزارهای SAS، Sigma Plot و EXCEL استفاده گردید و آزمون مقایسه میانگین‌ها با روش LSD و در سطح 5% انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ داشتند (جدول1). در طی مراحل رشد، بیشترین شاخص سطح برگ در مرحله 105 روز پس از کاشت (R_5) مشاهده شد (شکل1). در این مرحله نسبت کاشت 2:2 با میانگین 5/07 دارای بیشترین شاخص سطح برگ در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت بود. به طور کلی شاخص سطح برگ سویا تا مرحله آغاز غلاف‌دهی (R_3) به سرعت افزایش یافته و در مرحله آغاز دانه‌بندی به حداکثر خود می‌رسد. سپس با آغاز مرحله رسیدگی از تعداد برگ کاسته و در نتیجه شاخص سطح برگ، کاهش چشمگیری می‌یابد و در نهایت در مرحله رسیدگی شاخص سطح برگ به صفر می‌رسد (Kumudini et al., 2001). از آنجا که گیاه سویا در مرحله آغاز دانه‌بندی (R_5) بیش از 95 درصد نور خورشید را در خطوط کاشت 35 تا 50 سانتی‌متر جذب می‌کند (Ball et al., 2001). لذا به نظر می‌رسد که نسبت کاشت 2:2 با تولید بیشترین شاخص سطح برگ (5/07) در مرحله 105 روز پس از کاشت (R_5) موفق به بستن سریعتر کانوپی خود در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت شده است. به طور کلی افزایش سریعتر سطح برگ ارقام رشد نیمه‌محدود (نظیر ارقام مورد مطالعه) و بسته شدن زودتر کانوپی در این ارقام توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Heatherly & Smith, 2004). همچنین از آنجا که نفوذ بیشتر نور به داخل کانوپی سویا سبب ریزش دیرتر برگ‌های پایین کانوپی می‌شود (Baker & Blad, 1972) بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش شاخص سطح برگ در نسبت کاشت 2:2 می‌تواند به علت نفوذ بیشتر نور در کانوپی ایجاد شده توسط نسبت کاشت مذکور نیز باشد. این امر در خصوص نسبت کاشت 1:3 (ساری-032) نیز که با میانگین 4/84 پس از نسبت کاشت 2:2 دارای بیشترین شاخص سطح برگ در مرحله 105 روز پس از کاشت (R_5) می‌باشد نیز صادق است. کشت خالص ارقام (0:4 و 4:0) نیز که دارای کمترین میزان شاخص سطح برگ در بین نسبت‌های مختلف کاشت بودند طبیعتاً مدت زمان بیشتری را صرف بستن کانوپی خود و دریافت کامل نور خورشید کرده‌اند (شکل1). افزایش بیشتر شاخص سطح برگ در نسبت کاشت 2:2 در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Pasary et al., 2002).

وزن خشک کل

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر وزن خشک کل داشتند (جدول2). در مجموع نسبت‌های کاشت 2:2 و 0:4 (کشت خالص رقم ساری) به ترتیب در بین مراحل مختلف رشد دارای بیشترین و کمترین وزن خشک کل بودند. به طور کلی با گذشت زمان و افزایش تعداد برگ، میزان تجمع ماده خشک، رشد سریعی یافته و سپس با آغاز مرحله پیری و رسیدگی کاهش می‌یابد (Ball et al., 2001). همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است، میزان افزایش ماده خشک تا مرحله 135 روز پس از کاشت ادامه می‌یابد و عملاً در این مرحله به اوج خود می‌رسد. در این بین نسبت کاشت 2:2

با میانگین 1378/69 گرم در مترمربع بیشترین میزان ماده خشک کل را در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت دارا بود. دلیل افزایش وزن خشک کل در نسبت مذکور، می‌تواند ایجاد ساختار کانوپی مناسب‌تر و به اصطلاح موجی باشد.علاوه بر آن از آنجا که هرچه مدت زمان رسیدن به دریافت کامل نور (بیش از 95 درصد) طولانی‌تر باشد در نتیجه فاز خطی تجمع ماده خشک کوتاهتر شده و حداکثر ماده خشک تولیدی محدود می‌شود (Ball et al., 2001). همچنین با توجه با اینکه افزایش شاخص سطح برگ در طی مراحل پایان غلاف‌دهی (R_4) و آغاز دانه‌بندی (R_5) یکی از مهترین دلایل افزایش وزن خشک غلاف و در نهایت وزن خشک کل می‌باشد (Kokubun & Watanabe, 1982) بنابراین می‌توان گفت افزایش بیشتر وزن خشک کل در نسبت‌های کاشت 2:2 و 1:3 (ساری- 032) در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت می‌تواند به دلیل سطح برگ بیشتر به خصوص در طی مراحل 90 (R_4) و 105 (R_5) روز پس از کاشت باشد. این نتایج یک‌بار دیگر تاکیدی بر اهمیت مرحله دانه‌بندی (R_5) در تعیین وزن خشک کل و عملکرد دانه می‌باشد. تاثیر مثبت کانوپی گیاه بر تجمع ماده خشک و عملکرد توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Heatherly & Smith, 2004; Ma et al., 2001). همانطور که در شکل 2 مشخص شده است نقطه اوج منحنی در نسبت‌های مختلف کاشت بین مراحل 120 تا 135 روز پس از کاشت واقع شده است که مطابق با مراحل پایان دانه‌بندی و قبل از آغاز رسیدگی ارقام است. با توجه به نتایج به دست آمده و با توجه به وزن خشک بیشتر رقم 032 (4:0) در مقایسه با رقم ساری (0:4)، در صورتی‌که هدف از کاشت گیاه سویا تولید علوفه باشد، رقم 032 گزینه مناسبتری است و توصیه می‌گردد قبل از آغاز رسیدگی برداشت گردد. به طور کلی مراحل پایان دانه‌بندی (R_6) و آغاز رسیدگی (R_7) در سویا، بهترین زمان برداشت جهت علوفه است (Bilgili et al., 2005).

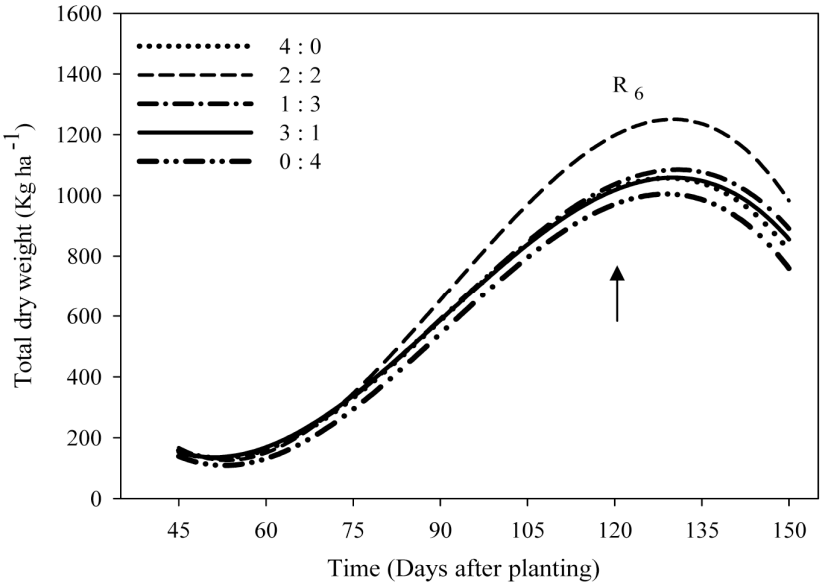
تعداد غلاف در قسمت‌های مختلف ساقه اصلی

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری ($p<0/01$) بر تعداد غلاف در قسمت‌های مختلف ساقه اصلی داشتند(جدول3). در یک سوم تحتانی نسبت کاشت 0:4 (کشت خالص رقم ساری) با میانگین 3/2 و نسبت کاشت 4:0 (کشت خالص رقم 032) با میانگین 1/25 به ترتیب بیشترین و کمترین غلاف را دارا بودند. نتایج نشان داد با برتری خطوط کاشت رقم 032 به ساری در بین نسبت‌های مختلف کاشت از تعداد غلاف در یک سوم تحتانی کاسته می‌شود. این در حالی است که با افزایش خطوط کاشت رقم پاکوتاه ساری در نسبت-های کاشت، تعداد غلاف در این بخش افزایش می‌یابد (شکل3). عدم معنی‌داری تعداد غلاف در نسبت کاشت 1 : 3 (ساری – 032) با نسبت کاشت 4:0 و یا افزایش تعداد غلاف نسبت کاشت 1:3 (ساری – 032) در یک سوم تحتانی ساقه اصلی از این امر پیروی می‌کند.

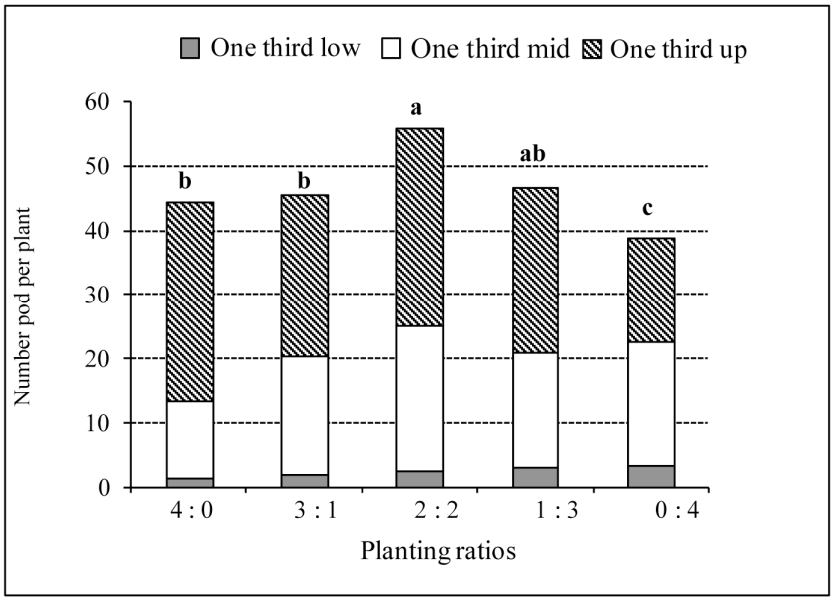
در یک سوم میانی نسبت کاشت 2:2 با میانگین 22/62 دارای بیشترین و نسبت کاشت 4:0 (کشت خالص رقم 032) با میانگین 11/07 کمترین تعداد غلاف را دارا بودند (شکل3). با توجه به اختلاف چشمگیر تعداد غلاف رقم ساری (0:4) به 032 (4:0) در قسمت مذکور به نظر می‌رسد در اختیار داشتن فضای مناسب جهت افزایش تعداد شاخه‌های فرعی می‌تواند به عنوان یکی از عوامل اصلی در افزایش تعداد غلاف در یک سوم میانی کانوپی ایجاد شده در نسبت کاشت 2:2 به حساب آید.

سرانجام در یک سوم فوقانی ساقه اصلی نسبت کاشت 4:0 با میانگین 30/09 و نسبت کاشت 0:4 با میانگین 17/15 به ترتیب بیشترین و کمترین غلاف را دارا بودند. هر چند تعداد غلاف در نسبت کاشت 2:2 (با میانگین 30/08) از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با نسبت کاشت 4:0 در بخش مذکور نداشت. بر طبق نتایج به دست آمده مشخص گردید بیش از 70 درصد غلاف‌ها در رقم پابلند 032 (4:0) در یک سوم فوقانی ساقه اصلی تولید شد. در حالی که سهم غلاف‌ها در یک سوم فوقانی و میانی ساقه اصلی رقم ساری (0:4) به ترتیب 43 و 49 درصد بود. این در حالی است که در نسبت کاشت 2:2 تعداد غلاف در یک سوم میانی 53 درصد بیشتر از کشت خالص رقم 032 (4:0) و در یک سوم فوقانی 56 درصد بیشتر از کشت خالص رقم ساری (0:4) بود.

کاهش تعداد غلاف در نسبت کاشت 0:4 می‌تواند به علت افزایش سایه‌اندازی بوته‌ها روی یکدیگر و کاهش نفوذ نور باشد. با توجه به اینکه دلیل اصلی کاهش تعداد غلاف سویا در کشت مخلوط، قرارگیری آن تحت سایه گیاهان مجاور است (Redfearn et al., 1999) به نظر می‌رسد ایجاد کانوپی به اصطلاح موجی و نفوذ بیشتر نور در نسبت کاشت 2:2 سبب برتری تعداد غلاف در بخش‌های مختلف ساقه اصلی شده است. همچنین توانایی رقم 032 در تولید تعداد غلاف بیشتر و در اختیار داشتن فضای مناسب‌تر در نسبت‌های کاشت 2:2 و 1:3 (ساری-032) نیز می‌تواند سبب افزایش تعداد غلاف در یک سوم فوقانی ساقه اصلی شده باشد. در مجموع با توجه به اهمیت وزن خشک در تعیین عملکرد غلاف‌ها (Kokubun & Watanabe, 1982) و با توجه به شاخص سطح برگ و میزان ماده خشک بیشتر در نسبت کاشت 2:2 در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت، افزایش تعداد غلاف در نسبت کاشت فوق طبیعی به نظر می‌رسد (شکل 3).



شکل 2 – تغییرات وزن خشک کل ارقام سویا (032 و ساری) تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط
Figure 2- The dry weight changes of soybean cultivars (032 & sari) in different planting ratios



شکل 3 – توزیع غلاف‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه اصلی ارقام سویا (032 و ساری)تحت نسبت‌های مختلف کشت مخلوط
Figure 3- Pod dispersal in part several main shoot of soybean cultivars (032 & sari) for different planting ratios.
* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.
* The means by similar letters are not significantly different.

سایر محققان نیز افزایش تعداد غلاف در بوته را در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ سویا گزارش نمودند (Ebadi et al., 2005). بر طبق نتایج به دست آمده توسط سایر محققان نیز مشخص گردید هنگامی‌که گیاه سویا از زیر سایه خارج می‌گردد و یا به عبارت دیگر نفوذ نور و جذب آن توسط کانوپی گیاه سویا افزایش یابد، تولید غلاف افزایش معنی‌داری می‌یابد (Ephrath et al., 1993; Egli & Bruening, 2005) بنابر این به نظر می‌رسد نسبت کاشت 2:2 با ایجاد ساختار کانوپی موجی و در نهایت جذب نور بیشتر، در تولید

تعداد غلاف موفق‌تر از سایر نسبت‌های کاشت عمل کرده است. افزایش تعداد غلاف ارقام سویا در نسبت کاشت 2:2 توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Behdani & Rashed, 1999; Rezaie & Tajbakhsh, 2002).

عملکرد

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری ($p<0/01$) بر عملکرد داشت (جدول3). بیشترین عملکرد از نسبت کاشت 2:2 با میانگین 4558/01 کیلوگرم در هکتار به دست آمد. هر چند نسبت کاشت 1:3 تفاوت معنی‌داری با نسبت کاشت مذکور از نظر عملکرد تولیدی نشان نداد (شکل4). کشت خالص رقم ساری (0:4) نیز با میانگین 3717/56 کیلوگرم در هکتار دارای کمترین عملکرد بود. نتایج نشان داد ارقام 032 و ساری در نسبت کاشت 2:2 به ترتیب با 20/26 و 15/52 درصد افزایش عملکرد نسبت به عملکرد مورد انتظار موجبات افزایش عملکرد را در نسبت کاشت فوق مهیا کردند (جداول4 و5). این در حالی است که کاهش عملکرد در نسبت کاشت 3:1 (ساری- 032) به دلیل کاهش 5/81 درصدی عملکرد رقم ساری در مقایسه با عملکرد مورد انتظار این رقم در نسبت کاشت مذکور است. به نظر می‌رسد نسبت کاشت 2 : 2 در ایجاد کانوپی موجی موفق‌تر عمل کرده و با بستن سریعتر کانوپی موجبات افزایش عملکرد خود را فراهم کرده است.

همچنین تمامی نسبت‌های کاشت، دارای نسبت برابری زمین بالاتر از یک هستند و این امر نشان دهنده برتری کشت مخلوط بر کشت خالص ارقام سویا است. بر طبق نتایج به دست آمده نسبت کاشت 2:2 در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت دارای بیشترین نسبت برابری زمین (1/20) است. نسبت کاشت 1:3 و 3:1 (ساری- 032) نیز به ترتیب با نسبت برابری زمین 1/15 و 1/09 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بدیهی است که نسبت کاشت 2:2 به دلیل ایجاد ساختار کانوپی مطلوب و سطح برگ بیشتر در تولید وزن خشک کل و تعداد غلاف، به ویژه در یک سوم میانی و فوقانی ساقه اصلی موفقیت بیشتری داشته است. این امر منجر به افزایش بیشتر عملکرد کشت مخلوط در نسبت کاشت 2:2به میزان 20 درصد در مقایسه با کشت خالص هر یک از ارقام شده است. همچنین عملکرد بیشتر رقم 032 در نسبت کاشت 1:3 (ساری- 032) می‌تواند یک از مهمترین دلایل برتری نسبت کاشت مذکور در مقایسه با نسبت کاشت 3:1 (ساری- 032) باشد. به عبارت دیگر در اختیار داشتن فضای کافی توسط رقم پابلند 032 در نسبت کاشت 1:3 (ساری- 032) شرایط را برای افزایش تعداد غلاف به خصوص در قسمت یک سوم فوقانی کانوپی فراهم کرده است. این درحالی است که رقم پاکوتاه ساری در نسبت کاشت 3:1 (ساری- 032) تحت تاثیر رقم پابلند 032 قرار گرفته و این امر سبب کاهش عملکرد رقم مذکور و در نهایت کاهش عملکرد ارقام در نسبت کاشت 3:1 شده است.

در مجموع با توجه به اینکه شرایط محیطی و تغییرات فتوسنتزی در طول مراحل گلدهی (R_1) و آغاز دانه‌بندی (R_5) نقش مهمی در تعیین نهایی تعداد غلاف سویا دارد (Egli & Bruening, 2005) بنابراین به نظر می‌رسد نسبت کاشت 2:2 با ایجاد ساختار کانوپی مناسب، از شاخص سطح برگ مطلوبی در مراحل فوق برخوردار بود و این امر کمک شایانی به افزایش مقدار وزن خشک کل و تعداد غلاف به خصوص در قسمت یک سوم فوقانی و میانی ساقه اصلی رقم پاکوتاه ساری و پابلند 032 در نسبت کاشت 2:2 نموده است که در نهایت سبب افزایش 20 درصدی عملکرد کشت مخلوط ارقام سویا در نسبت کاشت مذکور شده است.

جدول 4- عملکرد واقعی و مورد انتظار سویا (رقم 032) در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

Table 4- Actual and expected yields of soybean (cultivar 032) in different planting ratios

نسبت کاشت Planting ratio	عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار) Expected yield (kg ha^{-1})	عملکرد واقعی (کیلوگرم در هکتار) Actual yield (kg ha^{-1})	افزایش یا کاهش عملکرد نسبت به مورد انتظار (%) Increase and decrease yield into expected (%)
1 : 3 (032 %25 + Sari %75)	1002.26	1131.64	+ 12.91
2 : 2 (032 %50 + Sari %50)	2004.52	2410.62	+ 20.26
3 : 1 (032 %75 + Sari %25)	3006.77	3428.71	+ 14.03

جدول 5- عملکرد واقعی و مورد انتظار سویا (رقم ساری) در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

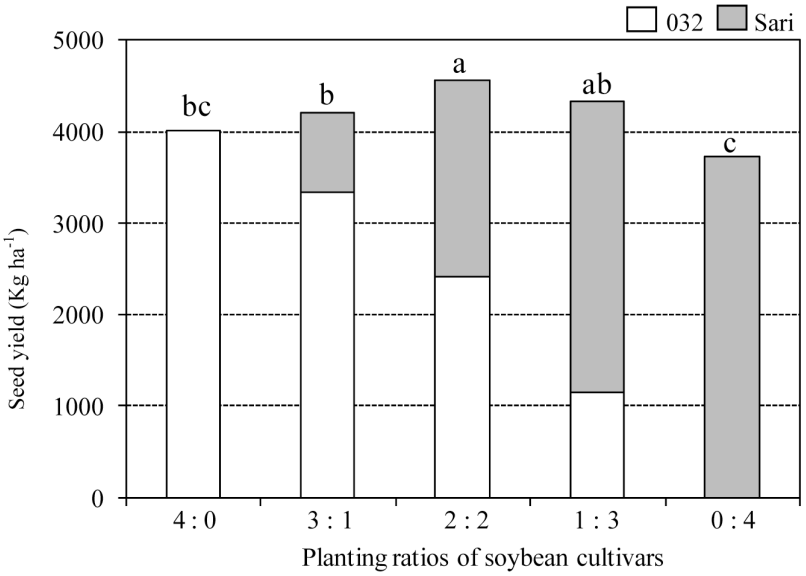
Table 5- Actual and expected yields of soybean (cultivar sari) in different planting ratios

افزایش یا کاهش عملکرد نسبت به مورد انتظار (%) Increase and decrease yield into expected (%)	عملکرد واقعی (کیلوگرم در هکتار) Actual yield (Kg ha^{-1})	عملکرد مورد انتظار (کیلوگرم در هکتار) Expected yield (Kg ha^{-1})	نسبت کاشت Planting ratio
+ 14.52	3193.29	2788.17	1 : 3 (032 %25 + Sari %75)
+ 15.52	2147.38	1858.78	2 : 2 (032 %50 + Sari %50)
- 5.81	875.45	929.39	3 : 1 (032 %75 + Sari %25)

جدول 6- نسبت برابری زمین ارقام سویا در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

Table 6- Land equivalent ratio of soybean cultivars in different planting ratios

نسبت‌های کاشت Planting ratio			رقم
1 : 3	**2 : 2**	**3 : 1**	**Cultivar**
0.28	0.61	0.85	032
0.87	0.59	0.24	Sari
1.15	**1.20**	**1.09**	**مجموع Total**



شکل 4- مقایسه عملکرد دانه ارقام سویا در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

Figure 4- Seed yield of soybean cultivars in different planting ratios

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD ندارند.

* The means by similar letters are not significantly different.

سپاسگزاری

از راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر سهراب محمودی و دکتر غلامرضا زمانی، اساتید مشاور طرح نهایت سپاس و قدردانی را داشته و همچنین از کلیه مدیران و کارکنان ایستگاه تحقیقات کشاورزی استان مازندران که در اجرای این طرح نهایت همکاری را با اینجانب داشتند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

منابع

1- Ball, R.A., Purcell, L.C., and Vories, E.D. 2000. Optimizing soybean plant population for a short season production system in the southern USA. Crop Science 40: 757-764.

2- Behdani, M.A., and Rashed, M.H. 1996. Competition between soybean cultivars and its effect on yield and yield

components. Agriculture Science and Technology. 10: 2. 19-36. (In Persian with English Summary)
3- Biabani, A., Hashemi, M., and Herbert, S.J. 2008. Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. Plant Production 2: 3. 215-222.
4- Bilgili, U., Sincik, M., Goksoy, A.T., and Turan, Z.M. 2005. Forage and grain yield performances of soybean lines. Agricultural Journal 6: 397-402. (In Persian with English Summary)
5- Blad, B.L., and Backer, D.G. 1972. Orientation and distribution of leaves within soybean canopies. Agronomy Journal 64: 26-29.
6- Ebadi, A., Tobe, A., Karbalaee, H., and Khodadoost, Z. 2005. Effects of mineral nitrogen consumption on soybean yield and yield components in water deficit conditions. Pajhouhesh v Sazandegi 71: 51-57. (In Persian with English Summary)
7- Egli, D.B., and Bruening, W.P. 2005. Shade and temporal distribution of pod production and set in soybean. Crop Science 45: 1764-1769.
8- Ephrath, J.E., Terashima, K., Hesketh, J.D., Huck, M.G., and Hummel, J.W. 1993. Shading effect on soybean and corn. Journal of European Biotronics 22: 15-24.
9- Fehr, W. R., Caviness, C. E., Burmood, D. T., and Pennington, J. S. 1971. Stage of development soybean descriptions for soybean. Crop Science 1: 929-931.
10- Foroutanpour, K., Dutilleul, P., and Smith, D.L. 1998. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn: fractal analysis in comparison with other quantitative approaches. Crop Science 39: 1784-1791.
11- Heatherly, L.G., and Smith, J.R. 2004. Effect of soybean steam growth habit on height and node number after beginning bloom in the mid southern USA. Crop Science 44: 1855-1858.
12- Kokubun, M., and Watanabe, K. 1982. Analysis of the yield determining process of field grown soybeans in relation to canopy structure. Japanese Journal of Crop Science 51: 51-57.
13- Koochaki, A., and Soltani, A. 1998. Agriculture in Dry Lands Principles and Practice. Agricultural Education Publishing. p. 790-792. (In Persian)
14- Kumudini, S., Hume, D.J., and Chu, G. 2001. Genetic improvement in short season soybeans: dry matter accumulation, partitioning and leaf area duration. Crop Science 41: 391-398.
15- Lesoing, G.W., Francis, C.A., 1999. Strip intercropping effects on yield and yield components of corn, grain sorghum, and soybean. Agronomy Journal 91: 807-813.
16- Ma, B.L., Dwyer, M., Costa, C., Cober, E.R., and Morrison, M.J. 2001. Early prediction of soybean yield from canopy reflectance measurements. Agronomy Journal 93: 1227-1236.
17- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Publishing. pp. 85-99. (In Persian)
18- Pasary, B., Mazaheri, D., and Paighambary, S.A. 2002. Study of growth analyses of sole culture and intercropping soybean cultivars. Pajouhesh v Sazandegi 54: 37-41. (In Persian with English Summary)
19- Qualset, C.O., and Granger, R.M. 1970. Frequency dependent stability of performance in oats. Crop Science 10: 386-389.
20- Rahimy, M.M., Mazaheri, D., Khodabandeh, N., and Heidari H. 2003. Assessment of product in corn and soybean intercropping in Arsanjan region. Agricultural Science 9: 109-126. (In Persian with English Summary)
21- Redfearn, D.D., Dwayne, R.B., and Devine, T.E. 1999. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. Crop Science 39: 1380-1384.
22- Rezaie, M., and Tajbakhsh, M. 2002. Study of seed yield and some agronomic characters in sole and intercropping of two soybean cultivars under Khoy condition. Iranian Journal of Seed and Plant 18: 273-282. (In Persian with English Summary)
23- Sadeg Zade, S., Syadat, S.A., Sadeg Zadeh, F., and Valizadeh, G. 2002. The Evaluation of intercropping two corn cultivars on different plant density. Agricultural Journal 25(1): 73-78. (In Persian with English Summary)
24- Schweitzer, L.E., Nyquist, W.E., Santini, J.B., and Kimes, T.M. 1986. Soybean cultivar mixtures in a narrow row noncultivatable production system. Crop Science 26: 1043-1046.
25- Yuesheng, W., Jianbing, Q., Junyi, G., and Guangyung, H. 2006. Classification and characteristic of maturity groups of Chinese landraces of soybean. Genetic Resources and Crop Evolution 53: 803-809.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 334-323

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 323-334

اثر تنش خشکی، اندازه و پوشش بنه بر خصوصیات مورفواکوفیزیولوژیکی زعفران (*Crocus sativus* L.) در شرایط گلخانه

مژگان ثابت تیموری[1]*، محمد کافی[2]، زینب اورسجی[3] و کبری اروجی[3]

تاریخ دریافت: 89/2/26
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تنش خشکی، پوشش بنه و وزن بنه بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1387 صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل چهار اندازه بنه (2-4 ، 4-6 ، 6-8 و 8-10گرم)، دو سطح خشکی (100 درصد ظرفیت زراعی و خشکی کامل) و دو سطح پوشش بنه (بنه حاوی پوشش و بنه فاقد پوشش) بودند که به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. صفات مورد بررسی شامل طول، تعداد، وزن تر و خشک ریشه و برگ، ضخامت و پهنای برگ، میزان کلروفیل برگ (اندازه گیری به روش شیمیایی)، میزان نسبی آب برگ و نشت الکترولیت بود. نتایج نشان داد که وزن تر و خشک، تعداد و طول ریشه و برگ در شرایط تنش خشکی بسیار کمتر از شرایط 100 ظرفیت زراعی بود. کلروفیل a و کلروفیلb در تنش خشکی کاهش بسیار معنی داری نشان دادند و نسبت کلروفیل(a) به کلروفیل(b) معادل50درصد بود. تأثیر اندازه و پوشش بنه و بر همکنش تیمارها روی کلیه شاخص های مورد بررسی معنی دار بود. پوشش بنه در اندازه 8-10 گرم باعث افزایش نسبت کلروفیل(a) به کلروفیل(b) و تعداد برگ زعفران شد. درتنش خشکی میزان نسبی آب برگ، برای هردو تیمار پوشش بنه کاهش یافت. نتایج نشان داد که هرچه اندازه بنه بیشتر باشد تضمینی برای رشد بیشتر و بقاء گیاه زعفران درتنش خشکی خواهدبود.

واژگان کلیدی: کلروفیل (a)، کلروفیل (b)، میزان نسبی آب برگ، نشت الکترولیت، وزن ریشه

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گیاه ارزشمند و بوم سازگار منطقه خراسان از مهمترین صادرات محصولات کشاورزی کشور محسوب می‌شود (Kafi, 2006). خشکسالی های اخیر و کاهش سطح زیر کشت محصولات زراعی دارای نیاز آبی بالا، (Mosaaferi, 2002) باعث افزایش روبه رشد زعفران کاری به عنوان گیاهی با نیاز آبی پایین به ویژه در استان های خراسان رضوی و جنوبی شده‌است. با توجه به اینکه عملکرد اقتصادی این گیاه مربوط به اندام زایشی یعنی کلاله ها می‌باشد که آغازش و تکوین خود را درون خاک می گذرانند و تنها بخش کوچکی از رشد خود را در سطح خاک سپری می‌نمایند (Negbi, 1999; Sadeghi, 1997)، لذا آبیاری مناسب بنه‌های زعفران می‌تواند نقش مهمی در ظهور بیشترین تعداد گل داشته‌باشد. میزان رطوبت نسبی خاک از عوامل موثر بر گل‌زایی بنه در طول دوره خواب تابستانه گیاه است و در صورت خارج شدن بنه‌ها از خاک، رطوبت نسبی و سلامتی بنه از عوامل تعیین کننده تعداد گل پس از کاشت، خصوصاً در سال اول است (Mollafilabi, 2004). اگرچه نیاز آبی زعفران نسبتاً پایین است، ولی اعمال تنش رطوبتی، بر عملکرد ماده خشک وخصوصاً عملکرد اقتصادی زعفران مستقیماً اثر منفی دارد (Slama et al., 2005). کمبود رطوبت خاک از مهمترین عوامل کاهش عملکرد زعفران است و رشد بنه به شدت متأثر از شرایط رطوبتی و عوامل خاکزی می‌باشد (Kafi, 2006). نتایج آزمایش غلامی و همکاران (Gholami et al., 2005) نشان داد که اثر تنش خشکی بر کاهش وزن تر و خشک کل گیاه و سرعت تعرق، منفی و معنی‌دار بود، ولی تنش خشکی باعث افزایش نسبت وزن برگ به بنه شد. هرچند گیاه زعفران مقاوم به خشکی است لیکن نباید در شرایط تنش خشکی قرارگیرد (Goliaris, 1999). نتایج تحقیقات عزیزی و همکاران

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشجوی دکتری علف هرز گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mozh_st@yahoo.com)

(Azizi et al., 2006) نشان داد که وزن کلاله در تیمار دیم‌کاری گیاه زعفران نسبت به تیمارهای آبیاری بسیار کمتر بود. آیتاباهو و ال-اوتامی (Aitoubahou & El-Otmani, 1999) بیان کردند که با افزایش فواصل آبیاری از میزان عملکرد زعفران کاسته شد.

بخش عمده ای از وزن بنه را پوشش های برگ سالهای قبل تشکیل می‌دهد و بنه های با وزن بیش از 5 گرم ارزش کشت برای گلدهی در سال اول را دارند (Sadeghi, 1997). عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2008) نیز اعلام کردند که بنه های با وزن بیش از 8 گرم نقش اصلی را در گل دهی اعمال می‌کنند.

سینگ و همکاران (Sing et al., 2000) بیان داشتند گیاهانی که طول ریشه اصلی، تعداد ریشه‌های جانبی، تراکم طول ریشه[1] و نسبت ریشه به اندام هوایی بیشتری دارند، نسبت به کم آبی و تنش خشکی مقاومتر هستند، لذا اغلب متخصصین فیزیولوژی این نسبت را بعنوان معیاری برای گزینش مقاومت به خشکی معرفی می‌نمایند (Hussain, 1990; Minchin, 1980).

با توجه به نتایج متناقض در مورد تاثیر اندازه بنه بر خصوصیات رشدی و نقش احتمالی پوشش بنه در جذب آب و محافظت بنه از صدمات فیزیکی و شیمیایی و هم چنین بر همکنش این عوامل تحت تاثیرتنش خشکی، این آزمایش به منظور بررسی اثر اندازه بنه، میزان رطوبت بستر کشت و تأثیر پوشش بنه بر رشد و چگونگی گلدهی گیاه زعفران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مهرماه سال 1387 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارها شامل: دو سطح رطوبتی شامل 100درصد ظرفیت زراعی و عدم آبیاری (رطوبت مورد نیاز رشد از آب موجود در بنه تامین شده است)، اندازه بنه شامل چهار سطح: 2-4 گرم، 4-6 گرم، 6-8 گرم و 8-10 گرم و پوشش بنه با دوسطح : بنه بدون پوشش و بنه دارای پوشش طبیعی بود. پس از توزین بنه ها در چهار گروه وزنی، اقدام به حذف پوشش در نیمی از بنه‌های هر گروه وزنی شد. بنه های زعفران مورد آزمایش، توده بومی سرایان واقع در خراسان جنوبی بود. کشت در گلدان های استوانه‌ای به قطر 30 سانتیمتر و به ارتفاع 15 سانتیمتر انجام شد. به دلیل حساسیت بنه های بدون پوشش در برابر حمله میکروارگانیسم-های خاکزی و نیز برای مطالعه بهتر سیستم ریشه، از بستر کشت سبک و استریل کوکوپیت استفاده شدند. با توجه به اینکه کوکوپیت فاقد عناصر غذایی می‌باشد لذا برای آماده سازی آن ابتدا بافت فشرده کوکوپیت به مدت 24 ساعت در آب حاوی محلول غذایی کامل (جدول 1) خیسانده شد. پس از جذب آب و نرم شدن کوکوپیت مقدار مساوی وزنی از کوکوپیت برای اعمال تیمار خشکی کامل در آون 75 درجه سانتیگراد قرار داده شد. پس از 24 ساعت کوکوپیت‌ها از آون خارج شده و به عنوان بستر کشت استفاده شد. برای حفظ فاصله مناسب توسعه ریشه، ابتدا گلدان ها تا ارتفاع 7 سانتیمتر از کوکوپیت پر شد. سپس تعداد 6 بنه با آرایش کشت دایره‌ای در گلدان قرارداده شد. آرایش کشت بدین صورت بود که یک بنه در مرکز و سایر بنه ها در اطراف آن و روی دایره ای به شعاع 7 سانتیمتر، در بستر قرار داده شد و روی بنه ها به ارتفاع 7 سانتیمتر از کوکوپیت پوشیده شد. برای اعمال تیمار رطوبتی 100درصد ظرفیت زراعی، رطوبت گلدانها به طور روزانه کنترل شده و در صورت کاهش مقدار آب از حد ظرفیت زراعی که به صورت وزنی اعمال می شد، با استفاده از محلول غذائی، به رطوبت مورد نظر می‌رسید. برداشت گل، در ابتدای روز صورت گرفته و پس از توزین جداگانه کلاله و گلبرگ، نمونه ها در آون 45 درجه سانتیگراد به مدت 24 ساعت خشک شد. وزن خشک نمونه‌ها بوسیله ترازوی با دقت 0/0001 انجام شد. در پایان دوره رشد ریشه ها (پس از تخلیه کامل رطوبت بنه‌ها در اواخر آذرماه) ضخامت و پهنای برگ بوسیله کولیس ورنیه دیجیتالی اندازه گیری شد، سپس تعداد برگ ها شمارش شده و برای اندازه گیری طول، وزن تر و خشک برگ و غلاف و نیز تعیین میزان نشت الکترولیت، میزان آب و میزان کلروفیل a و b برگ، از محل طوقه قطع و در ظرف دربسته حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد. پس از آن کلیه بنه ها از بستر خارج شده و پس از شستشوی ریشه، جهت سایر اندازه گیریها از قبیل تعیین حجم، طول و تعداد ریشه، وزن تر و خشک ریشه و بنه و تعداد بنه دختری به آزمایشگاه منتقل شد.

پس از توزین و شمارش تعداد ریشه، اندازه گیری طول ریشه بوسیله خط کش میلی متری صورت گرفت.

جهت تعیین میزان نشت الکترولیت سلول‌های برگ، یک گرم از نمونه‌های برگی به طول یک سانتیمتر با آب مقطر شستشو شده و مدت 24 ساعت در دمای اتاق در ظروف شیشه ای 75 میلی لیتری، حاوی 20 میلی لیتر آب مقطر نگهداری شد. سپس هدایت الکتریکی محلول با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی (Jenway, UK) تعیین شد(E_1) . پس از آن ظروف حاوی نمونه به مدت یک ساعت در بن ماری در دمای 100درجه سانتیگراد قرار گرفت و پس از سرد شدن، مجدداً هدایت الکتریکی آن تعیین شد (E_2). درصد نشت الکترولیت برگ به روش شی و همکاران (Shi et al., 2006) از طریق معادله (1) محاسبه شد.

معادله (1) $EC\text{درصد}=(EC_1/EC_2)\times 100$

به منظور تعیین میزان نسبی آب برگ، مقدار یک گرم از وزن تر برگ هر تیمار جداشده و برای تعیین وزن آماس، در ظروف در بسته

1- Root lenght density

حاوی آب مقطر به مدت 12 ساعت در دمای2 ±21 قرارداده شد. وزن نمونه‌های آماسیده پس از گرفتن آب اضافی از سطح برگ بوسیله کاغذ خشک کن، اندازه‌گیری شده و برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها به آون با دمای 70 درجه سانتیگراد به مدت 48 ساعت منتقل شد. وزن خشک برگ بوسیله ترازوی با دقت 0/001 گرم، توزین شده و میزان نسبی آب برگ از طریق معادله (2) محاسبه شد (Mahmood et al., 2003) .

معادله (2) 100× [(وزن خشک – وزن آماس)/(وزن خشک - وزن تر)]= میزان نسبی آب برگ(درصد)

جهت تعیین میزان کلروفیل با استفاده از روش متانولی، ابتدا 0/1 گرم از وزن تر برگ داخل میکروتیوب آسیاب شده و پس از اضافه کردن یک میلی لیتر متانول به مدت 24 ساعت روی شیکر (150دور در دقیقه) قرار گرفت. برای جداسازی بافت برگ از محلول حاوی کلروفیل، میکروتیوب های حاوی نمونه، به مدت 5 دقیقه در سانتریفوژ با سرعت 3000 دور، قرار گرفت. سپس میزان50 میکرولیتر از محلول شفاف جداسازی شده با 950 میکرولیتر متانول مخلوط و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های666 و 653 نانومتر، به ترتیب برای تعیین کلروفیل a و کلروفیل b، طیف سنجی شد(Sartory & Grobbelaar, 1984). برای تعیین مقادیر کلروفیل a و b به ترتیب از معادلات 3 و 4 استفاده شد:

معادله (3) کلروفیل a = $15/65A_{666}$ - $7/34A_{653}$

معادله (4) کلروفیل b = $27/05A_{653}$ - $11/21A_{666}$

تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MINITAB Ver.13 انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح معنی داری 5درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیکی: نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی، به طور معنی داری ($P\leq0/01$) متأثر از تنش خشکی بودند و اثر اندازه و پوشش بنه نیز بر صفات مورد مطالعه معنی دار بود ($P\leq0/01$).

شکل های 1، 2 و 3 نشان می‌دهد که فقدان رطوبت کافی در محیط رشد ریشه، باعث کاهش معنی‌دار وزن تر، خشک، ضخامت و عرض برگ شد، ولی تعداد برگ متأثر از تیمار خشکی نبود. وزن خشک برگ در تیمار 100 درصد ظرفیت زراعی، 21/7 درصد وزن تر و در تیمار تنش خشکی 15/4 درصد وزن تر برگ بود. این مسئله نشان می‌دهد که افزایش تولید ماده خشک تابع وجود آب قابل وصول در محیط ریشه و در نتیجه انتقال عناصر غذایی لازم از ریشه به برگ ها و در نهایت انجام فتوسنتز در شرایط بهینه است. هرچند نیاز آبی زعفران نسبتاً پایین است ولی اعمال تنش رطوبتی و کمبود رطوبت خاک، مستقیماً اثر منفی بر عملکرد ماده خشک و رشد بنه زعفران دارد (Kafi, 2006; Shirmohammadi, 2003). غلامی و همکاران (Gholami et al., 2005) نیز در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که تأثیر تنش خشکی بر وزن تر و خشک کل زعفران منفی و معنی‌دار بود. گلیاریس (Gliariss, 1999) نیز بیان کرد که هرچند گیاه زعفران مقاوم به خشکی است، لیکن نباید در شرایط تنش خشکی قرارگیرد.

بنه‌های فاقد پوشش به دلیل عدم توان حفظ رطوبت در محیط اطراف بنه و ریشه ها، نمی توانند رطوبت لازم برای رشد جوانه‌ها را فراهم نموده و در نتیجه از تعداد برگ کاسته می‌شود (شکل3-A).

با توجه به اینکه ریشه اولین اندامی است که به خشکی واکنش نشان می‌دهد، اعمال تنش خشکی سبب کاهش معنی دار تعداد ریشه و در نتیجه وزن ریشه شد (شکل5-A و 4-B). بر خلاف وزن ریشه که کاهش معنی‌دار داشت وزن بنه در تیمار تنش خشکی کاهش نشان داد (شکل 4-A) که بیانگر عدم امکان انتقال مواد ذخیره‌ای بنه به ریشه و اندام‌های هوایی بوده است. نکته مهم دیگر اینکه در تیمار تنش خشکی گل ها به عنوان اندام اقتصادی زعفران ظاهر نشدند.

بعلاوه فقدان پوشش بنه، به دلیل عدم توان حفظ رطوبت محیط اطراف ریشه‌ها و جوانه های رویشی، سبب می‌شود که از تعداد ریشه‌ها کاسته شده (شکل 5-A) و گیاه مجبور به استفاده از ذخایر غذایی و رطوبت بنه شود. بعلاوه مجموع طول ریشه در شرایط 100 درصد ظرفیت زراعی 10 برابر بیشتر از تنش خشکی بود (5-B). این امر نشان می‌دهد که فراهمی رطوبت در محیط رشد ریشه، امکان توسعه بیشتر ریشه برای جذب بیشتر عناصر غذایی و آب را میسر می‌سازد بنابراین کاهش وزن بنه در این شرایط کمتر بوده و گیاه از مواد حاصل از جذب ریشه و انجام فتوسنتز تغذیه می‌کند.

در تنش‌های بسیار شدید خشکی، به دلیل عدم وجود رطوبت کافی در محیط ریشه، جوانه‌های رویشی فعال نشده و انتقال عناصر غذایی از بنه به جوانه‌ها نیز به دلیل عدم وجود آب میسر نمی‌باشد که در نتیجه وزن این بنه‌ها در مقایسه با شرایط رطوبتی مناسب کاهشی نخواهد داشت. در حالیکه در شرایط ظرفیت زراعی، شرایط انتقال مواد غذایی از بنه فراهم شده و برای تولید اندامهای رویشی و زایشی جدید، سرعت رشد بالاتری داشته و در نتیجه امکان استفاده از ذخایر بنه اصلی فراهم می‌شود که این امر منجر به کاهش وزن بنه خواهد شد (شکل4-A).

نتایج نشان داد که با کاشت بنه‌های بزرگتر، وزن خشک و ضخامت برگ افزایش یافت، ولی مقدار این افزایش معنی دار نبود (جدول 2). با افزایش وزن بنه به 6 تا 8 گرم، بر وزن خشک ریشه و وزن تر برگ افزوده شد ولی در وزن 8 تا10 گرم از مقدار کمّی این دو صفت کاسته شد. این نتایج نشان می‌دهد که بهترین اندازه بنه برای تولید بیشترین تعداد برگ و بالاترین وزن خشک ریشه، 6 تا 8 گرم

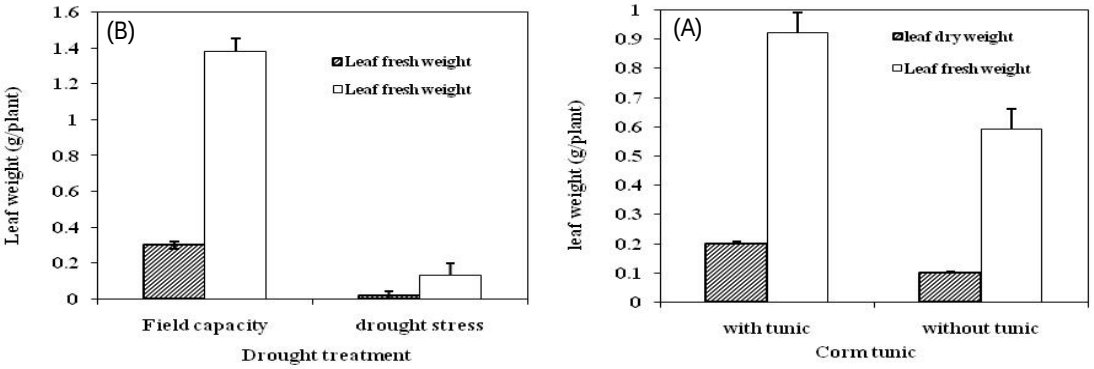
است. هرچند مشایخی و همکاران (Mashayekhi & Latifi, 1997) بیان کردند که اندازه بنه تأثیری بر شاخص‌های رشد و عملکرد زعفران ندارد، لیکن نتایج سایر محققان مؤید نتایج این آزمایش می‌باشد (Azizi, 2008; Sadeghi, 1997) .

اثر وزن بنه نیز بر صفات مورد بررسی معنی دار بود، بطوریکه بیشترین وزن خشک ریشه، وزن تر و تعداد برگ در بنه با وزن 6 تا 8 گرم مشاهده شد (جدول2). هرچند که تأثیر وزن بنه بر سایر صفات مورد بررسی معنی دار نبود، لیکن با افزایش وزن بنه بر وزن خشک، عرض، و ضخامت برگ افزوده شد.

جدول 1- ترکیب مقادیر عناصر غذایی موجود در کود مایع مورد استفاده برای تغذیه بستر کوکوپیت

Table 1: The macro and micro nutrient content of liquid fertilizer used for coco-peat uptake.

N(%) (N)	P(%) (P_2O_5)	K(%) (K_2O)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Br (ppm)	Mn (ppm)	Mg (ppm)	pH
10-8	5-4	10-8	1800-1600	1200-1000	800-600	1000-800	1000-800	500-400	7

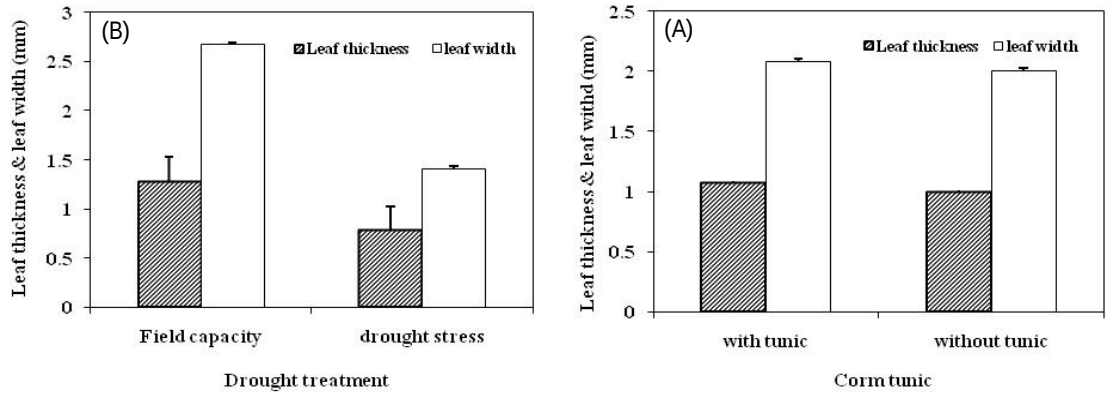


شکل 1- تأثیر پوشش بنه (A) و تنش خشکی(B) بر وزن تر و خشک برگ گیاه زعفران با میانگین + خطای استاندارد

Figure1: The effect of corm tunic (A) and drought stress(B) on leaf fresh and dry weight of saffron (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

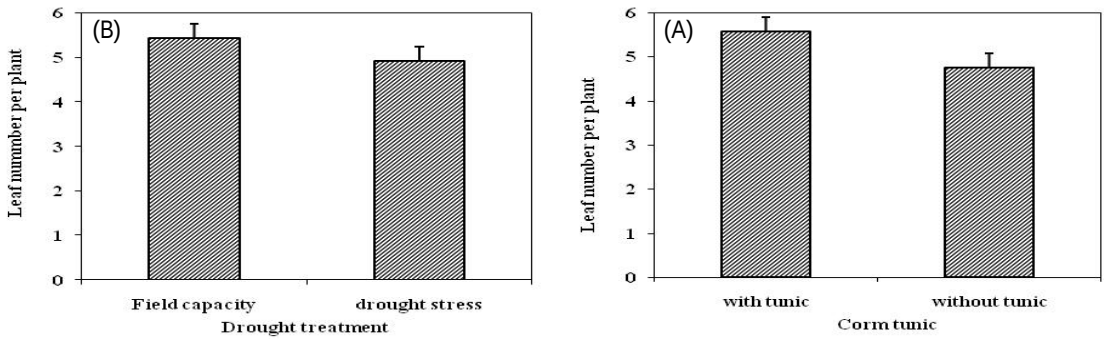


شکل2- اثر پوشش بنه (A) و تنش خشکی(B) بر عرض و ضخامت برگ گیاه زعفران با میانگین + خطای استاندارد

Figure2: The effect of corm tunic (A) and drought stress(B) on leaf width and thickness of saffron (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

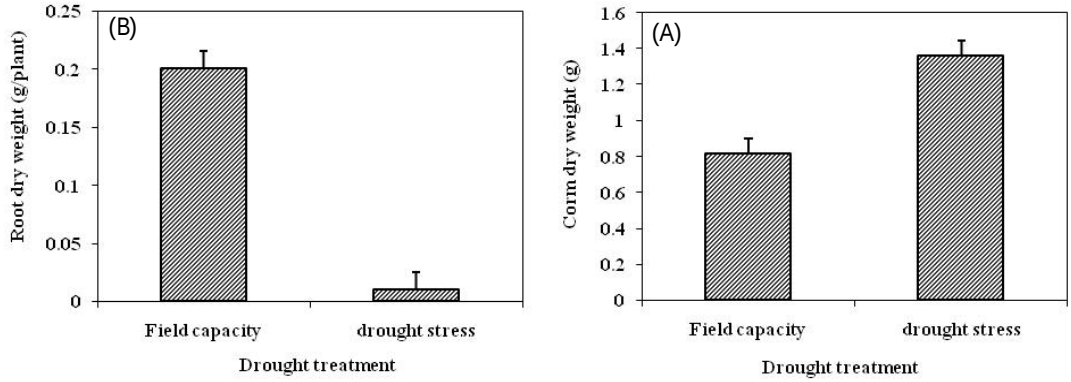


شکل3- اثر پوشش بنه (A) و تنش خشکی(B) بر تعداد برگ گیاه زعفران با میانگین + خطای استاندارد

Figure3: The effect of corm tunic (A) and drought stress(B) on leaf number of saffron (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

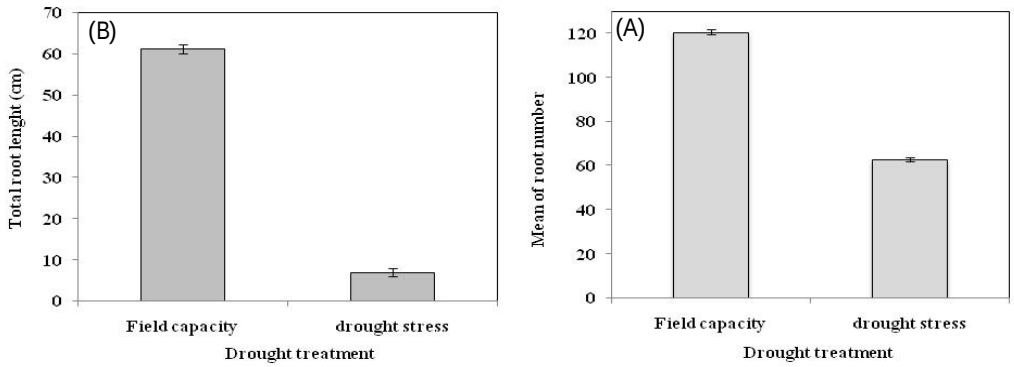


شکل4- اثر تنش خشکی بر وزن خشک بنه (A) و ریشه (B)گیاه زعفران با میانگین + خطای استاندارد

Figure 4: The effect of drought treatment on corm dry weight (A) and root dry weight(B) of saffron (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

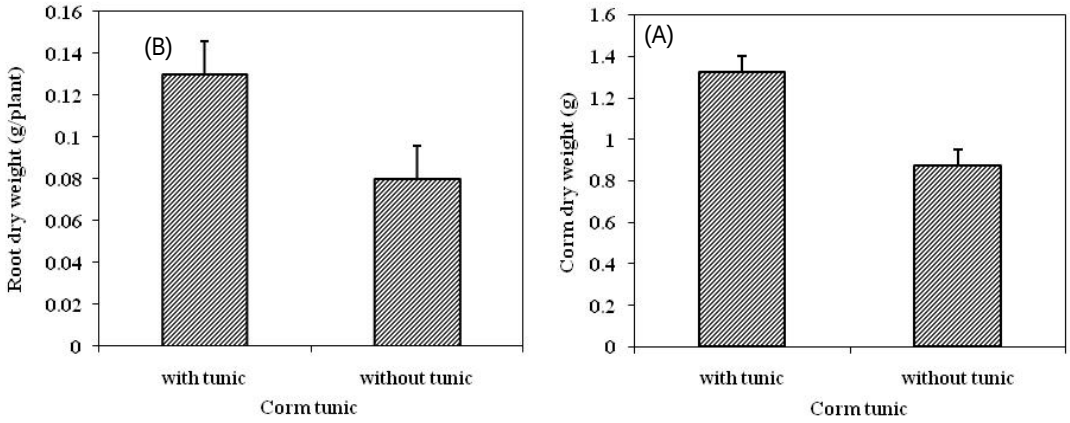


شکل5- اثر تنش خشکی بر طول ریشه (A) و تعداد ریشه (B)گیاه زعفران با میانگین ± خطای استاندارد

Figure 5: The effect of drought stress on root lenght (A) and root number(B) of saffron (mean±SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل6- اثر پوشش بنه بر وزن خشک بنه (A) و ریشه(B) گیاه زعفران با میانگین +خطای استاندارد

Figure6: The effect of corm tunic on corm dry weight (A) and root dry weight(B) of saffron (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

جدول2- تأثیر اندازه بنه بر وزن خشک (گرم در بوته)، وزن تر(گرم در بوته)، ضخامت(میلی متر)، عرض(میلی متر) و تعداد برگ، وزن خشک بنه (گرم در بوته) و وزن خشک ریشه (گرم در بوته) گیاه زعفران

Table2: The effect of corm size on leaf dry weight (g/plant) and leaf fresh weight (g/plant), leaf thickness (mm) and leaf width (mm) and number of leaf, corm dry weight (g) and root dry weight(g/plant) of saffron.

وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) Root dry weight (g/plant)	وزن خشک بنه (گرم در گیاه) Corm dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم در گیاه) Leaf fresh weight(g/plant)	تعداد برگ (در گیاه) Leaf number (Per plant)	عرض برگ (میلی متر) Width (mm)	ضخامت برگ (میلی متر) Thickness (mm)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه) Leaf dry Weight(g/plant)	تیمار Treatment	
0.07 b	0.56 c	0.64 c	4.0 c	1.87 b	0.98 a	0.12 a	2-4 g	وزن بنه Corm size
0.08 b	0.91 b	0.86 b	5.0 b	2.01 ab	1.01 a	0.15 a	4-6 g	
0.16 a	0.94 b	1.07 a	7.0 a	2.04 ab	1.06 a	0.15 a	6-8 g	
0.13 a	1.95 a	0.45 d	5.0 b	2.24 a	1.08 a	0.20 a	8-10 g	

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

* Means within a shape followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

بر همکنش پوشش بنه و تنش خشکی نشان داد کـه در شـرایط تنش خشکی، بنه های فاقد پوشش از تعداد برگ، وزن خشـک و تـر برگ و ریشه کمتری برخوردار بودند (جدول3). بر همکنش وزن بنه و پوشش بنه نیز بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود بطوریکه بیشترین وزن خشک برگ و ریشه و تعداد برگ به ترتیب به میزان 0/27 گرم، 0/24 گرم و 8 برگ، در بنه های با وزن 6 تـا 8 گـرم حاصـل شـد. بیشترین وزن تر برگ در بنه های با وزن 4 تا 6 گـرم و بـه میـزان 1/58 گرم و بیشترین عرض و ضخامت برگ و وزن خشـک بنـه در بنه‌های 8 تا 10 گرمی بدست آمد (جدول 3).

بنابر نتایج این آزمایش، مناسبترین اندازه بنه برای بهبود رشـد و بقای بنه گیاه زعفران در هر دو شرایط تنش خشـکی و 100 درصـد ظرفیت زراعی، بنه های با وزن بیش از 6 گرم و دارای پوشـش مـی باشد.

بطورکلی، حفظ پوشش بنه‌ها نیز سبب می‌شود که حتی در شرایط تنش خشکی، صدمات وارد شده به گیاه کمتر از بنه‌های بدون پوشش باشد، چراکه بنه های فاقد پوشش در تماس مسـتقیم بـا خـاک، آب ذخیره شده در بافت خود را از دست داده و قادر به حفـظ رطوبـت در اطراف جوانه ها و مریستم ریشه نیستند. این امر باعث کاهش تولیـد ریشه و ناتوانی در جذب آب به دلیل عدم توسعه ریشه‌هـا شـده و در نتیجه انتقال آب و مواد غذایی به جوانه‌های برگ به کنـدی صـورت می گیرد. کاهش سرعت انتقال اندوخته غذایی بنه به جوانه‌ها منجـر بـه تـأخیر در جوانـه زنـی و رشـد بـرگ هـا و در نتیجـه کـاهش آسیمیلاسیون خواهدشد.

جدول 3- بر همکنش تیمارهای آبیاری، پوشش و اندازه بنه بر وزن خشک برگ (گرم در بوته)، وزن تر برگ (گرم در بوته)، ضخامت برگ (میلی متر)، عرض برگ (میلی متر) و تعداد برگ، وزن خشک بنه (گرم در بوته) و ریشه (گرم در بوته) گیاه زعفران

Table3: Intraction effect of drought stress and corm size, drought stress and corm tunic, corm tunic and corm size on dry and fresh weight (g/plant), diameter (mm) and wide(mm) and number of leaf, corm dry weight (g) and root dry weight(g/plant) of saffron.

وزن خشک ریشه (گرم در گیاه) Root dry weight (g/plant)	وزن خشک بنه (گرم در گیاه) Corm dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم در گیاه) Leaf fresh weight(g/plant)	تعداد برگ (در گیاه) Leaf number (Per plant)	عرض برگ (میلی متر) Width (mm)	ضخامت برگ (میلی متر) Thickness (mm)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه) Leaf dry Weight(g/plant)	تیمارها Treatments	
0.24 a	0.80 b	1.70 a	6.0 a	2.66 a	1.30 a	0.36 a	+tunic	ظرفیت زراعی
0.16 b	0.83 b	1.05 b	5.0 b	2.68 a	1.26 a	0.24 b	-tunic	Field capacity
0.02 c	1.83 a	0.14 c	5.0 ab	1.50 b	1.84 b	0.04 b	+tunic	تنش خشکی
0.01 c	0.90 b	0.13 c	5.0 ab	1.31 c	1.72 c	0.01 c	-tunic	Drought stress
0.123 b	0.34 f	1.23 c	5.0 e	2.49 a	1.27 a	0.22 a	2-4 g	
0.135 b	0.56 e	1.58 b	5.0 d	2.67 a	1.29 a	0.28 a	4-6 g	ظرفیت زراعی
0.298 a	0.94 c	2.00 a	8.0 a	2.64 a	1.27 a	0.35 a	6-8 g	Field capacity
0.243 a	1.43 b	0.70 d	4.0 f	2.88 a	1.30 a	0.36 a	8-10 g	
0.007 e	0.78 d	0.05 f	3.0 g	1.24 b	0.70 a	0.01 b	2-4 g	
0.026 c	1.27 b	0.14 e	5.0 e	1.34 b	0.72 a	0.02 b	4-6 g	تنش خشکی
0.011 d	0.94 c	0.13 ef	6.0 b	1.45 b	0.85 a	0.03 b	6-8 g	Drought stress
0.010 d	2.47 a	0.21 e	6.0 c	1.59 b	0.86 a	0.03 b	8-10 g	
0.06 d	0.47 d	0.69 d	5.0 d	1.99 ab	1.03 a	0.13 ab	2-4 g	بنه دارای پوشش
0.096 c	0.99 c	1.58 a	5.0 c	1.95 ab	1.02 a	0.16 ab	4-6 g	+tunic
0.237 a	1.43 b	1.37 a	8.0 a	2.07 ab	1.08 a	0.27 a	6-8 g	
0.127 b	2.37 a	0.80 c	5.0 c	2.29 a	1.16 a	0.24 ab	8-10 g	
0.07 cd	0.64 cd	0.58 e	3.0 e	1.73 b	0.94 a	0.10 b	2-4 g	
0.065 d	0.83 c	0.90 b	5.0 d	2.07 ab	1.00 a	0.14 ab	4-6 g	بنه فاقد پوشش
0.072 cd	0.45 d	0.77 cd	7.0 b	2.01 ab	1.04 a	0.11 ab	6-8 g	-tunic
0.126 b	1.53 b	0.11 f	5.0 d	2.18 ab	1.00 a	0.15 ab	8-10 g	

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
(+ پوشش= بنه دارای پوشش، - پوشش= بنه فاقد پوشش)

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.
(+tunic= without tunic, -tunic= with tunic)

بعلاوه کاهش وزن بنه‌های بدون پوشش و در معرض تنش خشکی بسیار بیشتر از بنه‌های پوشش‌دار بود. سینگ و همکاران (Sing et al., 2000) نیز بیان کردند، گیاهانی که توسعه ریشه مناسب‌تری دارند نسبت به سایر گیاهان از تحمل بیشتری به کم آبی و تنش خشکی برخوردارند. گوپتا (Gupta, 1984) و نور و ویبل (Nour & Weibel, 1978) بیان داشتند که واریته‌های مقاوم به خشکی نسبت به واریته‌های حساس از توسعه ریشه بیشتری برخوردار می‌باشند.

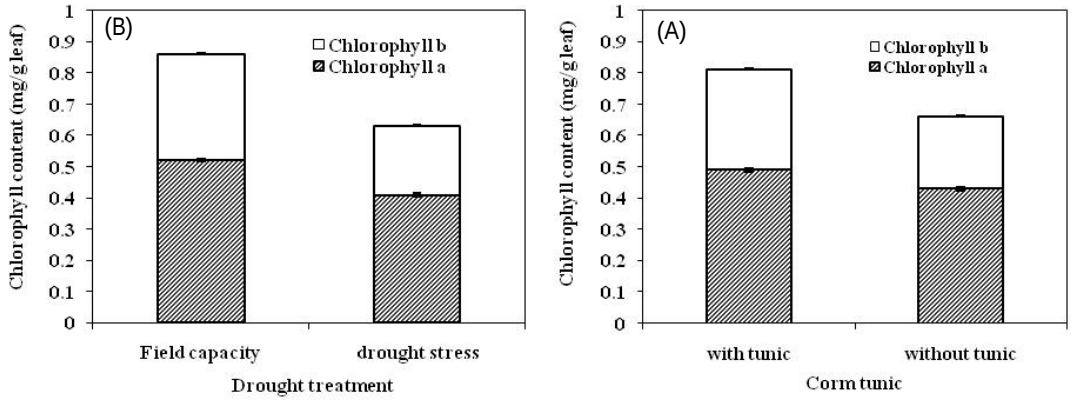
ویژگی‌های فیزیولوژیکی

میزان کلروفیل در شرایط بدون تنش خشکی و بنه های دارای پوشش، به طور معنی داری($P\leq 0/001$) بیش از تنش خشکی و بنه‌های فاقد پوشش بود، ولی نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* در شرایط تنش خشکی و بنه های فاقد پوشش بیشتر بود (شکل A,B-7). با توجه به نتایج جدول (4) مشاهده می‌شود که بالاترین میزان کلروفیل *a* و *b* موجود در برگ بنه های با وزن 4 تا 6 گرم و شرایط رطوبتی مناسب تولید شد، لیکن نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* در شرایط تنش خشکی و بنه‌های با وزن 8 تا10 گرم بیشتر بود، هرچندکه اختلاف بین این تیمار و بنه های به وزن 4 تا 6 گرم معنی‌دار نبود.

تنش خشکی و حذف پوشش بنه، باعث افزایش میزان نشت الکترولیت از سلول‌های برگ شد. کاهش وزن بنه نیز بر میزان نشت

الکترولیت افزود، بطوریکه کمترین میزان نشت الکترولیت در بنه های دارای پوشش با وزن 6 تا 8 گرم و در تیمار تـأمین آب کـافی بـه میزان 0/21 درصد مشاهده گردید.

همانطور که در شکل A-8 مشاهده می‌شود، پوشـش بنـه تـأثیر معنی‌داری بر میزان نسبی آب برگ نداشت، ولی با توجـه بـه اینکـه پوشش بنه سبب حفظ آب درون بنه می‌شود لذا وزن آماسیده و غیـر آماسیده بنه‌های دارای پوشش کمتر از بنه‌هـای دارای پوشـش بـود. نتایج نشان داد (شکل 9) که در شرایط تنش خشکی میـزان نسـبی آب برگ کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان نسبی آب بـرگ بـه ترتیب، در شرایط 100 درصد ظرفیت زراعی (59/2 درصد) و تنش خشکی (28/3 درصد) مشاهده شد. با افزایش وزن بنه، تغییرات میزان نسبی آب برگ از روند خاصی تبعیت نکرد. در بنه‌های فاقد پوشش بـا افـزایش وزن بنه از 2- 4 گرم به 6-8 گرم بر میزان نسبی آب برگ افـزوده شد ($p<0/01$)، ولی میزان نسبی آب برگ در بنه‌های دارای پوشـش تابع تغییرات وزن بنه نبود (جدول4). بیشترین میزان نسبی آب برگ در بنه های فاقد پوشش به وزن 6 تا 8 گرم و در شرایط 100 درصـد ظرفیت زراعی حاصل شـد و کمتـرین مقـدار آن در بنـه‌هـای دارای پوشش به وزن 2 تا 4 گرم و تنش خشکی مشاهده شد.

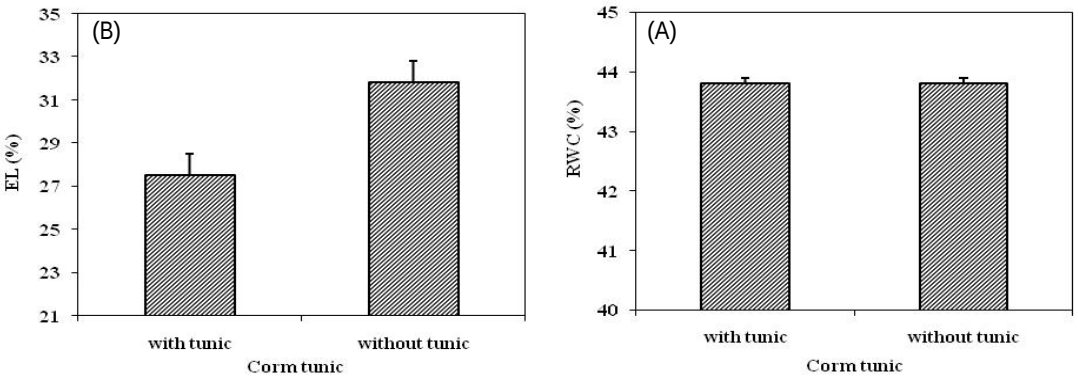


شکل7- اثر پوشش بنه (A) و تنش خشکی(B) بر میزان کلروفیل a وb گیاه زعفران با میانگین ± خطای استاندارد

Figure7: Effect of corm tunic (A) and drought stress (B) on Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* of saffron leaves (mean±SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

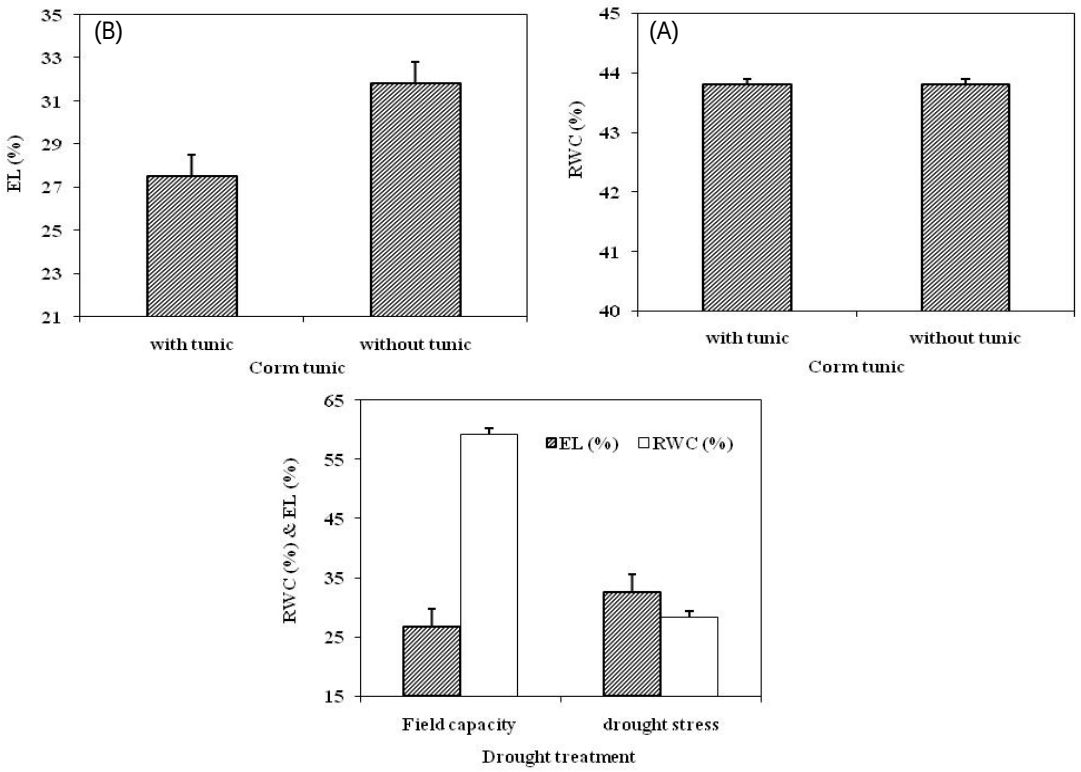


شکل8- اثر پوشش بنه بر میزان نسبی آب برگ(A) و میزان نشت الکترولیت(B) برگ گیاه زعفران با میانگین +خطای استاندارد

Figure8: The effect of corm tunic on Relative water content (A) and Electrolyte leakage (B) of saffron leaves (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.



شکل9- تأثیر تیمار خشکی بر میزان نسبی آب برگ (درصد) و میزان نشت الکترولیت (درصد) برگ گیاه زعفران با میانگین +خطای استاندارد

Figure9:The effect of drought stress on Relative water content (درصد) and Electrolyte leakage (درصد) of saffron leaves (mean+SE)

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان براساس خطای استانداردتفاوت معنی‌داری ندارند.

There are no significant differences between averages with similar overlap range according to standard error.

به طور کلی تنش خشکی باعث کاهش میزان نسبی آب برگ و افزایش نشت الکترولیت از غشای سلولی زعفران می شود. نتایج سایر محققان نیز بیانگر افزایش میزان نشت الکترولیت و کاهش میزان نسبی آب برگ، در شرایط تنش خشکی می‌باشد(Beltrano & Ronco, 2008; Sabet teimouri et al., 2009).

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش و این واقعیت که زعفران گیاهی است که طی سازگاری با شرایط سرد و یخبندان زمستان از میزان نسبی آب برگ خود می‌کاهد، لذا سطح نسبی آب در برگ این گیاه به طور طبیعی از سایر گیاهان کمتر می باشد. بعلاوه با افزایش اندازه بنه، میزان اندوخته رطوبتی و مواد غذائی بنه بیشتر شده و زمینه لازم برای انتقال آب به سلول‌های برگ بیشتر شده و میزان نسبی آب برگ این گونه بنه‌ها نیز بیشتر خواهد بود. بنه‌های دارای پوشش نیز با جذب رطوبت در تیمار100 درصد ظرفیت زراعی و حفظ رطوبت اطراف بنه در شرایط خشکی، قادر به تأمین آب مورد نیاز برای آماس مناسب سلول ها و در نتیجه حفظ میزان نسبی آب برگ در حد مطلوب بودند.

نتایج این مطالعه نشان داد که روند تغییرات درصد نشت الکترولیت در تقابل با میزان نسبی آب برگ بود. بنه های دارای پوشش با جذب آب و حفظ آن مانع از دست رفتن آب درون سلولی شده و در نتیجه انسجام غشای سلولی را بهتر حفظ نمودند، که نتیجه آن کاهش میزان نشت الکترولیت از سلول‌های برگ بود. بعلاوه روند کاهشی تغییرات میزان نشت الکترولیت با افزایش وزن بنه، بیانگر حفظ پتانسیل اسمزی درون سلولی در بنه های بزرگتر است که این گونه بنه ها به دلیل محتوای بیشتر آب و عناصر غذایی، در ساخت متابولیت های محلول در آب درون سلولی موفق تر بوده، مانع خروج آب از سلول ها و کاهش پلاسمولیز شده و در نتیجه در حفظ انسجام غشای سلولی بهتر عمل می‌کنند.

با توجه به اینکه در این آزمایش بخش اصلی تولید گل و برگ در تیمار تنش خشکی با اتکا بر ذخایر رطوبتی بنه انجام شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که بدون اضافه کردن آب به محیط رشد زعفران، امکان سبز شدن آن با مصرف ذخایر آبی بنه وجود دارد، لیکن به دلیل کمبود رطوبت خاک، که منجر به کاهش شدید رشد بنه و عملکرد زعفران می‌شود (Kafi, 2006)، استحصال عملکرد اقتصادی مشکل

به نظر می‌رسد.

جدول 4- مقایسه میانگین اثر تیمارهای اعمال شده بر صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی گیاه زعفران(کلروفیل a (mg/g leaf)، کلروفیل b (mg/g leaf)، نسبت کلروفیل a به کلروفیلb، مجموع کلروفیل a وb (mg/g leaf)، درصد نشت الکترولیت و درصد میزان نسبی آب برگ)

Table 4: Interaction Effect of drought stress and corm size, drought stress and corm tunic, corm tunic and corm size on Chlorophyll *a* Chlorophyll *b* of saffron leaves relative water content and electrolyte leakage of saffron leaves

میزان نسبی آب برگ (درصد) RWC (%)	نشت الکترولیت (درصد) EL (%)	کلروفیل a + کلروفیل b (میلی گرم درگرم برگ) Chl a+ Chl b (mg/g leaf)	کلروفیل a / کلروفیل b Chl a / Chl b	کلروفیل b (میلی گرم درگرم برگ) Chl b (mg/g leaf)	کلروفیل a (میلی گرم درگرم برگ) Chl a (mg/g leaf)		تیمارها Treatments
55.43 b	0.35 a	7.71 b	1.67 b	0.29 b	0.47 c	2-4 g	اندازه بنه Corm size
53.76 d	0.29 b	7.93 b	1.95 ab	0.29 b	0.48 b	4-6 g	
56.80 a	0.26 c	8.64 a	1.59 b	0.32 a	0.51 a	6-8 g	
55.18 c	0.25 d	5.73 c	2.30 a	0.20 c	0.39 d	8-10 g	
47.94 d	0.22 d	9.48 a	1.43 b	0.38 a	0.53 a	+tunic	ظرفیت زراعی Field capacity
55.51 b	0.29 c	7.96 b	1.72 b	0.29 b	0.50 b	-tunic	
52.74 c	0.31 b	7.29 c	1.79 b	0.27 b	0.46 c	+tunic	تنش خشکی Drought stress
64.98 a	0.33 a	4.92 d	2.60 a	0.17 c	0.36 d	-tunic	
53.40 e	0.309 d	8.94 b	1.563 b	0.337 b	0.518 c	2-4 g	ظرفیت زراعی Field capacity
52.68 e	0.229 e	10.36 a	1.453 b	0.399 a	0.563 a	4-6 g	
53.03 f	0.290 e	8.95 b	1.639 b	0.332 b	0.541 b	6-8 g	
47.80 h	0.189 h	7.37 c	1.627 b	0.275 c	0.439 e	8-10 g	
57.48 c	0.385 a	6.49 d	1.834 b	0.234 d	0.424 f	2-4 g	ظرفیت زراعی Drought stress
54.83 d	0.351 b	5.51 e	2.446 a	0.190 e	0.399 e	4-6 g	
60.58 b	0.238 f	8.34 b	1.543 b	0.316 b	0.476 d	6-8 g	
62.57 a	0.317 c	4.08 f	2.974 a	0.132 f	0.335 h	8-10 g	
56.63 d	0.35 a	8.58 b	1.626 b	0.321 b	0.506 b	2-4 g	+tunic بنه دارای پوشش
46.13 h	0.27 e	9.70 a	1.467 b	0.374 a	0.526 a	4-6 g	
51.68 f	0.21 g	9.18 ab	1.50 b	0.349 ab	0.518 a	6-8 g	
46.92 g	0.24 f	6.81 d	1.85 b	0.250 d	0.427 c	8-10 g	
54.24 e	0.34 b	6.85 d	1.77 b	0.249 d	0.435 c	2-4 g	بنه فاقد پوشش -tunic
61.38 c	0.31 d	6.17 e	2.43 a	0.215 d	0.436 c	4-6 g	
61.93 b	0.32 c	8.11 c	1.68 b	0.299 c	0.499 b	6-8 g	
63.44 a	0.27 e	4.64 f	2.75 a	0.157 e	0.347 d	8-10 g	

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
(+ پوشش= بنه دارای پوشش، - پوشش= بنه فاقد پوشش)

* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.
(+tunic= without tunic, -tunic= with tunic)

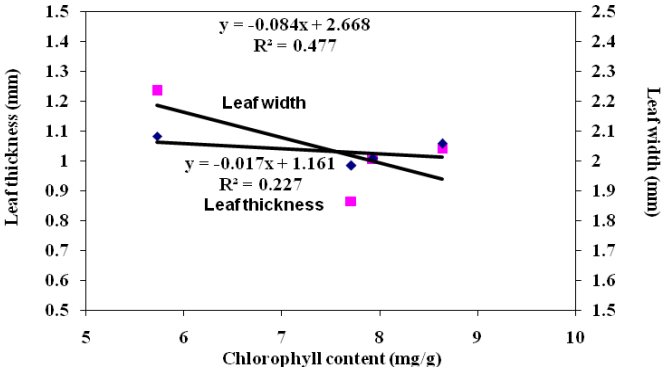
گزارش شده است که تنش خشکی سبب کاهش معنی دار وزن تر و خشک کل زعفران می‌شود (Gholami et al., 2008). پوشش بنه به عنوان عامل جاذب رطوبت عمل نموده و در بنه‌های پوشش‌دار به سبب حفظ رطوبت اطراف بنه، جوانه‌های روی بنه و ریشه‌ها، تعداد برگ بیشتری تولید نموده و نیز وزن ریشه ها بیشتر بود، چراکه میزان رطوبت نسبی خاک، در طول دوره خواب تابستانه گیاه، عامل موثر بر گل‌زایی بنه بوده و رطوبت نسبی و سلامتی بنه از عوامل تعیین کننده تعداد گل پس از کاشت، خصوصاً در سال اول می‌باشد (Mollafilabi, 2004).

بررسی رابطه رگرسیونی بین میزان کلروفیل و خصوصیات برگ نشان داد که با افزایش عرض و ضخامت برگ به ترتیب با ضریب تبیین R2 =0/48 و R2 =0/23 به طور خطی از میزان کلروفیل کاسته شد (شکل 10).

در نهایت، اعمال تنش خشکی، منجر به کاهش میزان نسبی آب برگ، عملکرد ماده خشک و عملکرد گل زعفران شد. بعلاوه، با توجه به اینکه فصل رشد گیاه زعفران، همزمان با سرما و یخبندان

پائیز و زمستان است، بنابراین طی فرآیند سازگاری و به منظور مقاومت در برابر یخ زدگی، میزان نسبی آب برگ این گیاه نسبت به سایر گیاهان کمتر شده است. در شرایط تنش خشکی، گیاه دچار کاهش آب درون سلولی خواهد شد، لیکن کاهش میزان نسبی آب برگ در این گیاه به

سبب ممانعت از تنش یخ زدگی در سرمای زمستان، به طور طبیعی کمتر از سایر گیاهان بوده و با افزایش مواد آلی محلول و پروتئین های خاص اقدام به حفظ پتانسیل اسمزی درون سلول می‌کند تا مانع از آب کشیدگی ناشی از تنش سرما و خشکی شود. بعلاوه در این شرایط میزان نشت الکترولیت نیز تابعی از میزان نسبی آب برگ است. در این شرایط گیاه با افزایش اسیمیلاسیون و افزایش غلظت مواد آلی درون سلولی باعث افزایش پتانسیل اسمزی گیاه و افزایش مقاومت به نشت الکترولیت و مقاومت در برابر آب کشیدگی خواهد بود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، به منظور کاهش صدمات ناشی از تنش خشکی، بنه های پوشش دار با میانگین وزنی بیش از 6 گرم و رطوبت کافی در مناسب است.



شکل 10- رگرسیون بین تغییرات کلروفیل، ضخامت و عرض برگ زعفران

Figure 10: Regression between chlorophyll content, leaf wide and leaf diameter of saffron

منابع

1- Aitoubahou, A., and El-Otmani, M. 1999. Saffron cultivation in Morocco. In: Neghbi, M. (Ed.), Saffron. Harwood Academic Publication, pp. 73–87.

2- Azizi-Zehan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah A.R. 2006. Effect of Irrigation Method and frequency on corm and saffron production (*Crocus sativus* L.). The Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 10(1): 45-54.

3- Azizi-Zehan, A.A., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah A.R. 2008. Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran. Journal of Arid Environments 72: 270–278.

4- Beltrano, J., and Ronco, M.G. 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. Brazilian Journal of Plant Physiology 20(1): 29-37.

5- Gholami Turanposhti, M., Maghsoodi moud, A.A., and Farahbakhsh. H. 2006. Effect of two levels of irrigation on water relations of three Iranian saffron (*Crocus sativus* L.) clones. In: Proceeding of the 3th Confernce of Irriagation management of water and soil. Kerman, Iran. Pp.1780-1787.

6- Goliaris, A.H. 1999. Saffron cultivation in Greece. In: Neghbi, M., (Eds.), Saffron. Harwood Academic. Pub., The Netherland. Pp.73-83.

7- Gregory, P.J. 1988. Root growth of chickpea, faba bean, lentil and pea and effcets of water and salt stresses. Pp. 857-867. In: R.J. Summer Field (Eds.), World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Publishers.

8- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulturae.

9- Gupta, U.S. 1984. Crop improvement for drought resistance. Current Agriculture 8:1-5.

10- Hussain, M.M., Reid, J.B., Othman, H., and Gallagher, Y.N. 1990. Growth and water use of Faba beans (*Vicia faba*) in a subhumid climate. I. Root and shoot adaptation to drought stress. Field Crops Research 23:1-17.

11- Kafi, M., Rashed-Mohassel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2006. Saffron, Production and Processing Ferdowsi University of Mashhad, Iran Press. (In Persian)

12- Mahmood S., Iram Sh., and Athar H.R. 2003. Intra- specific various quantitative and qualitative attributes under differential salt region. Journal of Research in Science Teaching 14:177-186.

13- Mashayekhi, K., and Latifi, N. 1997. Investigation of the effect of corm's weight on saffron flowering. Iranian Journal of Agricultural Science 28(1): 97- 105.
14- Minchin, F.R., Summerfield, R.J., Hadley, P., and Roberts, E.H. 1980: Growth, longevity and nodulation of roots in relation to seed yield in Chickpea. Journal of Experimental Agriculture 16:24-61.
15- Mollafilabi, A. 2004. Experimental findings of production and echo physiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulture 650:195–200.
16- Mosaferi, H. 2002. The Effect of different irrigation regimes on saffron yield. M.Sc. Thesis. Fac. Agric. Ferdowsi Univ Mashhad., Iran. (In Persian with English Summary)
17- Negbie, M. 1999: Saffron: *Crocus sativus* L. Medicinal and Aromatic Plants – industrial profiles. Amsterdam, Harwood Academic Publishers.
18- Nour, A.E.M., and Weibel, D.E. 1978. Evaluation of root characteristics in grain Sorghum. Agronomy Journal 70: 217-218.
19- Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, Z., and Orooji, K. 2009. Investigation of drought stress levels on leaf chlorophyll content in saffron. 3th International Symposium on Saffron Biology and Technology, Kozani, Greece. Pp. 333.
20- Sadeghi, B. 1997. Effect of storage and sowing date of corm on saffron flowering. Organisation of Scientific and Industrial of Iran, Research Center of Khorasan.(In persion).
21- Sartory, D.P., and Grobbelaar, J.U. 1984. Extraction of chlorophyll *a* from freshwater phytoplankton for spectrophotometric analysis. Hydrobiologia 114: 177-187.
22- Shi Q., Bao, Z., Zhu, Z., Ying, Q., and Qian, Q. 2006. Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. Plant Growth Regulation 48: 127–135.
23- Singh, D.N., Massod Ali, R.I., and Basu, P.S. 2000. Genetic variation in dry matter partitioning in shoot and root influences of Chickpea to drought. 3rd International Crop Science Congress 2000. Hamburg - Germany.
24- Slama, I., Messedi, D., Ghnaya, T., Savour, A., and Abdelly, Ch. 2005. Effect of water deficit on growth and proline metabolism in *Sesuvium portulacastrum*. Environmental and Experimental Botany 56(3): 231-238.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 342-335

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 335-342

ارزیابی رشد و عملکرد هیبریدهای جدید سینگل کراس ذرت علوفه ای (*Zea mays* L.)

سعید خاوری خراسانی[1]، محمد گلباشی[2*]، فرهاد عزیزی[3]، مریم آشفته بیرگی[4] و رضا فاطمی[5]

تاریخ دریافت: 89/3/11
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

بمنظور ارزیابی و مقایسه هیبریدهای جدید ذرت علوفه ای (*Zea mays* L.) از نظر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن آزمایشی در سال زراعی 88-1387 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی اجرا شد. در این بررسی 18 هیبرید ذرت علوفه‌ای در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار کشت شد و از نظر عملکرد علوفه و صفات وابسته مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین هیبریدهای مورد مطالعه از نظر وزن علوفه تر، وزن بلال و همچنین نسبت وزن بلال به وزن بیوماس هوایی (به عنوان یک شاخص کیفی علوفه) تفاوت معنی دار آماری وجود داشت ($P\leq0.05$). مقایسه میانگین هیبریدها با روش آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد که رقم تجاری KSC700 (هیبرید 12) علیرغم دارا بودن بالاترین وزن علوفه تر (92/80 تن در هکتار) کیفیت علوفه مطلوبی نداشت. لیکن هیبرید شماره 3 (K3615/2× K47/2-2-1-3-3-1-1-1) با داشتن 85/31 تن علوفه تر، بیشترین وزن بلال (30/02 تن در هکتار) و بیشترین نسبت بلال به بیوماس هوایی (0/37) را به خود اختصاص داد. گرچه رقم شاهد تجاری KSC704 (هیبرید 15) از نظر وزن خشک ساقه و بلال و همچنین مساحت برگ بلال برتر از سایر هیبریدها بود، لیکن با اختلاف غیر معنی دار نسبت به برترین هیبرید به لحاظ عملکرد علوفه تر (83/96 تن در هکتار) و شاخص کیفی علوفه تر (0/33)، وضعیت بینابینی نسبت به سایر هیبریدها داشت.

واژه‌های کلیدی: رگرسیون گام به گام، صفات زراعی، مقایسه عملکرد علوفه، هیبرید

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی چهار کربنه است که در جهان سومین محصول مهم غذایی بعد از گندم و برنج می‌باشد و غذای اصلی میلیون‌ها انسان است (Shoa Hosseini et al., 2010). ذرت از جمله گیاهان زراعی مهم در ایران به شمار می‌رود که در 700 هزار هکتار از اراضی ایران کاشته می شود و تولید 2/8 درصد از کل غلات را به خود اختصاص داده است (FAO, 2002). پیش بینی می شود که تا سال 2020 تقاضا برای ذرت علوفه ای 45 درصد افزایش یابد. ذرت علوفه ای یکی از محصولات استراتژیک و مهم کشور می‌باشد که سهم عمده‌ای در تأمین پروتئین مورد نیاز بویژه گوشت قرمز و سفید ایفا می‌کند. تولید تجاری ذرت، 604 میلیون تن و سطح زیر کشت آن 140 میلیون هکتار می باشد و این گیاه از نظر تولید بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد. سطح زیر کشت ذرت علوفه ای در سال زراعی 1387 در کشور بالغ بر 150000 هکتار و در استان خراسان رضوی 17000 هکتار بوده است (Statistical Yearbook of Agriculture Organization, 2009).

بالطبع نیاز مبرم و روز افزون بخش دامپروری به علوفه با کیفیت بالا نظیر ذرت علوفه‌ای، لزوم تحقیق در خصوص شناسایی و معرفی هیبریدهای ذرت علوفه‌ای پرمحصول و سازگار با منطقه (که غالباً بصورت سیلویی مورد استفاده قرار می‌گیرد) را خاطر نشان می‌سازد.

ذرت پس از طی مراحل مختلف رشد و نمو به مرحله برداشت می رسد. برداشت به موقع و صحیح کیفیت و کمیت محصول را تعیین می کند. رسیدن محصول ذرت از زمان کاشت تا زمان برداشت 6-4/5 ماه بسته به نوع رقم، شرایط فصل و زمان کاشت طول می کشد. برای تعیین زمان برداشت ذرت علوفه ای بهترین نشانه از نظر عملکرد ماده خشک و کیفیت ذرت علوفه ای جهت سیلو مشاهده خط شیری در دانه ذرت می باشد. وقتی خط شیری به نصف طول دانه برسد نمره آن 2/5 می باشد. در مورد ذرت علوفه ای سیلولی خط

1، 2، 3، 4 و 5- به ترتیب استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، دانشجوی دکتری نانوبیوتکنولوژی دانشگاه تهران، عضو هیئت علمی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه زابل و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mgolbashy@ut.ac.ir)

شیری نمره 2 مطلوب می باشد. رسیدن به این مرحله بسته به نوع رقم و شرایط فصل 3 تا 4/5 ماه طول می کشد. (Basafa & Beheshti 2009)

ذرت سیلویی معمولا بعنوان یک گیاه علوفه‌ای در تغذیه دامها در سطح وسیعی کشت و کار می‌شود، تحقیقات نشان داده است چون مقدار زیادی ماده خشک قابل هضم از آن برداشت می‌شود. قابلیت هضم علوفه می‌تواند متأثر از ژنتیک گیاه بوده و کل علوفه ذرت سیلویی تحت تأثیر رقم باشد (Frey, 2004) بنابراین علاقمندی برای شناسایی هیبریدهای جدید ذرت علوفه ای با عملکرد بالا ضمن داشتن ارزش غذایی مطلوب وجود دارد.

تحقیقات دیگر نشان داد که تعداد برگ در گیاه با طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی بدین صورت دارد که تعداد برگ ها در ارقام دیررس بیشتر از ارقام زودرس می باشد در نتیجه وزن برگ در این ارقام بیشتر است (Richard, 1997). محققان گزارش کردندکه اغلب هیبریدهایی که دارای عملکرد دانه و نسبت دانه به علوفه (شاخص برداشت) بالایی هستند، به عنوان مناسب ترین هیبریدها برای علوفه توصیه می شوند (Roth, 1997). همچنین طی بررسی و مقایسه عملکرد و اجزا عملکرد چند رقم هیبرید ذرت سیلویی چنین نتیجه گرفته شد که انتخاب ارقامی با ارتفاع متوسط ولی پر برگ، وزن ساقه متوسط و وزن بلال نسبتا بالا باعث حفظ یا افزایش عملکرد علوفه تولیدی می گردد (Chockan, 2005). در تحقیقی عملکرد کمی و کیفی علوفه جمعیت سنتتیک ویسکانسین و جمعیتهای خویشاوند آن در رابطه با صفات زراعی و تغذیه‌ای اصلاح شد (Lauer & Flannery 2001).

هدف از این مطالعه شناسایی و معرفی بهترین هیبرید (های) ذرت علوفه ای در شرایط آب و هوایی مشهد بود تا بتواند جایگزین مناسبی برای رقم تجاری سینگل کراس 704 باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی صفات زراعی و مرفولوژیک مرتبط با عملکرد علوفه در ژنوتیپهای ذرت علوفه ای، آزمایشی درسال زراعی 88-1387 به مدت یک سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق واقع در 6 کیلومتری جنوب شرق مشهد اجرا گردید. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن 286 میلیمتر بوده و بارندگیها عمدتاً در دو فصل پاییز و زمستان صورت می گیرد و آب و هوای آن بر اساس روش آمبرژه خشک و سرد است. در این آزمایش بذر 18هیبرید ذرت شامل 17 ترکیب جدید به همراه هیبرید تجاری SC704 بعنوان شاهد در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار کشت و از نظر صفات زراعی مرتبط با عملکرد علوفه مقایسه شدند.

پس از انجام شخم عمیق در پاییز و سپس شخم نیمه عمیق بهاره و دیسک و لولر بستر بذر جهت کاشت آماده شد و ردیفهای کاشت بفاصله 75 سانتی متر جهت کاشت ایجاد گردید. میزان مصرف کود های شیمیایی اوره و فسفات آمونیم و سولفات پتاسیم بر اساس آزمایش خاک تعیین و به جز دوسوم از کود ازته همگی کودها قبل از کاشت توزیع و مابقی کود نیتروژن درمرحله 8-7 برگی و 1012-10 برگی مصرف شد. بذر هر یک از ارقام هیبرید در دو خط 7 متری با فاصله روی ردیف 15/5 سانتی متر و با تراکم 85000 بوته در هکتار بصورت دستی کشت گردید. در هر کپه سه بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها به یک بوته تقلیل یافت. صفات مرفولوژیک مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد کل برگ و تعداد برگ بالای بلال اصلی و قطر ساقه با استفاده از تعداد 10 بوته تصادفی در هر کرت اندازگیری و ثبت شد. در مرحله خمیری شدن دانه ها پس از شمارش تعداد بوته ها عملکرد علوفه با برداشت دوخط وسط هرکرت با رعایت حاشیه و حذف دو بوته از ابتدا و انتهای هر کرت بصورت دستی انجام شد. بمنظور تعیین وزن خشک علوفه، تعداد شش بوته تصادفی از هر کرت برداشت شد و پس از جداسازی بلال، برگها و غلاف و ساقه ها وزن تر هر یک جداگانه توزین شد و سپس نمونه‌ها بمدت 48 ساعت در آون تهویه دار در دمای 80 درجه سانتیگراد قرار داده شدند و پس از خشک شدن، نمونه ها مجدداً توزین شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات، تجزیه و تحلیل آماری نتایج بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزارهای آماری (SAS (Ver 9.1 و Stat Graphics Plus (Ver. 2.1) و در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتیجه تجزیه واریانس داده ها در جدول 2 گزارش شده است. همانگونه که مشاهده می شود بین هیبریدهای مورد مطالعه تنها از نظر صفات وزن بلال و وزن تر علوفه تفاوت معنی داری ($P\leq0.05$) وجود داشت. مقایسه میانگین هیبریدها با روش چند دامنه ای دانکن نشان داد که هیبرید شماره سه دارای بالاترین وزن بلال (30/02 تن در هکتار) و هیبرید شماره 12 دارای بالاترین وزن علوفه تر (62/51 تن در هکتار) نسبت به سایر هیبریدها بود (شکل 1).

نتایج این آزمایش نشان داد که هیبرید شماره 12 از نظر صفات تعداد برگ بالای بلال و وزن خشک برگ حائز بالاترین مقادیر می باشد. هرچند که رقم شاهد تجاری 704 (هیبرید 18) از نظر وزن خشک ساقه و بلال و همچنین مساحت سطح برگ برتر از سایر هیبریدها بود ولیکن ازنظر وزن تر علوفه، ارتفاع بوته و تعداد کل برگ نسبت به سایر هیبریدها ضعیف تر ظاهر شد. روت و لاور (Roth & Lover 1997) گزارش کردند که اغلب هیبریدهایی که دارای عملکرد دانه و نسبت دانه به علوفه (شاخص برداشت) بالایی هستند

به عنوان مناسب ترین هیبریدها برای علوفه توصیه می شوند. هیبرید شماره 10 از نظر تعداد کل برگ، ارتفاع بوته، وزن تر بلال، وزن تر بوته، قطر بلال و وزن خشک ساقه دارای کمترین مقادیر نسبت به سایر هیبریدها بود (Roth, 1997).

بررسی همبستگی ساده بین صفات نشان داد که عملکرد علوفه تر بطور مثبت و معنی داری با صفات تعداد کل برگ (*0/37)، ارتفاع بوته (*0/36) و وزن خشک ساقه (*0/31) و بطور منفی با صفات ارتفاع بلال (*0/22-)، قطر ساقه (*0/12-)، مساحت برگ (*0/34-)، طول بلال (*0/03-)، وزن خشک بلال (*0/02-) و برگ (*0/06-) همبسته می باشد. بالاترین همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد علوفه تر با صفت تعداد کل برگ (*0/37) و بالاترین همبستگی منفی و معنی دار آن با مساحت برگ بلال (*0/34-) مشاهده شد.

همانگونه که در جدول 3 مشاهده می شود صفات ارتفاع بوته و تعداد کل برگ دارای بالاترین همبستگی مثبت و معنی داری می باشند. نتایج این ازمایش نشان داد که بدنبال کاهش قطر ساقه، ارتفاع تشکیل بلال افزایش یافته و مساحت سطح برگ بلال کاهش و بالتبع عملکرد علوفه تر کاهش می یابد (جدول 3). ازطرف دیگر به دنبال افزایش ارتفاع بوته تعداد کل برگ گیاه افزایش می یابد که این امر منطقی به نظر می رسد. نکته قابل توجه در این آزمایش همبستگی منفی و بسیار معنی دار ارتفاع بوته و ارتفاع بلال بود (**0/87-) به طوری که نسبت به سایر صفات مورد مطالعه دارای بیشترین همبستگی منفی بودند.

جدول 1- اسامی هیبریدها و ترکیبات جدید ذرت علوفه ای مورد بررسی

Table 1: Hybrids and new composition of investigated forage corn

ردیف	نام هیبرید	ردیف	نام هیبرید	ردیف	نام هیبرید
Number	Hybrid Name	Number	Hybrid Name	Number	Hybrid Name
1	K3640/3	7	K3493/1	13	K166B
2	K3547/4	8	KLM77002/10-1-1-1-1-2	14	KLM77014/5-1-1-1-1-2-5
3	K47/2-2-1-3-3-1-1-1	9	K48/3-1-2-7-1-1-1-1	15	KSC704
4	KLM78027/2-1-3-1-1-1	10	K166B	16	KLM76004/2-1-7-2-1-1-1-1
5	KLM78027/2-1-3-1-1-1	11	K3640/3	17	KSC720 (K74/1 × K19)
6	KLM77001/3-1-1-1-1-3-1	12	KSC700	18	KSC670 (K3653/2 × K19)

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف هیبریدهای ذرت علوفه ای

Table 2- Analysis of variance (mean of square) of growth traits in forage corn hybrids

Stem diameter قطر ساقه	Leave area مساحت برگ بلال	Ear Height ارتفاع بلال	Plant height ارتفاع بوته	No. of leaves تعدادکل برگ	No. on ear leaves تعداد برگ بالای بلال	df درجه آزادی	S.O.V منبع تغییر
64.96ns	6082186.05**	1268.59**	9382.33**	8.94**	0.097**	3	بلوک Replication
275.74ns	65218.75ns	129.99ns	968.38ns	0.92ns	0.02ns	17	هیبرید Hybrid
276.27	67195.52	130.16	977.4	0.95	0.02	51	خطا Error

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

ns: not significant, *, ** are significant at 5% and 1% level, respectively.

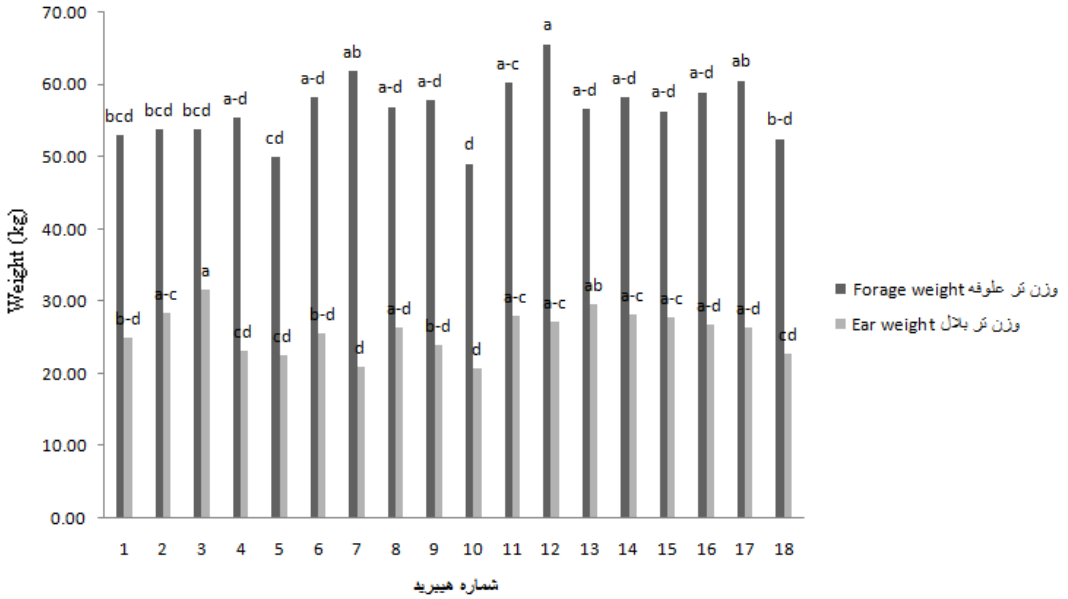
ادامه جدول 2- **Table 2- continued**

Total yield عملکرد کل	Ear to forage ratio نسبت بلال به علوفه	Ear dry weight وزن خشک بلال	Stem dry weight وزن خشک ساقه	Leaves dry weight وزن خشک برگ	Forage weight وزن علوفه	Ear weight وزن بلال	df درجه آزادی	S.O.V منبع تغییر
385.25**	0.018*	28311.48ns	0.02ns	357.29ns	270.96**	39.95*	3	بلوک Replication
133.81*	0.012**	38596.97ns	0.01ns	2874.17ns	70.69*	36.52**	17	هیبرید Hybrid
58.93	0.005	26041.04	0.01	3506.48	38.59	13.03	51	خطا Error

ns: غیر معنی دار * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 5درصد و 1درصد

ns: not significant

* and ** are significant at 5% and 1% level, respectively.



شکل 1- عملکرد علوفه تر و وزن بلال هیبریدهای ذرت علوفه ای

Figure 1- Fresh yield and ear weight of forage corn hybrids

میانگین های دارای حروف مشترک در هر جزء، تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5درصد ندارند.

Values in a column bearing different superscript are significantly different at 0.05.

همچنین نتایج نشان داد که به دنبال افزایش ارتفاع تشکیل بلال از سطح زمین، قطر بلال و وزن تر و خشک بلال کاهش می یابند. اینگونه استنباط می شود که افزایش مساحت سطح برگ بلال موجب افزایش ذخیره مواد فتوسنتزی در بلال و بالطبع کاهش وزن علوفه می شود لذا هیبریدهایی که دارای ارتفاع بوته زیاد و تعداد کل برگ بیشتر، مساحت برگ بلال کم و قطر ساقه بالا می باشند دارای عملکرد علوفه تر بیشترمی باشند و بنابراین انتخاب آنها در برنامه های سازگاری ارقام حائز اهمیت می باشد. نتایج بدست آمده با یافته های باصفا و همکاران (Basafa et al., 2000) مطابقت دارد.

نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام نشان داد که عملکرد علوفه تر متاثر از چهار صفت تعداد کل برگ، وزن خشک ساقه، قطر بلال و وزن تر بلال می‌باشد. سایر محققین در مطالعه خود پنج صفت را بعنوان صفات موثر بر عملکرد در هیبریدهای ذرت دانه ای معرفی کردند (Golbashy, 2009; Shoa hosseini, 2009). در گام اول صفت تعداد کل برگ وارد مدل شده و به تنهایی 13 درصد از تغییرات عملکرد علوفه را توجیه نمود. پس از آن صفات وزن خشک ساقه، قطر بلال و وزن تر بلال به ترتیب یکی پس از دیگری وارد مدل شده و در مجموع بیش از 62 از تغییرات کل مدل را توجیه نمودند (جدول 4).

هرچند که از بین صفات وارد شده به مدل تنها قطر بلال دارای ضریب منفی بود، ولیکن با توجه به مقدار این ضریب می توان نتیجه گرفت که نسبت به سایر صفات موثر بر عملکرد، نقش زیادی بر کاهش عملکرد علوفه ندارد. بزرگترین ضریب معادله رگرسیونی مربوط به وزن خشک ساقه بود (جدول 5).

با استفاده از تجزیه به مؤلفه های اصلی پنج مؤلفه اول که مقادیر ویژه بزرگتر از یک داشتند انتخاب شدند (جدول 6). این پنج مؤلفه مجموعاً 70 درصد از تغییرات مدل را توجیه می کردند. مؤلفه اول دارای ضرائب منفی بر روی صفات برگ بالای بلال، ارتفاع بلال، مساحت برگ، قطر ساقه و طول بلال بود. همچنین صفات کل برگ، ارتفاع بلال و قطر ساقه در مؤلفه دوم دارای ضرائب منفی بودند (جدول 6). بررسی همبستگی مؤلفه ها و متغیرها نشان داد (جدول 8) که مؤلفه اول همبستگی مثبت و معنی داری با صفات تعداد کل برگ، وزن بلال، وزن علوفه، قطر بلال و وزن خشک ساقه دارد.

بالاترین همبستگی مؤلفه اول با صفت ارتفاع بوته (0/96**) و مؤلفه دوم با صفت وزن خشک بلال (0/55**) مشاهده شد (جدول 8). مؤلفه دوم نیز دارای همبستگی مثبت و معنی داری با صفات ارتفاع بلال، وزن تر بلال، قطر بلال، طول بلال و وزن خشک بلال بود. ارتفاع بوته، تعداد کل برگ و قطر ساقه با مؤلفه دوم همبستگی منفی نشان دادند.

گلباشی و همکاران (Golbashy et al., 2010) در مطالعه خود شش مؤلفه را گزارش نمودند که حدود 90 درصد از تغییرات داده ها را توجیه می نمود. در مطالعه حاضر با توجه به اهمیت دو مؤلفه اول و دوم در توجیه اطلاعات کل و سهم ناچیز سایر مؤلفه ها، ترسیم بای پلات براساس این دو مؤلفه انجام شد (شکل 3).

جدول 3- همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در هیبریدهای ذرت علوفه ای

Table 3- Correlation between investigated traits of forage corn hybrids

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
0.05ns	-0.49**	0.58**	0.37**	0.14 ns	-0.18 ns	-0.57**	-0.84**	0.98**		No. of Leaves تعداد کل برگ	1
0.06 ns	-0.48**	0.59**	0.36**	0.13 ns	-0.26*	-0.59**	-0.87**			Plant Height ارتفاع بوته	2
-0.04 ns	0.47**	-0.58**	-0.22 ns	-0.09 ns	0.13 ns	0.59**				Ear Height ارتفاع بلال	3
0-0.07 ns	-0.08 ns	-0.19 ns	-0.34**	-0.06 ns	0.04 ns					Leaves Area مساحت برگ	4
-0.07 ns	0.06 ns	-0.17 ns	-0.12 ns	-0.03 ns						Stem Diameter قطر ساقه	5
0.13 ns	0.07 ns	0.34 ns	0.2 ns							Ear Weight وزن تر بلال	6
-0.02 ns	-0.03 ns	0.09 ns								Forage Weight وزن علوفه	7
0.39**	-0.32**									Ear Diameter قطر بلال	8
0.05 ns										Ear Length طول بلال	9
										Ear Dry Weight وزن خشک بلال	10

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

ns: not significant

* and ** are significant at 5 and 1% level, respectively.

جدول 4- رگرسیون گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد علوفه تر بعنوان متغیر وابسته در هیبریدهای ذرت علوفه ای

Table 4- Stepwise regression with yield as dependent variable in forage corn hybrids

CD ضریب تبیین	Mean of square میانگین مربعات	Sum of square مجموع مربعات	df درجه آزادی	S.O.V منابع تغییر	
0.13	508.79**	508.79	1	Regression	گام اول first step
	50.23	3315.66	66	Error	
		3823.95	67	Total	
0.18	347.35**	694.70	2	Regression	گام دوم Second step
	48.14	3129.25	65	Error	
		3823.95	67	Total	
0.22	279.16**	837.49	3	Regression	گام سوم thirth step
	46.66	2986.46	64	Error	
		3823.95	67	Total	
0.26	250.58**	1002.32	4	Regression	گام چهارم Fourth step
	44.79	2821.63	63	Error	
		3823.95	67	Total	

** معنی دار در سطح احتمال 1درصد ** significant at 1 level

جدول 5- ضرائب معادله رگرسیونی هیبریدهای ذرت علوفه ای

Table 5- Coefficients of regression equation in forage corn

Stem dry weight وزن خشک ساقه	Ear diameter قطر بلال	Ear weight وزن تر بلال	No. of leaves تعداد کل برگ	Fixed ثابت	Trait صفت
15.828*	-0.613*	0.38*	2.938*	26.125*	ضریب رگرسیونی

* معنی دار در سطح احتمال 5 درصد * significant at 5 level

جدول 6- تجزیه به مؤلفه های اصلی بر روی صفات مختلف هیبریدهای ذرت علوفه ای

Table 6- Principle component analysis of different traits in forage corn hybrids

درصد تجمعی مقادیر ویژه Percent cumulative of percent value	درصد مقدار Percent value	مقدار ویژه Specific value	مؤلفه Component
30.29	30.29	4.24	First
42.71	12.43	1.74	Second
53.45	10.73	1.50	Third
62.90	9.45	1.32	Fourth
70.90	8.00	1.12	Fifth

جدول 7- بردار ویژه مؤلفه های اول و دوم با متغیرهای اندازه گیری شده در تجزیه به مؤلفه های اصلی

Table 7- Eigen vector of the first and second components with investigated variables in principle component analysis

Ear dry weight وزن خشک بلال	Ear length طول بلال	Ear diameter قطر بلال	Forage weight وزن علوفه	Ear weight وزن تر بلال	Stem diameter قطر ساقه	Leaves area مساحت برگ	Ear height ارتفاع بلال	Plant height ارتفاع بوته	No. of leaves تعداد کل برگ	
0.09	-0.23	0.34	0.20	0.12	-0.13	-0.30	-0.43	0.48	0.46	First component مؤلفه اول
0.42	0.19	0.21	0.09	0.36	-0.12	0.18	0.21	-0.11	-0.11	Second component مؤلفه دوم

جدول 8- همبستگی مؤلفه های اول و دوم با متغیرها در هیبریدهای ذرت علوفه ای

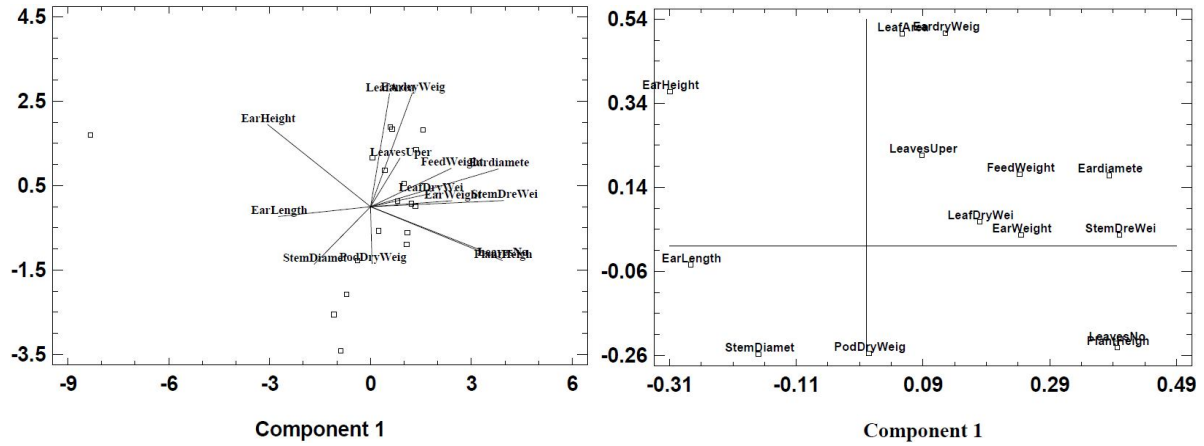
Table 8- Correlation between the first and second principles with variables in forage corn hybrids

Ear dry weight وزن خشک بلال	Ear length طول بلال	Ear diameter قطر بلال	Forage weight وزن علوفه	Ear weight وزن تر بلال	Stem diameter قطر ساقه	Leaves area مساحت برگ	Ear height ارتفاع بلال	Plant height ارتفاع بوته	No. of leaves تعداد کل برگ	
0.18^{ns}	-0.47^{**}	0.70^{**}	0.41^{**}	0.26	-0.28^{*}	0.61^{**}	-0.88^{**}	0.96^{**}	0.94^{**}	First component مؤلفه اول
0.55^{**}	0.25^{*}	0.28^{*}	0.11^{ns}	0.47^{**}	-0.38^{**}	0.23^{ns}	0.27^{*}	-0.14^{ns}	-0.14^{ns}	Second component مؤلفه دوم

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

ns: not significant

* and ** are significant at 5 and 1% level, respectively.



شکل 3- بای پلات مؤلفه اول در برابر مؤلفه دوم برای متغیرها

Figure 3- First principle to second principle biplot for variables

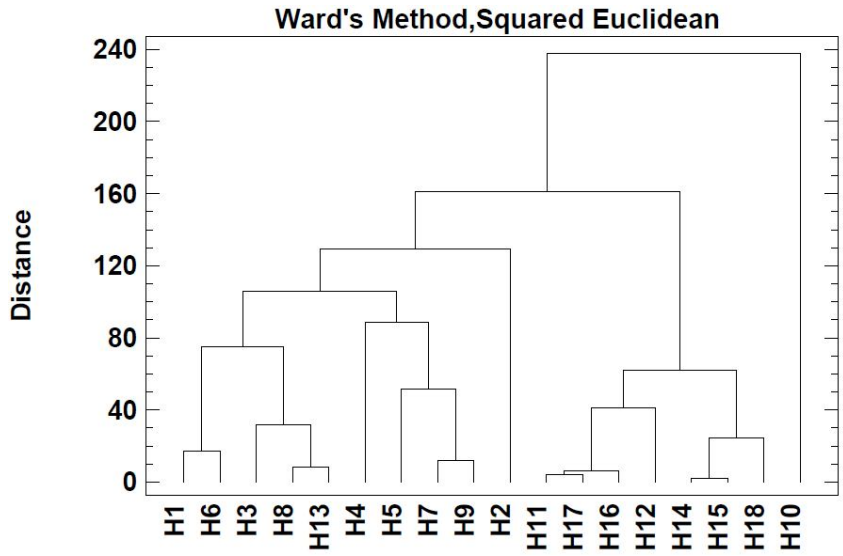
جهت انجام تجزیه بـه عامـل‌هـا از چـرخش متعامـد وریمـاکس استفاده شد (بمنظور تسهیل، نامگذاری و تغییر عامل‌ها) کـه موجـب متمرکز شدن بار عاملی یـک متغیـر بـر روی یـک عامـل مـی‌شـود (اطلاعات نمایش داده نشده اند). تجزیه به عامل ها باعث اسـتخراج پنج عامل شد که بیش از 70درصـد از تغییـرات کـل را توجیـه مـی نمودند. نتایج این آزمایش نشـان داد کـه عامـل اول دارای ضـرائب بزرگ بر روی صفات تعداد کل برگ، ارتفاع بوته، قطر بـلال، طـول بلال و ارتفاع بلال می باشد.

عامل دوم نیز دارای ضرائب بزرگ بر روی صفات مساحت برگ و تعداد برگ بالای بلال بود. با توجه به ماهیـت صـفات توجیـه شـده توسط هریک از عامل ها، عامل اول را عامل خصوصیات مورفولوژیک بلال و عامل دوم به عنوان عامل سطح کانوپی نام گذاری شد. بعبارت دیگر عامل اول بیانگر اهمیت این صفات در بهبـود عملکـرد علوفـه ذرت می باشد.

حبیبی و همکاران (Habibi et al. 2005) و بیضایی (Beizaei, 2001) در آزمایش خود 5 عامل را بیان کردند که به ترتیـب 74/5 و 79/2 درصد از تنوع کل را بیان می کرد. صفات طول بـلال، ارتفـاع بلال، مساحت برگ بلال، تعداد برگ بالای بلال، قطر سـاقه و وزن خشک غلاف با بار عاملی منفی در عامـل اول و صـفات تعـداد کـل برگ، ارتفاع بوته، طول بلال، وزن تر علوفه، قطـر سـاقه، وزن تـر و وزن خشک بلال با بار عاملی منفی در عامل دوم قرار گرفتند.

پس از تبدیل هریک از متغیرهای مورد مطالعه به توزیع نرمال Z تجزیه خوشه ای با استفاده از روش Ward's انجام و هیبریدها به سه گروه مجزا تفکیک شدند (شکل 4). در گروه اول هیبریدهای شماره 1 و 6 و 3 و 8 و 13 و 4 و 5 و 7 و 9 و 2 قرار گرفتند. خوشه دوم شامل هیبریدهای شماره 11 و 17 و 16 و 12 و 14 و 15 و 18 بود. هیبرید شماره 3 نیز به تنهایی در یک گروه مستقل قرار گرفت.

نتایج نهایی نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعـه از نظـر وزن علوفه تر، وزن بلال و همچنین نسبت وزن بـلال بـه وزن بیومـاس هوایی تفاوت معنـی دار آمـاری ($P\leq0.05$)دارنـد. مقایسـه میـانگین هیبریدها با روش آزمون چند دامنـه ای دانکـن نشـان داد کـه رقـم تجاری KSC700 (هیبرید 12) علیرغم دارا بودن بالاترین وزن علوفه تر (92/80 تن در هکتار) کیفی علوفه مطلوبی نداشت. لیکن هیبریـد شـماره 3 (K47/2-2-1-3-3-1-1-1 xK3615/2) بـا داشـتن 85/31 تن علوفه تر، بیشترین وزن بلال (30/02 تن در هکتـار) و بـالاترین نسبت بلال به بیوماس هوایی (0/37) را به خود اختصاص داد (شکل 2). برتری هیبرید تجاری دیـررس KSC700 مـی توانـد بـه لحـاظ برتری درصفات تعداد برگ بالای بلال و وزن خشـک بـرگ باشـد. گرچه رقم شاهد تجاری KSC704 (هیبرید 15) از نظر وزن خشـک ساقه و بلال و همچنین مساحت برگ بلال برتـر از سـایر هیبریـدها بود، لیکن با اختلاف غیر معنی دار نسبت به برترین هیبرید به لحاظ عملکرد علوفه تر (83/96 تن در هکتار) و شاخص کیفـی علوفـه تـر (0/33)، وضعیت بینابینی نسبت به سایر هیبریدها داشت.



شکل 4- دندروگرام تجزیه خوشه ای با روش Ward's

Figure 4- Dendrogram of cluster analysis using Ward's method

منابع

1- Basafa, M., and Beheshti, A. 2009. Winter freeze in corn and product management. Nashrie elmi fani. 88.10.91.5. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center Publisher. (In Persian).
2- Statistical Yearbook of Agriculture Organization. 2009. In available at: www.agri-jahad.ir
3- Basafa, M., and Rashed Mohasel, M.H. 2000. Study effect of planting date on yield and growth rate of corn hybrids according to GDD. Final report No 79.431. Agricultural and Natural Resources Research Center Publisher. (In Persian with English Summary).
4- 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. (In Persian with English Summary)
5- Chockan, R. 2005. Evaluation and comparison of yield and yield components in silage corn cultivars. Seed and Plant Product Journal 2 (2): 36-40. (In Persian with English Summary)
6- FAO. Production Year Book. 2002. Food and Agricultural organization of United Nation, Rome, Italy. 51: 209 p.
7- Frey, T. J., Coors J. G., Shaver R. D., Lauer J. G., Eilert, D. T., and Flannery, P. J. 2004. Selection for silage quality in the Wisconsin quality Synthetic and related maize populations. Crop Science 44: 1200-1208.
8- Golbashy, M., Shoa hosseini, M., Khavari Khorasani, S., Farsi, M., and Zarabi, M. 2010. 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 (In Persian).
9- Habibi, Gh., Ghanadha, M.R., Sohani, A.R., 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- Lauer, J.G., and Flannery, P.J. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras. Crop Science 41: 1449-1455.
11- Richard, L.D., and Kenterookson, R. 1979. Harvest index of corn effect by population density, maturity rating and environment. Agronomy Journal 59: 475-476 pp.
12- Roth, G.W., and Lauer, J.G. 1997. Agronomist's perspective of corn hybrids for silage: Field to Feedbunk North American conference. Ithaca, NY, Northeeast Regional. Agricultural Engineering Service pp: 15-24.
13- Shoa hosseini, M. Golbashy, M., Farsi, M., Khavari khorasani, S., and Ashofte Beiragi, M. 2010. 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.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 352-343

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 343-352

تاثیر عوامل زراعی و خصوصیات خاک بر تنوع و ترکیب جامعه علف‌هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) در شهرستان جاجرم

قربانعلی رسام[1*]، ناصر لطیفی[2]، افشین سلطانی[2] و بهنام کامکار[2]

تاریخ دریافت: 89/3/11
تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر عوامل محیطی بر تنوع و ترکیب جامعه علف هرز گندم (*Triticum aestivum* L.) شهرستان جاجرم در سال 1388 انجام گرفت. برای این منظور اطلاعات زراعی (مصرف علف‌کش، مقدار نیتروژن مصرفی و نوع محصول قبلی) و خصوصیات خاک (pH، بافت و مقدار فسفر خاک) 16 مزرعه گندم در این شهرستان جمع آوری شد. شاخص تنوع شانون، غنای گونه‌ای و شاخص غالبیت سیمپسون به عنوان اجزای تنوع محاسبه شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف علف‌کش در مقابل عدم مصرف آن، بافت سیلتی در قیاس با بافت لومی و کشت گندم متعاقب یک‌سال آیش نسبت به کشت آن بعد از خربزه سبب کاهش معنی دار غنای گونه‌ای (4/92 در مقابل 7/12 ، 5 در مقابل 6/5 و 5/12 در مقابل 6/75 به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی) و شاخص شانون (1/08 در مقابل 1/6 ،1/1 در مقابل 1/48 و 1/19 در مقابل 1/49 به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی)، ولی افزایش شاخص سیمپسون (0/43 در مقابل 0/25 ،0/41 در مقابل 0/3 و 0/39 در مقابل 0/29 به ترتیب برای علف‌کش، بافت خاک و محصول قبلی) گردید. به‌کارگیری آنالیز رگرسیون حاکی از وجود رابطه خطی معکوس بین مقدار نیتروژن مصرفی با غنای گونه‌ای و شاخص شانون (r^2=0/45) بود. بین مقدار نیتروژن مصرفی و شاخص غالبیت سیمپسون رابطه خطی مثبت حاصل گردید (r^2=0/46). غنای گونه‌ای، شاخص شانون و شاخص سیمپسون به pH و مقدار فسفر خاک وابستگی معنی‌داری نشان ندادند. استفاده از آنالیز افزونگی منجر به ظاهر شدن الگوهایی در ترکیب جامعه گیاهی در پاسخ به عوامل محیطی گردید (F=4/03، P-value=0/001). مصرف علف‌کش به‌عنوان عامل اصلی ایجاد تغییرات در ترکیب گونه‌ای شناخته شد. در مزارع گندم با سابقه مصرف علف‌کش توفوردی و استفاده زیاد از کودهای نیتروژن کشیده برگ‌ها جامعه گیاهی غالب را تشکیل دادند. روش تقسیم بندی واریانس نشان داد عوامل زراعی در مقایسه با عوامل خاکی سهم بیشتری در تشریح تغییرات در ترکیب جامعه علف هرز دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آنالیز افزونگی، شاخص تنوع شانون، علف‌کش، غنای گونه‌ای، نیتروژن

مقدمه

علف‌های هرز مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید در کشت بوم‌ها[3] به شمار می‌روند. رقابت با گیاه زراعی برای منابعی همچون رطوبت، نور و مواد غذایی باعث می شود تا در نظام‌های موسوم به کشاورزی فشرده حذف کامل آن‌ها هدف قرار گیرد (Legere et al., 2005). در کشاورزی اکولوژیک علف‌های هرز به‌عنوان بخشی از تولیدکنندگان اولیه مزارع شناخته می‌شوند که از کارکردهای بوم‌شناختی مهمی همچون چرخش مواد غذایی، حفاظت خاک و حمایت از سطوح بالاتر در زنجیره غذایی (برای مثال زیگان[4] خاک و پرندگان) برخوردارند (Altieri, 1999; Marshall et al., 2003; Hyvönen et al., 2008). وجود تنوعی از علف‌های هرز در مزرعه می‌تواند از طریق تشدید رقابت بین گونه‌ها و جلوگیری از شیوع غالبیت چندین گونه، خود عاملی برای کنترل علف‌های هرز باشد و بنابراین تقاضا برای نهاده‌های بیرونی را کاهش دهد (Mohler & Liebman, 1987). مدیریت ایده‌آل در کشاورزی پایدار کاهش اثرات علف‌های هرز بر عملکرد محصول با حفظ جامعه متنوعی از علف‌های هرز قابل کنترل است (Miyazawa et al., 2004). تشخیص الگوهایی از ترکیب و توزیع علف‌های هرز و تفسیر این الگوها در رابطه با شیب‌های محیطی[5] می‌تواند اجرای این نوع

1 و 2- به ترتیب دانشجوی دوره دکتری اکولوژی کشاورزی و عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: (Email: rassammf@yahoo.com

3 - Agroecosystem
4 - Fauna
5 - Environmental gradient

مدیریت را با موفقیت همراه سازد (Fried et al., 2008). در اراضی زراعی، ترکیب، تنوع و غنای گونه‌ای به طور همزمان متأثر از عوامل متعددی نظیر اقلیم، خصوصیات خاک، رقابت با محصول، درجه فشردگی عملیات زراعی و خصوصیات چشم‌انداز کشاورزی (از نظر سادگی یا پیچیدگی زیستگاه‌های پیرامون) می‌باشد (Walter et al., 2002; Lososova et al., 2004; Pysek et al., 2005). این‌که کدام عامل یا عوامل بیشترین اهمیت را در توجیه تغییرات جامعه گیاهی بر عهده دارند متفاوت است.

نقش تعیین‌کننده علف‌کش‌های مصرفی بر ترکیب و تنوع علف‌های در تحقیقات متعددی به اثبات رسیده است (Hume, 1987; Legere et al., 2005). استفاده مکرر از علف‌کش‌هایی با مکانیسم عمل مشابه منجر به تغییر جوامع علف هرز از گونه‌های حساس به علف‌کش به گونه‌های متحمل می‌شود. گزارش شده است که استفاده گسترده از علف‌کش 2,4-D برای چندین سال متوالی در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ باعث تغییرات عمده‌ای در جامعه گیاهی و غالب شدن گیاهان هرز کشیده برگ در نظام‌های کشت غلات شده است (Radosevich et al., 1997; Kudsk & Streibig, 2003). حاصلخیزی خاک‌های کشاورزی با انواعی از کودهای شیمیایی نه تنها رشد گیاه زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه تنوع و رشد علف‌های هرز مرتبط را نیز متأثر می‌کند (Pysek & Leps, 1991; Murphy & Lemerle, 2006). علف‌های هرز از نظر نیاز به عناصر غذایی اختلافات قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند، بنابراین انتظار می‌رود جمعیت علف‌های هرز بسته به نوع و مقدار کودهای شیمیایی مصرفی دچار تغییر شود. خصوصیاتی از خاک شامل بافت و pH از طریق قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و آب قادرند ترکیب و تنوع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهند. نوردمیر و دانکر (Nordmeyer & Dunker, 1999) نشان دادند بین مقدار رس خاک و تراکم دم روباهی موشی (*Alopecurus myosuroides* L.) و مقدار منیزیم، فسفر و pH با تراکم بنفشه صحرایی (*Viola arvensis* L.) همبستگی وجود دارد. افزایش استفاده از کودهای فسفر و پتاس بین سال‌های 1960 و 1980 در دانمارک باعث گزینش علف‌های هرزی همچون تاجریزی و غربیلک قرمز گردید که از مقادیر فسفر و پتاسیم زیاد خاک بهره‌مند شدند (Haas & Streibig, 1982). در مطالعه تاثیر بافت خاک، pH ، ارتفاع محل ، دما و بارندگی سالانه در غرب مجارستان مشخص شد که pH مهمترین عامل توجیه‌کننده ترکیب گونه‌ای در مزارع غلات به‌شمار می‌رود (Gyula et al, 2008).

به‌طور معمول تجزیه و تحلیل جامعه علف‌های هرز با محاسبه شاخص‌هایی همچون شاخص تنوع شانون، شاخص غالبیت سیمپسون و غنای گونه‌ای انجام می شود. شاخص تنوع شانون رایج‌ترین شاخص مورد استفاده برای بیان تنوع در جوامع گیاهی محسوب می‌شود. با افزایش تنوع در جامعه گیاهی بر مقدار این شاخص نیز افزوده می شود. علاوه بر این در کنار شاخص تنوع از شاخص‌های غالبیت نظیر شاخص غالبیت سیمپسون نیز برای نشان دادن تنوع استفاده می‌شود. شاخص غالبیت در حقیقت عکس شاخص تنوع به‌شمار می‌رود، به‌نحوی که زیادتر بودن شاخص غالبیت نشان‌دهنده کاهش تنوع و محدود شدن جامعه گیاهی به چندین گونه غالب می‌باشد (Magurran, 1988). با این همه چنین شاخص‌هایی فقط قادر به بازتاب بخشی از پیچیدگی‌های جوامع علف هرز هستند بدون این‌که اطلاعاتی در خصوص تغییرات ترکیب گونه‌ای ارائه دهند. استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به عنوان ابزاری کارگشا در آنالیز جامعه علف‌های هرز رو به گسترش است. به‌طور یقین تلفیق نتایج این آنالیزها و شاخص‌های تنوع می‌تواند تصویری روشن‌تر از اثرات مدیریت و عوامل محیطی بر جامعه علف‌های هرز ارائه نماید (Legere et al., 2005).

با توجه به اهمیت درک عوامل زراعی و خاکی شکل‌دهنده جامعه علف هرز و نقشی که این شناخت می‌تواند در مدیریت بوم‌شناختی علف‌های هرز ایفا نماید، مطالعه حاضر در سطح مزارع گندم شهرستان جاجرم که مهم‌ترین محصول زراعی منطقه به شمار می‌رود انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

مطالعه در سطح مزارع گندم شهرستان جاجرم واقع در جنوب غربی استان خراسان شمالی (عرض جغرافیایی 36 درجه و 43 دقیقه تا 37 درجه و 2 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 56 درجه و 10 دقیقه تا 56 درجه و 32 دقیقه شرقی) اجرا شد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه 135 میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه آن 16 درجه سانتی‌گراد است.

از بین مزارع بررسی شده شهرستان، به روش سیستماتیک تعداد 16 مزرعه گندم که اطلاعات لازم در خصوص مدیریت زراعی آن‌ها وجود داشت و از سطح نسبتاً یکسانی (تقریباً 1/5 هکتار) نیز برخوردار بودند انتخاب شد. نمونه برداری از مزارع انتخابی با هدف اطمینان از اعمال برخی عملیات زراعی همچون مصرف علف‌کش ها و کودهای شیمیایی در فاصله زمانی 15 تا 18 اردیبهشت‌ماه 1388 انجام گرفت. برای این منظور در هر مزرعه پنج قاب (0/5 × 0/5 متر مربعی) با الگوی W مستقر گردید (Thomas, 1985). در داخل هر قاب گونه‌های موجود به تفکیک گونه شمارش شدند. در محل قاب‌های مستقر شده یک نمونه خاک نیز به کمک یک استوانه فلزی به قطر 10 سانتیمتر تا عمق 20 سانتیمتری برداشت شد. نمونه‌های خاک 5 قاب در مزرعه به طور کامل مخلوط شدند و از مخلوط حاصل نمونه‌ای جهت اندازه‌گیری خصوصیات خاک به آزمایشگاه منتقل شد.

در آزمایشگاه بافت خاک (روش هیدرومتری)، pH (تهیه گل اشباع به نسبت 1:2/5 و سپس اندازه‌گیری با دستگاه pH متر) و مقدار فسفر (روش اولسن) برای هر نمونه تعیین شد. با هدف فراهم شدن تعداد تکرار کافی در آنالیزها، بافت‌های مشابه سیلت و لوم- سیلتی در گروهی با عنوان سیلت و خاک‌های لوم و شن- لومی نیز در گروه لوم قرار گرفتند.

گندم‌کاران منطقه برای کنترل علف‌های هرز مزرعه عمدتاً از علف‌کش توفوردی در اوایل بهار استفاده می‌کنند. از آن‌جا که این شهرستان دارای اقلیمی فراخشک با توان تولیدی پایین است کشت مداوم زمین متداول نبوده و در غالب موارد زمین برای یک سال زراعی به حالت آیش رها می‌شود. با این حال تناوب صیفی (عمدتاً خربزه (*Cucumis melo* L.)) و گندم نیز به‌وسیله برخی از کشاورزان به اجرا در می‌آید. خصوصیات مزارع انتخابی در جدول (1) نشان داده شده است.

تنوع کارکردی با طبقه بندی هر گونه بر اساس چرخه زندگی[1] (یکساله و چند ساله) و شکل رویشی[2] (دو لپه و تک لپه) تعیین شد. شاخص تنوع شانون، شاخص غالبیت سیمپسون و غنای گونه‌ای به عنوان سنجه‌هایی از تنوع گونه‌ای محاسبه شدند. غنای گونه‌ای معادل تعداد گونه‌های ثبت شده در هر مزرعه (مجموع پنج قاب) در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص تنوع شانون (H) و شاخص غالبیت سیمپسون (D) به ترتیب از معادله‌های (1) و (2) زیر استفاده گردید:

معادله (1)
$$H = \sum_{i=1}^{s} \left(\frac{n_i}{N}\right)\left(Log_2 \frac{n_i}{N}\right)$$

معادله (2)
$$D=1-\frac{N(N-1)}{\sum n(n-1)}$$

که در آن N: تعداد کل افراد و n_i یا n :تعداد افراد گونه i ام است. اثرات هر یک از عوامل کیفی (اسمی) بر غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون و شاخص غالبیت سیمپسون با استفاده از T-test جفت نشده تعیین شد. برای آزمون وابستگی این سه شاخص به متغیرهای کمی (نسبتی) نیز از آنالیز رگرسیون استفاده گردید (Soltani, 2006). نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[3] تعیین شد. تمامی این آنالیزها به کمک نرم افزار SAS نسخه 9.1 انجام گرفت (SAS Institute Inc, 2003).

تأثیر عوامل زراعی و خاکی بر ترکیب جامعه علف هرز با استفاده از روش‌های چند متغیره صورت گرفت. ابتدا به کمک روش آنالیز تطبیقی نااریب[4] (DCA) الگوی کلی پراکنش گونه‌ها ترسیم شد. طول گرادیان محور اول و دوم DCA به ترتیب معادل 3/19 و 2/87 به‌دست آمد که نشان‌دهنده واکنش خطی جامعه گیاهی به عوامل محیطی است. بنابراین برای تعیین رابطه این عوامل و جامعه علف‌های هرز از آنالیز افزونگی[5] (RDA) استفاده گردید (Ter Braak & Smilauer, 1998). با روش تقسیم‌بندی واریانس[6] سهم مجموع عوامل زراعی در مقابل عوامل خاکی از کل تغییرات در ترکیب گونه‌ای تعیین شد. در آنالیز چند متغیره برای تعیین معنی‌داری تاثیر عوامل محیطی بر ترکیب گونه‌های هرز از آزمون مونت کارلو با 999 تبدیل استفاده گردید. آنالیز چند متغیره با استفاده از نرم افزار CANOCO ver-4 انجام شد (Ter Braak & Smilauer, 1998).

نتایج و بحث

در مجموع در مزارع پیمایش شده تعداد 23 گونه به ثبت رسید. چچم (*Lolium* sp.)، جاروعلفی بامی (*Bromus tectorum* L.) ، علف هفت‌بند (*Polygonum aviculare* L.)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) ، سلمک (*Chenopodium album* L.) به ترتیب از بیشترین تراکم برخوردار بودند. تعداد علف‌های هرز دولپه (20 گونه) بیشتر از تک لپه (3 گونه) بود. از نظر چرخه زندگی نیز یکساله‌ها (18 گونه) در مقایسه با چند ساله‌ها (پنج گونه) از تنوع بالاتری برخوردار بودند. از ویژگی‌های گیاهان یکساله توان بازیابی و قابلیت تکثیر سریع بعد از تخریب‌هایی است که در محیط روی می‌دهد. بنابراین فراوانی یکساله‌ها در اراضی کشاورزی که با تخریب مداوم همراه هستند دور از انتظار نیست. برعکس، هرچه محیط به سمت ثبات پیش می رود (وضعیت حاکم بر بوم‌نظام‌های طبیعی دست نخورده) بر فراوانی گونه‌های چند ساله افزوده می‌شود (Grime, 2001; Booth et al., 2004; Lososova et al., 2006). علاوه براین در کشت بوم‌ها، غالب گیاهان زراعی از نوع یک‌ساله می‌باشند و طبیعی است علف‌های هرز یکساله که از احتیاجات رشدی مشابه با گیاه زراعی برخوردارند فراوان‌تر از گیاهان هرز چندساله باشند (Lososova et al., 2008).

مصرف علف‌کش‌ها باعث کاهش معنی‌دار غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون گردید (جدول 2). این نتیجه با نتایج سایر مطالعات منطبق است (Derksen et al., 1995; Hyvönen & Salonen, 2002). علف‌کش‌ها با حذف گونه‌های حساس و گزینش گونه‌های مقاوم فشار انتخابی شدیدی بر جامعه علف‌های هرز وارد می‌کنند که نتیجه آن تنزل غنای گونه‌ای به سطح چند گونه غالب است (Radosevich et al., 1997; Norris, 1999; Hyvönen & Salonen, 2002).

1- Life cycle
2- Morphotype
3- Kolmogorov-Smirnov
4- Detrended Correspondence Analysis
5- Redundancy analysis
6- Variation partitioning out

جدول 1- مدیریت زراعی و خصوصیات خاک مزارع مورد مطالعه.

Table 1- Crop management practices and soil characteristics of studied fields.

عوامل (Factors)	نوع* (Type)	کد (Code)	دامنه/تعداد** (Range/Number)
مدیریت زراعی (Crop management)			
نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) Applied Nitrogen ($kg.ha^{-1}$)	R	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	60 100 150
علف‌کش‌ها (Herbicide)	N	مصرف(use) عدم مصرف (non-use)	6 6
محصول قبلی (Preceding crop)	N	خربزه (melon) آیش (fallow)	6 6
شرایط خاک (Soil conditions)			
اسیدیته pH	R	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	7.22 7.93 8.32
فسفر خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	R	کم (min) متوسط (mean) زیاد (max)	2.1 7.82 13.2
بافت (Texture)	N	لومی (Loam) سیلتی (Silt)	6 6

* N : متغیر اسمی، R: متغیر نسبتی؛ ** : مقادیر داده شده در متغیرهای اسمی بیانگر تعداد مزارع و در متغیرهای نسبتی بیانگر دامنه تغییرات در مقدار متغیر مورد نظر است.

*N: nominal variable, R: ratio variable; **: Rates show number of fields for nominal variables and variations range for ratio variables.

افزایش معنی‌دار شاخص غالبیت سیمپسون همراه با مصرف علف‌کش‌ها مؤید این موضوع می‌باشد (جدول 2). کشت گندم در خاک‌های لومی منجر به افزایش شاخص شانون و غنای گونه‌ای در مقایسه با کشت آن در خاک‌های سیلتی گردید. در حالی‌که خاک های لومی فراهم‌کننده شرایط رشد برای طیف گسترده‌ای از گیاهان هستند، در خاک‌های سیلتی و مشابه آن به واسطه تهویه نامناسب و محدودیت در فراهمی عناصر غذایی فقط معدودی از گونه‌ها قادر به تحمل و رشد در این شرایط دشوار می‌باشند. این پدیده در خاکهای سیلتی با زیاد بودن شاخص غالبیت سیمپسون به وضوح قابل دریافت است (جدول 2). کاهش تنوع در شرایط دشوار و نامعمول محیطی در تحقیقاتی دیگری نیز به اثبات رسیده است (Fried et al., 2008). کشت گندم بعد از خربزه سبب افزایش معنی‌دار غنای گونه‌ای و شاخص شانون در قیاس با کشت متعاقب آیش گردید (جدول 2). اطلاعات میدانی به‌دست آمده از منطقه حاکی از این واقعیت بود که به‌رغم مبارزه شیمیایی جدی با آفات و بیماری‌ها در اراضی زیر کشت خربزه، کنترل شیمیایی علف‌های هرز در این مزارع رایج نیست. از طرفی فرونشانی علف‌های هرز طی رقابت با محصول زراعی نیز به واسطه الگوی رشد رونده در خربزه چندان محتمل به نظر نمی‌رسد. مجموع این شرایط می‌تواند در تقویت بانک بذر خاک بسیار موثر واقع شود. این در حالی است که در اراضی آیش به دلیل عدم ورود کودهای شیمیایی و نبود رطوبت، رویش علف‌های هرز به حداقل می‌رسد.

نتایج آنالیز رگرسیون نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از غنای گونه‌ای و شاخص تنوع شانون کاسته شده ولی بر غالبیت گونه‌ای افزوده می‌شد (شکل 1). اگر چه نتایج حاضر در تقابل با پیش‌بینی تیلمن (Tilman, 1988) و همچنین ویلسن و تیلمن (Wilson & Tilman, 1993) قرار دارد که اظهار داشتند تنوع در خاک‌های حاصلخیز به واسطه کم بودن شدت رقابت بین گیاهان بیشتر از خاک‌های غیرحاصلخیز است، اما تاییدی بر نظریه گریم است. گریم (Grime, 1979) اعتقاد دارد بروز رقابت شدید در محیط‌های غنی سبب حذف گونه‌های ضعیف و برجای ماندن فقط چند گونه رقابت‌پذیر می‌شود که پیامد آن کاهش غنا و تنوع گونه‌ای و افزایش غالبیت در محیط‌های حاصلخیز است. رابطه آماری معنی‌داری بین pH با غنای گونه‌ای (r^2=0/03)، شاخص تنوع شانون (r^2=0/02) و شاخص غالبیت سیمپسون (r^2=0/008) و نیزمقدار فسفر خاک با غنای گونه‌ای (r^2=0/13)، شاخص تنوع شانون (r^2=0/2) و شاخص غالبیت سیمپسون (r^2=0/18) وجود نداشت.

جدول 2- تاثیر عوامل زراعی و خاکی بر غنای گونه‌ای، شاخص تنوع شانون و شاخص غالبیت سیمپسون.

Table 2- Effects of soil and crop factors on Species richness, Shannon's diversity index and Simpson's dominance index.

متغیر (Variable)	علف کش (Herbicide)			بافت خاک (Soil texture)			محصول قبلی (Preceding crop)		
	مصرف (use)	عدم مصرف (non-use)	T†	لومی (Loam)	سیلتی (Silt)	T	خربزه (Melon)	آیش (Fallow)	T
غنای گونه ای (Species richness)	4.92	7.12	5.24^{**}	6.5	5	2.2^{*}	6.75	5.12	2.46^{*}
شاخص شانون (Shannon's index)	1.08	1.6	8.03^{**}	1.48	1.1	3.92^{*}	1.49	1.19	2.3^{*}
شاخص سیمپسون (Simpson's index)	0.43	0.25	8.66^{**}	0.3	0.41	2.95^{*}	0.29	0.39	2.09^{ns}

†: آماره در آزمون t استیودنت جفت نشده؛ **، * و ns به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و عدم معنی‌داری می باشند.

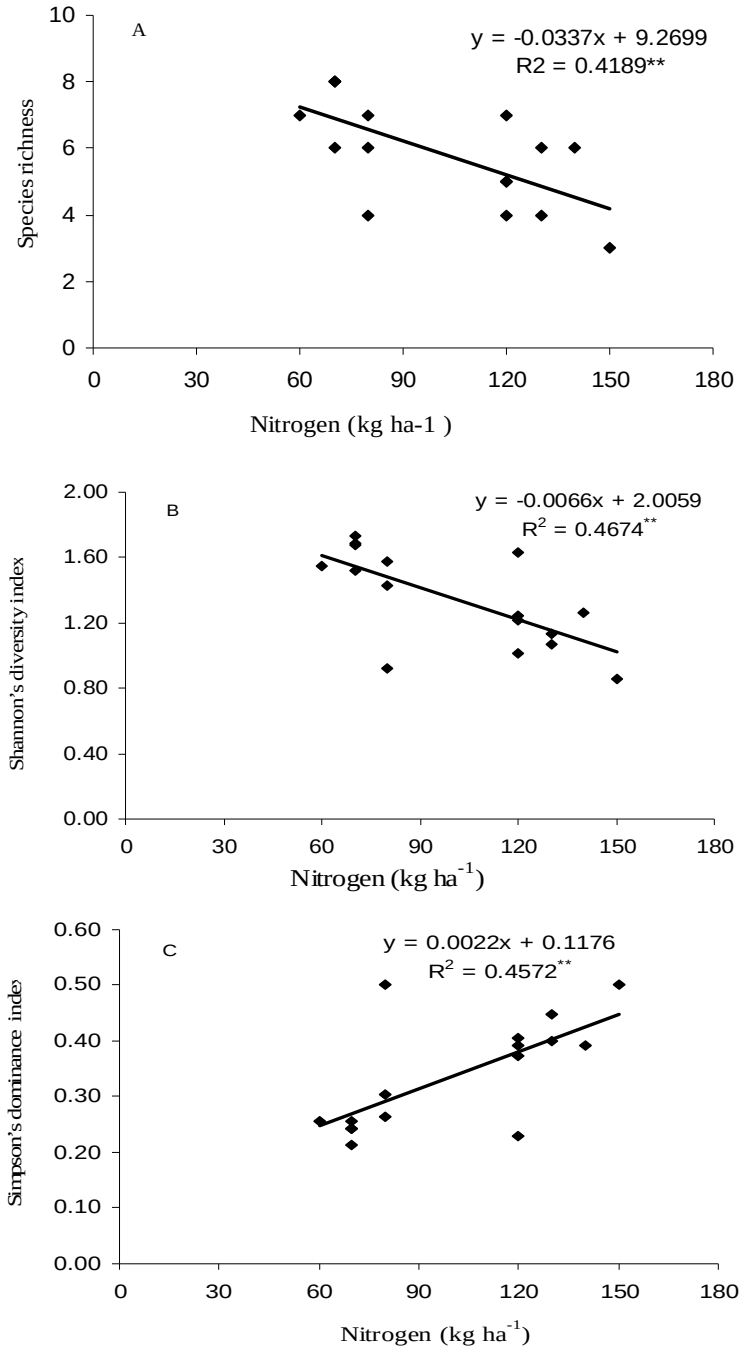
†Unpaired Student's t-test statistic. **, * and ns show significant differences at P<0.01, P<0.05, non-significant, respectively.

انجام آنالیزهای چند متغیره منجر به درک الگوهایی در ترکیب جامعه گیاهی و چگونگی تاثیر عوامل محیطی بر این ترکیب شد. نتایج DCA در فضای دو محور اول رسته‌بندی سبب تفکیک شدن علف‌های هرز مزارع گندم گردید (شکل 2). در حقیقت پاسخ متفاوت گونه‌ها به عوامل زراعی و خاکی حاضر در محیط رشد آنها سبب ظهور چنین الگویی شده است. اولین محور DCA 24/8 درصد تغییرات و محور دوم آن 9/9 درصد تغییرات را در داده‌های گونه توجیه کردند.

زمانی که تمام عوامل مورد بررسی در RDA وارد شدند محور اول و دوم به ترتیب 30/9 و 7/8 از مجموع تغییرات در داده‌های گونه و 58/7 و 14/4 درصد از تغییرات در رابطه محیط- گونه را تشریح نمودند (شکل 3). انجام آزمون مونت کارلو بیانگر معنی‌داری محور اول (P-value=0/013، F=1/67) و کل مدل (P-value=0/001، F=4/03) بود. گونه‌هایی که بیشترین ارتباط را با محور اول نشان دادند در قالب دو گروه قرار گرفتند: گونه‌هایی شامل جاروعلفی بامی، چچم، یولاف (*Avena fatua* L.)، خارشتر (*Alhagi persarum* L.) که در سمت راست محور اول قرار دارند. گونه‌های واقع در سمت چپ محور که در برگیرنده علف هفت بند، تاج خروس، سیزاب ایرانی (*Veronica persica* L.)، تاجریزی (*Solanum nigrum* L.) و سلمک می باشد. همبستگی عوامل محیطی با محورهای RDA در جدول (3) نشان داده شده است. با تلفیق داده‌های این جدول و ارتباط گونه‌ها با محورهای رسته‌بندی RDA (شکل 3) می‌توان چنین استنباط نمود که گونه‌های واقع در سمت چپ محور اول باید از گونه‌های حساس به علف‌کش توفوردی باشند. علف‌کش توفوردی از علف‌کش‌های اختصاصی مزارع گندم برای مقابله با پهن برگان علفی به شمار می‌رود.

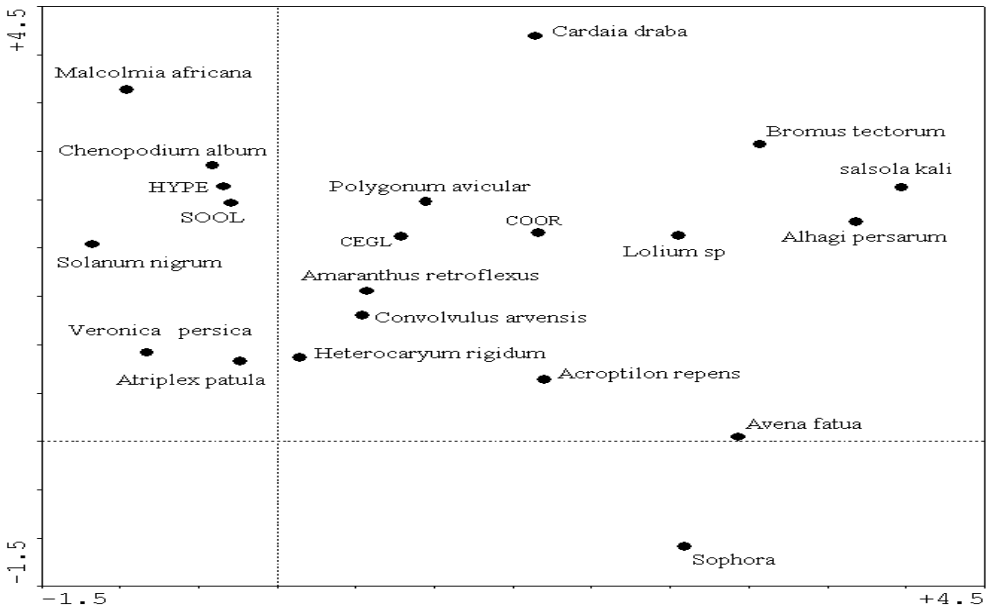
مصرف مداوم این علف‌کش، وضعیتی که در نیمی از مزارع پیمایش شده منطقه نیز رایج است و فشار انتخابی ناشی از آن در درازمدت سبب کاهش فراوانی پهن برگان خواهد شد. همگام با کاهش پهن برگان بر فراوانی گونه‌های متحمل به علف‌کش نظیرکشیده برگ‌های علفی افزوده می‌شود (Radosevich et al., 1997; Kudsk & Streibig, 2003). واقع شدن یولاف، جاروعلفی و چچم در سمت راست محور اول، به عبارتی جایی که عامل زراعی مصرف علف‌کش (H) قرار دارد مؤید این موضوع است.

نیتروژن عامل موثر دیگری است که در الگوی ایجاد شده در جامعه گیاهی سهیم می‌باشد به نحوی که بعد از متغیر علف‌کش از بیشترین همبستگی با محور اول برخوردار بود (جدول3). یولاف، جاروعلفی و چچم از گونه‌های نیتروژن‌دوست محسوب می‌شوند و بنابراین طبیعی است که محیط‌های غنی از نیتروژن را ترجیح دهند (Pawar & Yaduraju, 1998; Liebman, & Davis 2000). برخلاف انتظار، گونه‌های نیتروژن‌دوست سلمک، پیچک و اسفناج وحشی پاسخ منفی به افزودن نیتروژن نشان دادند (شکل 3). مطابق نظر هیوونن و سالونن (Hyvönen & Salonen, 2002) مصرف علف‌کش‌ها می‌تواند از بروز اثرات سایر عوامل همچون مصرف نیتروژن بکاهد و خود عامل اصلی تعیین‌کننده ترکیب جامعه گیاهی گردد. واکنش منفی گونه فسفردوست تاجریزی به مقدار فسفر خاک را نیز باید به همین اثر تعیین‌کننده علف‌کش‌ها نسبت داد (شکل 3). بخش قابل‌توجهی از کل گونه‌های شناسایی شده با بافت لومی ارتباط داشتند. با این حال برخی گونه‌های مهاجم همچون علف شور و خارشتر که سازگاری نسبتاً بالایی به شرایط سخت محیطی دارند در خاک‌های سیلتی فراوان‌تر بودند (شکل 3).



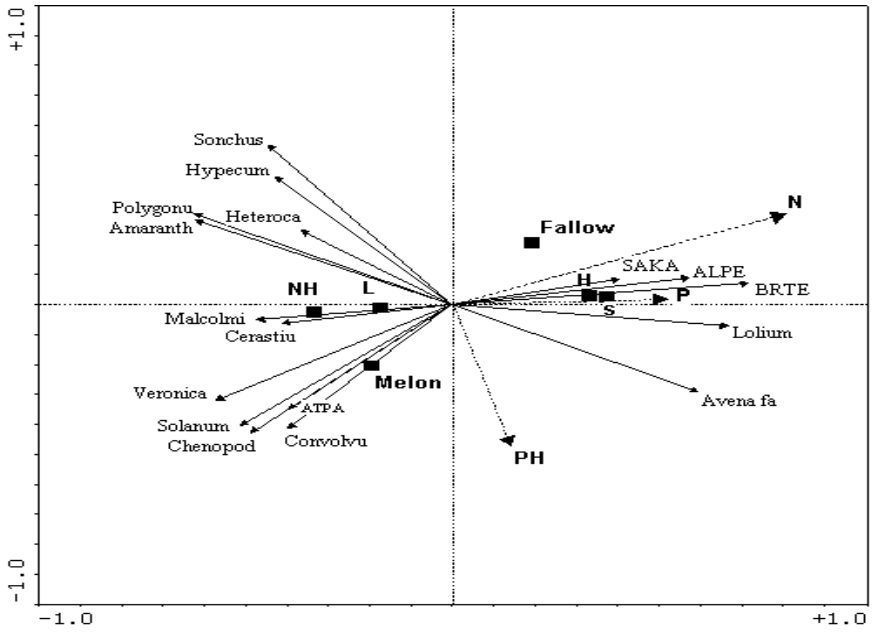
شکل 1- رابطه مقدار نیتروژن مصرفی با غنای گونه ای (الف)، شاخص تنوع شانون (ب) و شاخص غالبیت سیمپسون (ج). **: معنی دار در P< 0/01

Fig. 1- Relationship between applied nitrogen with Species richness (A), Shannon's diversity index (B) and Simpson's dominance index (C). **: P<0.01



شکل 2- نمودار DCA علف‌های‌هرز ثبت شده در کل مزارع مورد مطالعه. اختصارات: COOR: *Consolida orientalis*، CEGL: *Cerastium glomeratum*، HYPE: *Hypecum pendulum* ، SOOL: *Sonchus oleracea*.

Fig. 2- DCA diagram of recorded weeds per total of study fields.



شکل 3- نمودار رسته‌بندی RDA . عوامل محیطی با مقیاس نسبتی و اسمی به ترتیب با فلش‌های منقطع و مربع‌های توپر نشان داده شده‌اند. اختصارات: L: بافت لومی، S: بافت سیلتی؛ H: مصرف علف‌کش، NH: عدم مصرف علف‌کش؛ برای اسامی کامل گونه‌ها شکل (2) را ملاحظه نمایید.

Fig. 3- RDA biplot. Nominal and ratio variables are represented by rectangles and arrows, respectively. Abbreviations: L: loam texture, S: silt texture; H: application of herbicide, NH: non- application of herbicide; See Fig 2 for abbreviations of species.

همبستگی pH خاک و تا اندازه‌ای نوع محصول قبلی با محور دوم رسته‌بندی RDA بیش از سایر عوامل بود (جدول3). در بین گونه‌های حاضر در فضای رسته بندی نیز دو گونه پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و شیرتیغی (*Sonchus oleracea* L.) از حداکثر ارتباط با محور دوم برخوردار بودند (شکل 3). پیچک علف هرزی است که برای رشد، خاک های قلیایی را بیش از سایر خاک‌ها ترجیح می‌دهد (Fried et al., 2008). بنابراین رابطه مثبت این گونه با افزایش pH خاک طبیعی به نظر می‌رسد. شیرتیغی به‌طور معمول در خاک‌هایی با pH تقریباً خنثی رویش دارد، بنابراین در توجیه ارتباط آن با محور دوم pH خاک نمی‌تواند نقش مهمی ایفا نماید و باید نوع محصول قبلی این ارتباط را سبب شده باشد. مشاهدات در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد در حالی که بعد از برداشت خربزه بقایای محصول تا زمان کشت گندم رها می‌شود، ولی در اراضی تحت آیش زمین به مدت بیش از یکسال تقریباً لخت و عاری از هر نوع پوششی است. عامل اصلی انتشار بذور شیر تیغی باد می‌باشد و بنابراین وجود کاه و کلش و بقایای محصول بر سطح خاک سبب به دام افتادن بذور و افزایش تراکم آن در محصول بعدی می‌شود (Murphy & Lemerle, 2006) . مطالعات مختلف بر فراوانی بیشتر گیاهان باد- پراکنش در نظام‌های بدون شخم، که با حفظ بقایای محصول در سطح خاک همراه هستند، تأکید داشته‌اند (Derksen et al., 1993; Zanin et al., 1997).

با کمک روش تسهیم واریانس مشخص شد که عوامل مورد بررسی در مجموع 52/7 درصد (مجموع تمام محورهای کانونیک) از تغییرات جامعه علف هرز را توجیه کردند. سهم عوامل زراعی، خاکی و اثر مشترک آنها از مجموع این تغییرات به ترتیب 44، 26/5 و 29/5 درصد بود. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول (1)، عوامل خاکی در قیاس با عوامل زراعی از تغییرپذیری کمتری در بین 16 مزرعه مورد مطالعه برخوردار بودند، بنابراین در تشریح تغییرات گونه‌ای به مراتب نقش کم‌رنگ تری نسبت به عوامل زراعی ایفا نمودند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر بر این نکته تأکید دارد که در کشت بوم‌های گندم با فشرده‌شدن مدیریت زراعی به ویژه مصرف علف‌کش های موثر بر گونه‌های پهن برگ، نه تنها از تنوع و غنای گونه‌ای علف‌های هرز کاسته می‌شود بلکه ترکیب جامعه گیاهی نیز دستخوش تغییر شده و به چیره شدن چند گونه غالب از کشیده برگ‌ها می انجامد. پیامد کاهش تنوع در این نوع نظام‌ها وابستگی بیشتر به نهاده‌های شیمیایی است که از تبعات آن آلودگی‌های زیست محیطی و تهدید پایداری کشاورزی خواهد بود.

جدول 3- همبستگی عوامل محیطی با محورهای اول و دوم رسته بندی RDA
Table 3- Correlation of environmental variables with first and second axis of RDA ordination.

عامل محیطی (Environmental factor)	محور اول (First axis)	محور دوم (Second axis)
اسیدیته pH	0.14	- 0.36
فسفر (P)	0.5	0.01
بافت (Texture)	± 0.73	± 0.03
نیتروژن (N)	0.79	0.22
محصول قبلی (Preceding crop)	± 0.55	± 0.46
علفکش (Herbicide)	± 0.96	± 0.05

منابع

1- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19–31.
2- Booth, B.D., Murphy, S.D., and Swanton, C.J. 2004. Invasive ecology of weeds in agricultural systems. In: Inderjit (Ed.), Weed Biology and Management. Kluwer, Dordrecht, p. 29–45.
3- Derksen, D.A., Thomas, A.G., Lafond, G.P., Loeppky, H.A., and Swanton, C.J. 1995. Impact of post-emergence herbicides on weed community diversity within conservation-tillage systems. Weed Research 35: 311–320.
4- Derksen, D.A., Lafond, G.P., Thomas, A.G., Loeppky, H.A., and Swanton, C.J. 1993. Impact of agronomic

practices on weed communities: tillage systems. Weed Science 41: 409–417.
5- Fried, G., Norton, L.R., and Reboud, X. 2008. Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. Agriculture, Ecosystems and Environment 128(1-2): 68-76.
6- Grime, J.P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. Wiley, Chichester. 222 pp.
7- Grime, J.P. 2001. Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties. Wiley, Chichester. 456 pp.
8- Gyula, P., Robert, P., and Zoltan, B.D. 2008. Effects of environmental factors on weed species composition of cereal and stubble fields. Central European Journal of Biology 5(2): 283-292.
9- Haas, H., and Streibig, J.C. 1982. Changing patterns of weed distribution as a result of herbicide use and other agronomic factors. In: H.M. LeBaron and J. Gressel (Eds.), Herbicide Resistance in Plants, Chapter 4, pp. 57–79. John Wiley & Sons, New York.
10- Hume, L. 1987. Long-term effects of 2, 4-D application on weed community in wheat crop .Canadian journal of Botany 65: 2530- 2536.
11- Hyvönen, T., and Salonen, J. 2002. Weed species diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – a six-year experiment. Plant Ecology 154**:** 73–8.
12- Hyvönen, T., and Huusela-Veistola, E. 2008. Arable weeds as indicators of agricultural intensity – A case study from Finland. Biological Conservation 141: 2857-2864.
13- Kudsk, P., and Streibig, J.C. 2003. Herbicides: a two-edged sword. Weed Research 43: 90–102.
14- Legere, A., Stevenson, F C., and Benoit, D L. 2005. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. Weed Research 45: 303–315.
15- Liebman, M., and Davis, A.S. 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. Weed Research 40: 27–47.
16- Lososova, Z., Chytry, M., Cimalova, S., Kropac, Z., Otypkova, Z., Pysek, P., and Tichy, L. 2004. Weed vegetation of arable land in Central Europe: gradients of diversity and species composition. Journal of Vegetation Science 15: 415–422.
17- Lososova, Z., Chytry, M., Kuhn, I., Hajek, O., Horakova, V., Pysek, P., and Tichy, L. 2006. Patterns of plant traits in annual vegetation of man-made habitats in central Europe. Perspective Plant Ecology Evolution System 8: 69–81.
18- Lososova, Z., Chytry, M., and Kuhn, I. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. Journal of Biogeography 35: 177–187.
19- Magurran, A.E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA. 179 pp.
20- Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R., and Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Research 43: 77–89.
21- Miyazawa, K., Tsuji, H., Yamagata, M., Nakano, H., and Nakamoto, T. 2004. Response of weed flora to combinations of reduced tillage, biocide application and fertilization practices in a 3-year crop rotation. Weed Biology and Management 4: 24–34.
22- Mohler, C.L., and Liebman M. 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. Journal of Applied Ecology 24: 685–699.
23- Murphy, C.E., and Lemerle, D. 2006. Continuous cropping systems and weed selection Euphytica 148: 61–73.
24- Nordmeyer, H., and Dunker, M. 1999. Variable weed densities and soil properties in a weed mapping concept for patchy weed control. In: Proceedings Second European Conference on Precision Agriculture, Odense Congress Centre, Denmark, 11-15 July 2007, p. 453-462.
25- Norris, R.F. 1999. Ecological implications of using thresholds for weed management. Journal of Crop Production 2: 31-58.
26- Pawar, L.D., and Yaduraju, N.T. 1998. Population dynamics of weeds and their growth in tall and dwarf wheat as influenced by sub- optimal levels of irrigation and nitrogen. Indian Journal of Ecology 25: 146–154.
27- Pysek, P., and Leps, J. 1991. Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. Journal of Vegetation Science 2: 237-244.
28- Pysek, P., Jarosk, V., Kropac, Z., Chytry, M., Wild, J., and Tichy, L. 2005. Effect of abiotic factors on species richness and cover in Central European weed communities. Agriculture, Ecosystems and Environment 109:1–8.
29- Radosevich, S., Holt, J., and Ghersa, C. 1997. Weed Ecology: Implications for Management. 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc, NewYork. 589 pp.
30- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT Release 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
31- Soltani, A. 2006. Re-consideration of Application of Statistical Methods in Agricultural Researches. Jihad Press, Mashhad. (In Persian).
32- Ter Braak, C.J.F., and Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.
33- Thomas, A. G. 1985.Weed survey system used in Saskatchewan for cereal and oilseed crops. Weed Science 33:34-43.

34- Tilman, D. 1988. Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities. Princeton University Press, Princeton. 360 pp.
35- Walter, A.M., Christensen, S., and Simmelsgaard, S.E. 2002. Spatial correlation between species densities and soil properties. Weed Research 42: 26–38.
36- Wilson, S.D., and Tilman, D. 1993. Plant competition and resource availability in response to disturbance and fertilization. Ecology 74: 599–611.
37- Zanin, G., Otto, S., Riello, L., and Borin, M. 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. Agriculture, Ecosystems and Environment 66: 177–188.

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 2, Summer 2010, p. 353-356

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 2، تابستان 1389، ص. 356-353

A field study on the effects of the herbicide Tribenuron methyl on biodiversity of wheat aphids (Homoptera: Aphididae) in Mashhad, NE Iran

H. Sadeghi Namaghi*[1]

تاریخ دریافت: 89/3/16
تاریخ پذیرش: 89/7/7

Abstract

To identify the impacts of chemical control of weeds on wheat aphids community, a field experiment was conducted in a completely randomized design with two factors, each in three replicates in a 20-ha wheat field. The herbicide treatment used Tribenuron methyl, a broadleaf–selective herbicide and the control treatment not treated with herbicide. All other agricultural practices were the same for both treatments during the season. Standard weekly sampling of the aphids associated with aerial parts of wheat plants commenced a week after herbicide application and continued for seven weeks. Among the seven aphid species collected in this study, *Sitobion avenae*, *Methopolophium dirhodum* and, *Schizaphis graminum* were the most abundant species. After square root transformation and normality test, analyzing data showed greater number of aphids in herbicide treatment than in control, but this difference was not significant. However, whether these differences can be explained by differences in density and diversity of weeds needs tritrophic interaction studies: weeds-aphids and natural enemies of aphids.

Keywords: Aphids, Herbicide, Wheat field

Introduction

Vegetation diversity has been regarded as an important factor in insect population regulation, especially for phytophagous insects (Bach, 1980; Marshall et al., 2003, Perfecto, 1992). Increased plant diversity in an agroecosystem has been frequently touted as a mean of reducing herbivore populations, either by dimishing herbivore colonization and tenure-time on host plants, or bolstering natural enemy populations (Tonhasca & Byrne, 1994; Landis et al., 2000).

Improved crop management techniques including herbicides have resulted in good control of weeds and steadily increasing crop yields, but reducing the abundance of many weed species may affect associated insects and other taxa (Freeman & Boutin, 1995; Altieri, 1999). Although herbicides are not expected to harm insects significantly, at least some have been shown to affect them in several ways. Reviewing the literature on the side effects of 2, 4-D, for example, Cox (1999) noted that oat fields treated with 2,4-D amine had more aphids than expected due to a reduction in ladybird numbers (Coccinellidae). She also cited that in a field study the number of corn-leaf aphids was twice as great on treated corn plants compared with untreated ones, and stem corn- borers were also more abundant on treated plants. Reviewing the literature, Marshall et al. (2003) concluded that "weeds have a role within agroecosystems in supporting biodiversity more generally".

Changes in the biotic components such as crop and weed of the agroecosystem can considerably influence other biotic components of the agroecosystem, e.g. insect abundance, population dynamics, and species diversity (Norris & Kogan, 2005).

Taxonomically diverse plant habitats often provide microclimates, greater availability of food sources (prey, pollen and nectar), alternative hosts, and shelter sites that encourage colonization and population build up of natural enemies. In agroecosystems, weeds may play some and perhaps all of these roles, providing diversity, ecosystem functions and supporting many other species. Wild plants within crops can be important reservoirs for beneficial insects as well as pests. But, numbers of insects recorded vary markedly between weed species, with some, such as *Veronica persica* Poiret, with very few records, whereas *Stellaria media* (L.) Vill. supports over 70 insect species (Marshall et al. 2003).

One of the commonest approaches used for reducing weeds in wheat fields in Iran is the application of a broadleaf-selective herbicide, usually 2,4-D and

1- Assistant Prof., from Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*- Corresponding author's Email: Sadeghin@ferdowsi.um.ac.ir.)

Granstar DF 75% (Tribenuron methyl). According to Baqestani and Zand (2003), over a period of 10 years (1980-1990) herbicide-treated areas in Iran increased from 500,000 ha up to two million ha. Despite this increased usage of herbicides in Iran, there has been no attempt to investigate the ecological effects of these chemicals, especially the interaction between chemical control of weeds and insect diversity and abundance. This study aimed to investigate the effects of application of the herbicide, Tribenuron methyl on diversity and abundance of aphids on aerial parts of wheat plants.

Materials and Methods

This study was conducted at the Research and Educational Farm of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, an area of about 200 ha located 5 km east of Mashhad (59° 40' E, 36° 14'N). The experiment was conducted in a completely randomized design with two treatments, each in three replicates in a 20-ha wheat field. The experimental field was divided into six equal-sized plots (each plot about 3 ha.) which on 12 April three of which were treated with Granstar DF 75% (Tribenuron methyl, Synjenta, Switzerland), a broadleaf-selective herbicide (applied at a rate of 15 g/ha), hereafter is referred to as herbicide treatment and the other three plots were not treated with herbicide, referred to as the control treatment. All other agricultural practices during the season were the same in all treatments.

Sampling procedure: Sampling aphid density started one week after herbicide application. Samples were taken at approximately weekly intervals and continued for seven weeks. Sampling was carried out in transect at the middle of each plot. For each sample, 50 randomly chosen tillers were carefully cut down and examined for aphids.

Identification of materials: Aphids were identified using Blackman and Eastop (2000) and Hodjat and Azmayeshfard (1987) and confirmed by Dr. Rezvani at Plant Protection Research Institute, Evin Tehran.

Weed species in weedy treatment (control) were mainly Stellaria media (L) Vill., Rapistrum rugosum (L.) All, Polygonum arviculare L., Descurainia sophia (L.) Prantl, Convolvulus arvensis L, Sinapis arvensis L., Chenopodium album L. Cardaria draba (L.) Desv., Acroptilon repens (L.) Dc, Sonchus oleraceus L., Centaura sp., Alhagi camelorum Fisch., Daturea stramonium L., Portulaca oleracea L.,Phalaris minor Retz,. Secale cereale L., Avena fatua L., Cynodon dactylon (L.) Pres., Setaria spp, Cyperus rotundus L. Plant names used here are from Rashed Mohassel et al. (2002).

Data Analyses: To determine the influence of the herbicide on abundance of aphids on aerial parts of wheat plants, data were first square- root transformed to meet the assumptions of normality and homogeneity of variances. Data were then analyzed with a two-way Repeated Measures Analysis of Variance (RMANOVA) on two factors: herbicide and control were considered as treatments and time (sampling date) which were repeated seven times. The means differences were compared using Student Newman-Keuls (SNK) test. Statistical analyses were carried out using SAS (SAS Institute).

The biodiversity of aphid species in different treatments of the experiment was investigated by recording the type and abundance of species on the basis of Margalef's index (Charlotte, 2007).The equation for this index is: $D_m = (S-1) / Ln (N)$. where S is number of species and N is total of all individuals present in the sample.

Results and Discussion

During this study, 7 aphid species were collected and identified as follows: *Sitobion avenae* (Fab.), *Metapolophium dirrhodum* (Walker), *Schizaphis graminum* (Rondani), *Diuraphis noxia* (Mordvilko), *Rhopalosiphum padi* (L.), *Rhopalasiphum maidis* (Fitch), and *Sipha maydis* (Passerini).

The results showed no difference between two treatments in terms of aphid species diversity, except in case, *Sipha maydis* which was found only in Control plots.

In terms of aphid abundance, overall mean aphids density in herbicide treatment (97.04/sample) was higher than that the control one (63.4/sample). However, RMANOVA revealed no significant differences between treatments (Table 1). Only on 3rd, 4th and 6th census dates mean aphid density in herbicide treatment was significantly higher than the control treatment. The aphid population in both treatments gradually increased prior to late May, but from that date the number of aphids decreased, probably due to approaching the harvest time and adverse quality of host plants. The differences in the mean values among the different levels of date were greater than would be expected by chance after allowing for effects of differences in treatment (P= 0.0001). Also, there was not a statistically significant interaction between treatment and date (P = 0.264).

Among the aphid species found in the study site, 6 species were common between herbicide treated and untreated plots. Among them, *Sitobion avenae* (Fab.) with (51%) of the collected individuals of aphids was the most abundant aphid in both treatments, followed by *Metapolophium dirrhodum* (Walker) (21%) and *Schizaphis graminum* (Rondani) (13%). Populations of other species were very low (15%). Biodiversity which takes into account the number of species present, as well as the abundance of each species, was measured for each sampling date. As seen in Figure 1, the index of biodiversity in control plots throughout sampling period was slightly higher than that of herbicide plots. The maximum value of biodiversity obtained for the control plots on 24 May. However, the index in herbicide plots also increased towards end of sampling period.

Table - The Two Way Repeated Measures Analysis of Variance on number of aphids per sample (square root transformed data) in herbicide treated and untreated plots over seven sampling dates.

Source of Variance	df	SS	MS	F	P
Subject	**2**	**3.30**	**1.65**		
Treatment	1	29.26	29.26	1.67	0.3249 ns
Treatment × subject	2	34.95	17.47		
Date	6	630.53	105.09	22.38	<0.001**
Date × subject	12	55.24	4.60		
Treatment × date	6	53.74	8.96	1.48	0.2642ns
Residual	12	72.52	6.04		
Total	41	879.54	21.45		

Ns: non significant, ** = p < 0.01.

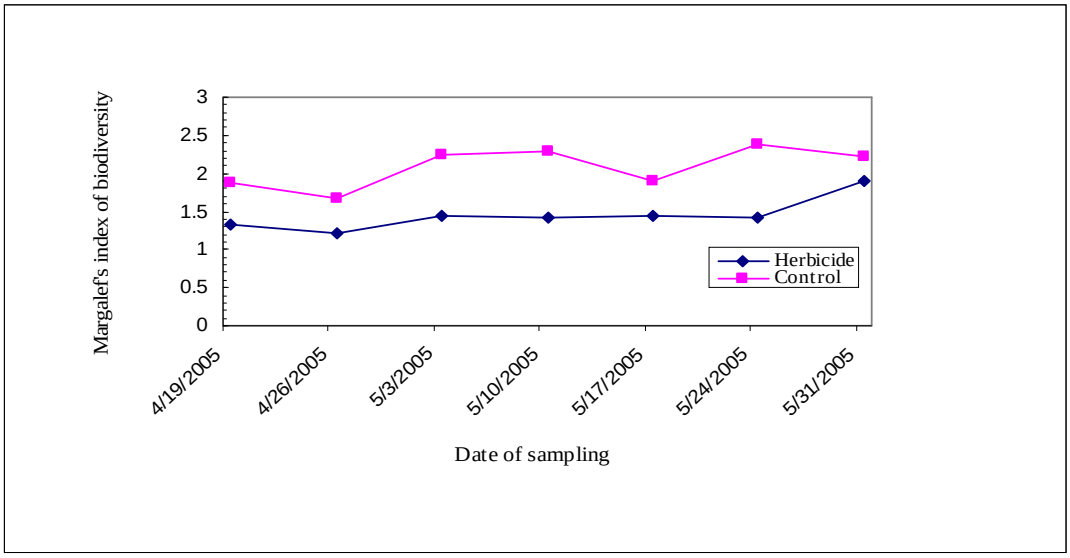


Figure 1- Dynamics of biodiversity index of aphid species during sampling period in a wheat field in Mashhad (NE Iran).

herbicide treated plots (Sadeghi, 2007). Direct effects of herbicides on insect species are rare; however Ahn et al. (2001) demonstrated effects of glufosinate-ammonium at concentrations used in orchards on different life stages of several predatory arthropods. It seems that impacts of herbicides on insects to be mostly indirect effects, mediated through the weed flora.

The protection of the farmer's investment and avoidance of risk have been the driving forces for efficient weed control. However, a new paradigm is to match crop protection with conservation of biological resources and the development of more sustainable systems. Reviewing the literature indicate that certain weeds, such as *Poa annua* L. and *Polygonum aviculare* are more important for biodiversity in arable systems than other weeds, such as *Alopecurus myosuroides* and *Veronica persica* (Marshall et al., 2003). Moreover, some weeds(e.g., *Stellaria media, Rapistrum rugosum, Convolvulus arvensis, Sonchus oleraceus* and *Polygonum aviculare*) might be considered as attractive

Discussion

The results showed that aphid density in herbicide plots where the diversity and abundance of some vegetations (weeds) was reduced by using herbicide over all sampling times was higher than that the control ones, but the difference between two treatments was less than that cited by some authors (e.g., Cox, 1999). As a reason, it was observed that the herbicide used in this experiment had no effect on grass weeds, and also little effect on some weed species such as C*onvolvulus arvensis*, *Cardaria draba*, *Acroptilon repens* and *Alhagi camelorum*. Moreover, this experiment used herbicide once and early in spring, so the time and number of herbicide application might be not proper or enough and these allowed some weeds grow later in herbicide plots and might be the cause of reducing floral differences between treatments. Also, it is suggested that the higher number of aphids in herbicide treated plots compared with the control ones could, in part, be a response to a reduction in number of aphidophagous insects in

competition on crops, or the relative attractiveness of these weeds to natural enemies of aphids, understanding the relationship between weeds and insects needs more detailed studies at three levels: weeds-aphids-aphidophagous insects.

Acknowledgment

The author acknowledges Dr. Francis Gilbert (Nottingham University, UK) for his valuable comments on the first draft of the manuscript. Special thanks go to Dr. Mahdi Nasiri for help with analysing data. I also thank the authorities of Research Farm of Agricultural College of Ferdowsi University for providing research facilities and the students who helped with field sampling. This study financially supported by Ferdowsi University of Mashhad who is gratefully thanked.

to beneficial insects and hence worth being cautious about their complete removal from crops, especially in cases such as *Stellaria media* that harbours over 70 insect species and is not a strong competitor with crops (Marshall et al., 2003). However, it should be noticed that some flowering plants might be attractive to both pests and beneficial insects.

Although some weed species are strongly preferred by natural enemies (Cowgil et al., 1993a), it is not practical to leave flowering weeds at high densities in crops. However, selective herbicides may be used as ecological tools to leave only some broad-leaved weeds. This conservation approach has had significant conservation benefits in farmland in Europe (Cowgil et al., 1993b). Also, a more relaxed weed control would allow the less competitive species to increase, while controlling the competitive species.

This study did not evaluate the impact of weed

References

1- Ahn, Y. J., Kim, K.J., and Yoo, J.K. 2001. Toxicity of the herbicide glufosinate- ammonium to predatory insects and mites of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions. Journal of Economic Entomology 94: 157-161.
2- Altieri, MA. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19-31.
3- Bach, C.E. 1980. Effects of plant density and diversity on the population dynamicsof a special herbivore, the striped cucumber beetle, *Acalymma vittata* (Fab.). Ecology 61: 1515-1530.
4- Baqestani, M.A., and Zand, S. 2003. Weeds in wheat fields: challenges and perspective. Journal of Nehadeh (In Persian), 18: 11-17. (In Persian).
5- Blackman, R.L., and Eastop, V.F. 2000. Aphids on the World's crops: an identification and information guide, 2nd ed. John Wiley and Sons. 466 pp.
6- Charlotte, S. 2007. Measurment of Biodiversity. Available at Web site: http://www.eccora.eu/coastalwiki/measurment_of_biodiversity. verified 15 March 2007.
7- Cowgil, S.E., Wratten, S.D., Sotherton, N.W. 1993a. The selective use of floral resources by the hover fly Episyrphus balteatus (Diptera: Syrphidae) on farmland. Annals of Applied Biology, 122: 223-231.
8- Cowgil, S.E., Wratten, S.D., and Sotherton, N.W. 1993b. The effect of weeds on the numbers of hoverfly (Diptera: Syrphidae) adults and the distribution and composition of their eggs in winter wheat. Annals of applied biology 123: 499-515.
9- Cox, C. 1999. 2-4-D: Ecological Effects. Journal of Pesticide Reform 9(3): 14-19.
10- Freeman, K., and Boutin, C. 1995. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscape: A review with special reference to North America. Agriculture, Ecosystem and Environment, 52: 67-91.
11- Hodjat, S.H., and Azmayeshfard, P. 1987. Aphids on grasses in Iran. Iranian Journal of Applied Entomology and Phytopathology 54: 83-109.
12- Landis, D.A., Wratten, S.D., and Gurr, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 45: 175-201.
13- Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Square, G.R., and Ward, L.K. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. European Weed Research Society, Weed Research 43: 77-89.
14- Norris, R.F., and Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. Annual Review of Entomology 50: 479–503.
15- Perfecto, I. 1992. Vegetation diversity, ants and herbivorous pests in a Neotropical agroecosystem. Environmental Entomology 21: 61-67.
16- Rashed Mohassel, M.H., Nadjafi, H., and Akbarzadeh, M. 2002. Weed Biology and Control. Ferdowsi University Press, Mashhad, Iran. (In Persian).
17- Sadeghi, H. 2007. Response of aphidophagous hover flies (Diptera, Syrphidae) to herbicide in winter wheat. Volucella 8: 125-134.
18- SAS Institute. 2002. Version 9 for Windows, Cary, NC. SAS Institute. Inc.
19- Tonhasca, J., and Byrne, D.A. 1994. The effects of crop diversification on herbivorous insects: a meta-analysis approach. Ecological Entomology 19: 239-244.

Contents

Paper topic	Author(s)	Page
Production potential of several main crops in Kurdistan province during last two decades and their future forecast	F. Hosseinpanahi, F. Mondani, F. Pouramir and M. Nassiri Mahallati	206
Residual effects of organic manures, boron and zinc elements on soil properties, wheat (*Triticum aestivum* L.) dry weight and chemical composition	T. Nejadhosseini and A.R. Astaraei	215
Effect of strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and land equivalent ratio in weedy and weed free conditions	A. Koocheki and M. Nassiri mahallati, H. Feizi, S. Amirmoradi and F. Mondani	225
Effect of methanol spraying on yield and yield components of soybean (*Glycine max* L.)	M. Mirakhori, F. Paknejad, M.R. Ardakani, F. Moradi, P. Nazeri and M. Nasri	236
Study the effect of salinity levels and seed priming on germination and seedling properties of two medicinal plant species from Astraceae family	M. Kafi, E. Eyshi Rezaei, M. Haghighikhah and S. Ghorbani	245
The effect of application of chemical and organic fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different plant densities	P. Rezvani Moghaddam, A. Mohammadabadi and R. Moradi	256
Effects of seed nourished by different levels of nitrogen, biofertilizers and drought stress on germination indices and seedling growth of wheat (Tritium aestivum) cv. Sayonz	R.Yazdani-Biuki, P, Rezvani Moghaddam, A. Koocheki, M.B. Amiri, J. Fallahi, and R. Deyhim-Fard	266
Heat units' requirenment of different maturing maize (*Zea mays* L.) hybrids based on thermal indices in Mashhad	R. Choukan and H. Hassanzadeh Moghaddam	277
Effects of integrated application of farmyard manure, plant growth promoting rhizobacteria and chemical fertilizers on production of canola (*Brassica napus* L.) in saline soil of Qum	H. Sabahi, J. Takafooyan, A.M. Mahdavi Damghani and H. Liyaghati	287
Effects of Integrated application of biofertiliser and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shushtar	Kh. Eydizadeh, A. Mahdavi Damghani, H. Sabahi[2] and S. Soufizadeh	292
Effects of sowing date and plant density on morphological triats, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.)	A. Rahmani, S. M. Alhossini and S. Khavari Khorasani	302
Evaluation of physiological and morphological characteristics and yield of soybean *(Glycine max* L.) cultivars under different intercropping planting ratios	M. Namdari, M.A. Behdani and G. Arab	313
Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions	M. Sabet Teimouri, M. Kafi, Z. Avarseji and K. Orooji	323
Evaluation of growth traits and yield of new forage corn (*Zea mays* L.) single cross combinations	S. Khavari Khorasani, M. Golbashy, F. Azizi, M. Ashofteh Beiragi and R. Fatemi	335
Effects of crop factors and soil characteristics on weed composition and diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) fields in city of Jajarm	G. Rassam, N. Latifi, A. Soltani and B. Kamkar	343
A field study on the effects of the herbicide Tribenuron methyl on biodiversity of wheat aphids (Homoptera: Aphididae) in Mashhad, NE Iran	H. Sadeghi Namaghi	353
English abstracts		357-371

Ferdowsi University of Mashhad

Agroecology

Vol. 2 No. 2

Summer 2010

ISSN: 2008-7713

Contents

Production potential of several main crops in Kurdistan province during last two decades and their future forecast 206
F. Hosseinpanahi, F. Mondani, F. Pouramir and M. Nassiri Mahallati

Residual effects of organic manures, boron and zinc elements on soil properties, wheat (*Triticum aestivum* L.) dry weight and chemical composition 215
T. Nejadhosseini and A.R. Astaraei

Effect of strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and land equivalent ratio in weedy and weed free conditions 225
A. Koocheki, M. Nassiri mahallati, H. Feizi, S. Amirmoradi and F. Mondani

Effect of methanol spraying on yield and yield components of soybean (*Glycine max* L.) 236
M. Mirakhori, F. Paknejad, M.R. Ardakani, F. Moradi, P. Nazeri and M. Nasri

Study the effect of salinity levels and seed priming on germination and seedling properties of two medicinal plant species from Asteraceae family 245
M. Kafi, E. Eyshi Rezaei, M. Haghighikhah and S. Ghorbani

The effect of application of chemical and organic fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different plant densities 256
P. Rezvani Moghaddam, A.A. Mohammadabadi and R. Moradi

Effects of seed nourished by different levels of nitrogen, biofertilizers and drought stress on germination indices and seedling growth of wheat (*Tritium aestivum*) cv. Sayonz 266
R. Yazdani-Biuki, P. Rezvani Moghaddam, A. Koocheki, M.B. Amiri, J. Fallahi, and R. Deyhim-Fard

Heat units' requirenment of different maturing maize (*Zea mays* L.) hybrids based on thermal indices in Mashhad 277
R. Choukan and H. Hassanzadeh Moghaddam

Effects of integrated application of farmyard manure, plant growth promoting rhizobacteria and chemical fertilizers on production of canola (*Brassica napus* L.) in saline soil of Qum 287
H. Sabahi, J. Takafooyan, A.M. Mahdavi Damghani and H. Liyaghati

Effects of Integrated application of biofertiliser and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shushtar 292
K. Eydizadeh, A. Mahdavi Damghani, H. Sabahi and S. Soufizadeh

Effects of sowing date and plant density on morphological triats, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.) 302
A. Rahmani, S. M. Alhossini and S. Khavari Khorasani

Evaluation of physiological and morphological characteristics and yield of soybean (*Glycine max* L.) cultivars under different intercropping planting ratios 313
M. Namdari, M.A. Behdani and G. Arab

Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse conditions 323
M. Sabet Teimouri, M. Kafi, Z. Avarseji and K. Orooji

Evaluation of growth traits and yield of new forage corn (*Zea mays* L.) single cross combinations 335
S. Khavari Khorasani, M. Golbashy, F. Azizi, M. Ashofteh Beiragi and R. Fatemi

Effects of crop factors and soil characteristics on weed composition and diversity in wheat (*Triticum aestivum* L.) fields of Jajarm 343
G.A. Rassam, N. Latifi, A. Soltani and B. Kamkar

A field study on the effects of the herbicide Tribenuron methyl on biodiversity of wheat aphids (Homoptera: Aphididae) in Mashhad, NE Iran 353
H. Sadeghi Namaghi

English abstracts 357-371