



نشریه علمی - پژوهشی بوم شناسی کشاورزی

جلد ۲ شماره ۳
پاییز ۱۳۸۹

شاپا: ۷۷۱۳-۲۰۰۸

عنوان مقالات

- ۳۷۲..... پیامدهای حاصل از مدیریت متفاوت پسماند گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) بر شاخص‌های کربن زیست‌توده میکروبی، کربن آلی و نیتروژن کل در خاک مریم السادات حسینی، غلامحسین حق‌نیا، امیر لکریان و حجت امامی
- ۳۸۳..... بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف‌هرز دو گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت مخلوط یاسر علی زاده، علیرضا کوچکی و مهدی نصیری محلاتی
- ۳۹۸..... پاسخ خصوصیات رشدی ذرت (*Zea mays* L.) به رقابت علف هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) وحید سرائی، احمد نظامی، مهدی نصیری محلاتی و محمد حسین راشد محصل
- ۴۰۸..... بررسی امکان کنترل بیولوژیک علف هرز سس (*Cuscuta campestris* L.) با استفاده از عوامل بیماری زای قارچی فرناز فلاح پور، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی، ماهرخ فلاحتی رسلگار و رضا قربانی
- ۴۱۷..... اثر فاصله روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) جواد شهاب‌نگ، سرور غرم‌دل، قربانعلی اسدی، الهه میرابی و حسین نعمتی
- ۴۲۸..... اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی جو (*Hordeum vulgare* L.) بر ویژگی‌های خاک و ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) فرشاد قوشچی، علی جورابلو، محسن سیلپور و حامد هادی
- ۴۳۷..... بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانونی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) اسماعیل رضائی چیتة، عادل دباغ محمدی نسب، محمد رضا شکیه، کاظم قاسمی گلغزانی و سعید اهری زاد
- ۴۴۸..... واکنش خصوصیات رشدی و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) به کاربرد همزمان کود دامی، گونه‌های تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و سودوموناس (*Pseudomonas* spp.) عطاءاله شامسوزی، همت‌اله پردشتی، آلاله منتیان و محمدعلی تاجیک قنبری
- ۴۵۹..... تأثیر عناصر غذایی پر مصرف (NPK) بر برخی از خصوصیات رشدی دو رقم تجاری ذرت (*Zea mays* L.) (KWS2360 و Ressuda Pioneer) در محیط آپکشت مرتضی گلدادی، سیده مهدیه خرازی و پیو پتر
- ۴۷۴..... تأثیر ورمی کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.) عبدالله یک‌خورمیزی، پروانه ابریشم‌چی، علی گنجعلی و مهدی پارسا
- ۴۸۶..... اثر تنش کم آبی بر کار آبی مصرف آب ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط مشهد سید حسام موسوی، جواد وفابخش و رضا صدرآبادی حقیقی
- ۴۹۲..... مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی هادی پیرسته انوشه، یحیی امام و فاطمه جمالی رامین
- ۵۰۲..... ارزیابی کارایی نیتروژن در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L. Moench) مصطفی جعفریانی، سید علیرضا بهشتی و قدیر طاهری
- ۵۱۲..... اثرات مدیریت حاصلخیزی و حفاظتی در تناوب‌های زراعی مختلف بر خصوصیات بانک بذر در یک نظام ارگانیک رضا صدرآبادی حقیقی، نایجل تریجلی، جولیا کوپر، کارلو لیفرت و مک ابر
- ۵۲۳-۵۳۶..... چکیده‌های انگلیسی



پیامدهای حاصل از مدیریت متفاوت پسماند گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) بر شاخص های کربن زیست توده میکروبی، کربن آلی و نیتروژن کل در خاک

مریم السادات حسینی^{1*}، غلامحسین حق نیا²، امیر لکزیان³ و حجت امامی⁴

تاریخ دریافت: 89/3/29

تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

ریزجانداران خاک از عوامل مهم چرخه عناصر غذایی و جریان انرژی در خاکاند که تا اندازه زیادی نسبت به تغییرهای محیط حساس می باشند. بنابراین از زیست توده میکروبی خاک می توان به عنوان شاخصی برای بررسی اثرات تنش ها بر خاک و ریزجانداران استفاده کرد. هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر مدیریت مقدار پسماند گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.)، سوزاندن آن، کود نیتروژن و خاک ورزی بر کربن زیست توده میکروبی و وضعیت کربن آلی و نیتروژن کل در یک دوره 90 روزه بوده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح کاه و کلش جو (3 و 6 تن در هکتار)، دو سطح سوزاندن (نسوزاندن و سوزاندن)، دو سطح کود اوره (صفر و 125 کیلوگرم در هکتار) و دو سطح خاک ورزی (بدون خاک ورزی و با خاک ورزی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد افزودن مقدار 6 تن در هکتار پسماند جو مقادیر کربن آلی، نیتروژن کل و کربن زیست توده میکروبی را نسبت به تیمار 3 تن در هکتار به طور معنی داری افزایش داد. در حالی که سوزاندن کاه و کلش به کاهش معنی دار همه پارامترها منجر گردید. انجام خاک ورزی نیز موجب کاهش معنی دار کربن آلی و کربن زیست توده میکروبی شد اما بر نیتروژن کل خاک بی تأثیر بود. کود نیتروژن بر کربن زیست توده میکروبی هیچ تأثیری نداشت، در حالی که کاربرد اوره بر کربن آلی و نیتروژن کل خاک تأثیر مثبت و افزایشی داشت. این مطالعه نشان داد که شیوه بدون خاک ورزی و همراه با حفظ پسماند گیاهی در سطح 6 تن در هکتار و روش بدون سوزاندن مؤثرترین نوع مدیریت در حفظ و افزایش مقادیر کربن آلی خاک، کربن زیست توده میکروبی و نیتروژن کل بودند.

واژه های کلیدی: سوزاندن، خاک ورزی، کود اوره، ریزجانداران خاک

مقدمه

خاک و در برگیرنده باکتری ها، اکتینومایست ها، قارچ ها، پروتوزوا، جلبک ها و میکروفونا می باشد و در نهایت حدود 2 درصد کل کربن آلی خاک و 5 درصد نیتروژن آلی را شامل می شود (Hu & Cao, 2007; Landi et al., 2000). معمولاً کربن زیست توده میکروبی را به عنوان برآوردی از فعالیت و حیات توده میکروبی خاک محسوب می کنند (Page et al., 1982). اغلب ریزجانداران خاک نسبت به تغییرات محیط حساس اند (Hernandez et al., 1997). مدیریت خاک به ویژه مدیریت پسماند آلی مانند پسماند کاه و کلش با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت و کمیت پسماند گیاهی موجود در خاک رخ می تواند وضعیت ریزجانداران خاک و به دنبال آن فعالیت های میکروبی را تغییر دهد (Alvear et al., 2005; Roldan et al., 2005b). انجام عملیات مختلف مانند خاک ورزی، کوددهی، تناوب زراعی، مالچ و غیره با اثر بر ویژگی های خاک می توانند بر تنوع میکروبی خاک، پویایی میکروبی، زیست توده

ریزجانداران خاک یکی از اجزای اصلی در فرایندهای بیولوژیک خاک و چرخه عناصر غذایی می باشند. به سبب درک اهمیت نقش ریزجانداران در نگهداری و رهاسازی انرژی و عناصر غذایی به خاک، در سال های اخیر توجه روز افزونی به برآورد زیست توده میکروبی در خاک شده است. نقش زیست توده میکروبی خاک در تغییر مواد آلی خاک مسلم است، به طوری که گردش⁵ و معدنی شدن پیش ماده های آلی اغلب ناشی از فعالیت زیست توده میکروبی خاک می باشد (Wright et al., 2005). زیست توده میکروبی جزء زنده ماده آلی

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(Email: maryam.hoseini2007@Gmail.com
(*)- نویسنده مسئول)

فعال¹، اجزای آلی محلول در آب و لیپیدها آشکارتر است (Ajwa et al., 1999; Hernandez et al., 1997). نتایج گوناگونی از اثرات سوزاندن بر کربن زیست توده میکروبی خاک گزارش شده است (Boerner et al., 2000). برخی نتایج حاکی از بدون تغییر ماندن مقدار کربن زیست توده میکروبی (Groffman et al., 1993) و حتی افزایش آن پس از آتش سوزی است (Ojima et al., 1994; Singh et al., 1991). به طور معمول زیست توده میکروبی در طی آتش سوزی و افزایش شدید دما کاهش می یابد (Ross et al., 1997). نتایج تا حد زیادی بستگی به دمای بوجود آمده در خاک، مدت آتش سوزی، شدت و تکرار آتش، نوبت باران یا آبیاری بعدی، گونه های میکروبی باقیمانده پس از آتش سوزی و زمان نمونه گیری که معمولاً مرتبط با بهبودی خاک به دلیل رشد گیاهان است، دارد (Hernandez et al., 1997; Ross et al., 1997). خاک ورزی نیز با تغییر شرایط رطوبتی و دمایی خاک بر چرخه عناصر غذایی، مقدار ماده آلی خاکها و فعالیت های میکروبی تأثیر می گذارد و این تغییرها بستگی به نوع و شدت خاک ورزی دارند (Roldan et al., 2005a). از این رو پژوهشگران از تغییرات کربن زیست توده میکروبی به عنوان شاخص و نمایش گر وضعیت بوم شناختی و حاصلخیزی خاک استفاده می نمایند (Ajwa et al., 1999; Boerner et al., 2000).

در ایران بررسی های علمی پیرامون تأثیر عملیات مختلف زراعی بر زیست توده میکروبی بسیار کم انجام شده است، با توجه به اهمیت مدیریت زراعی در بهبود یا تنزل رتبه خاک های کشور و نقشی که مدیریت پسماند گیاهی در کشاورزی پایدار می تواند داشته باشد، این پژوهش به بررسی مدیریت های مؤثر بر جامعه میکروبی مانند نگهداری و سوزاندن پسماند گیاهی، خاک ورزی و کود نیتروژن بر فعالیت های میکروبی و آنزیمی خاک پرداخته است.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در 10 کیلومتری جنوب شرقی مشهد انجام شد. عرض جغرافیایی منطقه ۳۵° و طول جغرافیایی آن ۲۸°، ۵۹° شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر می باشد. برای انجام آزمایش کرت هایی با ابعاد ۲×۲ متر و فاصله ۱ متر از یکدیگر آماده شدند. تیمارهای آزمایش دربرگیرنده دو سطح کاه و کلش جو (*Hordeum vulgare* L.) (۳ تن در هکتار (OM_1) و ۶ تن در هکتار (OM_2))، دو سطح سوزاندن (نسوزاندن (B_0) و سوزاندن (B_1))، دو سطح کود اوره (صفر کیلوگرم در هکتار (N_0) و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار (N_1)) و دو سطح خاک ورزی (بدون شخم (P_0) و با شخم (P_1)) بودند. آزمایش به

میکروبی و وضعیت انواع ریزجانداران خاک اثرگذار باشند (Ajwa et al., 1999; Deng & Tabatabai, 1997). معمولاً در سیستم های مدیریتی که ورودی زیاد مواد آلی به خاک را دارند، دارای بیشترین مقدار زیست توده و فعالیت میکروبی نیز می باشند، هرچند این موضوع بستگی به فراهمی و ساده بودن پیش ماده های آلی برای زیست توده میکروبی خاک و همین طور فاکتورهای محیطی دارد که ممکن است بازدارنده فعالیت زیست توده میکروبی خاک باشند. تنها بخش کوچکی از کل ماده آلی ورودی به خاک به راحتی مورد استفاده موجودات خاکزی قرار می گیرد. با تجزیه پسماند آلی، عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن، فسفر، کربن و گوگرد به خاک آزاد می شوند و این عناصر برای رشد گیاهان و ریزجانداران مورد استفاده قرار می گیرند (Roldan et al., 2005a). هرچند تفاوت های موجود در سرعت تجزیه پسماند آلی خاک به نسبت کربن به نیتروژن (C/N) پسماند آلی (Wright et al., 2005)، مقدار رطوبت، پیوستگی و ارتباط پسماند آلی با خاک وابسته است (Hu & Cao, 2007) محققین مختلف (Gil-Sotres et al., 2005; Hoyle et al., 2006) مرور منابع مختلف منتشر شده در سنجش شیوه های مختلف ارزیابی خاک به کمک ویژگی های بیوشیمیایی اظهار داشتند که کربن زیست توده میکروبی با کاربرد کودهای غیر آلی به ویژه کودهای نیتروژن دار رفتار نامنظمی را از خود نشان داده است. کاربرد کودها در شرایط محدودیت عناصر غذایی اثر محرک بر رشد میکروبی داشته است. در حالی که مقادیر زیاد کود می تواند به کاهش زیست توده میکروبی خاک منجر شده است (Hoyle, 2006). برخی از پژوهش ها نشان داده اند که کودهای شیمیایی موجب افزایش کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی شدند (Sarathchandra et al., 2001). گزارش شده است که کاربرد کودهای غیر آلی در شرایط محدودیت عناصر غذایی می تواند اثر محرک بر رشد میکروبی داشته باشد، در حالی که غلظت های زیاد کود می تواند سبب کاهش زیست توده میکروبی خاک شود (Hoyle et al., 2006). در مطالعه ای که به وسیله لوول و همکاران (Lovell et al., 1995) صورت گرفت نشان داده شد که کاربرد بلند مدت کود نیتروژن سبب کاهش فعالیت های میکروبی می شود و دلیل آن تولید ترکیب های سمی و مقاوم در طی کوددهی نیتروژن عنوان شد. یودوکیموف و همکاران (Yevdokimov et al., 2008) در بررسی تأثیر افزودن مقادیر مختلف کود نیتروژن بر کربن زیست توده میکروبی مشاهده کردند که مقادیر زیاد کود نیتروژن به تنش اسمزی و مرگ سلولی ریزجانداران حساس منجر می شود. سوزاندن مزرعه و آتش زدن پسماند گیاهی می تواند به تغییرهای کوتاه مدت یا بلند مدت در ویژگی های خاک منجر شود. اثر آتش بیشتر در افق های سطحی خاک مورد توجه است. آتش زدن سبب تغییر مقدار، ترکیب و گردش ماده آلی و چرخه عناصر غذایی می شود (Arocena & Opio, 2003). این تغییرها به ویژه در بخش های

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آزمایش بر مقدار کربن آلی، نیتروژن کل و

کربن زیست توده میکروبی

نتایج به دست آمده از آزمایش بیانگر تأثیر معنی دار ($p < 0/01$) تیمارهای آزمایش بر مقدار کربن آلی خاک است (جدول 2). به گونه‌ای که تیمار سوزاندن (B) بیشترین تأثیر را بر مقدار کربن آلی خاک داشت و مقدار آن $15/2$ درصد در تیمار B_1 نسبت به تیمار B_0 کاهش نشان داد. با افزودن پسماند گیاهی به مقدار 6 تن در هکتار مقدار کربن ورودی به خاک نسبت به تیمار 3 تن در هکتار افزایش یافت. با توجه به اینکه کربن آلی حدود 50 درصد ماده آلی را تشکیل می‌دهد، افزودن پسماند کاه و کلش 6 تن در هکتار نسبت به تیمار 3 تن در هکتار سبب بهبود ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک شده و شرایط را برای تجزیه کاه و کلش و فعالیت ریزجانداران فراهم کرده است، از این رو کربن آلی کل خاک افزایش یافته است. با سوزاندن کاه و کلش، افزون بر حذف مستقیم مواد آلی از خاک، به دلیل افزایش دما و کاهش رطوبت در لایه سطحی نیز منجر به کاهش جمعیت و فعالیت ریزجانداران خاک در زمان آتش سوزی می‌شود. گرمای ناشی از آتش می‌تواند موجب سرعت گرفتن در اکسایش شیمیایی ماده آلی خاک و تغییر شکل کربن خاک شود (Certini, 2005). تفاوت مقدار کربن آلی در خاک‌های سوزانده شده در مقایسه با خاک‌های نسوزانده نشان داد که در منطقه مورد آزمایش مدت زمان سه ماه برای بهبود یافتن خاک و رسیدن کربن آلی به سطوح اولیه خود کافی نیست و نیاز به زمان بیشتری است. راس و همکاران (Ross et al., 1997) نیز تأثیر آتش را بر خصوصیات شیمیایی خاک در وضعیت مزرعه مطالعه کردند و دریافتند با گذشت یک تا دو سال پس از آتش زدن مقدار کربن آلی در محل آتش زده به طور معنی‌داری کمتر از خاک شاهد بود. نتایج بدست آمده از افزودن کود نیتروژن نیز نشان داد کربن آلی خاک در تیمار N_1 افزایش معنی‌داری ($p < 0/01$) نسبت به تیمار N_0 یافت. با گذشت سه ماه از آزمایش در کرت‌های کود داده شده در مقایسه با کرت‌های بدون کود، گیاهان خودرویی بیشتری رشد کردند. احتمالاً افزودن کود نیتروژن موجب تحریک رشد گیاهان در کرت‌های دارای مصرف نیتروژن شده است. با رشد این گیاهان و فعالیت فتوسنتزی آن‌ها کربن آلی موجود در اتمسفر از طریق گیاه تبدیل بر ترکیبات آلی شده و بخشی از این ترکیبات از محل تولید (برگ‌ها) به ریشه‌ها منتقل می‌شوند و به شکل تراوش‌هایی وارد محیط خاک می‌شوند. از این رو در کرت‌های کود داده شده کربن آلی بیشتری نسبت به کرت‌های کود نداده مشاهده شد.

صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو تکرار طراحی و اجرا شد. به منظور اعمال تیمارهای آزمایش ابتدا پسماند کاه و کلش توزین گشته و در سطح کرت‌ها قرار داده شد. سپس کاه و کلش کرت‌ها آتش زده شد. پس از سوزاندن کاه و کلش، کود اوره به کرت‌های مربوطه افزوده شد. در آخر تیمار خاک‌ورزی تا عمق 20 سانتی‌متری از خاک اعمال شد. در طول دوره 90 روزه آزمایش کرت‌ها به طور هفتگی به روش دستی با آب‌پاش به مقادیر مساوی آبیاری شدند. نمونه‌برداری از تیمارها به صورت مرکب از لایه سطحی و عمق 5 - 0 سانتی‌متری خاک صورت گرفت (Ajwa et al., 1999; Acosta-Martinez et al., 2003). به منظور نمونه‌برداری مرکب، از نقاط مختلف کرت نمونه‌های خاک جمع آوری و با یکدیگر مخلوط شدند. نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای طرح در جدول 1 آمده است. بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee & Bauder., 1986)، pH خاک در گل اشباع و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع اندازه‌گیری شدند (Mc Lean, 1982). فسفر قابل استفاده به روش اولسن (Olsen et al., 1954)، کربن آلی به روش اکسایش با دی‌کرومات (Walkley & Balck, 1934)، نیتروژن کل خاک به روش کج‌لدال و هضم با اسید سولفوریک (Bremner, 1970)، کربنات کلسیم نیز به روش خنثی سازی با اسید اندازه‌گیری شدند (FAO., 1990). کربن زیست‌توده میکروبی نیز به روش تدخین - انکوباسیون¹ (Jenkinson & Pawlson, 1976) تعیین شد. در این روش نمونه‌های خاک با رطوبت زراعی (50 گرم خاک خشک شده در آون) به کمک کلروفورم به مدت 24 ساعت در تاریکی تدخین شدند. پس از آن نمونه‌های تدخین شده با 10 میلی‌لیتر سوسپانسیون 1:10 خاک تلقیح شدند. سپس هر نمونه تدخین شده و نمونه تدخین نشده در معرض 50 میلی‌لیتر سود 0/5 نرمال و 10 میلی‌لیتر کلرور باریم 0/5 نرمال برای مدت 10 روز قرار گرفت. دی اکسید کربن تولید شده از تنفس میکروبی خاک به روش تیتراسیون سود با اسید کلریدریک 0/5 نرمال تعیین می‌شود. کربن زیست توده میکروبی خاک از راه تقسیم کردن $\text{mg CO}_2\text{-C}$ تولید شده به ازای هر کیلوگرم خاک تدخین شده و با در نظر گرفتن فاکتور $K_c = 0/41$ به منظور تبدیل دی اکسید کربن به کربن محاسبه شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT.C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک

Table 1- Soil physical and chemical properties

پارامتر (Parameters)	واحد اندازه گیری (Unit)	مقدار (Amount)
بافت (Soil Texture)	-	لوم رسی (Clay loam)
اسیدیته (pH)	-	7.23
رسانایی الکتریکی (EC)	dS.m ⁻¹	1.52
کربن آلی (OC)	%	0.476
فسفر (P)	mg Kg ⁻¹	8.658
آهک (CaCO ₃)	g Kg ⁻¹	137.5

جدول 2- مقایسه میانگین کربن آلی (OC)، نیتروژن کل (TN) و کربن زیست توده میکروبی (MBC)

Table 2- Mean comparisons of organic carbon (OC), total nitrogen (TN) and microbial biomass carbon (MBC)

شاخص	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	کربن زیست توده میکروبی (میلی گرم کربن در کیلوگرم خاک)
تیماها	OC (%)	TN (%)	MBC (mg C Kg soil ⁻¹)
پسماند کاه و کلش OM ₁	0.492 ^{b*}	385.188 ^b	190.88 ^b
Straw residue OM ₂	0.552 ^a	424.9 ^a	260.2 ^a
سوزاندن B ₀	0.565 ^a	419.962 ^a	290.79 ^a
Burning B ₁	0.479 ^b	390.125 ^b	160.29 ^b
کود نیتروژن N ₀	0.494 ^b	394.875 ^b	210.58 ^a
Nitrogen fertilizer N ₁	0.55 ^a	415.212 ^a	240.51 ^a
خاک ورزی P ₀	0.543 ^a	405.656 ^a	270.49 ^a
Tillage P ₁	0.502 ^b	404.431 ^a	180.6 ^b

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح 0/05 ندارند.

* For each column, values marked with the same letter are not significantly different at the P = 0.05 level according to Duncan's multiple range test (DMRT).

نخورده نزدیک شد.

نتایج آزمایش حاکی از تأثیر تیمارهای OM، B، و N بر مقدار نیتروژن کل خاک بود. بیشترین تأثیر را تیمار پسماند گیاهی با 10/3 درصد افزایش در تیمار OM₂ نسبت به تیمار OM₁ داشت. تیمارهای سوزاندن و کود نیتروژن به ترتیب 7 درصد کاهش و 5 درصد افزایش را بر مقدار نیتروژن کل خاک داشتند. نیتروژن در بسیاری از ترکیب-های آلی خاک مانند اسیدهای هومیک، اسیدهای فولیک، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک وجود دارد و بیش از 90 درصد از کل نیتروژن خاک در پیش ماده های آلی است (Wright et al., 2005). از این رو در طول مدت آزمایش در تیمار OM₂ نیتروژن بیشتری از پسماند گیاهی با تجزیه به خاک آزاد شده و نیتروژن خاک افزایش معنی داری در مقایسه با تیمار OM₁ داشت. علاوه بر این مقدار بیشتر پسماند جو با ایجاد محیط مرطوب تر و مناسب تری برای فعالیت ریزجاندانان خاک، شرایط بهتری را برای تجزیه پسماند فراهم نموده و نیتروژن بیشتری از ترکیبات آلی نیتروژن دار به خاک آزاد شده است (Deng & Tabatabai, 1997). کاهش نیتروژن کل خاک طی آتش زدن احتمالاً به دلیل کاهش ترکیبات آلی نیتروژن دار در طی سوختن

ژانگ و کائو (Zhong & Cao, 2006) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند. همچنین با انجام خاک ورزی کاهش معنی داری در کربن آلی خاک نسبت به تیمار بدون خاک ورزی مشاهده شد. انجام خاک-ورزی با ایجاد شکاف و گسستگی در خاک و خاکدانه ها و ورود ناگهانی اکسیژن به درون خاک، موجب تسریع در معدنی شدن ماده آلی به ویژه در لایه سطحی خاک شده است (Alvear et al., 2005). در برخی مطالعات نگهداری و افزایش کربن آلی خاک در روش بدون خاک ورزی به دلیل تخریب کمتر خاک در این روش بیان شده است (Cebel et al., 2000; Deng & Tabatabai, 1997; Martinez et al., 2003). در بررسی رولدان و همکاران (Roldan et al., 2005a) در بررسی تأثیر انواع شیوه های خاک ورزی و رژیم آبی بر توزیع ماده آلی در خاک رخ مشاهده کردند که کربن آلی و کربن محلول در آب در خاک شخم زده شده کمتر از خاک بدون شخم بودند که منجر به تضعیف خاکدانه ها و تنزل ساختمان خاک در لایه سطحی (5-0 سانتی متری) شد. کندی و همکاران (Kennedy et al., 2006) نیز گزارش کردند کربن آلی در بلند مدت در خاک بدون خاک ورزی افزایش یافت و به مقدار خاک طبیعی و دست

و افزایش هدررفت نیتروژن معدنی خاک از راه تصعید¹ بوده است (Arocena & Opio, 2003). از سوی دیگر با سوزاندن کاه و کلش، احتمالاً جمعیت‌های میکروبی خاک کاهش یافته و به نظر می‌رسد آلی شدن میکروبی² نیتروژن کمتر صورت گرفته و هدررفت آن افزایش یافته (Boerner et al., 2000) و به تبع آن باعث کاهش نیتروژن خاک در مقایسه با تیمار بدون سوزاندن شده است. راس و همکاران (Ross et al., 1997) با بررسی اثرات آتش بر ویژگی‌های خاک بیان داشتند غلظت نیتروژن کل خاک در بخش‌های سوزانده شده 8 درصد کمتر از خاک‌های سوزانده نشده بود. فرند (Friend, 1989) نیز بیان نمود که با سوختن مواد آلی هدررفت عناصر غذایی به ویژه نیتروژن افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با افزودن کود اوره به خاک نیتروژن کل افزایش معنی‌داری ($p < 0/05$) داشت. ظاهراً با افزودن کود، بستر برای عمل ریزجانداران و آنزیم‌های خاک فراهم شده و با تجزیه اوره در خاک نیتروژن کل خاک افزایش یافته است. همچنین با اضافه شدن نیتروژن از منبع کود، تجزیه مواد آلی به وسیله ریزجانداران خاک ساده‌تر شده و طی تجزیه ماده آلی نیتروژن بیشتری از منابع آلی به خاک اضافه شده است.

نتایج تجزیه کربن زیست توده میکروبی نشان داد که تیمارهای OM، B و P تأثیر معنی‌داری بر مقدار کربن زیست توده میکروبی خاک گذاشتند. بیشترین تأثیر را تیمار سوزاندن با 45/3 درصد کاهش در تیمار B₁ نسبت به تیمار B₀ داشت. پس از آن تیمار خاک‌ورزی با 32/3 درصد کاهش و تیمار 6 تن در هکتار پسماند کاه و کلش 31/7 درصد افزایش بر مقدار کربن زیست توده میکروبی در خاک داشتند. از آنجا که مقدار کربن آلی خاک عامل محدود کننده رشد زیست توده میکروبی است، از اینرو با افزودن مقادیر بیشتر ترکیب‌های آلی کربن-دار کربن زیست توده میکروبی افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد پسماند 6 تن در هکتار باعث افزایش پیش ماده و ترکیبات کربن‌دار مانند قندها، اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی در مقایسه با تیمار 3 تن در هکتار کاه و کلش شده است و به موجب آن انرژی بیشتری برای ریزجانداران فراهم گشته و فعالیت عامل‌های زیستی خاک افزایش یافته است (Kaur et al., 2000). احتمالاً با افزودن مقدار 6 تن در هکتار کاه و کلش به دلیل جلوگیری از تبخیر زیاد از سطح خاک و جذب رطوبت به وسیله مواد آلی خاک، محیط از نظر تأمین رطوبت و عناصر غذایی مورد نیاز برای فعالیت ریزجانداران مناسب‌تر شده است. از این رو زیست توده میکروبی در تیمار OM₂ در مقایسه با تیمار OM₁ افزایش یافت. دینش و همکاران (Dinesh et al., 2004) گزارش کردند افزودن پسماند آلی قابل معدنی شدن منجر به افزایش پیش‌ماده‌های آنزیم‌ها شده و رشد میکروبی را

افزایش داد. دلیل کاهش کربن زیست توده میکروبی در خاک‌های سوزانده شده را در درجه اول می‌توان افزایش دمای خاک بیشتر از حد آستانه گرمایی ریزجانداران (Liu et al., 2007) و احتمالاً تشکیل ترکیب‌های آلی سمی برای ریزجانداران خاک مانند فنول‌ها (Certini, 2005) عنوان کرد. البته در این مطالعه به دلیل فقدان اندازه‌گیری دمای خاک در طی سوزاندن این وضعیت به درستی آشکار نشده است. همچنین هرناندز و همکاران (Hernandez et al., 1997) علت کاهش مقدار کربن زیست توده میکروبی در خاک‌هایی که پسماند گیاهی سطح آن سوزانده شد را کاهش مقدار ترکیبات آلی ساده (مانند اسیدهای فولیک، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها) عنوان نموده و کاهش 50 تا 80 درصدی کربن زیست توده میکروبی را در این خاک‌ها گزارش کردند. زیست توده میکروبی و فرآیندهای میکروبی در سطح خاک‌های بدون شخم به طور معنی‌داری ($p < 0/01$) بیشتر از خاک‌های شخم خورده است (Kandeler et al., 1999). بالوتا و همکاران (Balota et al., 2004) علت افزایش فعالیت‌های میکروبی در شیوه بدون خاک‌ورزی را بهبود یافتن زیستگاه میکروبی و تشکیل و پایداری خاکدانه‌های بزرگ که موجب ایجاد یک سکونتگاه کوچک³ و مهم برای فعالیت‌های میکروبی و زیست توده میکروبی می‌شود، برشمردند. در حالی که انجام خاک‌ورزی موجب شکستن خاکدانه‌ها شده و ماده آلی درون خاکدانه‌ها را در معرض حمله میکروبی قرار می‌دهد. به همین دلیل در شیوه بدون خاک‌ورزی با افزایش ماده آلی لایه‌های سطحی، فعالیت ریزجانداران زیست توده میکروبی افزایش می‌یابد (Alvear et al., 2005). به دلیل ارتباط معکوس کربن آلی خاک با عمق خاک‌رخ، عموماً مقدار کربن زیست توده میکروبی نیز در طول خاک‌رخ کاهش می‌یابد (Kandeler et al., 1999). انجام خاک‌ورزی موجب نرم‌تر شدن خاک و کاهش چگالی ظاهری خاک شده و به افزایش تخلخل در سطح خاک منجر می‌شود (Salinas et al., 2002). خاک‌ورزی با آمیختن لایه‌های زیرین خاک با زیست توده میکروبی کم، با لایه سطحی موجب کاهش زیست توده میکروبی در خاک سطحی می‌شود (Roldan et al., 2005a; Wright et al., 2005). آلویر و همکاران (Alvear et al., 2005) در بررسی اثرات تخریب خاک بر فعالیت‌های میکروبی دریافتند کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی در روش بدون خاک‌ورزی بیشتر از خاک شخم خورده است.

برهمکنش تیمارهای آزمایش بر مقدار کربن آلی و نیتروژن کل

خاک و کربن زیست توده میکروبی

شکل 1 برهمکنش تیمارهای آزمایش را بر مقدار کربن آلی خاک نشان می‌دهد. بیشترین مقدار کربن آلی خاک در تیمار B₀P₀ با مقدار

1- Volatilization

2- Microbial immobilization

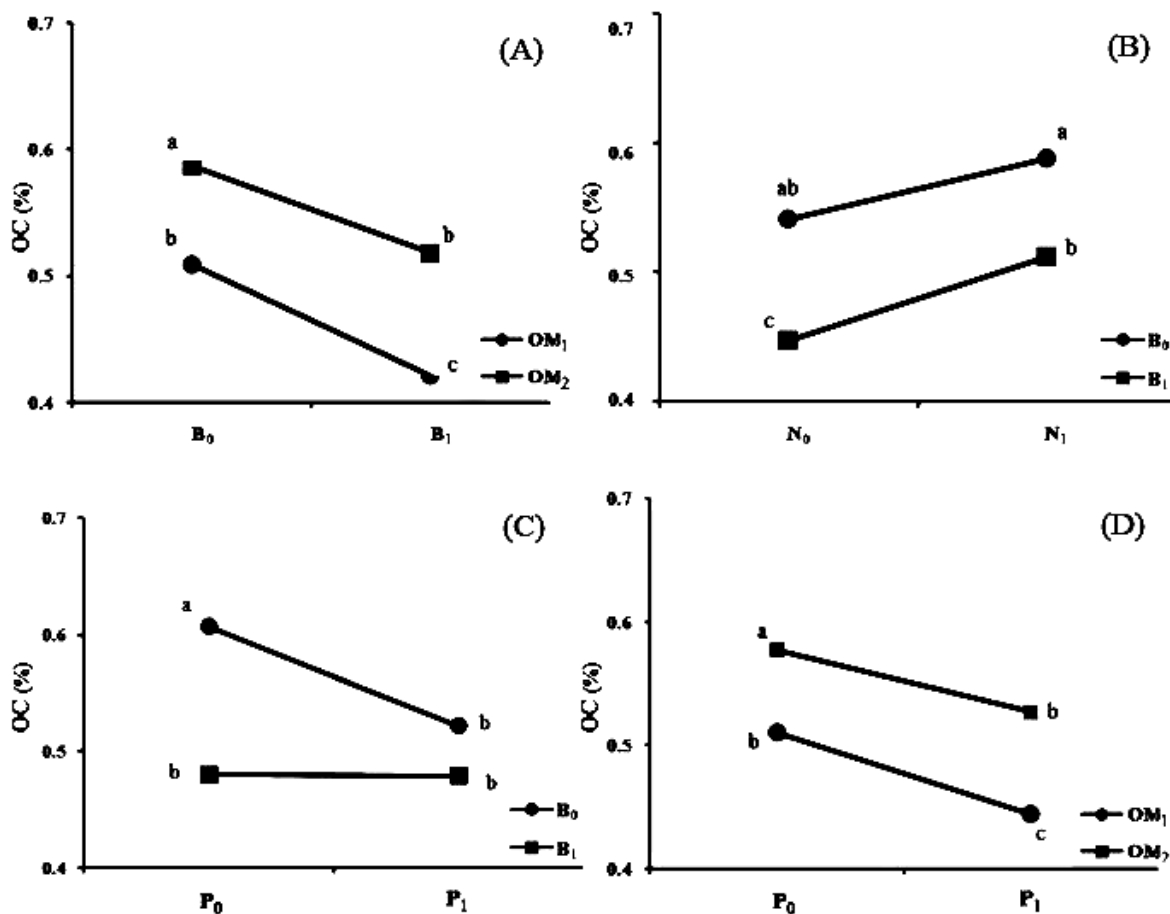
3- Microhabitat

بر مقدار نیتروژن کل معنی‌دار نبود. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تیمار پسماند آلی و سوزاندن بیشترین تأثیر را بر مقدار نیتروژن کل در خاک داشتند. بیشترین مقدار نیتروژن کل در تیمار OM_2B_0 با مقدار $447/55 \text{ mgKg}^{-1}$ و کمترین مقدار در تیمار OM_1N_0 و OM_1B_1 به ترتیب با $378/875$ و 378 مشاهده شد. شکل 2-a و 2-b نشان می‌دهد با افزایش سطح کاه و کلش به خاک مقدار نیتروژن کل خاک افزایش یافت. اما با افزودن کود نیتروژن مقدار نیتروژن کل در تیمار OM_2 افزایش معنی‌داری ($p < 0/05$) یافت. احتمالاً افزودن کود نیتروژن به خاک به تجزیه بیشتر ماده آلی و کاه و کلش خاک کمک نموده است که در تیمار OM_2 نمود دارد. در شکل 2-b نیز مشاهده می‌شود که سوزاندن کاه و کلش در تیمار OM_2 در مقایسه با تیمار OM_1 منجر به کاهش شدیدی در مقدار نیتروژن کل خاک شده است. به نظر می‌رسد دمای بیشتر به وجود آمده در خاک پس از سوزاندن پسماند 6 تن در هکتار موجب کاهش ریزجانداران و رطوبت خاک و افزایش تبخیر و هدر رفت نیتروژن تا عمق بیشتری از خاک شده باشد. راس و همکاران (Ross et al., 1997) عنوان کردند که سوزاندن پسماند گیاهی موجب کاهش نیتروژن خاک به دلیل تصعید و تبخیر نیتروژن و به مقدار بسیار کمتر از راه آشوبی¹ می‌شود، در حالی که افزودن پسماند گیاهی به خاک و آلی شدن میکروبی نیتروژن معدنی موجب حفاظت نیتروژن خاک می‌شود. همان‌گونه که در شکل 2-c مشاهده می‌شود در روش بدون خاک‌ورزی با سوزاندن خاک مقدار نیتروژن کل خاک کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت در حالی که با انجام خاک‌ورزی در تیمار بدون سوزاندن مقدار نیتروژن کل خاک کاهش لیکن در تیمار سوزاندن نیتروژن کل خاک افزایش یافت هرچند این افزایش معنی‌دار نبود. سوزاندن احتمالاً به دلیل نابودی ریزجانداران و حذف مواد آلی نیتروژن‌دار موجب کاهش نیتروژن کل خاک در لایه سطحی (5-0 سانتی‌متر) شده است، اما انجام خاک‌ورزی و مخلوط شدن لایه‌های خاک با یکدیگر موجب شده است که نیتروژن آلی یا معدنی موجود در لایه‌های زیرین به سطح خاک منتقل شوند و از این رو مقدار نیتروژن کل خاک در این حالت افزایش اندکی یابد.

شکل 3 برهمکنش تیمارهای OM، B و P را بر مقدار کربن زیست توده میکروبی نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود سوزاندن و خاک‌ورزی موجب کاهش شدید در مقدار کربن زیست توده میکروبی در تیمارهای مختلف شد. بیشترین مقدار کربن زیست توده میکروبی در تیمار P_0B_0 با مقدار $403/87 \text{ mg CO}_2 - \text{C.Kg}^{-1}$ و کمترین مقدار آن در تیمار P_0B_1 با $145/94$ مشاهده شد.

0/607 درصد و کمترین مقدار در تیمار B_1OM_1 با 0/42 درصد مشاهده شد. همان‌گونه که در شکل 1-a مشاهده می‌شود سوزاندن پسماند 6 تن در هکتار کاهش کمتری را در مقدار کربن آلی خاک نسبت به زمان سوزاندن پسماند دارد. علت را شاید بتوان به دلیل مقادیر بیشتر کاه و کلش نسوخته یا نیم سوخته در پسماند 6 تن در هکتار نسبت به پسماند 3 تن در هکتار دانست. این مواد در مدت زمان آزمایش به مرور تجزیه شده‌اند و اثرات مضر آتش را در خاک کاهش داده‌اند. هرناندز و همکاران (Hernandez et al., 1997) علت کاهش ماده آلی خاک را پس از آتش زدن بقایای گیاهی سطح خاک، هدررفت ماده آلی به وسیله آتش بیان داشتند. در شکل 1-b نیز مشاهده می‌شود با افزودن کود نیتروژن در تیمار سوزاندن شدت افزایش کربن آلی خاک بیش‌تر از وضعیت سوزاندن بود. با افزودن کود نیتروژن به خاک، شاهد رشد بیشتر گیاهان در کرت‌های کود داده شده بودیم و همین مسئله موجب افزایش ورود ترکیبات آلی از گیاه به خاک شده است. با توجه به کاهش عمده ریزجانداران پس از آتش، با اضافه شدن منبع مواد غذایی از گیاهان و کود، فعالیت ریزجانداران باقی مانده و فرصت طلب افزایش یافته و همه این مسائل موجب افزایش مقدار کربن آلی خاک بیان کرد. شکل 1-c برهمکنش سوزاندن و خاک‌ورزی بر کربن آلی خاک را نشان می‌دهد. انجام خاک‌ورزی موجب کاهش چشمگیری در مقدار کربن آلی خاک در تیمار بدون سوزاندن شد، اما کربن آلی خاک در تیمار سوزاندن تغییر چندانی نکرد. سوزاندن کاه و کلش به سوختن و هدررفت ماده آلی و احتمالاً کاهش ریزجانداران در لایه سطحی خاک منجر شده است (Hernandez et al., 1997). انجام خاک‌ورزی باعث شده که مواد آلی از لایه‌های زیرین به سطح منتقل شده و از این رو مقدار کربن آلی خاک در تیمار سوزاندن کاهش نیابد. در شکل 1-d نیز به نظر می‌رسد با انجام خاک‌ورزی مقدار کربن آلی خاک در هر دو تیمار OM_1 و OM_2 کاهش می‌یابد. با انجام خاک‌ورزی در تیمار OM_2 به دلیل حجم بیشتر مواد گیاهی توزیع ماده آلی در لایه شخم یکنواخت‌تر بوده و ارتباط بیشتری میان ریزجانداران خاک و پسماند گیاهی است. از این رو با انجام خاک‌ورزی کربن آلی خاک به اندازه پسماند 3 تن در هکتار کاهش نمی‌یابد و خاک نظر رطوبت و دما وضعیت بهتری دارد. در تیمار OM_1 قرار گیری کمتر پسماند گیاهی در سطح خاک پس از انجام شخم موجب شد که کربن آلی موجود در لایه سطحی به وسیله ریزجانداران خاک به شدت تجزیه شود و کربن آلی سطح خاک کاهش شدیدی در مقایسه با تیمار OM_2 داشته باشد پژوهشگران دیگری نیز تجمع کربن و نیتروژن آلی را در سطح (2/5-0 سانتی‌متری) در روش بدون خاک‌ورزی به همراه پسماند زراعی گزارش کردند (Havlin et al., 1990; Cebel et al., 2000).

شکل 2 برهمکنش تیمارهای آزمایش را بر مقدار نیتروژن کل در خاک نشان می‌دهد. برهمکنش تیمارهای $N \times P$ ، $OM \times P$ ، $N \times B$



شکل 1- برهمکنش تیمارهای مقدار پسماند کاه و کلش (OM)، سوزاندن کاه و کلش (B)، کود نیتروژن (N) و خاک‌ورزی (P) بر درصد کربن آلی خاک

Figure 1- Interaction among crop residue (OM), burning (B), N fertilizer (N) and tillage (P) on soil organic carbon percentage

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن و سطح 5 درصد ندارند.

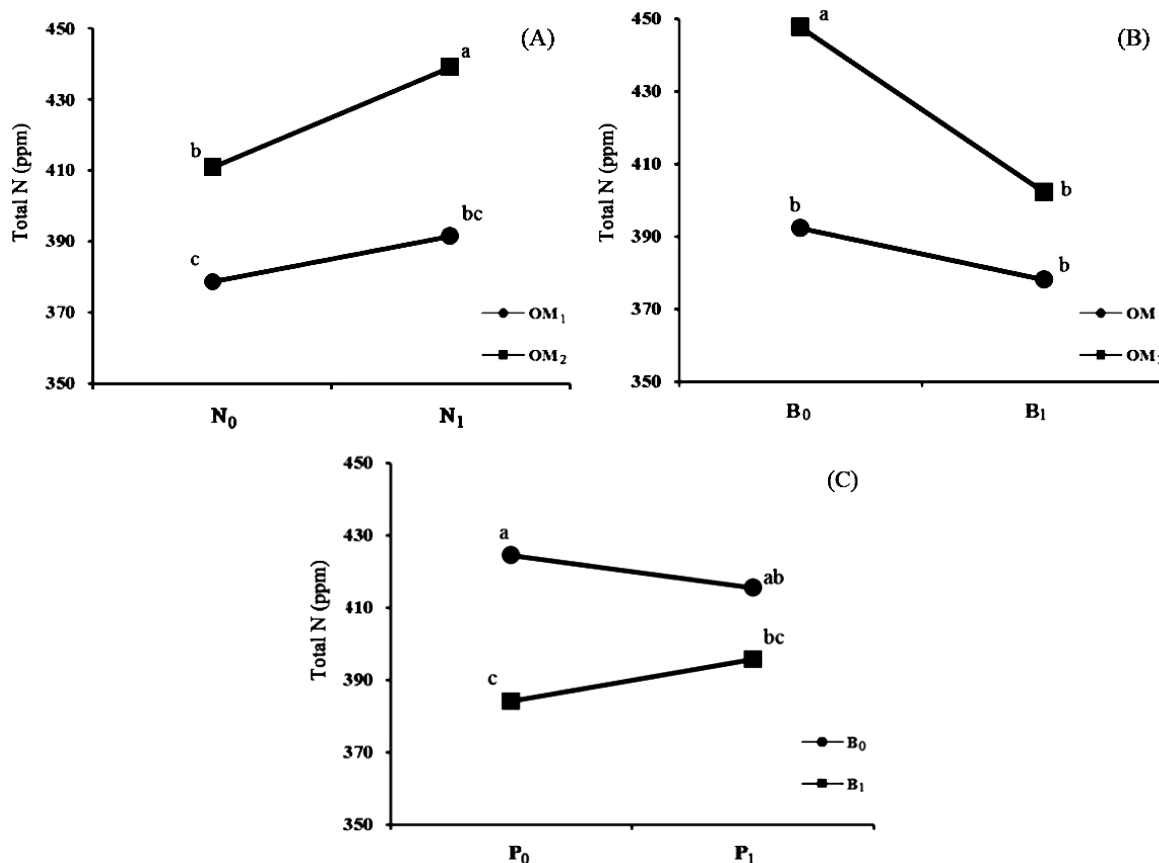
* For each Figure, values marked with the same letter are not significantly different at the $P = 0.05$ level according to Duncan's multiple range test (DMRT).

گونه که در شکل 3-a مشاهده می‌شود، شدت کاهش کربن زیست توده میکروبی در تیمار سوزاندن پسماند 6 تن در هکتار بیشتر از تیمار سوزاندن پسماند 3 تن در هکتار است که به دلیل دمای بیشتر به وجود آمده از سوزاندن مقدار بیشتر پسماند گیاهی در لایه سطحی، کاهش و تغییر ترکیبات آلی (Certini, 2005) و نابودی بیشتر ریزجانداران در این لایه می‌باشد. انجام خاک‌ورزی در تیمار بدون سوزاندن منجر به کاهش شدید کربن زیست توده میکروبی شد. انجام خاک‌ورزی به دلیل شکستن خاکدانه‌ها و تغییر در وضعیت خاک مانند دما، رطوبت و تهویه موجب کاهش در زیست توده میکروبی نسبت به روش بدون خاک‌ورزی شد (Roldan et al., 2005b). افزایش کربن زیست توده میکروبی در روش بدون خاک‌ورزی نسبت به انجام خاک‌ورزی، به دلیل مقدار و فراهمی بیشتر پیش‌ماده‌های کربن‌دار

به نظر می‌رسد که سوزاندن کاه و کلش خاک احتمالاً به علت هدررفت رطوبت خاک، تبخیر برخی عناصر از جمله نیتروژن و افزایش دما در لایه سطحی منجر به کاهش در زیست توده میکروبی خاک شده است (Friend, 1989). گزارش شده است که در خاک‌ها پس از سوزاندن وضعیت سترونی¹ فوری پیش می‌آید که البته این وضعیت با تلقیح سریع و جایگزینی ریزجانداران موجود در آب، هوا، پسماند گیاهی و یا خاک‌های سوزانده نشده ناپایدار بوده و تغییر می‌کند (Hernandez et al., 1997). با افزودن کاه و کلش بیشتر به خاک به دلیل حفظ بیشتر رطوبت و افزایش بستر برای فعالیت آنزیم‌ها و ریزجانداران، شاهد زیست توده میکروبی بیشتر در خاک هستیم. همان

حرارت ناشی از آتش کاهش معنی‌داری در زیست توده میکروبی خاک رخ می‌دهد (Ajwa et al., 1999; Roldan et al., 2005b). مخلوط کردن 20 سانتی‌متری بالای خاک با انجام خاک‌ورزی از اثرات مضر سوزاندن در لایه سطحی کاسته و ریزجاندانان لایه‌های پایین‌تر، که از اثرات آتش مصون مانده‌اند، را به سطح خاک منتقل می‌کند. بنابراین شاهد افزایش اندکی در کربن زیست توده میکروبی به رغم انجام شخم در تیمار سوزاندن بودیم.

برای رشد ریزجاندانان خاک و شرایط فیزیکی شیمیایی بهتر خاک عنوان شده است (Alvear et al., 2005). نکته جالب در شکل 3-b این است که با سوزاندن پسماند گیاهی کاهش چشمگیری در مقدار کربن زیست توده میکروبی مشاهده شد که با انجام خاک‌ورزی در تیمار P_1B_1 مقدار آن نسبت به تیمار P_0B_1 افزایش یافت، هرچند این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. با سوزاندن کاه و کلش به علت از بین رفتن بخش عمده‌ای از ریزجاندانان لایه بالایی خاک در اثر

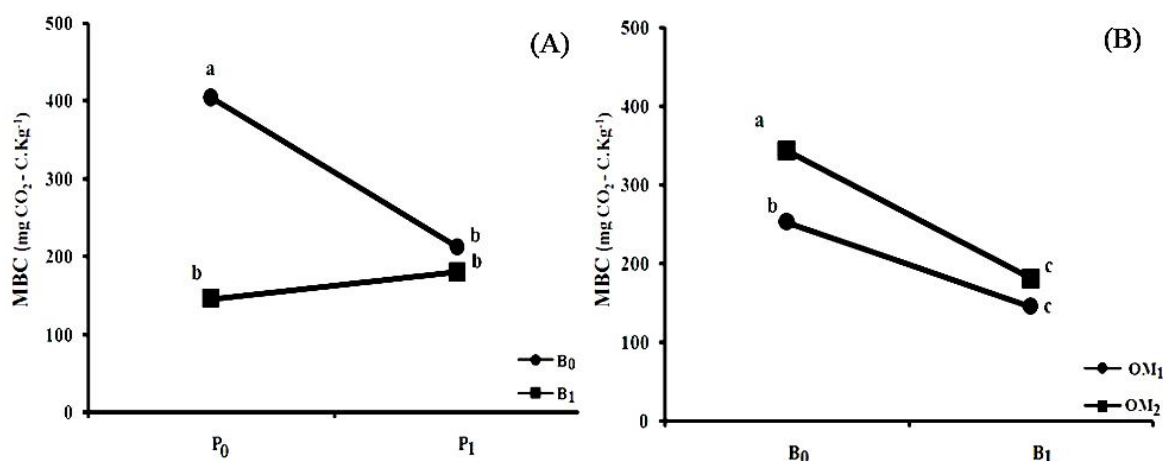


شکل 2- برهمکنش تیمارهای مقدار پسماند کاه و کلش (OM)، سوزاندن (B)، کود نیتروژن (N) و خاک‌ورزی (P) بر مقدار نیتروژن کل خاک

Figure 2- Interaction among crop residue (OM), burning (B), N fertilizer (N) and tillage (P) on soil total N

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن و سطح 0/05 ندارند.

* For each Figure, values marked with the same letter are not significantly different at the $P = 0.05$ level according to Duncan's multiple range test (DMRT).



شکل 3- برهمکنش پسماند کاه و کلش (OM)، سوزاندن (B)، کود نیتروژن (N) و خاک‌ورزی (P) بر کربن زیست توده میکروبی خاک

Figure 3- Interaction among crop residue (OM), burning (B), N fertilizer (N) and tillage (P) on soil MBC

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن و سطح 0/05 ندارند.

* For each Figure, values marked with the same letter are not significantly different at the $P = 0.05$ level according to Duncan's multiple range test (DMRT).

نتیجه‌گیری

خاک شد. با توجه به اقلیم منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه آن در ایران بهبود خاک‌های سوزانده سخت بوده و به زمان زیادی نیاز دارد، چون شرایط اقلیمی مانع از بهبود خاک‌ها بوده و حتی گاهی موجب کاهش بیشتر حاصلخیزی خاک می‌شوند. در این مطالعه مشاهده شد خاک‌هایی که پسماند گیاهی بیشتری دریافت کردند در مقایسه با افزودن کود شیمیایی حاصلخیزی بیشتری داشتند. اثر مثبت کود شیمیایی بیشتر به صورت غیر مستقیم بوده و نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن خاک به طور مستقیم بر زیست توده میکروبی تأثیری نداشت، در حالی که کربن آلی خاک در تعیین رشد ریزجانداران فاکتور مهم-تری بود. به بیانی دیگر اثر مثبت و بهبود دهنده کودهای شیمیایی بر حاصلخیزی خاک و فرایندهای میکروبی محدود است. این پژوهش بار دیگر ضرورت برگرداندن پسماند گیاهانی مانند جو و گندم را به اراضی زیر کشت این محصول به منظور بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش عملکرد زراعی و پایداری بوم‌نظام‌های کشاورزی مورد تأکید قرار می‌دهد.

این پژوهش نشان داد که مدیریت متفاوت پسماند گیاهی تغییرات معنی‌داری را بر وضعیت کربن آلی، نیتروژن کل خاک و کربن زیست توده میکروبی داشت. این ویژگی‌ها نسبت به تغییرات سریع و کوتاه مدت در خاک واکنش نشان دادند که کربن زیست‌توده میکروبی در مقایسه با کربن آلی کل به تغییرهای خاک واکنش شدیدتری نشان داده و شاخص مناسب‌تری در ارزیابی وضعیت خاک پس از مدیریت-های مختلف می‌باشد. در مقایسه میان مدیریت‌های مختلف، روش بدون خاک‌ورزی همراه با حفظ پسماند گیاهی در سطح 6 تن در هکتار و روش بدون سوزاندن مؤثرترین روش‌ها در حفاظت از ماده آلی، نیتروژن خاک و بهبود کربن زیست توده میکروبی در کوتاه مدت بودند. این شیوه‌ها کربن آلی خاک را افزایش داد و باعث نگه‌داری بیشتر رطوبت خاک شد و با بهبود این ویژگی‌ها موجب افزایش رشد میکروبی شد. با توجه به اهمیت کاه و کلش و پسماند فرآورده‌های کشاورزی برای تغذیه ریزجانداران و منبع تولید مواد آلی خاک سوزاندن آن‌ها موجب نابودی ریزجانداران خاک و کاهش حاصلخیزی

منابع

- 1- Acosta-Martinez, V., Zobeck, T.M., Gill, T.E., and Kennedy, A.C. 2003. Enzyme activities and microbial community structure in semiarid agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 38: 216–227.
- 2- Ajwa, A.H., Dell, C.J., and Rice, C.W. 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 769–777.
- 3- Alvear, M., Rosas, A., Rouanet, J.L., and Borie, F. 2005. Effects of three soil tillage systems on some biological activities in an Ultisol from southern Chile. *Soil and Tillage Research* 82: 195–202.
- 4- Arocena, J.M., and Opio, C. 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils.

- Geoderma 113: 1–16.
- 5- Balota, E.L., Kanashiro, M., Filho, A.C., Andrade, D.S., and Dick, R.P. 2004. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. *Brazilian Journal of Microbiology* 35: 300-306.
- 6- Boerner, R.E.J., Decker, K.L.M., and Sutherland, E.K. 2000. Prescribed burning effects on soil enzyme activity in a southern Ohio hardwood forest: a landscape-scale analysis. *Soil Biology and Biochemistry* 32: 899-908.
- 7- Bremner, J.M. 1970. Nitrogen total, regular kjeldahl method, In: *Methods of Soil Analysis, Part2: Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. Agronomy 9(1). A.S.A. Inc., S.S.S.A. Inc., Madison publisher, Wisconsin, USA, pp. 610-616.
- 8- Cebel, N., Mullen, M., and Kircner, M. 2000. Comparison effect of conventional tillage and no tillage practices on some chemical, biochemical and microbiological properties of erosion plots soils. *Canadian Journal of Soil Science* 57: 397-408.
- 9- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1–10.
- 10- Deng, S.P., and Tabatabai, M.A. 1997. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. III. Phosphatases and arylsulfatase. *Biology and Fertility of Soils* 24: 141–146.
- 11- Dinesh, R., Suryanarayana, M.A., Chaudhuri, S.G., and Sheeja, T.E. 2004. Long-term influence of leguminous cover crops on the biochemical properties of a sandy clay loam Fluventic Sulfaquent in a humid tropical region of India. *Soil and Tillage Research* 77: 69–77.
- 12- FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. Soil bulletin. No. 62, Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.
- 13- Friend, A.L. 1989. Differences in Nutrient Distribution Between Adjacent Cut and Uncut East-Slope Cascade Forest Stands Suggest Nutrient Losses. *Forestry Sciences Laboratory, P.N.W. Research Station, Wenatchee, WA*.
- 14- Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis, In: *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ed. Agronomy 9(1). A.S.A., Inc., S.S.S.A. Inc., Madison Publisher, Wisconsin, USA.
- 15- Gil-Sotres, F., Trasar-Cepeda, C., Leiro's, M.C., and Seoane, S. 2005. Different approaches to evaluating soil quality using biochemical properties. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 877–887.
- 16- Groffman, P.M., Rice, C.W., and Tiedje, J.M. 1993. Denitrification in a tallgrass prairie landscape. *Ecology* 74: 855-862.
- 17- Havlin, J.L., Kissel, D.E., Maddux, L.D., Claassen, M.M., and Long, J.H. 1990. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 54: 448–452.
- 18- Hernandez, T., Garcia, C., and Reinhardt, I. 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. *Biology and Fertility of Soils* 25: 109–116.
- 19- Hoyle, F.C., Murphy, D.V., and Fillery, I.R.P. 2006. Temperature changes and stubble management influence microbial CO₂-C evaluation and gross N transformation rates. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 71-80.
- 20- Hu, C., and Cao, Z. 2007. Size and activity of the soil microbial biomass and soil enzyme activity in long-term field experiments. *World Journal of Agricultural Sciences* 3(1): 63-70.
- 21- Jenkinson, D.S., and Powlson, D.S. 1976. The effects of biocide treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 8: 209-213.
- 22- Kandeler, E., Palli, S., Stemmer, M., and Gerzabek, M.H. 1999. Tillage changes microbial biomass and enzyme activities in particle-size fractions of a Haplic Chernozem. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 1253-1264.
- 23- Kaur, B., Gupta, S.R., and Singh, G. 2000. Soil carbon, microbial activity and nitrogen availability in agroforestry systems on moderately alkaline soils in northern India. *Applied Soil Ecology* 15: 283–294.
- 24- Kennedy, A.C., Schillinger, W.F., and Stubbs, T.L., 2006. Soil Quality and Conservation Tillage in the Palouse and Dryland Farming Regions of the Pacific Northwest, In: *A.S.A.E. Annual Meeting*.
- 25- Landi, L., Renella, G., Moreno, J.L., Falchini, L., and Nannipieri, P. 2000. Influence of cadmium in the metabolic quotient, L-, D-glutamic acid respiration ratio and enzyme activity, microbial biomass ratio under laboratory conditions. *Biology and Fertility of Soils* 32: 8-16.
- 26- Liu, W., Xu, W., Han, Y., Wang, C., and Wan, S. 2007. Responses of microbial biomass and respiration of soil to topography, burning, and nitrogen fertilization in a temperate steppe. *Biology and Fertility of Soils* 44: 259 –268.
- 27- Lovell, R.D., Jarvis, S.C., and Bardgett, R.D. 1995. Soil microbial biomass and activity in long-term grassland: effects of management changes. *Soil Biology and Biochemistry* 27: 969- 975.
- 28- Martinez, V.A., Zobeck, T.M., Gill, T.E., and Kennedy, A.C. 2003. Enzyme activities and microbial community structure in semiarid agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 38: 216–227.
- 29- Mc Lean, E.D. 1982. Soil pH and lime requirement, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. 2nd ed. Agronomy 9(1). A.S.A. Inc., S.S.S.A. Inc., Madison Publisher, Wisconsin, USA. 199-209.
- 30- Ojima, D.S., Schimel, D.S., Parton, W.J., and Owensby, C.E. 1994. Long- and short-term effects of fire on nitrogen cycling in tallgrass prairie. *Biogeochemistry* 24: 67-84.
- 31- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by

- extraction with sodium bicarbonate, U.S. Department of Agriculture Cris, 939. USA.
- 32- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis, Part2: Chemical and Microbiological properties. 2nd ed. A.A.C., Inc., Soil S.S.S.A., Inc., Madison Publisher, Wisconsin, USA.
- 33- Roldan, A., Salinas, G.J.R., Alguacil, M.M., Diaz, E., and Caravaca, F. 2005a. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. *Soil Ecology* 30: 11–20.
- 34- Roldan, A., Salinas, G.J.R., Alguacil, M.M., Diaz, E., and Caravaca, F. 2005b. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. *Geoderma* 129: 178– 185.
- 35- Ross, D.J., Speir, T.W., Tate, K.R., and Feltham, C.W. 1997. Burning in New Zealand snow-tussock grassland: effects on soil microbial biomass and nitrogen and phosphorous availability. *New Zealand Journal of Ecology* 21(1): 63-71.
- 36- Salinas, G.J.R., Velazquez, G.J.J., Gallardo, V.M., Diaz, M.P., Caballero, H.F., Tapia-Vargas, L.M., and Rosales-Robles, E. 2002. Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. *Soil and Tillage Research* 66: 143–152.
- 37- Sarathchandra, S.U., Ghani, A., Yeates, G.W., Burch, G., and Cox, N.R. 2001. Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *Soil Biology and Biochemistry* 33: 953–964.
- 38- Singh, R.S., Srivastava, S.C., Raghubanshi, A.S., Singh, J.S., and Singh, S.P. 1991. Microbial C, N and P in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. *Journal of Applied Ecology* 28: 869-878.
- 39- Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the Degtareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- 40- Wright, A.L., Hons, F.M., and Matocha, J.E. 2005. Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. *Applied Soil Ecology* 29: 85–92.
- 41- Yevdokimov, I., Gattinger, A., Buegger, F., Munch, J.C., and Schloter, M. 2008. Changes in microbial community structure in soil as a result of different amounts of nitrogen fertilization. *Biology and Fertility of Soils* 44: 1103–1106.
- 42- Zhong, W.H., and Cao, Z.C. 2006. Long-term effects of inorganic fertilizers on microbial biomass and community functional diversity in a paddy soil derived from quaternary red clay. *Applied Soil Ecology* 36: 84–91.



بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف‌هرز دو گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت مخلوط

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

تاریخ دریافت: 89/3/30

تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ارزیابی تأثیر آن بر کنترل علف‌های‌هرز، آزمایشی در سال زراعی 87-1386 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با 3 تکرار و 10 تیمار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: (1- کشت خالص لوبیا، 2- کشت خالص ریحان، 3- کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان دو ردیف لوبیا، 4- کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا دو ردیف ریحان و 5- کشت ردیفی) با کنترل علف‌های‌هرز و همین تیمارها بدون کنترل علف‌هرز. در گیاه ریحان وزن خشک و درصد ساقه در ماده خشک کشت خالص با کنترل علف‌هرز از تمامی تیمارها بیشتر بود. درصد برگ در ماده خشک کشت مخلوط نواری چهار لوبیا دو ریحان از سایر تیمارها بالاتر بود. اختلاف ارتفاع در چین اول تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفته بود ولی در چین دوم کشت ردیفی با کنترل علف‌هرز بالاترین ارتفاع را داشت و بالاترین شاخص سطح برگ را کشت مخلوط چهار ریحان دو لوبیا به خود اختصاص داد. اختلاف معنی داری در درصد اسانس بین تیمارها مشاهده نشد، ولی به طور کلی تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز دارای درصد اسانس بیشتری بودند. عملکرد اسانس نیز در کشت خالص و کشت مخلوط چهار ریحان دو لوبیا در شرایط کنترل علف‌هرز بیشتر از همه تیمارها بود. در گیاه لوبیا نیز تعداد دانه و غلاف در بوته، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری داشت ولی تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، تعداد شاخه در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. بالاترین شاخص سطح برگ لوبیا را در بین تیمارها کشت مخلوط ردیفی (4/53) داشت. کمترین وزن خشک علف‌هرز در کشت مخلوط ردیفی و بیشترین وزن خشک علف‌هرز در کشت‌های خالص مشاهده شد. ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که تقریباً تمامی تیمارهای کشت مخلوط ریحان و لوبیا بر کشت خالص آنها برتری دارد و کشت مخلوط ردیفی بیشترین نسبت برابری زمین (1/43) را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، رقابت، علف‌هرز، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین

مقدمه

جبران ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارد (Nasiri et al., 2001). کشت مخلوط یا همان فرآیند کشت توأم دو یا چند گیاه زراعی فواید زیادی مانند افزایش کارایی انرژی و کاهش مشکلات آفات و علف‌های‌هرز را به اثبات رسانده است (Koocheki et al., 2005).

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا می‌کرده اند (Koocheki et al., 2003). گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله و اسانس دار از خانواده نعناع می باشد (Omidbeigi,

عدم رعایت اصول اکولوژیک در تولید محصولات زراعی و نگرش تک بعدی و اقتصادی به کشاورزی منجر به تخریب منابع محیطی و افت کارایی انرژی شده است (Mazaheri, 1992). کشاورزی رایج به شیوه‌های مختلف تولیدات آینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ورود علف کشها و نهاده‌های شیمیایی دیگر علاوه بر هزینه اضافی اثرات

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

2000) که این خانواده بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران را دارد (Koocheki et al., 2003). از ریحان به عنوان گیاه سبزی، دارویی و ادویه‌ای استفاده می‌گردد که منشأ آن را ایران، هند و افغانستان می‌دانند (Omidbeigi, 2000). اسانس این گیاه به طور عمده از برگ آن گرفته می‌شود که علاوه بر واریته گیاه عوامل محیطی نیز بر روی میزان اسانس آن موثر می‌باشند (Vina and Murillo, 2003). جهان (Jahan, 2004) جنبه‌های اکولوژیکی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار را در واکنش به کود دامی، بررسی کرد و عنوان داشت که بالاترین میزان اسانس را نسبت‌های کمتر از 50:50 و مصرف کود دامی تا سطح 40 تن در هکتار، دارد. راجسوارا (Rajsawara, 1999) در تحقیق خود بر کشت مخلوط گوجه - فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) و نعناع (*Mentha Piperita* L.) اظهار داشت که این الگوی کشت کارایی استفاده از زمین و بازده اقتصادی را بالا می‌برد.

نقش لگوها نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک شناخته شده است (Bahtti, 2006). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مهم‌ترین گیاه خانواده بقولات به شمار می‌رود که با توجه به پروتئین بالا و سایر خصوصیات زراعی بالاترین سطح کشت را بین حبوبات در جهان به خود اختصاص داده است (Majnoon Hoseini, 1992).

ایران کشوری با آب و هوای خشک و نیمه خشک و شدت تشعشع بالا می‌باشد. در این شرایط کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک راهکار به منظور حداکثر استفاده از تشعشع بالای خورشیدی و منابع محدود آب به کار رود (Tsubo et al., 2001). حسینی و همکاران (Hoseini et al., 2003) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و ارزن علوفه‌ای انجام دادند مشاهده کردند که میزان عملکرد محصول در کشت مخلوط در نسبت 50 درصد ارزن علوفه‌ای + 50 درصد لوبیا چشم بلبلی، 37 درصد بیشتر از تک کشتی است. ارزیابی کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا نشان داد که مخلوط این دو گیاه در کلیه تیمارها موجب افزایش نسبت برابری زمین شده و در بعضی تیمارها تا 30 درصد افزایش عملکرد را به همراه داشت (Beheshti, 1995). رحیمی و همکاران (Rahimi, et al., 2003) در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط جایگزینی ذرت و سویا انجام دادند مشاهده کردند که عملکرد محصول در کشت مخلوط این دو گیاه بالاتر از کشت خالص آن‌ها بود.

کارایی بالاتر استفاده از زمین، پایداری عملکرد و توقف رشد علف‌های هرز در سیستم‌های کشت مخلوط (در مقایسه با تک کشتی) همگی ناشی از الگوهای مکمل¹ استفاده از منابع و اثرات متقابل

تسهیل‌کنندگی² بین گونه‌های زراعی است. با توجه به اینکه الگوهای استفاده از منابع مکمل و اثرات متقابل مناسب بین اجزای مخلوط، تسخیر بیشتر نور، آب و مواد غذایی را به همراه دارد در نتیجه کشت مخلوط در استفاده از منابع برای گیاه مؤثرتر بوده و مانع رشد علف‌های هرز می‌گردد (Najafi, 2004). لیمن و دیک (Liebman & Dyck, 1993) اظهار داشتند که ممانعت از رشد علف‌های هرز در نظام‌های کشت مخلوط بهتر از تک کشتی انجام می‌گیرد. راجسوارا (Rajsawara, 2002) بیان داشت در کشت مخلوط دو گیاه دارویی نعناع و شمعدانی معطر (*Pelargonium* ssp.) وزن خشک علف‌های هرز کمتر از کشت خالص این گیاهان بود. گزارش شده است که کشت مخلوط سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و لوبیای سودانی (*Cajanus cajan* L.) ماده خشک علف‌هرز را تا 76 درصد کاهش داد (Natarjan & Whitley, 1980). بر این اساس مطالعه حاضر با اهداف ذیل انجام گرفت: ارزیابی کشت مخلوط ریحان رویشی - لوبیا تحت الگوی جایگزینی در شرایط آب و هوایی مشهد و بررسی پتانسیل کنترل علف‌های هرز این کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص این دو گیاه.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 87-1386 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی 36 درجه و 16 درجه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 36 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا اجرا شد. مزرعه محل آزمایش در سال قبل تحت هیچگونه تیمار آزمایشی نبود و زیرکشت گیاه جو قرار داشت و شرایط شیمیایی خاک بر اساس آنالیز خاک در سال مورد آزمایش به شرح زیر بود (جدول 1).

جدول 1- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش
Table 1- Soil chemical properties for field trial

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

آزمایش بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 10 تیمار اجرا شد. تیمارها شامل کشت خالص ریحان (S)، کشت خالص لوبیا (B)، کشت مخلوط نواری چهار ردیف ریحان دو ردیف لوبیا (4S2B)، چهار لوبیا دو ریحان (4B2S) و کشت ردیفی (1b1) بدون

کشت مخلوط نیز از شاخص نسبت برابری زمین (LER^1) در معادلات 1 و 2 استفاده گردید (Mazaheri et al., 2001).

$$LER = RY + \text{گونه دوم} \quad (\text{معادله 1})$$

$$RY = \frac{Y_i}{Y_m} \quad (\text{معادله 2})$$

که در این معادلات Y_i = عملکرد گونه I در مخلوط و Y_m = عملکرد همان گونه در تک کشتی می‌باشد

لازم به ذکر است برای محاسبه LER در کشت‌های مخلوط با علف‌هرز از کشت‌های خالص با علف‌های هرز استفاده شده و برای کشت‌های مخلوط بدون علف‌های هرز از کشت خالص بدون علف‌هرز استفاده گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک و وزن تر ریحان رویشی

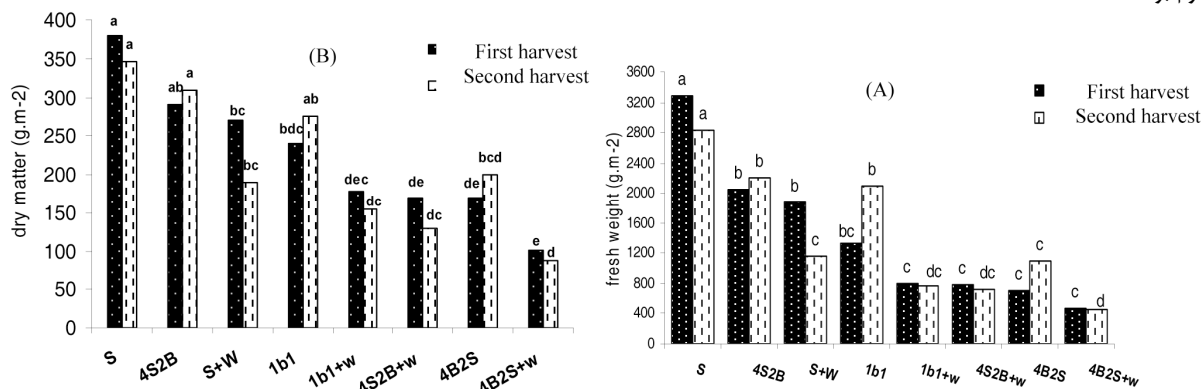
همانطور که در شکل 1 (ب) مشخص است ریحان خالص با کنترل علف‌هرز بالاترین وزن خشک را در بین تیمارها داشت و به خصوص در برداشت اول اختلاف عملکرد آن با تیمارهای دیگر بسیار بالا بود در چین اول کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا دارای رتبه دوم از نظر تولید ماده خشک در واحد سطح بود که این نشان داد که در برداشت اول تراکم اصلی ترین موضوع در افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح بود و باتوجه به تراکم بالاتر ریحان خالص در واحد سطح عملکرد بالاتر آن طبیعی بود. در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز بالاترین تولید ماده خشک در واحد سطح در برداشت اول مربوط به کشت خالص ریحان بود. اگرچه در برداشت دوم نیز کشت ریحان خالص دارای بالاترین تولید ماده خشک در واحد سطح بود. اما اختلاف تولید ماده خشک در کشتهای مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا و کشت ردیفی با ریحان خالص در برداشت دوم بسیار کمتر از برداشت اول مشاهده شد. نکته جالب این بود که در کشتهای مخلوط با کنترل علف‌هرز عملکرد ماده خشک در چین دوم بالاتر از عملکرد ماده خشک در چین اول بود در صورتیکه در کشت خالص ریحان در هر دو شرایط (کنترل و عدم کنترل علف‌هرز) عملکرد چین دوم نسبت به چین اول افت داشت.

کشت خالص ریحان با کنترل علف‌هرز دارای بالاترین مجموع وزن خشک از دو چین بود (شکل 2) و کشتهای مخلوط نواری با 4 ردیف ریحان و کشت مخلوط ردیفی با کنترل علف‌هرز از نظر تولید ماده خشک در مراتب بعدی قرار داشتند و نکته مهم این بود که

کنترل علف‌هرز (+W) و همان تیمارها با کنترل علف‌هرز بود. کرت‌هایی به ابعاد $2/5 \times 3$ متر مربع و در هر کرت شش ردیف کاشت به فاصله 50 cm از یکدیگر ایجاد شده و بذور ریحان به فاصله 6/5cm روی ردیف‌ها (تراکم 30 بوته در متر مربع) و عمق 2-3 سانتی‌متر، و بذور لوبیا به فاصله 10cm روی ردیف‌ها (تراکم 20 بوته در متر مربع) و عمق 5 سانتی‌متر در اوایل اردیبهشت ماه سال 1387 کاشته شد. فاصله بین کرت‌ها نیز در هر بلوک 0.5 متر در نظر گرفته شد. آبیاری بلا فاصله بعد از کاشت و بعد از آن هر 10 روز یکبار بصورت نشتی صورت گرفت. عملیات تنک کاری به منظور رسیدن به تراکم مورد نظر در مرحله سه تا چهار برگی گیاهان انجام گرفت.

مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی در چهار نوبت در تیمارهای کنترل علف‌هرز انجام گرفت. 55 روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر هفته یک بار از هر گیاه سه بوته در هر کرت و نمونه‌های علف‌هرز توسط کوادرات 25×25 سانتی متر مربع به صورت تصادفی از کرت‌های با علف‌هرز برداشته شده و برای محاسبه وزن خشک و سطح برگ داخل کیسه‌های سربسته به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (مدل Li-cor) استفاده گردید و سپس اعداد به دست آمده توسط معادله درجه دو برازش داده شد. و جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت 48 ساعت در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند البته قابل ذکر است برای خشک کردن نمونه‌های ریحان جهت استخراج اسانس نمونه‌ها 8 روز در سایه قرار گرفتند تا به خوبی خشک شده و بالاترین میزان اسانس در آن حفظ گردد (Omidbeigi, 2000). از نمونه‌های ریحان ابتدا وزن تر نیز گرفته شد. در پایان فصل رشد، برای گیاه لوبیا بوته‌های نیمه دیگر کرت جهت محاسبه با شرایط حذف حاشیه از هر طرف مورد استفاده قرار گرفت. برای گیاه ریحان نیز سه نمونه برداری قبل از چین اول و سه نمونه نیز بعد از چین اول تا چین دوم برداشته شد نمونه برداری‌ها هر هفت روز یکبار انجام گرفت. زمان برداشت در ریحان رویشی همزمان با ظهور اولین گل‌ها بود و برای اسانس ریحان نیز فقط از چین دوم در شرایط 10 درصد گل‌دهی از کرت‌ها برداشت گردید. اسانس نمونه‌ها به روش تقطیر با بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر گرفته شد نمونه‌ها مخلوطی از برگ و گل ریحان به وزن 40 گرم بود. سپس درصد و عملکرد اسانس در واحد سطح محاسبه گردید. برای ارزیابی اجزای عملکرد لوبیا: تعداد شاخه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه اندازه‌گیری شد. از نمونه‌های ریحان وزن تر، وزن خشک کل، وزن ساقه و وزن برگ اندازه‌گیری شد. در پایان برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS استفاده گردیده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD با سطح احتمال 5 درصد انجام شد. و برای ارزیابی

تیمارهای کشت مخلوط سهم عمده مجموع وزن خشکشان از چین دوم بوده است.



شکل 1- الف) وزن تر تولیدی ریحان رویشی در چین های اول و دوم، ب) وزن خشک ریحان رویشی در چین های اول و دوم.

Fig1: A) Fresh weight of sweet basil in the first and second harvest, B) dry weight of sweet basil in first and second harvest.

* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

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

S: Monocrop of sweet basil, (کشت خالص ریحان), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط ریحان و لوبیا), 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط ردیفی), 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا), +W: Weed free (بدون کنترل علفهرز)

همین گزارش نشان داده شده بود که علف‌های هرز به طور معنی داری وزن خشک را در گیاه نعنای و شمعدانی معطر کاهش داد و این کاهش در کشت مخلوط کمتر بوده است (Rajsawara, 2002). در کشت مخلوط لوبیا و نعنای نیز کاهش عملکرد نعنای در چین‌های پس از چین اول در کشت مخلوط کمتر بود (Ram, 1991 & Singh). مشاهدات دیگری تغییر عملکرد در برخی گیاهان خانواده نعنای را تحت شرایط کشت مخلوط با گیاهان خانواده لگوم به اثبات رسانده است (Muni et al., 1998).

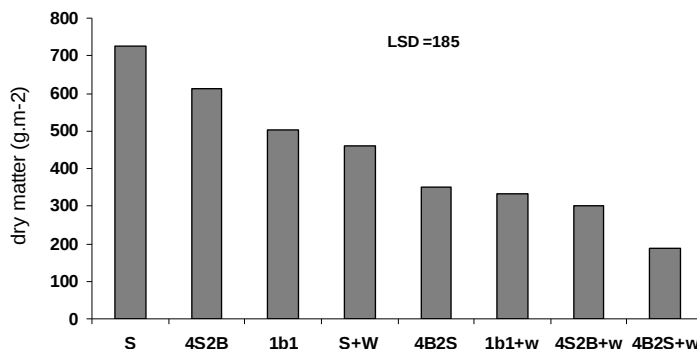
درصد برگ، ساقه و نسبت برگ به ساقه در ماده خشک ریحان

در چین اول درصد برگ و ساقه بین تیمارهای مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود و بالطبع نسبت برگ به ساقه نیز در تیمارهای مختلف معنی‌دار نشد (شکل‌های 3 و 4)، ولی درصد برگ در کشت مخلوط با کنترل علف‌های هرز اندکی بالاتر از کشت خالص و تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز بود. در چین دوم بالاترین درصد برگ را کشت مخلوط چهار لوبیا دو ریحان و کشت ردیفی با کنترل علف‌هرز داشت تمامی تیمارهای کشت مخلوط با کنترل علف‌هرز در چین دوم افزایش درصد برگ داشتند، در حالیکه کشت خالص ریحان با کنترل علف‌هرز تفاوت چندانی با چین اول نداشته و تیمارهای با علف‌هرز درصد برگشان در چین دوم کاهش داشت و بیشترین کاهش درصد برگ در کشت خالص ریحان با علف‌هرز بود. تیمارهای کشت مخلوط در چین دوم از درصد ساقه کمتری

اگر چه در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز در کشت‌های مخلوط نیز چین دوم نسبت به چین اول افت عملکرد نشان داد ولی در مقایسه با کشت خالص افت عملکرد کمتری مشاهده شد. بالاترین افت عملکرد ماده خشک در چین دوم نسبت به چین اول را در بین تمامی تیمارها ریحان خالص داشت. دلیل منطقی برای افزایش عملکرد چین دوم نسبت به چین اول در کشت مخلوط را می‌توان به اثر مثبت گیاه لگوم بر ریحان دانست؛ زیرا از آنجایی که هیچ نوع کودی به مزرعه داده نشده بود در مرحله اول رشد گیاهان از ذخیره مواد غذایی خاک استفاده کردند، اما در بازرویش پس از چین اول گیاهان کشت خالص با کمبود مواد غذایی مواجه شدند ولی در کشت‌های مخلوط اینگونه نبوده و با استفاده از نیتروژن تثبیت شده توسط لوبیا توانستند عملکرد ماده خشک را حتی از چین اول بالاتر ببرند. در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز پس از برداشت اول در ریحان خالص، سطح مزرعه بدون پوشش گیاه زراعی ماند و در نتیجه فضای بسیار مناسبی برای علف‌های هرز به وجود آمد که در مورد کشتهای مخلوط اینگونه نبود و گیاه دوم (لوبیا) در زمین حضور داشت و این تا حدودی فضا را برای علف‌های هرز کاهش می‌داد. وزن تر دارای شرایط مشابه با وزن خشک گیاه بوده و نکته مورد توجه این بود که در شرایط حضور علف‌های هرز بافت ریحان خشبی تر بوده و وزن تر کمتری داشت (شکل 1 الف).

در کشت مخلوط نعنای و شمعدانی معطر نشان داده شده است که وزن خشک چین‌های دوم و سوم نسبت به چین اول در کلیه کشت‌های مخلوط و خالص کاهش داشت ولی کاهش وزن خشک در کشت‌های مخلوط نسبت به کشت‌های خالص کمتر بود. ضمناً در

برخوردار بودند و از طرفی نسبت برگ به ساقه هم در تیمارهای کشت مخلوط در چین دوم افزایش یافت (شکل 4)



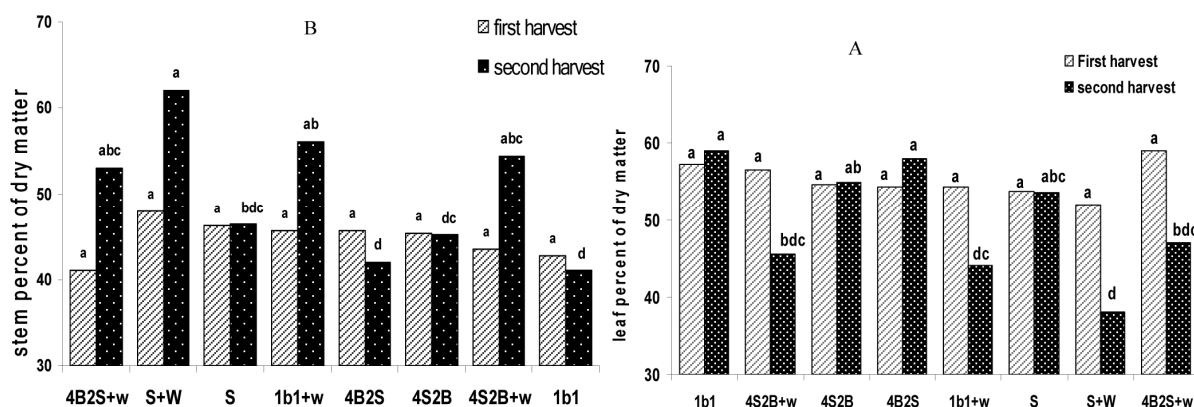
شکل 2- مجموع وزن خشک حاصل از دو چین در ریحان رویشی بر حسب گرم در متر مربع در تیمارهای مختلف و تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

Fig2: Total dry weight (g.m⁻²) of sweet basil obtained of the first and second harvest in different treatments and under of weed control and weed free.

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

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

S: Monocrop of sweet basil (کشت خالص ریحان), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا), 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط ردیفی), 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا), +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)



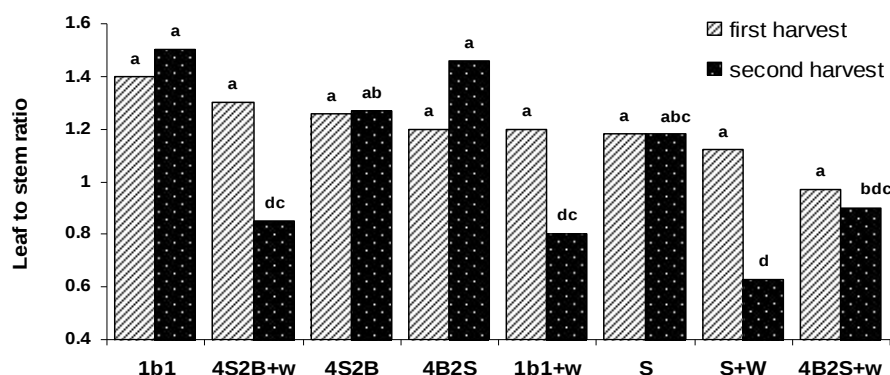
شکل 3- الف) درصد برگ در ماده خشک ریحان رویشی در چینهای اول و دوم در تیمارهای مختلف تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز (درصد ساقه در ماده خشک ریحان رویشی در چینهای اول و دوم در تیمارهای مختلف تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز)

Fig3: A) Leaf percent of dry mater obtained from the first and second harvest of sweet basil in different treatments. B) Stem percent of dry mater obtained from the first and second harvest of sweet basil in different treatments and under of weed control and weed free.

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

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

S: Monocrop of sweet basil (کشت خالص ریحان), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا), 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط ردیفی), 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا), +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)



شکل 4- نسبت برگ به ساقه در ماده خشک ریحان رویشی در چین‌های اول و دوم در تیمارهای مختلف تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز
Fig4: Leaf to stem ratio of dry mater obtained of first and second harvest of sweet basil in different treatments and under of weed control and weed free.

*میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

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

S: Monocrop of sweet basil (کشت خالص ریحان)، 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا)، 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط ردیفی)، 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا)، +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)

تیمارهای کشت مخلوط دارای درصد اسانس بالاتری بودند و هرچه به تعداد ردیف گیاه ریحان در الگوی کاشت افزوده شد از درصد اسانس کاسته شد. اگرچه این تفاوت از نظر آماری معنی دار نشده بود. در کشت مخلوط مرزه با شبدر ایرانی درصد اسانس در مرزه تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف نداشت اگر چه درصد اسانس مرزه در کشتهای مخلوط نسبت به کشت خالص بیشتر بود (Hasanzadeh, 2007). در کشت مخلوط نعنای و شمعدانی معطر بیان شد که الگوهای مختلف کشت تأثیری بر درصد اسانس نعنای نداشت (Rajsawara, 2002). و یا در آزمایشی دیگر در کشت مخلوط نعنای و گوجه فرنگی نیز درصد اسانس در نعنای تفاوت معنی داری با کشت خالص آن نداشت (Rajsawara, 1999).

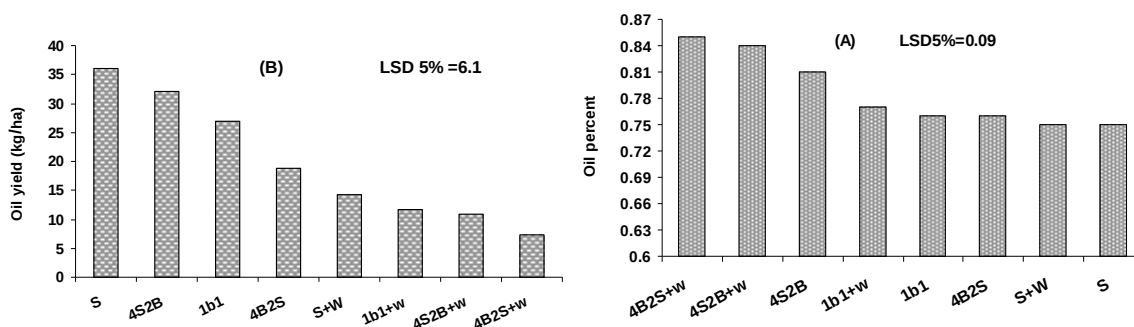
کشت خالص با کنترل علف‌هرز دارای بالاترین میزان عملکرد اسانس در واحد سطح بود (شکل 5 ب) البته کشت مخلوط ردیفی و کشت نواری با چهار ردیف ریحان در شرایط کنترل علف‌هرز نیز از نظر عملکرد اسانس در واحد سطح حدوداً برابر کشت خالص بودند به طوریکه تفاوت بین این سه تیمار معنی دار نشده بود از آنجایی که ریحان در کشت مخلوط دارای درصد بالاتر اسانس بوده (شکل 5 الف) و از طرفی درصد برگ موجود در ماده خشک در چین دوم (با توجه به اینکه برگ ریحان حاوی بالاترین درصد اسانس آن است (Vina & murillo, 2003)) در کشت مخلوط بسیار بالاتر از کشت خالص بود (شکل 3) در نتیجه این عوامل موجب بالا بردن عملکرد اسانس تولیدی در کشت مخلوط گشت به طوریکه کاهش عملکرد ماده خشک در کشت مخلوط که حاصل از تراکم پایین تر ریحان در کشت

در کشت مخلوط مرزه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) نشان داده شده است که در چین دوم و سوم درصد برگ در ماده خشک شبدر ایرانی بالاتر بوده و کشتهای مخلوط درصد برگ بالاتری نسبت به کشت خالص داشتند و از طرفی بالاترین درصد ساقه در چین دوم و سوم در کشت خالص شبدر گزارش شده بود (Hasanzadeh aval, 2007). سینگ و رام (Singh & Ram 1991) گزارش کردند که درصد برگ نعنای در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود. در کشت مخلوط سویا و نعنای بالاترین درصد برگ ماده خشک در کشت مخلوط این دو گیاه گزارش شد (Maeffe & Mucciarelli, 2003). در بررسی تأثیر کشت مخلوط بر کنترل علف‌هرز گزارش شده است که علف‌هرز شدیداً درصد برگ و سطح برگ را در گیاهان کاهش می‌دهد (Liebman & Dyck, 1993).

درصد و عملکرد اسانس ریحان

از نظر درصد اسانس بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل 5 الف) اگرچه تا حدودی در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز درصد اسانس بالاتر بوده است. با توجه به عملکرد پایین تر ماده خشک در تیمارهای علف‌هرزی افزایش درصد اسانس طبیعی به نظر می‌رسد. به طور کلی می‌توان اینگونه بیان کرد که با افزایش عملکرد ماده خشک در واحد سطح از درصد اسانس کاسته شده است. به همین دلیل تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز از تیمارهای مشابه خود با کنترل علف‌هرز درصد اسانس بالاتر داشتند و از طرفی

مخلوط نسبت به کشت خالص بود باعث کاهش معنی دار عملکرد اسانس در واحد سطح در کشت مخلوط نگردید.



شکل 5- الف: درصد اسانس در چین دوم ریحان در تیمارهای مختلف تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز، ب: عملکرد اسانس حاصل از چین دوم ریحان رویشی بر حسب کیلوگرم در هکتار در تیمارهای مختلف تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز

Fig5: Oil percent obtained from the second harvest of sweet basil in different treatments, B: Oil yield (kg/ha) obtained from the second harvest of sweet basil in different treatments.

S: Monocrop of sweet basil (کشت خالص ریحان), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط ردیفی), 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا), 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا), +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)

عملکردهای بالای لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط با کنترل علف‌هرز گشته به خصوص در کشت ردیفی که هیچگونه همسایگی بین گیاهان هم نوع و جود نداشت با خالی شدن ردیف های ریحان لوبیا نهایت استفاده را برده بود ولی در شرایط بدون کنترل علف‌هرز خالی شدن ردیف‌ها در اثر برداشت، فضا را برای علف‌های هرز مهیا کرده بود به همین دلیل در شرایط بدون کنترل علف‌هرز تراکم بالاتر لوبیا مفید بوده است. از نظر عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح نیز کشت خالص لوبیا دارای بالاترین عملکرد بیولوژیکی بود. و در کشت‌های مخلوط نیز با افزایش تراکم لوبیا به خصوص در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز عملکرد بیولوژیک لوبیا افزایش یافت. در کشت مخلوط مرزه با شبدر ایرانی با افزایش تراکم مرزه وزن خشک تولیدی مرزه در واحد سطح افزایش نشان داد (Hasanzade aval, 2007). در کشت مخلوط جو و ماشک بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به جو خالص بود (Khazaei, 1994).

تعداد شاخه اصلی، تعداد دانه و غلاف در بوته لوبیا

بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد شاخه اصلی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول 2). از آنجا که گیاه در ابتدای فصل و قبل از به وجود آمدن رقابت به تعداد شاخه اصلی خود رسیده بود بنابر این طبیعی است که این صفت تحت تأثیر تیمارها قرا نگرفته و حتی در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز کاهش تعداد شاخه اصلی مشاهده نشد. در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا مشاهده شد که تعداد شاخه

در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز به دلیل کاهش درصد برگ در ماده خشک و از طرفی کاهش ماده خشک در واحد سطح با وجود اینکه این تیمارها دارای درصد اسانس بالاتری بودند عملکرد اسانس در آنها کاهش چشمگیری داشت. حسن زاده اول (Hasanzadeh aval, 2007) در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بیان داشت که بیشترین عملکرد اسانس در واحد سطح را کشت خالص مرزه تولید کرد و با افزایش تراکم مرزه در کشت مخلوط عملکرد اسانس در واحد سطح افزایش یافت.

عملکرد دانه و بیولوژیک لوبیا

بالاترین عملکرد دانه را لوبیای خالص با کنترل علف‌های هرز داشت (جدول 2) ولی اختلاف عملکرد دانه بین کشت مخلوط ردیفی و کشت خالص لوبیا معنی دار نبود و این نکته قابل توجهی است که کشت ردیفی با تراکم نصف کشت خالص عملکرد اندکی کمتر از آن تولید کرده بود تا جاییکه اختلاف بین آنها معنی دار نشده بود. افت عملکرد در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز شدید بود و به طور میانگین 30-50 درصد در تیمارهای مختلف کاهش عملکرد تحت تأثیر علف‌های هرز مشاهده شد (جدول 2). هرچه تعداد ردیف های لوبیا در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز بالاتر رفت این هم موجب بهتر شدن عملکرد شد و هم LER جزئی بالاتری را برای لوبیا به همراه داشت (جدول 3). در شرایط کنترل علف‌هرز خالی شدن ردیف های ریحان در اثر برداشت اول به نفع لوبیا بوده و این موجب

اصلی لوبیا تحت تأثیر علف‌های هرز قرار نگرفت، همچنین بیان شد که زمان سبز شدن علف‌های هرز بر تعداد شاخه اصلی بسیار تأثیرگذار است (Natarjan & Whitley, 1980).

جدول 2- عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط و کشت خالص تحت تأثیر شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز

Table 2- Yield and Yield components of bean in different treatments with and without weeds

تیمار Treatment	تعداد شاخه اصلی number of branches/plant	تعداد غلاف در بوته Number of pods/plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds/pod	تعداد دانه در بوته Number of seeds/plant	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight (g)	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biomass yield (Kg/ha)
بدون Weed free								
4B2S	4.7ab*	23.08dc	3.3a	77.12bc	24.33a	38.1a	1399d	3673dc
B	4.6ab	18.75dc	2.8a	53.36cd	24.5a	49.38a	2173c	4653bc
4S2B	4.08b	12.33e	3.16a	39.25d	21.8a	45.6a	672e	1479e
1B1	4.75ab	14.62de	3.06a	43.6d	24.6a	39a	1133de	2900de
با وجین Weed control								
4B2S	5.08a	30.75a	3.19a	97.7ab	25.3a	43a	2365bc	5466b
B	4.7ab	25.3ab	3.2a	80.07b	23.6a	42.7a	3433a	8169a
4S2B	4.9ab	24.8ab	3.3a	94.4ab	23.27a	43a	1282de	3017de
1B1	5.2a	30.5a	3.37a	120.9a	26.1a	47a	2806ab	6015b

*در هر ستون و برای هر صفت، میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means of each column with at least one similar letter, are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test

نسبت برابری زمین (LER)

بالاترین LER جزئی لوبیا در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز در کشت مخلوط ردیفی (0/67) مشاهده شد (جدول 3) با توجه به اینکه لوبیا در این تیمار دارای بالاترین تراکم در بین تیمارهای کشت مخلوط بوده توانسته بود در زمان عدم حضور ریحان، با علف‌هرز رقابت کند و به این LER بالا برسد. بالاترین LER جزئی ریحان نیز در بین تمامی تیمارها در کشت مخلوط ردیفی بدون کنترل علف‌هرز به دست آمد که مهم‌ترین دلیل آن کاستن اثر رقابتی علف‌هرز بر ریحان به خصوص پس از چین اول توسط لوبیا بوده است و همین‌طور تثبیت نیتروژن توسط لوبیا که بازرویش سریع تری را برای ریحان پس از چین اول به همراه داشت.

بالاترین LER جزئی در لوبیا در کشت ردیفی با کنترل علف‌هرز مشاهده شد. البته این امر قابل پیش بینی بود به این دلیل که در تیمارهای با کنترل علف‌هرز در کشت مخلوط ردیفی، تمامی فضاها و امکانات حاصل از خالی شدن ریحان پس از چین اول مورد استفاده لوبیا قرار گرفت یعنی در شرایطی که رقابت بین گونه‌ای و رقابت درون گونه‌ای در کم‌ترین میزان قرار داشت. بالاترین LER کل هم مربوط به کشت ردیفی بود (1/43).

از نظر تعداد دانه و غلاف در بوته بین تیمارهای با کنترل علف‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی یک برتری نسبی در کشت ردیفی نسبت به بقیه مشاهده شد. کشت ردیفی هم از نظر تعداد غلاف در بوته و هم از نظر تعداد دانه در غلاف و بوته از سایر تیمارها بالاتر بود. و این از این نظر قابل توجیه است که کشت ردیفی به خاطر عدم حضور گیاهان هم‌نوع در ردیف‌های مجاور کم‌ترین رقابت درون گونه‌ای را متحمل شد و از طرفی با برداشت ریحان عملاً لوبیا در کشت مخلوط ردیفی با فشار رقابت بین گونه‌ای زیادی هم مواجه نشد. مظاهری و همکاران (Mazaheri et al., 2001) بیان نمودند که با افزایش تراکم در سویا تعداد غلاف در بوته به دلیل رقابت درون گونه‌ای به شدت کاهش یافت. تعداد غلاف در بوته سویا در کشت مخلوط سویا و نعنای بالاتر از کشت خالص سویا بود و عامل اصلی تعداد دانه بالاتر در بوته تعداد غلاف بالاتر گزارش گردید (Maeffe & Mucciarelli, 2003). علف‌های هرز تعداد غلاف در بوته را شدیداً کاهش دادند و بیش‌ترین کاهش تعداد غلاف در بوته در اثر رقابت با علف‌هرز در تیماری مشاهده شد که لوبیا کم‌ترین تراکم را داشت. به دلیل اینکه پس از برداشت ریحان در چین اول در تیماری که لوبیا تراکم کمی داشت، فضای زیادی برای علف‌هرز مهیا شد و لوبیا نیز به خاطر تراکم کم توان رقابت مناسب با علف‌هرز را نداشت. وولی و همکاران (Wooly et al., 1993) نیز تعداد غلاف در بوته را حساس‌ترین جز عملکرد به علف‌های هرز معرفی کرده‌اند.

جدول 3- نسبت کل برابری زمین در تیمارهای مختلف و نسبت جزیی برابری زمین دو گیاه ریحان و لوبیا

Table 3- Land equivalent ratio and relative yield of bean and sweet basil in different treatments.

Weed control با کنترل علف‌هرز			Weed free بدون کنترل علف‌هرز			تیمار Treatment
ردیفی 1b1	4ریحان + 2لوبیا 4S2B	4لوبیا + 2ریحان 4B2S	ردیفی 1b1	4ریحان + 2لوبیا 4S2B	4لوبیا + 2ریحان 4B2S	
0.73a*	0.37d	0.7a	0.52cd	0.31d	0.64bc*	LER جزیی لوبیا Relative yield of bean
0.53abc	0.67ab	0.37c	0.77a	0.67ab	0.43bc	LER جزیی ریحان Relative yield of sweet basil
1.26ab	1.04bc	1.07bc	1.29a	0.98c	1.07abc	LER کل Land equivalent ratio

* در هر ردیف و برای هر صفت میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

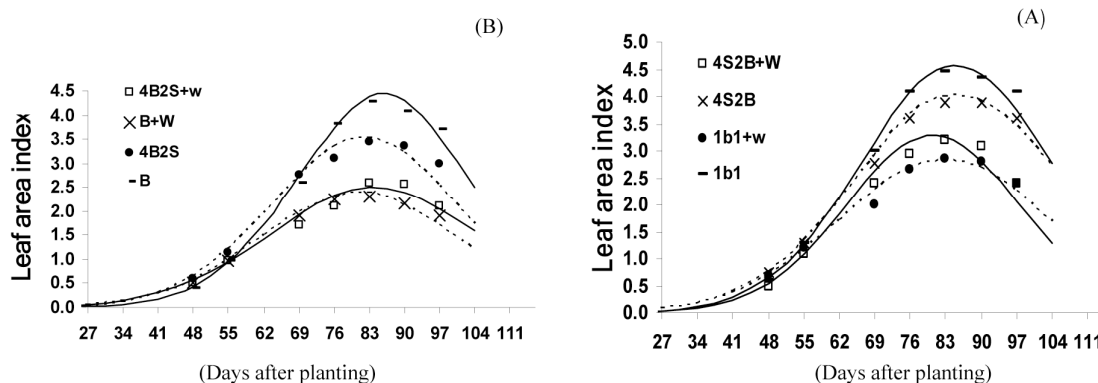
* Means of each row with at least one similar letter, are not significant different ($p \leq 0.05$) based on LSD test

گزارش شد (Hasanzadeh aval, 2007). برخی از محققین نیز افزایش نسبت کارایی زمین را در کشت مخلوط گزارش کرده‌اند (Jahan, 2004, Hoseini et al., 2003, Maeffer & (Mucciarelli, 2003).

شاخص سطح برگ لوبیا

تا 60 روز پس از کاشت اختلاف زیادی بین تیمارهای مختلف از نظر LAI وجود نداشت (شکل 6). ولی پس از آن و با شروع رشد سریع لوبیا، اختلاف زیادی بین تیمارهای با کنترل و بدون کنترل علف‌هرز مشاهده شد. به طوریکه تیمارهای با کنترل علف‌هرز به سرعت سطح برگ خود را افزایش دادند ولی تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز همچنان با یک شیب کندی افزایش سطح برگ داشتند.

در کل در شرایطی که تراکم لوبیا در الگوی کاشت بالا رفته بود کاهش LER به دلیل زیاد شدن اثر رقابت بین گونه‌ای و ممانعت از بازرویش ریحان بود و در حالتی هم که تراکم لوبیا پایین بود نیز در شرایط عدم کنترل علف‌هرز کارایی لازم وجود نداشت. ولی در این آزمایش مشاهده شد که در الگوی کشت ردیفی این عوامل در کل به سود دو گیاه زراعی بود. اگرچه حدوداً تمامی تیمارها دارای LER کل بالاتر از یک بودند. در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا تمامی تیمارهای کشت مخلوط LER جزیی کمتر از یک داشتند ولی LER کل در تمامی تیمارها در شرایط با وجین و بدون وجین بالاتر از یک بود (Natarjan & Whitley, 1980). راجسوارا (Rajsawara, 2002; Rajsawara, 1999) افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط نعنای و همچنین گوجه فرنگی و نعنای با شمعدانی معطر را گزارش کرد. در کشت مخلوط شبدر ایرانی و مرزه LER کل تا 1/8 نیز



شکل 6: شاخص سطح برگ لوبیا در تیمارهای مختلف بر حسب تعداد روز پس از کاشت، الف: کشت مخلوط نواری 4ردیف ریحان 2ردیف لوبیا (4S2B) و کشت مخلوط ردیفی (1b1) ب: کشت خالص لوبیا (B) و کشت مخلوط نواری 4ردیف لوبیا 2ردیف ریحان (4B2S).

Fig6: Leaf area index of bean in different treatments, A: strip intercropping with four rows of sweet basil, two rows of bean(4S2B) and row intercropping (1b1). B: Monocrop of bean (B) and strip intercropping with four rows of bean, two rows

of sweet basil (4B2S), Weed free (+W).

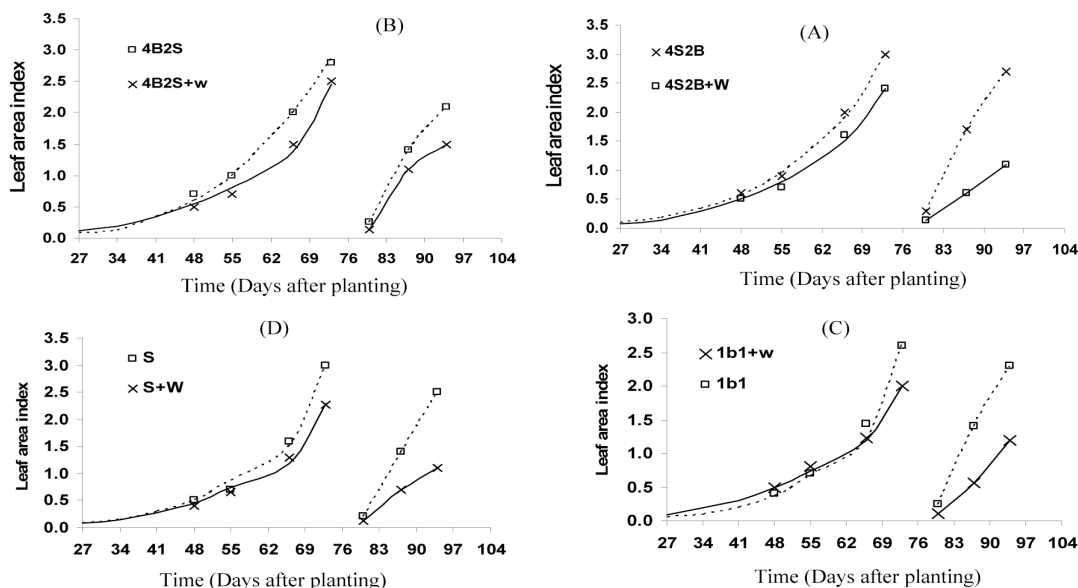
و عدم کنترل علف‌هرز کاملاً عکس یکدیگر بودند به طوریکه در تیمارهای با کنترل علف‌هرز بالاترین LAI پس از چین اول در تیمار کشت خالص (2/5) و کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا (2/7) که کمترین تراکم لوبیا را دارا بود مشاهده شد. برتری جزئی LAI در کشت مخلوط با دوردیف لوبیا نسبت به کشت خالص ریحان را می‌توان اثر مثبت گیاه لگوم در تثبیت نیتروژن دانست؛ ولی در تراکم‌های بالاتر لوبیا، به دلیل سایه اندازی زیاد LAI ریحان با سرعت کمتری افزایش یافت. ولی در تیمارهای عدم کنترل علف‌هرز بالاترین شاخص سطح برگ در کشت مخلوط چهار لوبیا دو ریحان (1/5) مشاهده شد. از این مشاهده می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که در شرایط حضور علف‌هرز لوبیا به بازرویش ریحان کمک کرد و مانع از آن گشت تا علف‌های هرز تمامی فضای خالی حاصل از برداشت ریحان را پر کنند که این در نهایت به سود ریحان بود.

در کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی بالاترین LAI شبدر در کشت مخلوط بود و در کمترین تراکم مرزه، شبدر بالاترین سطح برگ را دارا بود (Hasanzade aval, 2007). در تأثیر کشت مخلوط سورگوم و لوبیا بر علف‌های هرز گزارش شده است که در شرایط رقابت با علف‌های هرز LAI این دو گیاه در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بوده است (Natarjan & Whilley, 1980).

گراهام و همکاران (Graham et al., 1988) گزارش کردند که علف‌های هرز عمدتاً به خاطر کاهش سطح و دوام برگ موجب کاهش عملکرد می‌گردند. در گزارش دیگری نیز بیان شده است که علف‌های هرز شدیداً LAI را در گیاهان زراعی کاهش می‌دهند (Liebman & Dyck, 1993). اما اختلاف سطح برگ بین تیمارهای کشت خالص و کشت مخلوط تا قبل از برداشت اول ریحان مشهود نبود و کشت خالص لوبیا با کنترل علف‌هرز نسبتاً دارای LAI بالاتری بود اما پس از برداشت اول ریحان، لوبیا در کشت مخلوط فضای مناسبی برای افزایش سطح برگ پیدا کرده و توانست سطح برگ خود را سریعاً افزایش دهد به طوریکه بالاترین LAI در کشت مخلوط ردیفی (4/53) مشاهده شد. در کشت مخلوط نعنای و سویا بالاترین LAI را سویا در کشت مخلوط با نعنای داشت (Maeffe & Mucciarelli, 2003).

شاخص سطح برگ ریحان

شاخص سطح برگ ریحان قبل از برداشت اول در تمامی تیمارهای با کنترل علف‌هرز نسبتاً یکسان بود و نسبت به تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز اندکی بیشتر بود (شکل 7). پس از برداشت اول افزایش LAI در تیمارهای کنترل علف‌هرز



شکل 7: شاخص‌های سطح برگ ریحان در تیمارهای مختلف الف: کشت مخلوط چهار ردیف ریحان دو ردیف لوبیا. ب: کشت مخلوط چهار لوبیا دو ریحان ج: کشت مخلوط ردیفی، د: شاخص سطح برگ در کشت خالص ریحان.

Fig7: Leaf area index of sweet basil in different treatments, A: strip intercropping with four rows of sweet basil, two rows of bean(4S2B), B: strip intercropping with four rows of bean, two row sweet basil (4B2S), C: row intercropping (1b1). D: monocrop of sweet basil (S), weed free (+W).

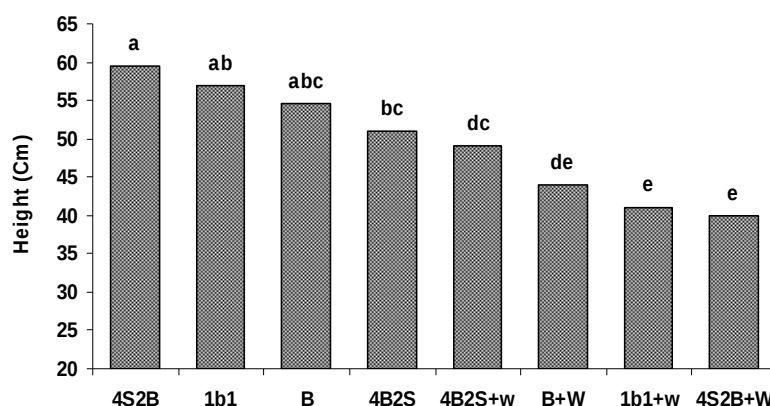
ارتفاع نهایی گیاه لوبیا

به طور کل با افزایش تعداد ردیف‌های کاشت ریحان در تیمارهای مختلف، ارتفاع لوبیا کاهش یافت (شکل 8). به طوریکه بیشترین ارتفاع لوبیا در تیمار چهار ریحان دو لوبیا حاصل شد (59/5). در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز ارتفاع به طور معنی داری کاهش یافت و کاهش ارتفاع بیشتری در تیمارهایی که تعداد ردیف‌های لوبیا کمتر بود، مشاهده شد. تمامی این مشاهدات نشان دادند که در شرایط کنترل علف‌هرز پس از چین اول ریحان، لوبیا توانست به دلیل داشتن فضای بیشتر و عدم رقابت به ارتفاع بالاتری برسد، ولی در شرایط عدم کنترل با خالی شدن مزرعه علف‌های هرز با اشغال فضا (به خصوص در شرایطی که تراکم لوبیا کم بود و عملاً سطح مزرعه از پوشش گیاه زراعی خالی شده بود) ارتفاع لوبیا را در کشت مخلوط از کشت خالص بیشتر کاهش دادند به طوریکه کمترین ارتفاع لوبیا در کشت مخلوط چهار ریحان و دو لوبیا به دست آمد. افزایش ارتفاع بوته معمولاً بارزترین تغییر ناشی از رشد در گیاهان می‌باشد. یکی از نتایج افزایش ارتفاع بوته، تشکیل برگ‌های جدید در بالای کانوپی می‌باشد و این موجب می‌گردد که برگ‌های جدید با کارایی بیشتر در بالای برگ‌های قدیمی قرار بگیرند و تشعشع بیشتری را جذب می‌کنند که این موجب می‌گردد تا کاراترین برگ‌ها در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار بگیرند (Abraham & singh, 1980). کاهش ارتفاع

سویا تا 10 سانتی متر تحت تأثیر رقابت با علف‌های هرز گزارش شده است (Mazaheri, 1992).

ارتفاع نهایی گیاه ریحان

در تیمارهای با کنترل علف‌هرز تماماً در چین دوم نسبت به چین اول افزایش ارتفاع مشاهده شد (شکل 9). در حالیکه در کشت خالص ارتفاع کاهش یافت. در همه تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز نیز کاهش ارتفاع در چین دوم مشاهده شد که این کاهش ارتفاع در کشت خالص ریحان بسیار بیشتر از کاهش ارتفاع ریحان در کشت‌های مخلوط بود در تیمارهای بدون کنترل علف‌هرز هرچه تعداد ردیف‌های ریحان بیشتر شد کاهش بیشتری را نیز به همراه داشت در کل لوبیا در الگوی کشت مخلوط مانع از کاهش ارتفاع ریحان شد و این به خاطر ممانعت از رقابت علف‌های هرز در تیمارهای بدون کنترل علف‌های هرز بود و افزایش ارتفاع در تیمارهای با کنترل علف‌هرز به خاطر اثر مثبت گیاه لگوم در تثبیت نیتروژن به نظر می‌رسد. گزارش شده است دو گیاه سورگوم و لوبیا در شرایط رقابت با علف‌های هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش ارتفاع کمتری داشت (Natarjan & Whitley, 1980).



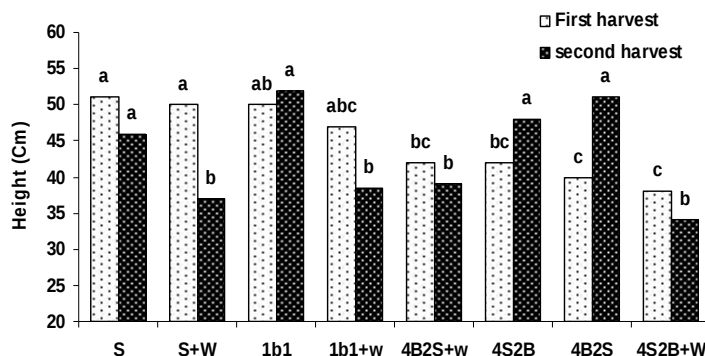
شکل 8- ارتفاع لوبیا در تیمارهای مختلف در زمان برداشت

Fig8: Height of bean in different treatments in harvest stage

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

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

کشت B: Monocrop of bean (کشت خالص لوبیا)، 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط ردیفی)، 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا)، 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار لوبیا)، +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)



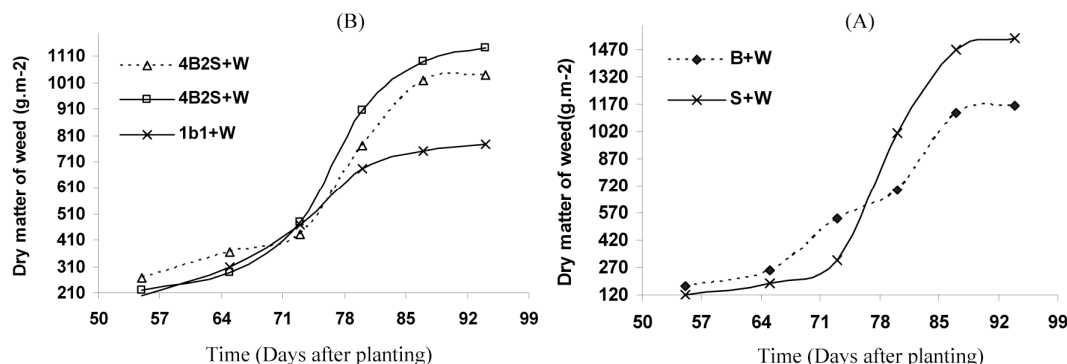
شکل 9- ارتفاع ریحان در تیمارهای مختلف در زمان برداشت

Fig9: Height of sweet basil in different treatments in harvest stage

*میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

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

B: Monocrop of bean (کشت خالص لوبیا), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت ریحان دو ردیفی), 4B2S: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت ریحان چهار ردیفی), +W: Weed free (بدون کنترل علف‌هرز)



شکل 10- اثر تیمارهای کشت مخلوط بر روند تغییر وزن خشک علف‌های هرز در واحد سطح برحسب گرم، الف: کشت خالص لوبیا (B+W) و ریحان (S+W)، ب: کشت‌های مخلوط ردیفی (1b1+W)، چهار ریحان دو لوبیا (4S2B+W) و چهار لوبیا دو ریحان (4B2S+W).

Fig10: The effect of intercropping treatments on weed dry weight (g.m-2). A: monocrop of bean (B+W) and sweet basil (S+W), B: Row intercropping (1b1+W), strip inter cropping: 4row sweetbasil, 2 row bean (4S+2B+W), 4 row been 2 row sweet basil (4B2S+W).

بسیار بالایی در واحد سطح برسد، البته در تیمار لوبیای خالص روند افزایش وزن خشک علف‌های هرز به صورت یکنواخت‌تری بوده و افزایش ناگهانی در آن وجود نداشت. در کشت‌های مخلوط نیز افزایش سریع وزن خشک علف‌هرز پس از چین اول وجود داشت ولی با شیب بسیار کمتر و بین کشت‌های مخلوط کمترین میزان وزن خشک در تیمار ردیفی مشاهده شد. به طور کلی همانطور که در شکل 10 مشخص است، وزن خشک علف‌های هرز در تمامی تیمارهای کشت مخلوط پایین تر از کشت خالص لوبیا و ریحان بود، و وقتی افزایش

روند تغییرات وزن خشک علف‌های هرز

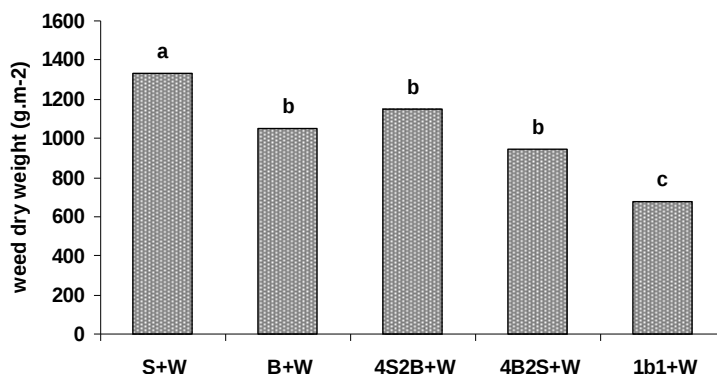
روند سیگموئیدی افزایش وزن خشک علف‌های هرز در تمامی تیمارها مشاهده می‌شود (شکل 10).

افزایش وزن خشک علف‌هرز در تمامی تیمارهایی که ریحان در آنها وجود دارد، پس از برداشت اول ریحان، افزایش زیادی پیدا کرده و در تیمار ریحان خالص بیشترین افزایش وزن خشک علف‌هرز مشاهده شد و پس از چین اول چون سطح مزرعه خالی از گیاه شد علف‌هرز کل سطح را توانست اشغال کند و به وزن خشک

فصل رشد می باشد. آبراهام و سینگ (Abraham & singh 1980) بیان داشتند تا 90 درصد تنوع در زیست توده های علف های هرز موجود در سیستم های زراعی با میزان نور نفوذ یافته به سطح خاک تا 25 روز پس از کاشت ارتباط خطی داشته و از این طریق قابل تخمین است و مخلوطی که به میزان بیشتری از رشد علف های هرز ممانعت به عمل می آورند، آنهایی هستند که در اوایل فصل رشد بیشترین جذب نور را دارند.

سریع وزن خشک علف های هرز شروع شد (حدوداً 75 روز پس از کاشت) این افزایش در کشت مخلوط به طور کاملاً مشخص کمتر بود.

در برداشت پایان فصل نیز کمترین وزن خشک علف های هرز در تیمار کشت مخلوط ردیفی مشاهده شد (شکل 11). یکی از دلایل اصلی کم بودن وزن خشک علف هرز در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص لوبیا، بالاتر بودن جذب نور در کشت مخلوط در اوایل



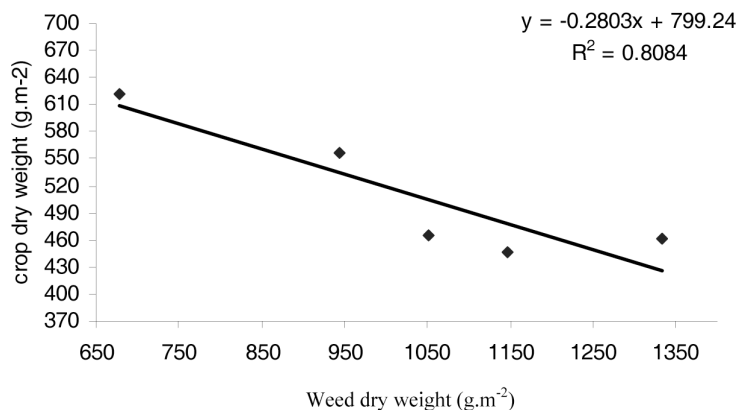
شکل 11- وزن خشک علف هرز در تیمارهای مختلف بدون کنترل علف هرز در واحد سطح بر حسب گرم در پایان فصل رشد

Fig11: Weed dry weight in different treatments of weed free in harvesting stage (g.m⁻²).

* میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح 5% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند

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

B: Monocrop of bean (کشت خالص لوبیا), S: monocrop of Sweet basil (کشت خالص ریحان), 4S2B: Strip inter cropping with four rows of sweet basil, two row bean (کشت مخلوط نواری چهار ریحان دو لوبیا), 1b1: Row intercropping (کشت مخلوط ردیفی), 4B2S+W: Strip inter cropping with two rows of sweet basil, four rows of bean (کشت مخلوط نواری دو ریحان چهار ردیفی), +W: Weed free (بدون کنترل علف هرز), +W: لوبیا



شکل 12- رابطه بین وزن خشک تولیدی علف هرز در واحد سطح با میزان وزن خشک تولیدی محصول در واحد سطح بر حسب گرم

Fig 12: Linear regression between weed dry weight and crop dry weight (g.m⁻²)

مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش می‌یابد. در کشت مخلوط لوبیا و ذرت وزن خشک علف‌های‌هرز کمتر از کشت خالص این دو گیاه گزارش شده است (Dehnavi et al., 2001). محققان دیگری نیز کاهش وزن خشک علف‌هرز در کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص گزارش کرده‌اند (Graham, Natarjan & Whitley, 1980). (et al., 1988).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج به دست آمده در این آزمایش نشان داد که در فاصله دو برداشت ریحان، لوبیا می‌تواند به کنترل علف‌های‌هرز مزرعه کمک کرده و شرایط بهتری برای رشد مجدد ریحان به وجود آورد. از طرفی درصد اسانس در شرایط کشت مخلوط و همین‌طور حضور علف‌هرز بالاتر بوده ولی عملکرد اسانس با عملکرد بیوماس ریحان همبستگی بالاتری داشته و به طور کل تیمارهایی بالاترین عملکرد اسانس را داشتند که بالاترین عملکرد بیوماس را دارا بودند.

افزایش وزن خشک علف‌هرز کاهش وزن خشک محصول را به همراه داشت و این رابطه به صورت یک رابطه خطی بوده که هرچه وزن خشک علف‌هرز بالاتر رفت وزن خشک محصول کاهش یافت (شکل 12). در کشت مخلوط در مقایسه با تیمارهای خالص وزن خشک علف‌هرز کمتر بود و در نتیجه وزن خشک محصول (مجموع ریحان و لوبیا) در واحد سطح در کشت‌های مخلوط بالاتر بود. تحقیقات دیگری نیز نشان داده‌اند که افزایش وزن خشک علف‌های‌هرز از وزن خشک محصول می‌کاهند (Dehnavi et al., 2001).

یکی از دلایل کاهش بیوماس علف‌هرز در کشت مخلوط پیش‌دستی در استفاده از منابع نور آب و عناصر غذایی توسط گیاهان محصول در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش شده و همچنین بیان شده که یک همبستگی منفی بین استفاده از منابع و رشد علف‌های‌هرز وجود دارد (Abraham & Singh, 1984). و از آنجا که کشت مخلوط در استفاده از منابع، کارایی بالاتری نسبت به کشت خالص دارد (Liebman & Dyck, 1993, Singh & Ram, 1991, Tsubo et al., 2001) وزن خشک علف‌های‌هرز در کشت

منابع

- 1- Abraham, C. T., and Singh, S. P. 1984. Weed management in sorghum-legume intercropping systems. Journal of Agricultural Science 103: 15-103.
- 2- Beheshti, A. 1995. Study of evaluation indexes intercropping of sorghum and soybean. Fourth Congress of Crop Sciences of Iran, Isfahan. (In Persian)
- 3- Bhatti, I. H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nazir, M. S., and Mahmood, T. 2006. Competitive behavior of component crops in different sesame – legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology 8: 165-167.
- 4- Dehnavi, M., Mazaheri, M., and Bankesaz, D. 2001. Effect of bean on weed control of maize. Desert 6: 71-85. (In Persian with English Summary)
- 5- Ganjali, A., and Majidi Harvan, A. 1998. Effect of planting pattern and density on yield, yield component and appearance characteristics of viliamz cultivar of soybean in Karaj. Seed and Plant Production Journal 15: 142-155. (In Persian with English Summary)
- 6- Ghanbari, A., Ghadiri, H., and Joukar, M. 2006. Study of effect of intercropping of cucumber and maize on weed control. Journal of Research and Construction 73: 44-51. (In Persian with English Summary)
- 7- Graham, D. L., Steiner, J. L., and Wice A. F. 1988. Light absorption and competition in mix sorghum- pig Weed communities. Agronomy Journal 80: 415-418.
- 8- Hasanzadeh aval, F. 2007. Effect of Density on agronomic characteristics and yield of savory and Iranian clover in intercropping. M.Sc. Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 9- Hoseini, S.M.B., Mazaheri, D., Jahansooz M.R., and Yazdi Samadi, B. 2003. Effect of different nitrogen level on yield and yield component in intercropping of foliage millet and cow bean. Journal of Research and Construction 59:60-67. (In Persian with English Summary)
- 10- Jahan, M. 2004. Study of Ecological aspects intercropping of chamomile (*Matricaria chamomile*) and ever green (*Calendula officinalis*) with manure. M.Sc. Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 11- Khazae, H.R. 1994. Study of effect of different ratio seed on yield, yield component, and forage quality in intercropping of barley and vetch forage species. M.Sc. Thesis Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 12- Koochaki, A., Gholami, A., Damghani, A.M., and Tabrizi, L. 2005. Organic Field Crop. Ferdowsi University Publication Pp 385.
- 13- Kochaki, A., Nasiri Mahallati, M., and Najafi, F. 2003. Biodiversity of medicine plant in Iran agroecosystem.

- Iranian Journal and Field Crop Research 2: 208-214. (In Persian with English Summary)
- 14- Liebman, M., and Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3: 92-122.
 - 15- Maeffe, M., and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint/ soybean strip intercropping. *Field Crop Research* 84: 229-240.
 - 16- Majnoon Hoseini, N. 1992. Bean of Iran. Jihad Tehran University Pub. Pp 240.
 - 17- Mazaheri, D., Parsio, B., and Peighombari, S.A. 2001. Study of growth analysis in monoculture and intercropping of soybean. *Journal of Research and Construction* 54:37-54. (In Persian with English Summary)
 - 18- Mazaheri, D. 1992. Intercropping. Tehran University Publication. Pp. 310. (In Persian)
 - 19- Muni, R. D., Prasad, A., Naqvi, A.A., and Kumar, S. 1998. Productivity of late transplanted mint (*Mentha arvensis*) with summer legume intercrops in a sub-tropical environment. *Plant Science* 20: 1028-1031.
 - 20- Najafi, H. 2004. Non chemical methods of weeds management. Kankash Publication. Mashhad. Pp. 205. (In Persian)
 - 21- Nasiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecology. Ferdowsi University Publication. Mashhad, Iran. Pp: 453. (In Persian)
 - 22- Natarjan, M., and Whilley, R.W. 1980. Sorghum – pigeon pea intercropping and the effects of plant population density. 1- Growth and yield. *Agriculture Science* 95: 51-58.
 - 23- Omidbeigi, R. 2000. Production and processing medicinal plants. Ghods Publication. Mashhad. Pp: 360. (In Persian)
 - 24- Rahimi, M.M., Mazaheri, D., Khodabande N., and Sharifabad, H.H. 2003. Evaluation of production in intercropping of maize and soybean in Arsanjan region. *Agricultural Science* 80: 109-125. (In Persian with English Summary)
 - 25- Rajsawara, R.B.R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row Spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. *piperascens* Malin. ex Holmes). *Crop Products* 16: 133-144.
 - 26- Rajsawara, R.B.R. 1999. Biomass and essential oil yields of cornmint (*Menta arvensis* L. f. *piperascens* Malinaud ex Holmes) planted in different month in semi-arid tropical climate. *Crop Products* 10: 107-113.
 - 27- Singh, K., and Ram, P. 1991. Production potential in intercropping of (*citronella Java*) with cowpea and mint species. *Agricultural Science* 12: 128-133.
 - 28- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. *Field Crops Research* 71: 17-29.
 - 29- Vina, A., and Murillo, E. 2003. Essential oil composition from twelve varieties of basil (*Ocimum* spp.) grown in Columbia. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 14(5): 744-749.
 - 30- Wooly, B.I., Michaels, T.E., Hall, M.R., and Swanton, C.J. 1993. The critical period of weed control in white bean. *Weed Science* 41: 180-184.

پاسخ خصوصیات رشدی ذرت (*Zea mays* L.) به رقابت علف هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.)

وحید سرابی^{1*}، احمد نظامی²، مهدی نصیری محلاتی³ و محمد حسن راشدمحصل³

تاریخ دریافت: 89/3/30

تاریخ پذیرش: 89/7/7

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر زمان نسبی سبز شدن سلمه تره (*Chenopodium album* L.) بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) رقم سینگل کراس 704 در سطوح مختلف تراکم این علف هرز، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 1384-85 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. زمان سبز شدن سلمه تره با سه سطح 14 روز زودتر، هفت روز زودتر و همزمان با ذرت به عنوان فاکتور اصلی و تراکم این علف هرز با شش سطح صفر، 4، 8، 12، 16 و 20 بوته در مترمربع به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که ارتفاع، شاخص سطح برگ و مقدار ماده خشک ذرت با ظهور هر چه زودتر و افزایش تراکم سلمه تره کاهش یافت. در مقابل، هر چه زمان ظهور سلمه تره نسبت به ذرت جلوتر بود، شاخص سطح برگ و ماده خشک علف هرز بخصوص در تراکم‌های بالا، بیشترین مقدار را داشت. با وجودیکه افزایش تراکم علف هرز سلمه تره باعث کاهش خصوصیات اندازه‌گیری شده در ذرت شد، ولی روند کاهش در تراکم‌های بالای این علف هرز معنی‌دار نبود. در مجموع با توجه به شیب کاهشی می‌توان اظهار داشت که زمان سبز شدن سلمه تره نسبت به تراکم آن تأثیر بیشتری بر رشد ذرت دارد و به ازای تعداد روزهای سبز شدن زود هنگام علف هرز نسبت به ذرت، توان رقابتی ذرت کاهش یافته و افت شدیدی در رشد آن مشاهده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، زمان نسبی سبز شدن، زیست توده، سطح برگ

مقدمه

این‌رو به خاطر سبز شدن زود هنگام قبل از گیاه زراعی دارای برتری رقابتی در شروع فصل می‌باشد (Chu et al., 1978; Weaver et al., 1988; Wiese & Binning, 1987). رقابت پذیری علف هرز سلمه تره بوسیله تراکم، زمان نسبی سبز شدن علف هرز و گیاه زراعی نسبت به یکدیگر و شرایط محیطی تعیین می‌شود (Kempenaar et al., 1996). در حقیقت رقابت پذیری و دوام علف هرز سلمه تره در ارتباط با بسیاری از عوامل شامل جوانه‌زنی بذر آن تحت دامنه وسیعی از شرایط محیطی (Bassett & Crompton, 1978; Cumming, 1970; Henson, 1963)، سبز شدن زود هنگام در طول فصل زراعی رشد (Ogg & Dawson, 1984)، جوانه زنی تحت دوره وسیعی از زمان در طول فصل رشد (Mulugeta & Stoltenberg, 1998; Ogg & Dawson, 1984)، قابلیت رقابت برای عناصر غذایی (Pandy et al., 1971; Vengris, 1955)، تولید بذر فراوان (Harrison, 1990; Holm et al., 1977)، بذور با دوره خواب متفاوت (Henson, 1970; Williams & Harper, 1965) و طول عمر بذر بالای 40 سال در خاک مزرعه است (Holm et al., 1977).

هر گیاه زراعی اغلب علف‌های هرز مخصوص به خود را دارد که این امر ممکن است ناشی از چرخه زندگی آنها، عادت رشدی و دیگر ویژگی‌هایی باشد که لازمه رقابتی موفق با گیاه زراعی است. علف‌های هرز پهن برگ عمده‌ای که در مزارع ذرت یافت می‌شوند عبارتند از: علف هفت بند (*Polygonum aviculare* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و فرقیون (*Euphorbia spp.*) که در این میان سلمه تره و تاج خروس ریشه قرمز مشکل‌سازترین آنها هستند (Fletcher, 1983). سلمه تره یکی از بدترین علف‌های هرز جهان است (Holm et al., 1977) و جوانه‌زنی آن نسبت به دیگر علف‌های هرز در دماهای پائین انجام می‌شود. از

1 و 2- به ترتیب دانشجوی دکتری علف‌های هرز، دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: Email: Sarabi20@gmail.com

مقایسه این شاخص‌ها در گیاه زراعی با علف هرز بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز سلمه‌تره بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس 704 که یک رقم دیررس با دوره رشد 110 تا 130 روزه است، آزمایشی در سال زراعی 85-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طرح رقابتی - افزایشی علف‌هرز در تراکم ثابت ذرت (هشت بوته در مترمربع با فواصل بین ردیفی 70 سانتیمتر و روی ردیف 20 سانتیمتر) طراحی و اجرا شد. به دلیل مشکلات اساسی در پیاده کردن زمان سبز شدن علف هرز در تک تک کرت‌ها از آزمایش‌های کرت‌های خرد شده به جای فاکتوریل استفاده شد. به همین دلیل، زمان سبز شدن علف هرز به عنوان فاکتور اصلی و تراکم علف هرز به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. فاکتور اصلی شامل زمان سبز شدن علف هرز سلمه‌تره نسبت به ذرت در سه سطح: 14 روز قبل از سبز شدن ذرت (E-14)، 7 روز قبل از سبز شدن ذرت (E-7) و همزمان با سبز شدن ذرت (E0) بود. با توجه به آنکه زمان سبز شدن 14 روز زودتر علف هرز سلمه‌تره در مزرعه غیرواقعی بوده و این علف هرز طی عملیات آماده‌سازی زمین از بین می‌رود، این تیمار برای ارزیابی اهمیت زمان سبز شدن در نظر گرفته شد. فاکتور فرعی شامل تراکم علف هرز سلمه‌تره در 6 سطح: تراکم صفر (D0)، تراکم 4 (D4)، تراکم 8 (D8)، تراکم 12 (D12)، تراکم 16 (D16) و تراکم 20 بوته در مترمربع (D20) بود.

طول و عرض کرت‌ها در این آزمایش 2/8×3 متر در نظر گرفته شده و هر کرت شامل چهار ردیف بود. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل اردیبهشت‌ماه انجام گرفت و قبل از کاشت معادل 200 کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات ساده و 200 کیلوگرم در هکتار کود پتاسه به صورت سولفات پتاسیم بر اساس عرف رایج کشاورزان در منطقه در زمین پخش شد. کود نیتروژن نیز بر اساس نیاز ذرت به مقدار 300 کیلوگرم در هکتار (50 درصد در ابتدای کشت، 25 درصد در مرحله شش تا هشت برگی و 25 درصد باقیمانده در مرحله 10-12 برگی ذرت بصورت کود سرک) در زمین پخش شد. تاریخ و ترتیب کاشت بذور علف هرز سلمه‌تره و ذرت به قرار زیر بود:

بوته‌های سلمه‌تره (با زمان سبز شدن نسبی دو هفته و یک هفته زودتر نسبت به ذرت) در نیمه اول اردیبهشت‌ماه در دو طرف محل کشت بوته‌های ذرت پخش شدند. بذور سلمه‌تره در تراکم‌های ذکر شده در فوق در عمق نیم سانتیمتری و با فاصله 10 سانتیمتری از طرفین محل کاشت ذرت به روش خشکه‌کاری و با دست کشت

(Lewis, 1973). تراکم علف هرز در رقابت گیاه زراعی - علف‌هرز بسیار مهم است. سطح آستانه تراکم علف‌های هرز که با وجود کنترل آن نتیجه اش 5 تا 10 درصد کاهش عملکرد گیاه زراعی است، در محصول ذرت برای علف‌های هرز پهن برگ یکساله حدود 5 بوته در مترمربع و برای گراس‌های یکساله در حدود 10-40 بوته در مترمربع است (Smith et al., 2004).

زمان نسبی سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی در رابطه با رشد و عملکرد گیاه زراعی نیز حائز اهمیت است. علف‌های هرزی که قبل از گیاه زراعی جوانه می‌زنند، تولید بذر بیشتر (Bosnic & Swanton, 1997; Peters & Wilson, 1983)، وزن خشک ساقه و شاخص‌های رقابتی بالاتری داشته (Martin & Field, 1988) و نسبت به علف‌های هرزی که بعد از گیاه زراعی جوانه می‌زنند، کاهش عملکرد بیشتری را در گیاه زراعی موجب می‌شوند (Bosnic & Swanton, 1997; Dielman et al., 1995; Knezevic et al., 1985; Donovan et al., 1995). اگر حداکثر ارتفاع علف هرز سلمه‌تره به 60 سانتیمتر برسد که معادل حداکثر ارتفاع چغندر شود، تنها علف‌های هرزی که زودتر از چغندر سبز می‌شوند می‌توانند سبب کاهش شدید عملکرد شوند و اگر ارتفاع علف هرز سلمه‌تره به 30 سانتی‌متر تقلیل یابد، کاهش عملکرد کمتری توسط علف‌های هرزی که زودتر سبز می‌شوند، قابل مشاهده خواهد بود (Kropff et al., 1993). تأخیر در سبز شدن علف هرز *Amaranthus rudis* Sauer نسبت به سویا (*Glycine max* L.) منجر به کاهش در ارتفاع آن شد و برای هر هفته تأخیر در سبز شدن، ارتفاع آن 30 سانتیمتر کاهش یافت (Hartzler et al., 2004). گیاهی که در سایه گیاه مجاور قرار می‌گیرد با خصوصیتی چون برگ‌های باریک، طولی شدن میانگره‌ها، ساقه‌های افتاده، نسبت وزن برگ کمتر به وزن خشک ساقه و نسبت وزن ریشه کمتر به وزن خشک ساقه قابل شناسایی است (Rajcan et al., 2004). اهمیت کانوپی در رقابت برای نور به ارتباط شاخص سطح برگ کانوپی، ارتفاع، نسبت گسترش سطح برگ و پخش و توزیع برگ‌ها در کانوپی نسبت داده می‌شود (Sinoquet & Caldwell, 1995). تأخیر در سبز شدن تاج خروس ریشه قرمز در زراعت ذرت موجب تخصیص درصد زیادی از بیوماس به اجزای اصلی ساقه شد و تخصیص بیوماس به شاخه‌های آن کاهش نشان داد. همچنین در اثر تأخیر در سبز شدن این علف هرز مقدار زیادی از ماده خشک آن به قسمت‌های بالای گیاه، نسبت به گیاهانی که به همراه محصول سبز شده بودند، اختصاص یافت (McLachlan et al., 1993).

بدین ترتیب، با توجه به نقش شاخص‌هایی چون ارتفاع و سطح برگ در تعیین درجه رقابت و تولید ماده خشک گیاه، هدف از اجرای این تحقیق برآورد اثرات علف هرز سلمه‌تره بر خصوصیات رشدی بوته‌های ذرت تحت تأثیر تراکم‌ها و زمان‌های مختلف سبز شدن و

آزمایشگاه پس از اندازه‌گیری سطح برگ بوته‌ها با دستگاه سنجش سطح برگ (مدل Delta-T)، بوته‌ها برای خشک شدن و رسیدن به یک وزن ثابت به مدت 70 ساعت به آون با دمای 75 درجه سانتیگراد منتقل شدند. پس از خشک شدن تمامی اجزای گیاه، نمونه‌ها از آون خارج و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. قبل از تجزیه واریانس و آنالیز رگرسیونی تست نرمالیت به روش Anderson-Darling در نرم افزار Minitab-ver. 13 انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها در نرم افزار Mstat-c صورت گرفت و برای آنالیز رگرسیونی و رسم نمودارها از نرم افزار SigmaPlot-ver. 10 استفاده شد.

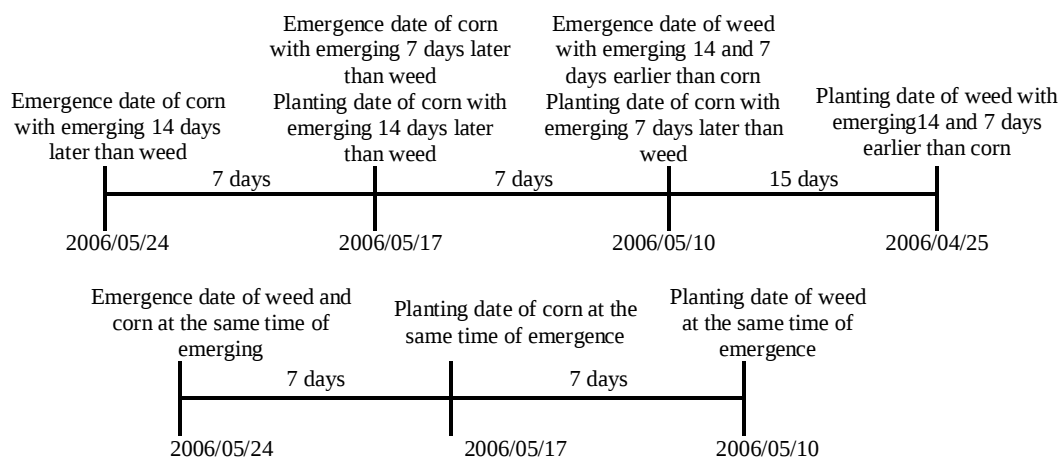
نتایج و بحث

ارتفاع ذرت

ارتفاع بوته‌های ذرت تحت تأثیر معنی‌دار ($p < 0/05$) زمان نسبی سبز شدن سلمه‌تره قرار گرفت (جدول 1)، بطوری‌که با تأخیر 14 روزه در سبز شدن ذرت نسبت به سبز شدن همزمان آن با علف هرز سلمه‌تره ارتفاع بوته‌های ذرت 42 درصد کاهش یافت. در این مطالعه مشاهده شد که به ازای هر روز تأخیر در سبز شدن ذرت نسبت به علف هرز ارتفاع ذرت 5/9 سانتیمتر کاهش می‌یابد (شکل 2-A). سبز شدن زودتر علف هرز سلمه‌تره موجب برتری رقابتی آن نسبت به ذرت شد و به دنبال آن رقابت چندانی از سوی بوته‌های ذرت جهت دریافت نور بیشتر صورت نگرفت، زیرا بوته‌های ذرت زیر کانوپی علف هرز سلمه‌تره قرار گرفتند.

شدند. با توجه به تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن علف هرز سلمه‌تره که تقریباً 15 روز به طول انجامید، ذرت‌هایی که می‌بایست یک هفته بعد از سبز شدن علف هرز سلمه‌تره سبز شوند، پس از سبز شدن حدود 50 درصد بذور این علف هرز در تاریخ 20 اردیبهشت ماه در وسط پشته‌های تیمار مربوطه کاشته شدند. یک هفته پس از سبز شدن علف هرز با توجه به تعداد روزهای لازم برای سبز شدن ذرت (تقریباً 7 روز) ذرت‌هایی که می‌بایست دو هفته بعد از سبز شدن علف هرز سلمه‌تره سبز شوند، در کرت‌های مربوطه کاشته شدند. با توجه به تعداد روزها تا سبز شدن علف هرز سلمه‌تره، بذور این علف هرز در تیمار سبز شدن همزمان با بذور ذرت دو هفته زودتر در تاریخ 20 اردیبهشت ماه کاشته شده و یک هفته بعد از کاشت آنها، بذور ذرت نیز در وسط پشته‌های هر کرت کشت شدند تا در موقع سبز شدن بطور همزمان با علف هرز استقرار یابند (شکل 1). به منظور اطمینان از سبز شدن بذور ذرت سه عدد بذور در هر محل کاشت قرار داده شد و 10 روز بعد از سبز شدن کرت‌ها تنک شدند. دور آبیاری در ابتدا هشت روز بود و سپس با افزایش نیاز آبی گیاه به هفت روز تقلیل داده شد. در مدت انجام طرح بیماری و آفت چندان مشاهده نشد.

سایر علف‌های هرز شامل خرفه، سوروف (*Echinochloa crus-* *galli* L.)، اوپارسلام (*Cyperus spp.*)، دم روباهی کبیر (*Setaria faberi* R.A.W. Herrm.) و تاج خروس ریشه قرمز نیز در سه نوبت وجین شدند. در شروع پیری بوته‌های سلمه‌تره، پنج بوته ذرت و پنج بوته سلمه‌تره نزدیک به بوته‌های ذرت از ردیف‌های دوم و سوم انتخاب شدند. ارتفاع پنج بوته ذرت تا نوک تاسل در هر کرت تعیین شده و سپس تمامی بوته‌ها از نزدیکی سطح زمین کف‌بر شده، در کیسه‌های مناسب قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در



شکل 1- تاریخ کاشت بذور ذرت و علف هرز سلمه‌تره

Fig. 1. Planting and emergence dates of common lambsquarters and corn.

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های رشدی ذرت و علف هرز سلمه‌تره

Table 1. Analysis of variance (mean of squares) of corn and common lambsquarters growth characteristics

وزن خشک DM		شاخص سطح برگ LAI		ارتفاع Height	درجه آزادی df	منابع تغییر S. O. V
ذرت Corn	سلمه تره Lambsquarters	ذرت Corn	سلمه تره Lambsquarters	ذرت Corn		
176732.09 ns	234495.61 ns	0.51 ns	0.99 ns	105.36 ns	2	بلوک Block
6589967.31 **	5040445.47 **	15.6 **	14.930 **	21026.64 *	2	زمان سبز شدن (A) Time of weed emergence
299314.42	204936.37	0.77	0.29	2888.42	4	خطای Error(a)
1247232.77 **	8425804.87 **	3.05 **	29.730 **	9770.11 **	5	تراکم (B) Density
68181.56 **	1011054.29 **	0.18 **	2.43 **	2393.27 **	10	(A*B)
10234.92	53976.97	0.03	0.24	87.59	30	خطای (b) Error b

*, ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد و عدم معنی‌داری

* and ** shows significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ns is not significantly different

با افزایش تعداد بوته یولاف وحشی در هر گلدان در شرایط گلخانه، ارتفاع بوته‌های گندم کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته‌های ذرت تحت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) زمان سبز شدن آن نسبت به سلمه‌تره و تراکم‌های مختلف علف هرز نیز قرار گرفت (جدول 1)، بطوری‌که در انتهای فصل رشد بیشترین ارتفاع ذرت (205 سانتیمتر) صرفنظر از تیمار شاهد مربوط به تراکم 4 بوته سلمه‌تره در مترمربع در سبز شدن همزمان این علف هرز و ذرت و کمترین آن (45/5 سانتیمتر) مربوط به تیمار 20 بوته در مترمربع در سبز شدن 14 روز زودتر سلمه‌تره نسبت به ذرت بود (شکل 2-C). با افزایش تراکم سلمه‌تره در تیمارهای 7 و 14 روز سبز شدن زودتر این علف هرز ارتفاع ذرت کاهش داشت که این وضعیت بویژه در تیمار 14 روز زودتر سبز شدن سلمه‌تره بارزتر بود. در تیمار سبز شدن همزمان سلمه‌تره و ذرت، ارتفاع گیاه ذرت چندان تحت تأثیر تراکم سلمه‌تره قرار نگرفت. این امر نشان می‌دهد که در سبز شدن همزمان ذرت با این علف هرز، بوته‌های ذرت تحت تأثیر کمیت نور رسیده ارتفاع خود را افزایش می‌دهند، ولی اگر سبز شدن ذرت نسبت به علف هرز حتی برای چند روز به تأخیر افتد، عامل تراکم نیز تأثیرگذار بوده و کاهش چشمگیری در ارتفاع بوته‌های ذرت دیده خواهد شد. افزایش ارتفاع بوته در جامعه گیاهی به تغییر کمیت نور در لایه‌های مختلف کانوبی نسبت داده می‌شود. تغییر در کمیت نور باعث کم شدن نور مؤثر در فتوسنتز شده و رشد گیاه مغلوب را کاهش می‌دهد. همچنین تغییر در کیفیت نور (قرمز/ قرمز دور) منجر به تغییر جهت-گیری اندام و مورفولوژی گیاه می‌شود که در چنین شرایطی طول موج‌های آبی و قرمز در پایین کانوبی کاهش یافته و طول موج‌های

ولی در سبز شدن همزمان ذرت با سلمه‌تره از برتری بوته‌های سلمه‌تره کاسته شده و رقابت مؤثری از سوی ذرت جهت دریافت نور صورت گرفت و ارتفاع بوته‌های آن در این تیمار نسبت به دیگر تیمارها افزایش داشت. کارانزا و همکاران (Caranza et al., 1995) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که در مزرعه آفتابگردان علف‌های هرزی که زودتر سبز می‌شوند، به دلیل ارتفاع ساقه بلندتر 1/5 برابر توان رقابتی بیشتری از علف‌های هرز دیر سبز شده دارند. در آزمایشی دیگر در مرحله تاسل‌دهی هنگامی که طول دوره تداخل علف هرز *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton با ذرت افزایش یافت، ارتفاع ذرت کاهش نشان داد و برای هر هفته از تداخل علف هرز مذکور ارتفاع ذرت در حدود 3 سانتیمتر کمتر شد. تداخل این علف هرز (در مقایسه با تیمار بدون علف هرز) در طول فصل رشد، ارتفاع ذرت را در مجموع حدود 18 درصد کاهش داد، ولی هنگامی که به مدت 2 هفته و یا بیشتر در ابتدای فصل رشد مزرعه ذرت عاری از علف هرز بود، ارتفاع ذرت با ارتفاع گیاهان ذرت در تیمار شاهد برابر بود (Strahan et al., 2000). ارتفاع ذرت تحت تأثیر معنی‌دار ($p<0/01$) تراکم‌های مختلف علف هرز سلمه‌تره نیز قرار گرفت (جدول 1)، بطوری‌که کمترین ارتفاع مربوط به تراکم 20 بوته در مترمربع سلمه‌تره با 41 درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد بود و به ازای هر بوته علف هرز در واحد سطح 4/3 سانتیمتر ارتفاع بوته‌های ذرت کاهش یافت (شکل 2-B). به نظر می‌رسد که دلیل کاهش ارتفاع ذرت با افزایش تراکم علف هرز برتری سرعت رشد بالای بوته‌های علف هرز در بهره‌برداری از منابع محیطی بوده است. پورآذر و غدیری (Pourazar & Ghadiri, 2002) مشاهده کردند که

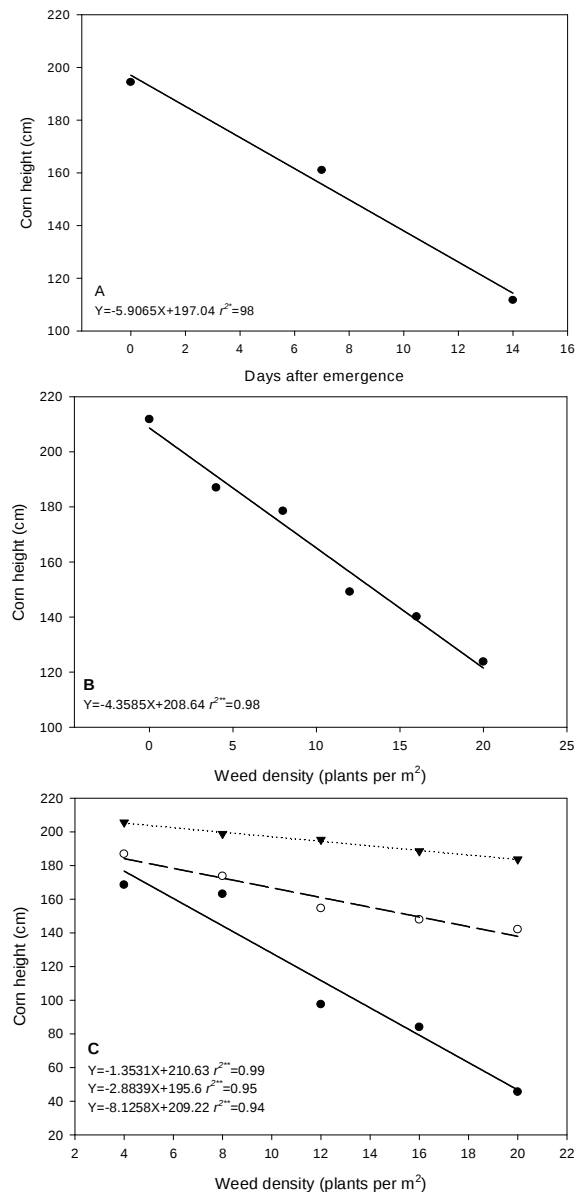
شاخص سطح برگ

زمان‌های مختلف سبز شدن و تراکم علف هرز سلمه‌تره تأثیر معنی‌داری ($p < 0/01$) را بر شاخص سطح برگ این علف هرز داشت (جدول 1)، بطوری‌که بیشترین شاخص سطح برگ (4/5) مربوط به تیمار سبز شدن 14 روز زودتر این علف هرز نسبت به ذرت و کمترین آن (2/3) نیز مربوط به سبز شدن همزمان این علف هرز با ذرت بود (شکل 3-A). نتایج کولگهون و همکاران (Colquhoun et al., 2001) بر روی اثر زمان سبز شدن سلمه‌تره در مزرعه ذرت نشان داد که سبز شدن زودهنگام علف هرز منجر به افزایش فتوسنتز و سطح برگ آن شده است. همچنین کمترین شاخص سطح برگ (1/7) مربوط به تراکم 4 بوته سلمه‌تره در مترمربع و بیشترین آن 4/4 و (4/8) به ترتیب مربوط به تراکم‌های 16 و 20 بوته سلمه‌تره در مترمربع بود (شکل 3-B).

سطح برگ علف هرز سلمه‌تره تحت تأثیر معنی‌دار ($p < 0/01$) اثرات متقابل تراکم و زمان سبز شدن آن نسبت به بوته‌های ذرت نیز قرار گرفت (جدول 1)، بطوری‌که بیشترین شاخص سطح برگ (6/1 و 6/5) به ترتیب در سبز شدن 14 روز زودتر این علف هرز نسبت به ذرت در تراکم‌های بالاتر (16 و 20 بوته در مترمربع) و کمترین آن (1/7 و 1/8) نیز به ترتیب در سبز شدن همزمان این علف هرز با ذرت در تراکم‌های 4 و 8 بوته در مترمربع بدست آمد (شکل 3-C). این امر می‌تواند ناشی از عدم توانایی رقابت ذرت با این علف هرز و نیز به دلیل دریافت کامل تشعشع فعال فتوسنتزی در سبز شدن زودتر و تراکم‌های بالای آن باشد، بطوری‌که با سایه‌اندازی کامل بر بوته‌های ذرت به حداکثر شاخص سطح برگ رسیده است، ولی در سبز شدن همزمان آن با ذرت به دلیل رقابت ناشی از سوی بوته‌های ذرت، این علف هرز حتی در تراکم‌های بالا (20 بوته در مترمربع) نیز نتوانسته به شاخص سطح برگ 3 برسد.

نتایج این بررسی نشان داد که سبز شدن زودتر علف هرز سلمه‌تره نسبت به ذرت تأثیر بارزی روی کاهش شاخص سطح برگ ذرت دارد (جدول 1)، بطوری‌که 14 روز تأخیر در سبز شدن ذرت نسبت به سبز شدن همزمان آن با علف هرز منجر به کاهش 77 درصدی شاخص سطح برگ ذرت شد (شکل 3-A). افزایش تراکم علف هرز سلمه‌تره نیز سبب کاهش معنی‌دار ($p < 0/01$) شاخص سطح برگ ذرت شد (جدول 1)، بطوری‌که کمترین مقدار در تراکم‌های 16 و 20 بوته در مترمربع سلمه‌تره به ترتیب با 53 و 50 درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد بدست آمد (شکل 3-B). در بررسی‌ها نشان داده شده است که وجود یک بوته سوروف در یک متر طول ردیف که همزمان با ذرت سبز می‌شود، شاخص سطح برگ ذرت را حدود 1/7 درصد کاهش می‌دهد (Bosnic & Swanton, 1997). ماسینگا و همکاران (Massinga et al., 2001) نیز مشاهده کردند که شاخص سطح برگ ذرت با افزایش تراکم علف هرز *Amaranthus palmeri* S. Watson از 2 به 8 بوته در مترمربع کاهش یافت

سبز و قرمز دور افزایش می‌یابند (McLachlan et al., 1993).

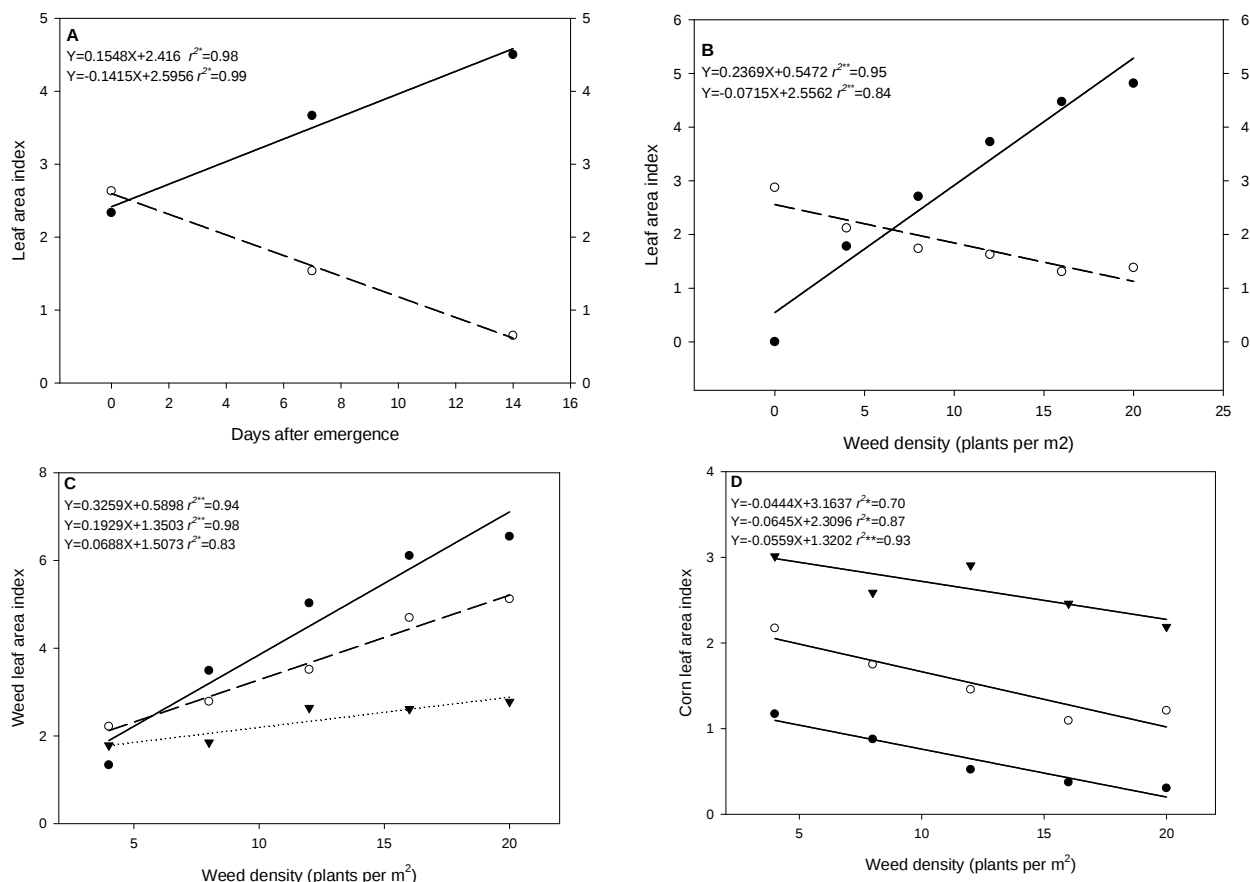


شکل 2. ارتفاع ذرت تحت تأثیر: (A) زمان‌های مختلف سبز شدن، (B) تراکم‌های مختلف و (C) اثر متقابل زمان سبز شدن و تراکم سلمه‌تره.

در قسمت (C) اشکال (●) سبز شدن 14 روز زودتر، (○) سبز شدن 7 روز زودتر سلمه‌تره نسبت به ذرت و (▼) سبز شدن همزمان علف هرز با ذرت می‌باشند.

Figure 2. Effect of common lambsquarters emergence times (A), densities (B) and interaction of emergence*density (C) on Corn height.

At the part of C, (●) and (○) shapes show 14 and 7 days earlier emergence of weed related to corn, respectively. Triangle shape (▼) shows concurrent emergence time.



شکل 3. شاخص سطح برگ علف هرز سلمه تره و ذرت تحت تأثیر: (A) زمان‌های مختلف سبز شدن، (B) تراکم‌های مختلف و (C و D) اثر متقابل زمان سبز شدن و تراکم سلمه تره. در قسمت (A و B) اشکال (●) و (○) به ترتیب مربوط به علف هرز سلمه تره و ذرت می‌باشند.

در قسمت (C و D) اشکال (●) سبز شدن 14 روز زودتر، (○) سبز شدن 7 روز زودتر سلمه تره نسبت به ذرت و (▼) سبز شدن همزمان علف هرز با ذرت می‌باشند.

Figure 3. Effect of common lambsquarters emergence times (A), densities (B) and interaction of emergence*density (C) on Corn and weed leaf area index. At the part of A and B, (●) and (○) shapes are related to common lambsquarters and Corn, respectively.

At the part of C and D, (●) and (○) shapes show 14 and 7 days earlier emergence of weed related to corn, respectively. Triangle shape (▼) shows concurrent emergence time.

مربع) و کمترین آن (0/4 و 0/3) در سبز شدن 14 روز دیرتر بوته‌های ذرت نسبت به علف هرز به ترتیب در تراکم‌های بالای سلمه تره (16 و 20 بوته در مترمربع) مشاهده شد (شکل 3-D). عبور تشعشع فعال فتوسنتزی از کانوپی با سبز شدن زود هنگام علف هرز سلمه تره نسبت به بوته‌های ذرت و افزایش تراکم این علف هرز کاهش یافته و به تبع آن سطح برگ کل ذرت نیز با کاهش نور فعال فتوسنتزی (PAR)¹ کاهش معنی داری می‌یابد. به نظر می‌رسد که کاهش شاخص سطح برگ ذرت در تیمارهای سبز شدن دیرتر آن نسبت به سلمه تره به

افزایش تراکم شاخص سطح برگ را افزایش می‌دهد، ولی میزان سطح برگ تک بوته با افزایش تراکم کاهش می‌یابد و در شرایطی که گیاه زراعی با علف هرز در کنار یکدیگر رشد کنند، اگرچه کل سطح برگ گیاهی در واحد سطح نسبت به زمانی که فقط گیاه زراعی در مزرعه وجود دارد افزایش می‌یابد، ولی به دلیل کاهش سطح برگ تک بوته در اثر رقابت درون و بین گونه‌ای شاخص سطح برگ گیاه زراعی در مزارع آلوده به علف هرز غالباً با افزایش تراکم کاهش می‌یابد (Van Acer et al., 1993).

بیشترین شاخص سطح برگ ذرت (3/01) در تیمار سبز شدن همزمان ذرت با علف هرز در تراکم‌های پایین سلمه تره (4 بوته در متر

1- Photosynthetic active radiation

تأخیر افتاد، 80 درصد کاهش نشان داد (Hartzler et al., 2004). با افزایش تراکم سلمه‌تره ماده خشک این علف هرز افزایش یافت. بیشترین ماده خشک (2509/3 گرم بر مترمربع) در تراکم 20 بوته در مترمربع و کمترین آن (663/2 گرم بر مترمربع) در تراکم 4 بوته در مترمربع این علف هرز حاصل شد، بطوری که به ازای هر بوته علف هرز در واحد سطح ماده خشک آن 128 گرم افزایش یافت (شکل 4-B).

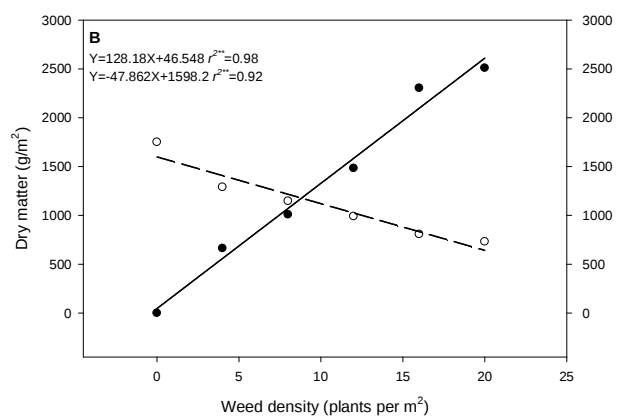
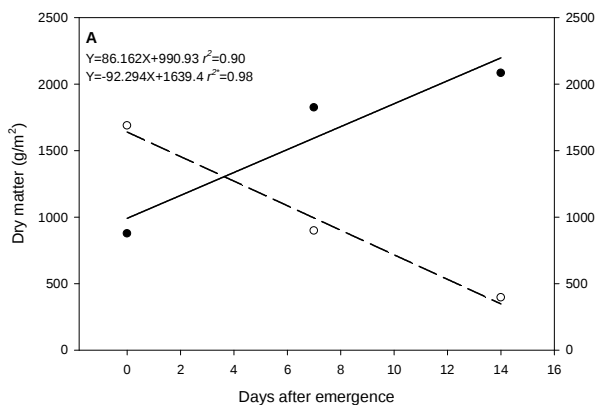
ماده خشک علف هرز سلمه‌تره تحت تأثیر معنی‌دار ($p < 0/01$) تراکم و زمان سبز شدن آن نسبت به بوته‌های ذرت نیز قرار گرفت (جدول 1)، بطوری که بیشترین ماده خشک (3558 گرم بر مترمربع) مربوط به سبز شدن 14 روز زودتر این علف هرز نسبت به ذرت در بالاترین تراکم آن (20 بوته در مترمربع) و کمترین آن (664/9 گرم بر مترمربع) نیز در سبز شدن همزمان این علف هرز با ذرت در تراکم پایین (4 بوته در مترمربع) علف هرز بود (شکل 4-C). احتمال می‌رود سبز شدن سریعتر علف هرز سلمه‌تره (14 و 7 روز زودتر سبز شدن آن نسبت به ذرت) و داشتن سرعت رشد نسبی بالا در این علف هرز موجب بهره‌مندی آن از تشعشع و منابع محیطی موجود گردیده و بیوماس بیشتری نیز تولید کرده است، ولی در سبز شدن همزمان این علف هرز با ذرت و استفاده از منابع محیطی یکسان، به اندازه کافی نتوانسته ماده خشک خود را افزایش دهد.

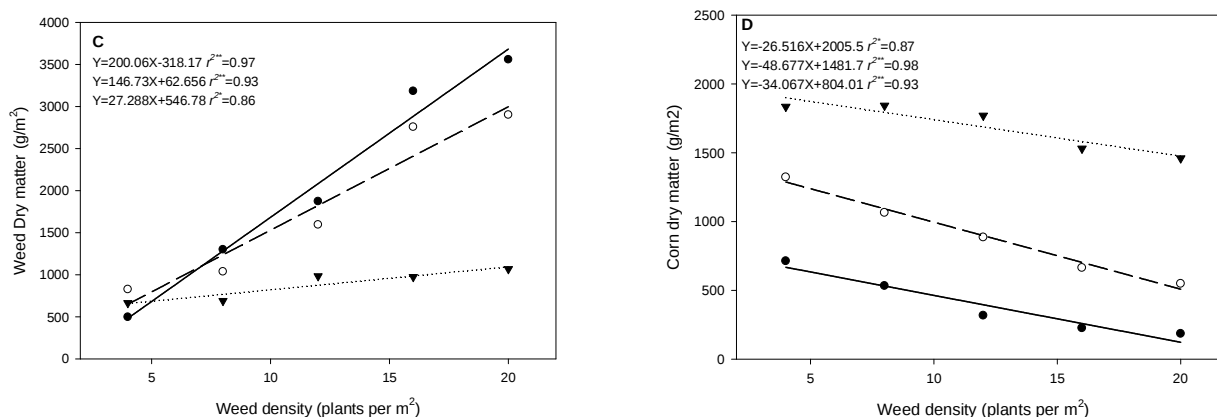
هریسون و همکاران (Harrison et al., 2001) گزارش کردند که تراکم‌های 0/4 و 4/2 بوته در 10 مترمربع علف هرز *Ambrosia trifida* L. در تیمار سبز شدن همزمان علف هرز با ذرت به ترتیب 113 و 516 گرم در مترمربع ماده خشک تولید کرد، در حالیکه برای همان تراکم‌ها در مرحله سبز شدن علف هرز 4 هفته پس از سبز شدن ذرت بیوماس تولیدی این علف هرز 3 و 71 گرم در مترمربع بود.

دلیل تخصیص بیشتر ماده خشک به ساقه بوده است که با این مکانیسم گیاه سعی به دریافت نور با شدت بیشتر و کیفیت بهتر داشته است، ولی همانطور که ذکر شد تأثیر زمان سبز شدن نسبی در رقابت گیاه زراعی-علف هرز به اندازه ای شدید بوده که حتی مکانیسم تخصیص به افزایش ارتفاع نیز موثر نبوده است (شکل 2-C). سبز شدن همزمان تاج خروس ریشه قرمز با ذرت در تراکم‌های 1 تا 8 بوته در متر طول ردیف به طور معنی‌داری شاخص سطح برگ ذرت را کاهش داد، اما سبز شدن علف هرز در مرحله 4 تا 5 برگی ذرت کاهش معنی‌داری در شاخص سطح برگ در هر مکان و هر سال در هر یک از تراکم‌های مورد آزمایش ایجاد نکرد (Knezevic et al., 1994). کراف و اسپیترز (Kropff & Spitters, 1992) در مورد بررسی اثر علف هرز سلمه‌تره روی محصول چغندر قند مشاهده کردند که شاخص سطح برگ آن بسته به تراکم و زمان سبز شدن سلمه‌تره 13 تا 89 درصد کاهش می‌یابد.

ماده خشک

ماده خشک علف هرز سلمه‌تره تحت تأثیر معنی‌دار ($p < 0/01$) زمان سبز شدن این علف هرز نسبت به ذرت قرار گرفت (جدول 1) و با سبز شدن زودتر آن نسبت به ذرت افزایش نشان داد. بیشترین ماده خشک این علف هرز (2082/51 گرم بر مترمربع) در سبز شدن 14 روز زودتر آن نسبت به ذرت و کمترین مقدار آن (876/23 گرم بر مترمربع) در سبز شدن همزمان این علف هرز با ذرت حاصل شد و به ازای هر روز از سبز شدن زودتر این علف هرز نسبت به ذرت، ماده خشک آن 86 گرم افزایش یافت (شکل 4-A). در یک مطالعه بیوماس تجمعی علف هرز *Amaranthus rudis* Sauer حساسیت بیشتری به تأخیر در سبز شدن نسبت به ارتفاع گیاه نشان داد و ماده خشک این علف هرز هنگامی که سبز شدن آن از 14 تا 27 روز به





شکل 4. ماده خشک علف هرز سلمه‌تره و ذرت تحت تأثیر: (A) زمان‌های مختلف سبز شدن، (B) تراکم‌های مختلف و (C) و (D) اثر متقابل زمان سبز شدن و تراکم سلمه‌تره.

در قسمت (A و B) اشکال (●) و (○) به ترتیب مربوط به علف هرز سلمه‌تره و ذرت می‌باشند. در قسمت (C و D) اشکال (●) سبز شدن 14 روز زودتر، (○) سبز شدن 7 روز زودتر سلمه‌تره نسبت به ذرت و (▼) سبز شدن همزمان علف هرز با ذرت می‌باشند.

Figure 4. Effect of common lambsquarters emergence times (A), densities (B) and interaction of emergence*density (C) on Corn and weed dry matter.

At the part of A and B, (●) and (○) shapes are related to common lambsquarters and Corn, respectively. At the part of C and D, (●) and (○) shapes show 14 and 7 days earlier emergence of weed related to corn, respectively. Triangle shape (▼) shows concurrent emergence time.

پایین نیز باعث کاهش معنی‌دار در تجمع ماده خشک سویا می‌شود (Orwick & Schreiber, 1979). ماده خشک بوته‌های ذرت تحت تأثیر معنی‌دار ($p < 0/01$) تراکم و زمان سبز شدن سلمه‌تره قرار گرفت (جدول 1) و کاهش یافت. کمترین ماده خشک ذرت (185/3 گرم بر مترمربع) در تیمار سبز شدن 14 روز دیرتر آن در تراکم 20 بوته در مترمربع علف هرز مشاهده شد. بیشترین مقدار ماده خشک (1834/4 و 1842/2 گرم بر مترمربع) نیز مربوط به سبز شدن همزمان ذرت با سلمه‌تره در تراکم‌های به ترتیب 4 و 8 بوته سلمه‌تره در مترمربع بود (شکل 4-D). در سبز شدن همزمان تأثیر تراکم‌های مختلف علف هرز سلمه‌تره بر ماده خشک ذرت تفاوت چندانی با تیمار شاهد نشان نداد و این امر نشان دهنده آن است که در سبز شدن همزمان ذرت با سلمه‌تره به دلیل رقابت مؤثر ذرت و بهره‌برداری مناسب از منابعی مانند نور، آب و عناصر غذایی، ماده خشک بوته‌های آن با افزایش تراکم علف هرز چندان کاهش نمی‌یابد.

نتیجه گیری

بطور سبز شدن 14 روز زودتر علف هرز سلمه‌تره نسبت به ذرت در بالاترین تراکم موجب بیشترین کاهش در خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت شد. با وجودیکه در سبز شدن همزمان ذرت با علف هرز سلمه‌تره با افزایش تراکم، ارتفاع، شاخص سطح برگ و ماده خشک بوته‌های ذرت کاهش داشت، ولی این کاهش نسبت به دیگر زمان‌های سبز شدن کمتر بود. در تمامی زمان‌های سبز شدن علف

زمان سبز شدن علف هرز سلمه‌تره به طور معنی‌داری ($p < 0/01$) ماده خشک بوته‌های ذرت را تحت تأثیر قرار داد (جدول 1)، بطوری- که 7 و 14 روز تأخیر در سبز شدن ذرت نسبت به سبز شدن همزمان آن با علف هرز به ترتیب منجر به کاهش 76 و 46 درصدی ماده خشک ذرت شد و به ازای هر روز تأخیر در سبز شدن ذرت نسبت به علف هرز ماده خشک آن 92 گرم کاهش یافت (شکل 4-A). شاخص سطح برگ تعیین کننده توانایی کانوپی برای جذب شدت فوتون فتوسنتزی در دسترس و یک فاکتور مهم تعیین کننده تجمع ماده خشک است. بنابراین هر گونه کاهش در شاخص سطح برگ مطلوب سبب کاهش جذب شدت جریان فوتون فتوسنتزی شده و ماده خشک را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (Loomis et al., 1968). افزایش تراکم علف هرز سلمه‌تره نیز تأثیر بسزایی ($p < 0/01$) بر تجمع ماده خشک گیاه زراعی داشت (جدول 1)، بطوری‌که کمترین مقدار تجمع ماده خشک با 58 درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد در تراکم 20 بوته در مترمربع علف هرز سلمه‌تره بدست آمده و به ازای هر بوته علف هرز در واحد سطح ماده خشک ذرت 47 گرم کاهش یافت (شکل 4-B). تأثیر مداخله علف‌هرز در تجمع ماده خشک ذرت با کاهش LAI ذرت مرتبط بوده و نتیجتاً باعث کاهش جذب نور بوسیله کانوپی ذرت می‌شود (Tollenaar et al., 1994). کنزیوچ و همکاران (Knezevic et al., 1994) نیز کاهش شاخص سطح برگ در شرایط رقابت را عامل مهمی در افت ماده خشک آن گزارش کردند. وجود علف هرز تاج خروس ریشه قرمز حتی در تراکم‌های

بایستی به زمان سبز شدن علف هرز سلمه‌تره نسبت به بوته‌های ذرت توجه خاصی شود و گیاهچه‌های این علف هرز که بخصوص در طی عملیات آماده‌سازی زمین سبز می‌شوند در هر تراکمی کنترل شوند. با اینکه سبز شدن همزمان علف هرز مذکور در تراکم‌های پایین موجب خسارت شدید در خصوصیات رشدی ذرت نگردید، ولی بایستی تراکم‌های بالاتر علف هرز در سبز شدن همزمان نیز مدنظر قرار گیرد. این رویکرد بخصوص در مزارع با کشاورزی گسترده مدیریت مناسبی را می‌طلبد تا با دیده‌بانی از مزارع نسبت به کنترل علف هرز با استناد به کنترل تلفیقی اقدامات لازم به عمل آید تا از کاهش صفات رشدی ذرت که در نهایت بر عملکرد اثرگذارند، جلوگیری شود.

هرز سلمه‌تره با افزایش تراکم علف هرز از شدت کاهشی خصوصیات رشدی بوته‌های ذرت کاسته شد. به دلیل سایه‌اندازی شدید بوته‌های سلمه‌تره در سبز شدن زود هنگام نسبت به ذرت بخصوص در تراکم‌های بالا، مکانیسم تخصیص ماده خشک برای افزایش ارتفاع و به دنبال آن تشکیل سطح برگ در ارتفاع بالاتر موثر واقع نشد و بوته‌های ذرت در زیر کانوبی سلمه‌تره قرار گرفتند. به دلیل شدت کمتر، کیفیت پایین و پخش نور در زیر کانوبی بوته‌های ذرت نتوانستند به طرز موثری فتوسنتز کرده و سطح برگ خود را افزایش دهند تا از این طریق بر بیوماس خود بیافزایند و در نهایت ماده خشک کمتری تولید کردند. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، در شرایط مزرعه‌ای

منابع

- 1- Bassett, I.J., and Crompton, C.W. 1978. The biology of Canadian weeds. 32. *Chenopodium album*. L. Canadian Journal of Plant Science 58: 1061–1072.
- 2- Bosnic, A., and Swanton, C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L.) time of emergence and density on corn (*Zea mays* L.). Weed Science 45: 276–282.
- 3- Caranza, P., Saaverda, M., and Garci-Torres, L. 1995. Competition between *Ridolfia segetum* Moris and Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Weed Research 35: 375–396.
- 4- Chu, C., Ludford, P.M., Ozbun, J.L., and Sweet, R.D. 1978. Effects of temperature and competition on the establishment and growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and common lambsquarters (*Chenopodium album* L.). Crop Science 18: 308–310.
- 5- Colquhoun, J., Boerboom, C. M., Binning, L. K., Stoltenberg, D. E., and Norman, J. M. 2001. Common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) photosynthesis and seed production in three environments. Weed Science 49: 334–339.
- 6- Cumming, B.G. 1963. The dependence of germination on photoperiod, light quality and temperature in *Chenopodium spp.* Canadian Journal of Botany 41: 1211–1233.
- 7- Dieleman, A., Hamill, A.S., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1995. Empirical models of pigweed (*Amaranthus spp.*) interference in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science 43: 612–618.
- 8- Fletcher, W.W. 1983. Recent Advances in Weed Research. Common Wealth Agricultural Bureau, England.
- 9- Harrison, S.K. 1990. Interference and seed production by common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science 38: 113–118.
- 10- Harrison, S.K., Regnier, E.E., Schmoll, J.T., and Webb, J.E. 2001. Competition and fecundity of giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) in corn (*Zea mays* L.). Weed Science 49: 224–229.
- 11- Hartzler, R.G., Battles, B.A., and Nordby, D. 2004. Effect of common waterhemp (*Amaranthus rudis* Sauer) emergence date on growth and fecundity in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science 52: 242–245.
- 12- Henson, I.E. 1970. The effects of light, potassium, nitrate and temperature on the germination of *Chenopodium album* L. Weed Research 10: 27–39.
- 13- Holm, L.G., Pluknett, D.L., Pancho, J.V., and Herberger, J.P. 1977. The Worlds Worst Weeds. Honolulu, HI: The University Press of Hawaii. 609 pp.
- 14- Kempenaar, C., Horsten, P.J.F.M., and Scheepens, P.C. 1996. Growth and competitiveness of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) after foliar application of *Ascochyta caulina* as a mycoherbicide. Weed Science 44: 609–614.
- 15- Knezevic, S.Z., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1995. Comparison of empirical models depicting density of *Amaranthus retroflexus* L. and relative leaf area as predictors of yield loss in maize (*Zea mays* L.). Weed Research 35: 207–214.
- 16- Knezevic, S.Z., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.). Weed Science 42: 568–573.
- 17- Kropff, M.J., and Spitters, C.J.T. 1992. An eco-physiological model for interspecific competition, applied to the influence of *Chenopodium album* L. on sugarbeet (*Beta vulgaris* L.): model description and parametrization. Weed Science 32: 437–490.
- 18- Kropff, M.J., Var Keulen, N.C., Van Laar, H.H., and Schnieders, B.J. 1993. The impact of environmental and genetic factors. In: M. J. Kropff and H.H. Van Laar (Eds). Modelling Crop-Weed Interactions. International Rice

- Research Institute, pp. 137-147.
- 19- Lewis, J. 1973. Longevity of crop and weed seeds: survival after 20 years in soil. *Weed Research* 13: 179-191.
 - 20- Loomis, R.S., Williams, W.A., Duncan, W.G., Dovrat, A., and Nunez, F. 1968. Quantitative descriptions of foliage display and light absorption in field communities of corn plants. *Crop Science* 8: 352-359.
 - 21- Martin, M.P.L.D., and Field, R.J. 1988. Influence of time of emergence of wild oat (*Avena fatua* L.) on competition with wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weed Research* 28: 111-116.
 - 22- Massinga, R.A., Currie, R.S., Horak, M.J., and Boyer J.J. 2001. Interference of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.) in corn (*Zea mays* L.). *Weed Science* 49: 202-208.
 - 23- Mc Lachlan, S.M., Tollenaar, M., Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1993. Effect of corn induced shading on dry matter accumulation, distribution, and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Weed Science* 41: 568-573.
 - 24- Mulugeta, D., and Stoltenberg, D.E. 1998. Influence of cohorts on *Chenopodium* demography. *Weed Science* 46: 65-70.
 - 25- O'Donovan, J.T., de St. Remy, E.A., O'Sullivan, P.A., Dew, D.A., and Sharma, A.K. 1985. Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua* L.) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weed Science* 33: 498-503.
 - 26- Ogg, A.G., and Dawson, J.H. 1984. Time of emergence of eight weed species. *Weed Science* 32: 327-335.
 - 27- Orwick, P.L., and Schreiber, M.M. 1979. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and robust foxtail (*Setaria viridis* var. *robusta-alba* or *robusta-purpurea*) in soybean (*Glycine max* L.). *Weed Science* 27: 665-674.
 - 28- Pandey, H.N., Misra, K.C., and Mukherjee, K.L. 1971. Phosphate uptake and its incorporation in some crop plants and their associated weeds. *Annals of Botany* 35: 367-372.
 - 29- Peters, N.C.B., and Wilson, B.J. 1983. Some studies on the competition between (*Avena fatua* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.). II. Variation of *A. fatua* L. emergence and development and its influence on crop yield. *Weed Research* 23: 305-311.
 - 30- Pour azar, and R., Ghadiri, H. 2002. Wild oat (*Avena fatua* L.) competition with three varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) at greenhouse condition: density effects. *Agronomy Science Journal* 1 (2): 59-72. (In Persian with English Summary)
 - 31- Rajcan, I., Chandler, K.J., and Swanton, C.J. 2004. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. *Weed Science* 52: 774-778.
 - 32- Sinoquet, H., and Caldwell, R.M. 1995. Estimation of light capture and partitioning in intercropping systems. In: "Sinoquet, H., and Cruz, P. (eds)". *Ecophysiology of Tropical Intercropping*. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). pp. 79-80.
 - 33- Smith, C.W., Betran, J., and Runge, E.C.A. 2004. *Corn (Origin, History, Technology, and Production)*. John Wiley & Sons, INC.
 - 34- Strahan, R.E., Griffin, J.L.D., Reynolds, B., and Miller, D.K. 2000. Interference between *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton and *Zea mays* L. *Weed Science* 48: 205-211.
 - 35- Tollenaar, M., Dibo, A.A., Aguilera, A., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal* 86: 591-595.
 - 36- Van Acer, R.C., Weise, C.F., and Swanton, C.J. 1993. Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycine max* L.) growth. *Plant Science* 73: 1293-1304.
 - 37- Vengris, J. 1955. Plant nutrient competition between weeds and corn. *Agronomy Journal* 47: 213-215.
 - 38- Weaver, S.E., Tan, C.S., and Brain, P. 1988. Effect of temperature and soil moisture on time of emergence of tomatoes and four weed species. *Canadian Journal of Plant Science* 68: 877-886.
 - 39- Wiese, A.M., and Binning, L.K. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. *Weed Science* 35: 177-179.
 - 40- Williams, J.L., and Harper, J.L. 1965. Seed polymorphism and germination. I. The influence of nitrates and low temperatures on the germination of *Chenopodium album* L. *Weed Research* 5: 141-150.

بررسی امکان کنترل بیولوژیک علف هرز سس (*Cuscuta campestris* L.)

با استفاده از عوامل بیماری‌زای قارچی

فرنوش فلاح پور^{1*}، علیرضا کوچکی²، مهدی نصیری محلاتی²، ماهرخ فلاحتی رستگار² و رضا قربانی³

تاریخ دریافت: 89/4/10

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

علف‌های هرز از مهمترین عوامل کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌باشند، از این میان علف هرز سس (*Cuscuta campestris* L.) گیاهی انگلی است یکساله با گسترش جهانی که سبب کاهش عملکرد بسیاری از محصولات زراعی و باغی می‌شود. جهت یافتن عامل کنترل بیولوژیک مناسب به منظور کنترل سس، پژوهشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در سال 88-1387 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام پذیرفت. جمع آوری نمونه های سس آلوده به عوامل بیماری‌زا در منطقه چناران و از مزارع چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) صورت گرفت. پس از گردآوری، کشت و خالص سازی قارچ های موجود در رشته های سس جنس های *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp.، *Colletotrichum* sp. شناسایی شدند. مایه زنی ایزوله‌ها با غلظت 10^8 اسپور در میلی لیتر آب مقطر در مراحل مختلف رشدی علف هرز سس (جوانه زنی، پیش از اتصال به میزبان، پس از اتصال به میزبان و تشکیل هوستوریوم) در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی صورت گرفت. از میان قارچ های بدست آمده گونه *F. oxysporum* توانست کنترل مؤثری بر جوانه زنی بذور سس داشته باشد. با توسعه مراحل رشدی سس و استقرار آن روی میزبان از بیماری زایی قارچ مورد نظر کاسته شد. جهت بررسی تکمیلی، بیماری زایی این جدایه روی سایر گیاهان زراعی از جمله گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، یونجه (*Medicago sativa* L.)، چغندر قند و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مورد بررسی قرار گرفت و هیچگونه علائم بیماری در آنها مشاهده نگردید.

واژه‌های کلیدی: آلترناریا، فوزاریوم، گیاهان انگل.

مقدمه

در مبارزه شیمیایی به علف کشهای کاملاً اختصاصی نیاز است تا صدمه ای به گیاه زراعی وارد نشود (Goldwasser, et al., 2001) و به دلیل مقاومت این علف هرز به علفکش‌های وسیع الطیف مانند گلایفوسیت کنترل شیمیایی آن مشکل است (Nadler-Hasser & Rubin, 2003). در سال‌های اخیر با توجه به ایجاد آلودگی های زیست محیطی و خطرات کاربرد علفکش های شیمیایی بر سلامت انسان و سایر موجودات زنده و بروز پدیده مقاومت به علف کش های شیمیایی استفاده از روش‌های موثر جایگزین مانند روش‌های بیولوژیکی جهت مهار علف‌های هرز می‌تواند مفید باشد (Nadjafi, 2006). کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیکی قادر است با بکارگیری دشمنان طبیعی و عوامل بیماری‌زای علف هرز، تراکم آنها را در زیر سطح خسارت اقتصادی نگه دارد (Hallett, 2005).

برای دستیابی به عوامل بیولوژیک مؤثر بر گیاه سس تلاش‌های فراوانی در سایر کشورها صورت گرفته است. تا کنون چندین قارچ

علف های هرز همراهان همیشگی گیاهان زراعی محسوب می شوند و از دلایل اصلی کاهش تولید محصولات زراعی هستند (Rashed Mohasel & Mousavi, 2006). از این میان علف هرز سس از جمله گیاهان انگلی است که خانواده های زیادی از گیاهان را مورد هدف قرار می دهد و سبب کاهش رشد و کاهش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی و باغی می شود (Vagen, 2002).

مدیریت موفقیت آمیز سس بسیار مشکل است، چراکه بذور آن دارای پوسته سخت هستند که بقای علف هرز را برای سال‌های متوالی در خاک حفظ می‌کند (Hutchinson & Ashton, 1980). به علاوه با توجه به ارتباط نزدیکی که میان میزبان و انگل وجود دارد

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری بوم شناسی کشاورزی، استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

(*) - نویسنده مسئول: (Email: farnoosh_fa82@yahoo.com)

شستشو داده شدند سپس نمونه‌ها روی کاغذ صافی استریل قرار گرفتند تا رطوبت همراه آنها گرفته شود و به پتری‌های حاوی محیط کشت PDA⁵ انتقال داده شدند، سپس نمونه‌ها داخل انکوباتور با دمای 25 درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بعد از گذشت 24 تا 48 ساعت از کشت اولیه، جهت خالص سازی مقدماتی قسمتی از هریک از کلنی‌های رشد یافته به پتری دیش های دیگری که حاوی محیط PDA بودند، انتقال داده شدند. سپس شناسایی مقدماتی قارچ ها انجام گرفت و با توجه به قارچ مورد نظر با استفاده از روش تک اسپور و یا نوک هیف در محیط آب - آگار خالص سازی انجام شد. پراکنش‌هایی⁶ که مشخصات ظاهری قارچ فوزاریوم را داشتند به محیط برگ میخک - آگار⁷ (CLA) منتقل گردیده و در زیر قفسه‌ی نوری با تناوب نوری 12 ساعته قرار گرفتند. پس از خالص سازی جهت تهیه سوسپانسیون به منظور تلقیح روی گیاه از محیط کشت مایع استفاده شد.

برای تولید مایه قارچ جهت مایه‌زنی، جدایه‌های خالص پتری‌های حاوی PDA کشت شدند و در دمای 25 درجه سانتی گراد قرار داده شدند. سپس از کشت پنج روزه‌ی هر کدام از جدایه‌های قارچ در زیر هود استریل بلوکی به ویال‌های حاوی محیط کشت مایع منتقل گردید و به مدت سه روز بر روی دستگاه شیکر با دور 90 در دقیقه در آزمایشگاه با دمای 24 ± 2 درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پس از سه روز جهت حذف میسلیم‌ها و مواد زاید، محتویات هر کدام از ویال‌ها از پارچه‌ی ملل سترون عبور داده شد. سوسپانسیون بدست آمده به مدت 5 دقیقه در لوله‌های 45 میلی لیتری با دور 4000 در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس مایع رویی دور ریخته شد و رسوب بدست آمده که حاوی اسپور قارچ بود، در آب مقطر استریل حل شد. به منظور تهیه سوسپانسیون اسپور، شمارش اسپورها با کمک لام هموسایتومتر انجام شد و از غلظت 1×10^8 اسپور در میلی‌لیتر برای مایه‌زنی استفاده شد و به هر جدایه 0/5% توئین 20 به عنوان سورفکتانت اضافه گردید.

با توجه به تعداد زیاد جدایه‌های یافت شده، در ابتدا توان بیماری زایی جدایه‌ها در شرایط آزمایشگاه بررسی گردید. به علت اینکه علف هرز سس یک گیاه انگل است از دو روش استفاده شد. به این ترتیب که گیاهان سس به همراه میزبان (چغندرقد) که فاقد هر گونه علائم بیماری بودند از مزارع جمع آوری شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه رشته‌های سس سالم به قطعات 5 سانتیمتری بریده شده و داخل پتری دیش‌های به قطر دهانه 9 سانتیمتر دارای کاغذ صافی سترون مرطوب قرار گرفتند. سپس رشته‌های سس بوسیله سوزن

بیماری‌زا از جمله *Alternaria* spp.، *Fusarium tricinctum*، *Geotrichum candidum* شناسایی شده اند که در گونه‌های مختلف سس بیماری ایجاد می‌کنند و پراکنش سس و ایجاد خسارت توسط این گیاه انگل را در میزبان کاهش می‌دهند (Boari et al., 2004). در سال 1966 جدایه‌ای از قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* در چین به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی انگل سس به نام لوبوآ-1¹ به ثبت رسید. این محصول به صورت گرانول تولید شد و در دهه 1970 در حدود 670000 هکتار از کشتزارهای سویا به عنوان اولین علفکش قارچی در جهان بکار برده شد که کارایی آن در کنترل سس بیش از 80% بود، ولی به تدریج به دلیل کاهش کارایی این جدایه کاربرد آن کاهش یافت و دستیابی به جدایه دیگری از این قارچ در سال 1985 تولید آن با نام لوبوآ-2² از سر گرفته شد (Shimi et al., 1997). این قارچ می‌تواند گونه‌های *C. australis* و *chinensis* را در سویا به صورت انتخابی کنترل کنند (Lanini et al., 2002; Butt et al., 2000). در سال 1984 قارچ *Alternaria destruens* روی *C. gronovii* در ویسکونسین شناسایی شد و استفاده از این قارچ به عنوان یک علفکش زیستی در 1990 به ثبت رسید (Bewick, 1990). اسمولدر³ یک علفکش زیستی است که به صورت تجاری از این قارچ تهیه شده است. این قارچ در کاهش خسارت سس تحت شرایط زراعی بسیار مؤثر است (Charudattan, 2001).

با توجه به اینکه تحقیقات انجام شده در رابطه با کنترل بیولوژیک سس در ایران بسیار محدود است، تحقیق حاضر با هدف بررسی امکان کنترل بیولوژیک این انگل با استفاده از عوامل بیماری‌زای گیاهی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور یافتن عامل کنترل بیولوژیک مناسب، گیاهان سس دارای علائم آلودگی قارچی طی 25 بار نمونه برداری از مزارع چغندرقد تحت آلودگی شدید به این انگل در منطقه چناران گردآوری شدند. نمونه‌های گردآوری شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و با استفاده از قیچی استریل به قطعات کوچک 2-3 میلیمتری تقسیم شدند و جهت ضدعفونی در ظروف حاوی محلول هیپوکلریت سدیم⁴ 0/5% به مدت یک دقیقه و نمونه‌های خشبی تر (مانند گل) به مدت سه دقیقه قرار گرفتند. پس از ضدعفونی، نمونه‌ها با آب مقطر استریل

5- Potato Dextrose Agar
6- Colony
7- Carnation Leaf-piece Agar (CLA)

1- Lubao-1
2- Lubao-2
3- Smolder
4- NaOCl

سترون در چند ناحیه خراش دهی شدند و با استفاده از سمپلر روی قسمت‌های خراشده‌ی شده یک قطره سوسپانسیون به غلظت 1×10^8 اسپور در میلی‌لیتر قرار گرفت. در تیمارهای شاهد از آب مقطر سترون به همراه 0/5 درصد توثین 20 به جای سوسپانسیون قارچ استفاده شد. پتری ها به مدت 10 روز زیر پوشش پلاستیکی در دمای 25 درجه سانتیگراد در رطوبت 90 درصد قرار گرفتند. به صورت روزانه پتری‌ها بازدید شده و هر گونه علائم بیماری زایی روی رشته‌های سس ثبت شد.

در روش دیگر از رشته‌های سس متصل به میزبان استفاده شد. جهت حفظ طراوت گیاهان چغندر قند آلوده به علف هرز سس جمع آوری شده از مزرعه در طی آزمایش دم برگ های این گیاهان داخل ظروف آب قرار گرفتند و سپس رشته‌های سس مطابق روش قبل بوسیله سوسپانسیون قارچ مایه زنی شدند و به منظور ایجاد رطوبت مناسب برای رشد قارچ، ظروف زیر پوشش پلاستیکی قرار گرفتند. تا 10 روز پس از مایه زنی، ظروف به صورت روزانه مورد بازدید قرار گرفتند. جدایه‌هایی که هیچ نوع علائم بیماری ایجاد نکردند، از آزمایشات بعدی حذف شدند و جدایه‌هایی که سبب بروز علائم بیماری روی سس شدند مجدداً جداسازی و خالص سازی شده و با کشت اولیه مورد مقایسه قرار گرفتند و در آزمون هایی که جهت تعیین توان بیماری زایی پاتوژن صورت گرفت استفاده شدند.

به منظور تعیین توان بیماری زایی پاتوژن های جداسازی شده سه آزمایش جداگانه در مراحل مختلف رشدی سس شامل مرحله جوانه زنی سس، مرحله سبز شدن سس و پس از ایجاد رابطه انگلی با میزبان (چغندر قند) در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار در آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشکده فردوسی مشهد به انجام رسید. تا پایان آزمایش پتری دیش‌ها (تا 10 روز پس از اعمال تیمار) و گلدان‌ها (تا یک ماه پس از اعمال تیمار) به صورت روزانه بررسی شدند و هر نوع علائم بیماری ثبت شد. در پایان درصد جوانه زنی، درصد ظهور گیاهچه و طول گیاهچه اندازه گیری شد. ارزیابی میزان بیماری زایی در گیاهان تیمار شده بر اساس مقیاس شماره دهی به ترتیب از صفر تا 5 برای درصد بیماری زایی کم تا شدید صورت گرفت. سیستم شماره دهی بدین صورت بود که 0 = عدم بیماری، 1 = 1-25 درصد آلودگی رشته سس، 2 = 26-50% آلودگی، 3 = 51-75% آلودگی، 4 = 76-97% و 5 = 99% آلودگی (مرگ گیاه). پس از پایان آزمایش جدایه های موفق به ایجاد آلودگی مجدداً جداسازی و خالص سازی شده و مورد شناسایی قرار گرفتند. شناسایی جدایه‌ها تا سطح گونه در گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد صورت گرفت. جهت آزمون ایمنی بذر تعدادی از گیاهان زراعی شامل چغندر قند، یونجه، ریحان، گندم و جو در گلدان کشت شده و آزمایش بیماری‌زایی در مرحله جوانه زنی (اسپور پاشی در خاک گلدان به میزان و مرحله 2-4 برگی (اسپورپاشی روی اندام هوایی خراشده‌ی شده با

غلظت 1×10^8 اسپور در میلی‌لیتر) گیاهان یاد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با 3 تکرار انجام گرفت. گلدان ها در گلخانه ای با دمای 30-25 درجه سانتیگراد و سیکل نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی قرار گرفته و به منظور ایجاد رطوبت کافی جهت فعالیت قارچ، به مدت 24 ساعت پس از استفاده از سوسپانسیون گلدان ها زیر پوشش پلاستیکی قرار گرفتند. به مدت یک ماه گیاهان تیمار شده در قیاس با شاهد از نظر بروز بیماری مورد بازدید قرار گرفتند تا بدین ترتیب دامنه میزبانی جدایه مورد نظر تعیین گردد.

داده‌های حاصل از تمامی آزمایشات با استفاده از نرم افزار Minitab ver-13.1 آنالیز شدند. میانگین‌ها نیز با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند. نمره بیماری کسب شده در رابطه با هر یک از جدایه‌ها با استفاده از آزمون غیر پارامتری کروسکال - والیس¹ مورد مقایسه قرار گرفت (Sokal & Rohlf, 1992). جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2003 استفاده شد.

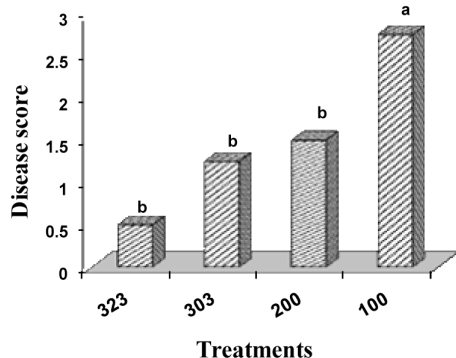
نتایج و بحث

از نمونه‌های سس جمع آوری شده از مزارع آلوده چغندر قند، جمعاً چهار پرگنه از قارچ *Alternaria* spp. سه پرگنه از قارچ *Fusarium* spp. و 30 پرگنه از قارچ *Choleototrichum* spp. روی محیط PDA رشد نمودند. از میان آنها جدایه‌های *Alternaria* spp. و *Choleototrichum* spp. هیچ گونه علائمی روی رشته‌های سس ایجاد نکردند، ولی پنج جدایه از پرگنه‌های قارچ *Fusarium* spp. پس از مایه زنی با سوسپانسیون اسپور با غلظت 1×10^8 اسپور در میلی لیتر، روی رشته‌های سس علائمی به صورت لکه‌های قهوه ای در محل مایه زنی ایجاد نمودند که به تدریج توسعه یافته و به قسمت‌های بالا و پایین محل اولیه کشیده شد. در حالیکه در رشته‌های سس که به عنوان شاهد با آب مقطر سترون مایه زنی شده بودند هیچ گونه علائمی مشاهده نشد. جدایه‌هایی که بدین ترتیب بیماری زایی آنها اثبات شد، با شماره‌های 100، 200، 300، 303 و 323 کدگذاری شدند و برای آزمایش توان بیماری زایی در نظر گرفته شدند.

تعیین توان بیماری زایی پاتوژن قبل از ایجاد رابطه انگلی (مرحله جوانه زنی): کمترین جوانه زنی در پتری دیش های تیمار شده با جدایه 323 مشاهده شد. بطوریکه جوانه زنی در این تیمار نسبت به شاهد 41 درصد کاهش نشان داد، اما از نظر آماری تفاوت معنی داری ($p < 0/05$) با سایر تیمارها نداشت. درصد جوانه زنی در جدایه 300 و شاهد تفاوت معنی داری نداشت و این جدایه نتوانست از جوانه زنی بذور سس جلوگیری کند (شکل 1).

1- Kruskal-Wallis test

بود) را به خود اختصاص داد. در مرحله جوانه زنی جدایه 300 هیچ گونه علائم بیماری روی گیاهچه های سس ایجاد نکرد و در صفت طول گیاهچه و همچنین درصد جوانه زنی نیز فاقد اختلاف معنی دار با شاهد بود (شکل 1 و 2). سایر تیمارها از نظر قدرت بیماری زایی تفاوت معنی داری ($H=9/8$; $p<0/05$) باهم نداشتند (شکل 3).



شکل 3- اثر جدایه های قارچی بر توسعه بیماری روی سس در شرایط آزمایشگاه.

Fig 3- Effect of fungal strains in the laboratory conditions on disease development in *Cuscuta campestris*.

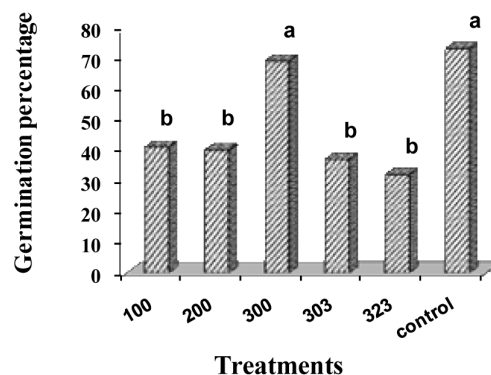
حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون کرویسکال-والیس می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Kruskal-Wallis Test.

در بررسی های توماس و همکاران (Thomas et al., 1998) نشان داده شد که کاربرد *Fusarium oxysporum* پیش از کاشت گیاه اصلی در خاک تحت شرایط کنترل شده توانست انگل گل جالیز (*O. cumana*) را به خوبی کنترل کرده و از خسارت آن جلوگیری کند و علت این امر حساسیت مراحل اولیه جوانه زنی انگل نسبت به این قارچ گزارش شده است به طوری که کاربرد فوزاریوم سبزشدن گل جالیز را 81-34 درصد کاهش داد و گیاهچه ها علایم نکروزه نشان دادند و میزان اتصال به میزبان شدیداً کاهش یافت. زمانی که بذور بوسیله *F. oxysporum* تیمار می شوند ترکیباتی از جمله پکتین متیل استراز¹ و پکتین ترانس المیناز² بوسیله قارچ ترشح می شود که می تواند باعث حل کردن پکتین دیواره های سلولی شده و نفوذ قارچ را به بذر آسان سازد، در ادامه سیتوپلاسم نیز تخریب شده و غشاء سلولی می شکند و میسلیوم های قارچ داخل بذر را اشغال می کنند. نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی نیز نشان داد که میسلیوم قارچ *F. oxysporum* می تواند به بذور دارای پوسته سخت و آن ها که در دوره خواب به سر می برند نیز حمله کند و سبب از بین رفتن آنها شود در نتیجه استفاده از سوسپانسیون های این قارچ در مزارع می تواند

1- Pectin methylesterase
2- Pectin transesterinase

کمترین طول گیاهچه پس از 10 روز از شروع جوانه زنی در تیمار 323 با 3/34 سانتیمتر مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد 66 درصد کاهش نشان داد و دارای اختلاف معنی دار با دیگر تیمارها بود. جدایه 300 در این صفت نیز تفاوت معنی داری با شاهد نداشت (شکل 2).

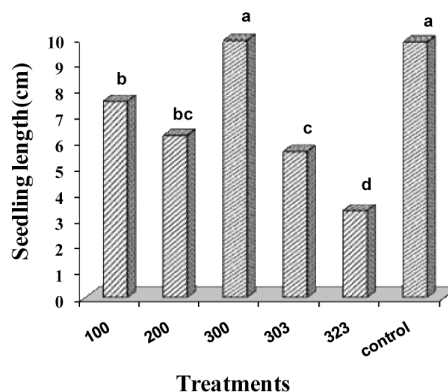


شکل 1- درصد جوانه زنی بذور سس تحت تیمار جدایه های مختلف.

Fig 1- Germination percentage of dodder seeds in different treatments.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.



شکل 2- طول گیاهچه پس از 10 روز از شروع جوانه زنی تحت تیمار جدایه های مختلف.

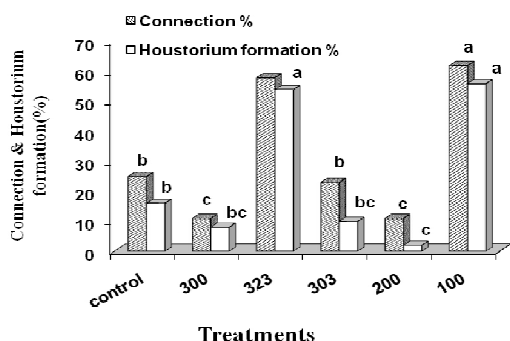
Fig 2- Seedling length 10 days after germination started in different treatments.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

در مقایسه بیماری زایی جدایه های گرفته شده از نمونه های سس آلوده در مرحله جوانه زنی، جدایه 323 بیشترین نمره بیماری (به صورت میانگین 2/75 که نشان دهنده 26-50 درصد توسعه بیماری

از نظر درصد اتصال و میان جدایه های 323، 303 و 200 از نظر درصد تشکیل هوستوریوم تفاوت معنی داری مشاهده نشد (شکل 5).



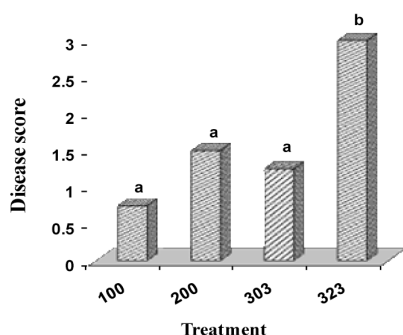
شکل 5- درصد اتصال و تشکیل هوستوریوم در گیاهچه های سس تحت تیمار در شرایط گلخانه.

Fig 5- Connection and houstorium formation percentage of dodder in different treatments in the greenhouse condition.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

بر اساس مقیاس نمره دهی بیشترین بیماری زایی مربوط به جدایه 323 به میزان 3 بود (گستره 51-75 درصد توسعه بیماری). جدایه های 100، 200 و 303 از نظر نمره بیماری فاقد اختلاف معنی دار ($H=8/98$; $p<0/05$) بودند (شکل 6) و جدایه 300 هیچگونه علائم بیماری ایجاد نکرد.



شکل 6- اثر جدایه های قارچی بر توسعه بیماری روی گیاهچه سس در شرایط گلخانه.

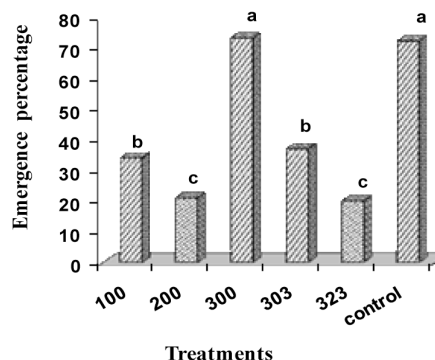
Fig 3- Effect of fungal strains in the greenhouse conditions on disease development in *Cuscuta campestris* seedling.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون کروسکال-والیس می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Kruskal-Wallis Test.

عامل موثری در جهت کنترل بذور گیاهان انگل باشد و مزیت کاربرد آن این است که می توان از این عوامل در دوره ای که گیاه زراعی در زمین حضور ندارد استفاده کرد و بانک بذر گیاهان انگل را کاهش داد (Thomas et al., 1999).

مرحله سبز شدن: درصد بوته های سس سبز شده نسبت به شاهد در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی دار ($p<0/05$) بود. بیشترین درصد سبز شدن در تیمار شاهد و جدایه 300 به ترتیب با 72 و 73 درصد (فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد) و کمترین درصد سبز شدن در تیمارهای 323 و 200 به ترتیب با 20 و 21 درصد گیاهچه سبز شده (فاقد اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد) مشاهده شد. جدایه 100 و 303 نیز در این صفت اختلاف معنی داری نداشتند (شکل 4). در گلدان های تحت تیمار بوسیله جدایه های مختلف فوزاریوم تفاوت معنی داری از نظر درصد اتصال گیاهچه و درصد انگلی شدن گیاه میزبان با تیمار شاهد مشاهده شد. کمترین درصد اتصال (11 درصد) در گلدان های تیمار شده با جدایه 323 و 200 مشاهده شد و بیشترین درصد به تیمار شاهد و جدایه 300 به ترتیب با 62 و 58 درصد اتصال گیاهچه به میزبان اختصاص یافت و این دو تیمار از نظر آماری فاقد تفاوت معنی دار بودند (شکل 4).



شکل 4- درصد سبز شدن گیاهچه های سس تحت تیمار در شرایط گلخانه.

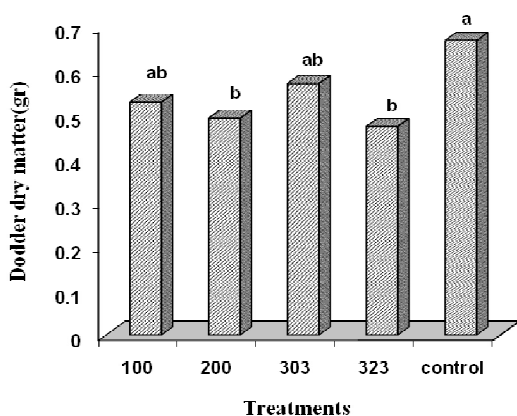
Fig 4- Emergence percentage of dodder seedlings in different treatments in the greenhouse condition.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

با کاهش درصد اتصال گیاهچه های سس به میزبان و همچنین گسترش علائم بیماری در گیاهچه های سس موجود در گلدان های تیمار شده با جدایه 323 انگلی شدن میزبان شدیداً کاهش یافت و تشکیل هوستوریوم نسبت به تیمار شاهد 54 درصد کاهش نشان داد که نشان دهنده اثر عامل بیماری زا در کاهش فعالیت انگل و در نهایت کاهش خسارت بوسیله آن است. میان جدایه های 323 و 200

سس است که ممکن است از طریق ممانعت در توسعه رشد ثانویه این انگل و تشکیل هوستوریوم های کمتر توسط آن ایجاد شده باشد.



شکل 8- وزن خشک سس در گلدان های تحت تیمار بوسیله جدایه های قارچی.

Fig 8- Dry matter of dodder in pots under fungi isolate treatments.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون دانکن می باشد.

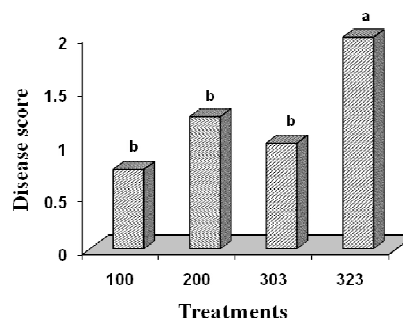
Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

در بررسی های مزرعه ای انجام شده در کالیفرنیا در رابطه با کنترل زیستی علف هرز سس استفاده از عامل بیماری زای *Alternaria destruens* در کنترل این انگل موثر نبوده است در حالیکه در برخی گونه های سس این قارچ کنترل موفقیت آمیزی در زراعت cranberry داشته است. در این بررسی عدم موفقیت در آزمون های مزرعه ای به شرایط اقلیمی کالیفرنیا، از جمله آب و هوای خشک و وجود گونه های متفاوت سس نسبت داده شده است (Lanini, 2004). جدایه lc*508 قارچ *A. alternata* که برای مهار زیستی گیاه هرز *Lantana camara* به کار رفته در شرایط کنترل شده به خوبی توانست این گیاه هرز را مهار کند (Ghorbani et al., 2002). منتظری (2005) با سنجش *A. alternata* و بکارگیری جدایه 423 این قارچ آنرا به عنوان یک عامل مهار زیستی تاج خروس ریشه قرمز معرفی کرد. پیتلی و آموریم (Pitelli & Amorim, 2002) با بررسی قارچ *A. cassia* بر روی گیاه هرز *Senna obtusifolia* دریافتند که این قارچ برای مهار گیاه هرز یاد شده به دمای پایین (23 و 20 درجه سانتیگراد) و دوره شبیم 12 ساعته نیاز دارد. افزون بر پتانسیل ژنتیکی، عواملی مانند رژیم غذایی در اثنای اسپور زایی و مواد همراه در فرمولاسیون نیز در کارایی یک عامل میکروبی در کنترل علف هرز هدف تأثیر چشمگیری دارد.

با توجه به عدم ایجاد هرگونه علایم بیماری بوسیله جدایه 300 در دو آزمایش انجام شده و عدم وجود تفاوت معنی دار با شاهد در صفات درصد جوانه زنی و درصد سبز شدن بذور سس، این جدایه از آزمایشات بعدی حذف شد و به عنوان عاملی ناکارآمد در کنترل سس شناخته شد.

ممانعت از جوانه زنی بذور سس و استقرار اولیه گیاهچه یکی از مناسب ترین روش های کنترل غیرشیمیایی این علف هرز می باشد (Sandler, 2010). در بررسی های منتظری (2007) چندین جدایه از قارچ فوزاریوم توانستند سبز شدن گل جالیز را 80-90 درصد کاهش دهند.

بررسی توان بیماری زایی جدایه ها پس از ایجاد رابطه انگلی موفق توسط سس: با ایجاد رابطه انگلی میان علف هرز سس و میزبان توان بیماری زایی پاتوژن های مورد آزمایش کاهش یافت. ولی بازهم بیشترین بیماری زایی در جدایه 323 با نمره 2 (نشان دهنده 26-50 درصد توسعه بیماری) مشاهده شد. سایر تیمارها فاقد اختلاف معنی دار ($H=8/06$; $p<0/05$) بودند (شکل 7).



شکل 7- مقایسه قدرت بیماری جدایه های استخراج شده در شرایط گلخانه، دو هفته پس از ایجاد رابطه انگلی میان سس و میزبان.

Fig 3- Effect of fungal strains in the greenhouse conditions on disease development in *Cuscuta campestris*, two weeks after parasitism formation.

حروف مشابه نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار میانگین ها در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون کروسکال-والیس می باشد.

Similar letters shows not significantly different at 5% probability level, according to Kruskal-Wallis Test.

کمترین وزن خشک سس در گلدان های تیمار شده به وسیله جدایه های 323 و 303 مشاهده شد که دارای تفاوت معنی دار با شاهد بودند، ولی میان جدایه های دیگر با شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری ملاحظه نشد. جدایه 323 توانست وزن خشک سس را نسبت به تیمار شاهد 29 درصد کاهش دهد (شکل 8). با توجه به اینکه این آزمون پس از ایجاد رابطه انگلی توسط سس انجام شد کاهش وزن خشک سس نشان دهنده بیماری زایی در رشته های

و *F. camproceras* و *F. chlamydosporum* تا 50 درصد توانایی بیماری زایی روی این انگل را داشتند. الزین و همکاران (Elzine, et al., 2004) با بکار گیری جدایه *Foxy2*، *F. oxysporum* به صورت فرمولاسیون گرانول علیه انگل جادوگر (*Striga* sp.) توانستند این قارچ را به عنوان یک عامل بیوکنترل معرفی کنند.

تا کنون چندین قارچ بیماری زای سس شناسایی شده اند، از جمله *Fusarium tricinctum* و *Alternaria* spp. که در گونه *C. gronovii* بیماری زایی ایجاد می کند و *Geotrichum candidum* و *Alternaria alternate* که در گونه *C. campestris* بیماری زایی دارند. طی تحقیقاتی که در چین انجام شد مشخص شده است سوسپانسیون کنیدی های قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* می تواند گونه های *C. chinensis* و *C. australis* را در سویا به صورت انتخابی کنترل کنند (Lanini et al., 2002).

میکروارگانیزم ها ترکیبات متنوعی از نظر ساختار و نحوه عمل تولید می کنند که به گیاه میزبان هجوم برده و سبب بیماری زایی، تخریب ساختار سلولی، ایجاد لکه های نکروزه و کلروزه در آن ها می شوند و در حال حاضر دانشمندان توجه ویژه ای به این ترکیبات مبذول داشته اند تا بتوانند از آن ها جهت کنترل علف های هرز استفاده کنند و سعی دارند ساختار شیمیایی این ترکیبات و علت ناکامی در تولید آن ها با استفاده از روش های متوال در تولید آفتکش ها را دریابند. از خصوصیات منحصر به فرد این ترکیبات عدم سمیت برای پستانداران و ناپایداری در طبیعت است و در مقایسه با ترکیبات شیمیایی خطرات زیست محیطی نخواهند داشت (Li et al., 2003). فیتوتوکسین ها از نظر اندازه و ساختار شیمیایی بسیار متفاوت می باشند تعدادی از آن ها پلی پپتید هستند، برخی دیگر در گروه ترپن ها قرار می گیرند و برخی ماکروسیکلک و باکلیت¹ می باشند.

این ترکیبات از نظر تخصص میزبانی نیز متفاوتند برخی تنها در یک گونه خاص کاربرد دارند ولی برخی دیگر تعداد زیادی از گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهند. از جمله قارچ هایی که ترکیبات فیتوتوکسین تولید می کنند می توان به *Alternaria*، *Fusarium* و *Colletotrichum* اشاره کرد (Strobel, 1991).

این نکته حائز اهمیت است که افزون بر پتانسیل ژنتیکی، فاکتورهایی مانند رژیم غذایی در اثنای اسپور زایی، مواد همراه در فرمولاسیون و شرایط رشدی نیز در کارایی یک عامل میکروبی در کنترل علف هرز هدف تاثیر چشمگیری دارد. در مطالعات منتظری (Montazeri, 2007) اسپورزایی جدایه 507 قارچ فوزاریوم، عامل بیوکنترل گل جالیز، در محیط کشت مایع نیمه تعریف شده با نسبت کربن به نیتروژن 5 به 1 بطور معنی داری بیش از رژیم هایی با نسبت

مطالعات منتظری (Montazeri, 2007) نیز اسپورزایی جدایه 507 قارچ فوزاریوم، عامل کنترل زیستی گل جالیز، در محیط کشت مایع نیمه تعریف شده با نسبت کربن به نیتروژن 5 به 1 بطور معنی داری بیش از رژیم هایی با نسبت کربن به نیتروژن 15 به 1 و 40 به 1 بود. به علاوه شستشوی اسپورهای این قارچ با محلول قندهای 6 و 12 کربنه تاثیر معنی داری بر میزان جوانه زنی و رشد طولی لوله تندشی آن ها پس از گذراندن دوره های خشکی نداشت. در حالیکه در بررسی منتظری (Montazeri, 2005)، شستشوی اسپورهای قارچ *Colletotrichum truncatum* با استفاده از ساکارز در مقایسه با آب مقطر بطور معنی داری موجب افزایش جوانه زنی و رشد لوله های تندشی شد در حالیکه سوربیتول آن را کاهش داد. استفاده از قارچ *Puccinia canaliculata* در اوایل بهار در باغات جهت کنترل علف هرز اوپاراسلام (*Cyperus esculentus* L.) توانست تراکم و تولید غده های جدید توسط این علف هرز را به ترتیب 46 و 66 درصد کاهش دهد ولی کاربرد یوردینوسپورهای این قارچ در تابستان نتوانست جمعیت علف هرز را کنترل کند و تنها زیست توده غده ها را به میزان 32 درصد کاهش داد (Li et al., 2003).

استفاده از سوسپانسیون 2×10^6 اسپور در میلی لیتر از قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae* در شرایط 20 ساعت نقطه شبنم و دمای 30 درجه سانتیگراد توانسته است کنترل موثری را در علف هرز *Malva pusilla* Sm. داشته باشد (Makowski, 1993). به علاوه قارچ *Colletotrichum truncatum* عامل بیماری زایی مفیدی جهت کنترل *Sesbania exaltata* شناسایی شده است. قارچ *Alternaria cassia* نیز عامل زیستی موثر در کنترل *Cassia obtusifolia* می باشد و می توان از آن به عنوان علف کش زیستی استفاده کرد (Boyetchko et al., 2002).

شناسایی عوامل بیماری زا: هر چهار جدایه از گونه *Fusarium oxysporum* تشخیص داده شدند. تفاوت در توان بیماری زایی آن ها نشان داد که جدایه ها با یکدیگر متفاوت اند.

آزمایشات ایمنی: نتایج حاصل از آزمون ایمنی در گلخانه بر روی گیاهان زراعی چغندر قند، یونجه، ریحان، گندم و جو نشان داد که جدایه 323 قارچ *Fusarium oxysporum* توانایی ایجاد هیچ نوع آلودگی و بیماری زایی را بر روی گیاهان زراعی یاد شده ندارد.

گونه های قارچ فوزاریوم دارای فرم های اختصاصی متنوعی هستند که روی میزبان های خاص بیماری زایی دارند و تخصص میزبانی آن ها متفاوت است. به عنوان مثال بواری و ورو (Boari & Vurro, 2004) در آزمایشات خود از گونه های فوزاریوم به عنوان عامل بیوکنترل گل جالیز استفاده کردند و دریافتند که در نمونه های بررسی شده گونه *F. oxysporum* و *F. solani* تا حدود 60 درصد

نتیجه گیری با توجه به آزمایشات انجام شده جدایه 323 قارچ *Fusarium oxysporum* قادر به بیماری زایی علف هرز سس می باشد و از طرف دیگر گیاهان زراعی آزمایش شده دارای ایمنی مناسبی نسبت به این قارچ بودند. اما با توجه به بیماری زایی پایین این قارچ بایستی آزمایشات تکمیلی روی فرمولاسیون این عامل میکروبی و بکارگیری مواد همراه مناسب که موجب پایداری اسپورها شده و نفوذ آن ها را به میزبان تسهیل می کند، صورت گیرد. به علاوه با توجه به حساسیت بالای عوامل بیماری زا به شرایط محیطی باید بیماری زایی این قارچ تحت شرایط مختلف محیطی مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگذاری

از جناب آقای دکتر حمید روحانی و سرکار خانم مهندس الهه ربیعی برای همکاری در اجرای این تحقیق و شناسایی نمونه های قارچی تشکر و قدردانی می شود.

کربن به نیتروژن 15 به 1 و 40 به 1 بود. به علاوه شستشوی اسپورهای این قارچ با محلول قندهای 6 و 12 کربنه تأثیر معنی داری بر میزان جوانه زنی و رشد طول لوله تندشی آن ها پس از گذراندن دوره های خشکی نداشت. در حالیکه در بررسی منتظری و همکاران (Montazeri et al., 2002)، شستشوی اسپورهای قارچ *Colletotrichum truncatum* با استفاده از ساکارز در مقایسه با آب مقطر بطور معنی داری موجب افزایش جوانه زنی و رشد لوله های تندشی شد در حالیکه سوربیتول آن را کاهش داد. جهت کنترل بیولوژیک گل جالیز، از میان میکروارگانیزم های گوناگون جدایه های فوزاریوم که تولید توکسین های مختلفی از جمله اسید فوزاریک، فومونیسین، بیورسین، انیاتین، مونیلیفورمین و تریکوتسینس می کنند، بیش از سایر پاتوژن ها مورد پژوهش قرار گرفته اند (Vurro, 2002). هر یک از این توکسین ها نقش متفاوتی مانند نکروزه، کلروزه، پیشگیری از رشد، پژمردگی و پیشگیری از تندش بذر را دارند و با مکانیزم مربوطه می توانند گل جالیز را کنترل نمایند (Vurro, 2002). در ایران نیز روی گونه های قارچ فوزاریوم برای کنترل گل جالیز بررسی هایی صورت گرفته و در شرایط پژوهشی نتایج خوبی بدست آمده است (Montazeri, 2007).

منابع

- 1- Bewick, T., Stewart, J.S., Binning L.K., and Stevenson, W.R. 1990. Biological Control of Dodder. United States Patent 4915726. Available at <http://www.freepatentsonline.com/4915726.html> (accessed 2009/02/20).
- 2- Boari, A., and Vurro, M. 2004. Evaluation of *Fusarium* spp. and other fungi as biological control agents of broomrape (*Orobancha romase*). Biological Control 30: 212-219.
- 3- Boyetchko, S.M., Rosskopf, E.N., Caesar, A.J., and Charudattan, R. 2002. Biological weed control with pathogens: From search for candidates to applications. In G.G. Khachatourians and D.K. Arora, Applied Mycology and Biotechnology, Volume II, Applications of Fungal biotechnology to food production (pp. 239-274). New York: Elsevier Science.
- 4- Butt, T.M., and Copping, L.G. 2000. Fungal Biological Control Agents. University of Wales Swansea. Available at http://www.rsc.org/delivery/_ArticleLinking/DisplayArticleForFree.cfm?doi=b008009h&JournalCode=PO (accessed 2010/09/10).
- 5- Charudattan, R. 2001. Biological control of weeds by means plant pathogens: Significance for integrated weed management in modern agro-ecology. Journal of Biocontrol 46: 229-260.
- 6- Elzine, A., Kroscher, J., and Muller-Stover, D. 2004. Effects on inoculum type and propagule concentration on self life of pesta formulation containing *Fusarium oxysporum*, a potential mycoherbicide agent for *Striga* spp. Biological Control 30: 203-211.
- 7- Ghorbani, R., Seel, W., Litterick, A., and Leifert, C. 2000. Evaluation of *Alternaria alternata* for biocontrol of *Amaranthus retroflexus*. Weed Science 48: 473-479.
- 8- Goldwasser, Y., Lanini, W.T., and Wrobel, R.L. 2001. Tolerance of tomato varieties to lespedeza dodder. Weed Science 49: 520-523.
- 9- Hallett, S.G. 2005. Where are the bioherbicides? Weed Science 53: 404-415.
- 10- Hutchinson, J.M., and Ashton, F.M. 1980. Germination of field dodder (*Cuscuta campestris*). Weed Science 28:330-333.
- 11- Lanini, W.T., Cudney, D.W., Miyao, G., and Hembree, K.J. 2002. Dodder-Integrated Pest Management for Home Gardeners and Professional Horticulturalists. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- 12- Lanini, W.T., Cudney, D.W., Miyao, G., Hembree, K.J. 2002. Dodder-Integrated pest management for home gardeners and professional horticulturalists. University of California, agriculture and natural resources. Available at <http://www.ardenttermite.com/2003/pestnotes/plants/pndodder.pdf> (Accessed: 2009/07/08).
- 13- Li, Y., Sun, Z., Zhuang, X., Xu, L., Chen, S., and Li, M. 2003. Research progress on microbial herbicides. Journal of Crop Protection 22:247-252.
- 14- Makowski, R.M.D. 1993. Effect of inoculum concentration, temperature, dew period, and plant growth stage on

- disease of roundleaved mallow and velvetleaf by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *malvae*. Journal of Phytopathology 83: 1229-1234.
- 15- Montazeri, M. 2005. The role of Melanin and periods of dryness on germination of conidia and virulence of *Alternaria alternata* on *Amaranthus teroflexus*. Iranian Journal of Weed Science 1(2): 141-154.
 - 16- Montazeri, M. 2007. Biological control of *Orobanch* spp. in Iran. 2nd Weed Science Conference of Iran. P. 27-47. (In Persian with English Summary).
 - 17- Nadjafi, H. 2006. Nonchemical Methodes of Weeds Management. Kankash Danesh Press. (In Persian)
 - 18- Nadler-Hasser, T., and Rubin, B. 2003. Natural tolerance of *Cuscuta campestris* to herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. Weed Research 43: 341-347.
 - 19- Pitelli, R.I., and Amorim, I. 2002. Effects of different dew periods and temperatures on infection of *Senna obtusifolia* by a brazilian isolate of *Alternaria cassiae*. Biological Control 28: 237-242.
 - 20- Pitelli, R.I., and Amorim, I. 2002. Effects of different dew periods and temperatures on infection of *Senna obtusifolia* by a Brazilian isolate of *Alternaria cassiae*. Journal of Biological Control 28: 237-242.
 - 21- Rashed Mohessel, M.H., and Mousavi, K. 2005. Management of Weeds. Ferdowsi University of Mashhad Press. pp 566. (In Persian)
 - 22- Sandler, H.A. 2010. Managing *Cuscuta gronovii* (swamp dodder) in cranberry requires an integrated approach. Journal of Sustainability 2: 660-683.
 - 23- Shabana, Y.M. 2005. The use of oil emulsions for improving the efficacy of *Alternaria eichhorniae* as a mycoherbicide for water hyacinth (*Eichhorina crassipes*). Biological control 32: 77-89.
 - 24- Shimi, P., and Mousavi, M.R. 1997. Parasitic Weeds of the World (Biology and Management). Barahmand Press. pp 412. (In Persian)
 - 25- Sokal, R.R., and Rohlf, F.J. 1992. Biometry: The Principles and Practices of Statistics in Biological Researches. Freeman Company, New York, NY.
 - 26- Strobel, G. 1991. Phytotoxins as potential herbicides. Journal of Experiential 47: 819-826.
 - 27- Thomas, H., Heller, A., Sauerborn, J., and Muller-Stover, D. 1999. *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras*, a potential mycoherbicide, parasitizes seeds of *Orobanche cumana* (sunflower broomrape): a cytological study. Journal of Annals of Butany 83: 453-458.
 - 28- Thomas, H., Sauerborn, J., Muller-stover, D., Ziegler, A., Bedi, J.S., and Kroschel, J. 1998. The potential of *Fusarium oxysporum* f. sp. *orthoceras* as a biological control agent for *Orobanche cumana* in sunflower. Journal of Biological Control 13: 41-48.
 - 29- Vaughn, K.C. 2002. Attachment of the parasitic weed dodder to the host. Journal of Protoplasma 219:227-237.
 - 30- Vurro, M. 2002. Integration of fungal toxins with pathogens. In proceedings of the meeting 'Integrated control of broomrape', Obermarchtal, Germany. 25-27 July.



اثر فاصله روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)

جواد شباهنگ^{1*}، سرور خرم دل²، قربانعلی اسدی³، الهه میرابی⁴ و حسین نعمتی⁵

تاریخ دریافت: 89/5/19

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر فواصل روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد روغن کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.)، در سال زراعی 1387-88 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بصورت کرت‌های دوبار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاصله بین ردیف در دو سطح (1 و 2 متر)، فاصله روی ردیف در دو سطح (20 و 40 سانتیمتر) و دو آرایش کاشت (یکطرفه و دو طرفه) به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی، فاکتور فرعی و فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر فاصله بین ردیف بر تعداد دانه در میوه معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود. اثر فاصله روی ردیف بر تعداد میوه، تعداد دانه در میوه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود. آرایش کاشت تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/05$) بر تعداد میوه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن داشت. اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف بر تعداد میوه، تعداد دانه در میوه و درصد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود. اثر متقابل فاصله روی ردیف و آرایش کاشت بر تعداد میوه و درصد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود. افزایش فاصله روی ردیف از 20 به 40 سانتیمتر باعث کاهش عملکرد دانه از 697 به 631 کیلوگرم در هکتار شد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در آرایش دوطرفه و یکطرفه با 715 و 613 کیلوگرم در هکتار حاصل شد. نتایج بین اجزای عملکرد و عملکرد دانه و روغن بیانگر آن بود که بین تعداد میوه و عملکرد دانه و روغن و همچنین بین عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که تنظیم فاصله روی ردیف و آرایش کاشت، دلیل کاهش رشد رویشی کدو پوست کاغذی باعث افزایش تولید میوه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و روغن این گیاه شد.

واژه‌های کلیدی: رشد رویشی، رشد زایشی، رقابت، گیاه دارویی

مقدمه

بوده است (Omid Beygi, 1995, Siami et al., 2003, Bombardelli & Morazzoni, 1997, Murkovic et al., 1996, Bombardelli & Morazzoni, 1997, Younis et al., 2000, Gholipoori et al., 2007). نتایج برخی از بررسی‌ها نشان داده است که درصد بالای دو اسید چرب غیراشباع مهم مورد نیاز بدن انسان یعنی اسید اولئیک و لینولئیک و سایر مواد مانند اسید آلفالینولئیک، فیتواسترول‌ها، اسیدهای چرب اُمگا-3، ویتامین E و توکوفرول‌های موجود در دانه گیاهان جنس کدوئیان بطور مؤثر در درمان کرم‌های روده‌ای، هایپرتروفی پروتستات، مشکلات مجاری ادراری، التهابات معده و تصلب شرایین نقش داشته و علاوه در کاهش سطح LDL⁶ (کلسترول با چگالی پایین) و لخته‌های متداول خون، جلوگیری از انقباضات نامنظم قلب، کاهش خطر تشکیل سنگ مثانه و کلیه نیز مؤثر است (Bombardelli & Morazzoni, 1997).

کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) گیاه دارویی و بسیار ارزشمند از تیره کدوئیان، علفی، یکساله و دارای ساقه‌های خزنه می‌باشد (Omid Beygi, 1985, Arouiee et al., 2000a, 2000b). این گیاه در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر جهان می‌روید و منشأ آن اروپا و مناطق گرمسیر آمریکا می‌باشد (Arouiee et al., 2000a, 2000b, Stepleton et al., 2000). تحقیقات انجام شده بر روی دانه این گیاه در نقاط مختلف جهان، نشان‌دهنده درصد بالای چربی دانه‌های آن

1. 2. 3. 4 و 5 - به ترتیب دانشجوی دکتری بوم شناسی، دانشجوی دکتری اکولوژی و استادیار گروه زراعت و کارشناس ارشد و استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(* - نویسنده مسئول: E-mail: shabahang29@yahoo.com)

تعیین فواصل مناسب بین بوته‌ها روی ردیف و بین ردیف‌های کاشت از عوامل اصلی تعیین‌کننده فضای قابل استفاده برای هر بوته بوده و در نتیجه تولید عملکرد حداکثر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gardner et al., 1985). عملکرد هر گیاه حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای کسب عوامل محیطی و مدیریتی است. بدین ترتیب حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که رقابت به حداقل رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی موجود حداکثر استفاده را بنماید (Gardner et al., 1985). ملیسا و همکاران (Mellisa et al., 2008) در بررسی‌های خود گزارش دادند که افزایش تراکم کدو پوست کاغذی به دلیل افزایش رقابت باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک و تعداد ساقه و به تبع آن کاهش عملکرد میوه گردید. بررسی‌های هفیده (Hafideh, 1985) بر روی کدو پوست کاغذی نشان داده است که کاهش فاصله بوته‌ها از 30 به 20 سانتی‌متر و از 20 به 10 سانتی‌متر طی دو سال متوالی باعث افزایش تعداد گل، میوه و عملکرد شد. چنین بنظر می‌رسد که افزایش تراکم تا حد مطلوب باعث افزایش عملکرد می‌شود (Hafideh, 1985). ولی افزایش بیش از حد آن، بدلیل ایجاد رقابت بین بوته‌های مجاور باعث کاهش وزن میوه و به تبع آن کاهش عملکرد دانه می‌شود (Pant, 1979). نرسون (Nerson, 2005) با مقایسه عملکرد دانه بین دو تراکم 0/5 و 8 متر مربع کدو، بیان داشت که تراکم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت، بطوریکه بیشترین عملکرد دانه در تراکم 0/5 بوته در متر مربع مشاهده شد. عبادی و همکاران (Ebadi et al., 2008) با بررسی اثر هرس ساقه اصلی (حذف ساقه اصلی پس از تشکیل 12 و 16 گره در ساقه اصلی و عدم حذف ساقه) و فواصل بین بوته (30، 60 و 90 سانتیمتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد کدو پوست کاغذی گزارش نمودند که تأثیر فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف بر تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، متوسط وزن تر میوه، وزن هزار دانه و عملکرد میوه و دانه معنی‌دار بود، بطوریکه بهترین حالت در فاصله 30 سانتی‌متر حاصل شد. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و فاصله ردیف (100×20، 100×40، 200×20 و 200×40 سانتیمتر) بر عملکرد دانه و روغن و اجزای عملکرد کدو پوست کاغذی بیان داشتند که بالاترین عملکرد دانه (93/5 گرم در متر مربع) در فاصله بین ردیف 100 سانتی‌متر بدست آمد. جهان و همکاران (Jahan et al., 2007) با بررسی اثر سطوح مختلف کود دامی (10، 15، 20 و 25 تن در هکتار) و دو روش مدیریت ساقه (استفاده و بدون استفاده از قییم) بر تولید ارگانیک کدو پوست کاغذی بیان داشتند که استفاده از قییم و کاربرد 20 تن کود دامی منجر به افزایش عملکرد این گیاه شد. بغدادی (Baghdadi, 2003) مناسبترین فاصله روی ردیف و بین ردیف برای کدو پوسته کاغذی را به ترتیب 45-60 و 300 سانتی‌متر گزارش کرد. مؤذن و همکاران (Moazzen et al., 2006) با بررسی سه تراکم بوته (10000، 13000 و 16000 در هکتار) و چهار سطح

Younis et al., 2000, Siami et al., 2003, Omid Beygi et al., 2006)، شهیدی و همکاران (Shahidi et al., 2006) ترکیبات شیمیایی و خواص فیزیکی دانه‌های این گیاه را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که مغز دانه کدو پوست کاغذی حاوی بیشترین میزان پروتئین بوده و غلظت عناصر معدنی بخصوص آهن، سدیم و پتاسیم دانه آن بالا می‌باشد. همچنین می‌توان از دانه این گیاه پس از جداسازی پالپ، پوست و گوشت در فرآورده‌های غذایی نظیر فرآورده‌های نانوائی (Ariahu et al. 1999; Giami et al., 2003)، نوشیدنی (Karakaya, et al., 1995)، سوپ (Oje & Ugbor, 1991) و فرآورده‌های گوشتی (Abiola et al., 2004) بعنوان مکمل یا بهبود دهنده استفاده کرد. بنابراین با توجه به اثرات متعدد و مفید این گیاه، در اکثر نقاط دنیا داروهای زیادی از دانه‌های آن تولید می‌شود که از بین آن‌ها می‌توان به گرونفینگ، پروستافینگ فوریت، سیستم‌اورجین، کوکوریتا اولیوم، پیوسترین، پروستاهرب کوکوریتا و کوریسکران اشاره کرد (Gholipoori et al., 2007). نتایج تحقیقات سه ساله مورکوویک و همکاران (Murkovic et al., 1996) بر روی 100 لاین کدو پوست کاغذی که با هدف دستیابی به واریته‌هایی با عملکرد روغن زیاد و اسید لینولئیک بالا انجام شده بود نشان داد که محتوای روغن و درصد اسید لینولئیک دانه به ترتیب از 39/5-56/5 و از 21-67/4 درصد متغیر است. نامبردگان همچنین گزارش کردند که در صورت تأخیر در برداشت میوه و کاهش دما در مرحله رسیدگی میوه، میزان اسید چرب لینولئیک روغن دانه افزایش می‌یابد.

یکی از مشکلات عمده تولید کدو پوست کاغذی، عملکرد پایین آن است که به دلیل ضعف در تولید میوه این گیاه می‌باشد. با توجه به این مطلب که تشکیل اولین میوه و رشد آن در گیاهان خانواده کدوئیان به صورت مقصد فیزیولوژیک قوی برای مواد فتوسنتزی عمل می‌کند، بنابراین تشکیل میوه‌های بعدی را محدود کرده و در نتیجه رشد آن‌ها را با مشکل مواجه می‌کند. علاوه بر آن رشد بیش از حد میوه از تشکیل دانه در این گیاه جلوگیری کرده و یا به میزان زیادی آن را کاهش می‌دهد (Robinson, 1993; Rylsky, 1974). تحقیقات بهیلا (Bhilla, 1985) نشان داده است که عملکرد در گیاهان تیره کدوئیان به شدت تحت تأثیر فاصله بین ردیف و روی ردیف قرار می‌گیرد.

تنظیم تراکم گیاهی از نظر استفاده مطلوب از کلیه عوامل و نهاده‌های تولید اهمیت خاصی دارد. بطوریکه کمبود تعداد گیاه در واحد سطح سبب می‌شود تا از کلیه عوامل تولید حداکثر استفاده نشود. از طرف دیگر، افزایش تراکم بیش از حد مطلوب نیز منجر به افزایش رقابت و در نتیجه کاهش عملکرد می‌گردد (Gardner et al., 1985). فواصل مناسب بین ردیف‌های کاشت و بین بوته‌ها در روی ردیف تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده برای هر بوته است. بطور کلی،

فسفر (0، 50، 100 و 150 کیلوگرم در هکتار) در شرایط آب و هوایی قزوین، بر عملکرد میوه و دانه کدو تخم کاغذی بیان داشتند که با افزایش تراکم از رشد رویشی گیاه کاسته شد، بطوریکه بالاترین عملکرد میوه و دانه در تراکم 10000 بوته در هکتار مشاهده شد.

به لحاظ اهمیت آرایش کاشت در افزایش عملکرد محصولات زراعی آزمایشات متعددی برای تعیین آرایش کاشت مناسب، انجام شده است. در همین راستا، نتایج برخی تحقیقات (Knave, 1988) نیز نشان داده است که در تراکم بالا کاهش عملکرد به دلیل آرایش فضایی گیاه نیز می‌باشد. جهت دستیابی به عملکرد مطلوب علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک، تنظیم فاصله بین ردیف و روی ردیف از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین، با توجه به حالت رشدی خزنده، رشد رویشی نسبتاً زیاد و رشد نامحدود بودن کدو پوست کاغذی (Omid Beygi, 1995) و تأثیر بسزای عملیات مدیریتی شامل فواصل بین و روی ردیف و آرایش کاشت بر رشد و عملکرد این گیاه، این آزمایش با هدف بررسی اثر فواصل روی و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

بمنظور بررسی اثر فواصل روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی، آزمایشی در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی 28°59 شرقی و عرض جغرافیایی 15°36 شمالی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا) انجام شد. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت سیلتی لومی بود. آزمایش بصورت کرت‌های دوبار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش فاصله بین ردیف در دو سطح (1 و 2 متر)، فاصله روی ردیف در دو سطح (20 و 40 سانتیمتر) و دو آرایش کاشت (یک طرفه و دو طرفه) به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی، فاکتور فرعی و فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شدند.

عملیات کاشت در نیمه فروردین ماه با دست، به صورت کپه‌ای (سه بذری) و با عمق دو سانتیمتر بر روی ردیف‌های چهار متر انجام شد. فاصله ردیف‌ها از یکدیگر و فاصله بذرها بر روی ردیف با توجه به هر تیمار تعیین شد. جهت یکنواختی در سبز شدن بذرها، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار به طریقه نشتی تا پایان فصل رشد ادامه یافت. پس از سبز شدن بذرها و در مرحله چهار برگی اقدام به تنک و واکاری شد. در طول فصل رشد کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی انجام

شد.

لازم به ذکر است که در زمان آماده‌سازی زمین و همچنین در طی دوره رشد گیاه هیچ گونه کود شیمیایی، علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش استفاده نشد. عملیات برداشت در زمان زرد شدن 75 درصد میوه‌ها انجام شد، در این زمان بذرها سبز تیره شده بودند. مساحت نمونه‌برداری در هر برداشت 8 متر مربع بود. پس از هر بار برداشت میوه در طول فصل رشد، میوه‌های مربوط به هر کرت، جداگانه توزین شده و سپس دانه آنها استخراج و در سایه خشک شد. پس از خشک شدن دانه‌ها توزین و شمارش شدند. اندازه‌گیری درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد. درصد روغن و عملکرد دانه (حاصلضرب عملکرد دانه و درصد روغن) نیز محاسبه شد (Yanis et al., 2002). در پایان تعداد میوه، تعداد دانه در میوه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن برای هر تیمار اندازه‌گیری شدند.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Minitab-ver 13 تجزیه شدند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) و نرم افزار Mstat-c جهت مقایسه میانگین‌های هر تیمار استفاده شد. تعیین ضرایب همبستگی و رسم نمودارها نیز به ترتیب توسط نرم‌افزارهای Sigma-Stat و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر فاصله روی و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی در جدول 1 نشان داده است.

اثر فاصله روی ردیف بر تعداد میوه کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1)، بطوریکه افزایش فاصله روی ردیف از 20 به 40 سانتیمتر باعث کاهش تعداد میوه از 15200 به 13000 در هکتار شد (شکل 1- الف).

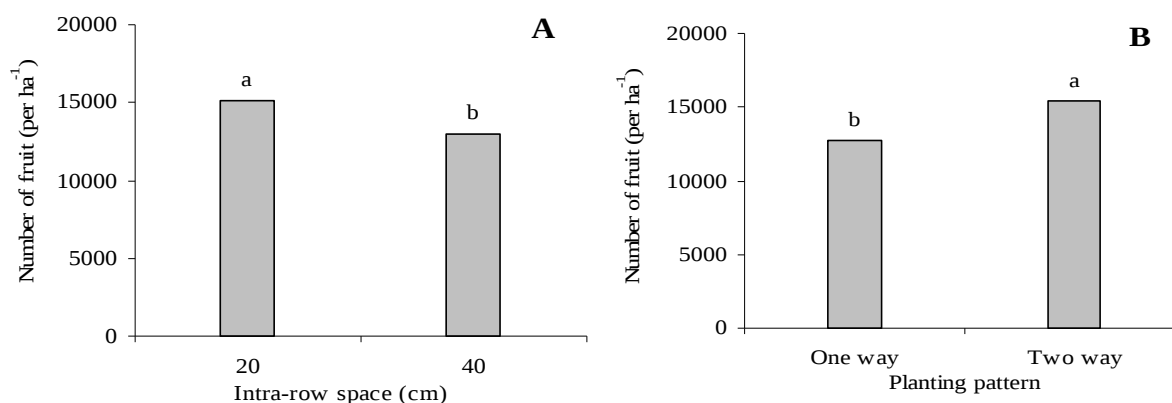
چنین بنظر می‌رسد که کاهش فاصله روی ردیف از 40 به 20 سانتیمتر به دلیل کاهش رشد رویشی کدو باعث افزایش رشد زایشی شده که این امر به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها باعث کاهش رشد رویشی شد که در نتیجه تولید تعداد میوه بیشتر ولی احتمالاً با وزن کمتر را به دنبال داشته است. این مطلب نشان می‌دهد که در صورت مهیا بودن سایر شرایط برای رشد، این گیاه در تراکم‌های بالاتر و یا بعبارت دیگر، فاصله روی ردیف کمتر ظرفیت بالایی برای تولید میوه دارد. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) نیز با بررسی اثر فاصله ردیف بر تعداد میوه کدو پوست کاغذی بیان داشتند که اگرچه فاصله روی ردیف تأثیر معنی‌داری بر تعداد میوه نداشت، ولی با افزایش فاصله تعداد میوه کاهش یافت.

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس فاصله روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن کدو پوست کاغذی

Table 1- Analysis of variance for the number of fruit, number of seed, 1000- seed weight, seed and oil yield and oil content in intra and inter spaces and planting pattern for pumpkin intra and inter spaces

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	تعداد میوه N. Fruit	تعداد دانه N. seed	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	محتوی روغن Oil content	عملکرد روغن Oil yield
تکرار Rep.	2	2041666.67	5.05	104.20	18294090.62	1.45	25510.9
فاصله بین ردیف Inter row space (A)	1	1500000.00 ^{ns}	5014.15*	153.52 ^{ns}	106392.17 ^{ns}	3.37 ^{ns}	10.91 ^{ns}
خطا Error	2	8375000.00	241.45	74.87	2479799.09	4.22	4745.16
فاصله روی ردیف Intra row space (B)	1	28166666.67*	2494.92*	10.53 ^{ns}	3030253.86**	11.48*	1739.44*
اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف A*B	1	20166666.67*	2977.05*	0.02 ^{ns}	212410.12 ^{ns}	17.00**	1894.64 ^{ns}
Error	4	1791666.67	185.22	373.50	97205.78	0.63	167.55
آرایش کاشت Planting pattern	1	4266666.67**	51.34 ^{ns}	1735.70*	7898403.45**	0.67 ^{ns}	9248.08**
اثر متقابل فاصله بین ردیف و آرایش کاشت A*C	1	66666.67 ^{ns}	145.53 ^{ns}	78.12*	45.18 ^{ns}	0.96 ^{ns}	37.30 ^{ns}
اثر متقابل فاصله روی ردیف و آرایش کاشت B*C	1	240000.00 ^{ns}	1084.07 ^{ns}	521.73 ^{ns}	14.9 ^{ns}	20.91*	633.45 ^{ns}
اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف و آرایش کاشت A*B*C	1	2666666.67 ^{ns}	654.17 ^{ns}	83.25 ^{ns}	159896.92 ^{ns}	11.21 ^{ns}	1174.04 ^{ns}
Error	8	2500000.00	250.27	259.85	278478.56	2.77	277.34

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



شکل 1- (الف) اثر فاصله روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) و (ب) آرایش کاشت (یکطرفه و دو طرفه) بر تعداد میوه (تعداد در هکتار) کدو پوست کاغذی

Fig 1- The effect of (A) intra row space (20 and 40 cm) and (B) planting pattern (one and two way) on the number of pumpkin fruit (per ha⁻¹)

* 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 $\alpha=0.05$.

ارزش داشته باشد.

اثر متقابل فاصله روی ردیف و آرایش کاشت بر تعداد میوه کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بیشترین تعداد میوه در فاصله روی ردیف 20 سانتیمتر و آرایش کاشت دوطرفه با 17500 و کمترین تعداد آن در فاصله روی ردیف 40 سانتیمتر و آرایش یکطرفه با 12666 میوه در هکتار حاصل شد (جدول 3). فاصله روی ردیف تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/05$) بر تعداد دانه در میوه کدو پوست کاغذی داشت (جدول 1). بطوریکه بیشترین و کمترین تعداد دانه در میوه به ترتیب در فاصله روی ردیف 40 و 20 سانتیمتر با 371/8 و 351/4 دانه در متر مربع حاصل شد (شکل 2- الف). بالاتر بودن تعداد میوه در فاصله روی ردیف 20 سانتی‌متر (شکل 1- الف)، منجر به افزایش تعداد دانه در میوه در این فاصله شد. اثر فاصله بین ردیف بر تعداد دانه در میوه معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بطوریکه افزایش فاصله بین ردیف از 1 به 2 متر باعث افزایش تعداد دانه از 347/2 به 376/1 دانه در متر مربع شد (شکل 2- ب). افزایش فاصله بین ردیف از 1 به 2 متر، باعث افزایش فضای قابل دسترس برای رشد و کاهش احتمال قرارگیری میوه‌های این گیاه درون جوی آب شده که در نهایت باعث کاهش پوسیدگی میوه‌ها و افزایش رقابت بین بوته‌های مجاور شد که این امر احتمالاً از یکطرف باعث کاهش تولید میوه و از طرف دیگر بدلیل خاصیت جبران‌کنندگی اجزای عملکرد بر یکدیگر، باعث افزایش تعداد دانه در میوه شده است.

نرسون (Nerson, 2005) نیز گزارش کرد که افزایش تراکم بوته از 0/5 به 8 بوته در متر مربع باعث افزایش تعداد میوه این گیاه شد. نتایج دیگر تحقیقات (Hafideh, 1985; Ebadi et al., 2008) نیز بهبود تعداد میوه کدو پوست کاغذی را در شرایط افزایش تعداد میوه نشان داده است.

اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف بر تعداد میوه کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بیشترین تعداد میوه در فاصله بین ردیف 2 متر و فاصله روی ردیف 20 سانتیمتر با 15833 میوه و کمترین تعداد در فاصله بین ردیف 2 متر و فاصله روی ردیف 40 سانتیمتر با 11833 میوه در هکتار حاصل شد (جدول 2). آرایش کاشت تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر تعداد میوه کدو پوست کاغذی داشت (جدول 1). بطوریکه بیشترین و کمترین تعداد میوه به ترتیب در آرایش دو طرفه با 15420 میوه در هکتار و کمترین آن با 12750 میوه در هکتار در آرایش یکطرفه حاصل شد (شکل 1- ب). بطور کلی، آرایش کاشت دو طرفه در مقایسه با آرایش یکطرفه باعث افزایش تعداد میوه کدو پوست کاغذی شد. با توجه به این موضوع که رشد این گیاه دارویی حالت خزنده داشته و دارای گستردگی زیادی بر سطح زمین می‌باشد (Omid Beygi, 1995)، چنین بنظر می‌رسد که در آرایش کاشت یکطرفه با عرض ردیف کمتر، احتمال قرارگیری بوته‌ها در داخل جوی افزایش یافته که این امر به دلیل وجود رطوبت می‌تواند منجر به افزایش احتمال پوسیدگی میوه‌ها شده که در نتیجه باعث کاهش عملکرد میوه گردد. بدین ترتیب مشخص است که تعیین آرایش مناسب کاشت از طریق تأثیر بر رشد رویشی و تنظیم آن (Omid Beygi, 1995) می‌تواند نقش بسزایی بر تعداد میوه و به دنبال آن تعداد دانه در این گیاه دارویی با

جدول 2- اثر متقابل فاصله بین ردیف (1 و 2 متر) و روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) بر تعداد میوه، تعداد دانه در میوه و درصد روغن کدو پوست کاغذی

Table 2- Interaction between intra and inter row spaces on the number fruit (per ha⁻¹), number seed (per m⁻²) and oil content (%) for pumpkin

تیمارها Treatments		تعداد میوه در هکتار Number of fruit per ha ⁻¹	تعداد دانه در متر مربع Number of seed per m ⁻²	درصد روغن Oil content (%)
فاصله بین ردیف (متر) Inter-row space (m)	فاصله روی ردیف (سانتی‌متر) Intra-row space (cm)			
1	20	14500.67a*	325.83b	36.95a
	40	14166.67a	368.50a	36.65ab
2	20	15833.33a	377.02a	34.52b
	40	11833.33b	375.13a	37.58a

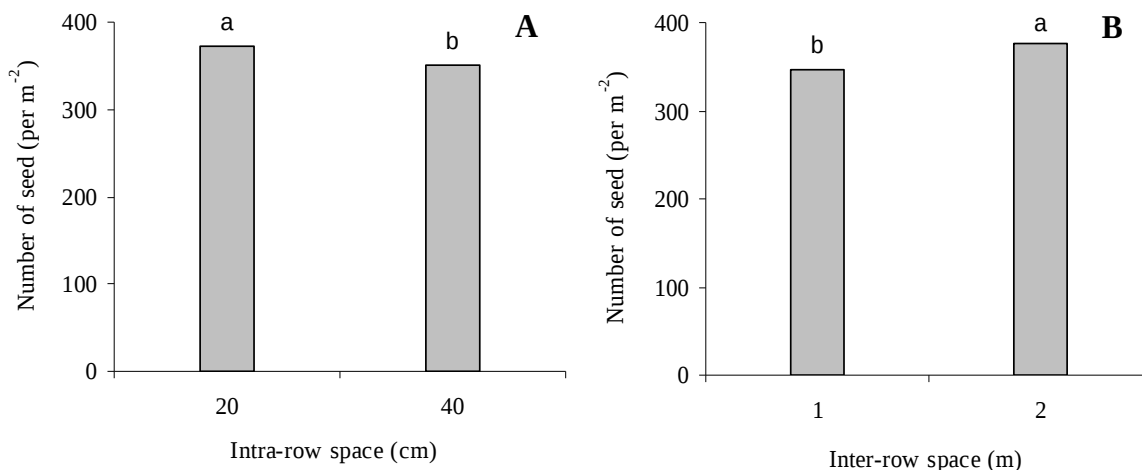
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means within a column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 3- اثر متقابل فاصله بین ردیف (1 و 2 متر) و روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) بر تعداد میوه، تعداد دانه در میوه و درصد روغن کدو پوست کاغذی

Table 3- Interaction between intra row space (20 and 40 cm) and planting pattern (one and two way) on the number fruits per ha⁻¹ and oil content (%) for pumpkin

تیمارها Treatments		تعداد میوه در هکتار Number of fruit per ha ⁻¹	درصد روغن Oil content (%)
فاصله روی ردیف (سانتی متر) Intra-row space (cm)	آرایش کاشت Planting pattern		
20	یکطرفه One way	12833.67b*	34.97b
	دوطرفه Two way	17500.00a	36.50ab
40	یکطرفه One way	12666.67b	38.22a
	دوطرفه Two way	13333.33b	36.02ab

* 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 $\alpha=0.05$.



شکل 2- (الف) اثر فاصله روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) و (ب) فاصله بین ردیف (1 و 2 متر) بر تعداد دانه (تعداد در متر مربع) کدو پوست کاغذی
Fig 2- The effect of (A) intra row space (20 and 40 cm) and (B) inter row space (1 and 2 m) on the number of pumpkin seed per m²

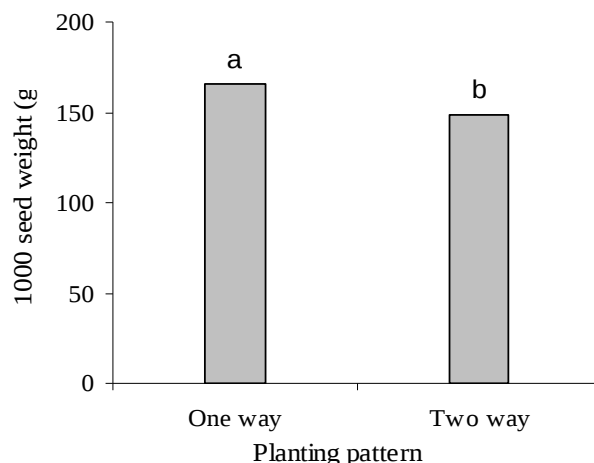
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
* Means within a shape followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$.

1/48 درصدی تعداد دانه در میوه شد. بنابراین با توجه به اینکه تعداد میوه بعنوان مخازن زایشی کدو پوست کاغذی از یکطرف تعیین کننده عملکرد میوه و از طرف دیگر، تعیین کننده عملکرد دانه به عنوان جزء اقتصادی این گیاه دارویی دانه روغنی می‌باشد، می‌توان با استفاده از آرایش مناسب کاشت علاوه بر استفاده بهینه از کلیه منابع (Gardner et al., 1985)، عملکرد مطلوب را نیز تولید کرد.

از آنجا که فاصله روی ردیف کمتر در مقایسه با فاصله روی ردیف بیشتر منجر به افزایش تعداد میوه در واحد سطح شد (شکل 1- الف) و همچنین با توجه به خاصیت جبران‌کنندگی اجزای عملکرد، روند افزایش تعداد دانه در میوه در صورت افزایش فاصله ردیف از 1 به 2 متر منطقی بنظر می‌رسد. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) نیز بیان داشتند که اگر چه فاصله روی ردیف تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در میوه کدو پوست کاغذی نداشت، ولی باعث بهبود

مشاهده شد (شکل 3).
با توجه افزایش تعداد میوه در واحد سطح (شکل 1-ب) و همچنین افزایش تعداد دانه در شرایط کاشت دوطرفه این گیاه، کاهش وزن دانه در این شرایط منطقی به نظر می‌رسد.
اثر فاصله روی ردیف بر عملکرد دانه کدو پوست کاغذی معنی‌دار بود ($p \leq 0/01$) (جدول 1). بطوریکه افزایش فاصله روی ردیف از 20 به 40 سانتیمتر باعث کاهش عملکرد دانه از 697 به 631 کیلوگرم در هکتار شد (شکل 4-الف).

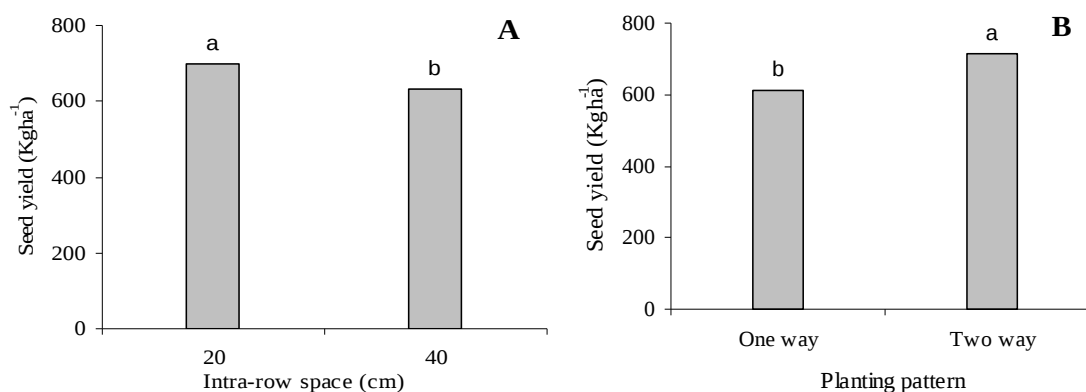
اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف بر تعداد دانه در میوه کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بیشترین تعداد دانه در میوه در فاصله بین ردیف 2 متر و روی ردیف 20 سانتیمتر با 377/0 دانه و کمترین تعداد در فاصله بین ردیف 1 متر و فاصله روی ردیف 20 سانتیمتر با 325/8 دانه در متربع حاصل شد (جدول 2).
اثر آرایش کاشت بر وزن هزار دانه کدو پوست کاغذی معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$) (جدول 1). بطوریکه بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در آرایش یکطرفه و دوطرفه با 165/50 و 148/5 گرم



شکل 3- اثر آرایش کاشت (یکطرفه و دو طرفه) بر وزن هزار دانه (گرم) کدو پوست کاغذی

Fig 3- The effect of planting pattern (one and two way) on 1000-seed weight of pumpkin (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 $\alpha=0.05$.



شکل 4- اثر (الف) فاصله روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) و (ب) آرایش کاشت (یکطرفه و دوطرفه) بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) کدو پوست کاغذی

Fig 4- The effect of (A) intra row space (20 and 40 cm) and (B) planting pattern (one and two way) on seed yield (Kg/ha⁻¹) of pumpkin

* 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 $\alpha=0.05$.

افزایش فاصله روی ردیف باعث افزایش 10 درصدی عملکرد دانه کدو پوست کاغذی شد. بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد با توجه به رشد رویشی نسبتاً زیاد و نامحدودبودن رشد کدو پوست کاغذی و همچنین تأثیر بسزای تعداد میوه در بهبود عملکرد (Ghanbari et al., 2007)، این گیاه دارویی، افزایش فاصله روی ردیف از 20 به 40 سانتیمتر بدلیل کاهش تعداد میوه در واحد سطح (شکل 1- الف)، منجر به کاهش عملکرد دانه شد. همچنین با توجه به تأثیر بسزای تعداد میوه در افزایش عملکرد دانه کدو پوست کاغذی (Ghanbari et al., 2007) و بهبود تعداد میوه در صورت کاشت دوطرفه این گیاه (شکل 1- ب)، افزایش عملکرد دانه در صورت کاشت دو طرفه منطقی بنظر می‌رسد. نتایج دیگر بررسی‌ها نیز نشان داده است که کاهش فاصله کاشت باعث افزایش عملکرد میوه و دانه کدو پوست کاغذی شد (Hafideh, 1985). بدین ترتیب، با توجه به این مطلب که عملکرد گیاهان خانواده کدوئیان به میزان زیادی وابسته به فاصله بین و روی ردیف می‌باشد (Bhilla, 1985)، لذا می‌توان از طریق تنظیم فاصله کاشت این گیاه دارویی با ارزش، رشد رویشی و به دنبال آن رشد زایشی و عملکرد کدو پوست کاغذی را تحت تأثیر قرار داد. اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود (جدول 1). بطوریکه بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در آرایش دوطرفه و یکطرفه با 715 و 613 کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل 4- ب). اثر فاصله روی ردیف بر درصد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بطوریکه افزایش فاصله روی ردیف از 20

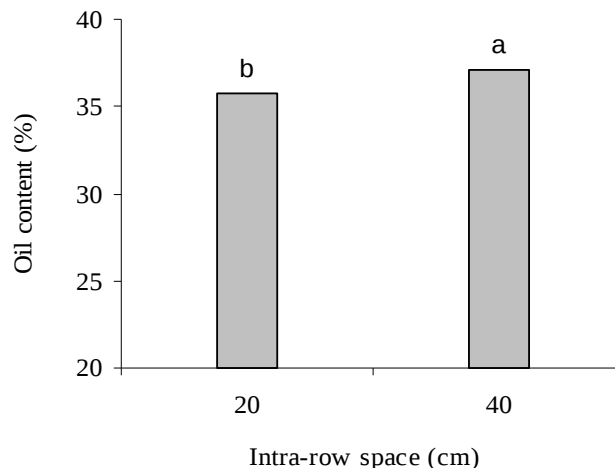
به 40 سانتیمتر باعث افزایش درصد روغن از 35/7 به 37/1 درصد شد (شکل 5).

فاصله روی ردیف بیشتر باعث افزایش 4 درصدی روغن کدو پوست کاغذی در مقایسه با فاصله روی ردیف کمتر شد. قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) نیز بیان داشتند که اگرچه فاصله روی ردیف تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن این گیاه نداشت، ولی افزایش فاصله ردیف از 20 به 40 باعث افزایش 7/65 درصدی روغن این گیاه شد.

اثر متقابل فاصله بین و روی ردیف بر درصد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود (جدول 1). بیشترین درصد روغن در فاصله بین ردیف 2 متر و فاصله روی ردیف 40 سانتیمتر با 37/6 درصد و کمترین آن در فاصله بین ردیف 2 متر و فاصله روی ردیف 20 سانتیمتر با 34/5 درصد حاصل شد (جدول 2).

اثر متقابل فاصله روی ردیف و آرایش کاشت بر درصد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بیشترین درصد روغن در فاصله روی ردیف 40 سانتیمتر و آرایش یکطرفه با 38/2 درصد و کمترین میزان آن در فاصله روی ردیف 20 سانتیمتر و آرایش یکطرفه با 35/0 درصد حاصل شد (جدول 3).

اثر فاصله روی ردیف بر عملکرد روغن کدو پوست کاغذی معنی‌دار ($p \leq 0/05$) بود (جدول 1). بطوریکه افزایش فاصله روی ردیف از 20 به 40 سانتیمتر باعث کاهش عملکرد روغن از 250 به 233 کیلوگرم در هکتار شد (شکل 6- الف).

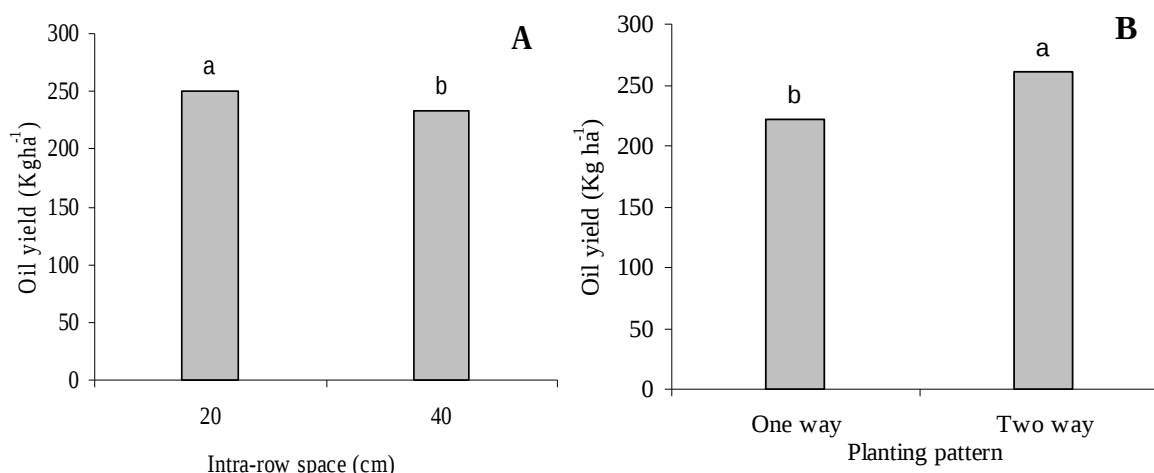


شکل 5- اثر فاصله روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) بر درصد روغن کدو پوست کاغذی

Fig 5- The effect of intra row space (20 and 40 cm) on oil content (%) of pumpkin

* 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 $\alpha=0.05$.



شکل 6- اثر (الف) فاصله روی ردیف (20 و 40 سانتیمتر) و (ب) آرایش کاشت (یکطرفه و دوطرفه) بر عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) کدو پوست کاغذی

Fig 6- The effect of (A) intra row space (20 and 40 cm) and (B) planting pattern (one and two way) on oil yield (Kg.ha⁻¹) of pumpkin

* 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 $\alpha=0.05$.

معنی‌داری بین تعداد میوه و عملکرد دانه ($r=0/421^*$) و عملکرد روغن ($r=0/417^*$) و همچنین بین عملکرد دانه و عملکرد روغن ($r=0/10^{**}$) کدو پوست کاغذی وجود داشت (جدول 4). وجود رابطه مثبت بین تعداد میوه و عملکرد دانه و همچنین بین تعداد میوه و عملکرد روغن نشان می‌دهد که افزایش تعداد میوه منجر به بهبود عملکرد دانه و روغن در این گیاه می‌گردد. نتایج بررسی رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2004) بر کنجد (*Sesamum indicum* L.) نیز نشان داد که بین عملکرد دانه و روغن همبستگی مثبت وجود دارد.

نتیجه‌گیری

کدو پوست کاغذی گیاهی خزنده و دارای رشد نامحدود می‌باشد (Omid Beygi, 1995) که روغن آن از نظر مصرف دارویی دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد (Younis et al., 2000, Siami et al., 2006, Omid Beygi et al., 2003). بدین ترتیب، با بهره‌گیری از تراکم مناسب می‌توان رشد رویشی و بدنال آن عملکرد اقتصادی این گیاه دارویی دانه روغنی را بهبود بخشید. زیرا همانگونه که قبلاً نیز بیان شد، عملکرد روغن این گیاه تحت تأثیر عملکرد دانه و عملکرد دانه متأثر از تعداد میوه بوده و فاصله روی ردیف و نوع آرایش کاشت تعداد میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نهایت با توجه به وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین تعداد میوه و عملکرد دانه و روغن کدو پوست

با توجه به این مطلب که کدو پوست کاغذی گیاهی رشد نامحدود است (Omid Beygi, 1995)، لذا تنظیم فاصله روی ردیف به منظور کنترل رشد رویشی و به دنبال آن تعداد مخازن زایشی (میوه) در گیاهان خانواده کدوئیان از اهمیت زیادی برخوردار است (Robinson, 1993; Rylsky, 1974). بدین ترتیب چنین بنظر می‌رسد که کاهش فاصله روی ردیف بدلیل کاهش دسترسی بوته‌ها به منابع بویژه فضا و آب باعث جلوگیری از رشد رویشی گیاه شده (Gardner et al., 1985) و در نتیجه تعادل مناسبی بین رشد رویشی و زایشی گیاه برقرار شده و گیاه تعداد میوه بیشتری تولید نموده است که در نهایت این امر منجر به افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن کدو پوست کاغذی شده است (Robinson, 1993; Rylsky, 1974).

آرایش کاشت تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر عملکرد روغن کدو پوست کاغذی داشت (جدول 1). بطوریکه بیشترین و کمترین عملکرد روغن به ترتیب در آرایش دو طرفه و یکطرفه با 261 و 222 کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل 6-ب). آرایش کاشت دوطرفه بدلیل افزایش تعداد میوه و تعداد دانه کدو پوست کاغذی باعث افزایش عملکرد روغن این گیاه دارویی شد.

ضرایب همبستگی اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی

همانگونه که در جدول 4 ملاحظه می‌شود همبستگی مثبت و

کاغذی چنین بنظر می‌رسد که بتوان با بهره‌گیری از مدیریت زراعی
 بدلیل کاهش رشد رویشی منجر به افزایش عملکرد دانه و در نتیجه
 صحیح از جمله تنظیم فاصله روی ردیف و آرایش کاشت مناسب
 عملکرد روغن این گیاه با ارزش شد.

جدول 4- نتایج همبستگی فاصله روی ردیف و بین ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و روغن کدو پوست کاغذی
 Table 4- Correlation coefficients of intra and inter spaces and planting pattern for the number of yield components, seed and oil yield for pumpkin

	تعداد میوه Number fruit	تعداد دانه Number seed	وزن هزار دانه 1000- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن Oil content	عملکرد روغن Oil yield
تعداد میوه Number fruit	1	0.217 ^{ns}	-0.281 ^{ns}	0.421 [*]	0.027 ^{ns}	0.417 [*]
تعداد دانه Number seed		1	-0.136 ^{ns}	0.218 ^{ns}	0.186 ^{ns}	0.246 ^{ns}
وزن هزار دانه 1000- seed weight	-	-	1	-0.082 ^{ns}	0.169 ^{ns}	-0.048 ^{ns}
عملکرد دانه Seed yield	-	-	-	1	-0.008 ^{ns}	0.010 ^{**}
درصد روغن Oil content	-	-	-	-	1	0.220 ^{ns}
عملکرد روغن Oil yield	-	-	-	-	-	1

ns و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

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

منابع

- 1- Abiola, S.S., Kadiri, E.I., and Kareem, T.T. 2004. Effect of melon seed meal addition on some quality characteristics of chicken sausages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84: 423-426.
- 2- Ariahu, C.C., Ukpabi, U., and Mbajunwa, K.O. 1999. Production of African breadfruit (*Treculia africana*) and soybean (*Glycine max*) seed based food formulations. I: Effect of germination and fermentation on nutritional and organoleptic quality. *Plant Food for Human Nutrition* 54: 193-206.
- 3- Arouiee, H., Omid Beigi, R., and Kashi, A. 2000a. Effects of salinity and nitrogen nutrition on free- proline and oil content of common pumpkin. *Seed and Plant* 16(3): 359-373.
- 4- Arouiee, H., Omid Beigi, R., and Kashi, A. 2000b. Study of the effect of different rates of nitrogen fertilizers on some characteristics of pumpkin. *Pajouhesh v Sazandegi* 13(48): 4-9. (In Persian with English Summary).
- 5- Baghdadi, H., 2003. Evaluation of planting date and density on seed yield of pumpkin. 2nd of Congress on Medicinal plants, Tehran, Iran. pp. 68. (In Persian).
- 6- Bhilla, H.S., 1985. Response of muskmelon within row plant spacing. *Indiana Academy of Science* 94: 99-100.
- 7- Bombardelli, E., and Morazzoni, P. 1997. *Cucurbita pepo* L. *Fitoterapia* Vol. LXVIII(4): 291-302.
- 8- Ebadi, M., Gholipoori, A., and Nikkhah Bahrami, R. 2008. The effect of pruning and distance between plants on yield and yield components of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Pajouhesh v Sazandegi* 21(1): 41-47. (In Persian with English Summary).
- 9- Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1985. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. 327 pp.
- 10- Ghanbari, A., Nadjafi, F., and Shabahang, J. 2007. Effects of irrigation regimes and row arrangement on yield, yield components and seed quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 6(7): 1072-1079.
- 11- Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahim zadeh Khoie, F., Mohammadi, A., and Biat, H. 2007. The effect of different nitrogen level and pruning of head on yield and yield component of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agricultural Sciences Natural Resources* 13(2): 32-41.
- 12- Giami, S.Y., Mepba, H.D., Kiin-Kabari, D.B., and Achinewhu, S.C. 2003. Evaluation of the nutritional quality of bread prepared from wheat-fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis*) seed flour blends. *Plant Food for Human Nutrition* 58: 1-8.
- 13- Hafideh, F.T. 2002. Effect of foliage density and plant spacing on the number of flowers produced, sex expression, and early and total fruit weight of summer squash (*Cucurbita pepo* L.cv. Lita hybrid). *Dirasat. Agricultural*

- Science 28: 178-183.
- 14- Jahan, M., Koocheki, A., Nassiri, M., and Dehghanipoor, F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo*. Iranian Journal of Field Crops Research 5(2): 281-289. (In Persian with English Summary)
- 15- Kafi, M., Lahooti, M., Zand, E., Sharifi, H., and Goldani, M. 2002. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Mashhad. (In Persian).
- 16- Karakaya, S., Kavas, A., El, S.N., Gunduc, N., and Akodogan, L. 1995. Nutritive value of melon seed beverage. Food Chemistry 52: 139-141.
- 17- Knavel, D.E. 1988. Growth, development and yield potential of short internode muskmelon. Journal of the American Society of Horticultural Science 113: 595-599.
- 18- Melissa, W.A.L., Allison, R., Kenneth, R.J., and Barbara, Z.A. 2008. The effects of repeated planting, planting density, and specific transfer pathways on PCB uptake by *Cucurbita pepo* grown in field conditions. Science of the Total Environment 405(1-3): 14-25.
- 19- Moazzen, Sh., Daneshian, J., Valadabad, S.A., and Baghdadi, H. 2006. Study of plant and phosphate fertilization on some agronomic characters and seed and fruit yield of pumpkin (*cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 397-409. (In Persian with English Summary)
- 20- Murkovic, M., Hillebrand, A., Winker, H., and Pfannhauser, W. 1996. Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). Z. Lebensm Unters. Forsch 202: 275-278.
- 21- Nerson, H. 2005. Effect of fruit shape and plant density on seed yield and quality of squash. Science Horticulturae 105: 293-304.
- 22- Oje, K., and Ugbor, E.C. 1991. Some physical properties of oil bean seed. Journal of Agricultural Engineering Research 50: 305-313.
- 23- Omid Beygi, R. 1995. Approaches to Producing and Processing of Medicinal Plants. Fekr Rooz Publication. (In Persian)
- 24- Omid Beygi, R., Mafakheri, S., and Tavakoli, A. 2006. The effect of pruning on the some characteristics of pepo. Iranian Journal of Agricultural Sciences 37(2): 241-247. (In Persian with English Summary)
- 25- Pant, M.M. 1979. Dependence of plant yield on density and planting pattern. Annals of Botany 44: 513-516.
- 26- Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, G., 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(1): 57-68. (In Persian with English Summary).
- 27- Robinson, R.W. 1993. Genetic parthenocarpy in *Cucurbita pepo* L. Cucurbit Genetics Cooperative Report 16: 55-57.
- 28- Rylski, I. 1974. Effects of season on parthenocarpic and fertilized summer Squash (*Cucurbita pepo* L.). Experimental Agriculture 10: 39-44.
- 29- Shahidi, F., Koocheki, A., and Baghaie, H. 2006. Evaluation of some chemical combinations and physical traits of water melon, pumpkin, cantaloupe and melon seeds and determination of their chemical characteristics of oil. Food Sciences and Technology 20(5): 411-421.
- 30- Siami, A., Heidaari, R., and Dastpak, A. 2003. Studying on lipid content and fatty acids in some varieties of pepo (*Cucurbita* sp.). Pajouhesh v Sazandegi 16(2): 16-19. (In Persian with English Summary).
- 31- Stepleton, S.C., Chris Wien, H., and Morse, R.A. 2000. Flowering and fruit set of pumpkin cultivars under field conditions. Horticultural Science 35 (6): 1074-1077.
- 32- Younis, Y.M.H., Chirmay S., and Al-Shihra S.S. 2000. African *Cucurbita pepo* L. properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. Phytochemistry 54: 71-75.



اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی جو (*Hordeum vulgare* L.) بر ویژگی‌های خاک و ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.)

فرشاد فوشچی¹، علی جورابلو²، محسن سیل‌سپور³ و حامد هادی^{4*}

تاریخ دریافت: 89/5/20

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

به منظور بررسی روش خاک‌ورزی اولیه و مدیریت بقایای گیاهی جو (*Hordeum vulgare* L.) بر ویژگی‌های خاک و ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل (1) آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، شخم، دیسک و فاروئر، (2) جمع آوری و انتقال کاه و کلش به بیرون از زمین، شخم، دیسک و فاروئر، (3) شخم، دیسک و فاروئر، (4) استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک و فاروئر، (5) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و فاروئر، (6) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و فاروئر و (7) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و ده تن کود دامی و فاروئر بود. نتایج نشان داد که تیمارها تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن، پتاسیم، فسفر خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، نقطه پژمردگی، ظرفیت زراعی و ظرفیت نگهداری آب خاک داشتند. بالاترین میزان نیتروژن (2/57%) و فسفر (0/32%) برگ از تیمار هفت حاصل شد و بیشترین مقادیر پتاسیم برگ 1/72% و 1/60% به ترتیب از تیمارهای هفت و شش بدست آمد. بالاترین عملکرد ذرت معادل 47/65 تن در هکتار از تیمار هفت حاصل شد که با تیمار شش با عملکرد 46/16 تن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین بهترین روش تهیه بستر کاشت برای کسب بالاترین عملکرد ذرت در هکتار استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار اوره، 10 تن در هکتار کود دامی و فاروئر قبل از کاشت ذرت بود.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، ماده آلی، نیتروژن

مقدمه

اثرات خاک‌ورزی، تناوب و مدیریت بقایای گیاهی بر کربن آلی و نیتروژن خاک به این نتیجه رسیدند که کاهش کربن آلی و نیتروژن خاک در روش کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) و باقی‌گذارن بقایای گیاهی کمتر از روش خاک‌ورزی مرسوم و دفن کامل بقایا می‌باشد. امرسون (Emerson, 1995) نیز گزارش کرد با افزایش ماده آلی علفزارها، مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم افزایش می‌یابد. امرسون و همکاران (Emerson et al., 1994) نشان دادند که با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت در اثر تشکیل ژل‌های حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی، افزایش می‌یابد. کالوین (Colvin, 1985) در آزمایشی اثر چهار روش آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاو آهن برگرداندار، خاک همزن دوار⁵، دیسک در بهار و تیمار بدون شخم را بر عملکرد ارقام مختلف ذرت (*Zea mays* L.) مورد بررسی قرار داد، نتایج نشان داد که روش دیسک در بهار و شخم با گاو آهن برگرداندار به ترتیب از نظر عملکرد

وجود اقلیم خشک در کشور، عدم تناوب صحیح زراعی، جمع آوری، سوزاندن و خارج کردن بقایای گیاهی از زمین زراعی، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی، موجب شده است که میزان مواد آلی در خاک‌های کشور روز به روز کمتر شود که این مسئله باعث کاهش حاصلخیزی خاک و به دنبال آن کاهش عملکرد محصول شده است. بنابراین جهت حفظ خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست محیطی، ضرورت مصرف مواد آلی و افزایش درصد آن در خاک‌های کشور امری اجتناب ناپذیر است. هینان و همکاران (Heenan, et al., 1995) در بررسی

1، 2، 3 و 4- به ترتیب عضو هیأت علمی و دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، عضو هیأت علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.

(* - نویسنده مسئول: (Email: medhadi9@yahoo.com)

نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. نجفی نژاد و همکاران (Najafi et al., 2007) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت و خصوصیات خاک تاثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم (سوزاندن و باقی گذاردن بقایا) به همراه سه روش خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی) را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در تیمارهای خاک‌ورزی کاهش یافته و خاک‌ورزی مرسوم بیشترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته بدست آمد و مقدار پروتئین دانه، مواد آلی، پتاسیم و فسفر خاک پس از برداشت در تیمار حداقل خاک‌ورزی بیش از سایر تیمارها بود. در تیمار باقی گذاردن بقایا، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، پروتئین دانه و مواد آلی بیشتری حاصل شد.

اجرای این آزمایش به منظور مقایسه میان روش معمول زارعین در آتش زدن بقایا و نحوه مدیریت بقایای گیاه قبلی با روش اصولی و پایدار کنترل و مدیریت در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در استان سمنان، شهرستان گرمسار (در موقعیت جغرافیایی 51 درجه طول شرقی و 34 درجه عرض شمالی، به ارتفاع 856 متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه 120-150 میلیمتر) انجام گرفت. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش شنی و سبک بود (جدول 1). همچنین زمین زیر کشت گیاه جو قرار داشت که در نیمه دوم خرداد ماه 1387 توسط کمباین برداشت شد و هیچ گونه عملیات خاک‌ورزی قبل از اجرای آزمایش صورت نگرفت. به منظور دستیابی به بهترین توصیه کودی پیش از کاشت ذرت، نمونه ای مرکب از خاک زمین مورد نظر از عمق 0-30 سانتی متر جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش در جدول 1 آمده است. ابعاد هر واحد آزمایشی 6x4 مترمربع با فاصله یک متر از هم و فاصله تکرار ها از هم 2 متر در نظر گرفته شد و در مجموع با احتساب سه تکرار 21 واحد آزمایشی وجود داشت. رقم مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 بود. کود فسفات 150 کیلوگرم در هکتار و پتاس 130 کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت و کود اوره 300

کیلوگرم در هکتار در دو نوبت به صورت سرک مصرف شد. طرح در قالب هفت تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل (1) آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر (2) جمع آوری و انتقال کاه و کلش به بیرون از زمین و شخم، دیسک و فاروئر (3) شخم، دیسک و فاروئر (4) استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک و فاروئر (5) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و فاروئر (6) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 100 کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و فاروئر (7) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر بود. برای ارزیابی ویژگی‌های گیاه دو ردیف وسط هر کرت برداشت و ارتفاع ساقه، وزن ساقه، وزن بلال و وزن برگ ارزیابی شد و قطر ساقه با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری گردید. پس از برداشت گیاه از زمین نمونه برداری نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک انجام شد و نیتروژن خاک در آزمایشگاه به روش تیتراسیون، میزان فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری گردید. نیتروژن برگ به روش کجلدال (Aly et al., 1999)، فسفر برگ به روش کالیمتری (Klute, 1986) و پتاسیم برگ نیز با استفاده از فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری بوسیله نرم افزارهای SAS و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آزمایش تاثیر معنی‌داری بر تمام ویژگی‌های گیاه داشت (جدول 2). درصد نیتروژن برگ یکی از شاخص‌های تغذیه گیاه می‌باشد. تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 2/57 درصد، حداکثر نیتروژن برگ را داشت و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) نیز با 1/31 درصد از نظر نیتروژن برگ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول 3). این

جدول 1- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical properties of experimental soil before planting

هدایت الکتریکی	اسیدیته	کل مواد خنثی شونده	کربن آلی %	نیتروژن کل %	فسفر در دسترس Aavailable P (ppm)	پتاسیم در دسترس Available K (ppm)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	ماسه Sand (%)
EC (ds.m ⁻¹)	pH	T.N.V (%)	OC (%)	%Total N					
3	7.3	20.7	0.98	0.09	36	440	14	32	54

نتیجه با نتایج اسدپور (Asadpour, 2005) و پراساد و سینگ (Prasad & Singh, 1990) مطابقت دارد به طوری که آنها در تحقیقات مشابه دریافتند که بیشترین مقدار نیتروژن برگ در تیمارهای با مصرف کود نیتروژن حاصل شده است.

بیشترین و کمترین مقدار فسفر برگ به ترتیب به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) به ترتیب با مقادیر 0/32 و 0/12 اختصاص داشت (جدول 3). چنین بنظر می‌رسد که در تیمار هفت فسفر آلی موجود در کودهای دامی که به تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می‌شود در افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه و در نهایت افزایش فسفر برگ به عنوان جزئی از اندام‌های گیاه مؤثر است (Sharifi Ashourabadi, 1998). ملکوتی (Malakouti, 1996) گزارش کرد که اضافه شدن کود آلی در یک سیستم کشت به دلیل هوموس حاصل از آن باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیت آن می‌گردد و بنابراین باعث افزایش فسفر خاک و به دنبال آن افزایش جذب فسفر توسط گیاه (برگ) می‌شود.

بیشترین مقدار پتاسیم برگ به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 1/72 درصد و کمترین مقدار آن به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 0/78 درصد اختصاص داشتند (جدول 3). در تیمار یک به علت کاهش پتاسیم خاک در اثر سوزاندن بقایا، مقدار پتاسیم برگ کاهش یافته و در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و افزایش کود دامی، مقدار پتاسیم برگ افزایش یافته است. والش و هنسلر (Walsh & Hensler, 1971) در مطالعات خود بر روی ترکیبات کود دامی گزارش کردند که هر تن کود دامی (گاوی) حاوی 3/64 کیلوگرم عنصر پتاسیم است و بنابراین با توجه به آنکه مقدار پتاسیم برگ تابعی از مقدار پتاسیم خاک است پس کود دامی می‌تواند به عنوان منبعی از پتاسیم باعث افزایش پتاسیم خاک و در نهایت افزایش پتاسیم برگ شود.

کمترین میزان پروتئین برگ (8/13 درصد) در تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) و بیشترین میزان (15/97 درصد) در تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) مشاهده شد که در این تیمار با توجه به مصرف کود نیتروژنه و کود دامی و در نتیجه افزایش نیتروژن خاک، نیتروژن و پروتئین برگ افزایش یافته است (جدول 3). تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 1/95 سانتی متر، کمترین قطر ساقه و تیمار

یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 1/47 سانتی متر بیشترین قطر ساقه را به خود اختصاص داد (جدول 3). در تیمار هفت با توجه به افزایش ارتفاع ساقه، قطر آن کاهش یافت.

بیشترین ارتفاع ساقه به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 1/75 متر و کمترین ارتفاع ساقه به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 1/14 متر اختصاص داشت (جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت با توجه به وجود ماده آلی کافی، کود دامی و نیتروژن بیشتر در این تیمار تقسیم سلولی و رشد سلولها به دلیل نیتروژن بیشتر ارتفاع افزایش یافته است. پراساد و سینگ (Prasad & Singh, 1990) مشاهده نمودند که در ارقام مختلف ذرت، با افزایش میزان نیتروژن، ارتفاع بوته افزایش یافت.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 0/15 میلی گرم در کیلوگرم، دارای حداکثر مقدار نیتروژن خاک و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 0/03 میلی گرم در کیلوگرم، حداقل مقدار نیتروژن خاک را دارا بود (جدول 3). این نتیجه با نتایج هینان و همکاران (Heenan et al., 1995) هماهنگی دارد به طوری که آنها در بررسی اثر بقایای گیاهی بر نیتروژن خاک نشان دادند که از بین بردن بقایای گیاهی توسط عمل سوزاندن در مقایسه با روش حفظ بقایای گیاهی دارای نیتروژن خاک کمتری است. نتایج قرنجیکی و میری (Gharanjiki & Miri, 2007) نیز این مطلب را تأیید می‌کند آن‌ها گزارش کردند که آتش زدن بقایای گیاهی به عنوان ماده آلی تثبیت شده، ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد و در نگهداری عناصر غذایی قابل دسترس گیاه مؤثر بوده و عناصری نظیر نیتروژن را به شکل قابل استفاده برای گیاهان در خاک نگه می‌دارد و بنابراین نیتروژن خاک تابعی از میزان ماده آلی خاک است و همراه با افزایش ماده آلی خاک، افزایش می‌یابد.

بیشترین مقدار فسفر خاک از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 42/86 میلی گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار آن از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 30/73 میلی گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول 3). طبق اظهارات نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2007) در بررسی تهیه بستر بذر بر عملکرد ذرت دانه ای و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بیشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در تیمار حفظ بقایای کشت در مقایسه با تیمار سوزاندن بقایا حاصل شد

شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) 11 درصد بدست آمد (جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و استفاده کود دامی، مقدار رطوبت نقطه پژمردگی افزایش می‌یابد. امرسون (Emerson, 1995) گزارش کرد که با افزایش ماده آلی در علفزارها، مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی افزایش می‌یابد. امرسون و همکاران (Emerson et al., 1994) نشان دادند که با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت در اثر تشکیل ژل‌های حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی افزایش می‌یابد.

رطوبت ظرفیت زراعی مقدار رطوبتی است که خاک در مکش معادل 0/3- بار در خود حفظ می‌کند و در معادلات روابط آب و خاک نقش بسیار مهمی دارد. خاک‌های مختلف دارای مقادیر مختلف هستند و هرچه این ویژگی بیشتر باشد، گیاه راحت تر آب از خاک جذب می‌کند. در این آزمایش کمترین مقدار ظرفیت زراعی 19 درصد از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و بیشترین مقدار آن 28 درصد از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بدست آمده است (جدول 3). با افزودن بقایای گیاهی و کود دامی، ظرفیت زراعی افزایش معنی‌داری می‌یابد و سپس کاهش آن تا تیمار از بین بردن بقایای گیاهی توسط عمل سوزاندن ادامه دارد. امرسون (Emerson, 1995) گزارش کردند که با افزایش ماده آلی، مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی افزایش می‌یابد.

ظرفیت نگهداری آب در خاک حداکثر مقدار آبی است که خاک حدفصل ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی را در خود نگه می‌دارد و از عواملی است که توانمندی خاک را در عرضه آب به گیاه نشان می‌دهد. کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب خاک 11 درصد از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و بیشترین ظرفیت نگهداری آب خاک 17 درصد از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بدست آمده است (جدول 3). مصرف کود دامی و بقایای گیاهی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک شده است. بقایای گیاهی سبب کاهش رواناب شده بنابراین فرصت بیشتری برای نفوذ آب به خاک بیشتر ایجاد می‌کند و افزایش بقایای سطحی اثرات محافظتی فوق را تشدید کرده و سبب افزایش کل آب جذب شده توسط خاک می‌شود (Hemat & Mesdaghi, 2001). همچنین بقایای گیاهی و کود دامی حاوی مقادیر زیادی ماده آلی است و ماده آلی خاصیت جذب آب بالایی دارد، بنابراین افزودن بقایای گیاهی و کود دامی به خاک باعث افزایش چشمگیر ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود (Akef & Bagheri, 2008).

بیشترین و کمترین عملکرد ساقه به ترتیب به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع

و شارما و نیشرا (Sharma & Mishra, 2001) نیز در تحقیقات خود در بررسی تاثیر سوزاندن بقایای برنج و گندم و تاثیر آن بر خصوصیات خاک گزارش کردند که سوزاندن بقایای برنج و گندم باعث کاهش مقدار فسفر موجود در خاک شد. احتمالاً در تیمار یک به علت سوزاندن بقایای گیاهی، مواد آلی خاک سریعاً به خاکستر تبدیل شده و در نهایت عناصر غذایی نظیر فسفر در خاکستر بقایای گیاهی به شکل محلول در می‌آید و به آسانی می‌تواند به وسیله فرسایش بادی یا آبی از خاک خارج گردد و در نهایت باعث کاهش مقدار فسفر موجود در خاک شود.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بیشترین (263 میلی گرم در کیلوگرم) و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 211 میلی گرم در کیلوگرم کمترین مقدار پتاسیم خاک را به خود اختصاص دادند. در تأیید این نتایج نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2005) گزارش دادند که سوزاندن بقایای گیاهی باعث کاهش پتاسیم قابل جذب خاک نسبت به حفظ بقایا شده است. احتمالاً در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و استفاده کود دامی، به عنوان منبعی از پتاسیم، مقدار این عنصر به عنوان یکی از عناصر موجود در خاک افزایش می‌یابد و همچنین در تیمار یک کاهش و در تیمار هفت به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

وزن مخصوص ظاهری خاک یکی از مهمترین مولفه‌های فیزیکی خاک محسوب می‌شود و نقش بسیار مهمی در سایر خصوصیات فیزیکی خاک دارد. بیشترین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک (0/70 گرم بر سانتی متر مکعب) از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و کمترین مقدار آن (1/40 گرم بر سانتی متر مکعب) از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) به دست آمده است (جدول 3). بنابراین می‌توان ادعان نمود که وجود بقایای گیاهی و کود دامی باعث کاهش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود. نتیجه این تحقیق با نتایج سایرین مطابقت دارد. مورچان و همکاران (Morachan et al., 1972) بیان داشتند که عامل اصلی کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک بر اثر افزایش ماده آلی تأثیر آن بر بهبود ساختمان و افزایش تخلخل خاک است.

رطوبت نقطه پژمردگی میزان رطوبتی است که خاک در مکش 15- بار در خود حفظ می‌کند. این خصوصیت یکی از مهمترین خصوصیات فیزیکی خاک است که در روابط آب و خاک نقش بسیار مهمی دارد. کمترین میزان رطوبت نقطه پژمردگی از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) 8 درصد و بیشترین میزان رطوبت نقطه پژمردگی از تیمار هفت (ساقه خرد کن،

(جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت با وجود بقایای گیاهی، کود دامی و نیتروژن که باعث افزایش عملکرد برگ، ساقه و بلال شده است و اشاره به این نکته که عملکرد کل از مجموع عملکرد ساقه، برگ و بلال به دست آمده است نهایتاً عملکرد کل ذرت نیز در این تیمار افزایش یافته است و همچنین در تیمار هفت به دلیل زیاد بودن وزن مخصوص ظاهری خاک سبب بیشتر شدن مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه می‌شود و وزن مخصوص ظاهری زیاد به طور قطع بر میزان خلل و فرج خاک اثر می‌گذارد.

بین تمام ویژگی‌های مورد بررسی ارتباط معنی‌داری وجود داشت. بین نیتروژن خاک با قطر ساقه و وزن مخصوص ظاهری خاک ارتباط منفی و معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان می‌دهد که در صورتیکه میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک بیشتر باشد میزان این عناصر در برگ نیز بیشترین می‌شود بنابراین تاثیر بر پروتئین برگ می‌گذارد. همچنین میزان ماده آلی خاک با توانایی نگهداری رطوبت در خاک ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد بدین معنی که با افزایش ماده آلی خاک توانایی نگهداری رطوبت خاک نیز بیشتر شده است (جدول 4).

با بررسی در تیمارها درمی‌یابیم که در تیمار اول که بقایا آتش زده شده و توسط شخم و دیسک زیر خاک رفت در مقایسه با تیمار هفت که بقایای گیاه توسط ساقه خردکن، خرد شده و به خاک به همراه 50 کیلوگرم و 10 تن کود دامی در هکتار به زیر خاک رفت به طور مشهودی میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و پروتئین برگ، ارتفاع ساقه، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک، نقطه پژمردگی، ظرفیت زراعی، ظرفیت نگهداری آب، عملکرد ساقه، عملکرد بلال، عملکرد برگ و عملکرد کل اختلاف داشت. در دو ویژگی وزن مخصوص ظاهری خاک و قطر ساقه پاسخ معکوسی را مشاهده کردیم که بدین علت است که با افزایش ماده آلی خاک وزن مخصوص ظاهری خاک کاسته می‌شود. وزن مخصوص ظاهری خاک‌های زراعی بین 1/4-1/3 گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. برای رشد مناسب گیاه باید وزن مخصوص ظاهری در خاک‌های شنی کمتر از 1/6 و در خاک‌های رسی کمتر از 1/4 گرم بر سانتیمتر مکعب باشد (Soltani, 2008). بنابراین در این آزمایش مشاهده می‌شود که در تیماری که از ساقه خردکن، کود نیتروژنه و کود دامی استفاده شد میزان وزن مخصوص ظاهری به کمتر از می‌رسید و در حالتی که بقایا سوزانده شد میزان 1/7 بود. در مورد قطر ساقه نیز می‌دانیم که در شرایطی که میزان مواد غذایی در اختیار گیاه کم باشد گیاه ارتفاع کوتاهی داشته و در قطر ساقه بیشترین حالت بین قطر و ارتفاع ساقه ارتباط منفی وجود دارد. ممکن است در صورتیکه میزان مواد غذایی خاک زیاد باشد ارتفاع گیاه افزایش یافته و در نتیجه از قطر ساقه کاسته می‌شود. بنابراین در تمامی موارد با افزایش ماده آلی خاک شاهد افزایش هستیم و تنها در مورد وزن مخصوص ظاهری و قطر ساقه نتیجه معکوس مشاهده می‌شود.

اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 17/91 تن در هکتار و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 11/53 تن در هکتار متعلق بود (جدول 3). دوانی (Davani, 2002) و اسدپور (Asadpour, 2005) در تحقیقات مشابه، بیشترین عملکرد ساقه را در تیمارهای با مصرف کود نیتروژن گزارش کردند و در مطالعات یاداد (Yadavar, 1997) نیز بیشترین وزن ساقه گیاه برنج در تیمارهایی حاصل شد که بقایای گیاهی حفظ شد و عمل سوزاندن و از بین بردن بقایا باعث کاهش چشمگیری در وزن ساقه شد. احتمالاً در تیمار هفت به دلیل وجود مواد آلی و کود دامی و نیتروژن غنی از عناصر غذایی و بهبود ساختمان خاک و جلوگیری از آبشویی عناصر موجب افزایش فتوسنتز و افزایش ارتفاع ساقه و رشد ساقه عملکرد ساقه نیز افزایش یافته است.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 17/78 تن در هکتار، بیشترین مقدار عملکرد بلال و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 12/08 تن در هکتار کمترین مقادیر عملکرد بلال را به خود اختصاص دادند (جدول 3). نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2005) در تحقیقی برای بررسی تاثیر روش‌های مختلف بستر سازی بذر بر عملکرد ذرت، بیشترین وزن بلال و ذرت را در تیمار حفظ بقایای گندم در کشت قبل از ذرت گزارش داد و در تحقیقات عادل زاده و همکاران (Adelzadeh et al., 2007) نیز کمترین عملکرد در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به سایر تیمارها حاصل شد.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 11/86 تن در هکتار، بیشترین مقدار عملکرد برگ و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 6/7 تن در هکتار، کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داده است (جدول 3). جاسمی (Jasemi, 1997) و دوانی (Davani, 2003) در مطالعه تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی عملکرد کمی و کیفی ذرت گزارش کردند که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد برگ به میزان 6/1 درصد گردید. همچنین در بررسی‌های مجیدیان و همکاران (Majidian et al., 2008) بر روی ذرت، عامل نیتروژن به عنوان عامل مهم در افزایش عملکرد برگ ذرت بود. احتمالاً در تیمار یک به علت زیاد بودن وزن مخصوص خاک سبب بیشتر شدن مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه می‌شود.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروثر) با مقدار 47/65 تن در هکتار از نظر عملکرد کل برتری نشان داد و همچنین کمترین مقدار عملکرد ذرت به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروثر) با مقدار 27/06 تن در هکتار متعلق بود

ادامه جدول ۲
Continues of table 2

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	فسفر برگ Leaf P	پتاسیم برگ Leaf K	پتاسیم برگ Leaf N	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع ساقه Stem height	عملکرد ساقه Stem yield	عملکرد بال Ear yield	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد کل Total yield
Rep	تکرار	2	0.0234	0.7773	29.92	0.006	0.0034	0.09637	7.2872	1.0728	2.494
Treatment	تیمار	6	0.0163**	0.5515**	21.20**	0.1054**	1.8806**	16.9750**	15.1729**	10.5927**	123.703**
Error	خطا	12	0.0008	0.0404	1.55	0.0016	0.00045	0.18354	0.4883	0.2161	0.911
C.V (%)	ضریب تغییرات (%)		12.75	10.83	10.84	2.29	1.37	2.89	4.53	4.77	2.38

** اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد

** is significant difference at 1% level.

جدول ۲ - میانگین مربعات خصوصیات گیاه و خاک در تیمارهای مختلف

Table 2- Mean square of soil and plant characteristics in different treatments

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	ظرفیت نگهداری آب خاک Water maintenance capacity of soil	ظرفیت زراعی FC	نقطه پژمردگی دائم PWP	وزن مخصوص خاک Bulk density	ظرفیت زراعی FC	ظرفیت زراعی FC	نیترژن خاک Soil N	فسفر خاک Soil P	پتاسیم خاک Soil K	پروتئین برگ Leaf Protein
Rep	تکرار	2	0.0061	3.00	0.571	0.0061	3.00	1.00	0.0015	13.5442	70.9047	0.0406
Treatment	تیمار	6	0.0498**	26.65**	3.714*	0.0498**	26.65**	11.65**	0.0052**	68.3919**	106.8730**	0.3016**
Error	خطا	12	0.0084	0.888	1.0714	0.0084	0.888	1.38	0.0003	4.0742	36.1825	0.0645
C.V (%)	ضریب تغییرات (%)		5.91	3.91	11.15	5.91	3.91	7.93	19.91	5.26	2.49	19.03

* و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

* and ** are significant difference at 5 and 1% level, respectively.

ادامه جدول 3

Continues of table 3

Treatments	تیمارها	Bulk density (gcm ⁻³)	وزن مخصوص ظاهری خاک	نقطه پژمردگی	ظرفیت زراعی	ظرفیت نگهداری آب خاک	Stem yield (gm ⁻²)	عملکرد ساقه	Ear yield (g.m ⁻²)	عملکرد بال	Leaf yield (gm ⁻²)	عملکرد برگ	Total yield (gm ⁻²)	عملکرد کل
Treatment 1	تیمار ۱	1.70 a*	8 b	19 d		11.00 c	11.53 d	12.08 d	6.70 d	27.06 d				
Treatment 2	تیمار ۲	1.70 a	8 b	22.33 c		14.33 b	12.48 d	12.55 d	7.75 d	31.93 d				
Treatment 3	تیمار ۳	1.60 ab	9 ab	23.66 c		14.66 b	14.09 c	15.36 c	9.80 c	39.73 c				
Treatment 4	تیمار ۴	1.60 ab	9 ab	23.66 c		14.66 b	14.83 bc	15.98 bc	10.16 bc	40.03 bc				
Treatment 5	تیمار ۵	1.43 bc	10 ab	15 b		16 ab	15.01 abc	16.75 ab	10.56 ab	42.36 abc				
Treatment 6	تیمار ۶	1.43 bc	10 ab	26.33 ab		16 ab	17.56 ab	17.23 ab	11.25 ab	46.16 ab				
Treatment 7	تیمار ۷	1.40 c	11 a	28 a		17 a	17.91 a	17.78 a	11.86 a	47.65 a				

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

جدول 3- مقایسه میانگین های اثر هر یک از تیمارها بر ویژگی های مختلف ذرت علوفه ای و خاک

Table 3- Mean effects of each treatment on soil and silage corn characteristics

Treatments	تیمارها	نیترژن برگ Leaf N (%)	فسفر برگ Leaf P (%)	پتاسیم برگ Leaf K (%)	پروتئین برگ Leaf protein (%)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	ارتفاع ساقه Stem height (m)	نیترژن خاک Soil N (%)	فسفر خاک Soil P (%)	پتاسیم خاک Soil K
Treatment 1	تیمار ۱	1.31 e*	0.12 d	0.78 c	8.13 e	1.95 a	1.14 d	0.03 e	30.73 b	211 c
Treatment 2	تیمار ۲	1.50 de	0.14 d	1.1 bc	9.33 de	1.90 ab	1.23 c	0.04 de	32.43 b	219.66 c
Treatment 3	تیمار ۳	1.61 cde	0.21 c	1.29 ab	9.98 cde	1.88 abc	1.64 b	0.07 dc	39.26 a	243.33 b
Treatment 4	تیمار ۴	1.86 bcd	0.23 c	1.39 ab	11.55 bcd	1.85 bc	1.66 b	0.09 bc	40.6 a	248 b
Treatment 5	تیمار ۵	1.96 bc	0.25 bc	1.45 ab	12.19 bc	1.81 c	1.67 b	0.11 bc	41.13 a	251 b
Treatment 6	تیمار ۶	2.16 b	0.30 ab	1.60 a	13.41 b	1.54 d	1.73 a	0.12 ab	41.46 a	252.33 ab
Treatment 7	تیمار ۷	2.57 a	0.32 a	1.72 a	15.97 a	1.47 e	1.75 a	0.15 a	42.86 a	263 a

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

جدول ۴- ضریب همبستگی ساده بین ویژگی‌های گیاه و خاک
Table 4- Simple coefficient of correlation between plant and soil characteristics

	Soil N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
نیتروژن خاک																
Leaf N	2	0.57**														
Leaf P	3	0.57**	0.93**													
Leaf K	4	0.76**	0.59**	0.64**												
Yield	5	0.66**	0.86**	0.69**	0.94**											
Soil P	6	0.74**	0.60**	0.73**	0.86**											
Soil K	7	0.86**	0.76**	0.81**	0.87**	0.83**										
Plant height	8	0.79**	0.67**	0.79**	0.90**	0.93**	0.94**									
Stem diameter	9	-0.76**	0.79**	0.76**	0.69**	0.62**	0.72**	0.67**								
Leaf yield	10	0.92**	0.60**	0.67**	0.83**	0.79**	0.84**	0.92**	0.95**							
Stem yield	11	0.90**	0.74**	0.67**	0.80**	0.83**	0.87**	0.87**	0.86**	0.92**						
Total yield	12	0.87**	0.78**	0.84**	0.81**	0.93**	0.93**	0.94**	0.90**	0.94**	0.95**					
Bulk density	13	-0.70**	0.65**	0.69**	0.77**	0.76**	0.73**	0.73**	0.73**	0.71**	0.80**	0.79**				
PWP	14	0.71**	0.58**	0.64**	0.73**	0.63**	0.57**	0.75**	0.68**	0.76**	0.71**	0.73**	0.64**			
FC	15	0.82**	0.72**	0.74**	0.79**	0.80**	0.70**	0.88**	0.83**	0.91**	0.88**	0.90**	0.74**	0.77**		
Water maintenance capacity	16	0.71**	0.65**	0.63**	0.65**	0.72**	0.62**	0.77**	0.73**	0.79**	0.78**	0.80**	0.63**	0.45**	0.95**	
Leaf pr	17	0.57**	1.00**	0.93**	0.59**	0.86**	0.60**	0.76**	0.67**	0.60**	0.74**	0.78**	0.65**	0.58**	0.72**	0.65

** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

** is significantly different at 1% level

نتیجه‌گیری

کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی کاملاً پوسیده و سپس استفاده از جوی و پشته ساز، شرایطی را برای خاک فراهم نمود که وزن مخصوص ظاهری کمتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بیشتر، میزان مواد غذایی بیشتری را داراست و در نتیجه گیاه رشد بهتری را دارد.

بنابراین چنین بنظر می‌رسد که پس از برداشت گیاه زراعی بهترین حالت این است که بقایای گیاهی را بجای آتش زدن که تأثیری زود بازده دارد و باعث تسریع در کار کشاورز شود با استفاده از ساقه خرد کن سپس عمل شخم و دیسک زدن با پخش 50 کیلوگرم

منابع

- 1- Adelzadeh, R., Gharibeshghi, A., and Shahbazi, K. 2007. Effect of crop residue management on crop yield and soil properties. The Second Conference of Ecological Farming in Iran. (In Persian).
- 2- Aly, S.S.M., Soliman, S.M., Akel, E.A., and Ali, M.E. 1999. Significance of free N₂-fixing bacteria and nitrification inhibitors on saving the applied nitrogen to wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. Faculty of Agriculture University of Cairo 50 (2): 347-365.
- 3- Asadpour, S. 2005. Evaluation effect of different amount of nitrogen and planting date on quality and quantity of forage and some morphological and physiological characteristics of maize (*Zea mays* L.) SC704 cultivar. MSc Thesis, Urmia University. (In Persian with English Summary)
- 4- Akef, M., and Bagheri, E. 2008. Soil Management and Role of Agricultural Machines in Physical Soil Characteristics. Gilan University Press. (In Persian)
- 5- Colvin, T.S. 1985. Corn (*Zea mays* L.) hybrid response to four methods of tillage. Agronomy Journal of Soil Research 17: 45-56.
- 6- Davani, D. 2003. Evaluation effect of plant density and nitrogen on quality and quantity yield and some morphological and physiological characteristics of silage maize cultivar SC 604. MSc Thesis. Urmia University. (In Persian with English Summary)
- 7- Emerson, W.W. 1995. Water retention, organic C and soil texture. Australian Journal of Soil Research 17: 45-56.
- 8- Emerson, W.W., Foster, R.C., Tisdal, J.M., and Weissmann, D. 1994. Carbon content and bulk density of irrigated natruxeralf in relation to three root growth and orchard management. Australian Journal of Soil Research 13: 31-39.
- 9- Gharanjiki, A., and Miri, A.A. 2007. Management of first crop residue for second planting in wheat-cotton planting system. 10th Soil congress Science Iran. (In Persian with English Summary)
- 10- Hemat, A., and Mosadeghi, M.R. 2001. Soil Tillage Preparing for Crop Production in Low Precipitation Region. (Translation). Agricultural Research, Education and Extension Organization. pp. 161. (In Persian)
- 11- Heenan, D.P., Mcghie, W.J., and Thomson, F.M. 1995. Decline in soil organic carbon and total nitrogen in relation to tillage, stubble management and rotation. Australian Journal of Experimental Agriculture 34 (7): 877-884.
- 12- Jasemi, S. 1996. Evaluation effect of nitrogen fertilizer level and plant density on quality and quantity of silage maize in Ahwaz climatic condition. MSc. Thesis, Shahid Chamran University. (In Persian with English Summary)
- 13- Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Methods. Second edition, Soil Science Society of America Inc. pp. 1188.
- 14- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N.A., and Kamkar Haghighi, A.A. 2008. Effect of different amount of nitrogen, cattle manner and irrigation water in yield and yield component of maize (*Zea mays* L.). Electronic Journal of Crop Production 1(2): 67-85.
- 15- Malakouti, M.J. 1996. Sustainable Agriculture and Yield increase by Optimizing Fertilizer in Iran. Agriculture Education Center Press, Tehran. (In Persian)
- 16- Morachan, Y.B., Moldon Hauer, W.C., and Larson, W.E. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn (*Zea mays* L.): yields and soil physical properties. Agronomy Journal 64: 199-203.
- 17- Najafinezhad, H., Davari, Z., and Rashidi, N. 2005. Effect of seed bed preparing method on grain yield of maize (*Zea mays* L.) and some soil characteristics in double cropping system. Seed and Plant 21(2): 315-330. (In Persian with English Summary)
- 18- Najafinezhad, A., Javaheri, M.A., Gheibi, M., and Rostamia, M.A. 2007. Influence of Tillage Practices on the grain yield of Maize and some soil properties in Maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Science 3(3): 1813-2235.
- 19- Prasad, k., and Singh, P. 1990. Response of promising rainfed maize varieties to nitrogen application in north western Himalayan region. Indian Journal of Agriculture Science 60 (7):475-477.
- 20- Sharma, P.K., and Mishra, B. 2001. Effect of burning rice and wheat crop residues: loss of N, P, K and S from soil and changes in the nutrient availability. India Journal of Soil Science 49 (3).
- 21- Sharifi Ashourabadi, E. 1998. Evaluation fertility of agro ecosystems. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian with English Summary).
- 22- Soltani, A. 2007. Soil Water and Plant Relationship. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 246 pp. (In Persian)
- 23- Yadavar, R.L. 1997. Urea-N Management in relation to crop residue recycling in rice-wheat cropping system in northwestern India. Bioresource Technology 61 (2): 105-109.
- 24- Walsh, L.M., and Hensler, R.F. 1971. Manage Manure for its Value. Wisconsin Extension Circle pp 550.

بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانوپی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.)

اسماعیل رضائی چپانه^{1*}، عادل دباغ محمدی نسب²، محمد رضا شکیبا²، کاظم قاسمی گلعدانی² و سعید اهری زاد²

تاریخ دریافت: 89/5/20

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

سیستم‌های کشت مخلوط یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی است که منجر به بهبود جذب و کارایی مصرف منابع توسط گیاهان می‌شود. با همین هدف به منظور بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانوپی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) تحت شرایط آب و هوایی تبریز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار و 15 تیمار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی 86-1385 اجرا گردید. تیمارها شامل سه تراکم کشت خالص ذرت (6، 7 و 8 بوته در متر مربع)، سه تراکم کشت خالص باقلا (30، 40 و 50 بوته در متر مربع) و نه ترکیب تیماری برای کشت مخلوط دو گونه به روش افزایشی بودند. نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ، درصد نور دریافتی و شاخص کلروفیل در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی‌های ذرت به ترتیب 2/63، 30 و 9/27 درصد افزایش نشان داد. میانگین دمای داخل کانوپی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به میانگین تک کشتی‌های ذرت و باقلا نیز به ترتیب 2/17 و 2/88 درجه سانتیگراد کمتر بود. در بین کشت‌های مخلوط، ترکیب تراکمی هشت بوته ذرت و 50 بوته باقلا در متر مربع بهترین تیمار از نظر دریافت نور توسط کانوپی، شاخص سطح برگ کانوپی، شاخص کلروفیل و دمای کانوپی تشخیص داده شد. ارزیابی تیمارهای مختلف کشت مخلوط با استفاده از نسبت برابری زمین (LER) نشان داد که میزان LER در تمام تیمارهای مخلوط ذرت و باقلا بزرگتر از یک بود. ترکیب تیماری 6 بوته ذرت با تراکم‌های 50 و 40 بوته باقلا، بالاترین نسبت برابری زمین (1/97) را به خود اختصاص داد که معادل 97/5 درصد افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود و این نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است.

واژه‌های کلیدی: دمای کانوپی، شاخص سطح برگ، کلروفیل، نسبت برابری زمین، نور دریافتی

مقدمه

رسیدن به تولیدی بالاتر در حال بهبود است. از رایج‌ترین این روش‌ها افزایش کارایی مصرف منابعی همچون آب، عناصر غذایی، سطح زمین، تشعشع خورشید و یا دی اکسیدکربن اتمسفر است. در بین منابع مصرفی برخی از آنها، همچون نور خورشید، دارای اهمیت بیشتری می‌باشد (Koocheki et al., 2009). یکی از روش‌های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی که منجر به بهبود کارایی مصرف منابع می‌شود، سیستم‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط عبارت از کشت توأم دو یا چند گونه گیاهی در زمان و مکان مشخص است (Vandermeer, 1989). مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت‌های خالص به استفاده بیشتر از نور و رطوبت و افزایش راندمان مصرف منابع مربوط می‌باشد (Watiki et al., 1993). نور به این دلیل که لحظه‌ای و غیر قابل ذخیره سازی است و در صورت عدم جذب از دسترس خارج می‌شود، به عنوان یکی از مهمترین عوامل رقابت در

در دهه‌های گذشته با چند برابر شدن جمعیت دنیا به خصوص در قاره‌های آفریقا و آسیا تقاضا برای غذا و مسکن، افزایش یافته است، از طرف دیگر، ولی اراضی در دسترس کشاورزی کاهش یافته است. مهمترین راه چاره برای حل این چالش پیدا کردن راهی است که تا حد ممکن بتوان با زمین کمتر، تولید بیشتر به مدت طولانی‌تر داشت. یک راه ممکن افزایش غذا با حفظ سطح زیر کشت، استفاده از سیستم کشت مخلوط است. با این حال در سیستم‌های مدرن تولید گیاهان زراعی روش‌های مدیریتی بکار رفته توسط کشاورزان، برای

1 و 2- به ترتیب دانشجوی دکتری و اعضاء هیأت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

(*) - نویسنده مسئول (E-mail: ismaeil.rezaei@gmail.com)

کرده‌اند که باقلا گیاه با ارزشی است که به عنوان یک جزء مهم در کشت مخلوط و در شرایط جنگل زراعی یعنی شرایطی که سایه یک عامل محدود کننده است می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ، پوشش سطح خاک، روزها تا رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها و وزن دانه و عملکرد دانه در واحد سطح تحت شرایط سایه در مقایسه با نور کامل خورشید بالاتر بود. آزمایش حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2003) بالاترین نسبت برابری زمین برای تولید دانه را 1/37 در مخلوط ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) نشان داد. در بررسی اُژیژنه‌یو و همکاران (2006) Agegnehu et al., عملکرد نسبی جو (*Hordeum vulgare* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) به ترتیب برابر 0/85 و 0/38 و نسبت برابری زمین کل برابر 1/23 بود. هاگارد نیلسن و همکاران - Haugaard (Nielsen et al., 2001) در کشت مخلوط جو و نخود (*Cicer arietinum* L.) نشان دادند که نسبت برابری زمین (LER) ¹ بین 1/05-1/23 بوده است. در آزمایشات دیگری که در کشت مخلوط ذرت و باقلا توسط مینال و همکاران (Minale et al., 2001) و ونکسو و همکاران (Wenxue et al., 2005) صورت گرفت، نسبت برابری زمین به ترتیب حدود 1/5-2 و 1/21-1/58 بدست آمد. بنابراین این پژوهش کشت مخلوط ذرت و باقلا که به دلیل برخورداری از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی متعدد و عملکرد برای کشت در نقاط مختلف مورد توصیه قرار می‌گیرد. بنابراین این آزمایش در راستای تعیین بهترین ترکیب مخلوط ذرت و باقلا در مقایسه با تک کشتی از لحاظ دریافت نور و امتیازات کشت مخلوط در کانوپی در شرایط آب و هوایی تبریز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه ای در بهار سال 86-1385 در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در هشت کیلومتری شرق تبریز در اراضی کرکج اجرا گردید. اقلیم منطقه آزمایش نیمه استپی سرد و یا نیمه خشک بوده و میانگین‌های متوسط دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر 10 درجه سانتیگراد و 271 میلیمتر گزارش شده است. خاک محل آزمایش از نوع شنی لومی می-باشد. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (EC) معادل 0/52 دسی زیمنس بر متر و میزان pH خاک در حدود 7/3 است. قبل از کاشت، به میزان 30 کیلو گرم در هکتار کود اوره به عنوان کود آغازین به خاک اضافه شد. بذرها در اواسط اردیبهشت ماه با فاصله ردیف‌های کاشت 60 سانتی متر کشت گردید و هر کرت

اکوسیستم‌های زراعی شناخته شده است (Awal et al., 2006). ظرفیت گونه‌های گیاهی برای بهره‌گیری مطلوب‌تر از نور به دو عامل مقدار نور و توزیع آن به منظور دریافت توسط اجزای مخلوط و کارایی مصرف نور دریافتی بستگی دارد (Beyshlag et al., 1990). اگر اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت عمل کنند از این منابع به طور مؤثرتری استفاده خواهد شد و در نتیجه در چنین حالتی عملکرد افزایش می‌یابد. افزایش دریافت و استفاده بهینه از نور اغلب یکی از دلایل مزیت کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت‌های خالص بیان گردیده است (Willey, 1979). گیاهان کشت شده به صورت مخلوط به دلیل آشیان‌های اکولوژیک متفاوت، در کمترین زمان قادرند تمام آشیان‌های ممکن را به طور کامل اشغال کنند. که این امر موجب افزایش دریافت نور توسط کانوپی مخلوط نسبت به کانوپی خالص می‌گردد (Tsubo & Walker, 2004). اگر ارتفاع گونه‌های گیاهی تشکیل دهنده مخلوط متفاوت باشد و گونه بلندتر دارای پتانسیل فتوسنتزی بیشتر و برگ‌های افراشته‌تری باشد و گونه کوتاه‌تر فتوسنتز بالقوه کمتر و برگ‌های افقی‌تر برخوردار باشد، نور بیشتری توسط کشت مخلوط دریافت شده و به طور مؤثرتری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Willey, 1990). زمانی که شاخص سطح برگ بالا است افزایش برگ، میزان فتوسنتز جامعه گیاهی و در نتیجه میزان رشد کانوپی را می‌تواند به صورت چشم‌گیری افزایش دهد (Mason et al., 1986). در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) گزارش شده است که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آنها بالاتر بود و این شاخص سطح برگ بالاتر منجر به استفاده بهینه از نور دریافتی توسط کانوپی و افزایش عملکرد شد (Tsubo & Walker, 2004). انتظار می‌رود که بالا بودن شاخص سطح برگ، افزایش جذب تشعشع خورشید را در پی داشته باشد. بنابراین تعیین شاخص سطح برگ می‌تواند ارتباط نزدیک آن را با درصد نور دریافتی توسط کانوپی کشت‌های خالص و مخلوط به طور آشکار نشان دهد. رابطه شاخص سطح برگ با جذب تشعشع توسط چندین محقق در کشت مخلوط گزارش شده است (Singer et al., ; Ahmandvand et al., 2006). 2007 طبق گزارش پارسا و باقری (Parsa & Bagheri, 2008) در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، تثبیت نیتروژن باقلا (*Vicia faba*) به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاهان کشت شده به صورت مخلوط طبیعی به نظر می‌رسد. از آنجایی که بین میزان کلروفیل برگ و میزان نیتروژن آن رابطه مستقیم برقرار است، می‌توان استنباط کرد که هر قدر دسترسی گیاه به نیتروژن مناسب‌تر باشد، کلروفیل برگی به طور متناسبی افزایش می‌یابد و میزان فتوسنتز آن نیز بهبود خواهد یافت. نصرالله زاده و همکاران (Nasrullahzadeh et al., 2007) گزارش

و پایینی برگ‌های بالغ هر دو گونه به صورت مجزا صورت گرفت. سپس از میانگین اندازه گیری از سه قسمت مختلف، میزان کلروفیل برای هر دو گونه به طور جداگانه یادداشت شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-C و SPSS انجام گرفت. مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 1 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ کانوبی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، شاخص سطح برگ کانوبی در کشت‌های خالص و کشت های مخلوط ذرت و باقلا در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 2).

شاخص سطح برگ کانوبی در کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا بیشتر از کشت‌های خالص هر دو گونه بود. میزان شاخص سطح برگ در تراکم های 7 و 8 بوته ذرت در کشت های خالص به میزان 1/35 درصد بیشتر از کشت‌های خالص باقلا بود که نشان می‌دهد شاخص سطح برگ کانوبی در کشت خالص ذرت نسبت به کشت خالص باقلا بالاتر است. به عبارتی، شاخص سطح برگ ذرت نسبت به باقلا بیشتر تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت. در کشت‌های مخلوط، با افزایش تراکم ذرت و باقلا در واحد سطح، شاخص سطح برگ کانوبی به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین شاخص سطح برگ از ترکیب تراکمی 8 بوته ذرت و 50 بوته باقلا در متر مربع بدست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت (شکل 1). نتایج نشان داد که شاخص سطح برگ کانوبی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی‌های ذرت و باقلا به ترتیب 2/63 و 3/88 درصد بیشتر بود، علت افزایش شاخص سطح برگ در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌تواند به دلیل فراهمی نیتروژن برای ذرت از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط باقلا، توزیع مطلوب تر نور توسط کانوبی ذرت باشد. بنابراین وجود اثرات تسهیل کنندگی و تکمیل کنندگی ذرت و باقلا در کنار یکدیگر منجر به افزایش شاخص سطح برگ هر یک از گیاهان به تنهایی شد. کای‌هان و همکاران (Kayhan et al., 1999) در کشت مخلوط ذرت و سویا دریافتند که در مرحله متوقف شدن رشد رویشی و ظهور گل آذین نر ذرت بیشترین شاخص سطح برگ بدست آمد. محققان دیگر نیز افزایش شاخص سطح برگ گیاهان مخلوط شده نسبت به حالت تک کشتی آنها را گزارش کرده‌اند (Singer et al., 2007; Rostami et al., 2009 Koocheki et al, 2009) نتیجه تحقیق نشان داد که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بدست آمد که این امر می‌تواند روی درصد نور دریافتی کانوبی تاثیر مثبتی داشته باشد که احتمالاً به دلیل سایه اندازی ذرت

آزمایشی دارای پنج ردیف کاشت بود. بین واحدهای آزمایشی دو ردیف نکاشت معادل 120 سانتی متر فاصله گذاشته شد. در کشت‌های خالص، باقلا در دو طرف هر پشته و ذرت تنها در یک طرف پشته‌ها در محل داغاب کشت شدند، اما در تیمارهای مخلوط به صورت ردیفی، ذرت در یک طرف پشته و باقلا در طرف دیگر همان پشته با رعایت تراکم‌های مورد نظر کشت گردیدند. عملیات وجین علف‌های هرز به طور مرتب به صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد و آبیاری بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفته یکبار به طریق آبیاری جوی و پشته انجام گرفت. بذرها با باقلای تیپ بهاره که از توده‌های محلی تبریز بود، از مرکز تحقیقات کشاورزی تبریز تهیه شد. این بذرها قبل از کاشت با باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم¹ آغشته شدند. رقم مورد استفاده ذرت b666 ایتالیایی از تیپ متوسط رس تهیه شده از سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی - شهرستان نقده بود. آزمایش کشت مخلوط از نوع افزایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در 15 تیمار و سه تکرار پیاده شد. تیمارها شامل سه تراکم کشت خالص ذرت (6، 7 و 8 بوته در متر مربع)، سه تراکم کشت خالص باقلا (30، 40 و 50 بوته در متر مربع) و نه ترکیب تیماری برای دو گونه بودند (جدول 1). بذرها به ترتیب در مرحله رسیدگی با رطوبت وزنی 14 درصد برای ذرت و 15 درصد برای باقلا برداشت شدند. میزان نور رسیده به بالا و زیر سایه اندازه گیاهان با دستگاه نورسنج (Sun scan مدل ΔT انگلستان) اندازه گیری شد. اندازه گیری نور در یک روز آفتابی در فاصله ساعات 14 تا 11 در مرحله شروع بلال دهی ذرت که مصادف با شروع پر شدن دانه باقلا بود، انجام شد. اندازه گیری نور در هر کرت، در بالای کانوبی و کف کانوبی (سه تکرار در جهت عمود بر ردیف‌های کاشت) انجام شد.

میزان نور دریافت شده نهایی توسط کانوبی‌های خالص و مخلوط از اختلاف نور در بالای کانوبی و کف کانوبی محاسبه شد (Tesfaye et al., 2006). همچنین همزمان با اندازه گیری نور توسط دستگاه نورسنج (Sun scan مدل ΔT انگلستان)، میزان شاخص سطح برگ توسط همین وسیله مورد اندازه گیری قرار گرفت. دمای کانوبی نیز همزمان با اندازه گیری درصد نور دریافتی توسط دماسنج از سه قسمت مختلف بالا، وسط و پایین کانوبی اندازه گیری شد، سپس از میانگین دمای این سه قسمت، در حوالی ساعات‌های 11 الی 14 دمای کانوبی تعیین گردید. برای اندازه گیری کلروفیل برگ از کلروفیل سنج (SPAD-502، شرکت مینولتا) در همان مرحله نمو دو گونه ذرت و باقلا استفاده گردید. اندازه‌گیری از سه قسمت بالا، وسط و برگ‌های پایین دو گونه زراعی در کانوبی و همچنین از سه قسمت مختلف انتهایی، وسطی

دریافتی در کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا بیشتر از کشت‌های خالص هر دو گونه بود. تراکم‌های 7 و 8 بوته ذرت در کشت‌های خالص، به طور متوسط 13 درصد نور بیشتری را نسبت به کشت‌های خالص باقلا دریافت کردند. میزان نور دریافتی کانویی در کشت‌های مخلوط، با افزایش تراکم باقلا در هر سطح از تراکم ذرت تاثیر قابل توجهی در افزایش درصد نور دریافتی توسط کانویی داشت. بیشترین درصد نور دریافتی در ترکیب تراکمی هشت بوته ذرت و 30 بوته باقلا در متر مربع حاصل شد که اختلاف معنی داری با ترکیبات تراکمی 8 با 40، 8 با 50، 7 با 40 و 7 با 50 بوته ذرت و باقلا در متر مربع نداشت (شکل 2).

مخصوصاً در تراکم‌های بالاتر روی کانویی باقلا، این گیاه جهت جذب نور اقدام به افزایش سطح برگ خود نموده که این امر از یک طرف منجر به افزایش شاخص سطح برگ باقلا و از طرف دیگر، تأثیر مثبت بوته های باقلا بر افزایش شاخص سطح برگ کانویی داشته از طرفی احتمالاً موجب حفظ بیشتر رطوبت خاک و کاهش دما گردیده و نهایتاً موجب افزایش رطوبت نسبی کانویی ذرت گردید. بنابراین، تعدیل میکروکلیمای کانویی مخلوط می‌تواند موجب افزایش شاخص سطح برگ کانویی مخلوط نسبت به کانویی خالص گردد.

درصد نور دریافتی

درصد نور دریافتی در کشت‌های خالص و کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 2). درصد نور

جدول 1- تیمارهای آزمایشی در تراکم‌های مختلف ذرت و باقلا

Table 1- Experimental treatments as maize and faba bean densities.

Treatments تیمارها	تراکم ذرت در متر مربع Maize density (plants.m ²)	تراکم باقلا در متر مربع Faba bean density (plant.m ²)
کشت خالص ذرت (Monocropped maize)		
Monocropped maize (a ₁)	6	0
Monocropped maize (a ₂)	7	0
Monocropped maize (a ₃)	8	0
کشت خالص باقلا (Monocropped faba bean)		
Monocropped faba bean (b ₁)	0	30
Monocropped faba bean (b ₂)	0	40
Monocropped faba bean (b ₃)	0	50
کشت مخلوط intercropping		
intercropping (a ₁ b ₁)	6	30
intercropping (a ₁ b ₂)	6	40
intercropping (a ₁ b ₃)	6	50
intercropping (a ₂ b ₁)	7	30
intercropping (a ₂ b ₂)	7	40
intercropping (a ₂ b ₃)	7	50
intercropping (a ₃ b ₁)	8	30
intercropping (a ₃ b ₂)	8	40
intercropping (a ₃ b ₃)	8	50

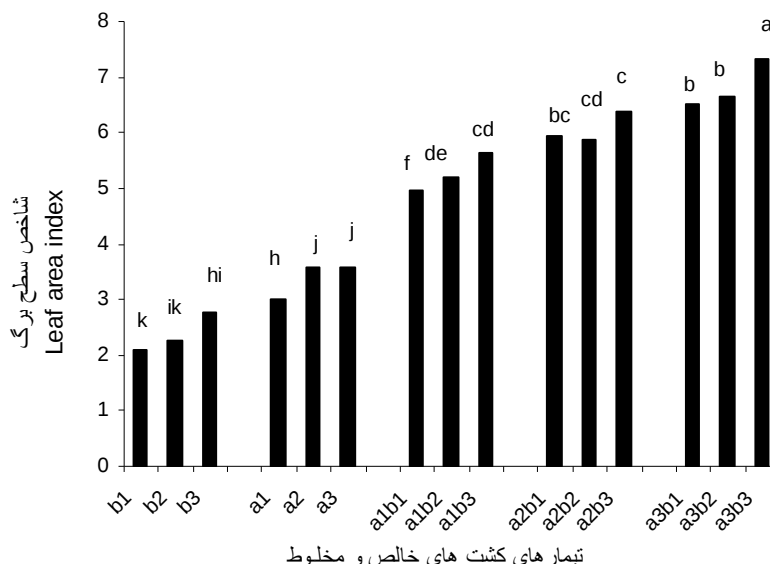
جدول 2- تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد ارزیابی ذرت در کشت مخلوط ذرت و باقلا به همراه کشت خالص ذرت

Table 2- Analysis of variance for measured traits of sole and intercrop maize at different maize and faba bean densities.

میانگین مربعات (MS)					
S.O.V	df درجه آزادی	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	دمای داخل کانویی Canopy temperature	درصد نور دریافتی Light interception	شاخص سطح برگ Leaf area index
تکرار Replication	2	0.591	0.004	9.800	50906.652
تیمار Treatment	14	98.008**	9.144**	569.533**	734267.533**
خطا Error	28	0.838	0.090	10.276	8017.502
CV (%)		11.99	9.32	23.53	33.21

** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

is significant at p≤0.01. **



شکل 1- شاخص سطح ذرت و باقلا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Figure1- Leaf area index of maize and faba bean at the different intercropping treatments

b₁: تراکم 30 بوته باقلا در واحد مترمربع، b₂: تراکم 40 بوته باقلا در واحد مترمربع و b₃: تراکم 50 بوته باقلا در واحد مترمربع

a₁: تراکم 6 بوته ذرت در واحد مترمربع، a₂: تراکم 7 بوته ذرت در واحد مترمربع و a₃: تراکم 8 بوته ذرت در واحد مترمربع

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد ندارند.

b₁, b₂ and b₃: 30, 40 and 50 faba bean plants per m², respectively. a₁, a₂ and a₃: 6, 7 and 8 maize plants per m², respectively.

Means with a same letter are not significant different ($p \leq 0.01$) based on Duncan test.

گزارش کردند (Li et al., 1999; Shikata et al., 2003; et al., 2009). افزایش تراکم باقلا و متفاوت بودن شکل و زاویه برگ برای دو گونه مورد کشت در این تحقیق و پوشش فضاهای خالی کانوبی باعث استفاده بهینه از میزان نور در کشت مخلوط شده است. تفاوت اصلی در دریافت نور با سایر منابع محیطی این است که نور قابل ذخیره شدن نیست، بنابراین، به طور کلی سیستمی در جذب نور موفق‌تر است که اولاً بتواند از نور رسیده به سطح کانوبی حداکثر استفاده را به عمل بیاورد و در ثانی سطوح دریافت کننده دوام بیشتری داشته باشد. از اینرو، سرعت بسته شدن کانوبی با مقدار استفاده از نور رابطه مسقیم دارد. یک برگ یا کانوبی حتی در تراکم‌های مطلوب در کشت خالص نمی‌تواند به طور کامل از نور موجود استفاده کند (Keating & Carbery, 1993). کشت مخلوط دو گونه با آرایش برگی و ارتفاع متفاوت، نسبت به تک کشتی نور بیشتری را از نظر کمی و کیفی جذب می‌کنند (Awal et al., 2006). در واقع در زراعت‌های تک کشتی همواره مقداری از تشعشع فتوسنتزی به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوبی تلف می‌شود. مقدار این تلفات در زراعت‌های مخلوط به دلیل پوشش بیشتر سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تشعشع کل نسبت به تک کشتی بیشتر می‌شود که این مسئله به تنهایی می‌تواند سبب افزایش عملکرد گردد. ماریوتی و ماسونی (Mariotti & Masoni, 1997) نشان دادند که کشت

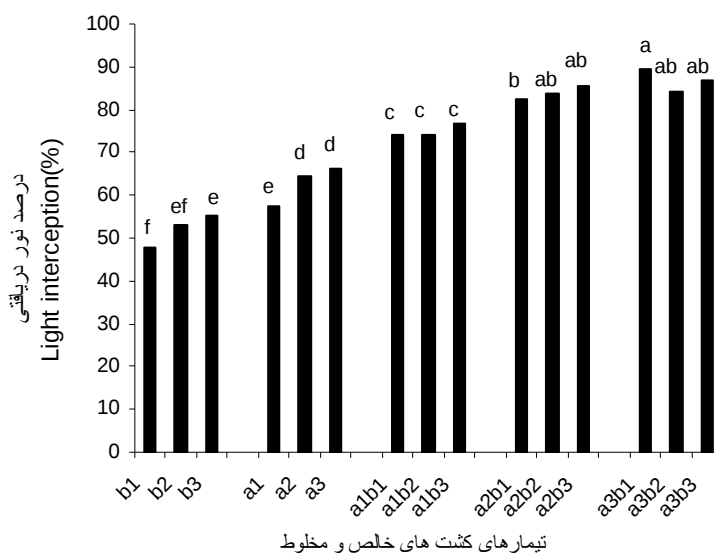
نتایج نشان داد که متوسط نور دریافتی در کشت مخلوط نسبت به میانگین تک کشتی‌های ذرت و باقلا به ترتیب 30 و 37 درصد افزایش نشان داد، علت این امر را می‌توان به افزایش شاخص سطح برگ در تراکم‌های بالا ربط داد که موجب بسته شدن کانوبی شده و از هدر روی نور عبوری به داخل کانوبی کاسته شده است. جذب نور توسط کانوبی کشت مخلوط نسبت به خالص بیشتر بود که به نظر می‌رسد به علت تغییر ساختار کانوبی ذرت و باقلا از طریق مجاورت در کنار یکدیگر باشد. حضور باقلا در زیر کانوبی ذرت منجر به جذب طول موج‌های انتقال یافته و منعکس شده توسط کانوبی ذرت می‌شود و این موضوع باعث افزایش جذب نور کانوبی کشت مخلوط نسبت به خالص در تیمارهای کشت مخلوط، در تمام طول دوره نمو شد. احمدوند و همکاران (Ahmadvand et al., 2006) در کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) نشان داده‌اند که با افزایش مصرف کود نیتروژن از 25 به 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کل نور جذب شده توسط کانوبی از 80 به بیش از 90 درصد افزایش یافت و در هر ارتفاعی از کانوبی درصد جذب تابش در سطح بالای مصرف نیتروژن بیشتر از سطح پایین بود که علت را آن افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ در هر لایه از کانوبی مخلوط بیان نموده‌اند. محققان دیگر نیز کل درصد نور دریافتی را در کشت مخلوط، بالاتر از حالت تک کشتی

ذرت و باقلا در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 2). دمای داخل کانوپی در کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا کمتر از کشت‌های خالص هر دو گونه بود. همچنین دمای داخل کانوپی در تراکم هشت بوته ذرت در کشت خالص کمتر از تراکم‌های شش و هفت بوته ذرت و کشت‌های خالص باقلا بود (شکل 3). نتایج حاکی از این است که متوسط دمای داخل کانوپی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به میانگین تک کشتی‌های ذرت و باقلا به ترتیب 2/17 و 2/88 درجه سانتیگراد کمتر بود. تراکم بوته، کیفیت نور رسیده، جهت کاشت، وزش باد روی دمای کانوپی می‌تواند موثر می‌باشد. جایا و همکاران (Jaya et al., 2008) در کشت مخلوط ذرت و کلم گل (*Brassica oleracea* L.) به این نتیجه رسیدند که در تراکم‌های مطلوب به دلیل سایه‌اندازی ذرت دمای کانوپی مخلوط کمتر شده است. در کشت مخلوط تأثیر مثبت بوته‌های دو گونه که افزایش پوشش زمین، حفظ بیشتر رطوبت خاک، کاهش تبخیر از سطح خاک، افزایش راندمان مصرف آب و افزایش رطوبت نسبی کانوپی را باعث می‌شود، دمای کانوپی را نسبت به کشت خالص پایین می‌آورد (Anthony & Rene, 2008). در مجموع، به استناد این تحقیق و تحقیقات قبلی چنین استنباط می‌شود که دمای میکروکلیمای کانوپی در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص است.

مخلوط یولاف و ماشک به طور متوسط 20 درصد نور بیشتری نسبت به میانگین دریافت تک کشتی‌ها اخذ کرده اند و دلیل این امر کاهش انعکاس نور بوده است. نور موثر در فتوسنتز که ممکن است به خاطر رشد کم ذرت در ابتدای فصل و گذشت سن باقلا در انتهای دوره رشد مورد استفاده قرار نگیرد. با کشت مخلوط این دو گونه با کارایی بیشتری مورد مصرف قرار می‌گیرد. بر اساس یافته‌های کیتینگ و کاربری (Keating & Carbery, 1993) کشت مخلوط گندم و باقلا به دلیل تفاوت در زمان رشد، آرایش شاخ و برگ و شکل کانوپی در دریافت و جذب نور خورشید موفق تر عمل می‌کند. نتایج آزمایشات مختلف نشان می‌دهند که کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت - لوبیا (Li et al., 1999)، ذرت - باقلا (Tsubo et al., 2001)، جو (*Hordeum vulgare* L.) - باقلا (Getachew et al., 2006) نسبت به کشت خالص این گیاهان بالاتر است. به استناد تحقیقات مختلف، بالا بودن کارایی مصرف نور در کشت مخلوط یک مزیت عمده به شمار می‌آید و با انتخاب گیاهان مناسب و ترکیب مطلوب می‌توان از طریق این روش کاشت امکان استفاده از حداکثر نور را فراهم نمود.

دمای داخل کانوپی

دمای داخل کانوپی در کشت‌های خالص و کشت‌های مخلوط



شکل 1- درصد نور دریافتی ذرت و باقلا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Figure2- Light interception of maize and faba bean at the different intercropping treatments

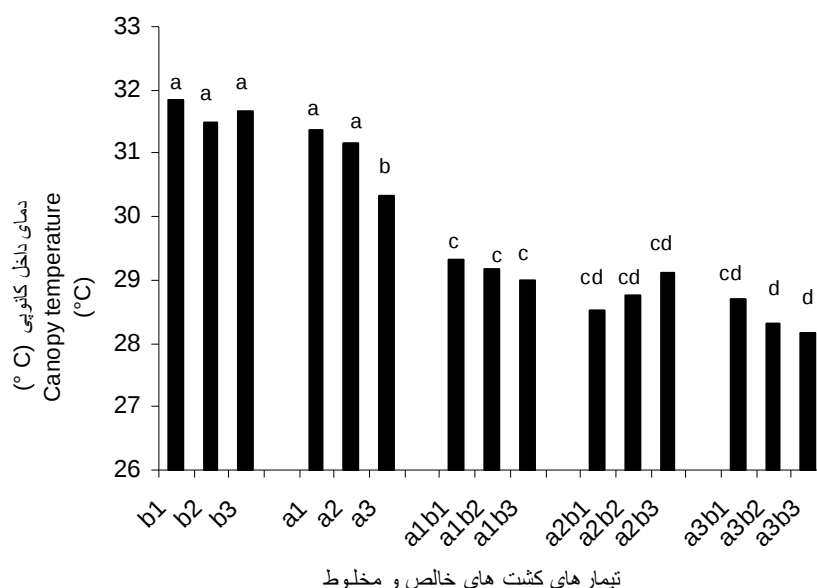
b₁: تراکم 30 بوته باقلا در واحد مترمربع، b₂: تراکم 40 بوته باقلا در واحد مترمربع و b₃: تراکم 50 بوته باقلا در واحد مترمربع
a₁: تراکم 6 بوته ذرت در واحد مترمربع، a₂: تراکم 7 بوته ذرت در واحد مترمربع و a₃: تراکم 8 بوته ذرت در واحد مترمربع
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد ندارند.
b₁, b₂ and b₃: 30, 40 and 50 faba bean plants per m², respectively. a₁, a₂ and a₃: 6, 7 and 8 maize plants per m², respectively.
Means with a same letter are not significant different (p≤0.01) based on Duncan test.

در کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا بالاتر از کشت‌های خالص هر دو گونه بود. همانند شاخص سطح برگ و درصد نور دریافتی، تراکم‌های هفت و هشت بوته ذرت در کشت‌های خالص نسبت به کشت‌های خالص باقلا از شاخص کلروفیل بیشتری برخوردار بودند. به طوری که شاخص کلروفیل ذرت در کشت خالص نسبت به کانوپی خالص باقلا به طور متوسط 4 درصد بالاتر بود. در کشت‌های مخلوط، با افزایش تراکم ذرت و باقلا در واحد سطح، شاخص کلروفیل به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین شاخص کلروفیل در ترکیب تراکم هشت بوته ذرت با 40 بوته باقلا در متر مربع حاصل شد که اختلاف معنی داری را با ترکیبات تراکمی 8 با 50 و 7 با 40 بوته ذرت و باقلا در متر مربع نداشت (شکل 4). از آنجایی که میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک با همدیگر مرتبط هستند، بیشتر بودن میزان کلروفیل در تراکم‌های بالاتر، می‌تواند منجر به افزایش فرآیند فتوسنتز، تولید ماده خشک و عملکرد گردد. شاخص کلروفیل برگ در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی‌های ذرت و باقلا به ترتیب 9/27 و 11/94 درصد بیشتر بود (شکل 4).

زیرا تعرق بیشتر رطوبت نسبی را بالا برده و انرژی ورودی به کانوپی صرف فرآیندهای تولید و فتوسنتز شده و سهم انرژی اختصاص یافته برای گرمایش هوا کاهش می‌یابد. این عوامل خنک شدن نسبی میکروکلیم را موجب می‌شود و از آنجایی که دمای میکروکلیم تا حدی به رطوبت نسبی کانوپی بستگی دارد، هوای مرطوب، دمای کانوپی کشت مخلوط را متعادل نگه می‌دارد و دمای آن نسبت به کانوپی خالص آهسته‌تر سرد می‌شود. در این آزمایش با اضافه شدن تراکم‌های باقلا به کانوپی ذرت، احتمالاً به دلیل بالا رفتن رطوبت نسبی کانوپی و سایه اندازی بیشتر و کاهش هدر روی نور، دمای کانوپی در تراکم‌های بالاتر نسبت به تراکم‌های پایین‌تر، کاهش یافت. شاید از این آزمایش بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که انتخاب تراکم مطلوب موجب متعادل شدن دمای کانوپی در کشت مخلوط می‌شود که این امر هم سبب افزایش سطح برگ و دریافت نور بیشتر و هم سهم تولید عملکرد بالاتر خواهد شد.

شاخص کلروفیل

شاخص کلروفیل در کشت‌های خالص و کشت‌های مخلوط ذرت و باقلا در سطح 1 درصد معنی دار شد (جدول 2). شاخص کلروفیل



شکل 3- دمای داخل کانوپی ذرت و باقلا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Figure 3- Canopy temperature of maize and faba bean at the different intercropping treatments

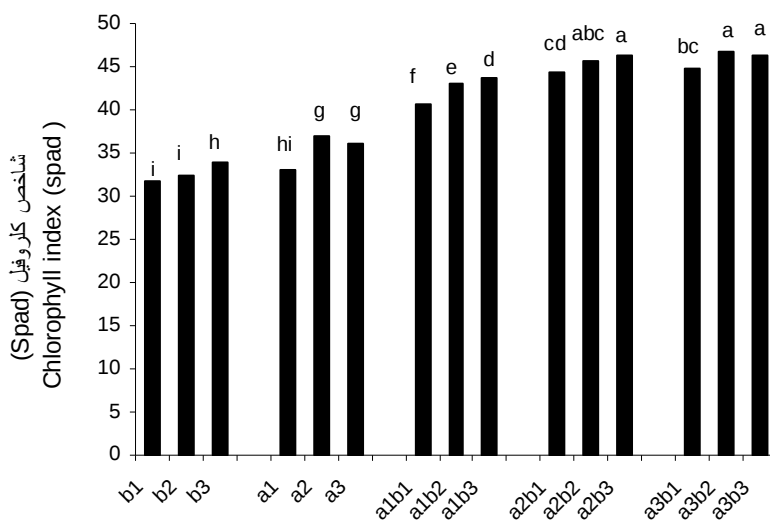
b₁: تراکم 30 بوته باقلا در واحد مترمربع، b₂: تراکم 40 بوته باقلا در واحد مترمربع و b₃: تراکم 50 بوته باقلا در واحد مترمربع
a₁: تراکم 6 بوته ذرت در واحد مترمربع، a₂: تراکم 7 بوته ذرت در واحد مترمربع و a₃: تراکم 8 بوته ذرت در واحد مترمربع
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد ندارند.
b₁, b₂ and b₃: 30, 40 and 50 faba bean plants per m², respectively. a₁, a₂ and a₃: 6, 7 and 8 maize plants per m², respectively.
Means with a same letter are not significant different (p≤0.01) based on Duncan test.

بالتبع سبب بالا رفتن عملکرد ذرت شد. بین نیتروژن، میزان کلروفیل (Argenta et al., 2004) و عملکرد مطلوب ذرت در کشت های مخلوط با سورگوم های دانه ای به ویژه باقلا همبستگی مثبت و قابل قبول وجود دارد.

نسبت برابری زمین (LER)

جدول 3 میزان نسبت برابری زمین (LER) را در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نشان می دهد. کلیه تیمارهای کشت مخلوط LER بالاتری را نسبت به کشت خالص دو گیاه داشتند. نتایج نشان می دهند که تیمار 6 بوته ذرت با تراکم 50 و 40 بوته باقلا بالاترین نسبت برابری زمین (1/97) را به خود اختصاص داده اند که معادل 97/5 درصد افزایش سودمند زراعی نسبت به کشت خالص دو گونه بود. کمترین LER بدست آمده مربوط به تیمار 8 بوته ذرت با تراکم 30 و 40 بوته باقلا و معادل 1/22 بود که در این حالت نیز کشت مخلوط حدود 0/22 هکتار در استفاده از زمین سودمندی نشان می دهد. شاید علت کاهش LER در تراکم های بالاتر را می توان به خاطر رقابت برون گونه ای بین دو گونه ذرت و باقلا نسبت داد.

قوش و همکاران (Ghosh et al., 2006) در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بالاتر بوده است، آنان علت این امر را به سایه اندازی این دو گیاه روی همدیگر و نیتروژن تثبیت شده توسط سویا نسبت دادند. باید خاطر نشان کرد که در بین لگوم های دانه ای، باقلا از بیشترین توانایی تثبیت نیتروژن و انتقال آن به گیاه مجاور برخوردار است (Parsa & Bageri, 2008; Li et al., 1999). شاید بتوان افزایش کلروفیل ذرت به موازات افزایش تراکم باقلا را به استفاده ذرت از نیتروژن تثبیت شده توسط باقلا به همراه نیتروژن خاک در کشت مخلوط نسبت داد. البته برگ های گیاهان در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، اغلب غلظت کلروفیل بیشتری دارند (Ghosh et al., 2006) که این امر نیز می تواند مزید بر علت باشد. در آزمایشی که توسط ونکیو و همکاران (Wenxue et al., 2005) صورت گرفت مشاهده شد، در کشت مخلوط ذرت و باقلا راندمان مصرف نیتروژن نسبت به تک کشتی این دو گونه بالا رفت. این استفاده بهینه از نیتروژن خاک و نیتروژن تثبیت شده توسط گره های ریشه باقلا باعث افزایش معنی دار میزان کلروفیل و فتوسنتز برگ و



تیمارهای کشت های خالص و مخلوط

شکل 4- شاخص کلروفیل برگ ذرت و باقلا در تیمارهای مختلف کشت مخلوط

Figure 4- Chlorophyll index of maize and faba bean at the different intercropping treatments

b₁: تراکم 30 بوته باقلا در واحد مترمربع، b₂: تراکم 40 بوته باقلا در واحد مترمربع و b₃: تراکم 50 بوته باقلا در واحد مترمربع

a₁: تراکم 6 بوته ذرت در واحد مترمربع، a₂: تراکم 7 بوته ذرت در واحد مترمربع و a₃: تراکم 8 بوته ذرت در واحد مترمربع

میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 1 درصد ندارند.

b₁, b₂ and b₃: 30, 40 and 50 faba bean plants per m², respectively. a₁, a₂ and a₃: 6, 7 and 8 maize plants per m², respectively.

Means with a same letter are not significant different (p≤0.01) based on Duncan test.

(1999) در کشت مخلوط ذرت و باقلا بالاترین نسبت برابری زمین را برابر 1/22 گزارش کردند، که 22 درصد افزایش سودمندی نسبت به تک کشتی دو گونه بود. در بررسی که توسط گتاچو و همکاران et al. (2006) (Getachew al., 2006) در کشت مخلوط جو و باقلا انجام گرفت، نسبت برابری زمین به 1/23 افزایش یافت. راجی (Raji, 2007) در کشت مخلوط کنف (*Hibiscus cannabinus* L.) با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) مقدار LER را بالاتر از یک گزارش کرده است. که نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. نتایج مشابهی توسط آسیم و همکاران (Aasim et al., 2008) و بینگچنگ و همکاران (Bingcheng et al., 2008) گزارش شده است. بنابراین، به استناد تحقیقات مختلف و منجمله این تحقیق، در کشت مخلوط لگوم و غلات، نسبت برابری زمین که به عنوان معیاری برای مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مطرح است، همواره بالاتر از یک بوده است که حاکی از مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آنها می‌باشد.

کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد دانه مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. اضافه عملکرد به دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلافات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین آنها و کمتر بودن علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت داد (Hemayati et al., 2002). قنبری (Ghanbari, 2000) بالا بودن LER از یک را به خاطر تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط نسبت داده است. وقتی دو گونه در مجاورت هم رشد می‌کنند، هر دو گونه بری جذب عناصر غذایی در رقابت خواهند بود. اگر یکی از گونه‌ها دارای منبع دیگری مانند گره-های تثبیت نیتروژن باشد، در این صورت فشار رقابتی کاهش می‌یابد. چرا که گونه لگوم در جذب نیتروژن موجود در خاک با گونه مجاور رقابت کمتری خواهد داشت. در نتیجه دو گونه به رقابت در مورد سایر منابع و یا شاید نور می‌پردازند (Vandermeer, 1989). بنابراین بالا بودن LER از یک در بیشتر تحقیقات کشت مخلوط را به عوامل ذکر شده می‌توان نست داد. هایمس و لی (Haymes & Lee, 1999) در کشت مخلوط گندم و باقلا و لی و همکاران (Li et al., 1999)

جدول 3- عملکردهای نسبی و نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه در ترکیبات تیماری مختلف کشت مخلوط ذرت و باقلا
Table 3. Relative yields (RY), land equivalent ratio (LER) for grain yields of maize and faba bean at the different intercropping densities

Treatments تیمارها	Maize (RY) عملکرد نسبی ذرت	Faba bean (RY) عملکرد نسبی باقلا	LER نسبت برابری زمین
(a ₁ b ₁)	0.74	1.17	1.91
(a ₁ b ₂)	0.78	1.19	1.97
(a ₁ b ₃)	0.78	1.19	1.97
(a ₂ b ₁)	0.63	1.19	1.82
(a ₂ b ₂)	0.63	1.10	1.73
(a ₂ b ₃)	0.65	0.78	1.43
(a ₃ b ₁)	0.64	0.58	1.22
(a ₃ b ₂)	0.64	0.58	1.22
(a ₃ b ₃)	0.64	0.7	1.34

b₁: تراکم 30 بوته باقلا در واحد مترمربع، b₂: تراکم 40 بوته باقلا در واحد مترمربع و b₃: تراکم 50 بوته باقلا در واحد مترمربع

a₁: تراکم 6 بوته ذرت در واحد مترمربع، a₂: تراکم 7 بوته ذرت در واحد مترمربع و a₃: تراکم 8 بوته ذرت در واحد مترمربع

b₁, b₂ and b₃: 30, 40 and 50 faba bean plants per m², respectively. a₁, a₂ and a₃: 6, 7 and 8 maize plants per m², respectively.

منابع

- 1- Aasim, M., Umer, E.M., and Karim, A. 2008. Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting pattern. Journal of Tarim Bilimleri Dergis 4: 326-333.
- 2- Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and Land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. European Journal of Agronomy 25: 202 –207.
- 3- Ahmadvand, A., Nasiri- Mahalati, M., and Koocheki, A. R. 2006. Effect of light competition and nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat. Journal of Agricultural Science and Natural Resource 6: 1-12. (In Persian with English Summary)
- 4- Anthony, R.S., and Rene, C.V. 2008. Land equivalent ratios, Light interception, and water in annual intercrops in the presence or absence of in-crop herbicides. Agronomy Journal 100: 1145-1154.
- 5- Argenta, G., Silva, P.F., and Sangoi, L. 2004. Leaf relative chlorophyll content as a parameter to predict nitrogen fertilization in maize. Cienica Rural, Santa Maria 34: 1379-1387.
- 6- Awal, M. A., Koshi, H., and Iked, T. 2006. Radiation interception and use by maize / peanut intercrop canopy.

- Agricultural and forest meteorology 139: 74- 83.
- 7- Beyshlag, W., Barnes, P. W., Rywel, R., Caldwell, M.M., and Flint, S.D. 1990. Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model. II. Influence of photosynthetic characteristics on mixtures of wheat and wild oat. *Ecological Journal* 82: 374-380.
 - 8- Bingcheng, X., Shan, L., Zhang, S., Deng, X., and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row – replacement in semiarid region northwest china *African Journal Biotechnology* 7: 4056-4067.
 - 9- France, B., Urska, Z., Silva, G. M., Martina, B., and Laszlo, R. 2000. Competitive ability of maize in mixture with climbing bean in organic farming. Available at: [http:// www. Organic. org](http://www.Organic.org).
 - 10- Getachew, A., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and Land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. *European Journal of Agronomy* 25: 202 –207.
 - 11- Ghanbari, B.A. 2000. Intercropping field bean (*Vicia faba* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) as a low-input forage. PhD Thesis Wye Collage University of London UK.
 - 12- Ghosh, P.K., Manna, M.C., Bandyopadhyay, K.K., Ajay, A.K., Tripathi, R.H., Wanjari, K. M., Hati, A. K., Misra Charya, C. L., and Subba Rao, A. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean-sorghum intercropping system. *Agronomy Journal* 98(4): 1097-1108.
 - 13- Haugaard – Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E. S. 2001. Inter-specific competition, N-use and interference with weed in pea – barley intercropping. *Field Crop Research* 70: 101 –109.
 - 14- Haymes, R., and Lee, H.C. 1999. Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and field bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research* 62:167-176.
 - 15- Hemayati, S., Siadat, A., and Sadeghzade, F. 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities, Iranian. *Journal of Agricultural Science* 25: 73-87. (In Persian with English Summary)
 - 16- Hosseini, S. M. B., Mazaheri, D., Jahansouz, M. R., and Yazdi Samadi, B. 2003. The effects of nitrogen levels on yield and yield components of forage millet (*Pennisetum americanum*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in intercropping system. *Pajouhesh v Sazandegi* 59: 60-67. (In Persian with English Summary)
 - 17- Jaya, K.D., Bell, V.J., and Sale, P.W. 2008. Modification of within-canopy microclimate in maize for intercropping in the lowland tropics. Available at: [http:// www.regional.org.au](http://www.regional.org.au).
 - 18- Kayhan, F.P., Dutilleul, P., and Smith, D. 1999. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn. *Crop Science* 39: 1784-1791.
 - 19- Keating, M., and Carbery, J. 1993. Light interception and yield in legume-cereal intercropping. *Field Crops Research* 1: 75-79.
 - 20- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi H., and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. *Journal of Agroecology* 1: 13-23. (In Persian with English Summary).
 - 21- Li, L., Yang, S., Zhang, X., and Christie, F. 1999. Inter-specific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant and Soil* 212: 105 – 114.
 - 22- Mason, S.C., Leihner, D.E., Vorst, J.J., and Salazar, E. 1986. Cassava-cowpea and cassava-peanut intercropping. I. Leaf area index and dry matter accumulation. *American Society of Agronomy Journal* 78: 47-53.
 - 23- Minale, L., Tilahun, T., and Alemayehu, A. 2001. Determination of nitrogen and phosphorus pertilizer levels in different maize-faba bean intercropping patterns in northwestern Ethiopia. *Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference* pp: 513-518.
 - 24- Nasrullahzadeh, S., Ghassemi – Golezani, K., Javanshir, A., Valizadeh M., and Shakiba, M. R. 2007. Effects of shade stress on ground cover and grain yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Food, Agriculture and Environment* 1: 337- 340.
 - 25- Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. *Pulses*. Ferdowsi University of Mashhad Press. 522 pp. (In Persian).
 - 26- Raji, J. A. 2007. Intercropping kenaf and cow pea. *African Journal of Biotechnology* 6: 2807-2809.
 - 27- 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).
 - 28- Shikata, K., Matsushita, Y., Naw, E., and Sakuratani, T. 2003. Effect of intercropping with maize on the growth and light environment of cowpea. *Japanese Journal of Tropical Agriculture* 47: 17-26.
 - 29- Singer, J. W., Sauer, T. S., Blaser, B. C., and Meek, D. W. 2007. Radiation use efficiency in winter cereal forage production systems. *American society of Agronomy* 99: 1175-1179.
 - 30- Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *European Journal Agronomy* 25: 60-70.
 - 31- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/inter cropping systems with different orientations. *Field Crops Research* 71: 17 – 29.
 - 32- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H. O. 2004. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semiarid regions I. Model development. *Field Crops Research* 90: 48-61.

- 33- Vandermeer, J. H. 1989. The Ecology of Intercropping, Cambridge Univ. ersity Press. pp: 297.
- 34- Watiki, J. M., Fukai, S., Banda, J. A., and Keating, B. A. 1993. Radiation interception and growth of maize/cowpea intercrop as affected by maize plant-density and cowpea cultivar. Field Crops Research 35: 123-133.
- 35- Wenxue, L., Long, L., Jianhao, S., Tianwen, G., Fusuo, Z., Xingguo, B., Peng, A., and Tang, C. 2005. Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate presentinthe profile of orthic an orthic anthrosolwest china. Agriculture Ecosystems and Environment 105: 483 – 491.
- 36- Willey, R.W. 1979. Intercropping-its importance and research needs.Part-1. Competition and yield advantages. Field Crops Research 32: 1-10.
- 37- Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping system. Journal of Agriculture Water Management 17: 215-231.



واکنش خصوصیات رشدی و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) به کاربرد همزمان کود دامی، گونه‌های تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و سودوموناس (*Pseudomonas* spp.)

عطاءاله شاهسواری¹، همت‌اله پیردشتی^{2*}، آلاله متقیان³ و محمدعلی تاجیک قنبری²

تاریخ دریافت: 89/7/7

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

به منظور بررسی اثرات کاربرد توأم کود دامی، گونه‌های مفید تریکودرما و باکتری سودوموناس بر خصوصیات سبزشدن، رشد و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) (رقم دریا) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت گلخانه‌ای اجرا گردید. تیمارها شامل کود دامی (گاوی) در سه سطح (10، 20 و 30 تن در هکتار)، سه گونه تریکودرما (*T. viridae*, *T. harzianum*, *Trichoderma*) و کود دامی (*hamatum*) و کاربرد و یا عدم کاربرد باکتری سودوموناس (*Pseudomonas* spp.) بود. نتایج نشان داد که تیمارهای شاهد و 10 تن در هکتار کود دامی اثر معنی داری بر درصد سبزشدن و سرعت ظهور نهایی گیاهچه در مقایسه با سطوح 20 و 30 تن در هکتار داشتند. در این آزمایش حداکثر عملکرد دانه در سطح 20 تن در هکتار کود گاوی تلقیح شده با *T. viridae* و *T. harzianum* مشاهده شد. سطوح 10 و 20 تن در هکتار کود دامی به ترتیب موجب افزایش 39/72 و 19/47 درصدی شاخص برداشت و بیوماس گیاه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) شدند. قارچ *T. viridae* نیز بیوماس گیاه را نسبت به *T. harzianum* به طور معنی داری (3/60 درصد) افزایش داد. قارچ *T. harzianum* موجب افزایش شاخص برداشت در مقایسه با *T. viridae* و *T. hamatum* گردید. همچنین کاربرد باکتری سودوموناس موجب افزایش بیوماس و شاخص برداشت نسبت به تیمار عدم کاربرد گردید. نتایج نشان داد که به موازات افزایش کود دامی، تعداد کلنی هر سه گونه تریکودرما در خاک اطراف ریشه به طور معنی داری افزایش یافت. حداکثر جمعیت میکروبی خاک در سطح 30 تن در هکتار کود دامی تلقیح شده با *T. harzianum* به میزان $74/68 \times 10^8$ اسپور در میلی گرم وزن خشک خاک مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سبزشدن، سرعت ظهور تجمعی، عملکرد دانه، کود گاوی

مقدمه

بررسی بهبود تغذیه و رشد گیاهان زراعی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Avis et al., 2008; Bennett & Whipps, 2008; Yazdani et al., 2008)

بررسی‌ها نشان می‌دهد که قارچ تریکودرما تحت مکانیسم‌های خاصی مانند ترشح آنزیم (زیلاناز و سلولاز که می‌توانند مستقیماً تولید اتیلن در گیاه را به منظور واکنش دفاعی در حضور عامل بیماری‌زا تحریک نمایند)، تولید آنتی‌بیوتیک، نفوذ به باکتری‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا، دفع مسمومیت و افزایش انتقال قند و اسیدهای آمینه در ریشه گیاهان موجب ایجاد مقاومت القائی در برابر تنش و کنترل بیولوژیک بیماری‌های خاکی می‌شود (Harman, 2006). در همین راستا گزارش شده است بعضی از گونه‌های تریکودرما از جمله *Trichoderma harzianum* و *T. viridae* با برخورداری توأم از خواصی مثل میکوپارازیتسم، آنتی‌بیوزیس و قابلیت رقابت ساپروفیتی قادرند جمعیت قارچ‌های بیماری‌زا را به میزان قابل توجهی کاهش

امروزه لزوم ارتقای کیفیت و سلامت محصولات تولید شده در بخش‌های مختلف کشاورزی همراه با افزایش راندمان تولید موجب ترغیب این بخش به استفاده از مواد آلی همچون بقایای گیاهی و کودهای دامی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نظام کشاورزی پایدار گردید (Tarango Rivero et al., 2009; Zhou et al., 2005). همچنین در سال‌های اخیر مطالعه بیولوژی ریزوسفر از جمله میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی مانند گونه‌های مختلف تریکودرما (*Trichoderma* spp.) و باکتری‌ها به منظور

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، استادیار، کارشناس ارشد زراعت پژوهشکده برنج و مرکبات و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(*) - نویسنده مسئول: (Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

1/5 اتمسفر به مدت 30 دقیقه) منتقل گردید (Cavalcante et al., 2008). پس از 5 روز اسپورزایی میزان 10 گرم از محیط کشت سبوس به همراه اسپوره‌های قارچ تریکودرما پس از رقیق شدن با آب مقطر با احتساب 10^8 واحد کلنی ساز (cfu)² در هر گرم سبوس گندم جهت تلقیح برای خاک هر گلدان (12 کیلوگرم خاک) در نظر گرفته شد (Walker, 1998). خصوصیات شیمیایی خاک و کود دامی مورد استفاده در جدول 1 آمده است.

در هر گلدان پلاستیکی (به قطر 25 و ارتفاع 28 سانتی متر) 20 عدد بذر گندم رقم دریا کشت و پس از ظهور نهایی گیاهچه (7 روز پس از کاشت) گیاهچه‌ها به تعداد سه عدد تنک گردید. آبیاری گلدان‌ها هر دو روز یک بار به طور یکنواخت انجام شد و هر هفته یکبار نیز گلدان‌ها جابجا گردید تا تمام گیاهان در شرایط محیطی (نور و گرما) یکسان قرار گیرند. در این آزمایش تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده طی هفت روز متوالی پس از کاشت شمارش گردید. درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها هفت روز پس از کاشت تعیین شد، برای محاسبه متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها (MET)³ با در نظر گرفتن زمان لازم برای ظهور 50 درصد گیاهچه‌ها و زمان لازم برای حداکثر ظهور گیاهچه‌ها (برحسب تعداد روز از زمان کاشت) از معادله 1 (Orchad, 1977) استفاده شد:

$$MET = \frac{\sum fxi}{F} \quad \text{معادله (1)}$$

در این رابطه fx تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در میانه دوره ظهور، x (روز سوم) و F حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در این دوره می باشد و سرعت ظهور گیاهچه (FER)⁴ با استفاده از معادله زیر (Abdul baki & Anderson, 1973) تعیین گردید:

$$FER = \frac{\text{درصد ظهور نهایی گیاهچه‌ها}}{\text{تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت‌برداری}} \quad \text{معادله (2)}$$

سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER)⁵ با استفاده از معادله 3 (Orchad, 1977) اندازه‌گیری شد.

در مرحله رسیدگی گیاه صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول و وزن سنبله، بیوماس، عملکرد و شاخص برداشت هر بوته اندازه‌گیری شد. پس از برداشت گیاه، از خاک گلدان نمونه برداری و جهت برآورد تعداد و تراکم قارچ تریکودرما از محیط کشت جامد رزبنگال-سیب زمینی-دکستروز-آگار (Askew & Laing, 1993) استفاده گردید. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با کمک نرم‌افزار SAS (Institute, 1997) و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

دهند (Woo et al., 2006).

علاوه بر مزایای کنترل بیولوژیک این گونه قارچ‌ها، بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و خصوصیات رشدی گیاهانی مانند زیره (*Cuminum cyminum* L.) (Haggag & Abo-Sedera, 2005)، خیار (*Cucumis sativus* L.) (Yedidia et al., 2001)، اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) (Motaghian et al., 2009)، نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) (Kucuk et al., 2007)، سویا (*Glycine max* L.) (Yazdani et al., 2008)، قارچ صدفی (*Juglans regia* L.) (Jayalal & Adikaram, 2007)، و موز (*Musa sapientum* L.) (Tarango Rivero et al., 2009) در تیمار با گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما مانند *T. harzianum*، *T. viridae*، *T. hamatum*، *T. virens*، *T. koningii* و به‌ویژه *T. harzianum* گزارش شده است.

امروزه کاربرد باکتری‌های مفید خاکزی نیز به منظور کنترل بیولوژیک و افزایش رشد گیاه در بخش کشاورزی رو به افزایش است. تأثیر مثبت گونه‌های باکتری *Pseudomonas* spp. مانند *P. putida*، *P. fluorescens* و *P. chlororaphis* بر رشد گیاهان به واسطه بهبود تغذیه گیاه (با قابلیت افزایش حلالیت و سهولت جذب فسفر) و نیز تولید هورمون ایندول استیک اسید¹ (IAA) گزارش شده است (Avis et al., 2008; Kang et al., 2006; Patten & Glick, 2002).

با توجه به موارد مطرح‌شده و لزوم تحقیقات مرتبط با کشاورزی پایدار هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر مقادیر مختلف کود دامی، سه گونه قارچ سودمند تریکودرما (*T. harzianum*، *T. hamatum*، *T. viridae*) و نیز باکتری *Pseudomonas putida* (با نام تجاری فسفر بارور 2) بر خصوصیات ظهور گیاهچه، رشد و عملکرد گندم بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلدانی در سال 1388 اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح تیمار کودی (شاهد بدون مصرف کود، 10، 20 و 30 تن کود دامی در هکتار)، تلقیح سه گونه قارچ تریکودرما (*T. harzianum*، *T. hamatum*، *T. viridae*)، کاربرد و یا عدم کاربرد باکتری سودوموناس (فسفات بارور 2 حاوی گونه‌های مختلف باکتری سودوموناس) بودند.

در این آزمایش سویه‌های قارچ تریکودرما جهت تکثیر در محیط کشت PDA (آگار - دکستروز - سیب زمینی) در دمای 25 درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته تکثیر گردید و سپس به بستر کشت سبوس گندم استریل (اتوکلاو در دمای 120 درجه سانتی‌گراد و فشار

2- Colony forming units

3- Mean Emergence Time (MET)

4- Field Emergence Rate (FER)

5- Cumulative Emergence Rate (CER)

1- Indole-3- Acetic Acid

$$CER = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} + \dots + \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های شمارش شده}}{\text{تعداد روز تا شمارش نخست}} \quad (3) \text{ معادله}$$

جدول 1- خصوصیات شیمیایی خاک و کود گاوی استفاده شده در آزمایش

Table 1. Chemical properties of studied soil and cattle manure

اسیدیته (pH)	نسبت کربن به نیتروژن C/N ratio	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن (درصد) N (%)	خصوصیات Properties
7.52	10.95	278.05	14	0.23	خاک (Soil)
8.18	13.23	680.80	4500	1.03	کود گاوی (cattle manure)

حالی که یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2008) افزایش متوسط زمان ظهور گیاهچه تحت تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری، کود دامی و ورمی کمپوست را گزارش نمودند. همچنین این محققان کاربرد دو گونه قارچ هارزیانوم و ویریدی را در افزایش متوسط زمان ظهور گیاهچه نسبت به شاهد (عدم کاربرد قارچ) مؤثر دانستند.

- سرعت ظهور نهایی گیاهچه (FER)

همان‌طور که در جدول 2 مشاهده می‌شود تأثیر تلقیح گونه‌های قارچ و کاربرد باکتری بر صفت مذکور معنی‌دار نبوده است اما کاربرد کود دامی تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. در این آزمایش تیمارهای شاهد و سطح 10 تن در هکتار کود دامی در یک گروه آماری نسبت به سطوح 20 و 30 تن کمپوست سرعت ظهور نهایی گیاهچه را افزایش دادند (جدول 2).

- سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (CER)

در این آزمایش تأثیر تیمار کودی و کاربرد قارچ بر سرعت ظهور تجمعی گیاهچه گندم معنی‌دار بود ($p \leq 0/01$) به طوری که تیمارهای کودی 10 و 30 تن در هکتار به ترتیب از حداکثر و حداقل مقدار این صفت برخوردار بودند (جدول 2). همچنین گونه *T. hamatum* موجب افزایش 6/17 درصدی سرعت ظهور تجمعی گیاهچه نسبت به قارچ *T. harzianum* گردید و *T. viridae* از لحاظ این صفت اثر بینابینی را نشان داد (جدول 2). در حالیکه بنابر گزارش یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2008) تأثیر تیمارهای کمپوست زباله شهری و کود دامی بر سرعت ظهور تجمعی گیاهچه سویا معنی‌دار نبوده است و مصرف 20 تن در هکتار ورمی کمپوست نیز موجب کاهش این صفت نسبت به تیمار شاهد گردید. این محققان اظهار داشتند که دو گونه

نتایج و بحث

اثر مصرف کود، قارچ و باکتری بر خصوصیات ظهور گیاهچه گندم

- درصد ظهور نهایی گیاهچه

با توجه به معنی‌دار بودن تأثیر تیمار کودی بر ظهور نهایی گیاهچه گندم، حداکثر درصد ظهور گیاهچه در تیمار 10 تن کمپوست دامی و شاهد مشاهده شد، در حالی که تیمارهای 20 و 30 تن در هکتار کمپوست دامی کاهش تقریباً 11/10 درصدی ظهور گیاهچه را نسبت به گیاه شاهد نشان دادند (جدول 2). در حالی که بنابر گزارش یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2008) تفاوت معنی‌داری بین شاهد و سطح 20 تن کود دامی و کمپوست زباله شهری از لحاظ درصد ظهور نهایی گیاهچه سویا مشاهده نشد.

- متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها (MET)

برآورد میانگین زمان ظهور گیاهچه معیاری از مدت زمان مورد نیاز برای ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه می‌باشد (Orchard, 1977). همان‌طور که در جدول 2 ملاحظه می‌شود، تفاوت تیمارهای کودی از لحاظ متوسط زمان ظهور گیاهچه معنی‌دار بود، به طوری که سطوح مختلف کود آلی (در گستره عددی 0/30 الی 0/35 گیاهچه در روز) کاهش تقریباً 30/10 درصدی را نسبت به شاهد موجب شدند (جدول 2)، این مطلب بیانگر افزایش سرعت استقرار گیاه بوده و از مزایای مصرف کودهای آلی تلقی می‌شود. علاوه بر آن نتایج نشان داد که استفاده از *T. hamatum* از لحاظ این صفت نسبت به گونه‌های *T. harzianum* و *T. viridae* برتری داشته است. به احتمال زیاد تأثیر گونه مذکور بر کاهش متوسط زمان ظهور گیاهچه به اثر افزایشی رشد و تولید ترکیب‌های افزایشنده رشد مربوط می‌شود. در

موجب بهبود خصوصیات رشدی تربچه (*Raphanus sativus* L.) گردید. در بین گونه های تریکودرما، *T. viridae* نسبت به *T. harzianum* برتری نشان داد و *T. hamatum* از لحاظ آماری اثر بینابینی داشت (جدول 3). (Chandanie et al., 2009) در بررسی تلفیق قارچ آربوسکولار میکوریزا و *T. harzianum* به منظور کنترل بیماری مرگ گیاهچه¹ و بهبود رشد خیار افزایش بیوماس گیاه را گزارش نمودند و اظهار داشتند که *T. harzianum* به تنهایی افزایش معنی دار وزن خشک اندام هوایی را موجب گردید، اما در تلفیق با قارچ آربوسکولار میکوریزا این افزایش قابل ملاحظه بوده است. در این آزمایش کاربرد باکتری سودوموناس از لحاظ آماری در مقایسه با عدم کاربرد برتری نشان داد (جدول 3).

- شاخص برداشت

حداکثر شاخص برداشت در سطح 10 تن در هکتار کود دامی مشاهده شد (جدول 3). سطوح 10، 20 و 30 تن در هکتار به ترتیب باعث افزایش 40/05، 37/30 و 31/38 درصدی این شاخص نسبت به شاهد گردیدند. در بین گونه های تریکودرما، *T. harzianum* و *T. hamatum* به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر بر شاخص برداشت گندم را دارا بودند. علاوه بر آن تیمار کاربرد باکتری سودوموناس نسبت به عدم کاربرد آن برتری قابل ملاحظه ای داشت (جدول 3).

- وزن هزار دانه

مقایسه میانگین های ساده تیمارها (جدول 3) نشان داد که سطح 30 تن در هکتار کود دامی و تیمار شاهد به ترتیب از حداکثر و حداقل وزن هزار دانه گندم برخوردار بودند. همچنین تأثیر قارچ *T. viridae* نسبت به *T. harzianum* و *T. hamatum* روی این صفت بیشتر بود. در این آزمایش کاربرد باکتری سودوموناس موجب افزایش معنی دار وزن هزاردانه نسبت به تیمار عدم کاربرد گردید (جدول 3). در همین زمینه رضوان بیدختی و همکاران (Rezvan Beidokhti et al., 2009) افزایش معنی دار وزن هزاردانه گندم را در کاربرد سویه های باکتری سودوموناس نسبت به شاهد (بدون باکتری) گزارش نمودند. با توجه به شکل 1- ج در تیمار شاهد و 20 تن کود دامی در هکتار بین گونه های قارچ اختلاف معنی داری از نظر تأثیر بر وزن هزاردانه وجود ندارد اما نحوه ی تأثیر آن ها در تیمارهای 10 و 30 تن در هکتار کود دامی متفاوت است. در سطح 10 تن کود دامی در هکتار *T. viridae* باعث افزایش وزن هزاردانه در مقایسه با دو گونه دیگر شد و دو گونه دیگر اثر چشمگیری نداشتند. در سطح 30 تن کود دامی در هکتار هر سه گونه قارچ باعث افزایش وزن هزاردانه شدند اما گونه *T. viridae* اثر بیشتری نسبت به دو گونه دیگر داشت.

T. viridae و *harzianum* سرعت ظهور تجمعی گیاهچه را نسبت به شاهد افزایش دادند.

در بررسی اثر متقابل کود در قارچ مشخص گردید که بین اثر سه گونه قارچ تریکودرما بر سرعت ظهور تجمعی در تمام تیمار کودی غیر از شاهد تفاوت معنی داری وجود ندارد و تنها *T. hamatum* باعث افزایش سرعت ظهور تجمعی گیاهچه نسبت به دو گونه دیگر شده است (شکل 1- الف).

اثر مصرف کود، قارچ و باکتری بر صفات زراعی و عملکرد گندم

- عملکرد دانه

در این آزمایش حداکثر عملکرد دانه در تیمار 20 تن در هکتار کود دامی مشاهده شد. سطوح 10 و 30 تن در هکتار نیز به ترتیب 45/94 و 41/60 درصد افزایش عملکرد نسبت به شاهد داشتند. کاربرد باکتری موجب بهبود 9/18 درصدی عملکرد گندم نسبت به عدم کاربرد آن گردید (جدول 3). در همین راستا رضوان بیدختی و همکاران (Rezvan Beidokhti et al., 2009) افزایش قابل توجه عملکرد گندم تحت تیمار سویه های مختلف باکتری *P. putida* در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد باکتری) را گزارش نمودند.

بین اثر گونه های قارچ بر روی عملکرد در تیمار شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نشد اما در سطوح کود دامی تفاوت هایی از این لحاظ دیده شد به طوری که در 10 و 20 تن در هکتار کود دامی گونه های *T. viridae* و *T. harzianum* اثر یکسان و مثبتی نسبت به گونه *T. hamatum* داشتند در حالی که در سطح 30 تن کود دامی گونه *T. harzianum* نسبت به *T. viridae* برتری نشان داد (شکل 1.ب). در این راستا هاگاس و ابوسدرا (Haggag & Abo-Sedera, 2005) افزایش عملکرد و بیوماس زیره را در کاربرد تلفیقی کود آلی (کمپوست) و قارچ *T. harzianum* به واسطه بهبود تغذیه گیاه بیان داشتند.

- بیوماس

تأثیر کود، قارچ و باکتری بر بیوماس گیاه گندم معنی دار بود. به طوری که تیمار 20 تن در هکتار کود دامی حداکثر بیوماس گیاه را موجب شد و سطوح 10 و 30 تن در هکتار نیز با تفاوت قابل ملاحظه ای نسبت به شاهد برتری نشان دادند (جدول 3). در این راستا آرنکون و همکاران (Arancon et al., 2008) بهبود رشد و بیوماس گیاه اطلسی (*Petunia hybrida* L.) را در گستره 10 الی 50 % کمپوست کود گاوی در ترکیب بستر کشت گزارش نمودند و افزایش بیش از این مقدار را موجب محدودیت رشد گیاه دانستند. همچنین ژو و همکاران (Zhou et al., 2005) اظهار داشتند که کاربرد کود مرغی

- طول و وزن خوشه

تأثیر تیمارهای کودی، قارچ و باکتری بر طول خوشه از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول 3). با توجه به اینکه صفت مذکور از جمله صفاتی است که معمولاً تحت تأثیر ژنتیک گیاه نمود پیدا می کند، بنابراین نتیجه مشاهده شده منطقی به نظر می رسد. در بررسی وزن خوشه تحت تیمارهای مورد بررسی نیز مشخص گردید که سطح 20 تن در هکتار کود دامی با میانگین 2/03 گرم در بوته نسبت به سایر سطوح کودی، گونه های *T. viridae* و *T. harzianum* به ترتیب با میانگین 1/70 و 1/76 گرم در بوته نسبت به *T. hamatum* (میانگین 1/59 گرم در بوته) و کاربرد باکتری سودوموناس در مقایسه با تیمار عدم کاربرد، برتری نشان دادند (جدول 3). در بررسی اثر متقابل کود در قارچ نیز مشخص گردید که سطح 20 تن در هکتار کود دامی در تلقیح با قارچ *T. viridae* حداکثر وزن خوشه (میانگین 2/20 گرم در بوته) را موجب گردید (شکل 1.د). بنابراین گزارش تارانگو ریورو و همکاران (Tarango Rivero et al., 2009) کودهای آلی در تلقیح با گونه های مختلف قارچ تریکودرما نقش مؤثرتری در بهبود رشد گیاه دارند.

- قطر ساقه

در این آزمایش سطوح مختلف کود آلی در یک گروه آماری قطر ساقه را نسبت به شاهد افزایش دادند و تأثیر گونه های قارچ مورد بررسی و کاربرد باکتری بر این صفت از لحاظ آماری معنی دار نبوده است (جدول 3). نتایج اثر متقابل کود در قارچ نشان داد که قارچ *T. harzianum* در سطوح 10 و 20 تن کود دامی قطر ساقه را نسبت به شاهد افزایش داشت و *T. viridae* نیز در سطح 10 تن کود دامی نسبت به شاهد برتری داشت (شکل 1-ه).

- ارتفاع گیاه

حداکثر ارتفاع گیاه (حدود 74 سانتی متر) در تیمار شاهد و سطح 10 تن در هکتار کود دامی مشاهده شد و کاربرد باکتری سودوموناس (میانگین 73/72 سانتی متر) نیز نسبت به تیمار عدم کاربرد آن (میانگین 71/71 سانتی متر) برتری نشان داد (جدول 3). با وجود معنی دار بودن اثر متقابل کود در قارچ (جدول 3)، اکثر سطوح کود دامی در تلقیح با گونه های تریکودرما در یک گروه آماری ارتفاع گیاه را افزایش دادند. در این آزمایش حداقل ارتفاع گیاه در سطح 30 تن در هکتار کود دامی تلقیح شده با *T. hamatum* مشاهده شد (شکل 1-و) در همین زمینه هاگاک و ابوسدرا (Haggag & Abo-Sedra, 2005) افزایش ارتفاع گیاه زیره را تحت تیمار کمپوست بقایای بادام زمینی تلقیح شده با *T. harzianum* گزارش نمودند، این محققان اظهار داشتند که ترکیب مذکور در مقایسه با تلفیق کمپوست با گونه های *T. hamatum* و *T. koningii* برتری نشان داد. در

حالی که افزایش قابل توجه ارتفاع گیاه اسفناج در کمپوست 15 تن در هکتار تلقیح شده با *T. hamatum* گزارش شده است (Motaghian et al., 2009).

اثر مصرف کود، قارچ و باکتری بر تراکم اسپور گونه های تریکودرما در بستر کشت

مقایسه تیمارهای کودی (جدول 3) بیانگر روند افزایشی تراکم اسپورهای گونه های مختلف قارچ مورد بررسی متناسب با افزایش سطح مصرفی کود دامی می باشد. در بررسی اثر متقابل کود در قارچ نیز به وضوح می توان این روند افزایشی را مشاهده نمود (شکل 1.ز). در این شکل ملاحظه می شود که قارچ *T. harzianum* و *T. hamatum* در سطح 30 تن در هکتار کود دامی به ترتیب با تولید $69/68 \times 10^8$ و $74/68 \times 10^8$ کلونی در میلی گرم وزن خشک بستر کشت حداکثر تراکم را نشان دادند. محققان معتقدند که شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک بر بقای و روند تغییرات جمعیت تریکودرما مؤثر است (Rohani, 2004) و با افزایش درصد مواد آلی خاک جمعیت قارچ تریکودرما نیز افزایش می یابد (Soltani et al., 2005).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی اثر سطوح مختلف کود گاوی، گونه های قارچ تریکودرما و باکتری سودوموناس بر خصوصیات مرتبط با ظهور گیاهچه گندم از جمله درصد ظهور، سرعت ظهور تجمع و سرعت ظهور نهایی گیاهچه بیانگر آن است که در مراحل اولیه رشد گیاه، سطوح 20 و 30 تن در هکتار کود دامی موجب تأخیر در عوامل سبز-شدن گیاهچه گردیدند. اما در مجموع با بررسی متوسط زمان ظهور گیاهچه مشخص شد که سطوح مختلف کود آلی با تأخیر کوتاهی پس از سبز شدن به حداکثر سطح جوانه زنی رسیدند. در این آزمایش تأثیر قارچ و باکتری در مراحل اولیه رشد معنی دار نبود. در بررسی اثر تیمارهای مورد نظر مشخص شد که سطح 30 تن در هکتار کود دامی با وجود آن که توانست به طور قابل قبولی خصوصیات زراعی و عملکرد گندم را نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) افزایش دهد اما در مجموع به نظر می رسد سطح بهینه مصرف کود برای حداکثر رشد و تولید این گیاه میزان 20 تن در هکتار بوده است. نکته قابل توجه این که در اکثر صفات مورد بررسی مانند عملکرد، وزن هزار دانه، وزن خوشه، قطر و ارتفاع گیاه گندم نسبت به گونه های *T. viridae*، *T. hamatum* و *T. harzianum* در سطوح مختلف کود دامی متفاوت بود به عبارت دیگر برای هر گیاه می توان گونه های مناسبی را انتخاب کرد. نتایج حاکی از آن است که کاربرد باکتری سودوموناس نیز توانست موجب بهبود عملکرد، بیوماس و شاخص برداشت گندم شود. بررسی تراکم کلونی خاک نیز بیانگر افزایش سرعت تکثیر قارچ متناسب با افزایش میزان مصرف ماده ی آلی بوده است و رفتار گونه های تریکودرما به سطوح مختلف کودی متفاوت می باشد.

جدول ۲ - مقایسه میانگین تیمارهای کود گاوی، گونه‌های تریکودرما و باکتری سودوموناس بر خصوصیات ظهور گیاهچه گندم (۷ روز پس از کاشت)
 Table 2. Mean comparison of cattle manure, *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas* bacteria on seedling emergence characters of wheat (7 days after sowing)

سرعت ظهور تجمعی گیاهچه (گیاهچه در روز) CER (seedling/day ⁻¹)	سرعت ظهور سریع ظهور تجمعی گیاهچه (گیاهچه در روز) FER (seedling/day ⁻¹)	نهایی گیاهچه در روز MET (seedling/day ⁻¹)	متوسط زمان ظهور گیاهچه (گیاهچه) ظهور گیاهچه در روز MET (seedling/day ⁻¹)	درصد ظهور نهایی گیاهچه Final emergence%	تیمار Treatment
کود (M) Manure (M)					
5.43b	15.02a	0.45a	90.17a*	90.17a*	Check (Soil)
6.19a	15.41a	0.35b	92.50a	92.50a	10 Mg. ha ⁻¹
5.05c	14.05b	0.29b	84.31b	84.31b	20 Mg. ha ⁻¹
3.98d	13.35b	0.33b	80.15b	80.15b	30 Mg. ha ⁻¹
گونه های تریکودرما (<i>T. viridae</i>)					
5.10a	14.52a	0.37a	87.12a	87.12a	<i>T. viridae</i>
5.01b	14.32a	0.36a	85.93a	85.93a	<i>T. harzianum</i>
5.34b	14.45a	0.33b	86.75a	86.75a	<i>T. hamatum</i>
باکتری سودوموناس (<i>Pseudomonas</i> spp. Bacteria (B))					
5.18a	14.50a	0.35a	87.02a	87.02a	Application
5.10a	14.35a	0.36a	86.14a	86.14a	Non-application
منابع تغییر (S.O.V)					
***	***	***	***	***	M
***	NS	NS	NS	NS	T
NS	NS	NS	NS	NS	B
***	NS	NS	NS	NS	M×T
NS	NS	NS	NS	NS	M×B
NS	NS	NS	NS	NS	T×B
NS	NS	NS	NS	NS	M×T×B
8.10	6.81	14.21	6.81	6.81	CV (%)

ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

• میانگین مبرمات هر گروه در هر ستون که دارای یک حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

و * NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری

* Means in the same column followed by the same letters were not significantly different according to DMRT ($P<0.05$).
 **, * and NS: Significant at %1 and %5 level of probability and non-significant, respectively.

Cumulative emergence rate, Final emergence rate and Mean emergence rate are CER, FER and MER, respectively.

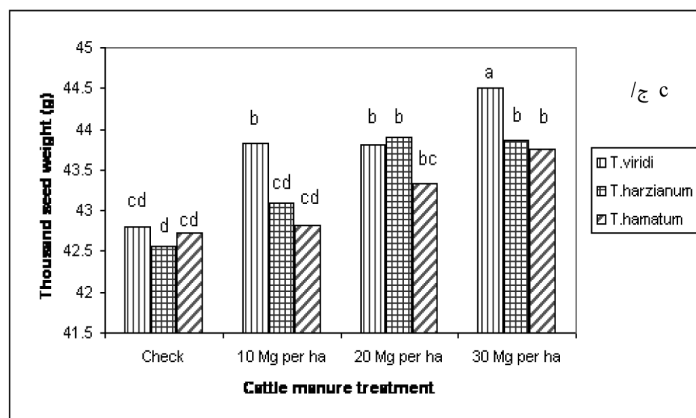
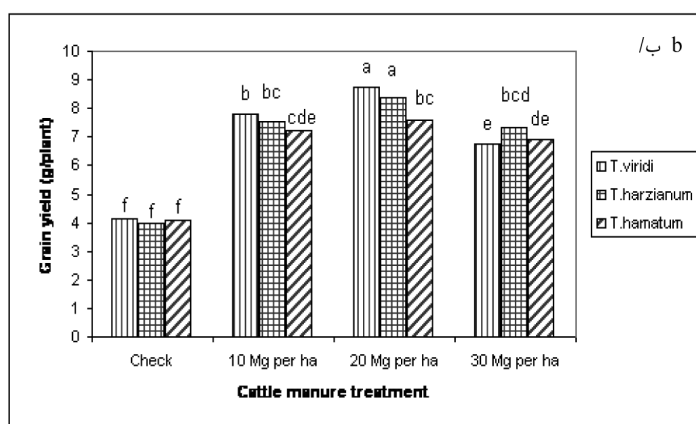
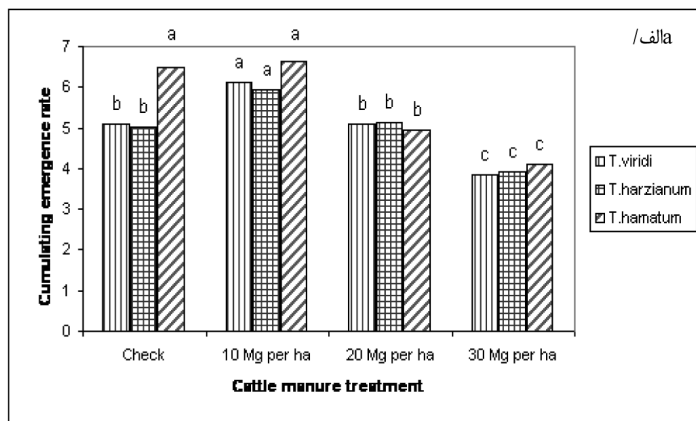
جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای کود گاوی، گونه‌های تریکودرما و باکتری سودوموناس بر خصوصیات زراعی و عملکرد گندم هنگام برداشت
Table 3. Mean comparison of cattle manure, *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas* bacteria on agricultural characters and yield of wheat at harvesting time

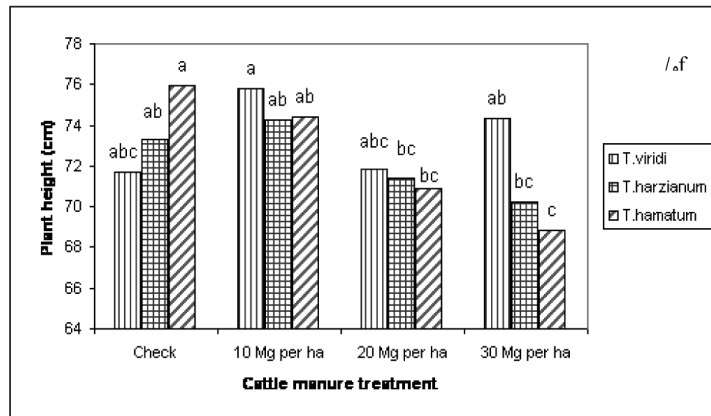
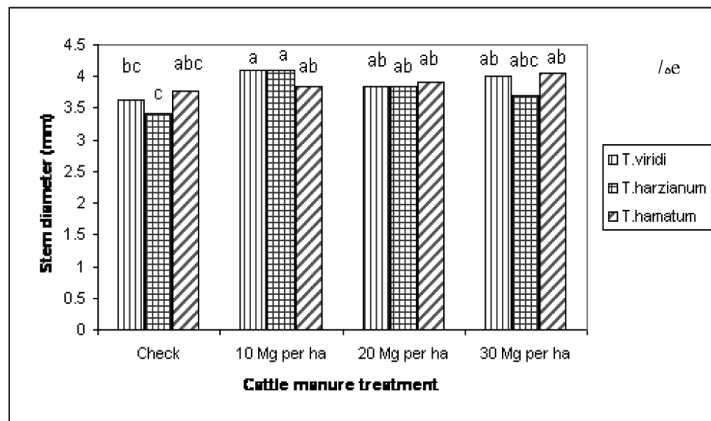
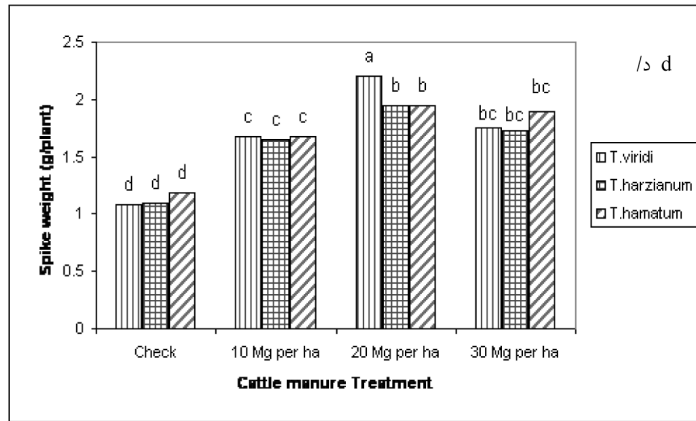
تعداد کلونی (۱۰ ^۸) در میلی گرم وزن خاک خشک Counts colony (10 ⁸)/ mg dry soil weight	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm)	طول سنبله (سانتی متر) Spike length (cm)	وزن سنبله (گرم) Spike weight (g)	وزن هزار دانه (گرم) Thousands seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	بیوماس (گرم در بوته) Biomass (g/plant)	عملکرد دانه (گرم در بوته) Grain yield (g/plant)	تیمار
									کود دامی Manure (M)
4.58d	73.77a	3.58b	9.70b	1.12d	42.69d	31.76d	12.85d	4.07d*	Check (Soil)
46.31c	74.77a	4.02a	9.90ab	1.66c	43.24c	52.98a	14.13c	7.53b	10 Mg. ha ⁻¹
58.22b	71.37b	3.86a	9.99ab	2.03a	43.67b	50.66b	16.28a	8.23a	20 Mg. ha ⁻¹
70.31a	71.27b	3.91a	10.23a	1.79b	44.04a	46.14c	15.24b	7.00c	30 Mg. ha ⁻¹
									گونه های تریکودرما <i>Trichoderma</i> spp. (T)
43.34b	73.48a	3.91a	10.17a	1.70a	43.82a	46.05b	15.02a	7.08a	<i>T. viridi</i>
45.84a	72.28a	3.76a	9.76b	1.64a	43.36b	48.45a	14.48b	6.81b	<i>T. harzianum</i>
45.39ab	72.45a	3.90a	9.98ab	1.67a	43.17b	43.44c	14.60ab	6.39c	<i>T. hamatum</i>
									باکتری سودوموناس (B) <i>Pseudomonas</i> spp. (B)
44.57a	73.72a	3.89a	10.01a	1.76a	43.53a	47.28a	15.07a	7.08a	bacteria
45.14a	71.71b	3.80a	9.91a	1.59b	43.33b	44.63b	14.34b	6.43b	Application Non-application
***	***	***	NS	***	***	***	***	***	منابع تغییر (S.O.V)
NS	NS	NS	NS	NS	***	***	*	***	M
NS	**	NS	NS	***	*	**	***	***	T
*	**	*	NS	*	*	NS	NS	***	B
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	M×T
NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	M×B
NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	T×B
NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	M×T×B
8.87	3.15	5.99	6.39	8.51	0.79	6.22	4.39	4.28	ضریب تغییرات (درصد) CV(%)

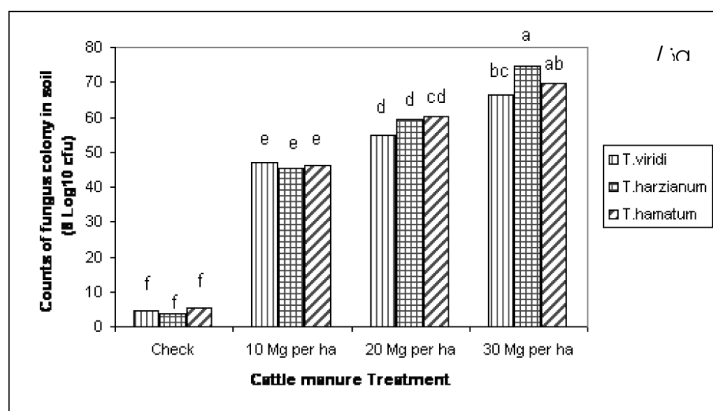
* اعداد هر گروه در هر ستون که دارای یک حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشند. ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری

* Means in the same column followed by the same letters were not significantly different according to DMRT ($P<0.05$).

***, * and NS: Significant at %1 and %5 level of probability and non-significant, respectively.







شکل 1- اثر متقابل کود گاوی و قارچ تریکودرما بر الف - سرعت ظهور تجمعی (CER)، ب - عملکرد دانه گندم، ج - وزن هزار دانه، د - وزن خوشه در گیاه، ه - قطر ساقه، و - ارتفاع گیاه، ز - تعداد کلونی قارچ در خاک

Fig. 1- Interaction effects between cattle manure and *Trichoderma* spp. on a) cumulative emergencerRate (CER), b) grain yield, c) thousand seed weight, d)

Spike weight per plant, e) stem diameter, f) plant height, g) counts of fungus colony in soil.

* 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 $\alpha=0.05$.

منابع

- 1- Abdul baki A. A., and Anderson, J. D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.
- 2- Askew, D. J., and Laing, M. D. 1993. An adapted selective medium for the quantitative isolation of *Trichoderma* species. Plant Pathology 42: 686-690.
- 3- Arancon, N. Q., Edvard, C. A., Babenko, A., Cannon, J., Glavis, p., and Metzger, J. D. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of *Petunias* in the greenhouse. Applied Soil Ecology 39: 91-99.
- 4- Avis, T. J., Grave, V., Antoun, H., Russe, and Tweddell, J. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. Soil Biology and Biochemistry 40: 1733-1740.
- 5- Bennett, A. J., and Whipps, J. M. 2008. Beneficial microorganism survival on seed, roots and in rhizosphere soil following application to seed during drum priming. Biological Control 44: 349-361.
- 6- Cavalcante, R. S., Lima, H. L. S., Pinto, G. A. S., Gava, C. A. T., and Rodriguez, S. 2008. Effect of moisture on *Trichoderma conidia* production on corn and wheat bran by solid state fermentation. Micro- Biotechnology 24: 319-325.
- 7- Chandanie W. A., Kubota, M., and Hyakumachi M. 2009. Interactions between the *Arbuscular mycorrhizal* fungus *Glomus mosseae* and plant growth-promoting fungi and their significance for enhancing plant growth and suppressing damping-off of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Applied Soil Ecology 1253: 1-6.
- 8- Haggag, W. M., and Abo-Sedera, S. A. 2005. Characteristics of three *Trichoderma* species in peanut haulms compost involved in biocontrol of cumin wilt disease. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 2: 222-229.
- 9- Harman, G. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96: 190-194.
- 10- Jayalal, R. G. U., and Adikaram, N. K. B. 2007. Influence of *Trichoderma harzianum* metabolites on the development of green mould disease in the *Oyster Mushroom*. Biology Science 36(1): 53-60.
- 11- Kang, B. R., Yang, K. Y., Cho, B. H., Han, T. H., Kim, I. S., Lee, M. C., Anderson, A. J., and Kim, Y. C. 2006. Production of indole-3-acetic acid in the plant-beneficial strain *Pseudomonas chlororaphis* O₆ is negatively regulated by the global sensor kinase GacS. Current Microbiology 52: 473-476.
- 12- Kucuk, C., Kivanc, M., Kinaci, E., and Kinaci, G. 2007. Efficacy of *Trichoderma harzianum* (Rifaii) on inhibition of ascochyta blight disease of chickpea. Annals of Microbiology 57: 665-668.
- 13- Mottaghian, A., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A., Shahsavari A., and Hasanpour, R. 2009. Effect of three *Trichoderma* species and different amounts of enriched municipal waste compost on growth parameters in spinach (*Spinacia oleracea*). 5th International Scientific Conference of Iran and Russia on Agricultural Development Problems. Saint Petersburg, Russia. pp. 267-270.

- 14- Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Science and Technology* 5: 61-69.
- 15- Patten, C. L., and Glick, B. R. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology* 68: 3795-3801.
- 16- Rezvan Beidokhti, S., Dashtban, A., Kafi, M., and Sanjani, S. 2009. Evaluating the effect of *Pseudomonas* bacteria strains on wheat yield and its components at various levels of phosphorus fertilization. *Journal of Agroecology* 1: 33-40. (In Persian with English Summary).
- 17- Rohani, H. 2004. Effect of soil condition on variants population and antagonist survivor *Trichoderma* spp. *Journal of Agricultural Science* 6: 1305-1316.
- 18- SAS Institute. 1997. SAS User's Guide: Statistics, TRersion 6.12 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1162 p.
- 19- Soltani, H., Zafari, D., and Rohani, A. 2005. A study on biological control of the crown, root and tuber fungal diseases of potato by *Trichoderma harzianum* invitro and field condition in Hamadan. *Journal of Agricultural Water Research* 5: 13-25.
- 20- Tarango Rivero, S. H., Nevarez Moorillon, V. G., and Orrantia Borund, E. 2009. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource Technology* 100: 1992-1998.
- 21- Thangavelu, R., Palaniswami, A., and Velazhahan, R. 2004. Mass production of *Trichoderma harzianum* for managing *Fusarium* wilt of banana. *Agricultural Ecosystems and Environment* 103: 259-263.
- 22- Walker, R., Rossall, S., and Asher, M. J. C. 2004. Comparison of application methods to prolong the survival of potential biocontrol bacteria on stored sugar-beet seed. *Journal of Applied Microbiology* 97: 293-305.
- 23- Woo, S. L., Scala, F., Ruocco, M., and Lorito, M. 2006. The molecular biology of the intractions between *Trichoderma* spp., phytopathogenic fungi, and plants. *Phytopathology* 96. 181-185.
- 24- Yasari, E., and Patwardhan, A. M. 2007. Effects of *Azetobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of Canola. *Asian Journal of Plant Science* 6: 77-82.
- 25- Yazdani, M., Pirdashti, H., Tajik, M. A., and Bahmanyar, M. A. 2008. Effect of *Trichoderma* spp. and different organic manures on growth and development in soybean (*Glycine max* (L.) Merr). *Electronically Journal of Crop Protection* 1(3): 65-82. (In Persian with English Summary).
- 26- Yedidia, I., Srivastava, A. K., Kapulnik, Y., and Chet, I. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and Soil* 235 (2), 235-242.
- 27- Zhou, D. M., Hao, X. Z., Wang, Y. J., Dong, Y. H., and Cang, L. 2005. Copper and Zn uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. *Chemosphere* 59: 167-175.

تأثیر عناصر غذایی پرمصرف (NPK) بر برخی از خصوصیات رشدی دو رقم تجاری ذرت (*Zea maize* L.) (KWS2360 و Ressuda Pionee) در محیط آبکشت

مرتضی گلدانی^{1*}، سیده مهدیه خرازی² و پیو پتر³

تاریخ دریافت: 89/7/7

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده:

به منظور بررسی تأثیر عناصر غذایی پرمصرف در شرایط آبکشت روی خصوصیات رشد دو رقم ذرت دانه‌ای (*Zea maize* L.) (KWS2360 و Ressuda Pionee)، پژوهشی در اتاقک رشد بخش فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه دبرسن کشور مجارستان بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. فاکتورهای مورد آزمایش شامل دو رقم ذرت دانه‌ای (KWS2360 و Ressuda Pionee) و هشت محلول غذایی شامل محلول غذایی فاقد نیتروژن (N)، محلول غذایی فاقد فسفر (P)، محلول غذایی فاقد پتاسیم (K)، محلول غذایی فاقد NP، محلول غذایی فاقد NK، محلول غذایی فاقد PK، محلول غذایی فاقد NPK و محلول غذایی حاوی NPK بودند و صفات مورد ارزیابی شامل وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، تعداد برگ، سطح برگ و میزان کلروفیل برگ بودند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ (561 cm^2)، وزن خشک اندام هوایی (22 گرم) در تیمار حاوی NPK و در رقم KWS2360 مشاهده شد، درحالیکه تیمار حاوی NPK در رقم Ressuda Pionee بیشترین وزن خشک ریشه (3/8 گرم) و تعداد برگ (5/6) را از خود نشان داد. نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (1/1) در تیمار فاقد NP و رقم KWS2360 زیادتر بود. کمترین میزان سطح برگ (45 cm^2) و تعداد برگ (3) در تیمار فاقد NK به دست آمد. همچنین کمترین میزان وزن خشک ریشه (0/12 گرم) و وزن خشک اندام هوایی (0/31 گرم) در تیمار فاقد NPK مشاهده شد. تیمار فاقد NPK در رقم KWS2360 کمترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (0/16) را از خود نشان داد. در کلیه تیمارها، میزان کلروفیل برگ‌ها در طی زمان کاهش یافت. شیب منحنی کاهش میزان کلروفیل در تیمارهای بدون NPK، NK و NP در مقایسه با تیمارهای حاوی NPK بیشتر بود. ارقام ذرت در تیمار حاوی NPK دوره رشدی طولانی‌تری را نسبت به سایر تیمارها داشت. رقم KWS2360 ذرت در مقایسه با رقم Ressuda Pionee تحت شرایط تنش عناصر غذایی از رشد بهتری برخوردار بود. در مجموع چنین می‌توان گفت که ایجاد تعادل در نسبت عناصر غذایی نقش مهمی را در افزایش رشد رویشی تمامی گیاهان زراعی از جمله ذرت ایفا می‌کند و کمبود هر یک از عناصر غذایی پرمصرف می‌تواند عاملی در جهت کاهش رشد این گیاه باشد.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، کلروفیل، کمبود عناصر غذایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه.

مقدمه

کشت این محصول می‌باشد (Zehtabian & Amiri, 2005). ذرت گیاهی است پرتوقع که با مصرف متعادل عناصر غذایی می‌توان عملکرد آن را افزایش داد (Khodabande, 1995). استفاده از تکنیک‌های جدید در زمینه کشاورزی نوین، نظیر کشت بدون خاک یا آبکشت امکان کنترل هر چه بهتر و دقیق‌تر تغذیه گیاهان را فراهم کرده است (Zehtabian & Amiri, 2005). از طرفی تغذیه بهینه گیاه شرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصول است. در تغذیه گیاه نه تنها باید عنصر به اندازه کافی در دسترس آن قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل در رعایت نسبت میان همین عناصر غذایی از اهمیتی زیاد برخوردار است (Zehtabian & Amiri, 2005; Majidian et al., 2008). عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم جزء اصلی و از ضروری‌ترین

اهمیت ذرت (*Zea maize* L.) به علت قابل کشت بودن آن در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و همچنین عملکرد زیاد آن در دوره رشدی کوتاه می‌باشد (Kazempour & Tajbakhsh, 2002). سهم عمده و نقش روزافزون ذرت در تأمین مواد غذایی مورد نیاز انسان، دام، طیور و مصارف صنعتی عامل مهم دیگری در توسعه

1. 2 و 3- به ترتیب استادیار گروه زراعت و دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استاد و مدیر بخش زراعت و بیوتکنولوژی دانشگاه دبرسن مجارستان

(* نویسنده مسئول: Email: morteza_goldani@yahoo.com)

(Barber, 1980). نیتروژن خاک به دو طریق در قابلیت جذب فسفر می‌تواند مؤثر باشد. یکی اثرات بیولوژیکی است که موجب افزایش سطح مؤثر و قدرت جذب ریشه و افزایش فعالیت‌های تنفسی و آنزیمی گیاه می‌شود. اثر دیگر آن، تأثیر شیمیایی بر محلولیت فسفر خاک می‌باشد. افزایش ازت به محیط ریشه باعث جذب بیشتر اکسیژن و آزاد شدن اسید کربنیک بوسیله ریشه و افزایش فعالیت‌های آنزیمی مؤثر در جذب فسفر می‌شود (Zarinkafsh, 1992).

آزمیان و همکاران (Ameziane et al., 1997) دریافتند که محدودیت نیتروژن بیشترین اثر را روی نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی دارد. تنها تغییرات کمی در این نسبت می‌تواند به تنهایی مربوط به محدودیت فسفر باشد. محدودیت نیتروژن سبب افزایش فعالیت فروکتوزیل ترانسفراز در ریشه می‌شود، اما محدودیت فسفر روی فعالیت این آنزیم کمتر است. با محدودیت نیتروژن تجمع فسفر در گیاه 40 تا 60 درصد کاهش دارد. اثر محدودیت فسفر روی تجمع نیتروژن بسیار متغیر است. با محدودیت فسفر غلظت نیتروژن در ریشه‌ها 50 درصد نسبت به شاهد کاهش یافت درحالی‌که غلظت نیترات به بیشتر از 8 واحد افزایش یافت (در 107 روز پس از کاشت). محتوای ریشه‌ها تحت تأثیر محدودیت فسفر قرار گرفت، اما نسبت ترکیبات آمینواسید ریشه‌ها در فاز رویشی تغییری نکرد. حضور فسفر کم در زمان رشد رویشی اثرات مضر نیترات زیاد را تعدیل کرده و عملکرد را افزایش داد.

کمبود فسفر سبب افزایش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی می‌شود که مربوط به توزیع ترجیحی آسیمیلات به ریشه‌ها است (Mollier & Pellerin, 1999). ریشه‌ها عموماً به عنوان مخزن قوی‌تر در گیاه نسبت به برگ‌ها تحت تأثیر کمبود فسفر قرار می‌گیرند، زیرا نسبت ریشه به ساقه بویژه در کمبود فسفر افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان تداوم انتقال کربوهیدرات فراوان را به ریشه‌ها و تجمع آن را انتظار داشت (Wissuwa et al., 2005). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که رشد ریشه و همچنین رشد اندام هوایی مستقیماً به وسیله قابلیت دسترسی به فسفر اثر می‌پذیرد و افزایش در نسبت ریشه به ساقه تحت تنش فسفر مربوط به اختصاص بیشتر کربن به ریشه‌ها است (Wissuwa et al., 2005). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در مرحله‌ای که میزان پتاسیم درون بافت‌های گیاه زیاد باشد، گیاه علایم کلروز را آشکار کرده که این افزایش میزان پتاسیم از جذب و انتقال آهن درون بافت‌های گیاه جلوگیری کرده و در نتیجه باعث کمبود آهن در گیاه می‌شود (Wissuwa et al., 2005).

کلیک و همکاران (Kelik et al., 2010) با انجام آزمایشی روی ذرت در شرایط آب‌کشت، اثر مقادیر مختلف پتاسیم و آهن را بر خصوصیات رشدی آن بررسی کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که

عناصر غذایی گیاه می‌باشند (Jeffery, 2002). نیتروژن چهارمین عنصر اصلی تشکیل دهنده وزن خشک گیاهان و یکی از اجزاء تشکیل دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها و کلروفیل است (Hopkins, 2004). نقش نیتروژن در رشد سریع شاخ و برگ و تشکیل بافت‌های ترد و آبدار در گیاه است که مقاومت در برابر امراض را افزایش می‌دهد (Malakuti & Riyazi, 1991). پتاسیم نیز عملکرد و کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عنصر باعث فعال‌سازی آنزیم‌ها، ایجاد تعادل اسمزی برای حفظ تورژسانس و تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود (Kelik et al., 2010). بین تولید کربوهیدرات‌ها و میزان پتاسیم رابطه‌ای مثبت وجود دارد (Naseri Pouryazdi, 1991). فسفر نیز در ساختمان سلولی نقش قابل توجهی دارد و به منزله منبع انرژی عمومی در کلیه فعل و انفعالات بیوشیمیایی داخل سلول‌های زنده نقش مهمی را ایفا می‌کند (Jamshidi, 1999). فسفر کافی عمق نفوذ ریشه را افزایش داده و بدین طریق جذب آب از اعماق پایین‌تر خاک را آسان‌تر می‌سازد (Naseri Pouryazdi, 1991). قسمت عمده فسفر معدنی در گیاه به صورت غیر حیاتی در واکوئل‌ها ذخیره می‌شود. نوع فسفر در گیاهان سالم در حدود 12 درصد فسفر متابولیسمی و 88 درصد فسفر معدنی می‌باشد. وقتی گیاه دچار کمبود فسفر می‌شود، مرتباً از فسفر ذخیره‌ای برای عملیات متابولیسمی استفاده می‌کند تا مرحله‌ای که این ذخیره کاهش شدیدی پیدا کند. علایم کمبود فسفر هنگامی ظاهر می‌شود که سرعت انتقال فسفر از واکوئل به سیتوپلاسم فوق العاده کم شود. با کمبود فسفر رشد قسمت هوایی و ریشه کند می‌شود و برگ‌ها کوتاه، نازک و باریک می‌شوند. با افزایش مصرف کود فسفوره نسبت ریشه به تاج کاهش می‌یابد که علت آن تغییر یافتن مقدار نسبی مواد هیدروکربنه در گیاه و نقل و انتقال آن بین ریشه و تاج می‌باشد (Zarinkafsh, 1992). فسفر باعث افزایش سودمندی نیتروژن می‌شود (Jun, 1996). کمبود فسفر سبب محدودیت انتقال نیتروژن و متابولیسم آن می‌شود (Rufty et al., 1993). جذب نیترات تحت تنش فسفر تغییر می‌کند. در حقیقت تحت تنش فسفر جذب نیترات کاهش می‌یابد که این امر ممکن است مرتبط با سرعت کند رشد ریشه و توسعه و جذب کند، در گیاهان تحت تنش فسفر باشد (Ameziane et al., 1997). قابلیت دسترسی محدود به فسفر همانند تنش نیتروژن می‌تواند سبب تنظیم رشد کل گیاه شود. همچنین می‌تواند سبب رشد آهسته‌تر گیاه شود، اما موجب اختصاص ماده خشک بیشتر به ریشه‌ها می‌گردد (Cakmak et al., 1994). مطالعات نشان داده است که در گیاهان جذب نیترات و انتقال آن به آوند چوبی در شرایط کمبود فسفر کاهش می‌یابد (Rufty et al., 1993). تنش فسفر می‌تواند سطوح اسید آمینه آرژنین و انتقال اولیه اسید آمینه‌هایی نظیر گلوتامین و آسپارژین را به ریشه ارتقاء بخشد (Anghinoni &

توسط آب مقطر شستشو شدند. بعد از آن به مدت چهار ساعت در محلول 10 میلی مولار سولفات کلسیم (برای یکنواختی در سرعت جوانه زنی) قرار گرفتند. بررسی جوانه زنی در شرایط لوله‌های کاغذی مرطوب به آب مقطر در 25 درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی انجام شد و سپس گیاهچه‌ها به محلول‌های مورد نظر در گلدان‌های حاوی تیمارهای غذایی به قطر 30 سانتی‌متر منتقل شدند. فرمول تهیه

محلول غذایی به شرح ذیل بود:
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2=2^{\text{mM}}$, $\text{K}_2\text{SO}_4=0.7^{\text{mM}}$, $\text{MgSO}_4=0.5^{\text{mM}}$,
 $\text{KH}_2\text{PO}_4=0.5^{\text{mM}}$, $\text{KCl}=0.1^{\text{mM}}$, $\text{H}_3\text{BO}_3=1^{\mu\text{M}}$,
 $\text{MnSO}_4=1^{\mu\text{M}}$, $\text{CuSO}_4=0.25^{\mu\text{M}}$, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}=0.01^{\mu\text{M}}$
 جهت تهیه هر کدام از تیمارهای کمبود عناصر پرمصرف، فرمول دارای عنصر مربوطه حذف می‌شد و سایر عناصر به محلول اضافه می‌گردید. در هر گلدان چهار گیاه کاشت شد. هر هفت روز محلول غذایی تعویض گردید و در هر مرحله سطح برگ، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی، نسبت ریشه به اندام هوایی، تعداد برگ و میزان کلروفیل برگ‌های جدید و قدیم اندازه‌گیری و ثبت شد و آزمایش به مدت 28 روز اجرا گردید. برای حصول وزن خشک نمونه‌ها، نمونه‌ها به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفتند. سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل ΔT ، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گردید و از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی ذرت

بر اساس نتایج بدست آمده اثر عناصر غذایی پرمصرف بر وزن خشک اندام هوایی در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که در مرحله چهارم برداشت بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی (17 گرم) در تیمار حاوی NPK بدست آمد و کمترین میزان آن در تیمار فاقد NPK (0/31 گرم) مشاهده شد (جدول 1). نوع رقم نیز تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر وزن خشک اندام هوایی داشت (جدول 2). بطوری که در آخرین مرحله برداشت بیشترین وزن خشک اندام هوایی (3/38 گرم) در رقم KWS2360 مشاهده گردید. اثر متقابل رقم و عناصر غذایی در سطح 1 درصد معنی‌دار شد و در مرحله چهارم برداشت بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار حاوی NPK و رقم KWS2360 (22 گرم) مشاهده شد (جدول 3). میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار حاوی NPK در طی دوره آزمایشی روند افزایشی داشت. بطوریکه میزان آن از 0/29 گرم (7 روز پس از برداشت) به 17 گرم (28 روز پس از برداشت) افزایش یافت (شکل 1). اما در سایر تیمارها میزان آن در طی دوره آزمایشی

افزایش غلظت پتاسیم و آهن تأثیر مثبتی در افزایش وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها داشت اما افزایش بیش از حد پتاسیم باعث کاهش غلظت عناصر فسفر، کلسیم و منیزیم در اندام هوایی و ریشه‌ها شد. تحقیقات نشان داد که کوددهی گیاه با نیتروژن علاوه بر اینکه باعث افزایش غلظت نیتروژن در گیاه می‌شود، افزایش غلظت پتاسیم و فسفر را نیز به دنبال دارد (Hosseini et al., 2008).

کلروفیل و نیتروژن در گیاه ارتباط نزدیکی با هم داشته و به همین دلیل داده‌های کلروفیل‌متر به عنوان شاخصی مناسب برای تعیین وضعیت نیتروژن در گیاهان استفاده می‌شود و با کمک این وسیله می‌توان نیتروژن مورد نیاز جهت رسیدن به عملکرد مطلوب را برآورد کرد (Majidian et al., 2008). از مقادیر کلروفیل‌متر می‌توان برای تعیین غلظت نیتروژن و همچنین قابلیت دسترسی به نیتروژن در گیاه ذرت استفاده نمود (Scharf et al., 2006). تنش‌های آب و نیتروژن به ترتیب سبب کاهش تورژسانس سلول‌ها و کاهش میزان کلروفیل می‌گردد و پتانسیل فتوسنتزی گیاه به طور مستقیم به میزان کلروفیل برگ‌ها بستگی دارد و همچنین نیتروژن سبب افزایش محتوای نسبی آب در گیاهان می‌گردد و در گیاهانی که از درصد آب بیشتری برخوردارند، میزان کلروفیل نیز بیشتر است (Schlemmer et al., 2005). در گیاهان زراعی کمبود نیتروژن باعث کاهش پروتئین و کلروفیل می‌شود. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در بالاترین میزان نیتروژن بالاترین اعداد کلروفیل‌متر و کمترین اعداد کلروفیل‌متر در گیاهان شاهد مشاهده می‌شود (Bredemeier, 2005).

هدف از این پژوهش بررسی اثرات رقم و عناصر غذایی پرمصرف در محیط آبکشت بر روی اعداد کلروفیل‌متر و خصوصیات رشد دو رقم ذرت دانهای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 87-1386 روی دو رقم ذرت در اتاقک رشد (25 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 75 درصد، 10 ساعت تاریکی و 14 ساعت روشنایی) بخش فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه دبرسن، کشور مجارستان به منظور بررسی واکنش رشد گیاه به کمبود عناصر غذایی پرمصرف (NPK) در شرایط آبکشت انجام شد. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو رقم ذرت KWS2360 و Ressuda Pionee و هشت محلول غذایی فاقد فسفر، فاقد پتاسیم، فاقد نیتروژن، فاقد فسفر و پتاسیم، فاقد نیتروژن و فسفر، فاقد نیتروژن و پتاسیم، فاقد نیتروژن، فسفر و پتاسیم و حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود. در ابتدا بذرها به مدت 30 دقیقه در شرایط 18 درصد هیدروژن قرار گرفتند و سپس به مدت پنج دقیقه

Pioneer (3/8 گرم) حاصل شد (جدول 3). وزن خشک اندام هوایی در تیمار حاوی NPK در طی دوره آزمایشی روند افزایشی داشت، بطوریکه میزان آن از 0/16 گرم (7 روز پس از برداشت) به 3/7 گرم (28 روز پس از برداشت) افزایش یافت (شکل 2). اما در سایر تیمارها روند آن در طی دوره آزمایشی تقریباً ثابت بود. نتایج بررسی ها نشان می دهد که فسفر کافی عمق نفوذ ریشه را افزایش می دهد و بدین طریق جذب آب از اعماق پایین تر خاک را آسان تر می سازد (Naseri Pouryazdi, 1991). بنابراین با کاهش میزان فسفر، وزن خشک ریشه نیز کاهش می یابد. از جمله دلایل کاهش ارتفاع و طول ریشه در شرایط کمبود عناصر پرمصرف، تأثیر بر سرعت تقسیم و توسعه سلول است. همچنین در این شرایط گیاهچه مقداری از مواد فتوسنتزی خود را صرف تخفیف اثرات سوء کمبود می کند.

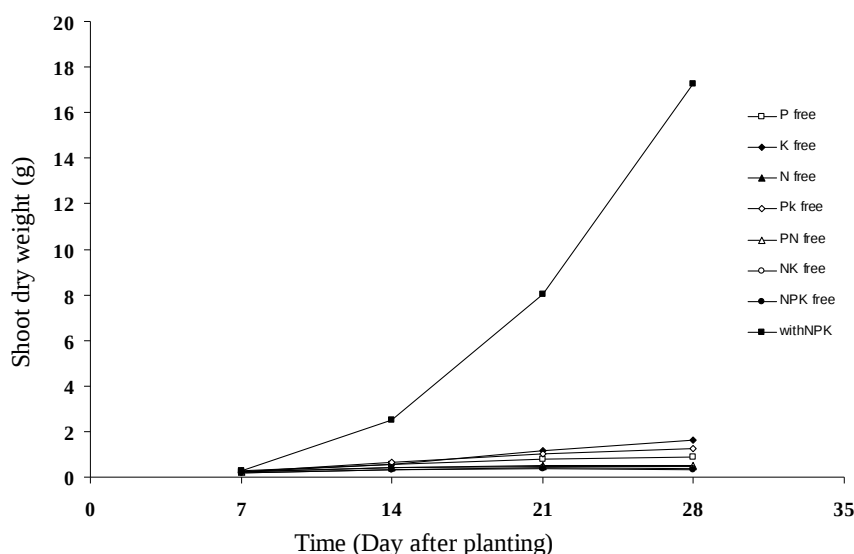
اثر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی ذرت

تأثیر تیمار عناصر غذایی پرمصرف بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در سطح 1 درصد معنی دار بود. بر اساس اطلاعات مندرج در جدول 1، در مرحله چهارم برداشت بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی به ترتیب مربوط به تیمار فاقد NP (1/1) و تیمار فاقد K (0/16) بود. رقم نیز تأثیر معنی داری در سطح 1 درصد بر نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی داشت (جدول 2)، به طوری که در مرحله چهارم برداشت بیشترین نسبت آن (0/59) در رقم Ressuda Pioneer مشاهده گردید.

تقریباً ثابت بود. نقش نیتروژن در رشد سریع گیاه و شاخ و برگ و تشکیل بافت های ترد و آبدار در گیاه است. بنابراین با کمبود آن رشد اندام هوایی گیاه کاهش می یابد (Malakuti & Riyazi, 1991). بین تولید کربوهیدرات ها و میزان پتاسیم رابطه ای مثبت وجود دارد و با کاهش میزان پتاسیم، میزان کربوهیدرات نیز کاهش یافت. فسفر نیز به منزله منبع انرژی عمومی در کلیه فعل و انفعالات بیوشیمیایی داخل سلول های زنده نقش مهمی را ایفا می کند و با کاهش میزان آن می توان انتظار داشت که انرژی لازم برای تولید اندام هوایی نیز کاهش یابد (Jamshidi, 1999). علاوه بر آن کمبود عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باعث تسریع پیری برگ ها و کاهش سرعت رشد در گیاه می شود که در نهایت منجر به کاهش تعداد برگ سطح فتوسنتز کننده گیاه می گردد.

اثر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات وزن خشک ریشه ذرت

در این آزمایش تیمارهای عناصر غذایی مختلف به طور معنی داری در سطح 1 درصد بر وزن خشک ریشه تأثیر گذاشت. در مرحله چهارم برداشت تیمار حاوی NPK دارای حداکثر وزن خشک ریشه (3/7 گرم) و کمترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار فاقد NPK (0/12 گرم) به دست آمد (جدول 1). در آخرین مرحله نمونه برداری، بین ارقام مورد آزمایش از نظر وزن خشک ریشه اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول 2). اثر متقابل رقم و عناصر غذایی در سطح 1 درصد معنی دار شد و در مرحله چهارم برداشت بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار حاوی NPK و رقم Ressuda



شکل 1- تأثیر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی ذرت
Fig. 1- Effect of macro nutrients on the changes process of corn shoot dry weight (g)

جدول ۱- اثر عناصر غذایی پرمصرف بر برخی از خصوصیات رشدی ذرت طی مراحل مختلف رشد

Table 1- Effect of macro nutrients on growth characteristics of corn during different growth stages

روز پایانی Final day	۲۸ روز پس از کاشت 28 days after planting			۲۱ روز پس از کاشت 21 days after planting			۱۴ روز پس از کاشت 14 days after planting			۷ روز پس از کاشت 7 days after planting			تیمارهای آزمایشی
LN	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	Treatments
4.3	0.82	0.87	0.61	132	0.72	0.77	0.49	174	0.68	0.53	0.35	212	T1(P ₀)
5.6	0.16	1.6	0.26	182	0.22	1.1	0.26	197	0.31	0.57	0.18	240	T2(K ₀)
3.6	0.94	0.48	0.46	57	0.84	0.46	0.38	77	0.87	0.42	0.36	145	T3(N ₀)
5.3	0.52	1.2	0.64	201	0.49	1.0	0.51	260	0.53	0.65	0.35	292	T4(P ₀ K ₀)
3.3	1.1	0.50	0.58	62	0.94	0.52	0.48	88	0.83	0.42	0.36	134	T5(P ₀ N ₀)
3.0	0.50	0.36	0.17	48	0.47	0.42	0.20	66	0.60	0.31	0.19	73	T6(N ₀ K ₀)
3.3	0.40	0.31	0.12	54	0.38	0.35	0.13	57	0.55	0.33	0.16	115	T _T
5.3	0.23	17	3.7	460	0.23	8.0	1.7	558	0.28	2.5	0.69	592	7(N ₀ P ₀ K ₀)
0.58*	0.064	1.13	0.213	35.40	0.083	0.512	0.157	44.56	0.074	0.064	0.037	23.50	T8(NPK)
													LSD (5%)

می باشد. T1 تا T8 به ترتیب پیانگر محیط کشت بدون P، بدون K، بدون N، بدون PK، بدون PN، بدون K، بدون N، بدون P، بدون NPK می باشد.

LA، DR، DS، R/S and LN indicate leaf area (cm²), Root dry weight (g), Shoot dry weight (g), root/shoot and leaf number, respectively. *Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

جدول ۲- اثر رقم بر برخی از خصوصیات رشدی ذرت در مراحل مختلف رشد

Table 2- Effect of variety on growth characteristics of corn during different growth stages																									
روز پایانی Final day	۲۸ روز پس از کاشت 28 days after planting						۲۱ روز پس از کاشت 21 days after planting						۱۴ روز پس از کاشت 14 days after planting						۷ روز پس از کاشت 7 days after planting						رقم Variety
	R/S		DS (g)		DR (g)		LA (cm ²)		R/S		DS (g)		DR (g)		LA (cm ²)		R/S		DS (g)		DR (g)		LA (cm ²)		
LN																									
4.2a	0.58b*	3.38a	0.84a	164a	0.47b	1.87a	0.52a	194a	0.54b	0.82a	0.34a	254a	0.73a	0.21b	0.15b	182a									KWS2360
4.2a	0.59a	2.28b	0.79a	134b	0.60a	1.31b	0.54a	174a	0.63a	0.61b	0.32b	196b	0.73a	0.24a	0.17a	177a									Reseda Pioneer

نشاندهنده تفاوت معنی داری (p<0.05) است. میانگین وزن خشک ریشه به اندام هوایی و تعداد برگ می باشد.

*Means followed by similar letters in each column and each sampling period are not significantly different based on LSD test (p<0.05).

LA, DR, DS, R/S and LN respectively indicate leaf area (cm²), Root dry weight (g), Shoot dry weight (g), root/shoot and leaf number.

*Means followed by similar letters in each column and each sampling period are not significantly different based on LSD test (p<0.05).

جدول ۳- اثر متقابل عناصر غذایی و رقم بر برخی خصوصیات رشدی ذرت در مراحل مختلف رشد
Table 3- Effect of interaction between nutrients and variety on growth characteristics of corn during different growth stages

Table 3- Effect of interaction between nutrients and variety on growth characteristics of corn during different growth stages																	
روز پایانی Final day	۲۸ روز پس از کاشت 28 days after planting			۲۱ روز پس از کاشت 21 days after planting			۱۴ روز پس از کاشت 14 days after planting			۷ روز پس از کاشت 7 days after planting			تیمار Variety				
																Variety	
	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	R/S	DS (g)	DR (g)	LA (cm ²)	R/S	DS (g)	DR (g)		LA (cm ²)
4.1	0.85	0.88	0.68	134	0.61	0.79	0.45	174	0.63	0.52	0.33	215	0.73	0.20	0.15	172	T1*V1
4.5	0.79	0.86	0.54	129	0.82	0.76	0.54	173	0.73	0.54	0.38	210	0.78	0.23	0.18	170	T1*V2
5.6	0.16	1.5	0.25	179	0.22	1.0	0.24	171	0.29	0.63	0.18	299	0.54	0.24	0.13	199	T2*V1
5.6	0.15	1.7	0.26	184	0.22	1.2	0.27	223	0.33	0.52	0.18	181	0.55	0.26	0.14	198	T2*V2
4.0	1.0	0.59	0.60	68	0.77	0.53	0.40	87	0.83	0.49	0.42	182	0.97	0.18	0.18	153	T3*V1
3.3	0.88	0.37	0.33	45	0.91	0.40	0.36	67	0.90	0.35	0.31	107	1.0	0.24	0.25	185	T3*V2
5.0	0.53	1.1	0.60	195	0.44	0.97	0.43	256	0.51	0.59	0.29	285	0.55	0.21	0.11	172	T4*V1
5.6	0.50	1.3	0.69	208	0.55	1.0	0.59	264	0.55	0.71	0.40	298	0.75	0.23	0.17	170	T4*V2
3.3	1.1	0.64	0.76	74	0.79	0.60	0.47	93	0.75	0.46	0.36	145	0.92	0.19	0.18	172	T5*V1
3.3	1.0	0.37	0.40	51	1.0	0.44	0.48	83	0.91	0.37	0.35	123	0.80	0.23	0.19	170	T5*V2
3.3	0.42	0.40	0.17	48	0.44	0.46	0.20	64	0.63	0.30	0.20	62	0.70	0.17	0.12	128	T6*V1
2.6	0.57	0.32	0.18	47	0.51	0.37	0.19	67	0.57	0.33	0.18	83	0.70	0.21	0.15	159	T6*V2
3.3	0.30	0.33	0.10	55	0.31	0.43	0.13	65	0.42	0.44	0.18	157	0.81	0.17	0.14	210	T7*V1
3.3	0.49	0.29	0.14	52	0.46	0.27	0.12	50	0.67	0.23	0.13	74	0.70	0.18	0.13	131	T7*V2
5.0	0.16	22	3.6	561	0.18	10.0	1.8	645	0.23	3.0	0.78	687	0.64	0.27	0.17	251	T8*V1
5.6	0.29	13	3.8	358	0.29	5.9	1.7	471	0.32	1.8	0.60	496	0.52	0.30	0.16	236	T8*V2
0.831*	0.091	1.574	0.302	50.06	0.117	0.724	0.223	63.02	0.105	0.091	0.052	33.24	0.148	0.052	0.053	29.63	LSD (5%)

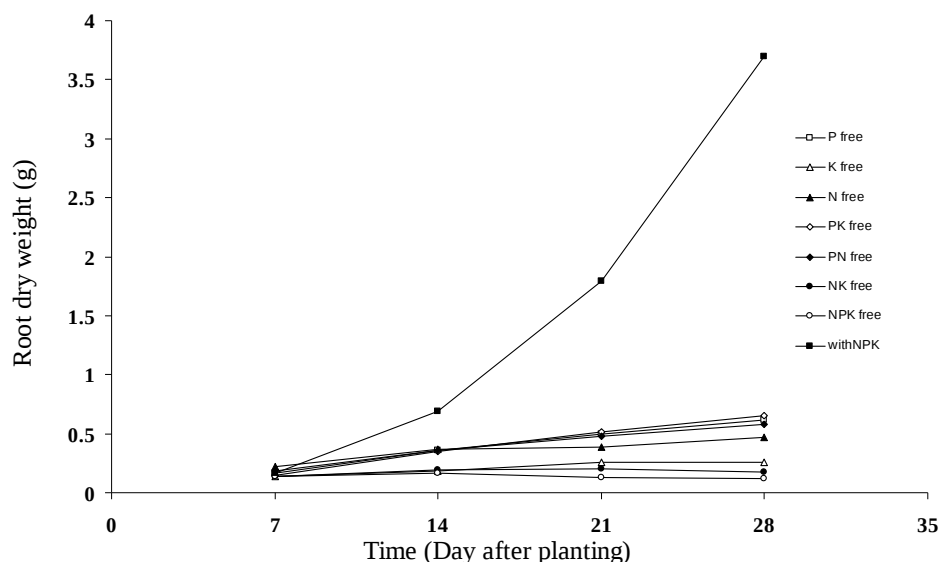
می باشد. T1 تا T8 به ترتیب بیانگر محیط کشت بدون P، بدون K، بدون N، بدون PK، بدون PN، بدون NK، بدون NPK و محیط کشت حاوی NPK می باشد.
نسبت وزن خشک V2 و V1 به ترتیب بیانگر رقم KWS2360 و رقم Rensuda Pioneer می باشد. LA، DR، DS، R/S و R/S به ترتیب بیانگر سطح برگ (سانتی متر مربع)، وزن خشک ریشه (گرم)، وزن خشک اندام هوایی (گرم)، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی و تعداد برگ می باشد.

* میانگین هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

T1-T8 indicates the medium with no P, no K, no N, no PK, no PN, no NK, no NPK and with NPK, respectively.

V1 and v2 indicate KWS2360 and Rensuda Pioneer cultivars, respectively. LA, DR, DS, R/S and LN respectively indicate leaf area (cm²), Root dry weight (g), Shoot dry weight (g), root/shoot and leaf number.

*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.



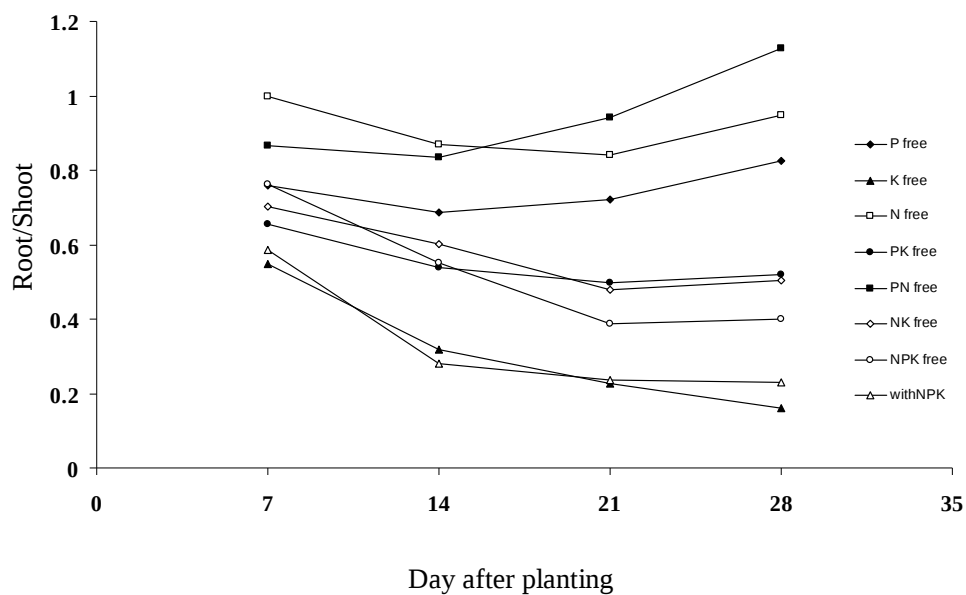
شکل 2 - تأثیر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات وزن خشک ریشه ذرت
Fig. 2- Effect of macro nutrients on the changes process of corn root dry weight (g)

بعدی قرار گرفت و کمترین میزان سطح برگ در تیمار فاقد NK (48 سانتی متر مربع) به دست آمد (جدول 1). رقم نیز تأثیر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر سطح برگ داشت (جدول 2)، بطوریکه در مرحله چهارم برداشت بیشترین سطح برگ (164 سانتی متر مربع) در رقم KWS2360 مشاهده گردید. اثر متقابل رقم و عناصر غذایی در سطح 1 درصد معنی‌دار گردید و بیشترین میزان سطح برگ در مرحله چهارم برداشت در تیمار حاوی NPK و رقم KWS2360 (561 سانتی متر مربع) مشاهده شد (جدول 3). میزان سطح برگ در تیمار حاوی NPK در طی دوره آزمایشی روند افزایشی داشت. به طوری که میزان آن از 243 سانتی متر مربع (7 روز پس از برداشت) به 460 سانتی متر مربع (28 روز پس از برداشت) افزایش یافت (شکل 4). اما در سایر تیمارها به جز تیمار فاقد PK (در مرحله 14 روز پس از کاشت)، روند کاهشی مشاهده شد. زرین کفش (Zarinkafsh, 1992) نیز بیان کرد که با کمبود فسفر رشد قسمت هوایی و ریشه کند می‌شود و برگ‌ها کوتاه، نازک و باریک می‌شوند و در نتیجه سطح برگ نیز کاهش می‌یابد. از طرفی با افزایش سطح برگ در تیمار شاهد، نور بیشتری توسط گیاه دریافت می‌شود که به علت فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد، ولی در شرایط کمبود به علت کاهش دسترسی به عناصر پرمصرف، رشد گیاه به تأخیر می‌افتد که این امر منجر به کاهش سطح برگ، فتوسنتز و ماده خشک می‌شود. همچنین افزایش تنفس گیاه و انحراف انرژی از مسیرهای رشد برای تطابق با محیط تحت کمبود، منجر به کاهش ماده خشک بیشتر می‌گردد (Kafi et al., 2000).

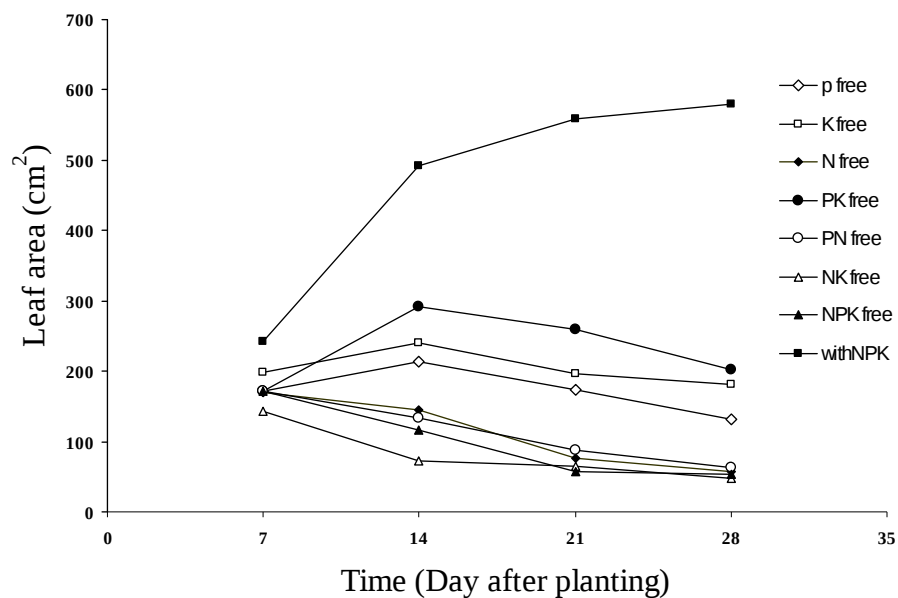
اثر متقابل رقم و عناصر غذایی در سطح 1 درصد معنی‌دار گردید و در آخرین مرحله برداشت بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در تیمار فاقد NK و رقم KWS2360 (1/18) مشاهده شد (جدول 3). نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی در اکثر تیمارها در طی دوره آزمایشی روند کاهشی داشت، اما در تیمار فاقد N از روز 21 و در تیمار فاقد NP و تیمار فاقد P از روز 14 روند افزایشی داشت (شکل 3). نتایج برخی از پژوهش‌های محققان نشان می‌دهد که کمبود فسفر سبب افزایش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی می‌شود که مربوط به توزیع ترجیحی مواد سنتز شده به ریشه‌ها است (Zadode & Padole, 1984). ریشه‌ها عموماً به عنوان مخزن قوی‌تر در گیاه نسبت به برگ‌ها تحت تأثیر کمبود فسفر قرار می‌گیرند، زیرا نسبت ریشه به ساقه اختصاصاً در کمبود فسفر افزایش می‌یابد. در نتیجه می‌توان تداوم انتقال کربوهیدرات فراوان را به ریشه‌ها و تجمع آن را انتظار داشت (Wissuwa et al., 2005). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که رشد ریشه و همچنین رشد اندام هوایی مستقیماً به وسیله قابلیت دسترسی به فسفر اثر می‌پذیرد و افزایش در نسبت ریشه به ساقه تحت تنش فسفر مربوط به اختصاص بیشتر کربن به ریشه‌ها است (Wissuwa et al., 2005). بنابراین در تیمار فاقد P افزایش این نسبت دور از انتظار نبود.

اثر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات سطح برگ ذرت

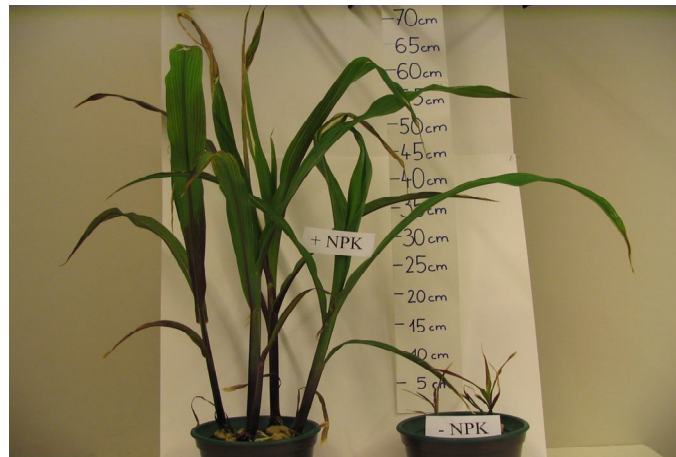
تیمارهای عناصر غذایی پرمصرف توانست اثر معنی‌داری در سطح 1 درصد بر سطح برگ بگذارد (جدول 1). در مرحله چهارم برداشت بیشترین میزان سطح برگ (460 سانتی متر مربع) در تیمار حاوی NPK بدست آمد و تیمار فاقد PK (201 سانتی متر مربع) در گروه



شکل 3- تأثیر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات نسبت ریشه به اندام هوایی
Fig. 3- Effect of macro nutrients on the changes process of corn Root/Shoot

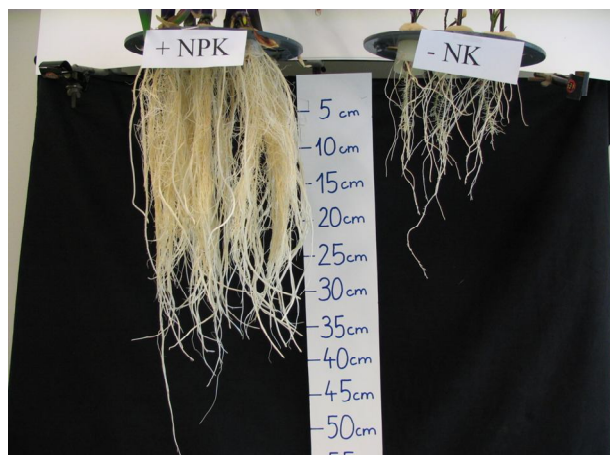


شکل 4- تأثیر عناصر غذایی پرمصرف بر روند تغییرات سطح برگ
Fig. 4- Effect of macro nutrients on the changes process of corn leaf area

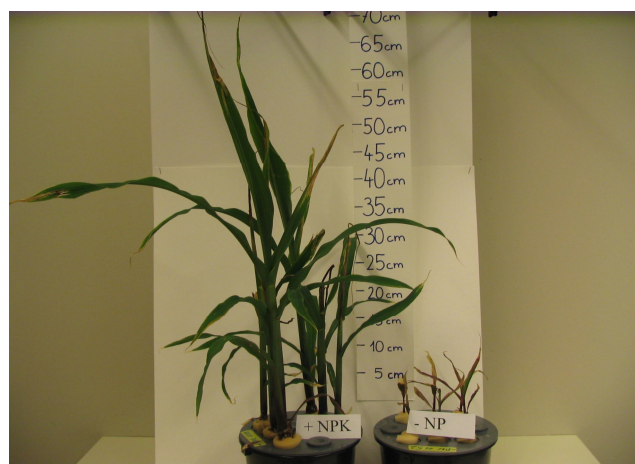
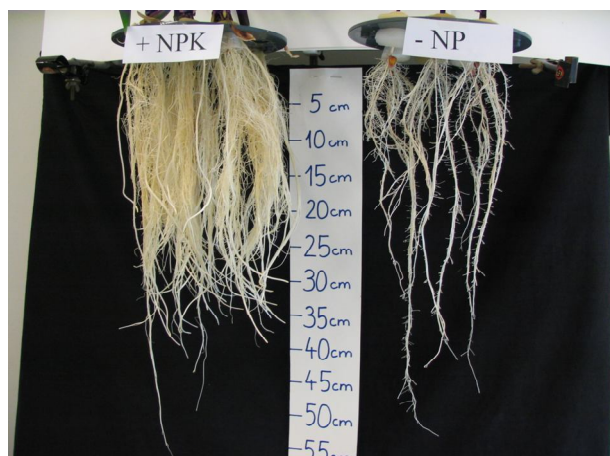


شکل 5- تأثیر تیمارهای حاوی NPK و فاقد NPK بر خصوصیات رشدی ذرت
Fig. 5- Effect of NPK and no NPK treatments on the growth characteristic of corn





شکل 6 - تاثیر تیمارهای حاوی NPK و فاقد NK بر خصوصیات رشدی ذرت
Fig. 6- Effect of NPK and no NK treatments on the growth characteristic of corn



شکل 7 - تاثیر تیمارهای حاوی NPK و فاقد NP بر خصوصیات رشدی ذرت
Fig. 7- Effect of NPK and no NP treatments on the growth characteristic of corn

اثر عناصر غذایی پرمصرف بر تعداد برگ ذرت

بین ارقام مختلف از نظر تعداد برگ تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اثر تیمارهای عناصر غذایی بر تعداد برگ در سطح 1 درصد معنی دار گردید. به طوری که بیشترین تعداد برگ در تیمار فاقد K با میانگین 5/6 و کمترین تعداد برگ در تیمار فاقد NK با میانگین 3 مشاهده شد (جدول 1). اثر متقابل بین رقم و عناصر غذایی از لحاظ تعداد برگ معنی دار نبود (جدول 2).

اثر عناصر غذایی پرمصرف بر عدد کلروفیل متر ذرت

در این بررسی تیمارهای عناصر غذایی مختلف در مراحل مختلف رشد به طور معنی داری بر اعداد کلروفیل متر تأثیر گذاشت. بر اساس اطلاعات مندرج در جداول 4 تا 8، در تمامی مراحل رشد بیشترین میزان عدد کلروفیل متر در تیمار حاوی NPK مشاهده شد. نتایج این آزمایش نشان داد که اعداد کلروفیل متر به مراحل رشد گیاه و عناصر غذایی مختلف به خصوص نیتروژن بستگی دارد. در اثر کمبود نیتروژن در گیاه، زرد شدن برگها ایجاد شده که باعث پیری زودرس برگها و کاهش رشد گیاه می شود. به همین دلیل کمترین اعداد کلروفیل متر در کل مراحل رشد در تیمار فاقد نیتروژن به دست آمد (جدول 4). در تمامی مراحل رشد گیاه بیشترین میزان اعداد کلروفیل متر در زمان ظهور برگ اول مشاهده شد و کمترین میزان

آن در زمان ظهور برگ ششم مشاهده شد. بنابراین با افزایش سن گیاه میزان اعداد کلروفیل متر نیز کاهش می یابد. نتایج آزمایشات ولف و همکاران (Wolf et al., 1988) نشان داد که همبستگی بالایی ($r^2=0/86$) بین ظرفیت فتوسنتزی برگها با درصد نیتروژن در طی دوره پیری وجود دارد. علاوه بر این مقدار کلروفیل و میزان نیتروژن نیز همبستگی بالایی ($r^2=0/80$) داشت. آنها بیان کردند که کمبود نیتروژن موجب 50% کاهش درصد نیتروژن، کلروفیل و ظرفیت فتوسنتزی گیاه می شود و این کاهش در برگهای قدیمی تر نسبت به سایر برگها بیشتر بود. در وضعیت کمبود نیتروژن عمر برگهای بالا و پایین به ترتیب 10 و 20 روز کاهش یافت. بررسی انجام شده توسط ماداکادز و همکاران (Madakadz et al., 1999) نشان داد که حدود 70 درصد از نیتروژن برگ در کلروپلاستهای برگها انباشته می شوند و در نتیجه مقدار کلروفیل همبستگی زیادی با میزان نیتروژن دارد. بریدمایر (Bredemeier, 2005) در بررسیهای خود نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، اعداد کلروفیل متر نیز افزایش می یابد و با کاهش میزان آن، اعداد کلروفیل متر نیز کاهش می یابد. از طرفی کمبود فسفر نیز باعث محدودیت انتقال نیتروژن و متابولیسم آن می شود و جذب نیترات تحت کمبود فسفر تغییر می کند.

جدول 4- میزان عدد کلروفیل متر برگهای ذرت تحت تأثیر عناصر غذایی پرمصرف

Table 4- chlorophyll content (spad) of corn leaves in macro nutrient treatments

LSD (0.05)	P ₀	K ₀	N ₀	P ₀ K ₀	P ₀ N ₀	N ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	With NPK	تیمارها treatments
1.51*	9.6	8.7	4.4	12	7.7	6.9	7.6	34	عدد کلروفیل متر chlorophyll content (spad)

*میانگینهایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری ندارند.

*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD test.

جدول 5- اثر عناصر غذایی پرمصرف بر میزان عدد کلروفیل متر برگ اول ذرت در مراحل مختلف رشد

Table 5- Effect of macro nutrients on the chlorophyll content of first leaf of corn in different growth stages

LSD (0.05)	تیمارها Treatments								دوره رشد Growth period
	P ₀	K ₀	N ₀	P ₀ K ₀	P ₀ N ₀	N ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	With NPK	
7.7*	35	35	29	31	39	29	31	54	زمان ظهور برگ اول stage of first leaf appearance
9.7	11	20	2	13	14	14	13	52	زمان ظهور برگ دوم stage of second leaf appearance
3.4	9.5	13	1	5	9	10	8	49	زمان ظهور برگ سوم stage of third leaf appearance
1.76	0	0	0	0	0	0	0	10	زمان ظهور برگ چهارم stage of fourth leaf appearance

1.63	0	0	0	0	0	0	0	10	زمان ظهور برگ پنجم stage of fifth leaf appearance
2	0	0	0	0	0	0	0	10	زمان ظهور برگ ششم stage of sixth leaf appearance

*میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

جدول 6- اثر عناصر غذایی پرمصرف بر میزان عدد کلروفیل متر برگ دوم ذرت در مراحل مختلف رشد

Table 6- Effect of macro nutrients on the chlorophyll content of second leaf of corn in different growth stages

LSD (0.05)	تیمارها Treatments								دوره رشد Growth period
	P ₀	K ₀	N ₀	P ₀ K ₀	P ₀ N ₀	N ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	With NPK	
7*	25	31	5	19	31	27	24	53	زمان ظهور برگ دوم stage of second leaf appearance
5.14	6.5	4	4	13	0	0	0	39	زمان ظهور برگ سوم stage of third leaf appearance
4.38	0	4	0	0	0	0	0	33	زمان ظهور برگ چهارم stage of fourth leaf appearance
3	0	2	0	0	0	0	0	29	زمان ظهور برگ پنجم stage of fifth leaf appearance
2.86	0	0	0	0	0	0	0	26	زمان ظهور برگ ششم stage of sixth leaf appearance

*میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

جدول 7- اثر عناصر غذایی پرمصرف بر میزان عدد کلروفیل متر برگ سوم ذرت در مراحل مختلف رشد

Table 7- Effect of macro nutrients on the chlorophyll content of third leaf of corn in different growth stages

LSD (0.05)	تیمارها Treatments								دوره رشد Growth period
	P ₀	K ₀	N ₀	P ₀ K ₀	P ₀ N ₀	N ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	With NPK	
9.69*	25	26	12	20	29	17	21	49	زمان ظهور برگ سوم stage of third leaf appearance
2.1	9.5	5	0	16	3	8	10	44	زمان ظهور برگ چهارم stage of fourth leaf appearance
2.58	9	4	0	15	3	8	10	41	زمان ظهور برگ پنجم stage of fifth leaf appearance
2.49	6.3	3	0	12	0.6	7	9	39	زمان ظهور برگ ششم stage of sixth leaf appearance

*میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

جدول 8- اثر عناصر غذایی پرمصرف بر میزان عدد کلروفیل متر برگ چهارم ذرت در مراحل مختلف رشد

LSD (0.05)	Treatments تیمارها								دوره رشد Growth period
	P ₀	K ₀	N ₀	P ₀ K ₀	P ₀ N ₀	N ₀ K ₀	N ₀ P ₀ K ₀	With NPK	
3.23*	20	16	2	24	15	12	15	41	زمان ظهور برگ چهارم stage of fourth leaf appearance
3.12	16	12	1	20	11	8	11	37	زمان ظهور برگ پنجم stage of fifth leaf appearance
2.95	13	9	0.2	17	8	6	8	34	زمان ظهور برگ ششم stage of sixth leaf appearance

*میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

منابع

- 1- Ameziane, R., Cassan, L., Duffosse, C., Ruffy, T. W., and Limami, A. M. 1997. Phosphate availability in combination with nitrate availability affects root yield and chicon yield and quality of Belgain endive (*Cicorium intybus*). Plant and Soil 191: 269-277.
- 2- Anghinoni, I., and Barber, S. A. 1980. Phosphorus influx and growth characteristic of corn roots as influenced by phosphorus supply. Agronomy Journal 72: 685-688.
- 3- Bredemeier, C. 2005. Laser-induced chlorophyll fluorescence sensing as a tool for site-specific nitrogen fertilizer evaluation under controlled environmental and field conditions in wheat and maize. PhD. Thesis. Technical University of Munich, Germany. 219 pp.
- 4- Cakmak, I.C., Hengeler, C., and Marschner, H. 1994. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrates in bean plants suffering from phosphorus, potassium and magnesium deficiency. Journal of Experimental Botany 45: 1245-1250.
- 5- Hopkins, W. G. 2004. Introduction to plant physiology (3rd ed.). Published in the U.S. with John Wiley and Sons. New York. 557 pp.
- 6- Hosseini, M. A., Ogunlea, V. B., and Falaki, A. M. 2008. Mineral composition of dry season maize (*Zea mays* L.) in response to varying level of nitrogen, phosphorus and irrigation at kadawa, Nigeria. World Journal of Agricultural Science 4: 775-780.
- 7- Jamshidi, A. 1999. Effect of agricultural operations (quality of water) on demolition of lands. MSc Thesis. Faculty of Natural resources, Tarbiyat Modares University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- 8- Smith, J.L., Halvorson, J.J., and Bolton H. 2002. Soil properties and microbial activity across a 500 m elevation gradient in semi-arid environment. Journal of Soil Biology and Biochemistry 34(11): 1749-1757.
- 9- Jun, Y. 1996. Wheat Root Systems and Water Utilization in a Semi-arid Region, in Root Demographics and Their Efficiencies in Sustainable Agriculture. Kluwer, Academic Publisher. Boston, London.
- 10- Kafi, M., Lahoote, M., Zand, E., Shareefee, H.R., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology. Jahadeh Daneshgahi press. (In Persian)
- 11- Kazempour, S., and Tajbakhsh, M. 2002. Effect of some antitranspirants on vegetative characteristic, yield and yield parameters of corn under limited irrigation. Iranian Journal of Agricultural Science 33(2): 205-211. (In Persian with English Summary).
- 12- Kelik, H., Asik, B. B., and Katkat, A. 2010. Effect of potassium and iron on macro element uptake of maize. Zemdirbyste-Agriculture 97: 11-22.
- 13- Khodabande, N. 1995. Grains. University of Tehran Publisher. (In Persian)
- 14- Madakadze, I. C., Stewart, K. A., Madakadze, R., M., Peterson, P. R., Coulman, B. E., and Smith, D. L. 1999. Field evaluation of the chlorophyll meter to predict yield and nitrogen concentration of switch grass. Journal of Plant Nutrition 22(6): 1001-1010.
- 15- Majidian, M., Ghalavand, A., Kamkar, A., Karimiyan, N. 2008. Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. SC 704. Iranian Journal of Crop Sciences 10(3): 303-330. (In Persian with English Summary)
- 16- Malakuti, M., and Riyazi Hamedani, A. 1991. Fertilizers and Soil Fertility. Publisher Center of Univ. (In Persian)

- 17- Mollier, A., and Pellerin, S. 1999. Maize root system growth and development as influenced by phosphorus deficiency. *Journal of Experimental Botany* 50: 487-497.
- 18- Naseri Pouryazdi, M. 1991. Study the effect of NPK on growth and yield of cumin (*Cuminum cyminum*). MSc Thesis. Faculty of Agriculture, Tarbiyat modares University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- 19- Rufty, T. M., Huber, S. C., and Volk, R. J. 1993. Phosphate regulation of nitrate assimilation in soybean. *Journal of Experimental Botany* 44: 879-891.
- 20- Scharf, P.C., and Brouder, S.M. 2006. Chlorophyll meter reading can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA. *Agronomy Journal* 98: 655-665.
- 21- Schlemmer, M. R., Francis, D. D., Shanahan, J. F., and Schepers, J. S. 2005. Remotely measuring chlorophyll content in corn leaves with differing nitrogen levels and relative water content. *Agronomy Journal* 97: 106-112.
- 22- Wissuwa, M., Gamat, G., and Ismail, A. M. 2005. Is root growth under phosphorus deficiency affected by source or sink limitations? *Journal of Experimental Botany* 56: 1943-1950.
- 23- Wolf, D. W., Henderson, D. W., Chsiao, T., and Alvino, A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration nitrogen distribution, and yield. *Agronomy Journal* 80: 859-864.
- 24- Zadode, S. D., and Padole, V. R. 1984. Yield and nutrient uptake behaviour of hybrid sorghum CSH-9 as influenced by nitrogen and phosphate fertilization. *PKV Research Journal* 8: 5-7.
- 25- Zarinkafsh, M. 1992. Soil Fertility. University of Tehran Publisher. (In Persian)
- 26- Zehtabian, G., and Amiri, B. 2005. The comparison of soil nutrients among agricultural lands and rangelands with emphasis on N, P, K (case study: Khodabande, Zanjan). *Pajouhesh v Sazandegi* 68: 9-19. (In Persian with English Summary)

تأثیر ورمی کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L.)

عبدالله بیک خورمیزی^{1*}، پروانه ابریشم‌چی²، علی گنجعلی³ و مهدی پارسا⁴

تاریخ دریافت: 89/7/25

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

در سال‌های اخیر تولید فزاینده زباله در نتیجه رشد جمعیت شهری و توسعه صنایع، به عنوان یک چالش جدی مطرح است. ورمی کمپوست به عنوان محصول فرآوری زباله‌های شهری با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مناسب، می‌تواند نقش موثری در رشد و نمو و نیز کاهش اثرات منفی ناشی از تنش‌های مختلف محیطی بر گیاهان داشته باشد. برای این منظور مطالعه‌ای با هدف بررسی بر هم کنش نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست و تنش شوری بر صفات ریختزایی گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، شامل پنج نسبت حجمی ورمی کمپوست و ماسه (100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75) و چهار سطح شوری (30، 60، 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) به ترتیب معادل 2/75، 5/5، 8/25 و 11 دسی زیمنس بر متر، به همراه شاهد (صفر)، در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. بذرها در گلدان‌های پلاستیکی کاشته و نمونه برداری از گیاهچه‌ها 28 روز پس از کاشت انجام شد. نتایج نشان داد که در سه محیط بدون تنش، ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.05$) بر طول ساقه، تعداد میانگره‌ها، سطح و وزن خشک برگ، وزن خشک، سطح، قطر و مجموع طول ریشه‌ها داشت، اما تأثیر آن بر وزن خشک ساقه معنی دار نبود. بر هم کنش ورمی کمپوست و شوری، تأثیر معنی داری بر طول ساقه، تعداد میانگره‌ها، سطح و وزن خشک برگ، سطح و وزن خشک ساقه معنی داشت، اما تأثیر آن بر وزن خشک ساقه، قطر و مجموع طول ریشه‌ها معنی دار نبود. بنابراین در سطوح پائین شوری تمام نسبت‌های ورمی کمپوست و در سطوح شوری بالا، نسبت‌های بالای ورمی کمپوست می‌تواند تا حدودی اثرات نامطلوب شوری را بر گیاهچه‌های لوبیا محدود نماید.

واژه‌های کلیدی: تنش محیطی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، صفات ریخت زایی، گیاهچه

مقدمه

افزوده دارد؛ چرا که از یک طرف پسماندها به تولیدات با ارزش تبدیل می‌شود و از طرف دیگر آلاینده‌هایی که پی آمد افزایش جمعیت، شهرنشینی و کشاورزی مفرط است را کنترل می‌کند (Kaushik & Garg, 2003). در اراضی زراعی، از کمپوست به منظور بهبود ساختمان و افزایش حاصل خیزی خاک استفاده می‌شود (Lakhdar et al., 2009). ورمی کمپوست کود آلی است که شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی می‌باشد (Bremness, 1999). ورمی کمپوست با دارا بودن تنوع زیستی میکروبی وسیع و فعال نسبت به کمپوست‌های تولید شده در فرایند حرارتی، به عنوان پالاینده و اصلاح کننده مهم خاک به کار گرفته می‌شود (Arancon et al., 2004a). ورمی کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه کشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب زیادی برخوردار است (Atiyeh et al., 2001). وجود عناصر غذایی ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی،

رشد فزاینده جمعیت و الگوی زندگی مصرفی، تولید مقادیر بسیار زیادی از پسماندهای جامد را به دنبال دارد. دفع پسماندهای جامد در شهرها، به دلیل کمبود محل دفن و قوانین محیطی، مشکل ساز بوده و هست. بنابراین محققان به دنبال مدیریت دیگری هستند که از لحاظ اکولوژیکی و اقتصادی مناسب‌تر باشد (Ashok et al., 2008). تولید ورمی کمپوست¹ می‌تواند چاره مناسبی برای دفع موثر و بهداشتی قسمت‌های آلی پسماندهای جامد باشد (Kaviraj & Sharma, 2003). تبدیل پسماندهای آلی به ورمی کمپوست سود

1. 2 و 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی و دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشیار پژوهشکده علوم گیاهی و دانشیار عضو هیئت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول مقاله، Email: abdollahbeyk@gmail.com)

صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این مطالعه تأثیر پنج نسبت حجمی ورمی کمپوست با ماسه شامل 100:0؛ 90:10؛ 75:25؛ 50:50 و 25:75، بر رشد رویشی لوبیا قرمز رقم درخشان در چهار سطح شوری معادل 30، 60، 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم به همراه شاهد (صفر)، در شرایط گلخانه که دما کنترل شده بود (25-30) و رطوبت و نور طبیعی داشت، بررسی شد. لوبیا قرمز رقم درخشان نسبت به سایر ارقام معمول دارای عملکرد بالا (2700 کیلوگرم در هکتار) و مقاوم به ویروس موزائیک معمولی لوبیا می باشد. این گیاه با ارتفاع 60 سانتی متر، دارای تیپ رونده و بسیار زودرس است (Dorri, 2008). تیمارهای لازم از طریق مخلوط نسبت‌های حجمی ورمی کمپوست و ماسه تهیه شدند. تجزیه‌ی شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در این آزمایش، در جدول 1 نشان داده شده است. بذر های لوبیا به مدت 24 ساعت در آب خیسانده شده و سپس در چهار قسمت از گلدان‌ها کشت شدند و بر حسب ظرفیت زراعی آبیاری شدند. گلدان‌ها به مدت دو هفته تا سبز شدن با آب معمولی آبیاری شدند. سپس گیاهچه ها تنک و در هر گلدان دو گیاهچه باقی ماند. پس از این زمان، گلدان‌ها مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. به منظور ثابت نگه داشتن مقدار شوری در گلدان‌ها، هدایت الکتریکی زه آب گلدان‌ها اندازه گیری و مرتباً کنترل می‌شد. پس از سپری شدن 28 روز از زمان کاشت، گلدان‌ها برداشت و پس از آن، بخش هوایی و ریشه گیاه از بذر تفکیک شدند. سپس صفات مورفولوژیکی گیاه شامل ارتفاع به وسیله خط کش اندازه‌گیری شدند، سطح برگ‌ها به وسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ¹، اندازه گیری شدند و صفات مربوط به ریشه مانند طول، سطح و قطر ریشه پس از رنگ آمیزی با پرمنگنات منیزیم و خارج کردن آب سطح ریشه، به وسیله دستگاه اندازه گیری ریشه² اندازه گیری شدند. به منظور تعیین وزن خشک اندام های فوق، ساقه، برگ ها و ریشه ها در آون 70 درجه به مدت 48 ساعت خشک شدند و وزن خشک آن‌ها با ترازویی با دقت 0/001 گرم اندازه گیری شد. تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار-Mstat-C انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش

مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی کمپوست می‌باشد (et al., 2000). ورمی کمپوست رشد گیاهان را بهتر از مواد مغذی معدنی تحریک می‌کند که به دلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم مواد هومیکی موجود در ورمی کمپوست است که مانند تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عمل می‌کنند (Atiye et al. 2000, Arancon et al. 2003). چن و همکاران (Chen et al., 1990) گزارش کردند که با افزایش غلظت مواد هومیکی، افزایش در رشد گیاه مشاهده شد. این محققان یکی از علل افزایش رشد گیاه توسط مواد هیومیکی را تأثیر این مواد بر جذب و افزایش نفوذپذیری یون‌های فلزی بیان نمودند. سوبلر و همکاران (Subler et al., 1998) با جایگزینی 10 و 20 درصد ورمی کمپوست با محیط کشت، بهبود رشد و جوانه زنی گیاهان اطلسی (*Petunia hybrida* L.)، همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، فلفل (*Capsicum annum* L.)، کلم تکه‌ای (*Brassica oleracea*) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentom* L.) را گزارش کردند. همچنین با جایگزینی 6، 8 و 10 درصد ورمی کمپوست با محیط کشت پیت، افزایش رشد در گوجه فرنگی، کاهو (*Lactuca sativa* L.) و فلفل مشاهده شد (Wilson et al, 1989). بررسی‌های آرگیلو و همکاران (Arguello et al., 2006) نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه عملکرد گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.) در اثر مصرف ورمی کمپوست بوده است. آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) در آزمایشی روی گیاه توت فرنگی (*Fragaria xananassa* Duch.) مشاهده کردند که ورمی کمپوست وزن خشک، سطح برگ، تعداد ساقه رونده و تعداد گل را نسبت به تیمار کود شیمیایی به طور معنی داری افزایش داد. بر اساس تحقیقات انجام شده در بعضی از گیاهان نظیر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، ورمی کمپوست می تواند اثرات زیان‌آور شوری را کاهش دهد و سبب افزایش رشد و تولید محصول شود (Rafiq & Nusrat, 2009). بررسی ها نشان داده است که زیست توده تمبر هندی (*Tamarindus indica* L.) در حضور ورمی کمپوست در محیط تنش کلرید سدیم بیش از چهار برابر افزایش یافت (Oliva et al., 2008). از آنجا که لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک محصول با ارزش اقتصادی است و در رژیم غذایی جامعه نقش مهمی را ایفاء می‌نماید و از طرفی، به دلیل حساسیت زیاد این گیاه به شوری و کاهش شدید رشد این گیاه درحضور شوری (Dorri, 2008)، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی ورمی کمپوست در شرایط تنش شوری بر خصوصیات رشد رویشی لوبیا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست در بهبود اثرات منفی ناشی از تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه لوبیا، آزمایشی به

1- Leaf Area Meter

2- Root Analyser

شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر ارتفاع گیاه لوبیا داشت. در این آزمایش، ارتفاع گیاه در شوری های معنی داری نشان نداد.

جدول 1. خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست
Table 1. Chemical characteristics of vermicompost

ماده آلی (درصد) Organic mater (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)	اسیدی ته pH	کربن/نیتروژن C/N	پتاسیم (درصد) K (%)	سدیم (درصد) Na (%)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	خصوصیات Properties
35-40	40-60	8-8.5	12-16	0.9-1.5	0.6-0.9	1.3-1.6	ورمی کمپوست Vermicompost

رشد و متعاقب آن ارتفاع گیاه شود.

تعداد میانگره ها

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد میانگره های لوبیا داشت. به طوری که کمترین تعداد میانگره ها (1/6) در سطح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد (2/067) کاهش معنی داری (22 درصد کاهش) را نشان داد. در این آزمایش سطوح شوری معادل 30 و 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری از نظر تعداد میانگره ها با شاهد نداشتند ولی در سطوح بالای شوری (90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) کاهش معنی داری در تعداد میانگره ها نسبت به شاهد مشاهده شد.

در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، فقط در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست ارتفاع گیاه نسبت به شاهد بدون ورمی کمپوست افزایش نشان داد، ولی این افزایش معنی دار نبود. لذا می توان نتیجه گرفت که احتمالاً نسبت های بالای ورمی، گل همیشه بهار (Atiye et al., 2002b) و هویج (*Daucus carota* L.) (Muscolo et al., 1999) گزارش شده است. موسکولو و همکاران (Muscolo et al., 1999)، بیان داشتند که تحریک تولید موادی شبیه به اکسین در زمان مصرف ورمی کمپوست، علت افزایش ارتفاع گیاهان می باشد. همچنین از آنجا که اسید آمینه تربیتوفان پیش ماده سنتز ایندول استیک اسید می باشد و وجود عنصر روی در ساختمان این اسید آمینه ضروری است (Tsui, 1948) و نظر به این که ورمی کمپوست غنی از مواد مغذی از جمله روی می باشد، بنابراین این کود می تواند با تأثیر بر روی سنتز هورمون ها به ویژه اکسین باعث افزایش

جدول 2- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات ریشه و ساقه لوبیا قرمز رقم درخشان در سطوح مختلف شوری.
Table 2. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot features at different salinity levels.

وزن خشک ریشه (میلی گرم) Root dry weight (mg)	قطر ریشه (میلی متر) Root diameter (mm)	سطح ریشه (میلی متر مربع) Root area (mm ²)	مجموع طول ریشه (میلی متر) Total root length (mm)	وزن خشک برگ (میلی گرم) dry Leaf weight (mg)	وزن خشک ساقه (میلی گرم) Stem dry weight (mg)	سطح برگ (میلی متر مربع) Leaf area (mm ²)	تعداد میانگره Internode numbers	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	سطوح شوری Salinity levels (mmol l ⁻¹ NaCl)
0.296 a	0.335 c	10960 a	16100 a	0.47 a	0.15 a	11640 a	2.067 a	8.86 a*	0
0.263 ab	0.382 bc	9801 a	18070 a	0.4 b	0.107 b	100050 a	2.07 a	8.83 a	30
0.214 bc	0.42 ab	7234 b	8963 b	0.33 c	0.097 b	8032 b	1.97 ab	8.77 ab	60
0.233 bc	0.437 a	6772 bc	8391 bc	0.248 d	0.087 b	6512 bc	1.87 b	8.3 bc	90
0.19 c	0.463 a	5550 c	6560 c	0.268 d	0.094 b	5502 c	1.6 c	8.1 c	120

* در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncan's Multiple Range Test ($p \leq 0.05$).

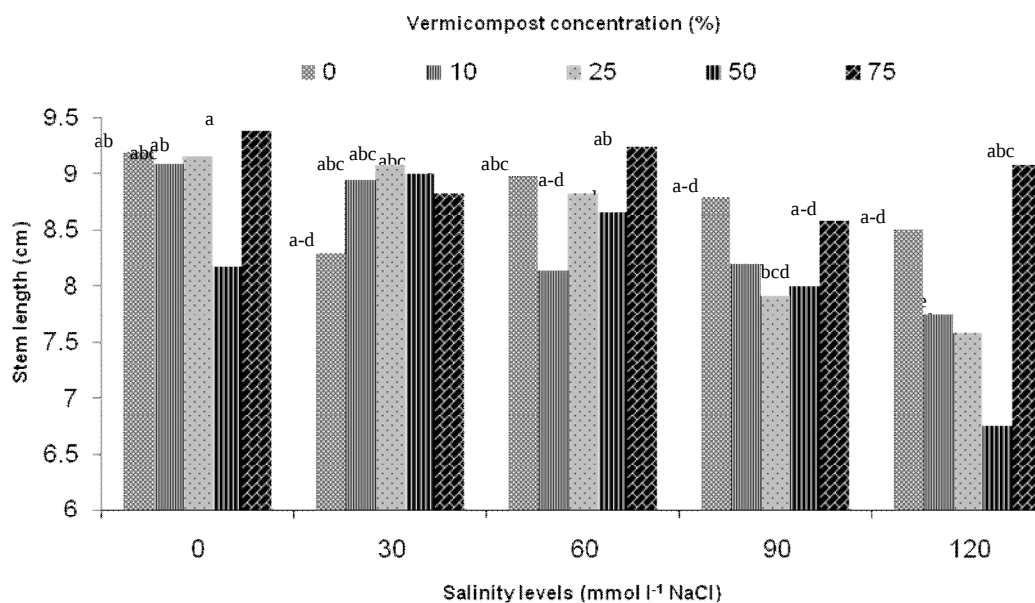
جدول 3- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات ریشه و ساقه لوبیا رقم قرمز درخشان در غلظت های مختلف ورمی کمپوست.

Table 3. Mean comparison of characteristics related to bean root and shoot features at different vermicompost concentrations.

وزن خشک ریشه (میلی گرم)	قطر ریشه (میلی متر)	مساحت ریشه (میلی متر مربع)	مجموع طول ریشه (میلی متر)	وزن خشک برگ (میلی گرم)	وزن خشک ساقه (میلی گرم)	مساحت برگ (میلی متر مربع)	تعداد میانگره	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	نسبت ورمی کمپوست
root dry weight (mg)	Root diameter (mm)	Root area (mm ²)	total root length (mm)	Leaf dry weight (mg)	Root dry weight (mg)	Leaf area (mm ²)	Internode numbers	Plant height (cm)	Vermicompost ratio
0.298 a	0.392 b	10960 a	14850 a	0.268 c	0.105a	8115 b	2.0 a	8.76 ab	0
0.212 c	0.456 a	7515 b	9168 b	0.327 b	0.095 a	8192 b	1.83 b	8.43 bc	10
0.232 bc	0.429 ab	6910 b	9312 b	0.343 b	0.106 a	7985 b	1.83 b	8.5 abc	25
0.19 c	0.392 b	6756 b	13700 a	0.34 b	0.119 a	7569 b	1.83 b	8.12 c	50
0.263 ab	0.373 b	8173 b	11050 b	0.439 a	0.11 a	9870 a	2.07 a	9 a	75

در هر ستون، میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند مطابق آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند ($p \leq 0.05$).

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different statistically, using Duncan's Multiple Range Test ($p \leq 0.05$).



شکل 1- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر ارتفاع گیاهچه های چهار هفته ای لوبیا.

Figure 1 – Interaction between vermicompost and salinity on the height of four weeks old seedling of bean.

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی داری ندارند.

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

75 درصد ورمی کمپوست نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در سایر نسبت های ورمی کمپوست تعداد میانگره ها کاهش نشان داد (جدول 3) که با ارتفاع گیاه مطابقت دارد. بر هم کش شوری و ورمی

در این آزمایش، کاهش معنی دار تعداد میانگره های لوبیا، شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم می باشد و با افزایش شوری تعداد میانگره ها کاهش یافت (جدول 2). تعداد میانگره ها در نسبت حجمی

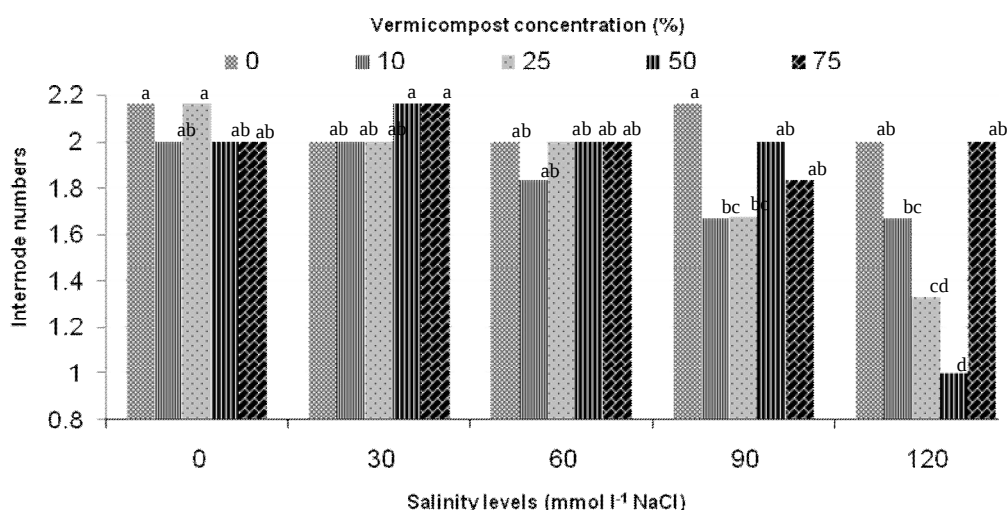
پتاسیم، کلسیم و منیزیم می شود.

سطح برگ در بوته

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر سطح برگ لوبیا دارد. کمترین مقدار سطح برگ (5502 میلی متر مربع) در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد (11640 میلی متر مربع)، بیش از 50 درصد کاهش نشان داد. در این آزمایش شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری از نظر سطح برگ با شاهد نداشت، ولی در سایر سطوح شوری، سطح برگ کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان داد (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.05$) بر سطح برگ لوبیا داشت. نتایج مقایسه میانگین نسبت-های مختلف ورمی کمپوست مؤید این است که سطح برگ در نسبت های حجمی 10، 25 و 50 درصد، تفاوت معنی داری با شاهد (بدون ورمی کمپوست) نداشت، ولی در نسبت 75 درصد، سطح برگ به صورت معنی داری (حدود 17 درصد) افزایش یافت (جدول 3). برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر سطح برگ معنی دار است. شکل 3 برهم کنش تنش شوری و ورمی کمپوست را بر سطح برگ نشان می دهد.

در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ در تمام نسبت های ورمی کمپوست، نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) افزایش نشان داد، اما این افزایش، تنها در نسبت 25 درصد ورمی کمپوست معنی دار بود.

کمپوست بر تعداد میانگره ها معنی دار ($p \leq 0.01$) است. شکل 2 برهم کنش شوری و ورمی کمپوست را بر تعداد میانگره ها نشان می دهد. در شوری معادل 30 و 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تعداد میانگره ها در نسبت های مختلف ورمی کمپوست، مشابه و تفاوت معنی داری نداشتند. در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم نیز تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست تعداد میانگره ها برابر با شاهد بدون ورمی کمپوست بود در حالی که در سایر نسبت های ورمی کمپوست، تعداد میانگره ها کاهش معنی داری را نشان داد. این نتایج با یافته ها در مورد ارتفاع گیاه مطابقت دارد (شکل 1). بنابراین استفاده از ورمی کمپوست در نسبت های بالا ممکن است بتواند اثرات منفی شوری را کاهش دهد. در سطوح میانی و بالای شوری (60، 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم) احتمالاً ورمی کمپوست نیز به عنوان منبع شوری عمل نموده و اثرات کاهشی بر ارتفاع گیاه و تعداد میانگره ها دارد. ولی در نسبت های بالای ورمی کمپوست اثرات مفید این کود آلی بیشتر از اثرات منفی آن بوده و احتمالاً برآیند به سمت تأثیر مثبت ورمی کمپوست بوده است. همین موضوع می تواند دلیل کاهش ارتفاع گیاه در غلظت 50 درصد ورمی کمپوست نسبت به غلظت 75 درصد ورمی کمپوست باشد. تان و تانتی ویرامانوند (Tan & Tantiwiramanond, 1983) بیان کردند که با افزایش هومیک اسید به عنوان یک ماده آلی به محیط کشت، تعداد گره سویا (*Glycine max* L.) افزایش یافت. از طرفی در صورت عدم حضور سدیم در محیط، پتاسیم در تشکیل میانگره نقش اساسی دارد (Taiz & Zeiger, 2002). رناتو و همکاران (Renato et al., 2003) گزارش کرد که افزایش مقدار ورمی کمپوست باعث افزایش فسفر،



شکل 2- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر تعداد میانگره های گیاهچه های چهار هفته ای لوبیا.

Figure 2 – Interactions between vermicompost and salinity on the internode numbers of four weeks old seedling of bean.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی داری ندارند.
Means followed by similar letters for each compost level are not significantly different at 5% probability level.

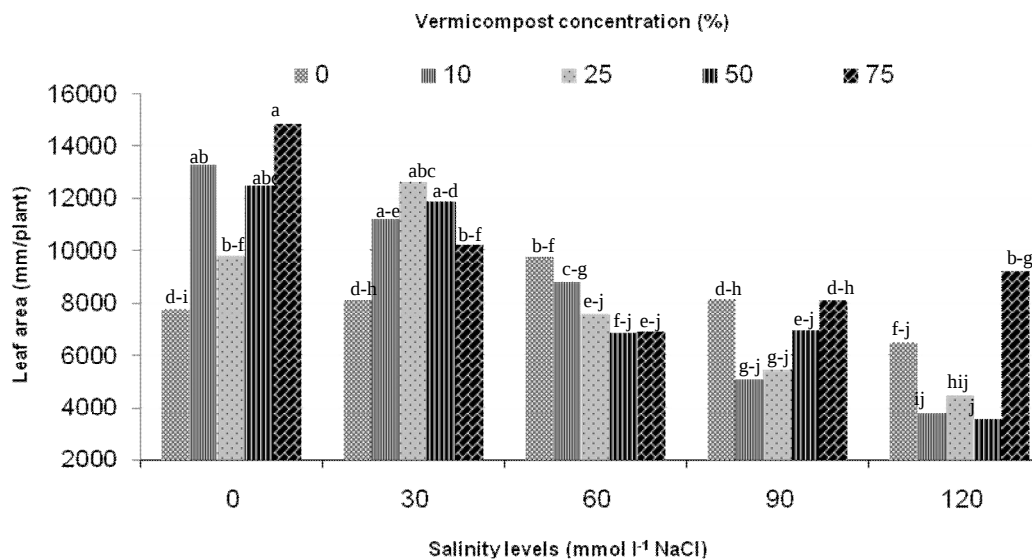
کردند که تلفیق هومات‌های استخراج شده از ورمی کمپوست کود خوک به محیط بدون خاک مترو میکس 360، به طور معنی داری ارتفاع و سطح برگ نشاهای گوجه فرنگی را افزایش داد.

وزن خشک ساقه در بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ساقه لوبیا داشت. در تمام سطوح شوری، وزن خشک ساقه نسبت به شاهد به صورت معنی داری کاهش یافت (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری بر وزن خشک ساقه لوبیا نداشت. نتایج مقایسه میانگین نسبت های مختلف ورمی کمپوست نشان داد که وزن خشک ساقه، در نسبت های مختلف ورمی کمپوست تفاوت ها معنی داری نداشتند (جدول 3). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه معنی دار نیست و بنابراین پاسخ وزن خشک ساقه لوبیا در نسبت های مختلف ورمی کمپوست در سطوح مختلف شوری یکسان است (داده‌ها نشان داده نشده است). نتایج آرآنکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) در گیاه توت فرنگی، گاجالاکشمی و عباسی (Gajalakshmi & Abbasi, 2002) در بامیه (*Hibiscus esculentus* L.) و گوجه فرنگی، مؤید افزایش وزن خشک گیاهان در حضور ورمی کمپوست است.

در شوری 60 و 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ در تمام نسبت های ورمی کمپوست، نسبت به شاهد کاهش یافت، ولی این کاهش معنی دار نبود. در شوری معادل 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح برگ تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش نشان داد، اما این افزایش معنی دار نبود. بنابراین ورمی کمپوست در شوری های کم، احتمالاً می تواند اثرات نا مطلوب شوری بر سطح برگ لوبیا را بهبود بخشد و در سطوح شوری بالا، مقادیر بالای ورمی کمپوست می تواند تا حد زیادی اثرات منفی تنش شوری را محدود نماید. در تحقیقات دیگری نیز افزایش سطح برگ در محیط حاوی ورمی کمپوست در گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) (Sallaku et al, 2009)، تربچه و همیشه بهار (Warman & AngLopez, 2010) و گوجه فرنگی و خیار (Atiyeh et al, 2002a) نشان داده شده است. آرآنکون و همکاران (Arancon et al., 2004b) علت افزایش سطح برگ توت فرنگی در حضور ورمی کمپوست را به دلیل افزایش جمعیت میکروبی در ورمی کمپوست، نسبت دادند.

مک جینیس و همکاران (McGinnis et al., 2003) افزایش سطح برگ ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در حضور ورمی کمپوست را به بهبود خواص فیزیکی محیط، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب نسبت دادند. همچنین ادواردز و همکاران (Edwards et al., 2004) گزارش



شکل 3- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر سطح برگ گیاهچه های چهار هفته ای لوبیا.

Figure 3 – Interaction between vermicompost and salinity on leaf area of four weeks old seedling of bean.
Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

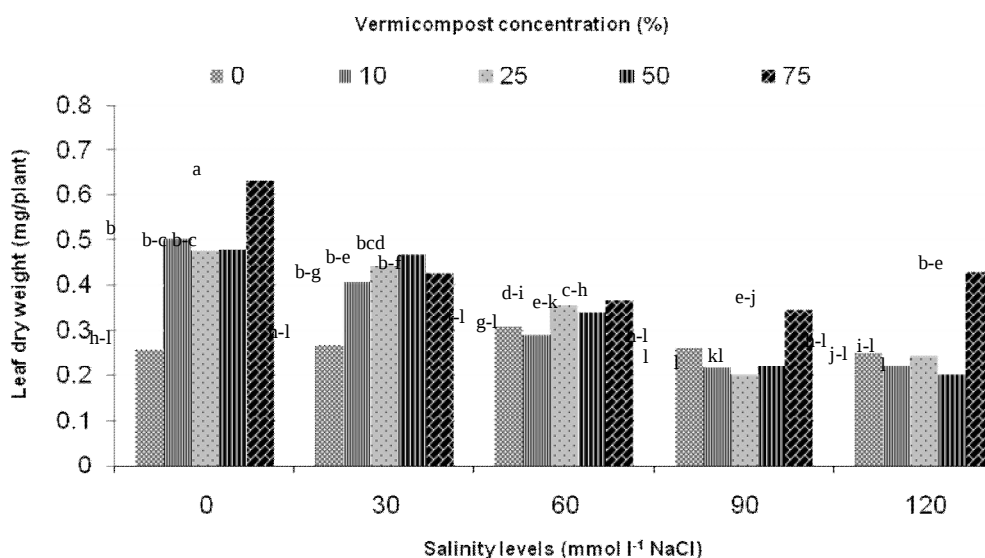
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک برای هر سطح کمپوست، در سطح احتمال 5 درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means followed by similar letters for each compost level are not significantly different at 5% probability level.

همان‌طور که در شکل 4 مشاهده می‌شود، در شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک برگ در تیمار با نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد بدون ورمی کمپوست، به طور معنی‌داری افزایش یافت. در شوری 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت‌های 25، 50 و 75 درصد ورمی کمپوست وزن خشک برگ افزایش یافت ولی این افزایش معنی‌دار نبود. در شوری 90 و 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تنها در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست وزن خشک برگ افزایش نشان داد، ولی این افزایش تنها در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم معنی‌دار بود. بنابراین در تنش‌های پایین، تمام نسبت‌های ورمی کمپوست و در تنش‌های بالای شوری، نسبت‌های بالای ورمی کمپوست می‌تواند اثرات نامطلوب تنش شوری را بر وزن خشک برگ محدود نماید. تحقیقات دیگر نیز افزایش وزن خشک گیاه خیار (Sallaku et al., 2009)، توت‌فرنگی (Arancon et al., 2004b)، سویا و یولاف (*Avena ludoviciana*) (Atiyeh et al., 2001) و اطلسی، همیشه بهار، فلفل و گوجه‌فرنگی (Subler et al., 1998) را با کاربرد ورمی کمپوست نشان داده است. آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه‌فرنگی تیمار شده با ورمی کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت دانستند.

آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2000) نیز، افزایش وزن گیاهان گوجه‌فرنگی تیمار شده با ورمی کمپوست را به دلیل تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت اعلام نمودند. در این راستا ادواردز و همکاران (2004) (Edwards et al.) بیان کردند که وزن خشک بخش هوایی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی رشد یافته در غلظت‌های مختلف مواد هومیکی، نسبت به شاهد افزایش نشان داده است.

وزن خشک برگ در بوته

تنش شوری تأثیر بسیار معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک برگ در تمام سطوح شوری نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک برگ نسبت به شاهد حدود 43 درصد کاهش نشان داد (جدول 2). ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت و تیمار با ورمی کمپوست در تمام نسبت‌های آن، وزن خشک برگ را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داد. بیشترین وزن خشک برگ (0/4385 میلی گرم) در نسبت 75 درصد ورمی کمپوست مشاهده شد (جدول 3) که نسبت به شاهد حدود 40 درصد افزایش داشت. برهم‌کنش شوری و ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک برگ لوبیا داشت.



شکل 4- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک برگ گیاهچه‌های چهار هفته‌ای لوبیا.

Figure 4 – Interaction between vermicompost and salinity on the leaf dry weight of four weeks old seedling of

bean.

ستون ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

همچنین ورمی کمپوست نیز تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر سطح ریشه لوبیا داشت به طوری که سطح ریشه در تمام نسبت های ورمی کمپوست نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان داد (جدول 3) که مطابق با مجموع طول ریشه ها می باشد. برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر سطح ریشه معنی دار ($p \leq 0.05$) است. شکل 5 برهم کنش شوری و ورمی کمپوست را بر سطح ریشه نشان می دهد. همان طور که از شکل پیداست در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح ریشه در تمام نسبت های ورمی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد که این کاهش معنی دار نیست. در شوری معادل 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در تمام نسبت های ورمی کمپوست کاهش سطح ریشه نسبت به شاهد مشاهده شد که این کاهش در غلظت های 25، 50 و 75 درصد ورمی کمپوست معنی دار بود. سطح ریشه در شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در تمام نسبت های ورمی کمپوست، به طور معنی داری کاهش نشان داد. در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، سطح ریشه نسبت به شاهد در نسبت های 10، 25 و 50 درصد ورمی کمپوست کاهش معنی داری نشان داد، ولی این کاهش در نسبت 75 درصد معنی دار نیست. بنابراین نسبت های مختلف ورمی کمپوست باعث کاهش سطح ریشه می شود. در این رابطه می توان گفت که احتمالاً افزایش ورمی کمپوست در محیط ریشه شرایط را برای جذب آب و عناصر غذایی، بهتر مهیا نموده است و گیاه برای دریافت عناصر غذایی و آب، انرژی کمتری را برای رشد ریشه در راستای جذب بیشتر آب و عناصر غذایی هزینه کرده است.

قطر ریشه در بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر قطر ریشه لوبیا داشت. بیشترین (0/463 میلی متر) و کمترین (0/335 میلی متر) قطر ریشه به ترتیب در سطوح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم و شاهد مشاهده شد (جدول 2). ورمی کمپوست تنها در نسبت 10 درصد، قطر ریشه را نسبت به شاهد، حدود 14 درصد افزایش داد که این اختلاف معنی دار بود (جدول 3). نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر قطر ریشه معنی دار نیست و نسبت های مختلف ورمی کمپوست نمی تواند اثرات نا مطلوب شوری بر قطر ریشه را محدود نماید (داده ها نشان داده نشده است). آتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2001) بیان داشتند که فعالیت میکروارگانیسم های موجود در ورمی کمپوست سبب تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیترات می شود و از جمله اثرات مثبت نیترات افزایش در

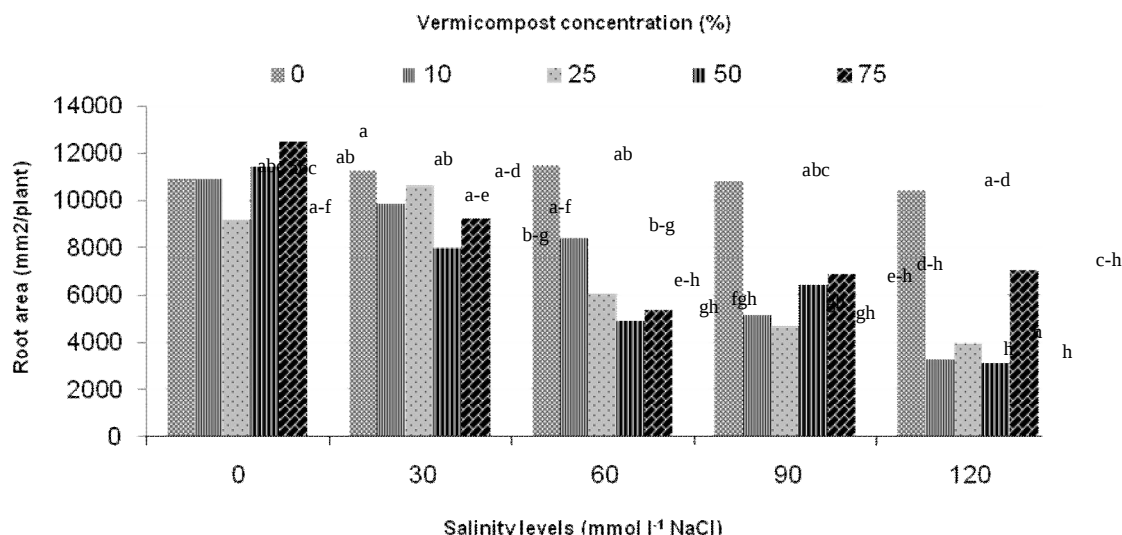
مجموع طول ریشه ها در بوته

مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر مجموع طول ریشه های لوبیا داشت. مجموع طول ریشه ها در شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، تفاوت معنی داری نسبت به شاهد نشان نداد، ولی در سایر سطوح شوری با افزایش تنش شوری، مجموع طول ریشه ها کاهش یافت به طوری که کمترین مقدار مجموع طول ریشه ها (6560 میلی متر) در سطح شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده گردید که حدود 60 درصد کمتر از شاهد بود (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر مجموع طول ریشه های لوبیا داشت. به طوری که در تمام نسبت های ورمی کمپوست، مجموع طول ریشه ها نسبت به شاهد کاهش یافت که این اختلاف ها به استثنای غلظت 50 درصد ورمی کمپوست در سایر سطوح ورمی کمپوست معنی دار بود (جدول 3). نتایج تجزیه واریانس مشاهدات نشان داد که برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر مجموع طول ریشه ها معنی دار نیست و بنابراین پاسخ مجموع طول ریشه های لوبیا در نسبت های مختلف ورمی کمپوست و شوری یکسان است (داده ها نشان داده نشده است). در مطالعه ای، طول ریشه های لوبیا و گیاه *Abelmoschus esculentus*، در حضور ورمی کمپوست افزایش یافت، ولی طول ریشه ذرت (*Zea mays* L.) روند خاصی را نشان نداد (Samiran et al., 2010). این محققان بیان داشتند که الگوهای متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف، احتمالاً دلیل اصلی واکنش های متفاوت گیاهان به غلظت های مختلف ورمی کمپوست است. در این ارتباط غلظت بالای اکسین مانع رشد ریشه است، همچنین اکسین بیوسنتز اتیلن که بازدارنده رشد ریشه است را تحریک می کند (Taiz & Zeiger, 2002). این هورمون و سایر هورمون های رشد در ورمی کمپوست وجود دارند.

سطح ریشه در بوته

تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر سطح ریشه لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات در سطوح مختلف شوری حاکی از کاهش سطح ریشه با افزایش تنش شوری است که با کاهش مجموع طول ریشه ها مطابقت دارد. گزارش های زیادی حاکی از همبستگی مثبت و بسیار بالای مجموع طول ریشه ها با سطح ریشه وجود دارد (et Ganjeali al., 2004; 2007). بیشترین (10960 میلی متر مربع) و کمترین (5550 میلی متر مربع) سطح ریشه به ترتیب در تیمار شاهد و شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، مشاهده شد (جدول 2).

قطر است.



شکل 5- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر سطح ریشه لوبیا.

ستون ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح $p \leq 0.05$ ندارند.

Figure 5 – Interaction between vermicompost and salinity on the root area of bean.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

نبود. در سایر سطوح شوری نیز، وزن خشک ریشه در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد که این تفاوت‌ها در شوری 60 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت‌های 50 و 75 درصد و در شوری 90 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت 25 درصد و در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، در نسبت‌های 10 و 50 درصد ورمی کمپوست معنی دار بود (شکل 6). پریتام و گارگ (Pritam & Garg, 2010)، افزایش بیوماس ریشه گل همیشه بهار را در حضور ورمی کمپوست گزارش کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت ندارد که می‌توان به الگوهای متفاوت جذب مواد معدنی در گیاهان مختلف در حضور غلظت‌های مختلف ورمی کمپوست نسبت داد.

نتیجه گیری

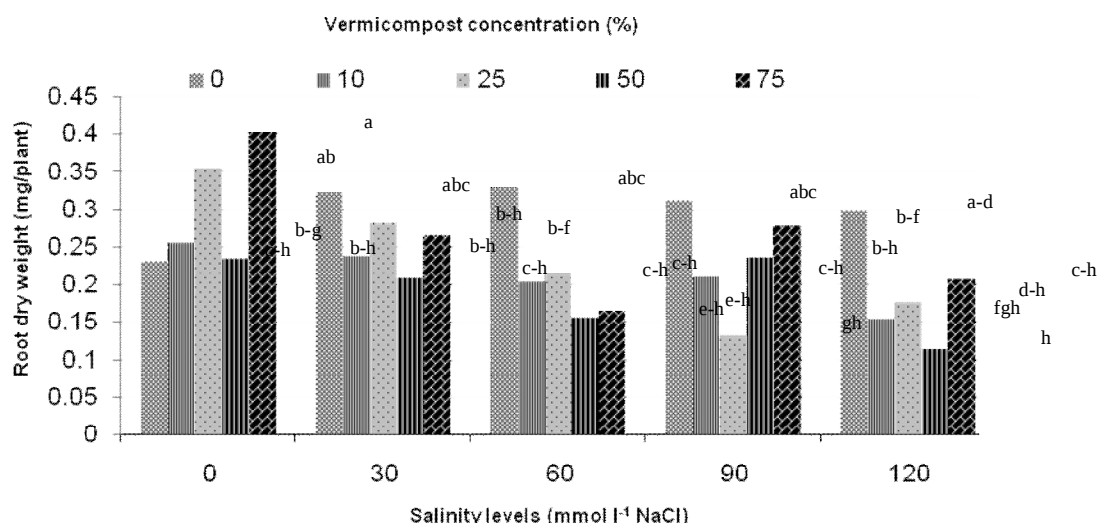
به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که در محیط‌های بدون تنش، صفات رویشی گیاه مانند ارتفاع و سطح برگ در حضور نسبت‌های ورمی کمپوست افزایش می‌یابد. در سطوح پائین شوری (30 میلی مول NaCl)، تمام نسبت‌های ورمی کمپوست توانست رشد رویشی لوبیا را بهبود بخشد، ولی در سطوح بالاتر شوری، نسبت بالای ورمی کمپوست (نسبت حجمی 75 درصد) اثرات نامطلوب شوری را

وزن خشک ریشه در بوته

تنش شوری تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه لوبیا داشت. مقایسه میانگین مشاهدات نشان داد که وزن خشک ریشه در تمام سطوح شوری به استثنای شوری 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت، به طوری که کمترین وزن خشک ریشه (0/19 میلی گرم) در شوری 120 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم مشاهده شد که نسبت به شاهد 35 درصد کاهش نشان داد. بنابراین آستانه کاهش وزن خشک ریشه لوبیا، شوری بیش از 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم می‌باشد (جدول 2). ورمی کمپوست تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک ریشه لوبیا داشت. بیشترین وزن خشک ریشه (0/298 میلی گرم) مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمار 75 درصد ورمی کمپوست تفاوت معنی داری نشان نداد ولی نسبت به سایر نسبت‌های ورمی کمپوست افزایش معنی داری داشت (جدول 3). این یافته‌ها با نتایج سطح و مجموع طول ریشه‌ها در حضور ورمی کمپوست منطبق است. برهم کنش شوری و ورمی کمپوست بر وزن خشک ریشه معنی دار ($p \leq 0.05$) است. در شوری معادل 30 میلی مول بر لیتر کلرید سدیم، وزن خشک ریشه در تمام نسبت‌های ورمی کمپوست نسبت به شاهد (بدون ورمی کمپوست) کاهش نشان داد. ولی این تفاوت‌ها معنی دار

عنصری مانند کلسیم و منیزیم جایگزین سدیم در کمپلکس های پیچیده شده و در نهایت جذب سدیم کاهش می یابد (Lakhdar et al., 2009). بنابراین در غلظت های بالای ورمی کمپوست وجود عناصر معدنی بسیار فراوان در محیط کشت گیاه، می تواند اثرات نامطلوب شوری را کاهش دهد.

کاهش داد. در این رابطه احتمالاً به دلیل وجود میکروارگانیسم ها از جمله میکوریزا و نقش این میکروارگانیسم در افزایش هدایت هیدرولیکی آب در ریشه های گیاه، افزایش سطح جذب و نقاط ورودی آب و عناصر معدنی، راندمان جذب آب توسط ریشه های گیاه افزایش یافته است. بدیهی است که در این شرایط به دلیل جذب بیشتر و کارآمدتر آب و عناصر معدنی مورد نیاز، تحمل به شوری گیاه بهبود می یابد. بررسی ها مؤید این مطلب است که در محیط های شور



شکل 6- اثر متقابل ورمی کمپوست و شوری بر وزن خشک ریشه لوبیا.

Figure 6 – Interaction between vermicompost and salinity on the root dry weight of bean.

ستون ها با حرف یا حروف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال $p \leq 0.05$ ندارند.

Columns with the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ probability.

منابع

- 1- Ashok, P., Carlos, R.S., and Christian, L. 2008. Current Developments in Solid-state Fermentation. Asiatech Publishers, INC. New Delhi. 517 pp.
- 2- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004a. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. *Bioresource Technology* 93:139-143.
- 3- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology* 93:145-153.
- 4- Arancon, N.Q., Lee, S., Edwards, C.A., and Atiyeh, R.M. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants: The 7th international symposium on earthworm ecology. Cardiff Wales 2002. *Pedobiologia* 47:741-744.
- 5- Arancon, N., Edwards, C., Dick, R., and Dick, L. 2007. Vermicompost tea production and plant growth impacts. *Biocycle* 51-52.
- 6- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P., and Metzger, J.D. 2008. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Soil Ecology* 39: 91-99.
- 7- Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., Stephen, T.T., and Kristen, A.K. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 2383-2392.
- 8- Arguello, J.A., Ledesma, A., Nunez, S.B., Rodriguez, C.H., and Goldfarb, M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguay garlic bulbs. *Horticulture Science* 41: 589-592.

- 9- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresource Technology* 75:175-180.
- 10- Atiyeh, R.M., Dominguez, J., Subler, S., and Edwards, C.A. 2000. Biochemical changes in cow manure processed by earthworms (*Eisenia rapsez*) and their effects on plant-growth. *Pedobiologia* 44:709-724.
- 11- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2000. Earthworm processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigolds and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization* 8:215-223.
- 12- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44:579-590.
- 13- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2001. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81:103-108.
- 14- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78: 11-20.
- 15- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002a. The influence of humic acids driven from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84:7- 14.
- 16- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002b. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. *Bioresource Technology* 81:103-108.
- 17- Bremness, L. 1999. *Herbs. Eyewitness Handbook*, London, 176 PP.
- 18- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: MacCarthy, P., Clap, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds.), *humic substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-167.
- 19- Dorri, H.R. 2008. *Bean Agronomy*. Publication Series of Research Center of Bean, Khomein. 46 PP. (In Persian).
- 20- Edwards, C.A. 2004. *Earthworm Ecology*. International Standard Book Number 0-8493-1819-X. 424 PP.
- 21- Gajalakshmi, S., and Abbasi, S.A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crassandra undulaefolia*, and on several vegetables. *Bioresource Technology* 85:197-199.
- 22- Ganjeali, A., Kafi, M., and Bagheri, A. 2007. The new approaches of chickpea (*Cicer arietinum* L.) root study. *Iranian Journal of Field Crops Research* 13: 179-188. (In Persian with English Summary).
- 23- Ganjeali, A., Kafi, M., Bagheri, A., and Shahriyari, F. 2004. Allometric relationship between root and shoot characteristics of chickpeas seedling (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 18:67-80. (In Persian with English Summary).
- 24- Kaviraj, P., and Sharma, S. 2003. Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology* 90:169-173.
- 25- Kaushik, P., and Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 90:311-316.
- 26- Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C., 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. *Hazardous Materials* 171:29-37.
- 27- McGinnis, M., Cook, A., Bilderback, T., and Lorcheider, M. 2003. Organic fertilization for basil transplant production. *Acta Horticulturae* 491:213-218.
- 28- Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry* 31:1303-1311.
- 29- Oliva, M.A., Zenteno, R.E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). *Gayana Botanica* 65: 10-17.
- 30- Pritam, S.V.K., and Garg, C.P.K. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. *Environmentalist* 30: 123-130.
- 31- Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Helianthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany* 41:1373-1384.
- 32- Renato, Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Bioresource Technology* 60:59-63.
- 33- Sallaku, G., Babaj, I., Kaci, S., and Balliu, A. 2009. The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7: 869-872.
- 34- Samiran, R., Kusum, A., Biman, K.D., Ayyanadar, A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology* 45: 78-84.
- 35- Sinha, J., Biswas, C.K., Ghosh, A., Saha, A. 2010. Efficacy of vermicompost against fertilizers on *Cicer* and *Pisum*

- and on population diversity of N_2 fixing bacteria. *Journal of Environmental Biology* 31:287-292.
- 36- Subler, S., Edwards, C., and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle* 39:63-66.
- 37- Taiz, L., and Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Associates Publication. 0878938230. 660 PP.
- 38- Tan, K.H., and Tantiwiranond, D. 1983. Effect of humic acids on nodulation and dry matter production of soybean, peanut, and clover. *Soil Science Society of America Journal* 47:1121-1124.
- 39- Tsui, C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. *American Journal of Botany*, 35:172-179.
- 40- Wilson, D.P., and Carlile, W.R. 1989. Plant growth in potting media containing worm-worked duck waste. *Acta Horticulturae* 238:205-220.
- 41- Warman, P.R., and AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. *Bioresource Technology* 101:4479-4483.

اثر تنش کم آبی بر کار آبی مصرف آب ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط مشهد

سید حسام موسوی^{1*}، جواد وفابخش² و رضا صدرآبادی حقیقی³

تاریخ دریافت: 89/7/25

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

تنش خشکی یکی از عوامل کاهش عملکرد دانه و درصد روغن در کلزا (*Brassica napus* L.) می باشد. کارآبی مصرف آب کلزا در پاسخ به محدودیت آب در سال زراعی 89-1388 مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور آزمایشی با طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات طرق مشهد در استان خراسان رضوی اجرا شد که در آن مبنای آبیاری دو سطح تامین نیاز آبی شامل 80 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط عدم تنش و 120 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط تنش قرار گرفت. تیمارهای رقم شامل هایولا 401، هایولا 330، پارک لند، گلد راش، بی پی 18 و لندریس بودند. میانگین کارآبی مصرف آب در شرایط تنش 6/6 کیلوگرم بر متر مکعب آب با مصرف 3412/3 متر مکعب آب و در شرایط عدم تنش 4/5 کیلوگرم بر متر مکعب آب با مصرف 4612/3 متر مکعب آب بود. بیشترین کارآبی مصرف آب مربوط به رقم هایولا 401 با کارآیی 7/4 کیلوگرم بر متر مکعب آب در شرایط تنش و کمترین مربوط به رقم گلد راش با کارآیی 2/6 کیلوگرم بر متر مکعب در شرایط عدم تنش بود. کارآبی مصرف آب در تولید روغن در ارقام مورد آزمایش تفاوت معنی دار داشت. به طوری که رقم هایولا 401 با 0/28 کیلوگرم روغن بر متر مکعب آب در شرایط عدم تنش بیشترین کارآیی و رقم بی پی 18 با 0/06 کیلوگرم روغن بر متر مکعب آب در شرایط تنش کمترین کارآیی را داشت. نتایج نشان داد که تنش کم آبی توانسته کارآبی مصرف آب را در ارقام تحت آزمایش در تولید ماده خشک و دانه به طور معنی دار افزایش دهد، اما تنش خشکی عملکرد روغن و کارآیی مصرف آب در تولید روغن در ارقام را بطور معنی داری کاهش داد.

واژه های کلیدی: آبیاری، تنش خشکی، روغن، گیاه دانه روغنی

مقدمه

آب مصرف شده توسط گیاه است که بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب بیان می شود (Hekmat shoar, 1993). کمبود آب می تواند اثر سویی بر عملکرد گیاهان بگذارد، ولی این اثر به رقم، مرحله نمو و سازش یافتگی گیاه به خشکی بستگی دارد (Nasri et al., 2006). در مجموع عواملی که بر کارآیی مصرف آب اثر می گذارند شامل آب، دی اکسید کربن، دمای هوا، گونه گیاهی، آرایش برگ ها و رفتار روزنه ای، نوع مسیر فتوسنتزی گیاه و عوامل خاکی هستند (Stanhil, 1986).

ارقام مختلف کلزا از سال های گذشته وارد کشور شده و تحقیقات بسیاری روی آنها صورت گرفته است و به دلیل توجه بیشتر به ارقام مختلف کلزا سطح زیر کشت آن در کشور افزایش قابل ملاحظه ای پیدا کرده است (Sheikh, 2003). طول دوره ی رشد کلزا در کارآیی مصرف آب این گیاه موثر است. ارقام دیر رس کلزا نسبت به ارقام زودرس آب بیشتری مصرف کرده و کارآیی مصرف آب کمتری را نیز دارا هستند. در ارقام دیر رس به واسطه افزایش طول دوره ی رشد ماده ی خشک بیشتری در گیاه تجمع می یابد، ولی میزان از دست رفتن آب نیز به دلیل طول دوره ی باز بودن بیشتر روزنه ها، افزایش

خشکی یکی از مهمترین تنش های غیر زنده است که هر ساله خسارت های هنگفتی به محصولات زراعی به ویژه در ایران که کشوری خشک و نیمه خشک محسوب می شود، وارد می آورد (Aliari et al., 2000). اثر تنش خشکی در گیاه ناشی از کمبود آب است که در نتیجه موجب کاهش انتقال گاز کربنیک به کلروپلاست شده، روزنه ها بسته می شوند و مقاومت ورود گازها افزایش می یابد و تبدلات گازی کمتر صورت می گیرد. به علاوه مقاومت داخلی سلول های مزوفیل به کاهش جریان دی اکسید کربن کلروپلاست انجامید و هنگامی که آب برگ ها کم می یابد فتوسنتز نیز کاهش می یابد (Hall, 2003).

کارآیی مصرف آب، نسبت مقدار ماده خشک تولید شده به میزان

21 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

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

تیمارها شامل دو سطح آبیاری بر اساس آبیاری در زمان 80 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A برای شرایط عدم تنش و 120 میلی متر تبخیر برای شرایط تنش خشکی تعیین شد. این سطوح بر اساس تجربیات قبلی و آزمایشات انجام شده در ایستگاه مذکور بود (Azizi & Fallahtoozi, 2001). آبیاری در مرحله رشد رویشی و تا مرحله روزت در هر دو تیمار تنش و عدم تنش یکسان انجام شد. ارقام کلزای مورد استفاده در این آزمایش شامل شش رقم کلزا به نام های هایولا 401¹، هایولا 330²، پارکلند³، گلدراش⁴، بی پی 18⁵ و لندریس⁶ بودند از سه گروه مختلف (*B. napus* L.)، شلغم روغنی (*L. B. rapa*) و خردل (*B. juncea* L.) بودند.

ضریب گیاهی و نیاز آبی کلزا در شرایط مشهد توسط نرم افزار های Optiwater و Netwater محاسبه شد (Alizadeh & Kamali, 2007) که با نتایج آزمایشات تحقیقاتی ایستگاه مذکور مطابقت داشت (Azizi & Fallahtoozi A., 2001). سیستم آبیاری به صورت نشتی بود و بارندگی در فصل رشد به طور طبیعی بر گیاهان اعمال شد به این صورت که میزان بارندگی موثر در فاصله آبیاری ها به حجم آبیاری های انجام شده اضافه شد و در نهایت میزان آب مصرفی کرت ها محاسبه گردید. با توجه به سیستم آبیاری نشتی تدریجی استفاده شده میزان آبی که از دسترس گیاه خارج می شد برای کلیه کرت ها ناچیز در نظر گرفته شد و کارآبی مصرف آب به ازای آب مصرفی کرت محاسبه شد.

قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه شد و کود مورد نیاز خاک بر اساس توصیه ی کودی موسسه ی تحقیقات آب و خاک به مصرف رسید. کاشت ارقام به صورت جوی و پشته در کرت هایی به ابعاد 6x1/5 متر صورت پذیرفت و در هر کرت چهار خط کشت با فاصله ی 30 سانتیمتر و تراکم 120 بوته در متر مربع کشت شد. کنترل علف های هرز در سه مرحله به صورت دستی انجام شد. وزن خشک گیاه همزمان با اندازه گیری های سطح برگ هر دو هفته یک بار و در دو بوته از هر کرت انجام شد. برگ ها، ساقه ها و غلاف ها جداگانه در پاکت قرار گرفتند و در دمای 70 درجه سانتیگراد به مدت 48 ساعت خشک و وزن شدند. عملکرد نهایی دانه از برداشت کل بوته های یک متر مربع وسط هر کرت بدست آمد. در انتهای دوره رشد درصد روغن دانه های برداشت شده از هر کرت با روش سوکسله تعیین شد. کارآبی مصرف آب در تیمارهای مختلف آزمایش با محاسبه نسبت میزان ماده خشک تولید شده به آب مصرفی گیاه

می یابد (Schott et al., 1994). کارآبی مصرف آب گیاهان تحت شرایط خشکی، بدلیل تحت تاثیر قرار گرفتن روزنه ها افزایش می یابد (Heidari, 2000). یکی از راه های مقابله با تنش خشکی، شناخت و اصلاح ارقام زودرس و متحمل است (Koocheki et al., 2005). نتایج آزمایشی که با سطوح مختلف تنش خشکی بر روی ارقام کلزا در شرایط مشهد انجام شد نشان داد که کارآبی مصرف آب در ارقام کلزا تحت برخی از تیمارهای تنش خشکی بیشتر بوده است (Vafabakhsh et al., 2008).

اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی گیاه اثرات متفاوتی در میزان روغن دانه دارد و گزارشات موجود حاکی از تفاوت پاسخ گیاه به خشکی در رابطه با تولید روغن در دانه است (Latifi, 1996; Jenssen, 1995). توانایی ارقام کلزا در تبدیل مواد فتوسنتزی به روغن در شرایط تنش متفاوت است. هم چنین مشاهده شده است که تنش خشکی شدید (50 درصد تامین نیاز آبی کامل) کارآبی مصرف آب در تولید روغن را بطور معنی داری کاهش داد. این گونه نتایج نشان دهنده ی اثر بیشتر محدودیت تامین آب بر تولید ماده ی خشک نسبت به اثرگذاری آن بر تولید روغن می باشد (Vafabakhsh et al., 2008). در آزمایشات دیگری نیز مشاهده شده است که تنش خشکی اثر معنی داری بر درصد روغن دانه داشت و باعث کاهش آن شد (Masoudsinaki et al., 2007). گزارشات سایر محققان نیز حاکی از تاثیر تنش خشکی به همراه درجه حرارت بالا در کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع در روغن کلزا است (Downey et al., 1983).

با توجه به اینکه در چند سال اخیر بحث های مختلفی در مورد گسترش دانه های روغنی در کشور شده است و چنانچه توسعه این محصول مد نظر باشد بخش عمده ای از مناطق خشک و نیمه خشک کشور را در بر خواهد گرفت. لذا تحقیق بیشتر در مورد سازگاری و به زراعی گیاه دانه روغنی کلزا در این مناطق ضروری از طرف دیگر، چنین، به نظر می رسد که الگوی مصرف آب برای کلزا بایستی بصورتی باشد تا گیاه بتواند در طول فصل رشد خود حداکثر استفاده از آب را انجام دهد. برای این منظور باید از ارقامی که کارآبی مصرف آب بالاتری در شرایط تنش خشکی دارند استفاده شود. بنا براین هدف از این تحقیق ارزیابی کارآبی مصرف آب در تولید ماده خشک و روغن ارقام کلزا در شرایط محدودیت آبیاری بود.

مواد و روش ها

آزمایش به صورت مزرعه ای با طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی 89-1388 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق - مشهد (طول و عرض جغرافیایی 14° 38' 59" N و 12° 13' 36") در استان خراسان رضوی انجام شد.

- 1- Hyola 401
- 2- Hyola 330
- 3- Parkland
- 4- Goldrush
- 5- BP.18
- 6- Landrace

استفاده از معادله (1) تعیین شد:

$$\text{WUE} = \text{DM} / \text{WU} \quad (\text{معادله 1})$$

در این معادله، DM میزان ماده خشک تولید شده یا عملکرد دانه یا عملکرد روغن و WU، میزان آب مصرفی در تیمار نرمال و تیمار تنش است.

تجزیه و تحلیل تغییرات و اختلافها و مقایسه میانگینها با آزمون چند دامنه ای دانکن و در ارقام و سطوح آبیاری توسط نرم افزار MSTAT-C و رسم و شکلها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

کارایی مصرف آب در تولید ماده خشک

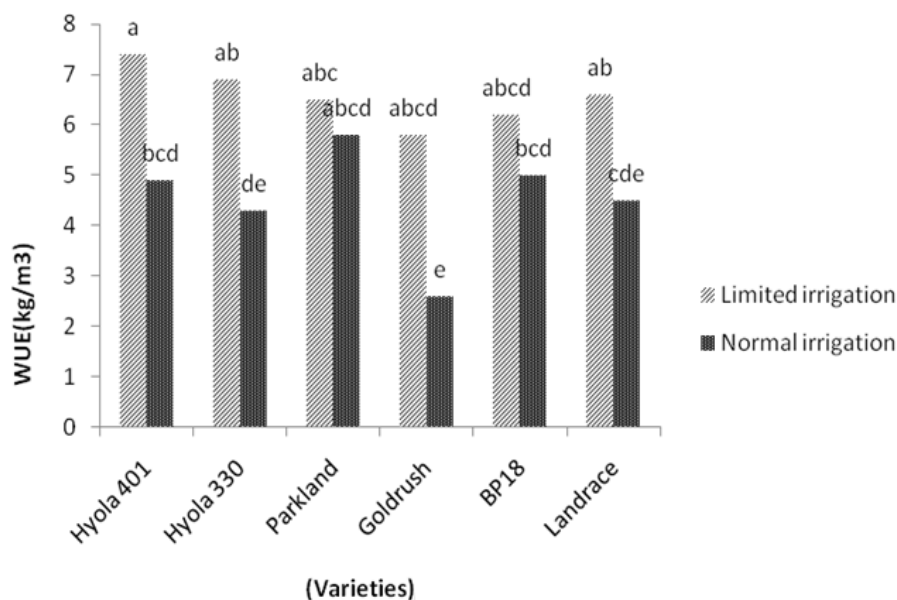
جدول 1- میانگین کارایی مصرف آب و میزان آب مصرف شده در تیمارهای تنش و شاهد در کلزا

Table 1- Water use efficiency and water use in stress and non stress treatments

سطوح آبیاری	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	آب مصرفی (متر مکعب بر هکتار)
Irrigation levels	Water use efficiency(kg/m ³)	Water use (m ³ /ha)
عدم تنش Non stress	4.5b*	4612.3
تنش Stress	6.6a	3412.3

* میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند

*Treatments with the same letters in a column are not significantly different ($P \leq 0.05$).



شکل 1- کارایی مصرف آب در ارقام کلزا در محیط تنش و عدم تنش

Figure 1. Water use efficiency for rapeseed varieties under drought stress and non stress conditions

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5% دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

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

مطالعه نیز متفاوت بود. رقم هایولا 401 با کاهش حدودا 33 درصد در کارآبی مصرف آب برای تولید روغن، کمترین کاهش و رقم بی پی 18 با کاهش 70 درصدی، بیشترین کاهش را داشت (جدول 2). نتایج نشان داد با ایجاد تغییرات معنی دار در کارآبی مصرف آب بر عملکرد ماده خشک، کارآبی مصرف آب برای تولید روغن نیز تأثیر معنی داری گذاشت و آن را کاهش داد که این امر در مدیریت این گیاه روغنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

با توجه به اینکه اکثر ارقام مورد کشت و کار کلزا در دنیا از دو گروه کانولا و خردل می باشند لذا مقایسه بین ارقام این دو گروه انجام شد. این مقایسه میانگین عملکرد دانه در بین ارقام خردل و کانولا نشان داد که اگرچه در شرایط تنش خشکی عملکرد این ارقام نسبت به شرایط عدم تنش کاهش معنی داری یافت، اما این کاهش در میان ارقام در سطح 5 درصد در دو محیط معنی دار نبود (جدول 3) رقم هایولا 401 از گروه (کلزا) با 35 درصد کاهش کمترین کاهش میانگین عملکرد و رقم بی پی 18 از گروه خردل با 68/5 درصد کاهش بیشترین کاهش عملکرد را داشت (جدول 3). اثر متقابل تنش و رقم بر روی عملکرد دانه در بین ارقام معنی دار نشد و این نشان داد که این میزان تنش نتوانسته کاهش معنی داری در بین ارقام ایجاد کند.

نتایج تأیید می کند کلزا گیاهیست که می تواند با میزان تطابق زیاد به محیط های مختلف شناخته شود (Malekshahi et al., 2009). نتایج مطالعات برخی دیگر از محققین نیز نشان می دهد با توجه به اینکه اغلب بارندگی های استان های کشور در زمستان و اوایل بهار اتفاق می افتد، کلزای پاییزه می تواند از رطوبت فصول فوق استفاده ی مناسب را ببرد و احتیاجی به آبیاری بهاره نداشته باشد (Aliari et al., 2000). در این آزمایش کاهش میزان آب در دسترس گیاه باعث افزایش معنی دار میانگین کارآبی مصرف آب در ارقام تحت آزمایش شد که این افزایش در برخی ارقام بیشتر و در برخی کمتر بود (شکل 1).

کارآبی مصرف آب در تولید روغن

اندازه گیری و مقایسه درصد روغن دانه در ارقام مختلف نشان داد که شرایط تنش باعث کمتر شدن میزان درصد روغن در ارقام تحت آزمایش شد. رقم هایولا 401 از گروه کلزا به طور معنی داری روغن بیشتری از سایر ارقام هم در شرایط عدم تنش و هم در شرایط تنش تولید کرد و میانگین کارآبی مصرف آب به ازای روغن تولیدی این رقم به طور معنی داری بیشتر بود (جدول 2).

این نتایج نشان داد که شرایط تنش باعث کمتر شدن تبدیل مواد فتوسنتزی به روغن شده است. این کاهش در بین ارقام مختلف مورد

جدول 2- کارآبی مصرف آب ارقام کلزا در تولید روغن

Table 2- Water use efficiency of rapeseed varieties due to oil production

رقم Variety	کارآبی مصرف آب در شرایط عدم تنش WUE / non stress (kg oil.m ⁻³)	کارآبی مصرف آب در شرایط تنش WUE/ stress (kg oil.m ⁻³)
Hyola 401 هایولا 401	0.28a	0.19a*
Hyola 330 هایولا 330	0.22ab	0.11ab
Parkland پارکلند	0.24ab	0.15ab
Goldrush گلدراش	0.21ab	0.11ab
BP.18 بی پی 18	0.20ab	0.06b
Landrace لندریس	0.15b	0.09ab

*میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری ندارند (P≤0.05)

*Treatments with the same letters are not significantly different (P≤0.05).

جدول 3- مقایسه عملکرد دانه ارقام کلزا و خردل در شرایط تنش و عدم تنش
Table3- Yield of canola and mustard in drought stress and non stress conditions

عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		
Grain yield (kg/ha)		
تنش خشکی	عدم تنش خشکی	رقم
Stress	Non stress	Variety
2064.8a	3148.1a*	401 هیولا Hyola 401
1388.8a	2675.9a	330 هیولا Hyola 330
861.11a	2740.7a	18 بی بی BP.18
1175.9a	2037a	لندریس Landrace

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری ندارند ($P \leq 0.05$)

*Treatments with the same letters are not significantly different ($P \leq 0.05$)

رقابت‌پذیری این گیاه با سایر گیاهان رقیب در ترکیب کشت زارعین می‌شود ناشی از کمبود درآمد خالص آن است و صرفاً کاهش عملکرد در شرایط محدودیت آبی نمی‌تواند تعیین‌کننده باشد. از سوی دیگر تفاوت پاسخ به شرایط محدودیت آبی در بین ارقام برای بهره‌وری یا کارایی مصرف آب متفاوت است.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که هر شش رقم کلزا که از سه گروه مختلف بودند از طیف سازگاری نسبتاً خوبی در تحمل تنش برخوردارند. هرچند کاهش عملکرد این ارقام به طور کلی در شرایط تنش معنی دار نبوده اما می‌توان چنین نتیجه گرفت آنچه در عمل موجب عدم

منابع

- Ahmadi, M., Khaje-Attari, A., Javidfar, F., Alizade, B., Amiri oghan, H., Alamkhomaram, M., and Azizinia, Sh. 2006. Results of rapeseed research projects, The Seed and Plant Research Institute (In Persian)
- Aliari, H., and Shekari, F. 2000. Oilseeds, Farming and Physiology. Amidi Publication, Tehran, Iran. (In Persian)
- Alizadeh, A., and Kamali, Gh. 2007. Water Use of Plants in Iran. Astan Qods Publication. (In Persian)
- Azizi, M., and Fallahtooosi, A. 2001. The final report of rapeseed research projects in Khorasan Province. Khorasan Agriculture Research Center. p. 11-13. (In Persian with Summary)
- Downey, R.K. 1983. Origin and description of *Brassica* oilseed in Kramer J.K. GFD Saur and W.J. Pigden (Eds.) High and low eurucic acid in rape seed oil production, usage, chemistry and toxicological evaluation. Academic Press. Toronto Canada. pp. 1-20
- Farshi, A., Shariati, M., Jarolahi, M., Ghaemi, M., Shahabifar, V., and Tavalai M. 2007. Estimation of water use of crops in Iran. Soil and Water Research Center. Agriculture Publication. 131. Pp. (In Persian)
- Hall, A. 2003. Plant Reaction to Growth Condition. Ferdowsi Univesity of Mashhad Pub. P. 191-209. (In Persian)
- Heidari Sharif Abad, H. 2000. Plant, Drought and Drought period. Range and Forest Research Center. (In Persian)
- Hekmat shoar, H. 1993. Plant Physiology on Hard Condition. Niknam Publication (In Persian)
- Koocheki, A. 2005. Farming in Dry Land. Mashad University, Iran. (In Persian)
- Latifi, N. 1995. Effect of moisture deficiency on morphological aspect, dry matter and harvest index, before and after flowering stage of Canola. Indian Journal of Agricultural Science 2: 71-83.
- Malek shahi, F., Dehghani, M., and Alizade, B. 2009. Evaluation of drought tolerance indices in some fall cultivars of *Brassica napus*. Natural and Science Agriculture 48: 77-89.
- Masoudsinaki, J., Majidi, E., Shiranirad, A., Normohamadi, G., and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stages of Canola. American-Eurasian Journal of Agricultural and environmental Sciences 2(4): 411-422 .
- Nasri, M., Heidari sharifAbad, H., Shiranirad, A., Majidi Heravan, E., and Zamanizadeh, E. H. 2006. The effect water stress on physiological characters of rapeseed cultivars. Journal of Agriculture and Sciences 127-133. (In Persian with English Summary)
- Schott, J. J., Bar-Hen, A., Monod, H., and Blout, F. 1994. Competition between winter rape cultivars under

- experimental conditions. Cahiers d'Etudes Research France. Agriculture 3:377-38
- 16- Sheikh, F. 2003. Investigation of drought tolerance of spring Canola cultivars. Master thesis, Agriculture university of Tabriz.
- 17- Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Advances in Agronomy 39: 53-85.
- 18- Vafabakhsh, J., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Azizi, A. 2008. Effects of water deficiency on yield of Canola cultivars (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 285-292. (In Persian with English Summary)

مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی

هادی پیرسته انوشه¹، یحیی امام^{2*} و فاطمه جمالی رامین¹

تاریخ دریافت: 89/7/27

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

حفظ محیط زیست و تولید محصولات کشاورزی سالم، در حال حاضر از رسالت های مهم بخش کشاورزی است. مدیریت عناصر خاک با استفاده از کودهای زیستی از ارکان کشاورزی پایدار محسوب می شود. نحوه عمل کودهای مختلف در شرایط تنش خشکی بسیار متفاوت است. به منظور مقایسه اثرات انواع کودهای زیستی (اگروهیومیک، نیتروکسین، سوپرچادب و ورمی کمپوست) با کودهای شیمیایی متداول (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و بررسی تاثیر آن ها بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی (100، 75، 50 و 25% ظرفیت مزرعه)، پژوهشی گلخانه ای به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 20 تیمار و سه تکرار در سال 1388 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تاثیر معنی دار و بر درصد روغن دانه غیرمعنی دار بود. بیشترین شاخص برداشت در سطح تنش 50% ظرفیت مزرعه به دست آمد. همچنین مشاهده شد که بهترین عملکرد دانه در کودهای زیستی و بیشترین ارتفاع بوته از کودهای شیمیایی به دست می آید. بیشترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید به ترتیب در نیتروکسین و سوپرچادب مشاهده شد. نوع کود بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز تاثیر معنی داری داشت. به طور کلی کودهای زیستی به ویژه سوپرچادب و ورمی کمپوست به دلیل قدرت نگهداری زیاده تر رطوبت در مقایسه با کودهای شیمیایی پاسخ بهتری به شرایط تنش خشکی نشان دادند و عملکرد بهتری داشتند. با توجه به نتایج این پژوهش به نظر می رسد استفاده از کودهای زیستی در شرایط محدودیت رطوبت برای غلبه بر اثرات منفی تنش خشکی می تواند مفید باشد.

واژه های کلیدی: آلودگی های زیست محیطی، اجزای عملکرد، کیفیت دانه

مقدمه

حاوی تعداد کافی از یک یا چند گونه از موجودات مفید خاکزی هستند که روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می شوند (Elliott & Wildung, 1992).

عرضه مواد آلی به خاک، به دلیل پاسخگویی به یکی از بزرگترین نیازهای گیاه از مزایای بارز این قبیل کودهاست. علاوه بر این، تأمین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مهمترین مزیت های کودهای بیولوژیک به شمار می روند (Rai & Gaur, 1988). از جمله کودهای بیولوژیک که دارای میکروارگانیسم های زیادی هستند می توان به نیتروکسین (Blak, 2003) و اگروهیومیک اشاره کرد. کود بیولوژیک نیتروکسین دارای مجموعه ای از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر³ و آزوسپریلوم⁴ است که رشد و توسعه ریشه و قسمت های

کودهای شیمیایی یکی از عوامل اصلی حفظ حاصلخیزی خاک می باشند (Barzegari, 2004)، ولی استفاده بیش از اندازه از آن ها به ویژه هنگامی که با عملیات مدیریتی نامناسب مثل سوزاندن بقایای گیاهی همراه شود، میزان ماده آلی خاک را به شدت کاهش می دهد. این موضوع روی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تاثیر گذاشته و امکان فرسایش را در این خاک ها افزایش می دهد (Davarnajad et al., 2004). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای بیولوژیک یا زیستی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است (Kader et al., 2002). در واقع کودهای زیستی به مواد حاصلخیز کننده ای گفته می شود که

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

(*) نویسنده مسئول: (Email: yaemam@shirazu.ac.ir)

3 - Azotobacter

4 - Azospirillum

خشکی می تواند باعث کاهش جمعیت میکروبی در خاک یک منطقه گردد (Elliott & Wildung, 1992). مصرف کودهای بیولوژیک مانند نیتروکسین در شرایط تنش های محیطی مانند خشکی و شوری نه تنها سبب افزایش مقاومت گیاهان می شود (Gilik et al., 2001)، بلکه میکروارگانیسم های از دست رفته خاک را جبران می کند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر کودهای مختلف زیستی و سوپر جاذب بر ارتفاع بوته، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد روغن دانه آفتابگردان رقم یوروفلور و مقایسه آنها با کودهای شیمیایی در شرایط تنش خشکی می باشد. نتایج این آزمایش می تواند به توصیه کودی مناسبی برای کشاورزان در شرایط محدودیت رطوبت منجر شود.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات انواع کودهای زیستی و مقایسه آن با کودهای شیمیایی متداول بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن آفتابگردان رقم یوروفلور در سطوح مختلف خشکی صورت گرفت. این پژوهش گلخانه ای به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با 20 تیمار و سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال 1388 طراحی و اجرا شد. عامل اول نوع کود شامل اگروهومیومیک¹، نیتروکسین²، ورمی کمپوست، سوپر جاذب و کود شیمیایی (NPK) و عامل دوم سطوح مختلف تنش خشکی شامل 100% (F.C)³ به عنوان شاهد، 75%، 50% و 25% ظرفیت مزرعه ای بود. میزان آبیاری بر اساس روش سلول فشاری و تعیین درصد رطوبت وزنی مشخص گردید که بر این اساس میزان F.C برای خاک استفاده شده، 22/3 درصد محاسبه شد. برای ایجاد درصدهای مختلف از F.C و اعمال تنش خشکی از توزین مداوم گلدان ها و محاسبه مقدار آب مورد نیاز تا سطح تیمار مربوطه استفاده شد.

مقدار کودهای نیتروژن دار (به صورت کود اوره به میزان 350 کیلوگرم در هکتار) پتاسه (به صورت کود سولفات پتاسیم به میزان 200 کیلوگرم در هکتار) و فسفات (به صورت کود سوپر فسفات تریپل به میزان 100 کیلوگرم در هکتار) به عنوان کود شیمیایی در نظر گرفته شد. تمام کودهای شیمیایی قبل از کاشت با نیمه بالایی خاک گلدان ها مخلوط شدند. اگروهومیومیک شامل کود اسیدهیومیک و اسید فولیک⁴ می باشد که بر اساس راهنمای مصرف در بروشور آن به میزان 3/5 در هزار و در دو نوبت در فصل رشد (نوبت اول: سه تا چهار برگی، نوبت دوم: 40 روز بعد از نوبت اول) و به صورت محلول

هوایی گیاهان را موجب می شود (Gilik et al., 2001).

در پژوهش های پیشین مشخص شده است که نیتروکسین نسبت به سایر کودهای زیستی بیشترین تاثیر را روی وزن هزار دانه، وزن خشک گیاه و وزن اندام های هوایی نخود داشته است. همچنین بیوسولفور تاثیر بیشتری روی وزن خشک ریشه داشته است (Shahhosseini et al., 2010b). با توجه به اینکه غالب اراضی ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار دارد، استفاده از سوپر جاذب ها می تواند اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش دهد (Kabiri, 2005). شاه حسینی و همکاران (Shahhosseini et al., 2010a) در پژوهشی دریافتند که اختلاف معنی داری در مورد اجزاء عملکرد عدس (*Lens culinaris L.*)، بین کودهای بیولوژیک متفاوت مانند ازتوباکتر و بیوسولفور وجود نداشت. آن ها دلیل این امر را عدم توسعه جمعیت میکروبی، ژنتیک گیاه، وضعیت عناصر خاک، عدم تامین رطوبت کافی در شرایط دیم و سایر تنش های محیطی دانستند. ورمی کمپوست نیز دارای آنزیم ها و هورمون هایی است که نقش آن در افزایش عملکرد محصولات مختلف مانند ذرت (*Zea mays L.*) و برنج (*Oriza sativa L.*) (Rigi, 2003)، ذرت (Rezvantaleb et al., 2008) و رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) (Darzi et al., 2009) مشخص شده است. نتایج مطالعات متعددی در این زمینه نشان داده است که مصرف سطوح بالای کودهای آلی در ذرت و برنج موجب افزایش عملکرد کمتری نسبت به سطوح پایین آن ها می شود که می تواند به دلیل افزایش شوری خاک در اثر افزایش مصرف کودهای مختلف آلی از جمله ورمی کمپوست باشد (Vaseghi et al., 2005; Khoshgoftarmanesh & Kalbasi, 2002).

از آن جا که بخش زیادی از روغن مصرفی کشور از خارج وارد می شود، کشت دانه های روغنی و مدیریت صحیح آن ها در جهت افزایش عملکرد، از اهمیت بالایی برخوردار است (Emam & Eilkaee, 2002). آفتابگردان (*Helianthus annus L.*) یکی از چهار گیاه دانه ای روغنی مهم است که در بسیاری از نقاط دنیا برای تولید روغن های خوراکی کشت می شود (Putt, 1977). این گیاه با توجه به کیفیت مطلوب روغن و همچنین واکنش مطلوبی که در شرایط نامساعد محیطی مثل تنش خشکی از خود نشان می دهد، از جایگاه ویژه ای در تناوب های زراعی برخوردار است (Silva & Eschmidt, 1985; Emam & Seghatoleslami, 2005).

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش های غیر زنده است که بسته به فصل، شدت و زمان وقوع می تواند به صورت جدی، موجب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی شود (Majer et al., 2008; Emam, 2008). خشکی همواره یک تهدید اصلی برای گیاهان زراعی به شمار می آید و به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده ی تولید محصولات کشاورزی در نظر گرفته می شود (Ehdaei, 1994; Emam & Seghatoleslami, 2005). علاوه بر آن تنش

1 - Agrohomic

2 - Nitroxin

3 - Field Capacity

4 - محصول شرکت سبزپویان شیراز

پاشی مورد استفاده قرار گرفت. کود نیتروکسین حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم بود که در دو نوبت استفاده شد. مرحله اول قبل از کاشت به صورت بذرمال (به میزان 2 لیتر در هکتار) مرحله دوم استفاده در مرحله چهاربرگی همراه با آب آبیاری به میزان سه کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. پلیمر سوپرچاذب¹ مورد استفاده از نوع اکریلامید - پتاسیم اکریلات با نام تجاری سوپرآب آ- 200 بود، که قبل از کاشت بذور به صورت مخلوط با خاک (2/5 گرم به ازای هر کیلوگرم خاک) استفاده گردید.

گلدان‌ها با خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه، (12 کیلومتری شیراز؛ 29°، 35° عرض جغرافیایی شمالی، 53°، 35° طول جغرافیایی شرقی و 1810 متر از سطح دریا) پر شد. برای سهولت زهکشی گلدان‌ها، هر گلدان سوراخ شده و مقداری سنگریزه در ته آنها قرار داده شد. قبل از اجرای آزمایش و برای اطلاع از وضعیت فیزیکیوشیمیایی خاک، اقدام به نمونه برداری مرکب از خاک مزرعه (بافت رسی شنی) از عمق صفر تا سی سانتی متری شد. نتایج آزمون خاک در جدول آورده شده است (جدول 1). کاشت به صورت 5 بوته در گلدان‌های پلاستیکی 50 کیلوگرمی با دست صورت گرفت که بعد از استقرار کامل بوته‌ها، به 3 بوته در هر گلدان تنک گردید. رقم مورد استفاده، رقم آفتابگردان روغنی یوروفلور بود. دمای حداقل و حداکثر گلخانه به ترتیب 28 و 14 درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی حدود 55 تا 60 درصد بود، همچنین بوته‌های آفتابگردان روزانه در معرض 14 ساعت روشنایی (ترکیبی از لامپ فلورسنت و تنگستن) بودند.

در برداشت نهایی (88 روز پس از کاشت) ارتفاع نهایی بوته‌ها، قطر طبق، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بوته‌های هر گلدان اندازه گیری شد. درصد روغن دانه نیز با استفاده از محلول اتیل اتر با دستگاه سوکسله اندازه گیری شد (Eyvazzadeh et al., 2010). شاخص برداشت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد، که در این فرمول HI شاخص برداشت، GY عملکرد دانه و BY عملکرد بیولوژیک می باشد (Emam, 2007):

$$HI = GY / BY \times 100$$

داده‌ها با استفاده از برنامه SAS در دو سطح 5 و 1 درصد مورد تجزیه آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با روش LSD مقایسه شدند. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول 2)، اثر نوع کود ($p < 0.01$)، سطح تنش ($p < 0.01$) و برهمکنش آن‌ها ($p < 0.05$) بر ارتفاع بوته معنی دار شد. بیشترین ارتفاع گیاه آفتابگردان (124/50)

سانتیمتر) در تیمار کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که نسبت به مصرف کود زیستی 22/66 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). این نتیجه را می توان به نقش عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن به ویژه در افزایش رشد رویشی گیاه ارتباط داد، به علاوه پتاسیم در افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی نیز نقش مثبت دارد (Emam and Seghatoleslami, 2005). از نظر سطوح تنش نیز بیشترین و کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (بدون تنش) و تیمار 25% ظرفیت مزرعه به دست آمد (جدول 3). با اعمال اولین (25% ظرفیت مزرعه)، دومین (50% ظرفیت مزرعه) و سومین سطح تنش خشکی (75% ظرفیت مزرعه)، ارتفاع بوته به ترتیب 7%، 21% و 26% کاهش یافت. اگرچه در شرایط بدون تنش، اثر کودهای بیولوژیک بر ارتفاع بوته کمتر بود، ولی تاثیر آنها به ویژه اگرهومیومیک در شرایط تنش خشکی بر ارتفاع بوته به نحوی بود که تا حدودی کاهش ارتفاع ناشی از تنش خشکی را جبران کردند (شکل 2). پژوهش‌ها حاکی از آن است که استفاده از کودهای بیولوژیک به دلیل اینکه حاوی ازتوباکتر می باشند، سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می شود (Skinner et al., 1987) که به دنبال آن رشد رویشی گیاه و ارتفاع بوته‌های آفتابگردان افزایش می یابد.

اگرچه اثر تنش خشکی بر قطر طبق در سطح 1% معنی دار شد، ولی نوع کود و برهمکنش کود و تنش خشکی اثر معنی داری بر آن نداشت (جدول 2). در این پژوهش قطر طبق چندان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت و تنها در شدیدترین سطح تنش خشکی (25%FC) تفاوت معنی داری با شاهد داشت (جدول 3). البته در این سطح تنش، تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکسین دارای طبق‌های قطورتری بودند (شکل 1). بر طبق پژوهش‌های انجام شده باکتری‌های موجود در نیتروکسین تثبیت نیتروژن هوا، متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی بیوتیک، سیانید هیدروژن و سیدروفور را بر عهده دارند (Singh & Kapoor, 1998). در پژوهش حاضر نیز با افزایش جذب عناصر توسط گیاه با کمک کود نیتروکسین، قطر طبق‌های آفتابگردان افزایش معنی داری یافتند.

اثر تنش خشکی و برهمکنش آن با نوع کود بر عملکرد بیولوژیک معنی دار گردید (1%)، هرچند عملکرد بیولوژیک در سطوح شاهد و اولین سطح تنش (75% ظرفیت مزرعه)، تفاوت معنی داری نداشتند، لیکن، با تشدید تنش، عملکرد بیولوژیک کاهش معنی داری یافت، به طوری که عملکرد بیولوژیک به طور میانگین در تیمارهای دوم (50% تنش) و سوم تنش خشکی (25% تنش) به ترتیب 74% و 63% کمتر از عملکرد بیولوژیک در تیمار بدون تنش خشکی بود. نتایج مشابهی توسط دیگر پژوهشگران گزارش شده است (Clapperton et al., 1997).

جدول 1- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table1- Physical and chemical soil characteristics used for the experiment.

K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	N (%)	O.C (%)	EC (dS.cm ⁻¹)	اسیدیته (pH)
پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیتروژن نیتراتی	ماده آلی	هدایت الکتریکی	
597	15	15	1.36	0.63	7.05

جدول 2- میانگین مربعات اثرات کود، تنش و برهمکنش آنها بر برخی صفات آفتابگردان

Table2- Mean square of fertilizers, stress and their interaction on some sunflower traits

S.O.V منابع تغییر	df درجه آزادی	Height ارتفاع	Head Diameter قطر طبق	BY عملکرد بیولوژیک	GY عملکرد دانه	HI شاخص برداشت	Oil% میزان روغن
Fertilizer(F) کود	4	1379.1000**	12.2947ns	700066.50ns	91450.945*	7.4432ns	31.667ns
Stress (S) تنش رطوبتی	3	3558.9500**	47.3655**	30724374.64**	1133000.598**	94.4505**	43.494ns
F×S کود×تنش	12	43.7000*	3.9567ns	2839309.32**	21138.209ns	45.8048**	9.975ns
Error خطا	40	22.2000	6.7645	902080.50	40229.600	10.0135	62.700
T کل	59						
C.V (%) ضریب تغییرات		8.2125	15.6514	13.8133	9.5978	10.1694	12.2913

ns, * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح 5% و 1% است.

ns, * and ** are Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

کود شیمیایی به ترتیب 1/27، 2/22، 4/45 و 10/22 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). دلیل افزایش عملکرد دانه آفتابگردان در تیمار سوپر جاذب احتمالاً اصلاح ویژگی های فیزیکی خاک و قابلیت دسترسی بهتر گیاه به آب و عناصر غذایی و همچنین سهولت جذب عناصر می باشد (Mallanagouda et al., 1995). در بین سطوح تنش نیز همان طور که انتظار می رفت، با افزایش شدت تنش، عملکرد دانه کاهش معنی داری یافت. در تیمارهای بدون تنش و تنش خفیف، کود بیولوژیک نیتروکسین بهترین عملکرد را داشت (شکل 4). تیمارهای تحت تنش های شدیدتر (25 و 50 درصد ظرفیت مزرعه) با مصرف سوپر جاذب به دلیل جذب و نگهداری رطوبت، بیشترین عملکرد دانه را داشتند (شکل 4). بر طبق پژوهش های انجام شده عملکرد دانه گندم نیز در نتیجه مصرف کودهای بیولوژیک افزایش 18 درصدی را داشته است (Kader et al., 2002).

اثر تنش و برهمکنش آن با نوع کود بر شاخص برداشت (1%) معنی دار بود (جدول 2). بیشترین شاخص برداشت در تیمار شدیدترین تنش (25% ظرفیت مزرعه) مشاهده شد (34 درصد) که در تیمار شاهد حدود 16% نسبت به این میزان کمتر بود (شکل 5). در بررسی اثر

عملکرد بیولوژیک آفتابگردان در سطوح بدون تنش یا تنش خفیف در تیمار کودهای شیمیایی بیشتر بوده، ولی در تیمارهایی که سطوح تنش بیشتری اعمال شده بود، عملکرد بیولوژیک بوته ها با کود بیولوژیک زیادتر بود. در سطح تنش بسیار شدید استفاده از سوپر جاذب به دلیل توانایی زیاد در نگهداری آب، عملکرد قابل قبولی از خود نشان داد (شکل 3). افزودن ماده سوپر جاذب به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می گردد و به طور غیر مستقیم در عملکرد گیاه باشد. نتایج مشابهی در آزمایش گهان و همکاران (Gehan et al., 2010) در مورد مقایسه اثر کودهای شیمیایی با زیستی به دست آمد. افزودن این ماده باعث افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول و باعث صرفه جویی در میزان مصرف آب می گردد. با توجه به اینکه ماده سوپر جاذب نقش تغذیه ای ندارد، افزایش رشد حاصل در اثر بهبود شرایط فیزیکی خاک و توانایی نگهداری بیشتر آب است (Raju et al., 2002).

با توجه به جدول 2، اثر نوع کود و تنش بر عملکرد دانه آفتابگردان به ترتیب در سطوح 5 و 1 درصد معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه با مصرف کود سوپر جاذب به دست آمد که نسبت به کودهای به کار برده شده نیتروکسین، اگرو هیومیک، ورمی کمپوست و

(خفیف و متوسط) مصرف کودهای زیستی نیتروکسین و اگروهومیک و در شرایط کمبود شدیدتر آب، کاربرد کودهای نوع سوپرچاذب و ورمی کمپوست قابل توصیه است. در این رابطه تاثیر مطالعه کودهای زیستی بر سایر گیاهان زراعی و مصرف به روشهای مختلف و میزانهای متفاوت توصیه می‌گردد.

اگرچه کودهای شیمیایی نقش فزاینده و مشخصی در عملکرد گیاهان زراعی دارند، لیکن مدیریت کودی خاک با کودهای زیستی یک امر مهم در کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. با توجه به نقش مهم کودهای زیستی در خصوص بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک به نظر می‌رسد ضروری است در جهت نیل به کشاورزی پایدار نسبت به تامین سطوح مناسب این مواد در خاک جهت دستیابی به حداکثر عملکرد اقدام شود. هرچند استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را تحمیل می‌کنند، ولی به دلیل اثرات بلند مدتی که بر بهبود ویژگی‌های خاک، تامین عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و حفظ ویژگی‌های بیولوژی خاک دارند می‌تواند از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد و هزینه تهیه و استفاده از این کودها را جبران و بنابراین استفاده متوالی و بهینه از زمینهای کشاورزی را ممکن سازد.

انواع کودهای آلی و کودهای حیوانی مشاهده شده که بالاترین شاخص برداشت با تلفیق این کودها با یکدیگر به دست آمده است (Eghbal & Power, 1999). اگرچه درصد روغن در تیمارهای بدون تنش و کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین بیشتر بود، اما هیچ کدام از تیمارهای به کاربرده شده بر درصد روغن تاثیر معنی داری نداشتند. البته میزان روغن فقط در تیمارهای شاهد و 75% تنش خشکی تحت تیمار با کودهای شیمیایی به میزان مشخصی کاهش قابل توجهی داشت (شکل 6). در مطالعات صورت گرفته به طور معمول بیان شده است که کودهای شیمیایی بر کیفیت دانه بی تاثیر بوده و یا تاثیر منفی داشته اند (Jeliazkov, 1999; Khan & Azam, 1999). همچنین برخی پژوهشگران تاثیرات مشابهی (بدون تاثیر یا تاثیر منفی) را برای تنش خشکی نیز ذکر نموده اند (Manivannan et al., 2008).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین کاهش در میزان عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شدید خشکی و استفاده از کودهای NPK بود. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که برای دستیابی به بهترین عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی

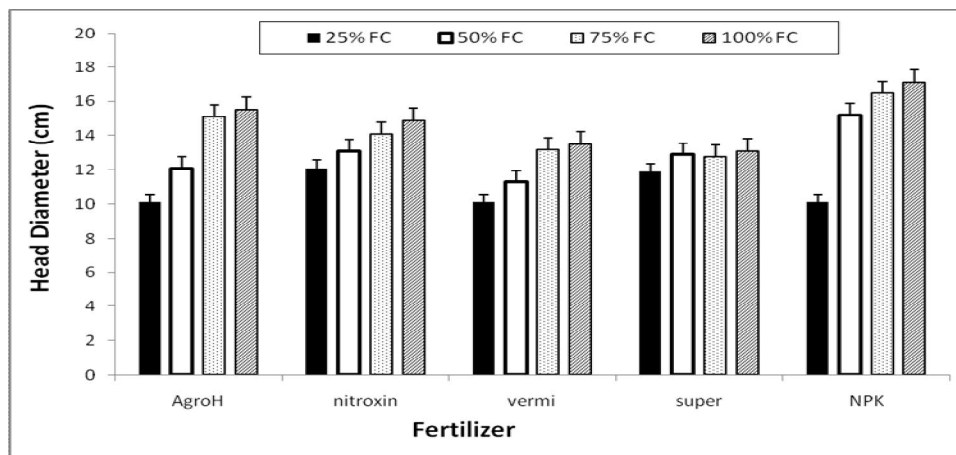
جدول 3- میانگین اثرات نوع کودهای زیستی و شیمیایی و سطح تنش خشکی بر برخی صفات آفتابگردان

Table 4- Means comparisons of effects of fertilizer type and drought stress level in sunflower characteristics.

Treatments تیمارها	Height (cm) ارتفاع بوته (سانتیمتر)	Head Diameter (cm) قطر طبق (سانتیمتر)	BY (Kg/ha) عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	GY (Kg/ha) عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	HI (%) شاخص برداشت (درصد)	Oil% میزان روغن (درصد)
Fertilizer کود						
Agrohumic	120.50b*	13.20ab	7029.50a	2120.30a	30.70a	44.12a
Nitroxin	111.75c	13.55ab	7131.00a	2141.05a	30.46a	45.70a
Vermicompost	101.00d	12.02b	6533.60a	2072.03ab	31.65a	42.00a
Superabsorbent	101.50d	12.67ab	6730.10a	2168.53a	32.23a	42.80a
Mean میانگین	108.69	12.86	6856.05	2125.47	31.26	43.65
NPK	124.50a	14.72a	6954.90a	1946.92b	30.53a	41.82a
Drought stress Level (%F.C) سطوح تنش خشکی (درصد ظرفیت مزرعه)						
100%	129.20a	14.82a	8301.00a	2332.72a	28.53b	45.32a
75%	120.00b	14.34a	7830.30a	2300.90a	29.62b	44.00a
50%	102.20c	12.92a	6116.90b	1962.46b	32.25a	42.32a
25%	96.00d	10.86b	5255.10c	1762.98c	34.06a	41.52a

*میانگین های دارای حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

*In each column means followed by similar letter not significantly different (LSD: 0.05)

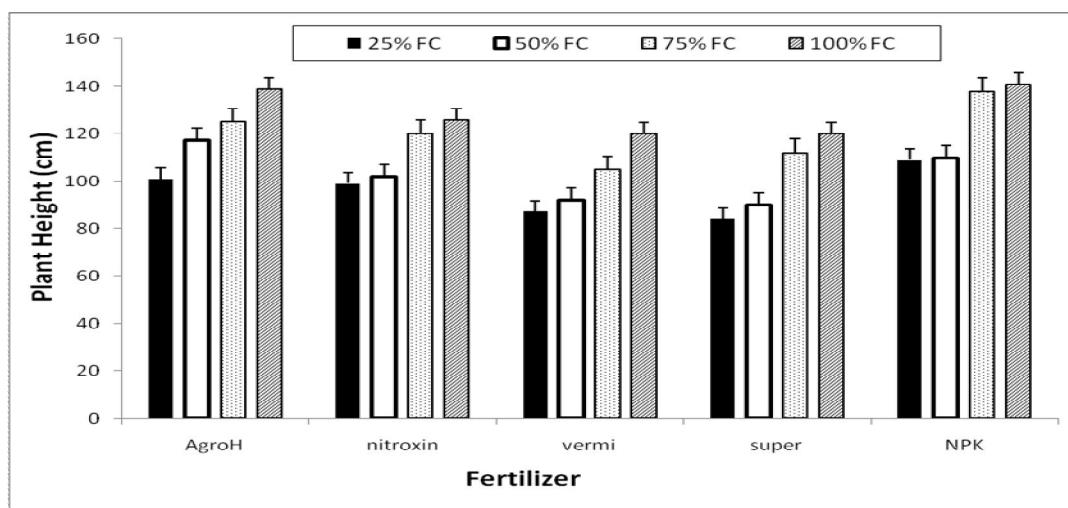


شکل 1- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر قطر طبق گیاه آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure1- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower head diameter under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

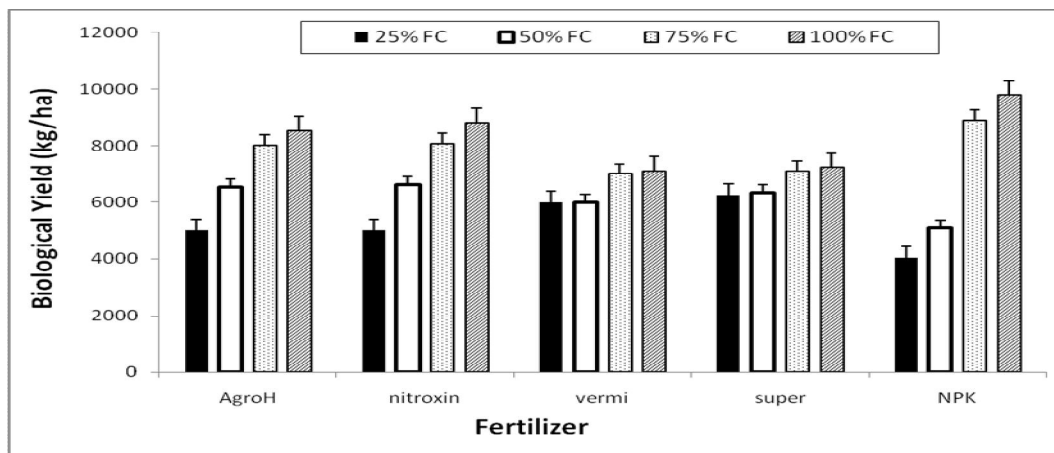


شکل 2- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر ارتفاع بوته آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure2- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower height under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

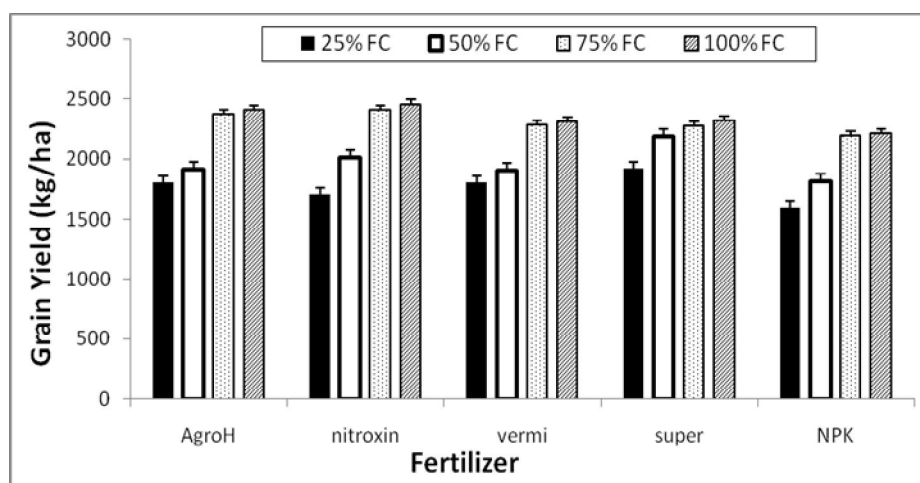


شکل 3- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهومیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure3- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower biological yield under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumi, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

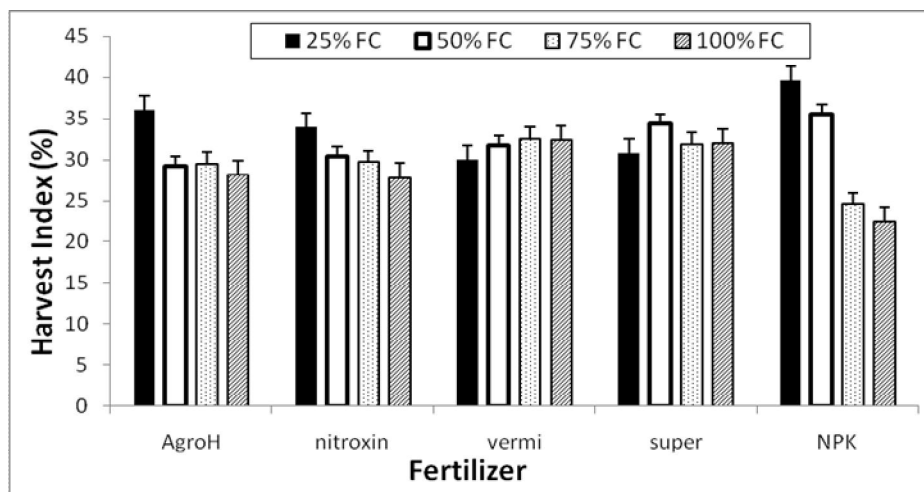


شکل 4- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: اگروهومیومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure4- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower grain yield under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohumi, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer)

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

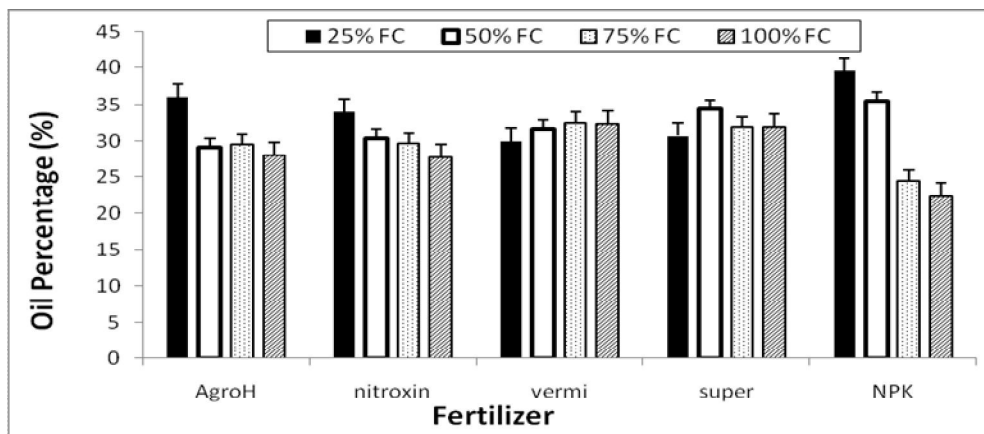
There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.



شکل 5- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: آگروهومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure5- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower harvest index under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohmic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer) میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.



شکل 6- تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر میزان روغن آفتابگردان تحت سطوح متفاوت تنش خشکی (AgroH: آگروهومیک، nitroxin: نیتروکسین، vermin: ورمی کمپوست، super: سوپر جاذب، NPK: کود شیمیایی متداول)

Figure6- Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower oil percentage under different drought stress levels conditions (AgroH: Agrohmic, nitroxin: Nitroxin, vermi: Vermicompost, super: Superabsorbent, NPK: current chemical fertilizer) میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان برای هر ظرفیت زراعی، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges for each FC according to standard error.

منابع

- 1- Blak, C.A. 2003. Soil fertility evaluation and control. First Edition. Lewis Publisher, London, 768 p.
- 2- Clapperton, M.I., Jansen, H.H., and Johnston, A.M. 1997. Suppressions of WAM fungi and micronutrient uptake by low level P fertilization in long – term wheat rotation. American Journal of Alternative Agriculture 12: 59 – 63
- 3- Darzi, M. T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P and K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25: 1- 19. (In Persian with English Summary)
- 4- Davarinejad, G., Haghnia, G., and Lakzian, A. 2004. Effect of animal fertilizers and enriched compost on wheat

- yield. Agriculture Technology and Science Journal 18: 101-108. (In Persian with English Summary)
- 5- Ebnejalal, R., Barzegari, A., and Rezaei, N. 2004. Fundamentals of Soil Physic. Shahid Chamran University Press. 266p.
 - 6- Eghbal, B., and Power, J.F. 1999. Composted and non-composted manure application to conventional and no-tillage systems: corn yield nitrogen uptake. Agronomy Journal 91: 819-825.
 - 7- Ehdai B. 1994. Selection for resistant to drought. 1st Iranian Crop Science congress. Tehran. 43-62. (In Persian)
 - 8- Elliott, L.F., and Wildung, R.E. 1992. What biotechnology means for soil and water conservation? Journal of Soil Water Conservation 47: 17-20.
 - 9- Emam, Y. 2007. Cereal Production. Shiraz University Press, 190 p. (In Persian)
 - 10- Emam, Y. 2008. Water Relation in Plant. In: Koocheki, A., and Khaje Hosseini, M., Eds. Modern Agronomy. Jihad Daneshgahi Mashhad Press. 163-187. (In Persian)
 - 11- Emam, Y., and Eilkaee, M.N. 2002. Effects of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. Iranian Journal of Crop Science 1: 1-8. (In Persian with English Summary)
 - 12- Emam, Y., and Seghatoeslami, M. J. 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press. Shiraz, Iran. (In Persian)
 - 13- Eyvazzadeh, O., Seyyedain Ardebili, M., Chamani, M., and Darvish, F. 2010. Evaluation of fatty acid composition and stability of sose hip oil. Food Technology and Nutrient 7: 66-74. (In Persian with English Summary)
 - 14- Gehan, G., Mostafa, A., and Abo-Baker, A.A. 2010. Effect of bio-and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at south valley area. Asian Journal of Crop Science 2: 137-146.
 - 15- Gilik, B.R., Penrose, D., and Wenbo, M. 2001. Bacterial promotion of plant growth. Biotechnology Advances 19: 135 – 138
 - 16- Jeliakov, A. 1999. NPK fertilizer and yield of peppermint (*Mentha peperitia*). Acta Horticulture 505: 231-236.
 - 17- Kabiri, K. 2005. Superabsorbent hydrogels, introduction and uses. 3rd scientific seminar of Superabsorbent Hydrogels agricultural use. Iranian polymer and Petrochemical Institute, p: 72. (In Persian)
 - 18- Kader, M.K., Mmian, H., and Hoyue, M.S. 2002. Effects of *azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2: 250 – 261
 - 19- Khan, M. M. and Azam, Z. M. 1999. Change in the essential oil constituents of *Foeniculum vulgare* in relation of basal and foliar application of nitrogen and phosphorus Journal of Plant Nutrition 11: 2205-2515.
 - 20- Khoshgoftarmanesh, A.H., and Kalbasi, M. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis 33: 2011-2020.
 - 21- Majer, P., Sass, L., Lelley, T., Cseuz, L., Vass, I., Dudits, D., and Pauk, J. 2008. Testing drought tolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. Acta Biologica Szegediensis 52: 97-100.
 - 22- Mallanagouda, B. 1995. Effects of N, P, K and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science 4: 916-918.
 - 23- Manivannan P., Abdul Jaleel, C., Chang-Xing, Z., Somasundaram, R., Azooz, M.M., and Panneerselvam, R. 2008. Variations in Growth and Pigment Composition of Sunflower Varieties under Early Season Drought Stress. Global Journal of Molecular Sciences 3: 50-56
 - 24- Putt, E.D. 1977. Early history of sunflower. p. 1-19 In: "A.A. Schneiter (ed.) sunflower technology and production .ASA, CSSA, and SSSA. Madison". Agronomy Journal 87: 1142-1283.
 - 25- Rai, S.N., and Gaur, A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter* spp. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil 34: 131-134
 - 26- Raju, K. M., Raju, M. P., and Mohan, Y. M. 2002. Synthesis and water absorbency of cross linked superabsorbent polymeres. Journal of Applied Polymer Science 85: 1795-1801.
 - 27- Rezvantlab, N., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Abasian, A. 2008. Study on yield and yield components of corn *Zea mays* L. response to different types and rates of organic and chemical fertilizers. Journal of Agriculture and Natural Resources 15: 1- 10. (In Persian with English Summary)
 - 28- Rigi, M.R. 2003. Study of greenhouse effect on three types of vermicompost and nitrogen on yield and chemical composition of corn and rice. M.Sc. Thesis. University of Shiraz, P. 5-7. (In Persian with English Summary)
 - 29- Shakhosseini, Gh. R, Zafarinia, H., Sori, M. K., and Pirasteh Anosheh, H. 2010a. Yield of upland lentil affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz. pp. 25-29. (In Persian)
 - 30- Shakhosseini, Gh., Zafarinia, R. H., Sori, M. K., and Pirasteh Anosheh H. 2010b. Yield of upland chickpea affected by biosulfur, Azotobacter and Superabsorbent. Use Biological Fertilizer in Sustainable Horticulture and Agriculture, Shiraz. Pp. 29- 34. (In Persian)
 - 31- Silva, P. R. F., and Eschmidt, D. A. 1985. Effect of rate and method of planting on light interception and on agronomic characteristics of sunflower. P. 295-299. In XI Int. Sunflower Conf. Mardel Plata Argentina .10- 24 March. 1985. pp. 498.
 - 32- Singh, S., and Kapoor, K. 1998. Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular

- arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biology and Fertility of Soils* 28: 139 – 44.
- 33- Skinner, F.A., Boddey, R.M., and Ferninik, F. 1987. Nitrogen fixation with non legumes. Kluwer Academic Publishers, Netherland, 422p.
- 34- Vaseghi, S., Afyuni, M., Shariatmadari, H., and Mobli, M. 2005. Affect of sewage sludge on concentration some of mineral and chemical characteristic. *Journal of Water and Sewage* 6: 15-22. (In Persian with English Summary)



ارزیابی کارایی نیتروژن در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L. Moench)

مصطفی جعفریانی¹، سید علیرضا بهشتی^{2*} و قدیر طاهری³

تاریخ دریافت: 89/7/7

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

افزایش عملکرد محصولات زراعی توام با حفظ محیط زیست و سلامت انسان مرهون استفاده و کاربرد صحیح کود های نیتروژنه است. در این مطالعه اثر سطوح مختلف مصرف نیتروژن بر کارایی نیتروژن در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L. Moench) در سال زراعی 1387-88 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی بررسی شد. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ژنوتیپ‌ها شامل (رقم سپیده و دو لاین امید بخش M_2 و M_5) در کرت‌های اصلی و سطوح مختلف نیتروژن (0، 100، 200 کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و تیمار وضعیت فتوسنتز جاری (اختلال و عدم اختلال در فتوسنتز جاری) بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار داشتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی نیتروژن بر کارایی جذب (بازیافت)، مصرف (فیزیولوژیک)، استفاده (زراعی)، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی دار ($P \leq 0/01$) بود. کارایی بازیافت نیتروژن در تیمار عدم مصرف و مصرف 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب 82/34 و 68/31 درصد حاصل شد و به میزان 43/05 و 18/67 درصد نسبت به تیمار 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش نشان داد. بیشترین درصد کارایی فیزیولوژیک به میزان 43/45 (گرم دانه برگرم نیتروژن) در تیمار عدم مصرف نیتروژن بدست آمد و نسبت به تیمار 200 کیلوگرم در هکتار با کمترین مقدار 30/38 (گرم دانه بر گرم نیتروژن) اختلاف معنی داری داشت. بیشترین کارایی زراعی نیز در تیمار عدم مصرف نیتروژن به میزان 36/23 (گرم دانه بر گرم نیتروژن) حاصل شد. افزایش 107 و 43/02 درصدی نسبت به تیمار مصرف 100 و 200 کیلو نیتروژن در هکتار نشان داد. علیرغم کاهش کارایی نیتروژن (هر سه شاخص) با افزایش مصرف نیتروژن بیشترین عملکرد دانه در تیمار 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان 6/47 تن در هکتار بدست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار عدم مصرف نیتروژن داشت. اثر ساده وضعیت فتوسنتزی بر صفت کارایی زراعی و فیزیولوژیک در سطح ($P \leq 0/01$) و بر کارایی بازیافت در سطح ($P \leq 0/05$) معنی دار بود. تیمار عدم اختلال در فتوسنتز جاری بیشترین میزان کارایی را در صفات کارایی بازیافت، فیزیولوژیک و زراعی به ترتیب به میزان 72/33 درصد، 39/55 گرم دانه بر گرم نیتروژن و 29/26 گرم دانه بر گرم نیتروژن نشان داد و اختلاف معنی داری با تیمار اختلال در فتوسنتز جاری داشت.

واژه‌های کلیدی: اختلال در فتوسنتز جاری، کارایی بازیافت نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، وضعیت فتوسنتزی

مقدمه

گیاهان 1-2 درصد است که گاهی به 4-6 درصد نیز می رسد. در رابطه با کل مقدار نیتروژن مورد نیاز برای تولید محصول، نیتروژن در بین 16 عنصر اصلی در مرتبه چهارم قرار دارد (Koocheki & Sarmadnia, 1999). در ایران از چهار میلیون تن کود مصرفی در سال 1385 بیش از 2/4 میلیون تن را کودهای نیتروژنه تشکیل داده اند (Malakuoti & Nafisi, 1992). کارایی استفاده از نیتروژن⁴ در محصولات دانه‌ای (گندم (*Triticum aestivum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) در کشورهای پیشرفته 15 کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم مصرف نیتروژن است. کارایی جهانی بازیافت کودهای نیتروژنی⁵ 33 درصد در غلات گزارش شده

بررسی‌های سازمان جهانی فائو در 40 سال اخیر حاکی است که 33 الی 60 درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای مختلف مرهون مصرف کودهای شیمیایی بوده است و این سازمان از کود به عنوان کلید امنیت غذایی نام برده است (Hamdallah, 2000). نیتروژن یکی از عوامل عمده محدودکننده تولید محصولات زراعی می باشد. میانگین مقدار این عنصر در ماده خشک تولیدی

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور

(*- نویسنده مسئول: Email :arbeheshiti81@yahoo.com)

4- Nitrogen Use Efficiency (NUE)

5- Nitrogen Apparent Recovery Fraction (NARF)

خصوصیات ساختاری کانوپی و خصوصیات فتوسنتزی گونه‌های گیاهی بستگی دارد (Beheshti & Behbodi Fard, 2010). این دو خصوصیت هر دو به شدت تحت تاثیر نیتروژن در خاک و اندام‌های گیاهی قرار دارند. به طور عمده عملکرد، به انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه قبل از گرده افشانی بستگی دارد زیرا سهم عمده ای از مقدار ماده خشک و نیتروژن تجمع یافته در اکثر محصولات زراعی قبل از مرحله گرده افشانی وابسته است، تخصیص و تجمع مواد ذخیره شده در دانه‌ها، از سه منبع عمده شامل فتوسنتز جاری برگ، فتوسنتز جاری اندام‌های سبز به غیر از برگ و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در سایر اندام‌های گیاه تأمین می‌شوند. سهم هر یک از این منابع در تولید نهایی به ژنوتیپ و شرایط محیطی بستگی دارد (Beheshti & Sarmadnia, 1989); Koocheki & Behbodi Fard, 2010. توسعه سیستم‌های کشت و استفاده مؤثر از نیتروژن در کاهش هزینه و آلودگی نیتراتی مؤثر است. اختلاف در کارایی نیتروژن تابع ژنوتیپ، زمان مصرف، سایر عوامل و اجزاء سیستم مدیریت کشت برای افزایش کارایی نیتروژن می‌باشد (Huggins & Pan, 1993). مدیریت کارایی نیتروژن علاوه بر تضمین عملکرد اقتصادی بیشتر در بهبود استفاده از آب نیز مؤثر است (Campbell et al., 1993). کارایی نیتروژن شامل کارایی جذب (بازیافت) کارایی مصرف (فیزیولوژیک) و کارایی استفاده از نیتروژن (زراعی) می‌باشد. کارایی زراعی حاصلضرب کارایی جذب و مصرف نیتروژن می‌باشد (Timsina et al., 2001; Xie et al., 2006). کارایی جذب نیتروژن، نسبت میان نیتروژن موجود در زیست توده به نیتروژن موجود در خاک است و نشان دهنده این است که از مجموع کود نیتروژن بکار رفته، چه میزان از آن در بیوماس محصول تجمع یافته و به صورت در صد بیان می‌شود. کارایی مصرف نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی در هر واحد نیتروژن بازیافت شده در زیست توده می‌باشد (Moles et al., 1984). در نهایت، کارایی استفاده از نیتروژن، میزان تولید اندام اقتصادی به ازای نیتروژن موجود در خاک می‌باشد. کارایی استفاده از نیتروژن همبستگی مثبتی با کارایی جذب و مصرف نیتروژن دارد اما کارایی جذب و مصرف، همبستگی منفی ضعیفی با یکدیگر دارند (Moles et al., 1984). در کشت محصول برنج در تناوب با لوبیا که در این محصول 40 کیلوگرم نیتروژن نشان دار در هکتار مصرف شده بود بیشتر از 94 درصد کود نیتروژن در محصول برنج بازیافت شد (Motior Rahman et al., 2009). در آزمایشی که بر روی گندم دوروم انجام شد، کارایی استفاده نیتروژن با مصرف مقادیر مختلف سطوح نیتروژن معنی‌دار نبود؛ اما تیمار شاهد کارایی بیشتری نسبت به تیمار مصرف 150 کیلوگرم در هکتار داشت (Lopez et al., 2006). کارایی جذب نیتروژن نسبت به کارایی مصرف نیتروژن تاثیر نسبی بیشتری بر کارایی استفاده از نیتروژن (زراعی) در عملکرد دانه غلات دارد. در

است این میزان برای کشورهای در حال توسعه و پیشرفته به ترتیب 29 و 42 درصد می‌باشد (Raun & Janson, 1999). و بقیه به طرق مختلفی از قبیل آبشویی، تصعید و رواناب سطحی، هدر رفته که ارزش اقتصادی معادل 15/9 میلیارد دلار دارد. با افزایش یک درصد کارایی در غلات در دنیا می‌توان 239 میلیون دلار صرفه جویی اقتصادی کرد (Fan et al., 2004; Raun & Janson, 1999).

طبق آمار های موجود 40 تا 60 درصد کود نیتروژن اضافه شده به خاک از طریق محصولات کشاورزی از خاک خارج می‌شود و این مقدار با افزایش کاربرد کود کاهش می‌یابد، در نتیجه میزان باقی مانده کود در خاک افزایش یافته که علاوه بر کاهش کارایی مصرف نیتروژن، می‌تواند به راحتی شسته شده و باعث آلودگی بیشتر منابع شود. لذا بکارگیری میزان مناسب کود نیتروژن می‌تواند در مرحله نخست با افزایش کارایی تثبیت کربن و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و در مرحله بعدی از طریق تغییر الگوی توزیع و نهایتاً در افزایش شاخص برداشت مؤثر واقع شود (Ortiz et al., 1997; Foulkes et al., 1998). استفاده از ارقام با کارایی فیزیولوژیک و زراعی بالا، تناوب زراعی، مدیریت صحیح مصرف کود های نیتروژنی از راههای افزایش کارایی کود های نیتروژنی است. از این طرق ضمن استفاده مؤثر گیاهان از کودهای نیتروژنی، مخاطرات زیست محیطی این کودها به طور چشمگیری کاهش می‌یابد (Sepehr et al., 2008). ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و مقدار مواد آلی خاکهای آن پائین بوده و اغلب گیاهان دچار کمبود نیتروژن می‌باشند. اگر چه این مشکل با استفاده از کودهای نیتروژنی بر طرف می‌شود. متأسفانه کود های نیتروژنی به صورت مؤثر استفاده نشده و کارایی آنها پائین می‌باشد (Malakuoti & Nafisee, 1982). نیتروژن نقش اساسی در دستیابی به عملکرد بالای کمی و کیفی در محصولات زراعی ایفا می‌کند، در عین حال این عنصر به آسانی از داخل خاک شسته شده و باعث آلودگی سفره‌های آب می‌شود. تولید ماده خشک گیاهی تابعی از نور جذب شده و راندمان استفاده از نور در طول دوره رشد گیاهی است (Beheshti & Behbodi Fard, 2010; Bonhomme, 2000). یکی از پیش شرطهای لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تأمین شرایط مطلوب از جمله تأمین کافی نیتروژن بمنظور استفاده از تشعشع موجود جهت تولید بهینه مواد فتوسنتزی است. تولید این مواد نیز تحت تاثیر میزان نیتروژن موجود در گیاه برای فعالیت های متابولیکی است. در واقع رقابت در جهت کسب نور نوعی رقابت مستقیم برای کسب منابع محیطی بصورت آبی می‌باشد که به علت عدم ذخیره منبع در محیط و سیستم مهمترین عامل ایجاد رقابت در اکثر سیستم‌های زراعی می‌باشد (Beheshti & Behbodi Fard, 2010; Spitters et al., 1986).

فتو سنتز و تولید ماده خشک تابعی از نور جذب شده است که به

و به آزمایشگاه ارسال شد (جدول 1). تمامی کود پایه بر اساس آزمون خاک (فسفر و پتاس) قبل از کاشت به میزان 250 کیلوگرم فسفات تریپل و 150 کیلوگرم سولفات پتاسیم مصرف شد. یک سوم کود نیتروژن در هر تیمار در مرحله چهار برگی پس از عملیات وجین و تنک و یک سوم دیگر در مرحله هشت برگی و یک سوم باقی مانده در مرحله آغاز گلدهی بصورت سرک به روش نواری در پای بوته ها به عمق 5 سانتیمتر زیر خاک در تیمار های مربوطه مصرف شد. هر رقم بر روی چهار ردیف شش متری به فاصله 75 سانتی متر کاشت شد. تراکم نهایی برای همه ارقام 13 بوته در متر مربع پس از عملیات تنک تنظیم شد

نمونه برداری و اندازه گیری

نمونه برداری تخریبی به منظور تعیین وزن خشک اندام هوایی، 40 روز پس از سبز شدن و به فاصله هر هفت روز تا پایان دوره رشد انجام شد. برای خشک کردن نمونه ها از آون با دمای 76 درجه و به مدت 48 ساعت استفاده شد و پس از آن نمونه های خشک شده توزین شدند. برای اندازه گیری صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک از هر کرت 5 بوته تصادفی با نصب اتیکت مشخص شد. این صفات شامل قطر، ارتفاع، تعداد برگ، طول خوشه، طول پانیکول، تعداد پنجه، زمان به خوشه رفتن، زمان 50% گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک بودند.

نمونه های خشک شده جهت تعیین میزان نیتروژن به آزمایشگاه ارسال شدو با استفاده از دستگاه میکروکجلدال، مقدار نیتروژن نمونه ها تعیین گردید (Xie et al., 2006).

کارایی جذب، فیزیولوژیک و زراعی نیتروژن به ترتیب از طریق معادلات 1 تا 4 محاسبه شد (Xie et al., ; Timsina et al., 2001).

$$\text{معادله (1)} \quad \text{NER \%} = \text{BNY} \times 100 / \text{N}$$

NER که در آن، کارایی جذب یا بازایافت نیتروژن (درصد)، BNY: میزان نیتروژن در بيو ماس گیاهان کرت و N میزان کود نیتروژن استفاده شده می باشد.

$$\text{معادله (2)} \quad \text{PNE}(\text{g g}^{-1}) = \text{FYLD} / \text{BNY}$$

که در آن معادله PNE: کارایی مصرف نیتروژن، FYLD: عملکرد کرت کود داده شده (گرم درمتر مربع) و BNY: میزان نیتروژن در بيو ماس (گرم در متر مربع)

$$\text{معادله (3)} \quad \text{ANUE}(\text{g g}^{-1}) = \text{FYLD} / \text{N}$$

که در آن ANUE کارایی استفاده از نیتروژن، FYLD: عملکرد کرت کود داده شده (گرم درمتر مربع) و میزان نیتروژن استفاده شده (گرم در متر مربع) می باشد.

کارایی زراعی استفاده از نیتروژن نیز از حاصلضرب کارایی

سایر مطالعات، سهم نسبی هر کدام از دو جزء کارایی استفاده از نیتروژن (کارایی جذب و کارایی مصرف) بستگی به میزان استفاده از نیتروژن داشته است، گرچه اهمیت بیشتر کارایی مصرف نیتروژن در ایجاد عملکرد بالا در غلات بدون توجه به میزان کاربرد نیتروژن خاطر نشان شده است (Alfered et al., 2000). هدف از این مطالعه ارزیابی کارایی بازایافت، فیزیولوژیک و زراعی نیتروژن در ارقام و لاین های سورگوم تحت تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و وضعیت متفاوت فتوسنتزی و نیز بررسی نقش فتوسنتز جاری و اثرات متقابل وضعیت فتوسنتزی و میزان نیتروژن مصرفی بر میزان کارایی نیتروژن در ژنوتیپ های سورگوم دانه ای (*Sorghum bicolor* L. Moench) بود.

مواد و روش ها

مکان اجرای آزمایش

این آزمایش به صورت کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و در سال زراعی 1388 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق مشهد به طول جغرافیایی 38° و 59° شرقی و عرض جغرافیایی 36° و 16° شمالی با ارتفاع 985 متر از سطح دریا به اجرا درآمد. سه ژنوتیپ سورگوم دانه ای شامل رقم سپیده ودو لاین امید بخش M₂ و M₅ استحصالی از آزمایشات به نژادی در مشهد در کرت های اصلی قرار گرفتند. رقم سپیده و لاین امید بخش M₅ با عملکرد بالا در شرایط مطلوب و لاین M₂ ضمن عملکرد بالا در شرایط مطلوب در شرایط مواجه با تنش خشکی عملکرد مطلوب و پایداری داشته و از کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی بالا تری در شرایط تنش و نرمال برخوردار است (Beheshti & Behbodi Fard, 2010). در کرت های فرعی فاکتوریل سه سطح مصرف نیتروژن (100.0 و 200 کیلوگرم در هکتار از نوع اوره) و تیمار وضعیت فتوسنتز جاری در دو سطح شامل عدم اختلال در فتوسنتز جاری (شرایط معمولی) و اختلال در فتوسنتز جاری به وسیله آبکشیدگی برگ ها و اندام های سبزینه ای با استفاده از یدید پتاسیم بود. حدود 8-10 روز پس از گرده افشانی که مصادف با انتهای دوره رشد دانه ها¹ و آغاز مرحله رشد خطی پر شدن دانه ها است. با پاشیدن محلول باغلظت 0/4 درصد ماده مؤثره یدید پتاسیم بر روی کلیه اندام های گیاه از فتوسنتز جاری جلوگیری بعمل آمد (Nikolas & Turner, 1993).

عملیات آماده سازی بستر کاشت در اردیبهشت ماه صورت گرفت. کاشت در نیمه دوم اردیبهشت بصورت خشکه کاری و آبیاری بصورت نشتی با استفاده از لوله های هیدرو فیکس انجام شد. یک نمونه خاک مرکب قبل از اجرای آزمایش برای تعیین عناصر موجود در خاک تهیه

فیزیولوژیک و جذب برابر معادله (4) قابل محاسبه شد.

$$\text{ANUE} = \text{PNE} * \text{NRE} \quad (4)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و نیز رسم نمودارها از نرم افزارهای EXCEL، Mstat-C، Sigmaplot ver 7 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال 5% انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول 2) اثرات ساده وضعیت فتوسنتزی و کاربرد کود نیتروژن بر صفت عملکرد دانه معنی دار (0/01 $P \leq$) بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به میزان 6/47 و 6/12 تن در هکتار در تیمار مصرف 100 و 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد و از نظر آماری تفاوت معنی دار با تیمار عدم مصرف کود نیتروژن با عملکرد دانه 5/44 تن در هکتار داشت. نتایج مطالعه عسگری و همکاران (Asgharee et al., 2006) نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن از صفر به 150 کیلوگرم، عملکرد دانه سورگوم از 4/35 به 8/56 تن در هکتار افزایش یافت و در برهمکنش بین ارقام و سطوح نیتروژن بیشترین عملکرد دانه در سطح 150 کیلوگرم نیتروژن در رقم بومی بدست آمد. ایکه و همکاران (Oikeh et al., 2007) گزارش کردند که با مصرف 120 کیلو گرم نیتروژن در هکتار، افزایش عملکرد دانه و میزان نیتروژن در دانه ذرت نسبت به سورگوم بین 54 تا 275 درصد بود، اما در مقادیر بیشتر نیتروژن و عدم مصرف نیتروژن بیوماس سرپا دو تا سه مرتبه و میزان جذب نیتروژن 165 تا 230 درصد در سورگوم بیشتر از ذرت بود.

عملکرد دانه در تیمار عدم اختلال در وضعیت فتوسنتز جاری به میزان 24% نسبت به اختلال در فتوسنتز جاری افزایش نشان داد و از 6/67 به 5/36 تن در هکتار رسید (جدول 3). این کاهش عملکرد دانه به میزان 38/82 درصد (Beheshti & Behbodi Fard, 2010)،

47% در آزمایشات رویو و بلانکو (Royo & Blanco, 1999)، 32% در آزمایشات نیکلاس و ترنر (Nikolas & Turner, 1993)، 42% در گزارش بلام و همکاران (Blum et al., 1983) عنوان شده است. کمبود و کاهش نیتروژن در هر یک از مراحل رشد باعث اختلال در سنتز مواد می شود و کاهش در ظرفیت فتوسنتزی به عنوان یک اصل در محدود شدن عملکرد و اجزاء عملکرد محسوب می شود. با مصرف کود نیتروژن برگ‌ها مدت طولانی تری سبز باقی می ماند و ریزش برگ‌ها کاهش می‌یابد و همچنین باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها می‌شود. نیتروژن در بین عناصر غذایی بیشترین تاثیر را بر فتوسنتز دارد. کمبود آن در هر یک از مراحل رشد باعث اختلال در سنتز مواد می شود. همبستگی مثبت و معنی داری بین مصرف نیتروژن و نیتروژن ویژه برگ وجود دارد. با افزایش محتوای نیتروژن برگ، فعالیت فتوسنتزی در برگ‌ها در ارقام مورد مطالعه زیاد شده، در نتیجه میزان عملکرد افزایش یافته است (Bonhomme, 2000; Evans, 1993).

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثرات سطوح مختلف نیتروژن و وضعیت فتوسنتزی بر شاخص برداشت معنی دار (0/01 $P \leq$) بود.

بیشترین درصد شاخص برداشت به میزان 43/15 در تیمار عدم اختلال در فتوسنتز و کمترین آن به میزان 39/65 درصد در تیمار اختلال در فتوسنتز جاری مشاهده شد (جدول 3). یکی از راهکارهای افزایش کارایی نیتروژن، افزایش شاخص برداشت در گیاهان است. زیاد بودن شاخص برداشت نشان‌دهنده افزایش عملکرد اقتصادی گیاه نسبت به عملکرد بیولوژیک می باشد به عبارت دیگر، گیاه توانسته با افزایش سرعت و میزان مواد فتوسنتزی بیشتر و نیز انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای را به دانه در طی پر شدن دانه افزایش دهد. کاهش شاخص برداشت در تربیتکاله به میزان 38 درصد در تیمار اختلال در فتوسنتز جاری که بوسیله استفاده از یدید پتاسیم انجام شد گزارش شده است (Royo & Blanco, 1999).

جدول 1 - نتایج آنالیز خاک محل انجام آزمایش

Table 1- Soil profile analysis at Torogh station in 2009 year

مشخصات اعماق خاک (سانتی‌متر) Characteristics of soil depths (cm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec ds/m	کل مواد خنثی شونده T.N.V (%)	کربن آلی O.C %	شن Sand %	سیلت Silt %	رس Clay %	نیتروژن N PPm	فسفر P PPm	پتاسیم K PPm
0-30	7.8	1.07	19.21	0.56	33	46	21	0.047	15.6	190
30-60	7.8	0.77	19.46	0.60	31	48	21	0.051	12.4	168

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کارایی بازیافت، فیزیولوژیک و زراعی نیتروژن

Tabel 2- Analysis of variance (mean of square) of characteristics of recovery (NR), physiological (PNE) and agronomy nitrogen use efficiency (ANUE)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI	کارایی بازیافت NRE	کارایی مصرف PNE	کارایی زراعی ANUE
تکرار Rep	2	7.55ns	119.03ns	869.23ns	18.8ns	205.78ns
ژنوتیپ Genotypes	2	3.39ns	136.73ns	729.23ns	21.04ns	72.96ns
خطا Error	4	6.47	209.37	701.64	39.69	149.09
نیتروژن N	2	4.92**	170.95**	2755.63**	772.47**	1593.5**
رقم* نیتروژن N.G	4	1.08ns	37.6ns	90.2ns	17.59ns	37.63ns
وضعیت فتوسنتز Photosynthesis status	1	23.39**	165.55**	474.6*	302.17**	441.18**
رقم* فتوسنتز G.P	2	0.47ns	16.8ns	36.69ns	8.72ns	16.82ns
نیتروژن* فتوسنتز N.P	2	0.47ns	12.53ns	14.84ns	7.10ns	16.79ns
رقم* نیتروژن* فتوسنتز G.N.P	4	0.21ns	6.69ns	35.79ns	4.01ns	9.34ns
خطا Error	30	0.83	15.23	101.88	10.04	33.12
ضریب تغییرات C.V	%	15.15	9.43	14.55	8.25	21.27

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

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

جدول 3- مقایسه میانگین ارقام، سطوح نیتروژن و وضعیت فتوسنتزی مورد بررسی در کارایی های بازیافت، فیزیولوژیک و زراعی

Tabel 3- Mean comparison of genotypes, nitrogen levels and photosynthesis status on investigating traits (nitrogen recovery, physiological and agronomy nitrogen use efficiency)

تیمار Treatment	شاخص برداشت Hi (%)	عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)	کارایی بازیافت (درصد) NRE (%)	کارایی فیزیولوژیک (گرم دانه در گرم نیتروژن) PNE (g.g ⁻¹)	کارایی زراعی (گرم دانه در گرم نیتروژن) ANUE (g.g ⁻¹)
ژنوتیپ Genotypes					
Sepideh	38.61a*	6.19a	68.53a	38.15a	26.86a
M ₂	44.12a	6.34a	76.11a	36.02a	28.31a
M ₅	41.46a	5.52a	63.47a	37.4a	24.33a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N(Kg/ha)					
0	42.42a	5.44b	82.34a	43.45a	36.23a
100	43.85a	6.47a	68.31b	37.73b	25.84b
200	37.94b	6.12a	57.56c	30.38c	17.44c
وضعیت فتوسنتزی جاری Current Photosynthesis status					
عدم اختلال در فتوسنتز جاری Non disturbance	43.15a	6.67a	72.33a	39.55a	29.26a
اختلال در فتوسنتز جاری disturbance	39.65b	5.36b	66.4b	34.82b	23.64b

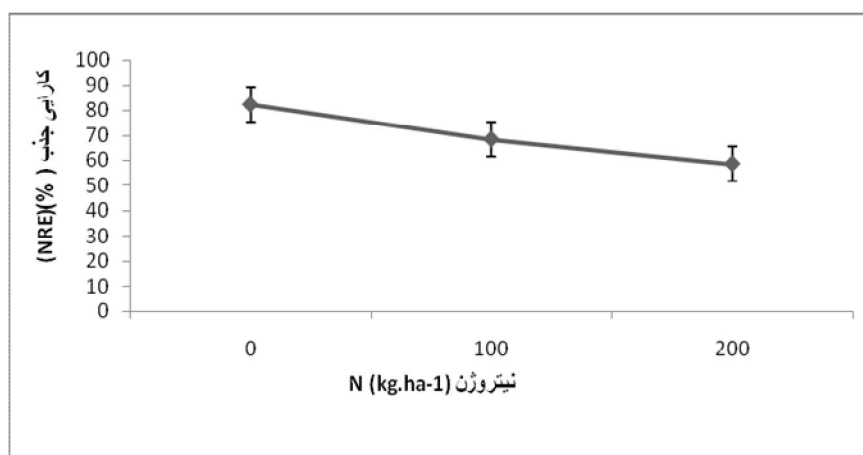
* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

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

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نیتروژن و وضعیت فتوسنتزی بر کارایی جذب نیتروژن به ترتیب در سطح احتمال 1 و 5 درصد معنی دار بود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کارایی جذب نیتروژن با مقدار کود نیتروژن به کار رفته نسبت عکس داشت، به گونه‌ای که با افزایش میزان کود، کارایی جذب کاهش معنی‌داری یافت. هنگامی که 200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به کار برده شد، در صد جذب نیتروژن 57/56% بود، اما موقعی که کاربرد کود نیتروژن به 100 کیلوگرم در هکتار کاهش یافت، درصد جذب نیتروژن به 68/31% افزایش یافت که نسبت به تیمار 200 کیلوگرم 18/67 درصد افزایش نشان داد (شکل 1). با افزایش مصرف نیتروژن میزان جذب نیتروژن توسط گیاه کاهش یافته است. به نظر می‌رسد که توانایی گیاه برای جذب بیشتر نیتروژن در مقادیر بیشتر مصرف نیتروژن تحت فرایندهای متابولیکی درون گیاه و شرایط محیطی می باشد و مصرف زیادتر نیتروژن موجب هدر رفت نیتروژن از طریق آبشویی، تصعید و یا هر دو می شود که در نهایت موجب کاهش کارایی بازیافت شده است. در مطالعه ای که بر روی برنج انجام شد کارایی بازیافت نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن هنگامی که مصرف نیتروژن از 95 کیلوگرم به 135 کیلوگرم در هکتار افزایش داشت، کاهش یافت و از 52/7 درصد به 47/2 درصد رسید (Timsina et al., 2001). همچنین در مطالعه گواردا و همکاران (Guarda et al., 2004) بر روی محصول گندم مشاهده شد که با افزایش کاربرد کود نیتروژن از 80 به 160 کیلوگرم در هکتار، کارایی بازیافت نیتروژن از 56 درصد به 34 کاهش یافت.

با افزایش سطوح نیتروژن، شاخص برداشت کاهش یافت و این میزان کاهش در تیمار مصرف 200 کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار 100 کیلوگرم در هکتار 13/47 درصد بود. کاهش درصد شاخص برداشت با افزایش کود نیتروژن، وزن خشک و تر، عملکرد دانه و بطور کلی تجمع ماده خشک افزایش می یابد، اما افزایش تولید بیوماس نسبت به افزایش دانه بیشتر است و در نتیجه شاخص برداشت کاهش می یابد (Behshti & Behbodi Fard, 2010). در مطالعه براس و همکاران (Borras et al., 2004) در شرایط مصنوعی، مشاهده شد که افزایش تعداد دانه ارتباط شدیدی با کاهش شاخص برداشت داشت. پاپونوف و همکاران (Paponov et al., 2005) در آزمایشی بر روی دو ژنوتیپ ذرت رابطه محکمی بین شاخص برداشت و تغییر کربو هیدرات‌ها و ذخیره نیتروژن مشاهده کردند. متغیر بودن شاخص برداشت در گیاهان به تفاوت و میزان تولید و ساخت اسیمیلات‌ها در طی پر شدن دانه و انتقال مجدد اسیمیلات‌ها قبل از گرده افشانی هر ژنوتیپ و قوی بودن مخزن نیز وابسته است (Hammer et al., 2003 ; Paponov et al., 2005). در تحقیق دیگری در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن، بیشترین شاخص برداشت بدست آمد و این مقدار بین 38/5 تا 45/5 در گندم دوروم بود (Lopez et al., 2006). همچنین به گزارش عهدیه و همکاران (Ahdaie et al., 2001) کمترین مقدار شاخص برداشت در تیمار بیشترین مصرف نیتروژن در گندم حاصل شد.

کارایی جذب نیتروژن



شکل 1- اثر سطوح نیتروژن بر کارایی جذب نیتروژن سورگوم دانه‌ای

Fig 1- Effect of N applied level on NRE of sorghum

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

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

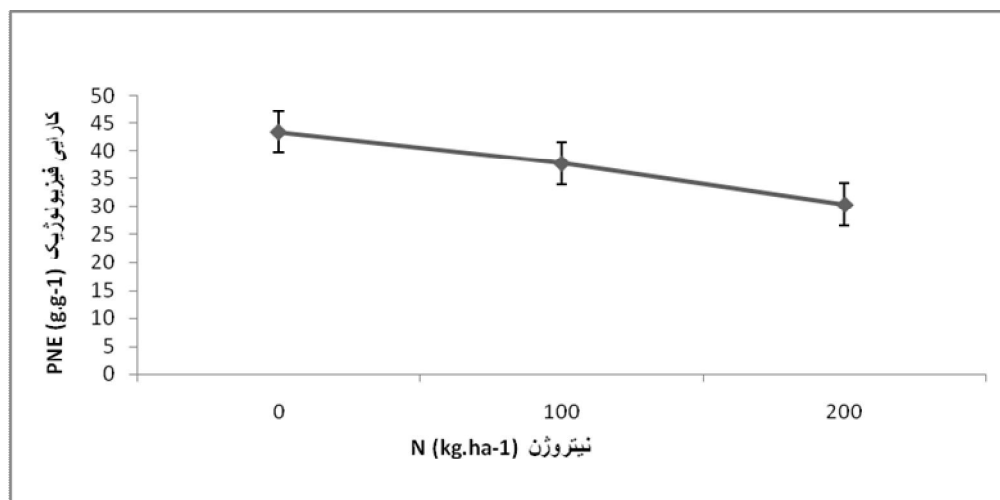
مقایسه میانگین وضعیت فتوسنتزی نشان داد که عدم اختلال در فتوسنتز جاری باعث افزایش کارایی بازیافت نیتروژن به میزان 72/33 درصد شد که نسبت به تیمار اختلال 8/3 درصد افزایش نشان داد (جدول 3). فتوسنتز جاری به عنوان یکی از مهمترین منابع آسمیلات برای پر شدن دانه‌ها به حساب می‌آید که به جذب مؤثر نور بوسیله سطح سبز گیاه پس از مرحله گرده افشانی وابسته است (Araus et al., 2002). اختلال در فتو سنتز موجب شد که تأمین آسمیلات‌ها و تخصیص آنها به اندام‌ها و در نتیجه میزان محتوای نیتروژن در بافت‌های گیاهی تقلیل یابد لذا میزان بازیافت نیتروژن کاهش یافت.

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول 2) که اثر کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن و وضعیت فتوسنتزی بر کارایی فیزیولوژیک نیتروژن معنی دار بود ($P \leq 0/01$). با افزایش کاربرد کود نیتروژن در هکتار، میزان کارایی مصرف نیتروژن کاهش داشت بطوریکه در تیمار عدم مصرف کود نیتروژنه، بیشترین کارایی با مقدار 43/45 (گرم دانه بر گرم نیتروژن) و کمترین به ترتیب در تیمار کاربرد 200 و 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه با مقدار 30/38 و 37/73 گرم دانه بر گرم نیتروژن بدست آمد (شکل 2). با افزایش مصرف نیتروژن نسبت تولید دانه به میزان محتوای نیتروژن در بافت‌های گیاهی کاهش یافت. با مصرف زیاتر نیتروژن رشد رویشی تحریک و میزان زیادتری از نیتروژن در بافت‌های رویشی ذخیره و مواد فتو سنتزی

کمتری به دانه‌ها منتقل شده است. نتایج مطالعاتی که بر روی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) انجام شد نشان داد کارایی فیزیولوژیک با مصرف بیشتر نیتروژن کاهش داشت به طوری که مصرف 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار کارایی فیزیولوژیک 19/33 گرم گل خشک بود. اما موقعی که مصرف نیتروژن به 100 و 150 کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، میزان کارایی فیزیولوژیک 13/9 و 12/44 گرم گل خشک بود (Ameri et al., 2007). در آزمایشی بر روی گیاه کتاکای بلوگراس (*Poa pratensis* L.) معلوم شد، با افزایش کاربرد کود نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن کاهش یافت (Jiang & Hul, 1998) در محصول برنج با افزایش میزان کاربرد نیتروژن از 90 کیلوگرم به 135 کیلوگرم در هکتار، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن از 27/5 به 11/9 کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت (Timsina et al., 2001).

مقایسه میانگین وضعیت فتوسنتزی نشان داد که عدم اختلال در فتوسنتز جاری باعث افزایش کارایی فیزیولوژیک نیتروژن به میزان 39/55 (گرم دانه برگرم نیتروژن) شد که نسبت به تیمار اختلال در فتوسنتز جاری 11/83 درصد برتری نشان داد (شکل 2). فتوسنتز جاری به عنوان یکی از مهمترین منابع هیدروکربن برای پر شدن دانه‌ها به حساب می‌آید که به جذب مؤثر نور بوسیله سطح سبز گیاه پس از مرحله گرده افشانی وابسته است (Araus et al., 2002; Gambin & Borrás, 2007).



شکل 2- اثر سطوح نیتروژن بر کارایی نیتروژن فیزیولوژیک سورگوم

Fig 2- Effect of N applied level on PNE of sorghum

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

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

ژنوتیپ‌های سورگوم و کاهش عملکرد دانه به عنوان مخزن شد.

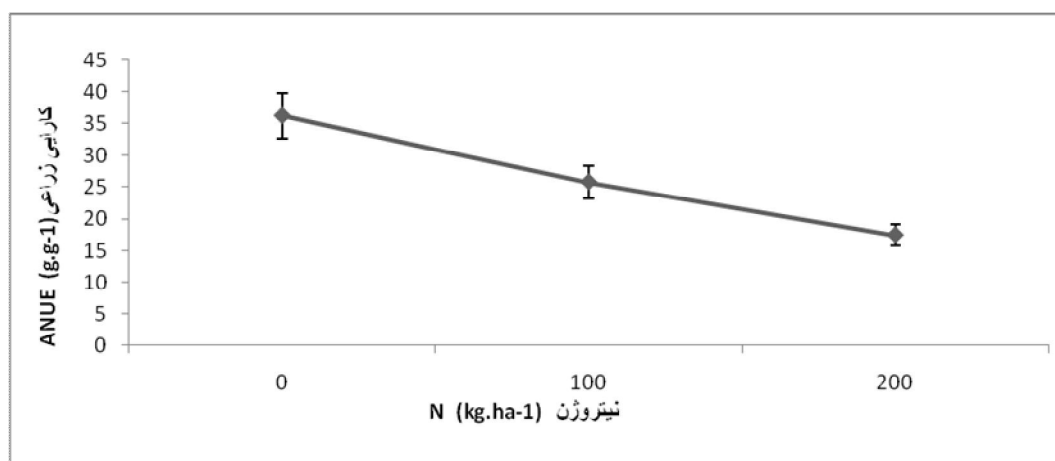
کاهش در ظرفیت فتوسنتزی موجب محدود شدن منبع در

رسیدو افزایشی برابر 22/77 درصد داشت (Ameri et al., 2007). افزایش مصرف نیتروژن از 90 کیلوگرم به 135 کیلوگرم باعث کاهش کارایی زراعی نیتروژن از 8/9 (کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن) به 5/6 (کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن) در گیاه برنج شد (Timsina et al., 2001). در همین آزمایش اما بر روی گندم مشاهده شد که کارایی زراعی فقط در زمانی که مزرعه آبیاری شد معنی دار بود و این کاهش در زمانی که 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار مصرف شد بین 20 تا 27 کیلوگرم دانه بود. با افزایش نیتروژن به 180 کیلوگرم در هکتار کاهش دانه بین 15 تا 21 کیلو متغیر بود. زی و همکاران (Xie et al., 2006) کارایی زراعی را در دو رقم برنج بین 7/96 و 14/97 (کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن) گزارش کردند. در هماهنگی با نتایج این مطالعه آنها گزارش کردند که در هر سه شاخص کارایی نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن این شاخص ها کاهش یافت. مقادیر کارایی بازیافت از 45 به 63 درصد و کارایی فیزیولوژیک از محدوده 40 تا 51 کیلوگرم دانه در مصرف 120 کیلو نیتروژن به 35 تا 40 کیلوگرم دانه در مصرف 180 کیلوگرم نیتروژن کاهش یافت. مقایسه میانگین وضعیت فتوسنتزی نشان داد که تیمار عدم اختلال و اختلال بر فتوسنتز جاری به ترتیب به میزان 29/26 و 23/46 (گرم دانه در گرم نیتروژن در متر مربع) اختلاف معنی داری داشتند و در تیمار عدم اختلال در فتو سنتز جاری میزان مواد فتوسنتزی انتقال یافته به دانه 19/83 درصد نسبت به تیمار اختلال در فتوسنتز جاری بیشتر بود (جدول 3).

ظرفیت فتوسنتزی کمتر کانوی منجر به کاهش عملکرد در گیاه می شود (Kumudini et al., 2002; Beheshti & Behboudee, 2010). با کاهش عملکرد دانه در صورت اختلال در فتوسنتز اگر چه میزان کل نیتروژن در بافتها نیز کاهش یافت اما میزان کاهش در عملکرد دانه بیشتر و در نهایت میزان کارایی فیزیولوژیک کاهش یافت.

کارایی زراعی نیتروژن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثر اصلی کاربرد سطوح مختلف نیتروژن و اثر وضعیت فتوسنتزی بر کارایی استفاده از نیتروژن معنی دار ($P \leq 0/01$) بود. کاربرد 200 و 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با تولید 17/44 و 25/84 (گرم دانه در گرم نیتروژن) تفاوت معنی داری از نظر کارایی زراعی نیتروژن نداشتند (شکل 3). تیمار عدم کاربرد نیتروژن با مقدار 36/32 گرم دانه در گرم نیتروژن از نظر آماری در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت (شکل 3). کارایی زراعی نیتروژن حاصل ضرب کارایی بازیافت و فیزیولوژیک است و همبستگی مثبتی با این دو کارایی دارد (Timsina et al., 2001). نتایج این مطالعه حاکی است که کارایی جذب نیتروژن نسبت به کارایی مصرف نیتروژن تاثیر نسبی بیشتری بر کارایی زراعی دارد. مقایسه داده‌های بدست آمده از این دو شاخص (شکل های 1 و 2) نشان داد که در همه تیمارهای مصرف نیتروژن مقادیر کارایی بازیافت بزرگتر از کارایی مصرف بود. در مطالعه‌ای دیگر، با کاهش استفاده نیتروژن از 150 به 100 کیلوگرم در هکتار، کارایی زراعی برترتیب از مقدار 6/84 به 8/52 (گرم گل خشک بر گرم نیتروژن)



شکل 3- اثر سطوح نیتروژن بر کارایی زراعی سورگوم

Fig 3- Effect of N applied level on ANUE of sorghum

میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان، بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی دار ندارد.

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

نتیجه گیری

کاهش یافته و در نهایت میزان کارایی زراعی نیتروژن با توجه به کاهش بیشتر دانه در مقایسه با کاهش کل آسیمیلاتها در گیاه کاهش می یابد.

از آنجا که نیتروژن از عناصر تشکیل دهنده اسیدهای نوکلئیک است و این اسیدها نقش مهمی در میزان مواد انتقال یافته به دانه ها بعهده دارند با کاربرد مواد بازدارنده فتوسنتز میزان فتوسنتز گیاه

منابع

- 1- Alfred, E. H., Johnston, M., Sullivan, J.N. O., and Polomad, S. 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79 :21-280
- 2- Ameri, A., Nassiri Mahallati, M., and Rezvani Moghadam, P. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of marigold (*Calendula officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 5(2): 315-325. (In Persian with English Summary)
- 3- Araus, J.L. A., Slafer, G., Reynolds, M.P., and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C_3 cereals: what should we breed for? *Annals of Botany* 89: 925-940.
- 4- Asghari, E., Razmjoo, K., and Mazaheri tehrani, M. 2006. Effect of nitrogen rates on yield, yield components and grain protein of grain sorghum (*sorghum bicolor* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources from Azerbaijan Province. EJCP*, 1(1): 82- 100. (In Persian with English Summary)
- 5- Beheshti, A. R., and Baroei, Z. 2010. Yield associations with morph- physiological traits on drought stress in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* L. Monech). *Iranian Journal of Field Crops Research* in Press. (In Persian with English Summary)
- 6- Beheshti, A.R., and Behboodi, B. 2010. Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* L. Monech) under normal and water stress condition. *Iranian Journal of Field Crops Research* In Press. (In Persian with English Summary)
- 7- Beheshti, A.R., and Behboodi, B. 2010. Dry matter accumulation and remobilization in grain sorghum genotypes (*sorghum bicolor* L. Monech) under drought stress condition. *Australian Journal of Crop Science* 4(3):185-189.
- 8- Blum, A. Mayer, J., and Golan, G. 1983. Chemical desiccation of wheat plants as simulator of post-anthesis stress II Relation to drought stress. *Field Crops Research* 6: 149-155.
- 9- Bonhomme, R. 2000. Be ware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. *Field Crops Research* 68: 247 – 252.
- 10- Borra' S. L., Maddonni, G.A., and Otegui, M.E. 2003. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Research* 82: 13–26.
- 11- Campbell, C. A., Zentner, R.P., Selles, F., Mc Conkey, B.G., and Dyck, F.B. 1993. Nitrogen management for spring wheat grown annually on zero- tillage: Yield and nitrogen use efficiency. *Agronomy Journal* 85: 107-114.
- 12- Ehdaie, B., and Waines, J.G. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Research* 73: 47-61.
- 13- Evans, I.T. 1993. *Crop Evaluation, Adaptation and Yield*. Cambridge University Press, Cambridge. 500pp.
- 14- Fan, X., Li, F., Lin, F., and Kumar, D. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Plant Nutrition* 25:853-865.
- 15- Foulkes, M.J., Sylvester, R., Bradly, R., and Scot, K. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization nitrogen. *Journal of Agricultural Sciences of Cambridge* 130:29-44.
- 16- Gambin, B.L., and Borrás, L. 2007. Plasticity of sorghum kernel weight to increase assimilates availability. *Field Crops Research* 100:272-284
- 17- Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bred- wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European. Journal of Agronomy* 21: 181-192.
- 18- Hamdallah, G. 2000. Soil fertility management: the need for new concepts in the region. A paper presented at regional workshop on Soil Fertility Management through Farmer Field Schools in the Near East, Amman, Jordan.
- 19- Hammer, G.L., and Broad, I.J. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. *Journal of Agronomy* 95:199-206.
- 20- Huggins, D. R., and Pan, W.L. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal* 85: 895-905.
- 21- Jiang, Z., and hull, R. J. 1998. Interrelationships of nitrate uptake, nitrate reductase, and nitrogen use efficiency in selected Kentucky bluegrass cultivars. *Crop Science* 38: 1623-1632.

- 22- Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 1999. Physiology of crop plants. Publication Jihad Daneshghhi Mashhad, Iran. 400pp. (In Persian)
- 23- Kumudini, S. D., Hume, J., and Chu, G. 2002. Genetic improvement in short-season Soybeans: II. Nitrogen accumulation, remobilization, and partitioning. *Crop Science* 42: 141-145
- 24- Lopez-Bellido, L., Lopez –Bellido, R.J., and Lopez-Bellido, F. 2006. Fertilizer nitrogen efficiency in durum wheat under Rainfed mediterranean conditions: effect of split application. *Agronomy Journal* 98:55-62.
- 25- Malakuoti, M.J., and Nafisi, M. 1992. Fertilization of dry matter and irrigation soils. A Publication of Tarbiat Modarres. pp: 342 (In Persian).
- 26- Moles, D. J., Rangai, S.S., Bourke, R. M., and Kasamani C. T. 1984. Fertilizer response of taro in Papua New Guinea. In: S. Chandra (Ed), *Edible Aroids*. Clarendon Press, Oxford, Pp: 64-71.
- 27- Motior Rahman, M., Amano, T., and Shiraiwa, T. 2009. Nitrogen use efficiency and recovery from N fertilizer under rice-based cropping systems. *Australian Journal of Crop Science* 3(6): 336-351.
- 28- Nikolas, M.E., and Turner, N.C. 1993. Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. *Field crops Research* 31:155- 171.
- 29- Oikeh, S., Chude, O.V., Kling, G.J., and Host, W.J. 2007. Comparative productivity of nitrogen – use efficiency and nitrogen- inefficient maize cultivars and traditional grain sorghum in the moist Savanna of West Africa. *Africa journal of Agricultural Research* 2(3): 112-118.
- 30- Ortiz, M.J.I., Sayre, K.D., Rsjaram, S., and McMahon, M. 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rate. *Crop Science* 37: 897-904.
- 31- Paponov, I.A., Sambo, P., Schulte, G., Presterl, T., Geiger, H.H., and Engels, C. 2005. Grain yield and kernel weight of two maize genotypes differing in nitrogen use efficiency at various levels of nitrogen and carbohydrate availability during flowering and grain filling. *Plant and Soil* 272: 111–123
- 32- Raun, W. R., and Johnson, G. V. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal* 91: 357-363.
- 33- Royo, C., and Blanco, R. 1999. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale .*Field Crops Research* 59: 201-212.
- 34- Sepehr, E., Malakouti, M. J., and Nougolipour, F. 2008. Evaluation of phosphorus efficiency in Iranian cereal in a deficient calcareous soil. Eurosoil 2008 International Conference (Soil- Society-Environment). Book of abstracts: Pp. 182. In: W. E. H. for daily light partitioning in multispeciec canopies. *Agricultural Forest and Meteorology* 101: 251-263.
- 35- Spitters, C. J., Toussaint, J.M., and Goudriaan, J. 1986. Separating the diffuse and direct component of global radiation and its implication for modeling canopy photosynthesis. *Components of incoming radiation. Agricultural Forest and Meteorology* 38: 217-22.
- 36- Timsina, J., Singh, U., Badaruddin, M., Meisner C., and Amin, M.R. 2001. Cultivar, nitrogen, and water effects on productivity, and nitrogen – use efficiency and balance for rice – wheat sequences of Bangladesh. *Field Crops Research* 72: 43-161.
- 37- Xie, W., Guang-huo, W., Qi-chun, Z., and Hai-chao, G. 2006. Effects of nitrogen fertilization strategies on nitrogen use efficiency in physiology, recovery, and agronomy and redistribution of dry matter accumulation and nitrogen accumulation in two typical rice cultivars in Zhejiang, China. *Journal of Zhejiang Universal Science* 8(3): 208-216.



Consequences of different management of barley (*Hordeum vulgare* L.) residue on microbial biomass carbon, organic carbon and total nitrogen indices in soil

M. Hoseini^{1*}, G. Haghnia², A. Lakzian³ and H. Emami⁴

Abstract

Soil microorganisms are important agents in nutrient cycling and energy flow. They are extremely sensitive to environmental changes. Soil microbial biomass has been proposed as an index of soil stress and disturbance. The objective of this study was to determine the effects of barley (*Hordeum vulgare* L.) residue amounts, burning, nitrogen fertilizer levels and tillage management on organic carbon, total nitrogen and microbial biomass carbon, after 90 days. The experiment was carried out based on a completely randomized design with a factorial arrangement with two replications. The treatments included two levels of barley residues (3 and 6 t.ha⁻¹), burning (without and with stubble burning), urea fertilizer (0 and 125 Kg.ha⁻¹) and tillage systems (no-till, conventional tillage). Results showed that 6 t.ha⁻¹ barley residue treatment increased organic carbon, total nitrogen and microbial biomass carbon in comparison with 3 t.ha⁻¹, while stubble burning significantly decreased all these parameters. Tillage treatment also significantly decreased organic carbon and microbial biomass carbon whereas had no effect on total nitrogen. The nitrogen fertilizer had no effect on microbial biomass carbon, whereas organic carbon and total nitrogen positively affected by urea application. The results of this experiment showed that no-tillage system along with crop residue retention of 6 t.ha⁻¹ and without stubble burning systems would be the most effective management to protect and promote soil organic carbon, total nitrogen and microbial biomass carbon.

Keywords: Burning, Soil microorganism, Tillage, Urea fertilizer

1, 2, 3 and 4- MSc. Student, Prof., Associate Prof., and Assistant Prof., from Soil Science Dept., Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: maryam.hoseini2007@Gmail.com)



Investigating of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and vegetative sweet basil (*Ocimum basilicum* L.)

Y. Alizadeh^{1*}, A. Koochehi² and M. Nassiri mahallati²

Abstract

In order to study yield and yield components in intercropping bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) and evaluating effect of intercropping on weed control, a field experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2008. Treatments: included 1- sole crop of bean 2- sole crop of sweet basil 3- strip intercropping of bean and sweet basil (four rows of bean and two rows of sweet basil) 4- strip intercropping of bean and sweet basil (two rows of sweet basil and four rows of bean) 5- row intercropping of bean and sweet basil were with and without weed control. For this purpose a complete randomized block design with three replications was used. Results showed that dry weight of vegetative organs and stem percent of sweet basil, in sole crop with weed control treatment were significantly higher than in other treatments. And highest leaf percentage was in four rows bean and two rows sweet basil intercropping. There was no significant difference in plant height in the first harvest of sweet basil but in second harvest row intercropping had highest height. Maximum leaf area index (LAI) was absorbed in four rows of sweet basil two rows of bean. Effect of different treatments on essential oil percentage was not significant. Highest essential oil yield was in sole crop sweet basil and four rows of sweet basil two rows of bean intercropping. For bean economic and biological yield, number of pods, number of seeds per plant and height were affected by different treatments and but there was no significant difference in number of seeds per pod, 100-seed weight and harvest index in bean. The highest leaf area index in bean was in row intercropping. Lowest dry mater of weed was in row intercropping and the highest in sole crop. The highest land equivalent ratio (LER) was obtained in row intercropping with weed control.

Keywords: Competition, Essential oil, Land Equivalent Ratio, Medicinal plant, Weed

1 and 2- PhD Student of crop ecology and Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: ya_al993@stu-mail.um.ac.ir)



Response of corn (*Zea mays* L.) growth characteristics to common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) competition

V. Sarabi^{1*}, A. Nezami², M. Nassiri Mahallati³ and M.H. Rashed Mohassel³

Abstract

In order to investigate the effects of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) competition on corn (*Zea mays* L.) morphological and physiological characteristics, an experiment was conducted in 2005-2006 at the Research Station of Agricultural Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experimental design was split plot based on randomized complete block design (RCBD) with three replications. The emergence time was considered in three levels: emergence of the weed 14 days earlier, 7 days earlier and concurrent with corn, respectively, as main plots and density of weed at six levels: 0, 4, 8, 12, 16 and 20 plants per m², respectively, as subplots. Plant height, leaf area index (LAI) and dry matter (DM) of corn decreased with earlier emerging and increasing density of the common lambsquarters. In contrast, LAI and dry matter of common lambsquarters increased with earlier emerging especially at high densities. Though, the increase in density of the weed resulted in reducing measured characteristics, but there was no difference between the processes of reduction in high densities of weed. Totally, it can be stated that relative time of weed emergence compared to its density had maximum effect on corn plants and as the number of the earlier emergence days of common lambsquarters related to the corn increase, the competitive potential of corn reduces and an intense decrease is being observed in its growth and development.

Keywords: Biomass, Density, Leaf area, Relative time of emergence

1, 2 and 3- PhD student, Associate Prof., and Prof. from college of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: Sarabi20@gmail.com)



Biological control of dodder (*Cuscuta campestris* L.) by fungi pathogens

F. Fallahpour^{1*}, A. Koocheki², M. Nassiri Mahallati², M. Falahati Rastegar² and R. Ghorbani³

Parasite weeds are the most important yield reducing factors, and among them dodder (*Cuscuta campestris* L.) is an obligate parasite of many plant families. In order to find a suitable biocontrol agent for dodder a study was conducted based on a randomized complete design with four replications at research greenhouse of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during 2007-2009. Diseased dodders sampled from sugarbeet farms of Chenaran, Iran. After culturing and isolating exiting fungi from infected tissues of dodder, *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. and *Colletotrichum* sp. were recognized. Inoculation of isolates was carried out with concentration of 1×10^8 spores per ml sterile water at different growth stages of dodder in labratory and greenhouse. Among different fungi, isolate of 323 of *F. oxysporum* showed an effective control on germination of dodder seeds and the highest level of plant pathogenicity was before the contact of dodder with host and infection in older plants decreased. Infection of this isolate with crops such as sugarbeet (*Beta vulgaris* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) showed no symptoms.

Keywords: Alternaria, Fusarium, Parasitic plants.

1, 2 and 3-PhD student of agroecology, Prof., and Assistant Prof., from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author's Email: farnoosh_fa82@yahoo.com)



The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)

J. Shabahang^{1*}, S. Khorramdel², G.A. Asadi³, E. Mirabi⁴ and H. Nemati⁵

Abstract

In order to study the effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.), a field experiment was conducted as split-split plot based on randomized block design with three replications during 2009-2010 at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Two levels of inter-row space (1 and 2 m), two levels of intra-row space (20 and 40 cm) and two planting patterns (one and two ways) were allocated to main, sub and sub-sub plots, respectively. The results indicated that the effect of inter-row space on number of seeds per ha⁻¹ was significant ($p < 0.05$). The number of fruits and seeds per ha⁻¹, seed and oil yield and oil percent were significantly ($p < 0.05$) affected by intra-row space. The effect of planting pattern was significant ($p < 0.05$) on the number of fruits per ha⁻¹, seed and oil yield and oil. The interaction effect between inter and intra-row spaces were significant on the number of fruits and seeds per ha⁻¹ and oil percent of pumpkin. The interaction effects between intra-row space and planting pattern on the number of fruits per ha⁻¹ and oil percent in squash was significant. With increasing intra-row space, the seed yield decreased (from 697 kg ha⁻¹ to 631 kg ha⁻¹). The highest and the lowest amounts of seed yield were observed in two and one way with 715 and 613 kg ha⁻¹, respectively. The positive significant correlation between the fruits per ha⁻¹ and seeds and oil yield and seed yield and oil yield were observed. It seems that the arrangement of row space increased the fruit number and seed and oil yields of pumpkin due to decreasing of its vegetative growth.

Keywords: Competition, Medicinal plant, Reproductive growth, Vegetative growth

1, 2, 3, 4 and 5- PhD student of agroecology, PhD student of ecology, Assistant Prof., MSc graduated and Assistant Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's Email: shabahang29@yahoo.com)



Effect of primary tillage method and barley (*Hordeum vulgare* L.) crop residual management on the soil and silage corn (*Zea mays* L.) characteristics

F. Ghooshchi¹, A. Jourabloo², M. Silsepour³ and H. Hadi^{4*}

Abstract

The main object of this study was to evaluate the effect of tillage and crop residues management of barley (*Hordeum vulgare* L.) on quantification and qualification yield of corn (*Zea mays* L.). Treatments were laid out in complete randomized block design with seven treatments and three replications and include (1) fire of straw and stubble, plow, disc and furrower (2) gathering and transfer of straw and stubble out of farm, plow, disc and furrower, (3) Plow, disc and furrower (4) Stalk shredder, plow, disc and furrower, (5) Stalk shredder, plow, disc, 50 kg.ha⁻¹ urea and furrower (6) Stalk shredder, plow, disc, 100 kg.ha⁻¹ urea and furrower, (7) Stalk shredder, plow, disc, 50 kg.ha⁻¹ urea, 10 t.ha⁻¹ animal manure and furrower. The results showed that treatments had significant effect on nitrogen, potassium, phosphorous and protein of leaf, diameter and height of stem, ear yield, stem yield, leaf yield, total yield of corn, nitrogen, potassium, phosphorous, bulk density and of soil, wilting point, field capacity, available water. Maximum amount of nitrogen (2.57%) and phosphorous (0.32%) of leaf obtained from treatment of seven (Stalk shredder, plow, disc, 50 kg.ha⁻¹ urea, 10 t.ha⁻¹ animal manure and furrower) and the highest amount of potassium of leaf equal 1.72% obtained from treatment of seven (Stalk shredder, plow, disc, 50 kg.ha⁻¹ urea, 10 t.ha⁻¹ animal manure and furrower) and treatment of six (Stalk shredder, plow, disc, 100 kg.ha⁻¹ urea and furrower) with amount of equal 1.60%. Maximum total yield of corn equal 47.65 t.ha⁻¹ obtained from treatment seven that laid at same group with treatment of six with yield of 46.16 t.ha⁻¹ and had no significant difference together. Therefore, the best method of seed bed for obtained total yield of corn was using stalk shredder, plow, disc, 50 kg.ha⁻¹ urea, 10 t.ha⁻¹ animal manure and furrower.

Keywords: Mineral nutrient, Nitrogen, Organic matter

1, 2, 3 and 4- Faculty member and graduated MSc student from Islamic Azad University-Varamin, Faculty member of Soil and Water Department of Varamin Agricultural Center and member of Young Researcher Club from Islamic Azad University-Varamin, Iran, respectively.

(*- Corresponding author's Email: hamedhadi9@yahoo.com)



Evaluation of light interception and canopy characteristics in mono-cropping and intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.)

E. Rezaee Chiane^{1*}, A. Dabagh Mohammadinasab², M.R. Shakiba², K. Ghasemi Golazani², S. Aharizade²

Abstract

Intercropping is a correct method of management for crop production and leads to improvement of resource absorption and use by plants. In order to evaluate light interception and some characteristics of canopy in monocropping and intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) under climatic conditions of Tabriz, a field experiment was conducted in 2006-2007 at the Research Station of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. The experiment was laid out as randomized complete block design with fifteen treatments and three replications. Treatments were including mono-cropping of maize densities (6, 7 and 8 plants. m⁻²) and faba bean densities (30, 40 and 50 plants. m⁻²) and 9 treatments of intercropping included combination of densities. Two plant species intercropped on the basis of additive series design. The results showed that leaf area index, light interception and chlorophyll index in intercropping were 2.88, 37 and 11.94 % more than those in monocropping of maize and 2.63, 30 and 9.27 % more than those in pure stand of faba bean, respectively. Among intercrops, combination of 8 maize plants and faba bean plants. m⁻² was best intercrop regard to light interception canopy leaf area index, chlorophyll index and canopy temperature. Maximum land equivalent ratio (1.97) was attained by 6 maize plants. m⁻² with 40 and 50 plants/m² of faba bean intercropping combinations. This means that grain yield per unit area in intercropping improved by 97%, compared with monocropping, intercropping had advantage over sole crop.

Keywords: Canopy temperature, Chlorophyll index, Land equivalent ratio, Leaf area index, Light interception.

1 and 2- PhD student and Faculty member from College of Agriculture, Tabriz University, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's Email: ismaeil.rezaei@gmail.com)



Response of growth characters and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) to co-inoculation of farmyard manure, *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas* spp.

A. Shahsavari¹, H. Pirdashti^{2*}, A. Mottaghian³ and M.A. Tajick Ghanbary²

Abstract

In order to investigate the effects of cattle manure, benefit fungi of *Trichoderma* species and *Pseudomonas* spp. bacteria on seedling emergence parameters, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) a pot experiment was carried out in factorial (2^3) arrangement based on a randomized complete design with three replications. The treatments were three levels of cattle manure (10, 20 and 30 t.ha⁻¹), three *Trichoderma* species (*T. viridae*, *T. harzianum*, *T. hamatum*) and either application or non- application of *Pseudomonas* bacteria. Analysis of data showed that control plants and 10 t.ha⁻¹ cattle manure treatments had significantly effect on emergence percentage and field emergence rate compared to 20 and 30 t.ha⁻¹ cattle manure. In the current experiment, the maximum grain yield was observed in 20 t.ha⁻¹ inoculated with both *T. viridae* and *T. harzianum*. Application of 10 and 20 t.ha⁻¹ cattle manure markedly increased harvest index and biomass by 39.72 and 19.47%, respectively compared to control treatment (no manure application). Also, *T. viridae* fungus improved plant biomass compared to *T. harzianum*. The fungus of *T. harzianum* enhanced harvest index rather than *T. viridae* and *T. hamatum*. Application of *Pseudomonas* bacteria significantly increased plant biomass and harvest index compared to pots without bacteria application. Results showed that colony counts of three *Trichoderma* species in the soil rhizosphere enhanced when rates of cattle manure application increased. The most of soil microbial population was observed in 30 t.ha⁻¹ level of cattle manure inoculated with *T. harzianum* (74.68×10^8 cfu mg⁻¹ dry soil).

Keywords: Cow manure, Cumulative emergence ratio, Emergence, Seed yield

¹, ² and ³- MSc student of Agronomy, Assistant Prof., and MSc student of Agronomy from Rice and Citrus Research Institute, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, respectively.
(*-Corresponding author's Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)



Effect of macro nutrients (NPK) on growth characteristics of two commercial variety of corn (*Zea maize* L.) (KWS2360, Ressuda Pionee) in hydroponic environment

M. Goldani^{1*}, M. Kharrazi² and P. Peter³

Abstract

In order to study the effect of macro nutrients on growth characteristics of two corn (*Zea maize* L.) varieties (KWS2360, Ressuda Pionee), an experiment was conducted in completely randomized design with three replications at growth room of crop physiology Department of Debrecen University. The treatments were nutrient solution free nitrogen (N), nutrient solution free phosphorus (P), nutrient solution free potassium (K), nutrient solution free PK, nutrient solution free PN, nutrient solution free NK, nutrient solution free NPK and nutrient solution with NPK. Root dry weight (RDW), Shoot dry weight (SDW), RDW/SDW, leaf number (LN), leaf area (LA) and chlorophyll content were determined. Results showed that the highest LA (561 cm²), SDW (22 g) were obtained in with NPK treatment and KWS2360 hybrid while Ressuda Pionee in NPK treatment had highest RDW (3.8 g) and LN (5.6). The highest R/S obtained in free NP treatment and KWS2360 hybrid (1.1). The lowest LA (45cm²) and LN (3.0) were obtained in free NK treatment. The lowest RDW (0.12 g) and SDW (0.31g) were obtained in free NPK treatment. The treatment of without NPK and KWS2360 showed the lowest R/S (0.16). Chlorophyll content of each leaf decreased in through time. Slope of curve was higher in without NPK, NK and NP treatment compare to with NPK treatment. Hybrids of corn in with NPK treatment had longer growth period compare to other treatments. KWS2360 hybrid showed better performance under nutrient stress. Overall, it can be said that the balance in the ratio of nutrients plays an important role in increasing the vegetative growth of plants including corn and deficiency of each macro nutrients can be a factor in reducing the growth of this plant.

Keyword: Chlorophyll, Deficiency of nutrients, Leaf area, Root dry weight, Shoot dry weight

¹, ² and ³- Assistant Prof., of agriculture, MSc student of horticultural science, Cllege of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran and Prof., and manager of Agriculture and Biotechnology, Debresen University.

(*- Corresponding author's Email: Morteza_goldani@yahoo.com)



The Effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.)

A. Beyk Khurmizi^{1*}, P. Abrishamchi², A. Ganjeali³ and M. Parsa⁴

Abstract

In the recent years, increasing production of waste as a result of population growth, increased food consumption, industrial development and urbanization growth, is regarded as a serious challenge. Vermicompost, as an end product of urban waste recycling with proper physicochemical features, can play an effective role in plant growth and development and also in reducing harmful effects of various environmental stresses on plants. For this purpose, a study with the aim of investigating the effects of vermicompost and salinity interactions on morphological traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Light Red Kidney) seedlings was performed. The experiment was conducted based on a randomized complete block design, including five different volumetric ratios of vermicompost and sand (0:100; 10:90; 25:75; 50:50 and 75:25), and four levels of salinity (30, 60, 90 and 120 mmol l⁻¹ NaCl), equal to 2.75, 5.50, 8.25 and 11 deciSiemens per meter (dS/m) respectively, along with control (0.00), in three replications. Seeds were cultured in plastic pots and sampling of seedlings was done after 28 days. The results showed that in an environment without stress, vermicompost had significant effect ($p \leq 0.05$) on the stem length, internodes number, area and dry weight of leaves, diameter, dry weight and total roots length, while having no significant effect on stem dry weight. The interaction between salinity and vermicompost has significant effect on the stem length, internodes number, the area and dry weight of leaves and dry weight of roots but no significant effect was observed on the stem dry weight, diameter and total roots length. Thus, in the low levels of salinity, all ratios of vermicompost and in high levels of salinity, high ratios of vermicompost can limit the negative effects of salinity on bean seedlings.

Keywords: environmental stress, morphological traits, physicochemical features, seedling.

¹, ², ³ and ⁴- MSc. Student of Plant Physiology and Assistant Prof., Department of Biology, Faculty of Sciences, Assistant Prof., from Research Center for Plant Sciences and Assistant Prof., from Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author's Email: abdollahbeyk@gmail.com)



Effect of water deficit on water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in Mashhad condition

S.H. Mousavi^{1*}, J. Vafabakhsh² and R. Sadr abadi Haghighi³

Abstract

Water deficit is a major factor influencing yield of canola (*Brassica napus* L.) seed yield and oil content. A field experiment was conducted during 2010 growing season in the Agriculture Research Station of Torogh, Mashhad, Iran to evaluate responses of canola cultivars to limited water. Experimental design was RCBD pattern with three replications. Treatments were two irrigation regimes (based on irrigation after 120 mm evaporation on class A pan for stress treatments and 80 mm evaporation for non stress treatments) and six rapeseed cultivars (hyola 401, Hyola 330, Parkland, Goldrush, BP18 and landrace). Results showed that water use efficiency was significantly affected by drought stress. Average of water use efficiency at all cultivars in stress treatments was 6.6 Kg per m³ water by 3412.3 m³ water used and 4.5 Kg per m³ water by 4612.3 m³ water used in non stress treatments. The highest and the lowest water use efficiency observed in Hyola 401 and Goldrush by 7.4 and 2.6 kilograms per m³ water in drought stress treatment, respectively. In addition to the ability of oil production by rapeseed cultivars under drought stress was affected and became less in drought stress. Hyola 401 had the highest oil content by 0.28 kg oil per m³ water in non stress and BP.18 had the lowest oil content 0.06 kg oil per m³ water in stress treatment. Results showed that water deficit can affect oil content significantly.

Keywords: Drought stress, Irrigation, Oil content, Oilseed crop

¹, ² and ³- MSc student from Azad University of Mashhad, Faculty member from Agricultural and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi and Faculty member from Azad University of Mashhad, Iran, respectively.
(* - Corresponding author's Email: hemousavi@yahoo.com)



Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels

H. Pirasteh Anosheh¹, Y. Emam^{2*} and F. Jamali Ramin¹

Abstract

Today, environment protection and safe crop production are very important. The management of soil elements by bio-fertilizers is considered as important point for sustainable agriculture. Mode of action of fertilizers is very different in drought stress conditions. To evaluate biological fertilizers (agrohumic, nitroxin, superabsorbent and vermicompost) and compare them with current chemical fertilizers (N, P and K) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) at different drought stress levels (100% as control, 75%, 50% and 25% field capacity), a greenhouse experiment was conducted based on completely randomized design with 20 treatments and 3 replications at College of Agriculture, Shiraz University in 2010. Results showed that drought stress effect was significant on plant height, head diameter, biological yield (BY), grain yield (GY), and harvest index (HI); however, it did not affect oil percentage. Highest HI was obtained at 50% F.C. Also the highest grain yield and plant height were observed in bio-fertilizers and chemical fertilizer, respectively. The most grain yield achieved under control and severe drought stress conditions were found in nitroxin and superabsorbent, respectively. Fertilizers had significant effect on plant height and grain yield. Generally, bio-fertilizers particularly superabsorbent and vermicompost had better responses to drought stress, compared to chemical fertilizers, which was due to higher ability of them in water maintenance. According to results of this investigation, bio-fertilizers seem to be useful under limited moisture conditions to alleviate water deficit effects.

Keywords: Environmental pollutions, Grain quality, Yield components

¹ and ²- MSc student and Prof. of crop production, Shiraz University, respectively.
(* - Corresponding author's Email: yaemam@shirazu.ac.ir)



Evaluation of nitrogen efficiency on grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes

M. Jafariani¹, A.R. Beheshti^{2*} and G. Taheri³

Abstract

Yield increase of crop along with human health and environment persistence could obtain from correct use of nitrogen fertilizer. In this study the effect of different regime N application on N efficiency grain sorghum genotypes in 2009 growing season at the Khorasan Razavi Agriculture Natural Resources Research Center Mashhad was investigated. Split plots experiment in base of randomized complete block design was conducted with three replications. The main plots were allocated to three genotypes (Sepideh cultivar, M2 and M5 promising lines) and the subplots consisted of photosynthesis status (non disturbance and disturbance current with potassium iodide) in factorial combination with three N regimes (0, 100, 200 kg/ha from urea fertilizer). The results of variance analysis showed that the nitrogen had significant ($P \leq 0.01$) effect on nitrogen recovery efficiency (NRE) agronomic N use efficiency (ANUE), physiological N efficiency (PNE), grain yield and harvest index (HI). NRE percent in no N application and N application at 100 kg.ha⁻¹ treatment were 82.34 and 68.31, respectively and increased 43.05 and 18.67 compared with 200 kg.ha⁻¹. The highest agronomic N use efficiency and physiological efficiency obtained in no N application (36.23g grain per N g N applied and 43.45 g grain per g N absorbed respectively) and had 107% and 43.02% increased compared to 200 kg.ha⁻¹ treatment. In spite of increased in nitrogen efficiency (three traits) by decreased in N applied, the highest and significant yield obtained in N application at 100 kg.ha⁻¹ (6.47 t.ha⁻¹) compared to no N application (5.44 t.ha⁻¹). Photosynthesis status had significant effect on ANE, RNE and PNE also. Non disturbance in current photosynthesis dramatically increased amount of these three N efficiency traits (29.26 g.g⁻¹, 72.33% and 39.55 g.g⁻¹) respectively.

Keywords: Agronomic nitrogen efficiency, Disturbance of current photosynthesis, Nitrogen recovery efficiency, Photosynthetic status, Physiological nitrogen efficiency

1, 2 and 3- MSc Student from, Islamic Azad University of Niyshabur branch, Faculty member from Agricultural Research Center and Natural Resources of Khorasan Razavi and Faculty member from Islamic Azad University Niyshabur, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: arbeheshiti81@yahoo.com)



Effect of different fertilizer and protection managements on seedbank properties in an organic system

R. Sadrbadi Haghighi^{1*}, N. Critchley², J. Cooper³, C. Leifert⁴ and M. Eyre⁵

Abstract

In order to evaluation the effect of different crop rotation, fertilizer and protection managements on weed seed bank properties an experiment was conducted in Close House experimental glass house on the soil of 5th year of organic rotation that is conducting in University of Newcastle's Nafferton Experimental Farm. Rotation was started with grass/clover for first two years and continued with wheat for third year. In 4th year each plot divided in two potato and cabbage sub plots. Beans were grown in both of two sub plots at 5th year. In all years, rotation plots that considered as main plots were exposed on four combinations of two different organic and conventional fertility and crop health managements as a sub or sub –sub plots. Composite soil sample of considered plots put in glass house for three months and number and type of seedlings were assessed. At the end of course seedlings were classified and evaluated on the basis of type of species and functional properties. Results showed that short time rotation has not significant effect on seedbank properties and only change some seed properties ratio. Although weed seed number was more in organic crop protection management in compared with conventional ones but this was related to species that considered have important role in biodiversity production in agroecosystems. Seedbank response to different organic and conventional fertilizer managements was similar. Also seedbank functional properties were not affected with different crop fertilizer and protection managements.

Keywords: Competitor radius, Ellenbergs' value, Functional properties, Weed

1, 2, 3, 4 and 5- Associate Professor, Agronomy Department, Islamic Azad University- Mashhad, Iran, Senior Research Scientist (Ecologist), ADAS UK Ltd.c/o Newcastle University, NEFG Offices, Nafferton Farm, Stocksfield, Northumberland NE43 7XD, UK, Ph.D., Soils Project Manager Nafferton Ecological Farming Group Newcastle University, Nafferton Farm, Stocksfield, Northumberland NE43 7XD, Professor of Ecological Agriculture, NEFG group leader and Director of the Stockbridge Technology Centre (STC) at Newcastle University, UK and Nafferton Ecological Farming Group, School of Agriculture, Food and Rural Development (AFRD), Newcastle University, Stocksfield, Northumberland, NE4 2 7XD, UK, respectively.

(* - Corresponding author's Email: rsadrbadi @mshdiau.ac.ir)

اثرات مدیریت حاصلخیزی و حفاظتی خاک در تناوب‌های زراعی مختلف بر خصوصیات بانک بذر در یک نظام ارگانیک

رضا صدرآبادی حقیقی^{1*}، نایجل تریچلی²، جولیا کوپر³، کارلو لیفرت⁴ و مک ایر⁵

تاریخ دریافت: 89/7/30

تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر مدیریت‌های متفاوت تناوبی، حاصلخیزی و حفاظتی خاک بر روی خصوصیات بانک بذر آزمایشی بلندمدت (در طی 2009-2005) در گلخانه‌های تحقیقاتی کلوز هاوس بر روی خاک پنجمین سال تناوبی ارگانیک دارای چهار تکرار در حال اجرا در مزرعه تحقیقاتی نافرتون دانشگاه نیوکاسل بریتانیا انجام شد. تناوب با مخلوط شبدر (*Trifolium sp.*) / علف چمنی (*Poa spp.*) برای دو سال اول آغاز گردید و با گندم (*Triticum aestivum L.*) برای سال سوم ادامه یافت. در سال چهارم هر کرت تناوبی به دو کرت فرعی مورد کشت سیب زمینی (*Solanum tuberosum L.*) و کلم (*Brassica oleracea L.*) تقسیم شد. در سال پنجم در هر دو کرت فرعی لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) کاشته شد. در تمام سال‌ها کرت‌های تناوبی که به عنوان کرت‌های اصلی در نظر گرفته شدند در معرض چهار ترکیب از دو سیستم مدیریتی حاصلخیزی و حفاظتی ارگانیک و متداول قرار گرفت. نمونه ترکیبی از خاک کرت‌های مورد بررسی برای مدت سه ماه در گلخانه قرار گرفت و تعداد و نوع گیاهچه‌های آنها تعیین شد. در پایان دوره، گیاهچه‌ها بر اساس نوع گونه و برخی از خصوصیات کارکردی طبقه بندی و ارزیابی شدند. نتایج آزمایش نشان داد که تناوب-های زراعی کوتاه مدت اثر قابل توجهی بر روی خصوصیات بانک بذر ندارد و تنها نسبت بعضی گروه های کارکردی را تغییر می‌دهد. اگر چه تعداد بذر علف های هرز در مدیریت حفاظتی ارگانیک در مقایسه با نوع مرسوم آن بیشتر بود، ولی این تعداد بیشتر مربوط به گونه‌هایی بود که تصور می شود نقش مهمی در ایجاد تنوع زیستی در بوم نظام های زراعی بازی می کنند. واکنش بانک بذر به مدیریت های متفاوت حاصلخیزی ارگانیک و مرسوم یکسان بود. همچنین خصوصیات کارکردی بانک بذر تحت تاثیر مدیریت های متفاوت حفاظتی و حاصلخیزی قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات کارکردی، شعاع رقابتی، ضرایب النبرگ، علف هرز

مقدمه

افزایش نگرانی‌ها درباره هزینه های محیطی و اقتصادی استفاده از علف کش‌ها منجر به رشد عقیده عمومی نیاز به توسعه رهیافتی تلفیقی برای مدیریت علف های هرز به منظور دستیابی به سه هدف گردیده است. اول: مدیریت علف هرز منجر به کاهش وابستگی به نهاده‌های خارج از مزرعه شود. دوم: اتکا به فرایندهای اکولوژیکی نظیر رقابت بر سر منابع از طریق کشت مخلوط و گیاهان پوششی، شکار بذر علف‌های هرز بعد از پراکنش، مرگ در اثر پاتوژن‌ها و آفتاب‌دهی خاک را افزایش دهد. در نهایت برنامه‌های مدیریتی علف

هرز به عنوان یکی از اجزا در ایجاد سیستم های کشاورزی تلفیقی که باروری محصول، درآمد کشاورز و کیفیت محیط را حفظ یا بهبود می بخشد طراحی شوند (Liebman & Gallandt, 1977; Buhler et al., 2000; Mortensen et al., 2000; liebman & Davis, 2000; 2000). بانک بذر منبع اصلی تکثیر علف های هرز است و می تواند دارای اثرات بلند مدت بر روی عملکرد گیاهان زراعی باشد (Cardina et al., 2002; Tieska et al., 2004; Murphy et al., 2006; Sosnoskie et al., 2006; Cavers & Benoit, 1989). بانک بذر علف‌های هرز کلیدی برای آگاهی از پویایی جمعیت گیاهی، گونه‌ها و اکوسیستم است (Silvertown, 1982; Kalisz & Mc Peek, 1992; Gunter, 1997; Bekker et al., 1998; Cabbini et al., 1998). نشان داده شده است که پایداری بذر در خاک و پایداری جمعیت گیاهی همبستگی نزدیکی با یکدیگر دارند (Stocklin & Fischer, 1999; Reed et al., 2002). با افزایش اطلاعات از نحوه تاثیر سیستم‌های مختلف زراعی بر روی بانک بذر می‌توان برنامه‌های تلفیقی مدیریت علف هرز را طراحی کرد. مشاهده

1. 2. 3. 4 و 5- به ترتیب دانشیار گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و اکولوژیست، مدیر پروژه خاک گروه زراعی - اکولوژیکی، استاد بوم شناسی کشاورزی (رئیس مرکز کشاورزی ارگانیک دانشگاه نیوکاسل) و عضو گروه کشاورزی اکولوژی (توسعه روستایی و غذا) دانشگاه نیوکاسل
(* - نویسنده مسئول: Email: rsadrabadi@mshdiau.ac.ir)

ترتیب با الک هایی به قطر 11 و 4/75 میلی متر غربال شدند. برای جلوگیری از آلودگی، غربال ها در فاصله بین دو نمونه برس زده و شسته شدند. از نمونه های ترکیبی هر کرت سه تکرار در سینی های بذر جداگانه کشت شدند. ابعاد سینی های بذر 5.5×16×21 سانتی متر بود. یک پیمانه پیت استریل در ته هر سینی بذر به عمق یک سانتی متر ریخته شد. دو پیمانه (حدوداً به وزن تقریبی 550 گرم خاک تر) از خاک غربال شده بر روی لایه پیت در سینی بذر ریخته و صاف شد. پیمانه در بین آماده سازی دو سینی برای جلوگیری از آلودگی شسته و خشک شد. همچنین سه نمونه شاهد تنها با پیت استریل تهیه شد. 96 سینی بذر در آرایش طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در اواخر اکتبر 2009 در گلخانه قرار گرفتند. به هر بلوک یک سینی شاهد در مکانی تصادفی اضافه شد. روشنایی گلخانه به میزان 15 ساعت در 24 ساعت بود. حرارت برای حداقل 15 درجه سانتی گراد (با تغییرات حداکثر 15 درجه سانتی گراد در هر زمان / نور) شد. آبیاری به صورت دستی تا رسیدن به ظرفیت زراعی انجام شد. حداقل و حداکثر درجه حرارت در طی تحقیق یادداشت برداری شد. تعداد کل گیاهچه های هر سینی شمارش هفتگی شد. تشخیص گیاهچه ها و شمارش تعداد گیاهچه های هر گونه ماهانه انجام شد. گیاهچه هایی که بسیار کوچک بودند به گلدان هایی با پیت استریل منتقل و تا هنگام شناسایی رشد داده شدند. سپس گیاهچه ها برداشت و خاک سینی خراش داده شد تا جوانه زنی بذرهای باقی مانده در خاک تحریک شود. ارزیابی گیاهچه های جوانه زده برای مدت سه ماه ادامه یافت. در پایان گیاهچه ها براساس خصوصیات کارکردی یعنی تاریخچه زندگی (Grime et al., 2007) شعاع رقابتی (Thompson, 1994)، واکنش مایکورایزایی، خصوصیات تولید مثلی (Grime et al., 2007)، مقادیر نور، pH و نیتروژن النبرگ (Mountforde et al., 1997) و پایداری بانک بذر (Thompson et al., 1997) طبقه بندی شدند (جدول 1). سپس نسبت یک ساله ها، یک ساله های تابستانه، یک ساله های زمستانه، چند ساله ها، مایکورایزایی ها و گونه های وابسته به بانک بذر برای هر سینی محاسبه شد. هم چنین ارزش نسبی شعاع رقابتی، نور، pH و نیتروژن النبرگ و پایداری بذر برای تمام سینی های بذر بر اساس تعداد گیاهچه های هر گونه محاسبه شد. برای محاسبه هر کدام از ارزش های نسبی از معادله 1 استفاده شد (معادله 1).

(تعداد کل گیاهچه در هر سینی / تعداد گیاهچه گونه در سینی)

$$X(\text{ارزش}) = \sum \text{ارزش نسبی}$$

جهت آنالیز آماری جمع نتایج سه سینی مربوط به هر کرت استفاده شد. محاسبات آماری بر اساس چهار تکرار آزمایش مزرعه ای با مدل خطی اثرات مخلوط شده نرم افزار R (R Development Core Team, 2010) با استفاده از بسته nlme (Pinheiro & Bates, 2000) انجام شد. در مدل نوع گیاه در سال چهارم، مدیریت حاصلخیزی و حفاظتی فاکتورهای ثابت بودند. از آزمون توکی جهت مقایسه میانگین ها استفاده شد (Crawley, 2007).

شده است که سیستم های زراعی کم نهاده و ارگانیک در مقایسه با سیستم های زراعی متداول، تراکم بذر علف هرز را به مقدار بیشتری تحت تاثیر قرار می دهند و ترکیب جمعیتی بانک بذر در طی زمان به مقدار بیشتری ثابت می ماند (Menalled et al., 2001). البته در کشاورزی ارگانیک که در عملیات زراعی مانند عدم استفاده از علف کش ها و کودهای معدنی، استفاده کمتر از کودهای نیتروژنه و تنوع بیشتر تناوب زراعی با کشاورزی متداول متفاوت است، تنوع گونه ای و تعداد گونه های گیاهی در جمعیت و بانک بذر علف هرز بیشتر است (Boguzas et al., 2004). عملیات مدیریتی خاص نیز می توانند بانک بذر علف های هرز را تحت تاثیر قرار دهند. به عنوان مثال شخم، توزیع بذر علف های هرز را در پروفیل خاک (Mehler et al., 2006)، بقای بذر و خروج گیاهچه (Roberts & Feast 1972; Benvenuti et al., 2001; Boyed & Van Acker, 2003; Grundy et al., 2003; Tuesca et al., 2004; Davis et al., 2005) را تحت تاثیر قرار می دهد. به علاوه، تغییرات در زمان خروج علف های هرز، دوام و پایداری و رکود زمستانی و بقا می تواند بوسیله تناوب زراعی (Bellinder et al., 2004) و عملیات مدیریتی علف های هرز (Cardina et al., 2002) تحت تاثیر قرار گیرد. هدف از این تحقیق نیز بررسی اثرات عملیات مدیریتی ارگانیک و متداول بر روی خصوصیات بانک بذر علف های هرز در یک تناوب ارگانیک می باشد.

مواد و روش

این آزمایش بلند مدت در مزرعه تحقیقاتی نافرتون (54:59:59N; 1:43:56W) بمنظور مقایسه تناوب ارگانیک - متداول دارای چهار تکرار (Leifert et al., 2007) و گلخانه های تحقیقاتی کلوز هاوس دانشگاه نیوکاسل بریتانیا در ساهای 2009-2005 انجام شد. مطالعه بر روی پنجمین سال تناوب ارگانیک انجام شد که با مخلوط شبدر (*Trifolium spp.*) / علف چمنی (*Poa spp.*) برای دو سال اول در کرت هایی به ابعاد 24×24 متر آغاز شد و با گندم (*Triticum aestivum L.*) برای سال سوم ادامه یافت. در سال چهارم (2008) هر کرت به دو کرت فرعی 12×24 مترجهت کشت سیب زمینی (*Solanum tuberosum L.*) و کلم (*Brassica oleracea L.*) تقسیم شد. در سال پنجم (2009) در هر دو کرت فرعی لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) کشت شد. در تمام سال ها، کرت های تناوبی که به عنوان کرت های اصلی در نظر گرفته شدند، در معرض چهار ترکیب از دو سیستم مدیریتی حاصلخیزی و حفاظتی (کنترل بیماری ها و علف های هرز) متداول و ارگانیک به عنوان کرت های فرعی یا فرعی-فرعی قرار گرفتند (Leifert et al., 2007). ارزیابی بانک بذر از 20 اکتبر 2009 تا 25 آپریل 2010 انجام شد. نمونه برداری خاک در مزرعه با جمع آوری ده نمونه از عمق 0 تا 30 سانتی متری هر کرت بوسیله آگر با قطر 5 سانتی متر با الگوی w در 20 اکتبر آغاز شد. ده نمونه خاک هر کرت برای ایجاد یک نمونه ترکیبی با یکدیگر مخلوط شدند و سپس در سایه و در حرارت محیط تا هنگام فرایند نگهداری شدند. سپس نمونه های ترکیبی هر کرت به

جدول ۱- خصوصیات کارکردی گونه‌های مشاهده شده در ارزیابی بانک بذر

نام گونه Species name	تاریخچه زندگی Life history	رقابتی Competitor radius	شعاع Mycorrhizal reaction	خصوصیات تولید مثل Regeneration behavior	ضرب نور التیرگی Ellenberg's light value	ضرب واکنش التیرگی Ellenberg's reaction value	ضرب نیتروژن التیرگی Ellenberg's nitrogen value	ضرب پایداری Persistence index
<i>Achillea cynapium</i>	As	1	VA	S, Bs	6	7	6	0.93
<i>Arenaria vulgaris</i>	P	4	-	V, S, Bs	7	8	7	0.80
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Asw	1	-	Bs	7	7	7	0.91
<i>Chenopodium album</i>	As	2	-	Bs	7	7	7	0.93
<i>Epibolium spp</i>	P	2	VA	V, w, Bs	7	7	7	0.76
<i>Lamium purpureum</i>	Asw	1	VA	Bs	6	7	7	0.77
<i>Lolium perenne</i>	P	3	VA	S	8	6	6	0.46
<i>Matricaria discoidea</i>	Asw	1	VA	Bs	7	7	7	0.90
<i>Poa annua</i>	Alp	1	VA	V, S, Bs	7	6	7	0.89
<i>Polygonum aviculare</i>	As	1	+	Bs	7	6	7	0.81
<i>Polygonum persicaria</i>	As	1	+	Bs	7	6	7	0.88
<i>*Rumex crispus</i>	P/A	2	+	(V), Bs	8	7	6	0.76
<i>Rumex obtusifolius</i>	P	3	-	Bs	7	7	9	0.79
<i>Sanicula vulgaris</i>	Asw	1	+	W, Bs	7	7	7	0.75
<i>Stachys arvensis</i>	Asw	1	+	Bs	8	7	7	0.91
<i>Stachys asper</i>	Asw	2	+	W, Bs	7	7	6	0.63
<i>Stellaria media</i>	Asw	1	-	Bs	7	6	7	0.80
<i>Taraxacum officinale agg.</i>	P	2	VA	W	7	6	6	0.47
<i>Trifolium repens</i>	P	3	VA	(V), Bs	7	6	6	0.60

A: Annual; AS: Summer annual; Aw: Winter annual; P: Perennial; VA: Normally mycorrhizal; +: Intermediate mycorrhizal; -: Non-mycorrhizal; BS: Seedbank; S: Seasonal by seed; V: Vegetative spread; Attached to parent for longer period; W: Widely-dispersed seeds or spores

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد در بین تیمارهای مختلف تنها اثر گیاه سال چهارم بر روی تعداد بذر دو گروه کار کردی گیاهان یک ساله و یک ساله تابستانه معنی دار بود (جدول 2). مقایسات میانگین این دو گروه کار کردی نشان دهنده عکس العمل متفاوت آن‌ها به گیاهان سال چهارم بود (شکل 1). نسبت بذر گیاهان یک ساله در تیماری که گیاه سال چهارم سیب زمینی بود، در مقایسه با تیماری که گیاه سال چهارم آن کلم بود، افزایش یافت. در حالی که نسبت بذر گیاهان یک ساله تابستانه در تیماری که گیاه سال قبل سیب زمینی بود نسبت به تیماری که گیاه سال قبل آن کلم بود، کاهش یافت.

آنالیز واریانس نشان داد که اثر گیاه سال چهارم تنها بر روی تعداد بذر دو گونه علف هرز زلف پیر (*Senecio vulgaris* L.) و گندمک (*Stellaria media* L.) معنی دار است (جدول 3). مقایسه میانگین تعداد بذر این دو گونه نشان داد تعداد بذر هر دوی آن‌ها در تیمار گیاه کلم نسبت به گیاه سیب زمینی افزایش یافته است (شکل 2). این دو گیاه جزو گیاهان یکساله تابستانه/مستانه محسوب میشوند (جدول 1). افزایش بذر علف‌های هرز یک ساله تابستانه در تناوبی که شامل گیاه کلم در سال چهارم بوده است را می توان به دو گونه فوق یعنی زلف پیر و گندمک نسبت داد. افزایش نسبت بذر علف‌های هرز یک ساله در تیمار گیاه سیب زمینی را نمی توان به گونه مشخصی ارتباط داد. این افزایش می تواند نتیجه تاثیر گونه‌های علف هرز یک ساله ای باشد که هر کدام به تنهایی به صورت معنی داری تحت تاثیر تیمار فوق قرار نگرفته اند. استنباط چنین امری ناشی از این واقعیت است که مجموع کل بذر گونه‌های علف هرز تحت تاثیر نوع گیاه تناوبی قرار نگرفت (جدول 3). تراکم و تنوع گونه‌های هرز تحت تاثیر تناوب گیاهی قرار می گیرند (Cardina et al., 2002; Davis et al., 2005). هم چنین شواهدی وجود دارد که نشان می دهد تناوب گیاهی در تغییر جوامع گیاهی اهمیت دارد (Liebman & Dyck, 1993). تفاوت‌ها در ارتفاع، تراکم و آرایش تاج پوش گونه گیاهی می تواند برای بعضی از گونه‌های علف هرز در مقایسه با سایرین مناسب باشد (Leroux et al., 1996). بر اساس بعضی تحقیقات انتظار می رود تنوع تناوب زراعی تنها دارای اثر جزئی بر روی ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز (Bàrberi et al., 1997) و تنوع گونه ای (Doucet et al., 1999) باشد مگر این که تناوب شامل غلاتی کاشته شده در فصول مختلف (Hald, 1999) یا علف‌های چمنی (Paatela & Erviö, 1971) باشد. البته گزارش شده است که دو سال تناوب زراعی با لگوم‌های علوفه‌ای به صورت چشمگیری هم تراکم بانک بذر و هم تنوع گونه ای علف‌های هرز را کاهش می دهد (Blinder et al., 2004). به نظر می رسد یک سال اختلاف در نوع گیاه در تناوب ارگانیک این

آزمایش نتوانسته است خصوصیات بانک بذر را تغییر چندانی بدهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مدیریت حفاظتی گیاهی بر روی تعداد کل بذر علف‌های بذر به طور عام و بر تعداد بذر علف‌های هرز پوآ (*Poa spp.*) و گندمک به صورت خاص معنی دار است (جدول 3). مقایسات میانگین نشان داد که مدیریت حفاظتی ارگانیک در مقایسه با مدیریت حفاظتی متداول باعث افزایش تعداد کل بذر علف‌های هرز گونه‌های فوق الذکر شد (شکل 3). گزارش شده است گونه‌های نیتروژن دوستی که از کاربرد علف کش‌ها آسیب می بینند یا گونه‌هایی که نسبت به علف کش‌ها مقاوم شده‌اند بعد از تبدیل کشاورزی متداول به ارگانیک بیشترین سرعت بازیابی را از خود نشان می دهند و بازگشت گونه‌های غیر نیتروژن دوست و چند ساله به زمان بیشتری نیاز دارد (Hyvonea, 2007). گونه‌های مقاوم به علف کش در هنگامی که فراوانی گونه‌های حساس به علف کش کاهش می یابد با مقاومت کمتری روبرو می شوند (Hume, 1987). نقش علف‌های هرز رایج در تقویت تنوع زیستی در اراضی زراعی ارزیابی و نام نه علف هرز مهم در تنوع درون مزرعه ای لیست شده است (Marshall et al., 2003). دو عدد از گونه‌های فوق یعنی پوآ و زلف پیر حضور بیشتری در کرت‌های حفاظت ارگانیک این آزمایش داشتند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تنها گونه زلف پیر تحت تاثیر اثر متقابل نوع گیاه سال چهارم و نوع مدیریت حفاظتی قرار گرفت (جدول 3). مقایسه میانگین تعداد بذر این گونه تحت تاثیر ترکیبات متفاوت این دو تیمار نشان داد در تیماری که گیاه سیب زمینی در سال چهارم آن کاشته شده بود، مدیریت‌های حفاظتی متداول و ارگانیک تاثیر معنی دار متفاوتی بر روی تعداد بذر این گونه نداشتند (شکل 4). در واقع تیمار تناوبی سیب زمینی به مقدار زیادی تعداد بذر این گونه را کاهش داده است، به نحوی که تاثیر تیمارهای حفاظتی را به حداقل رسانده است. در تناوبی که شامل گیاه کلم بود خصوصیات زراعی کلم نتوانست تاثیر چشمگیری بر روی گونه علف هرز اخیر بگذارد. در این شرایط مدیریت حفاظتی متداول در مقایسه با مدیریت حفاظتی ارگانیک باعث کاهش بیشتر تعداد بذر گونه زلف پیر شد (شکل 4). نتایج آزمایش نشان داد که با وجود پنج سال اعمال تیمارهای متفاوت حاصلخیزی ارگانیک و مرسوم واکنش متفاوت معنی داری از سوی بانک بذر به این نوع مدیریت‌ها مشاهده نشد (جدول 3). تحقیقات نشان داده است که حاصلخیزی خاک نقش مهمی در پویایی جوامع علف‌های هرز بازی می کند. نیتروژن می تواند به عنوان مهمترین کود موثر در این پویایی در نظر گرفته شود هر چند سایر عناصر نظیر فسفر نیز تا مقداری موثر است (Banks et al., 1976; Hoveland et al., 1976; Goldberg & Miller, 1990). افزایش کود نیتروژنه تولید بیوماس گیاه زراعی و علف هرز را افزایش می دهد (Mahn, 1988; Jørnsgård et al., 1996) که منجر به

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد، تناوب‌های زراعی کوتاه مدت اثر قابل توجهی بر روی خصوصیات بانک بذر ندارد و تنها نسبت بعضی از گروه‌های کار کردی را تغییر می‌دهد. اگر چه تعداد بذر علف‌های هرز در مدیریت حفاظتی ارگانیک در مقایسه با مدیریت حفاظتی مرسوم بیشتر بود، ولی این تعداد بیشتر مربوط به گونه‌هایی بود که تصور می‌شود نقش مهمی در ایجاد تنوع زیستی در بوم نظام-های زراعی بازی می‌کنند. واکنش بانک بذر به مدیریت‌های متفاوت حاصلخیزی ارگانیک و مرسوم نیز یکسان بود. همچنین خصوصیات کار کردی بانک بذر تحت تاثیر مدیریت‌های متفاوت حفاظتی و حاصلخیزی قرار نگرفت.

رقابت بیشتر برای نور بین گیاه زراعی و علف هرز می‌شود (Haas & Streibig, 1982; Pyšek & Lepš, 1991; van Delden et al., 2002; Wilson & Tilman, 1991). مشاهده شده است رقابت بیشتر برای نور برای گونه‌های با ارتفاع بیشتر و با شکل رشد ایستاده (Pyšek & Lepš, 1991) یا مقاوم به سایه (Streibig, 1982) مناسب است. اثر مستقیم دسترسی به کود نیتروژنه زیاد، فراوانی حضور گونه‌های نیتروژن دوست است (Haas & Streibig, 1982; Mahn, 1988). البته در این آزمایش تنها اثر متقابل مدیریت حاصلخیزی با نوع گیاه سال چهارم بر گونه پوآ معنی دار بود (شکل 5). بانک بذر این گونه در حضور گیاهان کلم و سیب زمینی واکنش متفاوتی به مدیریت‌های حاصلخیزی از خود نشان داد.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس برای اثرات گیاه سال چهارم، مدیریت های حفاظتی و حاصلخیزی بر روی گونه های کارکردی علف هرز در بانک بذر خاک

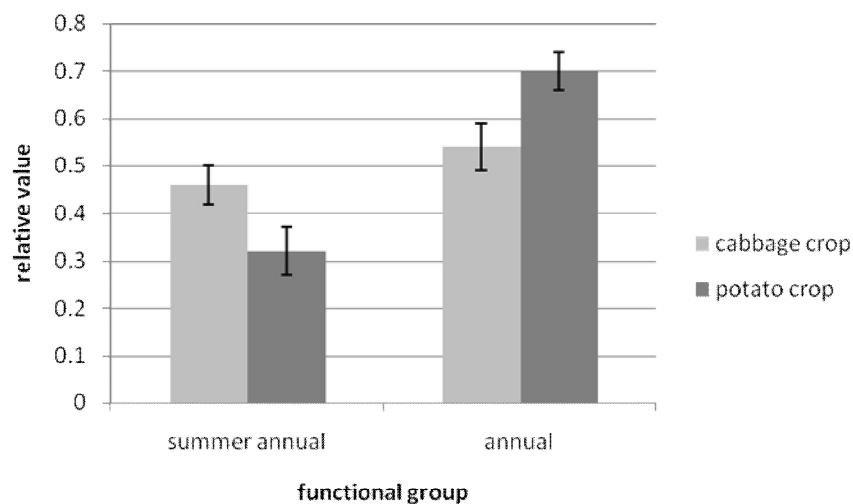
Table 2 – ANOVA results for the effects of previous crop, crop protection and fertility management on weed species functional groups in the soil seed bank													
منابع تغییرات	درجه آزادی	یک سال تابستانه	یک سال زمستانه	یک سال	چندساله	واکنش میکوریزایی	شماره رقابتی	Regeneration behavior	Ellenberg's light value	Ellenberg's reaction value	Ellenberg's nitrogen value	ارزش نیتروژنی التبری	ضرب پایداری
Source of variation	df	Summer annual	Winter annual	Annual	Perennial	Mycorrhizal reaction	Competitor radius						Persistence index
P	18	0.04	0.43	0.02	0.16	0.17	0.34	0.65	0.69	0.28	0.64	0.06	
Cp	3	0.49	0.12	0.54	0.19	0.86	0.35	0.15	0.48	0.27	0.22	0.35	
Fe	18	0.69	0.88	0.17	0.54	0.28	0.8	0.12	0.14	0.21	0.35	0.67	
Crop:Cp	18	0.29	0.11	0.3	0.11	0.21	0.7	0.77	0.43	0.91	0.89	0.26	
Crop:Fe	18	0.68	0.48	0.71	0.64	0.75	0.36	0.58	0.96	0.61	0.66	0.67	
Cp:Fe	18	0.19	0.44	0.07	0.18	0.06	0.16	0.2	0.43	0.49	0.2	0.2	
Crop:Cp:Fe	18	0.29	0.72	0.15	0.45	0.22	0.97	0.47	0.73	0.84	0.79	0.28	

Crop: Crop type in 4th year; Cp: Crop protection management; Fe: Fertility management; C:P: نوع گیاه در سال چهارم؛ C:P: مدیریت حفاظت گیاهی؛ Fe: مدیریت حاصلخیزی

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس برای اثرات گیاه سال چهارم، مدیریت های حفاظتی و حاصلخیزی بر روی گونه های علف هرز در بانک بذر خاک

Table 2 – ANOVA results for the effects of previous crop, crop protection and fertility management on weed species functional groups in the soil seed bank during 2009													
منابع تغییرات	درجه آزادی	<i>Chenopodium album</i>	<i>Matricaria matricarioides</i>	<i>Poa spp.</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Sinapis arvensis</i>	<i>Stellaria media</i>	<i>Taraxacum officinalis</i>	agg-	total		
Source of variation	df												
Crop	18	0.21	0.26	0.92	0.28	0.02	0.76	0.03	0.45	0.12			
Cp	3	0.83	0.71	0.01	0.6	0.31	0.42	0.04	0.64	0.02			
Fe	18	0.67	0.94	0.46	0.4	0.99	0.83	0.74	0.26	0.54			
Crop:Cp	18	0.95	0.76	0.9	0.13	0.08	0.77	0.02	0.91	0.36			
Crop:Fe	18	0.74	0.58	0.47	0.42	0.5	0.84	0.19	0.45	0.29			
Cp:Fe	18	0.55	0.76	0.002	0.76	0.06	0.68	0.57	0.53	0.11			
Crop:Cp:Fe	18	0.48	0.37	0.09	0.83	0.28	0.67	0.96	0.48	0.36			

Crop: Crop type in 4th year; Cp: Crop protection management; Fe: Fertility management; C:P: نوع گیاه در سال چهارم؛ C:P: مدیریت حفاظت گیاهی؛ Fe: مدیریت حاصلخیزی

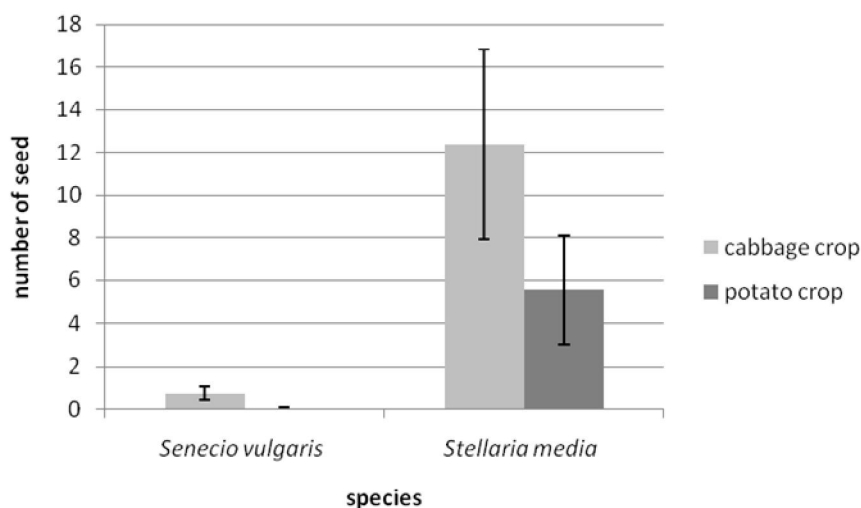


شکل 1- اثر نوع گیاه تناوبی سال چهارم بر روی گروه های کارکردی بانک بذر علف های هرز

Fig. 1- Effect of rotation crop type in 4th year on functional groups of weed seed bank

میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان برای هر گیاه بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

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

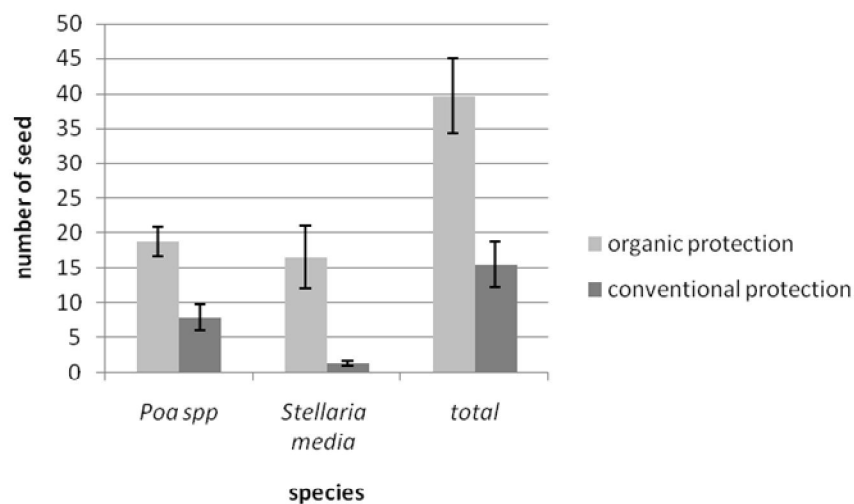


شکل 2- اثر نوع گیاه تناوبی سال چهارم بر روی تعداد بذر *Stellaria media* نمونه خاک

Fig. 2- Effect of rotation crop type and *Stellaria media* in soil samples of 4th year on the seed numbers *Senecio vulgaris*

میانگین های دارای دامنه همپوشانی یکسان برای هر گیاه بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

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

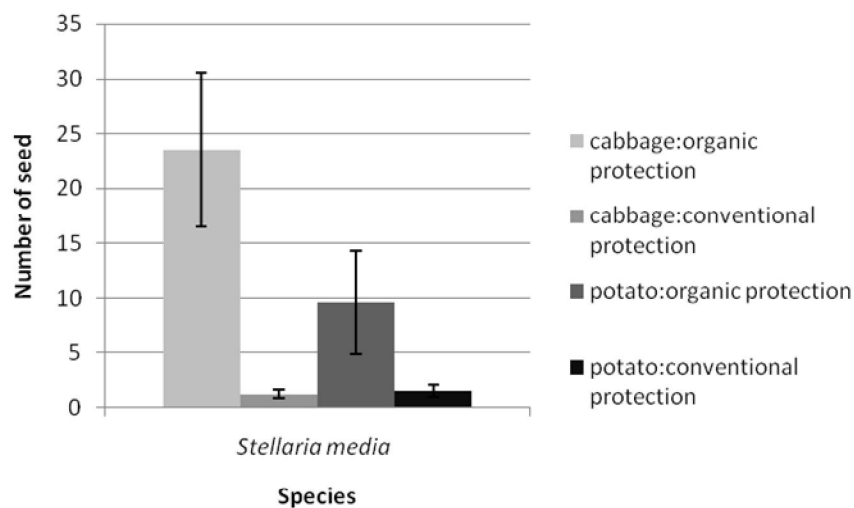


شکل 3- اثر تیمارهای حفاظت گیاهی بر روی تعداد بذر *Poa spp* و *Stellaria media* و کل نمونه خاک

Fig. 3- Effect of crop protection treatment on the seed number of *Poa triavilis*, *Stellaria media* and total in soil samples

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان برای هر گیاه بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

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

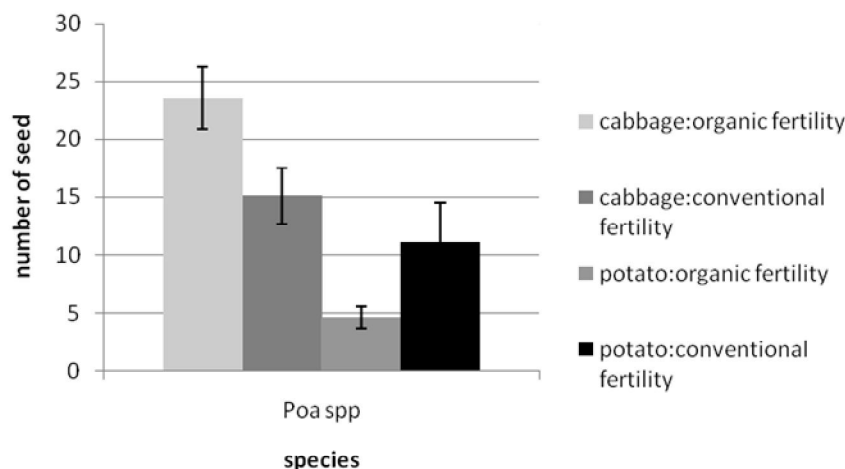


شکل 4- اثرات متقابل تیمارهای تناوب گیاهی و حفاظت گیاهی بر روی تعداد بذر *stellaria media*

Fig. 4- Interaction effect of crop rotation and crop protection treatments on *stellaria media* seed number

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان برای هر گیاه بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

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



شکل 5- اثر متقابل تیمارهای تناوب گیاهی و حاصلخیزی خاک بر روی تعداد بذر *poa spp.*

Fig. 5- Interaction effect of crop rotation and Fertility treatments on *poa spp.* seed number

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان برای هر گیاه بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی داری ندارند.

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

منابع

- 1- Banks, P.A., Santelman, P.W., and Tucker, B.B. 1976. Influence of long-term soil fertility treatments on weed species in winter wheat. *Agronomy Journal* 68: 825-827.
- 2- Bàrberi, P., Silvestri, N., and Bonari, E. 1997. Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. *Weed Research* 37: 301-313.
- 3- Bekker, R.M., Schamine'e, J.H.J., Bakker, J.P., and Thompson, K. 1998. Seed bank characteristics of Dutch plant communities. *Acta Botanica Neerlandica* 47: 15-26.
- 4- Bellinder, R.R., Helene, R.D., and Shah, D. A. 2004. Weed seedbank community responses to crop rotation schemes. *Crop Protection* 23: 95-101.
- 5- Benvenuti, S., Macchia, M., and Miele, S. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science* 49: 528-535.
- 6- Boguzas, V., Marcinkeviciene, A., and Kairyte, A. 2004. Quantative and qualitative of weed seedbank in organic farming. *Agronomy Research* 2: 13-22.
- 7- Boyd, N.S., and Van Acker, R.C. 2003. The effects of depth and fluctuating soil moisture on the emergence of eight annual and six perennial plant species. *Weed Science* 51: 725-730.
- 8- Buhler, D. D., Liebman M., and Obrycki J. J. 2000. Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management. *Weed Science* 48: 274-280.
- 9- Cabin, R.J., Mitchell, R.J., and Marshall, D.L. 1998. Do surface plant and soil seed bank populations differ genetically? A multipopulation study of the desert mustard *Lesquerella fendleri* (Brassicaceae). *American Journal of Botany* 85: 1098-1109.
- 10- Cardina, J., Herms, C. P., and Doohan, D. J. 2002. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbanks. *Weed Science* 50:448-460.
- 11- Cavers, P. B., and Benoit, D.L. 1989. Seed Banks in Arable Land. In: (Ede) Leck V.T.P.M.A., Simpson R.L., *Ecology of Soil Seedbanks*. Academic Press, San Diego, pp. 309-328.
- 12- Crawley, M.J. 2007. *The R Book*. Chichester, UK: John Wiley and Son.
- 13- Davis, A. S., Renner, K. A., and Gross, K. L. 2005. Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment. *Weed Science* 53: 296-306.
- 14- Doucet, C., Weaver, S.E., Hamill, A.S., and Zhang, J. 1999. Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Science* 47: 729-735.
- 15- Goldberg, D. E., and Miller, T. E. 1990. Effects of different resource additions on species diversity in an annual plant community. *Ecology* 71: 213-225.
- 16- Grime, J.P., Hodgson, J.G., and Hunt, R. 2007. *Comparative Plant Ecology: a Functional Approach to Common*

- British Species. Edition 2. Castle point Press. 742 pp.
- 17- Grundy, A.C., Mead, A., and Burston, S. 2003. Modeling the emergence response of weed seeds to burial depth: interactions with seed density, weight, and shape. *Journal of Applied Ecology* 40: 757–770.
- 18- Guñter, G. 1997. *Populationsbiologie Seltener Segetalarten*. Scripta Geobotanica XXII: 220 pp.
- 19- Kalisz, S. 1991. Experimental determination of seed bank age structure in the winter annual *Collinsia verna*. *Ecology* 73: 575–585.
- 20- Haas, H., and Streibig, J.C. 1982. Changing Patterns of Weed Distribution as a Result of Herbicide Use and other Agronomic Factors. In: LeBaron, H.M., Gressel, J. (Eds.), *Herbicide Resistance in Plants*. John Wiley and Sons, USA. pp. 57-79.
- 21- Hald, A.B. 1999. The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. *Journal of Applied Ecology* 36: 24–32.
- 22- Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B., and Bunce, R.G.H. 1999. Ellenberg's Indicator Values for British Plants. ECOFACT Volume 2 Technical Annex. HMSO, Norwich.
- 23- Hoveland, C.S., Buchanan, G.A., and Harris, M.C. 1976. Response of weeds to soil phosphorus and potassium. *Weed Science* 24: 194-201.
- 24- Hume, L. 1987. Long-term effects of 2, 4-D application on plants. I. Effects on the weed community in a wheat crop. *Canadian Journal of Botany* 65: 2530–2536.
- 25- Hyvonen, T. 2007. Can conversion organic farming restore the species composition of arable land weed communities? *Biological Conservation* 37: 382-390.
- 26- reza.ghorbani@...
- 27- Jørnsgård, B., Rasmussen, K., Hill, J., and Christiansen, L.J. 1996. Influence of nitrogen on competition between cereals and their natural weed populations. *Weed Research* 36: 461-470.
- 28- Kalisz, S., and McPeck, M.A. 1992. The demography of an age-structured annual: resampled projection matrices, elasticity analyses and seed bank effects. *Ecology* 73: 1082–1093.
- 29- Leroux, G. D., Benoit, D. L., and Banville S. 1996. Effect of crop rotation on weed control, *Bidens cernua* and *Erigeron canadensis* populations, and carrot yields in organic soils. *Crop Protection* 15:171–178.
- 30- Liebman, M., Davis, A. S., 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research* 40: 27–47.
- 31- Liebman, M., and Gallandt E. R. 1997. Many Little Hammers: Ecological Approaches for Management of Crop–Weed Interactions. Pages 291–343 in Jackson, L. E. (Ede), *Ecology in Agriculture*. Academic Press, San Diego, California, USA.
- 32- Liebman, M., and Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Applied Ecology* 3: 92–122.
- 33- Leifert, C., Rembialkowska, E., Nielson, J.H., Cooper, J.M., Butler, G., and Lueck, L. 2007. Effects of Organic and 'Low Input' Production Methods on Food Quality and Safety. In *Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems*, pp. 75–95. Eds U. Niggli, C. Leifert, T. Alföldi, L. Lučick, and H. Willer. Frick, Switzerland: Research Institute of Organic Farming FiBL.
- 34- Mahn, E.G., 1988. Changes in the structure of weed communities affected by agro-chemicals– what role does nitrogen play? *Ecological Bulletins* 39: 71-73.
- 35- 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.
- 36- Menalled, F.D., Gross, K.L., and Hammond, M. 2001. Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. *Applied Ecology* 11: 1586-1601.
- 37- Mohler, C.L., Frisch, J.C., and McCulloch, C.E. 2006. Vertical movement of weed seed surrogates by tillage implements and natural processes. *Soil and Tillage Research* 86: 110–122.
- 38- Mortensen, D. A., Bastiaans, L., and Sattin, M. 2000. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. *Weed Research* 49: 49–62.
- 39- Murphy, S.D., Clements, D.R., Belaoussoff, S., Kevan, P.G., and Swanton, C.J. 2006. Promotion of weed species diversity and reduction of weed seedbanks with conservation tillage and crop rotation. *Weed Science* 54: 69–77.
- 40- Paatela, J., Erviö, L.-R., 1971. Weed seeds in cultivated soils in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 10: 144–152.
- 41- Pinheiro, J.C., and Bates, D.M. 2000. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. New York: Springer.
- Pyšek, P., and Lepš, J. 1991. Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *Journal of Vegetation Science* 2: 237-244.
- 42- R Development Core Team, 2010. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- 43- Reed, J.M., Mills L.S., Dunning, J.B., Menges, E.S., McKelvey, K.S., Frye R., Rbeissinger, S.R., Anstett, M.C., and Miller, P. 2002. Emerging issues in population viability analysis. *Conservation Biology* 16: 7–19.
- 44- Roberts, H.A., and Feast, P.M. 1972. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and

- undisturbed soil. Weed Research 12: 316–324.
- 45- Silvertown, J. W. 1982. Introduction to Plant Population Ecology. London: Longman.
- 46- Sosnoskie, L.M., Herms, C.P., and Cardina, J. 2006. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. Weed Science 54: 263–273.
- 47- Stöcklin, J., and Fischer, M. 1999. Plants with longer-lived seeds have lower local extinction rates in grassland remnants 1950–1985. Oecologia 120: 539–543.
- 48- Thompson, K., Bakker, J.P., and Bekker, R.M. 1997. The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity. Cambridge: Cambridge University Press
- 49- Thompson, K. 1994. Predicting the Fate of Temperate Species in Response to Human Disturbance and Global Change. In: Boyle, T.J.B., Boyle, C.E.B. (Eds), NATO Advanced Research Workshop on Biodiversity, Temperate Ecosystems and Global Change, pp. 61-76. Springer-Verlag, Berlin.
- 50- Tieska, D., Nieseohn, L., Boccanelli S., Torres, P., and Lewis, J.P. 2004. Weed seedbank and vegetation dynamics in summer crops under two contrasting tillage regimes. Community Ecology 5: 247–25.
- 51- van Delden, A., Lotz, L.A.P., Bastiaans, L., Franke, A.C., Smid, H.G., Groeneveld R.M.W., and Kropff, M.J. 2002. The influence of nitrogen supply on the ability of wheat and potato to suppress *Stellaria media* growth and reproduction. Weed Research 42: 429–445.
- 52- Wilson, S.D., and Tilman, D. 1991. Components of plant competition along an experimental gradient of nitrogen availability. Ecology 72: 1050–1065.

Contents

Paper topic	Author(s)	Page
Consequences of different management of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) residue on microbial biomass carbon, organic carbon and total nitrogen indices in soil	M. Hoseini, G. Haghnia, A. Lakzian and H. Emami	372
Investigating of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and vegetative sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	Y. Alizadeh, A. Koocheki and M. Nassiri mahallati	383
Response of corn (<i>Zea mays</i> L.) growth characteristics to common lambsquarters (<i>Chenopodium album</i> L.) competition	V. Sarabi, A. Nezami, M. Nassiri Mahallati and M.H. Rashed Mohassel	398
Biological control of dodder (<i>Cuscuta campestris</i> L.) by fungi pathogens	F. Fallahpour, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, M. Falahati Rastegar and R. Ghorbani	408
The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	J. Shabahang, S. Khorramdel, G.A. Asadi, E. Mirabi and H. Nemati	417
Effect of primary tillage method and barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) crop residual management on the soil and silage corn (<i>Zea mays</i> L.) characteristics	F. Ghooshchi, A. Jourabloo, M. Silsepour and H. Hadi	428
Evaluation of light interception and canopy characteristics in mono-cropping and intercropping of maize (<i>Zea mays</i> L.) and faba bean (<i>Vicia faba</i> L.)	E. Rezaee Chiane, A. Dabagh Mohammadinasab, M.R. Shakiba, K. Ghasemi Golazani, S. Aharizade	437
Response of growth characters and yield of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) to co-inoculation of farmyard manure, <i>Trichoderma</i> spp. and <i>Pseudomonas</i> spp.	A. Shahsavari, H. Pirdashti, A. Mottaghian and M.A. Tajick Ghanbary	448
Effect of macro nutrients (NPK) on growth characteristics of two commercial variety of corn (<i>Zea maize</i> L.) (KWS2360, Ressuda Pionee) in hydroponic environment	M. Goldani, M. Kharrazi and P. Peter	459
The Effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	A. Beyk Khurmizi, P. Abrishamchi, A. Ganjeali and M. Parsa	474
Effect of water deficit on water use efficiency of canola (<i>Brassica napus</i> L.) cultivars in Mashhad condition	S.H. Mousavi, J. Vafabakhsh and R. Sadr abadi Haghighi	486
Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels	H. Pirasteh Anosheh, Y. Emam and F. Jamali Ramin	492
Evaluation of nitrogen efficiency on grain sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) genotypes	M. Jafariani, A.R. Beheshti and G. Taheri	502
Effect of different fertilizer and protection managements on seedbank properties in an organic system	R. Sadrbadi Haghighi, N. Critchley, J. Cooper, C. Leifert and M. Eyre	512
English abstracts		523-553



Ferdowsi University
of Mashhad

Vol. 2 No. 3

Fall 2010

Agroecology

ISSN: 2008-7713

Contents

Consequences of different management of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) residue on microbial biomass carbon, organic carbon and total nitrogen indices in soil	372
M. Hoseini, G. Haghnia, A. Lakzian and H. Emami	
Investigating of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and vegetative sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)	383
Y. Alizadeh, A. Koocheki and M. Nassiri Mahallati	
Response of corn (<i>Zea mays</i> L.) growth characteristics to common lambsquarters (<i>Chenopodium album</i> L.) competition	398
V. Sarabi, A. Nezami, M. Nassiri Mahallati and M.H. Rashed Mohassel	
Biological control of dodder (<i>Cuscuta campestris</i> L.) by fungi pathogens	408
F. Fallahpour, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, M. Falahati Rastegar and R. Ghorbani	
The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	417
J. Shabahang, S. Khorramdel, G.A. Asadi, E. Mirabi and H. Nemati	
Effect of primary tillage method and barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) crop residual management on the soil and silage corn (<i>Zea mays</i> L.) characteristics	428
F. Ghooshchi, A. Jourabloo, M. Silsepour and H. Hadi	
Evaluation of light interception and canopy characteristics in mono-cropping and intercropping of maize (<i>Zea mays</i> L.) and faba bean (<i>Vicia faba</i> L.)	437
E. Rezaee Chiane, A. Dabagh Mohammadinasab, M.R. Shakiba, K. Ghasemi Golazani, S. Aharizade	
Response of growth characters and yield of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) to co-inoculation of farmyard manure, <i>Trichoderma</i> spp. and <i>Pseudomonas</i> spp.	448
A. Shahsavari, H. Pirdashti, A. Mottaghian and M.A. Tajick Ghanbary	
Effect of macro nutrients (NPK) on growth characteristics of two commercial variety of corn (<i>Zea mays</i> L.) (KWS2360, Ressuda Pioneer) in hydroponic environment.....	459
M. Goldani, M. Kharrazi and P. Peter	
The Effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	474
A. Beyk Khurmizi, P. Abrishamchi, A. Ganjeali and M. Parsa	
Effect of water deficit on water use efficiency of canola (<i>Brassica napus</i> L.) cultivars in Mashhad condition	486
S.H. Mousavi, J. Vafabakhsh and R. Sadr Abadi Haghighi	
Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels.....	492
H. Pirasteh Anosheh, Y. Emam and F. Jamali Ramin	
Evaluation of nitrogen efficiency on grain sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) genotypes	502
M. Jafariani, A.R. Beheshti and G. Taheri	
Effect of different fertilizer and protection managements on seedbank properties in an organic system.....	512
R. Sadrabadi Haghighi, N. Critchley, J. Cooper, C. Leifert and M. Eyre	
English abstracts	523-553