

نشریه علمی - پژوهشی بوم شناسی کشاورزی

جلد ۲ شماره ۴

زمستان ۱۳۸۹

شاپا: ۷۷۱۳-۲۰۰۸

عنوان مقالات

- ۵۳۷ بررسی شاخص‌های رشد و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) در رقابت با خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن فاطمه سلیمانی، گودرز احمدوند و بیژن سعادتیان
- ۵۴۸ بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتغال (*Silybum marianum* L.) در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی رستم یزدانی بیوکی، پرویز رضوانی مقدم، حمیدرضا خزاعی و علیرضا آستارایی
- ۵۵۶ بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کشت مخلوط اوزن دانه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) ... احمد قنبری، محمد نصیرپور و ابوالفضل توسلی
- ۵۶۵ تأثیر برخی از ریزوباکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژنی بر ویژگی‌های مورفولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) سهیلا دست برهان، سعید زهتاب سلماسی، صفر نصراله زاده و علیرضا توسلی
- ۵۷۴ بررسی تنوع گونه‌ای، ساختاری و کارکردی جوامع علف‌های هرز باغات پسته (*Pistacia vera* L.) شهرستان بردسکن صفری الهی، رضا صدرآبادی حقیقی و لیلا علیمرادی
- ۵۸۷ بررسی اثر عصاره برگ درمنه و کرچک در کاهش جمعیت نماتود ریشه گریخی خیار (*Meloidogyne incognita*) نفیسه کتولی، عصمت مهدیخانی مقدم و راحله مقصودلو
- ۵۹۳ تأثیر *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بر آزادسازی پتاسیم خاک در کشت گلدانی سویا (*Glycine max* var. Williams) اسماعیل رضائی چانه، عادل دباغ محمدی نسب، محمد رضا شکینا، کاظم قاسمی گلعدانی و سعید اهری زاد
- ۶۰۰ تأثیر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و غلظت سرب، نیکل و کادمیم در خاک و گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) فاطمه اکبرنژاد، علیرضا آستارایی، امیر فتوت و مهدی نصیری محلاتی
- ۶۰۹ گروه‌بندی هیبریدهای جدید ذرت (*Zea mays* L.) بر پایه صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن جعفر موسی آبادی، سعید خاوری خراسانی، پراتعلی سیاه سر، احمد اسماعیلی و نفیسه مهدی نژاد
- ۶۱۷ ارزیابی تأثیر کیفیت زیستگاه بر جامعه فون خاک در منطقه جاجرم قربانعلی رسام، ناصر لطیفی، افشین سلطانی و بهنام کامکار
- ۶۲۷ اثر آبیاری محدود بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط بیرجند بی بی الهه موسوی فر، محمد علی بهداتی، مجید جامی الاحمدی و محمد سعیدحسینی بجد
- ۶۴۰ تأثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) بهنام صالحی، علی باقر زاده و محسن قاسمی
- ۶۴۸ اکولوژی فردی گون قشلاقی (*Astragalus arpilobus* Kar. & Kir) گونه‌ای امیدبخش برای اصلاح مراتع شمال شرق ایران محمد جنگجو، فریدون ملتی، فریا نودوست و علی بزرگمهر
- ۶۵۸ اثر رژیم‌های آبیاری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط گلخانه مرتضی گلدانی
- ۶۶۷ اثر مدیریت نظام‌های زراعی بر تولید خالص اولیه و ضرایب نسبی تسهیم کرن در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) سرور خرم‌دل، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی و رضا خراسانی
- ۶۹۶-۸۱ چکیده‌های انگلیسی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

صفحه	عنوان مقاله
537	بررسی شاخص‌های رشد و عملکرد کلزا (<i>Brassica napus</i> L.) در رقابت با خردل وحشی (<i>Sinapis arvensis</i> L.) تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن فاطمه سلیمانی، گودرز احمدوند و بیژن سعادتیان
548	بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (<i>Silybum marianum</i> L.) در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی رستم یزدانی بیوکی، پرویز رضوانی مقدم، حمیدرضا خزاعی و علیرضا آستارایی
556	بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کشت مخلوط ارزن دانه‌ای (<i>Panicum miliaceum</i> L.) و لوبیا چشم بلبلی (<i>Vigna unguiculata</i> L.) احمد قنبری، محمد نصیرپور و ابوالفضل توسلی
565	تأثیر برخی از ریزوباکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژنی بر ویژگی‌های مورفولوژیک بابونه آلمانی (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) سهیلا دست برهان، سعید زهتاب سلماسی، صفر نصراله زاده و علیرضا توسلی
574	بررسی تنوع گونه‌ای، ساختاری و کارکردی جوامع علف‌های هرز باغات پسته (<i>Pistacia vera</i> L.) شهرستان بردسکن صغری الهی، رضا صدرآبادی حقیقی و لیلا علیمزادی
587	بررسی اثر عصاره برگ درمنه و کرچک در کاهش جمعیت نماتود ریشه گرهی خیار (<i>Meloidogyne incognita</i>) نفیسه کتولی، عصمت مهدیخانی مقدم و راحله مقصودلو
593	تأثیر <i>Azospirillum lipoferum</i> و <i>Azotobacter chroococcum</i> بر آزادسازی پنتاسیم خاک در کشت گلدانی سویا (<i>Glycine max</i> var. Williams) اسماعیل دردی پور، اکرم فرشادی راد و محمد حسین ارزانش
600	تأثیر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و غلظت سرب، نیکل و کادمیم در خاک و گیاه دارویی سیاهدانه (<i>Nigella sativa</i> L.) فاطمه اکبرنژاد، علیرضا آستارایی، امیر فتوت و مهدی نصیری محلاتی
609	گروه‌بندی هیبریدهای جدید ذرت (<i>Zea mays</i> L.) بر پایه صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن جعفر موسی آبادی، سعید خاوری خراسانی، براتعلی سیاه سر، احمد اسماعیلی و نفیسه مهدی نژاد
617	ارزیابی تأثیر کیفیت زیستگاه بر جامعه فون خاک در منطقه جاجرمد قربانعلی رسام، ناصر لطیفی، افشین سلطانی و بهنام کامکار
627	اثر آبیاری محدود بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) در شرایط بیرجند بی بی الهه موسوی‌فر، محمد علی بهدانی، مجید جامی الاحمدی و محمد سعیدحسینی بجد
640	تأثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه فرنگی (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.) بهنام صالحی، علی باقر زاده و محسن قاسمی
648	اکولوژی فردی گون قشلاقی (<i>Astragalus arpilobus</i> Kar. & Kir) گونه‌ای امیدبخش برای اصلاح مراتع شمال شرق ایران محمد جنگجو، فریدون ملتی، فریا نودوست و علی بزرگمهر
658	اثر رژیم‌های آبیاری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های کنجد (<i>Sesamum indicum</i> L.) در شرایط گلخانه مرتضی گلدانی
667	اثر مدیریت نظام‌های زراعی بر تولید خالص اولیه و ضرایب نسیی تسهیم کربن در گیاه ذرت (<i>Zea mays</i> L.) سرور خرم‌دل، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی و رضا خراسانی
681-696	چکیده‌های انگلیسی



بررسی شاخص‌های رشد و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) در رقابت با خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن

فاطمه سلیمانی¹، گودرز احمدوند^{2*} و بیژن سعادتیان¹

تاریخ دریافت: 1388/12/27

تاریخ پذیرش: 1389/03/22

چکیده

با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و توانایی رقابت کلزا (*Brassica napus* L.) با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، آزمایشی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به صورت کرت‌های خرد شده، در سال زراعی 88-1387 در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره در چهار سطح (100، 150، 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم خردل وحشی در پنج سطح (صفر، 4، 8، 16 و 32 بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تأثیر تداخل خردل وحشی سبب کاهش شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد، دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد دانه کلزا شد. در حالی که صفات مذکور در اثر کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش یافتند. بیشترین مقدار شاخص‌های ذکر شده در سطح کودی 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم تداخل خردل وحشی حاصل شد، اما کمترین افت در حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد، دوام شاخص سطح برگ و ماده خشک کلزا در اثر رقابت خردل وحشی در سطح 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار رخ داد. نتایج نشان داد که سطح کودی بهینه 200 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، علاوه بر بهبود عملکرد و شاخص‌های رشد، سبب افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل خردل وحشی شد.

واژه‌های کلیدی: تداخل، سرعت رشد، شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی

مقدمه

کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.)، افزایش عملکرد گیاه زراعی در اثر کاربرد کود نیتروژن را گزارش کرده‌اند. سطح حاصلخیزی خاک بر رقابت بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز اثر می‌گذارد (BlackShaw et al., 2003). روش‌های زراعی برای افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی و کاهش اثرات رقابتی علف‌های هرز بر گیاهان زراعی، عمدتاً به توانایی در مصرف منابع رشد نظیر آب، عناصر غذایی و نور توسط گیاه زراعی بستگی دارد (Fernandez et al., 2002)، از طرفی کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی نیتروژن موجب آلودگی محیط و افزایش معضلات زیست محیطی می‌گردد، بنابراین به نظر می‌رسد که شناخت واکنش علف‌های هرز و گیاهان زراعی به سطوح حاصلخیزی خاک جهت مدیریت بهینه در استفاده از کودها و افزایش توانایی رقابت گیاه زراعی اهمیت دارد.

پدیده رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی فرآیند بسیار پیچیده‌ای است، زیرا عوامل بسیاری در ایجاد و پیامدهای آن دخالت دارند. آب، مواد غذایی و نور به عنوان سه عامل اصلی در ایجاد رقابت شناخته شده‌اند. کود یکی از عمده‌ترین نهادهای مصرفی در سیستم‌های زراعی است و نیتروژن یکی از مهمترین مواد غذایی مورد استفاده جهت حصول عملکرد بالای گیاه زراعی به شمار می‌رود. یوهارت و آندرید (Uhart & 1995) Andrade, در بررسی سطوح نیتروژن خاک، دریافتند که افزایش نیتروژن، سبب بهبود عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) شد. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) نیز در بررسی مقادیر و تقسیمات

کلزا (*Sinapis arvensis* L.) یکی از مهمترین دانه‌های روغنی است که در کشور ما مورد توجه خاصی قرار گرفته است و سطح زیر

1 و 2- به ترتیب دانشجویان کارشناسی ارشد و عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان

(*)- نویسنده مسئول: (Email: gahmadvand@basu.ac.ir)

کشت آن به سرعت رو به افزایش است. جهت دستیابی به عملکرد بالقوه در کلزا، مدیریت بهینه در استفاده از عوامل تولید اهمیت دارد و یکی از عوامل مهم مدیریت زراعی کنترل علف‌های هرز کلزا است (Hajilari, 2005). وجود علف‌های هرز هم خانواده کلزا و به خصوص گونه خردل وحشی سبب کاهش شدید عملکرد کمی و کیفی کلزا می‌شود. خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، به عنوان علف‌هرز 30 محصول زراعی در 52 کشور جهان معرفی شده است (Holm et al., 1997)

رقابت علف‌های هرز، شاخص‌های رشد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد بنابراین تجزیه و تحلیل رشد گیاهی می‌تواند به عنوان عاملی برای نشان دادن توانایی رقابت در بین گیاهان زراعی و علف‌های هرز به کار رود. شاخص سطح برگ گیاه زراعی یکی از تأثیرگذارترین شاخص‌ها بر قابلیت رقابت گیاه می‌باشد، این شاخص می‌تواند برای نشان دادن اثر رقابت علف‌هرز بر عملکرد و کیفیت گیاه زراعی استفاده شود (Van Acker et al., 1993). این شاخص عموماً با تولید بیوماس و رقابت‌پذیری مرتبط است (Ni et al., 2000). کروتسر و ویت (Crotser & Witt, 2000) نشان دادند که هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تشعشع دریافتی توسط علف‌هرز کاهش می‌یابد و در نتیجه بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز افزوده می‌شود. هافل و همکاران (Haeefe et al., 2004) بیان کردند که شاخص سطح برگ بالاتر در حضور علف‌های هرز، با کاهش عملکرد همبستگی منفی دارد. زند و بکی (Zand & Beckie, 2002) در بررسی قدرت رقابت ارقام مختلف کلزا در برابر یولاف وحشی، کاهش شاخص سطح برگ کلزا را در شرایط تداخل با علف‌هرز گزارش کردند. بلک شاو و همکاران (BlackShaw et al., 1987) نیز در بررسی قابلیت رقابت کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی و سلمه تره (*Chenopodium album* L.) نشان دادند که رقابت کلزا با این دو علف‌هرز، سبب کاهش سرعت رشد و شاخص سطح برگ کلزا شد. از دیگر شاخص‌های رشد که تحت تأثیر رقابت دچار تغییر می‌شوند می‌توان به سرعت رشد گیاهی و تجمع ماده خشک اشاره کرد. وان آکر و همکاران (Van Acker et al., 1993) در بررسی رقابت سویا (*Glycine max* L.) با مخلوط طبیعی علف‌های هرز، کاهش ماده خشک و سرعت رشد محصول را گزارش کردند. بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند که اثر تداخل علف‌هرز بر تجمع ماده خشک ذرت، با کاهش شاخص سطح برگ آن، همراه است. عملکرد دانه یکی از صفات مهم زراعی می‌باشد که تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار می‌گیرد. تحقیقات بسیاری کاهش عملکرد ناشی از رقابت خردل وحشی را گزارش کرده‌اند. گزارش وان آکر و اوری (Van Acker & Oree, 1999) نشان داد که افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی تا 200 بوته در مترمربع، سبب کاهش میزان عملکرد

کلزا به میزان حدود 75 درصد شد. مک مولان و همکاران (Mac Mullan et al., 1994) نیز طی یک بررسی دریافتند که حضور 10 بوته خردل وحشی در متر مربع در مزارع کلزا علاوه بر کاهش 20 درصدی عملکرد، سبب آلودگی 5 درصدی محصول با بذر خردل وحشی شد که ازدیاد درصد اسید اروسیک و مقدار گلیکوزینولات در روغن استحصال شده را به دنبال داشت.

با توجه به اینکه شاخص‌های رشد تحت تأثیر رقابت قرار می‌گیرند، اندازه‌گیری تغییرات این شاخص‌ها تحت تأثیر علف‌های هرز در دوره رشد می‌تواند برای پیش‌بینی کاهش عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تداخل تراکم‌های مختلف علف‌هرز خردل وحشی در سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و عملکرد اقتصادی کلزا، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 88-1387 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان با مختصات عرض جغرافیایی 34 درجه و 52 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 48 درجه و 32 دقیقه شرقی، با ارتفاع 1741 متر از سطح دریا و متوسط بارندگی 330 میلی متر در سال، انجام شد. خاک مزرعه مورد آزمایش تا عمق 30 سانتی‌متری دارای 0/76 درصد ماده آلی، pH حدود 7/5 و بافت سیلتی رسی بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره (46 درصد نیتروژن) در چهار سطح (100، 150، 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم خردل وحشی در پنج سطح (صفر، 4، 8، 16 و 32 بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی، بود.

تهیه بستر، شامل عملیات شخم و دیسک‌زنی در شهریورماه قبل از اجرای آزمایش انجام شد. کاشت بذر ضد عفونی شده کلزای رقم اوکاپی (رقمی پائیزه و مقاوم به سرما) با دست و به صورت خشکه‌کاری با فاصله 5 سانتی‌متر در روی ردیف (تراکم 80000 بوته در هکتار) و در عمق 2 سانتی‌متری در 16 شهریورماه انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل نه ردیف کشت به طول 5 متر با فواصل 20 سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی و اصلی به ترتیب 0/6 و 2 متر در نظر گرفته شد. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان 75 و 50 کیلوگرم در هکتار با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، قبل از کاشت بذر به کار رفته و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود اوره به سه

نمونه‌برداری اول و دوم، t_1 و t_2 : به ترتیب زمان نمونه‌برداری اول و دوم و G_A : سطح نمونه‌برداری شده بر حسب مترمربع است. داده‌های دوام سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد دانه کلزا در تیمارهای تداخل علف‌هرز به مدل هذلولی سه پارامتره (Cousens, 1985) برازش داده شدند.

$$Y = Y_{WF} \times \left[1 - \frac{I.D}{100 \left(1 + \frac{I.D}{A} \right)} \right] \quad (5) \text{ معادله}$$

در این فرمول Y : عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک کلزا، D : تراکم علف‌هرز خردل وحشی (بوته در مترمربع)، Y_{WF} : عملکرد دانه کلزا در شرایط عاری از علف‌هرز (گرم در مترمربع)، دوام شاخص سطح برگ و یا دوام ماده خشک در شرایط عدم تداخل، I : درصد کاهش به ازای ورود اولین بوته خردل وحشی هنگامی که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A : حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رویه PROC NLIN انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ کلزا در طی دوره رشد، در تمامی تیمارها روند مشابهی داشت (شکل 1). با فرا رسیدن دوره رشد سریع گیاه زراعی همراه با مرحله ساقه رفتن گیاه (اولین مرحله نمونه‌برداری) و افزایش تعداد برگ، شاخص سطح برگ روندی افزایشی نشان داد و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید، پس از آن به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی، زرد شدن و پیری برگ‌های پایینی و فرآیند انتقال مجدد مواد به سمت اندام‌های زایشی، شاخص سطح برگ کاهش یافت. در ابتدای دوره رشد به علت رقابت کمتر بین کلزا و خردل وحشی، شاخص سطح برگ در تراکم‌های مختلف خردل وحشی تفاوت چندانی نداشت، ولی در مراحل بعدی نمونه‌برداری خصوصاً در مرحله گلدهی باتوجه به بیشتر شدن رقابت خردل وحشی و کلزا بر سر منابع، تفاوت بین تیمارهای تداخلی در کلیه سطوح نیتروژن مشهودتر شد. همچنین در آخرین مرحله نمونه‌برداری (رسیدگی کلزا) به دلیل پیر شدن و ریزش برگ‌ها در اواخر دوره رشد نمودارهای شاخص سطح برگ تقریباً بر یکدیگر منطبق شدند (شکل 1).

بیشترین شاخص سطح برگ در سطح 250 کیلوگرم نیتروژن در

قسمت مساوی تقسیم و در سه مرحله، به صورت پایه قبل از کاشت، به صورت سرک در ابتدای رشد طولی ساقه و در اوایل گلدهی، به کار رفت.

جهت شکستن خواب بذورهای خردل وحشی (تهیه شده از موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کرج)، قبل از کاشت به مدت 5 روز در دمای 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Bagherani & Ghadiri, 1995). همزمان با کاشت کلزا، بذور خردل وحشی مخلوط شده با ماسه به صورت دستی در بین ردیف‌های کشت کلزا با توجه به تراکم‌های مورد نظر جاگذاری شد. پس از اطمینان از درصد سبز شدن و استقرار گیاهچه‌های خردل وحشی، در مرحله سه برگی عملیات تنک سبک صورت گرفت. تنک نهایی بوته‌های خردل وحشی پس از سپری شدن سرمای زمستانه در 20 اسفندماه انجام شد. با توجه به نیاز کلزا، آبیاری به صورت بارانی در فواصل زمانی معین صورت گرفت. در طی فصل رشد، برای مبارزه با آفت شته سبز از سم دسیس (دلتامترین) به میزان 0/3 لیتر در هکتار استفاده شد. در طول فصل رشد به استثناء علف‌هرز خردل وحشی، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین شد. نمونه‌برداری در طی فصل رشد در ابتدای رشد طولی ساقه، گلدهی، غلاف‌بندی، دانه بندی و رسیدگی به صورت تخریبی در هر کرت به مساحت 0/25 متر مربع به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه در فواصل زمانی معین انجام گرفت. پس از اندازه‌گیری سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل B-L-A971، برگ‌ها و ساقه‌های هر کرت آزمایشی در پاکت‌های جداگانه درآون در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت خشک و سپس توزین شدند. در پایان فصل رشد جهت تعیین عملکرد کلزا، برداشت از مساحتی معادل 1 متر مربع در هر کرت به صورت تصادفی با رعایت اثر حاشیه و با دست انجام شد و عملکرد بیولوژیک و دانه آن با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص سطح برگ¹ (LAI)، سرعت رشد محصول² (CGR)، دوام شاخص سطح برگ³ (LAID) و دوام ماده خشک⁴ (BMD) معادله‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت (Koocheki & Sarmadnia, 2006).

$$LAI = ([LA_1/G_A] + [LA_2/G_A])/2 \quad (1) \text{ معادله}$$

$$CGR = (W_2 - W_1) / ((t_2 - t_1) \times G_A) \quad (2) \text{ معادله}$$

$$LAID = \sum (LAI_1 + LAI_2) / 2 \times (t_2 - t_1) \quad (3) \text{ معادله}$$

$$BMD = \sum (W_1 + W_2) / 2 \times (t_2 - t_1) \quad (4) \text{ معادله}$$

در این معادلات، W_1 و W_2 : به ترتیب وزن خشک کل در نمونه‌برداری اول و دوم، LA_1 و LA_2 : به ترتیب سطح برگ

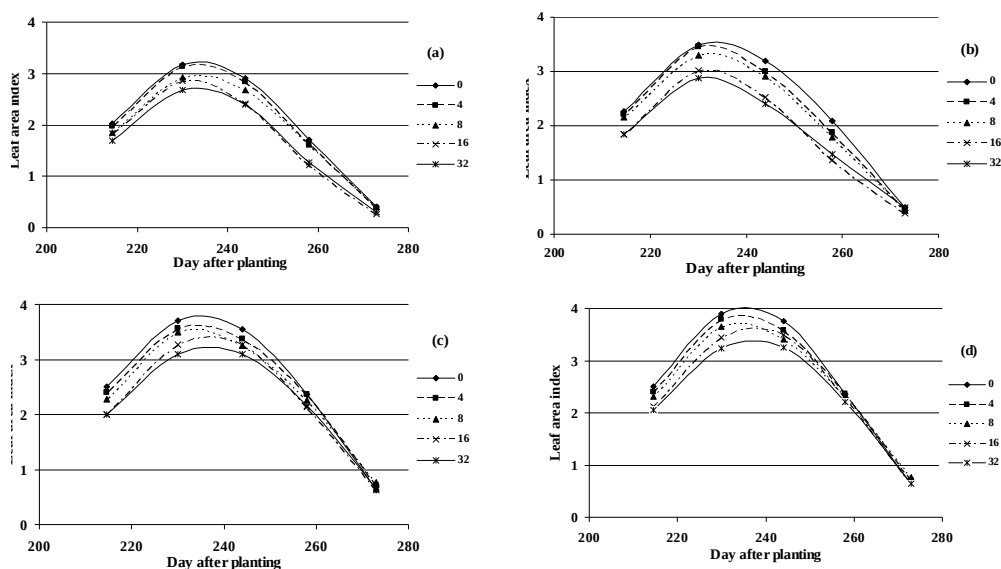
- 1- Leaf Area Index
- 2- Crop Growth Rate
- 3- Leaf Area Index Duration
- 4- Biomass Duration

افزایش مصرف نیتروژن سبب افت بیشتر شاخص سطح برگ کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی شد به طوری که در سطح 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی نسبت به شاهد 17/1 درصد کاهش یافت (شکل 1، د). اما سطح 200 در مقایسه با سطوح 150 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، در بالاترین تراکم علف‌هرز کاهش کمتری (16/4 درصد) نشان داد (شکل 1، ج). به نظر می‌رسد که علیرغم افزایش شاخص سطح برگ کلزا در سطوح بالاتر کود نیتروژن، کاربرد بیشتر کود نیتروژن در تراکم‌های بالاتر خردل وحشی سبب افزایش توان رقابتی خردل وحشی و اثرات منفی آن بر این شاخص شد، با این وجود، کلزا در تیمار کودی 200 نسبت به 150 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، از توان رقابتی بالاتری برخوردار بود.

به طور کلی با افزایش مصرف نیتروژن از 100 تا 250 کیلوگرم در هکتار، روند نزولی شاخص سطح برگ بین مراحل گلدهی و غلاف‌بندی در تیمارهای تداخل با علف‌هرز کمتر شد که احتمالاً به دلیل اثرات مثبت افزایش نیتروژن قابل دسترس و به تبع آن دوام بیشتر سطح برگ کلزا بین دو مرحله یاد شده بود. از طرفی در کلیه تراکم‌های خردل وحشی روند نزولی شاخص سطح برگ بین مراحل گلدهی و غلاف‌بندی در سطح 200 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت چندانی نداشت (شکل 1). باتوجه به ضرورت مصرف بهینه نهاده‌های کودی و نتایج حاصل، شاید مصرف بیش از 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار ضروری به نظر نرسد.

هکتار و عدم تداخل خردل وحشی، به میزان 3/9 بدست آمد (شکل 1، د). در شرایط عدم تداخل افزایش مصرف کود نیتروژن، سبب افزایش سطح برگ کلزا شد، به طوری که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در تیمارهای 150، 200 و 250 کیلوگرم در هکتار نسبت به سطح 100 کیلوگرم، به ترتیب 10/5، 16/8 و 23/1 درصد افزایش یافت. کچکارت و سوانتون (Cathcart & Swanton, 2004) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که سطح برگ ذرت در شرایط عاری از علف‌هرز با کاربرد مقادیر بیشتر کود نیتروژن افزایش یافت. در تیمارهای تداخل خردل وحشی با کاربرد بیشتر کود نیتروژن نیز شاخص سطح برگ کلزا افزایش یافت (شکل 1). بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب در تراکم‌های صفر و 32 بوته خردل وحشی در متر مربع حاصل شد که با نتایج بررسی‌های بلک شاو و همکاران (BlackShaw et al., 1987) مطابقت داشت. گراهام و همکاران (Graham et al., 1988) نیز کاهش سطح برگ گیاه زراعی را در شرایط تداخل با علف‌هرز گزارش کردند.

روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا نشان داد که علف‌هرز خردل وحشی تأثیر زیادی بر کاهش سطح برگ گیاه زراعی در طول دوره رشد داشت. به طوری که در تراکم 32 بوته در متر مربع خردل وحشی نسبت به شاهد، صرفنظر از سطح کود نیتروژن، میزان شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی و غلاف‌بندی به ترتیب 16/8 و 16/6 درصد کاهش یافت. کاهش سطح برگ کلزا در اثر رقابت با علف‌هرز توسط زند و بکی (Zand & Beckie, 2002)، صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2008) نیز گزارش شده است.



شکل 1- روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تداخل با تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح 100 (الف)، 150 (ب)، 200 (ج) و 250 (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

Fig. 1-The trend of canola leaf area index due to interference with different densities of wild mustard using 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha⁻¹

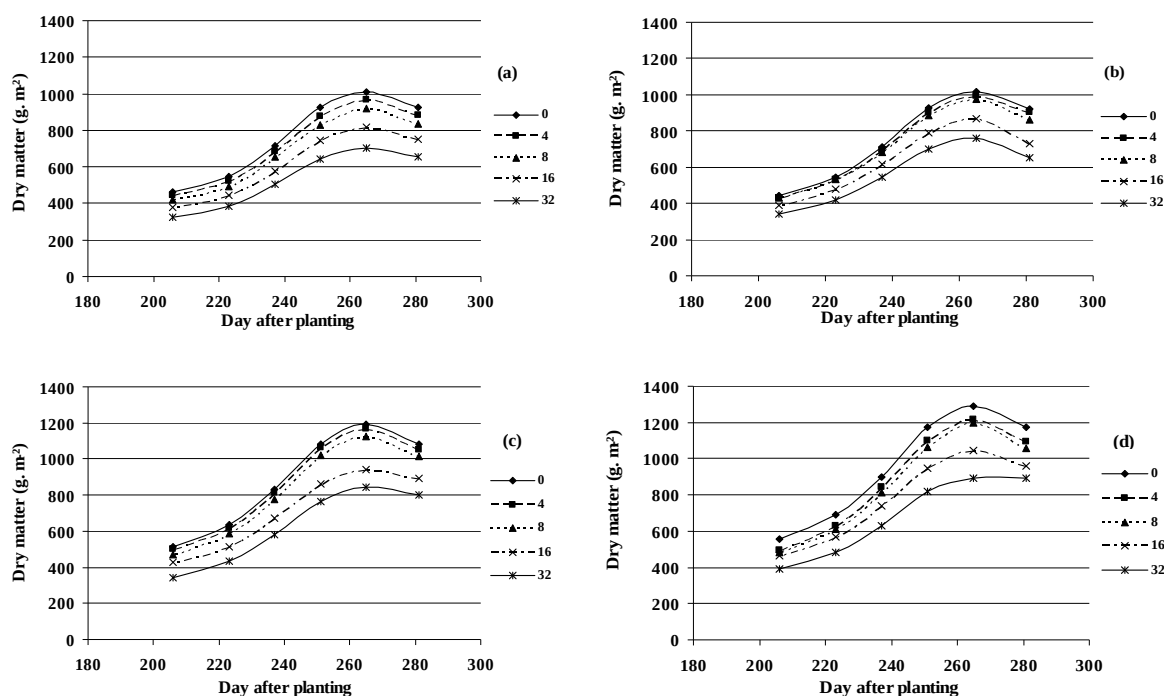
ماده خشک تجمعی شدند. صفاهانی و همکاران (et al., 2007) Safahani) نیز گزارش کردند که روند تجمع ماده خشک کلزا در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی در تمامی مراحل رشد کاهش یافت. آنان بیان داشتند که ماده خشک تولیدی گیاه برآیندی از جذب و به کارگیری عوامل موثر در رشد همچون نور، رطوبت و مواد غذایی است از این رو کاهش میزان ماده خشک در شرایط رقابت با خردل وحشی را ناشی از کاهش این عوامل رشدی به کمتر از حد مورد نیاز، دانستند. بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) نیز بیان داشتند که اثرات منفی تداخل علف‌هرز بر شاخص سطح برگ گیاه زراعی سبب کاهش جذب منابع و تجمع ماده خشک گیاه می‌گردد.

سرعت رشد محصول: سرعت رشد محصول، میزان تجمع ماده خشک در طی زمان در واحد سطح زمین را نشان می‌دهد (Koocheki & Sarmadnia, 2006). الگوی سرعت رشد کلزا در تمامی تیمارها نسبتاً یکسان بود، سرعت رشد کلزا در ابتدای فصل به دلیل کوچک بودن گیاهان، به کندی افزایش یافت و سپس به علت افزایش سطح برگ، این شاخص تا مرحله اواخر گلدهی-اوایل غلاف‌بندی کلزا افزایش پیدا کرد و به حداکثر خود رسید (شکل 3). پس از آن به علت اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه، کاهش سطح برگ (پیر شدن و ریزش برگ) این شاخص روند نزولی پیدا کرد. به علت بالاتر بودن شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد کلزا در شرایط عدم تداخل و در سطح 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به میزان 19/3 گرم بر متر مربع در روز به دست آمد (شکل 3، د) که نسبت به پایین‌ترین تیمار کودی، 28/3 درصد افزایش نشان داد. با افزایش مصرف کود نیتروژن سرعت رشد کلزا در کلیه تراکم‌های خردل وحشی افزایش یافت. شیب افزایشی سرعت رشد کلزا صرفنظر از تراکم خردل وحشی در تیمار 250 نسبت به 150 و 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشتر بود و تفاوت چندانی با 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، نشان نداد (شکل 3). یافته‌های یوهارت و آندرید (1995) (Uhart & Andrade) نیز حاکی از اثرات مثبت افزایش نیتروژن بر سرعت رشد محصول است.

افت سرعت رشد کلزا در تیمارهای تداخلی، با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت. در سطح 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، حداکثر سرعت رشد محصول در بالاترین تراکم خردل وحشی، 26/9 درصد کاهش نشان داد (شکل 3، ج). درحالی که حداکثر سرعت رشد کلزا در بالاترین سطح تداخل نسبت به کشت خالص در تیمارهای 100، 150 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب 34/6، 28/6 و 30/5 درصد کاهش داشت. با توجه به نتایج فوق افزایش کود نیتروژن تا سطح 200 کیلوگرم در هکتار سبب بهبود توانایی رقابتی کلزا در برابر علف‌هرز خردل وحشی شد به طوری که میزان افت سرعت رشد محصول در مرحله حساس غلاف‌بندی نسبت به سایر سطوح کودی کمتر بود.

تجمع ماده خشک: بررسی تجمع ماده خشک کلزا در مراحل مختلف نشان داد که طی دوره رشد، ماده خشک تجمع یافته افزایش پیدا کرد و مقدار آن در اوایل دانه‌بندی به حداکثر مقدار خود رسید و پس از آن تجمع ماده خشک کاهش یافت (شکل 2). در کلیه تیمارهای تداخل و سطوح کود نیتروژن، شیب افزایش تجمع ماده خشک تا شروع مرحله گلدهی روند کندی داشت اما با شروع فاز زایشی تا مرحله دانه‌بندی، شیب آن بیشتر شد. بیشترین شیب تجمع ماده خشک بین 223 تا 251 روز بعد از کاشت که مصادف با ابتدای گلدهی تا غلاف‌بندی بود، حاصل شد. شیب افزایش تجمع ماده خشک صرفنظر از تراکم خردل وحشی، بین این دو مرحله با کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش پیدا کرد.

به طور کلی افزایش میزان مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تجمع ماده خشک کلزا در سراسر دوره شد (شکل 2). نتایج مشابهی توسط کچکارت و سوانتون (Cathcart & Swanton, 2004) گزارش شده است. حداکثر ماده خشک کلزا در سطح کودی 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شرایط عاری از علف‌هرز حاصل شد که نسبت به شاهد (100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) 27/7 درصد افزایش داشت. مصرف بالاتر کود نیتروژن سبب تشدید اثرات رقابتی علف‌هرز شد، به طوری که در مرحله دانه‌بندی، بیشترین افت تجمع ماده خشک کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی، در تیمار 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، با 30/9 درصد مشاهده شد (شکل 2، د). همان طور که در شکل 2 مشاهده می‌شود تجمع ماده خشک کلزا تحت شرایط رقابت کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط وان آکر و همکاران (Van Acker et al., 1993) و بوسنیک و سوانتون (Bosnic & Swanton, 1997) گزارش شده است. همچنین تراوری و همکاران (et al., 2003) (Traore) نیز بیان کردند که تجمع ماده خشک سورگوم دانه‌ای (*Sorghum vulgar L.*) در اثر رقابت علف‌هرز گاوپنبه (*Abutilon theophrasti L.*) کاهش پیدا کرد. به طور کلی در ابتدای دوره نمونه‌برداری، به علت کوچک بودن گیاهان، رقابت بین کلزا و خردل وحشی شدید نبود. بنابراین تفاوت زیادی در تجمع ماده خشک، بین تیمارهای مختلف تراکم خردل وحشی وجود نداشت. با گذشت زمان و رشد دو گیاه و افزایش رقابت بر سر منابع موجود، رقابت بین کلزا و خردل وحشی افزایش پیدا کرد و کاهش تجمع ماده خشک در اثر رقابت مشهودتر گشت. با گذشت 206 روز از کاشت صرفنظر از تیمار کودی، بیشترین کاهش تجمع ماده خشک در تراکم 32 بوته در متر مربع خردل وحشی با 29/2 درصد کاهش نسبت به شرایط عدم تداخل حاصل شد. همچنین در مرحله دانه‌بندی نیز تراکم‌های 4، 8، 16 و 32 بوته در مترمربع خردل وحشی نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز به ترتیب باعث 3/5، 6/4، 18/5 و 28/9 درصد کاهش در



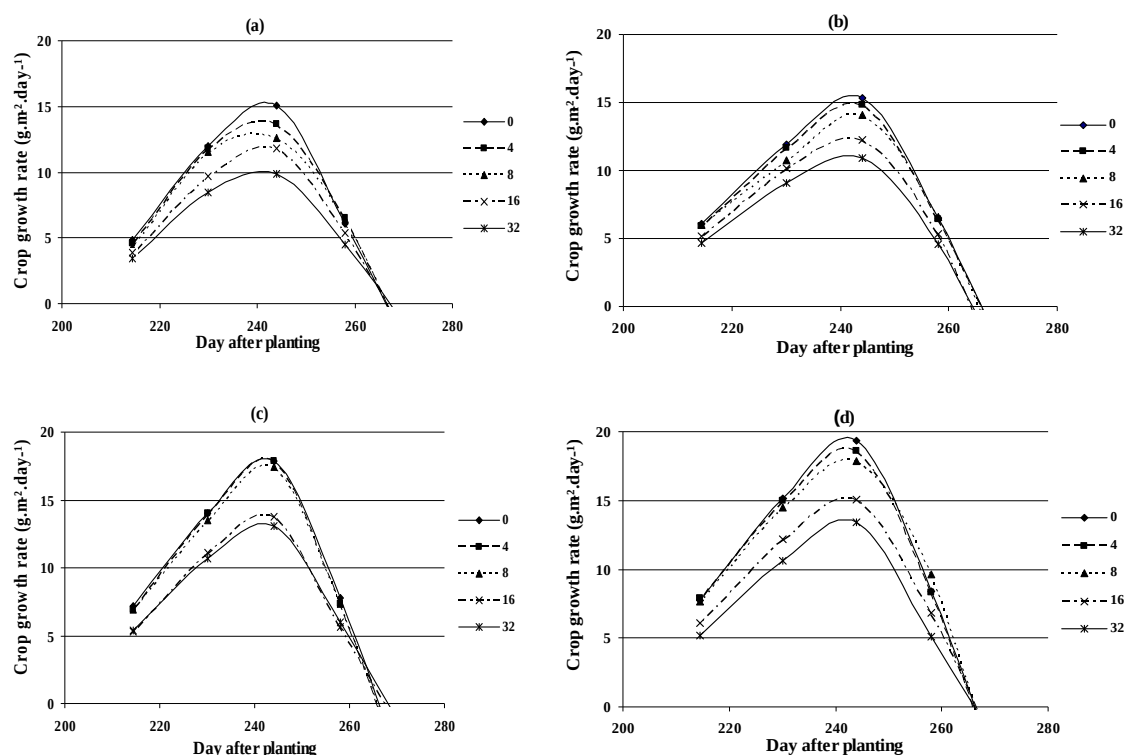
شکل 2- روند تغییرات تجمع ماده خشک کلزا در تداخل با تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح 100 (الف)، 150 (ب)، 200 (ج) و 250 (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

Fig. 2- The trend of canola dry matter accumulation due to interference with different densities of wild mustard using 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha⁻¹

250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل 4). به طور کلی با کاربرد بیشتر کود نیتروژن دوام شاخص سطح برگ کلزا در تداخل با خردل وحشی افزایش یافت و صرفنظر از تراکم علف‌هرز، بیشترین افزایش دوام شاخص سطح برگ با 32/6 درصد در تیمار 250 نسبت به 100 کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. به نظر می‌رسد که با مصرف بیشتر کود نیتروژن، رشد رویشی و دوام شاخص سطح برگ بیشتر شده است. اثرات مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر شاخص سطح برگ و دوام آن توسط پوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) نیز گزارش شده است. کمترین میزان دوام شاخص سطح برگ کلزا در بالاترین تراکم خردل وحشی و سطح 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن به میزان 122/6 مشاهده شد. با افزایش تراکم خردل وحشی دوام شاخص سطح برگ کلزا در کلیه سطوح کودی کاهش یافت (شکل 4). به گزارش گراهام و همکاران (Graham et al., 1988) علف‌های هرز باعث کاهش سطح برگ و دوام آن می‌شوند. صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) نیز در مطالعات خود مشاهده کردند که رقابت خردل وحشی سبب کاهش سطح برگ و دوام آن در کلزا شد. سمایی و همکاران (Samaei et al., 2004) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

سرعت رشد کلزا در کلیه سطوح نیتروژن با افزایش تراکم خردل وحشی کاهش یافت، به طوری که حداکثر سرعت رشد کلزا در تراکم‌های 4، 8، 16 و 32 بوته خردل وحشی در متر مربع نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 3/8، 8/2، 21/8 و 30 درصد نقصان پیدا کرد. محققین بسیاری کاهش سرعت رشد گیاه زراعی در اثر تداخل علف‌های هرز را گزارش کرده‌اند (Van Acker et al., 1993; Ngouajio et al., 2001; Norris et al., 2001). رقابت علف‌هرز خردل وحشی باعث کاهش شاخص سطح برگ و ظرفیت فتوسنتزی شده و در نهایت منجر به کاهش سرعت رشد کلزا در تداخل با خردل وحشی گردید. صفاهانی و همکاران (Safahani et al., 2007) بیان داشتند که سرعت رشد کلزا در رقابت با خردل وحشی به دلیل کاهش شاخص سطح برگ و ماده خشک تولیدی کاهش یافت. سمایی و همکاران (Samaei et al., 2004) نیز در مطالعات خود دریافتند که با افزایش تراکم تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) از میزان سرعت رشد سویا کاسته شد. آن‌ها شاخص سطح برگ و وزن خشک تولیدی را مهمترین عوامل موثر بر سرعت رشد سویا دانستند.

دوام شاخص سطح برگ: بیشترین دوام شاخص سطح برگ کلزا در شرایط عدم تداخل علف‌هرز خردل وحشی و در سطح کودی



شکل 3- روند تغییرات سرعت رشد کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی در سطوح 100 (الف)، 150 (ب)، 200 (ج) و 250 (د) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار

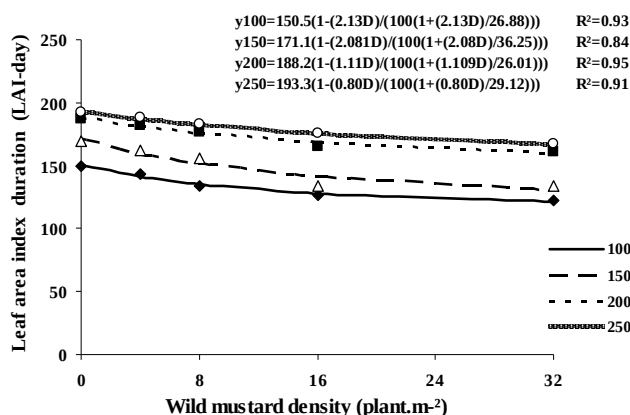
Fig. 3- The trend of canola growth rate due to interference with different densities of wild mustard with 100 (a), 150 (b), 200 (c) and 250 (d) kg N ha⁻¹

کاهش داده حداکثر تلفات تخمینی ناشی از تداخل با خردل وحشی در این صفت را نیز به حداقل رسانده و به عبارتی توان رقابتی کلزا را در برابر علف‌هرز خردل وحشی نسبت به سایر سطوح کودی در صفت مزبور، افزایش داده است.

دوام ماده خشک: خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز (شیب اولیه نمودار) بر دوام ماده خشک کلزا که از برازش داده‌ها به مدل سه پارامتره تغییر شکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) به دست آمد، نشان داد که مصرف بیشتر نیتروژن، سبب افزایش دوام ماده خشک کلزا شد و کمترین شیب اولیه نمودار دوام ماده خشک کلزا در تیمار کودی 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل 5)، به طوری که در تراکم چهار بوته علف‌هرز در مترمربع نسبت به شاهد و در تیمار یاد شده تنها 1/7 درصد کاهش وجود داشت. بیشترین میزان دوام ماده خشک کلزا مشابه دوام شاخص سطح برگ در شرایط عدم تداخل با علف‌هرز خردل وحشی و در سطح کودی 250 کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد (شکل 5).

شیب اولیه نمودار حاصل از برازش داده‌های دوام شاخص سطح برگ کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی به مدل سه پارامتره تغییر شکل یافته کوزنس (Cousens, 1985) نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن درصد کاهش دوام شاخص سطح برگ کلزا به ازاء تک بوته خردل وحشی کمتر شد، به طوری که شیب اولیه نمودار از 2/13 درصد در تیمار 100 به 0/8 درصد در تیمار 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار رسید (شکل 4). شیب اولیه نمودار برازش داده شده، در بین تیمارهای 200 و 250 کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختلاف چندانی نداشت (شکل 4).

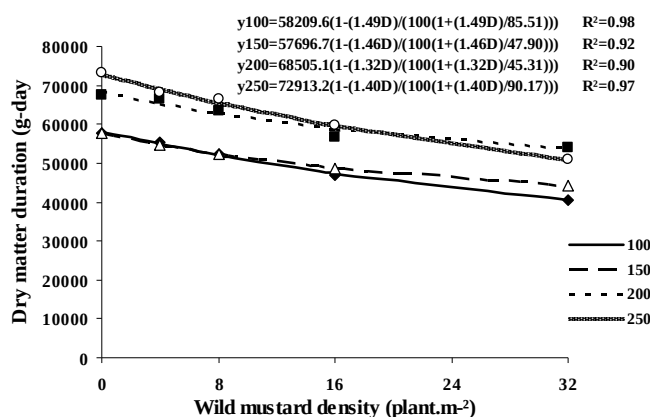
بیشترین کاهش تخمینی دوام شاخص سطح برگ به ترتیب در تیمارهای 150 و 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد، درحالی که این پارامتر در سطوح 100 و 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار با 26 درصد، کمترین مقدار بود (شکل 4). بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار علاوه بر آنکه درصد کاهش دوام شاخص سطح برگ به ازای تک بوته خردل وحشی را



شکل 4- روند تغییرات دوام شاخص سطح برگ کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی و سطوح مختلف کود نیتروژن
Fig. 4- The trend of canola leaf area index duration due to interference treatments with wild mustard and different levels of nitrogen fertilizer

مجدداً روند صعودی داشت (شکل 5). از نتایج حاصل چنین بر می‌آید که مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و ماده خشک تجمعی کلزا شد. با بررسی پارامترهای برآورد شده و روند تغییرات دوام ماده خشک کلزا، به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح بهینه 200 کیلوگرم در هکتار، توانسته است توان رقابتی کلزا را در برابر علف‌هرز خردل وحشی افزایش دهد اما مصرف بالاتر نیتروژن سبب برتری رقابتی علف‌هرز گردیده و افت بیشتر این شاخص را در پی داشته است، که با نتایج به دست آمده از بررسی دوام شاخص سطح برگ، مطابقت دارد.

با افزایش تراکم علف‌هرز، دوام ماده خشک کلزا در کلیه سطوح کودی کاهش نشان داد (شکل 5). بدون در نظر گرفتن سطح کود نیتروژن، بیشترین افت دوام ماده خشک کلزا با 27 درصد کاهش، در تراکم 32 بوته در متر مربع خردل وحشی نسبت به تیمار عدم تداخل مشاهده شد. به طور کلی در هر سطح از تراکم خردل وحشی کاربرد بیشتر کود نیتروژن سبب افزایش دوام ماده خشک کلزا گردید اما در بالاترین تراکم علف‌هرز، این شاخص در تیمار 200، بالاتر از 250 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. حداکثر افت تخمینی دوام ماده خشک کلزا از تیمار 100 تا 200 کیلوگرم نیتروژن کاهش یافت، اما در تیمار 250 کیلوگرم در هکتار



شکل 5- روند تغییرات دوام ماده خشک کلزا در تیمارهای تداخل خردل وحشی و سطوح مختلف کود نیتروژن
Fig. 5- Trend of canola dry matter duration due to interference treatments with wild mustard and different levels of nitrogen fertilizer

افزایش تراکم خردل وحشی در کلیه سطوح نیتروژن سبب کاهش

عملکرد دانه کلزا؛ همانطور که در شکل 6 مشاهده می‌شود

که عملکرد دانه آن نسبت به عملکرد بیولوژیک تا سطح کودی بهینه (200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن) افزایش بیشتری داشت و سبب افزایش ضریب کارایی کلزا از منابع شد و با مصرف بیش از حد بهینه نیتروژن، افزایش معنی‌داری در شاخص برداشت کلزا مشاهده نشد (شکل 7). کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) در بررسی سطوح کودی 100، 150 و 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عملکرد و اجزاء عملکرد برنج دریافتند که در سطح کودی 150 کیلوگرم در هکتار، بالاترین شاخص برداشت گیاه زراعی به دست آمد. مهجری و غدیری (Mohajeri & Ghadiri, 2003) نیز گزارش کردند که شاخص برداشت گندم با تغییر سطح نیتروژن از صفر تا 100 کیلوگرم در هکتار، افزایش یافت اما با کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش این صفت معنی‌دار نبود.

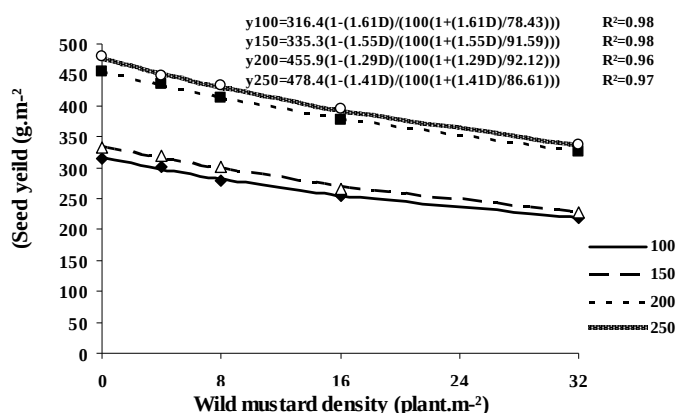
نتیجه گیری

بررسی تغییرات شاخص سطح برگ، ماده خشک و سرعت رشد کلزا در شرایط تداخل با خردل وحشی در سطوح کاربرد کود نیتروژن حاکی از کاهش شاخص‌های مورد بررسی با افزایش تراکم علف‌هرز بود. مدل غیرخطی سه پارامتره کوزنس (Cousens, 1985) به خوبی روند تغییرات دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک و عملکرد گیاه زراعی کلزا را در هر سطح از کاربرد نیتروژن نشان داد. در طی دوره رشد گیاه زراعی باتوجه به تغییرات شاخص‌های رشد و عملکرد دانه کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی و سطوح کود نیتروژن، به نظر می‌رسد که کاربرد 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش توان رقابتی و عملکرد کلزا و کاهش اثرات رقابت خردل وحشی بر کلزا شد.

عملکرد دانه کلزا شد. در سایر تحقیقات نیز کاهش عملکرد دانه کلزا در رقابت با علف‌های هرز گزارش شده است (Harker et al., 1994; Mac Mullan et al., 2001; Safahani et al., 2007). مصرف نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه کلزا شد. یوهارت و آندرید (Uhart & Andrade, 1995) بیان داشتند که افزایش نیتروژن خاک سبب گسترش سطح برگ و در نتیجه افزایش کارایی مصرف نور می‌گردد که این عوامل در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2007) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند. پارامترهای به دست آمده از مدل سه پارامتره کاهش عملکرد نشان داد که کاهش عملکرد به ازاء تک بوته خردل وحشی (شیب اولیه نمودار) با افزایش کاربرد کود نیتروژن کاهش یافت و در سطح 200 کیلوگرم با 1/29 درصد، کمترین مقدار بود (شکل 6).

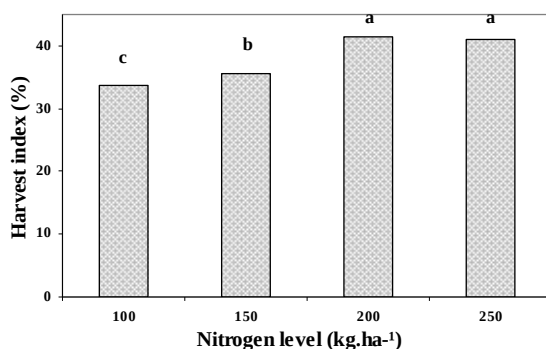
بنابراین به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن در سطوح مورد بررسی در آزمایش، سبب افزایش توان رقابتی کلزا در برابر تراکم‌های پایین علف‌هرز خردل وحشی شده و توانسته میزان افت عملکرد اقتصادی کلزا را کاهش دهد. همچنین افزایش مصرف نیتروژن حداکثر افت عملکرد کلزا را افزایش داد که این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش توان رقابتی علف‌هرز با بالا رفتن تراکم آن و استفاده بیشتر از منبع نیتروژن باشد که احتمالاً سبب افزایش توانایی رقابت نوری توسط کانوبی علف‌هرز و افزایش مضاعف بهره‌برداری از منابع محیطی بخصوص آب و مواد مغذی از جمله نیتروژن در برابر گیاه زراعی شده است.

شاخص برداشت کلزا: اثر تراکم علف‌هرز و سطوح نیتروژن بر شاخص برداشت کلزا، معنی‌دار شد اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (نتایج نشان داده نشده است). افزایش مصرف نیتروژن سبب اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش زایشی کلزا شد، به طوری



شکل 6- اثر تراکم خردل وحشی بر عملکرد دانه کلزا در تیمارهای مختلف کود نیتروژن

Fig. 6- Effect of wild mustard density on grain yield of canola in different treatments of nitrogen fertilizer



شکل 7- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت کلزا

Fig. 7- Effect of different levels of nitrogen fertilizer on canola harvest index

منابع

- 1- Bagherani, N., and Ghadiri, H. 1995. Effect of chemical and mechanical scarification, giberelic acid and temperature on wild mustard germination (Abstract). 12th Congress of Plant Protection, Karaj, Iran. Pp 14. (In Persian)
- 2- Black Shaw, R.E., Anderson, G.W., and Dekker, J. 1987. Interference of wild mustard (*sinapis arvensis* L.) and French mercury (*Chenopodium album* L.) in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Research 27: 31-34.
- 3- Blackshaw, R.E., Brandt, R.N., Janzen, H.H., Entz, T., Grant, C.A., and Derksen, D.A. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Science 51: 532-539.
- 4- Bosnic, A., and Swanton, C.J. 1997. Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). Weed Science 45: 276-282.
- 5- Cathcart, R.J., and Swanton, C.J. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed Science 52: 1039-1049.
- 6- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Annual Applied Biology 107: 239-252.
- 7- Crotser, M.P., and Witt, W.W. 2000. Effect of soybean canopy characteristics, soybean interference and weed-free period on eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) growth. Weed Science 48: 20-26.
- 8- Fernandez, O.N., Vignolio, O.R., and Requesens, E.C. 2002. Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. Agronomy Journal 22: 293-305.
- 9- Graham, D.L., Steiner, J.L., and Wicse, A.F. 1988. Light absorbtion and competition in mix sorghum-pigweed communities. Agronomy Journal 80: 415-418.
- 10- Haeefe, S.M., Johnson, D.E., Bodj, D.M., Wopereis, M.C.S., and Miezán, K.M. 2004. Field screening of diverse rice genotypes for weed competitiveness in irrigated lowland ecosystems. Field Crop Research 88: 39-56.
- 11- Hajilari, A., 2005. Canola: Planting and Harvesting. Agriculture Organization of Golestan, 56pp. (In Persian)
- 12- Harker, K.N., Clayton, G.W., ODonovan, J.T., and Blackshaw, R.E. 2001. Canola variety and seeding rate effects on weed management and yield. (Abstract), Weed Science Society American 41:25.
- 13- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., and Herberger, J. 1997. World Weeds, Natural Histories and Distribution. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1129 pp.
- 14- Kazemi Poshtmassari, H., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Nasiri, M. 2007. Study the effects of nitrogen fertilizer rates and split application on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pajouhesh v Sazandegi 75:68-77. (In Persian With English Summary)
- 15- Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 2006. Physiology of Crop Plants (Translated). Mashhad Jihad University Press, 400pp. (In Persian)
- 16- Mohajeri, F., and Ghadiri, H. 2003. Competition of different density of Wild mustard (*Brassica kaber*) with winter wheat (*Triticum aestivum*) in different amount of nitrogen fertilizer. Iranian Journal of Agricultural Science 34(3): 527-537. (In Persian With English Summary)
- 17- MacMullan, P.M., Daun, J.K., and DeClercq, D.R. 1994. Effect of wild mustard (*Brassica kaber*) competition on yield and quality of triazine-tolerance and triazine-susceptible canola (*Brassica napus* and *Brassica rapa*). Canadian Journal Plant Science 74: 369-374.
- 18- Ngouajio, M., McGiffen Jr.M.E., and Hembree, K.J. 2001. Tolerance of tomato cultivar to velvetleaf interference. Weed Science 49: 91-98.
- 19- Ni, H., Moody, K., Robles, R.P., Paller, E.C., and Lales, J.S. 2000. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive

- ability against weeds. *Weed Science* 48: 200-204.
- 20- Norris, R.F., Elmore, C. L., Rejmank, M., and Akey, W.C. 2001. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: I. Crop growth and yield. *Weed Science* 49: 61-68.
- 21- Samaei, M., Zand, E., and Daneshian, J. 2004. The effects of different densities of pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices of soybean (*Glycine max* L.). *Iranian Journal of Field Crop Research* 2(1): 13-24. (In Persian With English Summary)
- 22- Safahani Langrodi1, A.S., Kamkar, B., Zand, E., Bagherani, N., and Bagheri, M. 2007. The effect of growth indices in competitive ability of some canola (*Brassica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*). *Iranian Journal of Field Crop Research* 5(2): 301-313. (In Persian With English Summary)
- 23- Safahani Langrodi, A.S., Kamkar, B., Zand, E., and Baghestani, M.A. 2008. Evaluation of ability tolerance competition of canola cultivars to wild mustard (*Sinapis arvensis*) using some empirical models in Golestan province. *Journal Agriculture Science Natural Resource* 15(5): 101-111. (In Persian With English Summary)
- 24- Traore, S., Mason, S.C., Martin, A.R., Mortensen, D.A., and Spotanski, J.J. 2003. Velvetleaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. *Agronomy Journal* 95: 1602-1607.
- 25- Uhart, S.A., and Andrade, F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Science* 35: 1376-1383.
- 26- Van Acker, R.C., Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth. *Canadian Journal Plant Science* 73: 1293-1304.
- 27- Van Acker, R.C., and Oree, R. 1999. Wild oat (*Avena fatua* L.) and wild mustard (*Brassica kaber*) wheller interference in canola (*Brassica napus*). *Weed Science Society American* PP. 119.
- 28- Zand, E., and Beckie, H.J. 2002. Competitive ability of hybrid and open pollinated canola (*Brassica napus*) with wild oat (*Avena fatua*). *Canadian Journal of Plant Science* 82: 473-480.



بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)

در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی

رستم یزدانی بیوکی¹، پرویز رضوانی مقدم^{2*}، حمیدرضا خزاعی³ و علیرضا آستارایی³

تاریخ دریافت: 1388/12/27

تاریخ پذیرش: 1389/03/22

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و بیولوژیک در مقایسه با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)، آزمایشی در سال زراعی 1386-87 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و شش تیمار انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل تلقیح بذر با ازتوباکتر، کمپوست زباله شهری، ورمی کمپوست، ترکیب دو تیمار ازتوباکتر و کمپوست، کود شیمیایی NPK و شاهد (بدون کود) بودند. در این تحقیق صفاتی از جمله تعداد شاخه های فرعی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد گل آذین در هر بوته، قطر گل آذین، تعداد دانه در هر طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن، درصد سیلیمارین، درصد سیلیبین، عملکرد روغن و عملکرد سیلیمارین اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که مصرف انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی در خاک بر اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی این گیاه بی تأثیر بود، ولی بر روی درصد روغن، سیلیمارین و سیلیبین بذر تأثیر معنی داری داشت. گیاهان تیمار شده با کود کمپوست بیشترین درصد روغن (20/1) را نسبت به سایر گیاهان تحت تیمار داشت و بعد از آن تیمارهای کودی ازتوباکتر و مخلوط ازتوباکتر و کمپوست بیشترین تأثیر را بر درصد روغن دانه داشتند. تیمارهای شاهد، کود شیمیایی، کود کمپوست و ازتوباکتر از نظر تأثیر بر درصد سیلیمارین دانه و همچنین تیمارهای شاهد، کود کمپوست، ازتوباکتر، مخلوط ازتوباکتر و کمپوست از لحاظ تأثیر بر درصد سیلیبین دانه هیچگونه اختلاف معنی داری نداشتند. گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی کمترین درصد سیلیبین (16/4) را داشت. از بین اجزای عملکرد، بیشترین همبستگی مثبت بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه ($r=0/68^{**}$) و بیشترین همبستگی منفی مربوط به تعداد دانه در کاپیتول با تعداد گل آذین در بوته بود. به نظر می رسد که کودهای زیستی می توانند در کشاورزی پایدار به عنوان یک جایگزین برای کودهای شیمیایی در گیاه دارویی ماریتیغال مطرح باشند.

کلمات کلیدی: روغن دانه، خصوصیات مورفولوژیکی، سیلیمارین، سیلیبین

مقدمه

که این مواد 1/5 تا 3 درصد وزن دانه ماریتیغال را تشکیل می دهند (Dewick, 1998). این ترکیبات از نظر شیمیایی متعلق به فنل ها هستند و رنگ آنها معمولاً زرد می باشند. مهمترین فلاونوئیدهای موجود در دانه های این گیاه عبارتند از سیلیبین، سیلی کریستین و سیلی دیانین که مجموعه آنها تحت عنوان ترکیبات سیلی مارین شناخته می شوند (Omidbigi, 2006).

کاربرد صحیح عناصر غذایی در طول مراحل کاشت و داشت گیاهان دارویی، نه تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد دارد بلکه بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن نیز مؤثر است (Omidbigi, 2006). امر و همکاران (Omer et al., 1998) با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن (70 و 140 کیلوگرم در هکتار) و پتاس (55، 85، 115 کیلوگرم در هکتار) در زراعت گیاه ماریتیغال نشان دادند که سطوح بالای مقادیر نیتروژن و پتاس باعث افزایش عملکرد دانه و درصد

ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) گیاهی دارویی، علفی و یکساله است که در نقاط مختلف ایران به صورت وحشی یافت می شود. این گیاه در رویشگاه های طبیعی خود در برخی مناطق معتدله با شرایط آب و هوای مدیترانه ای قادر به گذراندن دوره ی سرمای زمستان می باشد به همین دلیل می تواند بصورت یک محصول پاییزه نیز در آن مناطق کشت شود، ولی در نواحی سردسیری مناطق مدیترانه ای باید در فصل بهار کشت گردد (Omidbigi, 2006). مواد مؤثره دانه های گیاه ماریتیغال از نوع فلاونولیکتان ها هستند

1. و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد آگروکولوژی، استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir)

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 87-1386 در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و شش تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از اضافه نمودن ورمی کمپوست به خاک (چهار تن در هکتار)، تلقیح بذرها توسط ازتوباکتر (حاوی 108 از هر یک از جنس های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) (چهار کیلوگرم در هکتار)، اضافه نمودن کمپوست زباله شهری به خاک (10 تن در هکتار)، ترکیب دو تیمار تلقیح بذور توسط ازتوباکتر (چهار کیلوگرم در هکتار) و کمپوست زباله شهری (10 تن در هکتار)، کود شیمیایی N=50 (از منبع کود اوره)، P=50 (از منبع کود سوپرفسفات تریپل) و K=100 (از منبع کود اکسید پتاسیم) کیلوگرم در هکتار (Omidbigi, 2006) و تیمار شاهد (بدون کود). مقادیر مختلف کودهای ازتوباکتر و ورمی کمپوست بر اساس مقدار توصیه شده توسط شرکت تولید کننده این کودها و مقدار کود کمپوست بر اساس آزمایش خاک تعیین گردید. ویژگی های فیزیکی شیمیایی خاک زمین مورد آزمایش، کود کمپوست و ورمی کمپوست به ترتیب در جدول های 1 و 2 نشان داده شده است.

بذرها در داخل هر کرت آزمایش (ابعاد 4x3 متر) به تعداد سه تا چهار عدد در کپه هایی با عمق سه سانتیمتر به روش جوی و پشته در شش ردیف با فاصله 30 سانتی متر بر روی ردیف و 50 سانتیمتر بین ردیف کشت شدند. آبیاری هر 10 روز یکبار به روش نشتی انجام شد. عملیات تنک در مرحله دو تا چهار برگی انجام شد، وجین علف های هرز که غالباً اویارسلام و پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) بودند در سه نوبت با دست انجام گردید. در این تحقیق جهت بررسی تأثیر تیمارهای کودی ذکر شده بر رشد و نمو گیاه ماریتیغال متغیرهایی نظیر تعداد شاخه های فرعی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد گل آذین در هر بوته، قطر گل آذین، تعداد دانه در هر کاپیتول، وزن هزاردانه بر روی پنج بوته که بطور تصادفی انتخاب شدند، مورد اندازه گیری قرار گرفت. همچنین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در مساحتی معادل شش متر مربع تعیین گردید.

درصد روغن دانه ماریتیغال با استفاده از دستگاه اتومات سوکسله تعیین گردید. درصد سیلیبین و سیلیمارین با استفاده از روش اسپکتوفتومتری از 100 گرم دانه ماریتیغال آسیاب شده تعیین شد (Ghasmiidehkordi & Taleb, 2002; Naderi et al., 2008).

تجزیه و تحلیل آماری نتایج تحقیق (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه کلیه میانگین ها در سطح احتمال 5 درصد و با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

روغن دانه می شود، ولی سطوح مختلف این کودها اثر معنی داری بر فلاونوئیدهای موجود در بذر نداشتند.

کاربرد باکتریهای تحریک کننده رشد گیاه بصورت کودهای زیستی نقش مهمی در مدیریت پایدار بوم نظام های زراعی، افزایش حاصلخیزی خاک و تولید این گونه نظام ها دارند. همچنین، مواد آلی و تلقیح با کودهای بیولوژیک می تواند باعث بهبود خواص کمی و کیفی گیاه گردد و اثر مثبت استفاده از این نهاده ها می تواند افزایش توجه به کاربرد آن در سایر گیاهان و سیستم های کشاورزی را موجب شود (Astarai & Koocheki, 1997). ازتوباکتر از جمله کودهای بیولوژیکی است که به عنوان باکتری های ریزوسفری محرک رشد گیاه مطرح بوده و امکان کاربرد گسترده آنها برای انواع گیاهان زراعی مورد توجه و تأکید قرار گرفته است. استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک علاوه بر افزایش ماده آلی خاک، باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها شده و بدین ترتیب ساختمان خاک بطور قابل ملاحظه ای بهبود می یابد (Biyari et al., 2008).

یوسف و همکاران (Youssef et al., 2004) اظهار داشتند که استفاده از کودهای بیولوژیک حاوی آزوسپریلیوم و ازتوباکتر در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام های هوایی گیاه شد. لیبسی و همکاران (2006) (Leithy et al.) نیز در آزمایشی به اثر مثبت استفاده از کود بیولوژیک ازتوباکتر در افزایش اسانس گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) اشاره داشتند. کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست بر تعداد زیادی از محصولات کشاورزی بطور موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفته است، بطوری که کاربرد این کودها علاوه بر تأمین نیازهای غذایی منجر به ارتقاء شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز می گردد (Robin et al., 2001). حاج سید هادی و همکاران (Haj Seyed Hadi et al., 2008) با بررسی اثرات سیستم های تولید رایج و کم نهاده بر روی ماریتیغال نشان دادند که استفاده از ورمی کمپوست در سیستم تولید کم نهاده با اثرات مفید آن بر روی فعالیت های میکروبی خاک باعث افزایش سیلیمارین و عملکرد سیلیمارین شد. خندان (Khandan, 2005) افزایش ارتفاع بوته اسفرزه (*Plantago ovata* L.) را در نتیجه استفاده از کمپوست گزارش کرد. سینگ و همکاران (Singh et al., 1998) گزارش کردند که اجزای بیوماس گیاهان دارویی از جمله اسفرزه، بذر البنج (*Hyoscyamus niger* L.) و سداب (*Ruta graveolens* L.) با افزایش میزان کمپوست در خاک، افزایش یافت.

با توجه به روند رو به رشد استفاده از ضایعات مختلف در کشاورزی و مدیریت پایدار حاصلخیزی خاک، هدف این تحقیق بررسی تأثیر کودهای کمپوست، ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر روی میزان مواد مؤثره و اجزای عملکرد گیاه دارویی ماریتیغال بود.

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physico chemical characteristics of experimental location

هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	اسیدیته pH	پتاسیم (ppm) Potassium	فسفر (ppm) Phosphorus	نیتروژن معدنی (ppm) Mineral nitrogen	بافت خاک Soil texture
1.2	0.83	7.47	11	13	15	لوم-سیلتی Loam-silt

جدول 2- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست و کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Chemical characteristics of compost and vermicompost fertilizers used in the experiment

هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	پتاسیم (درصد) Potassium (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	
7.2	7.4	1.1	1.2	1.5	کمپوست Compost
8.9	8.1	1.2	1.7	1.4	ورمی کمپوست Vermicompost

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که هیچکدام از صفات مورفولوژیک (تعداد شاخه های فرعی و ارتفاع بوته) و اجزای عملکرد ماریتیغال (تعداد گل آذین در هر بوته، قطر گل آذین و تعداد دانه در هر کاپیتول) تحت تأثیر اعمال تیمارهای مختلف کودی قرار نگرفتند (جدول 3). به نظر می‌رسد که به دلیل متناسب بودن نیاز ماریتیغال با میزان عناصر موجود در خاک قبل از آزمایش، اعمال تیمارهای کودی تأثیری بر خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد ماریتیغال نداشته است.

تبریزی (Tabrizi, 2005) نیز اظهار داشت که کود دامی تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته اسفرزه نداشت، اما خندان (Khandan, 2005) افزایش ارتفاع بوته اسفرزه را در نتیجه استفاده از کمپوست گزارش کرد و همچنین اظهار داشت که کاهش ارتفاع بوته در اسفرزه تا حدودی با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر همراه بود. دیلت (Delate, 2000) افزایش ارتفاع بوته اسفرزه را در اثر افزودن کمپوست گزارش نمود. خندان (Khandan, 2005) اظهار داشت که اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی بر تعداد سنبله در بوته در گیاه اسفرزه معنی دار نبود، ولی اثر مقادیر مختلف کمپوست معنی دار بود. تبریزی (Tabrizi, 2005) گزارش کرد که سطوح مختلف کود دامی بر اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در هر بوته در دو گیاه دارویی اسفرزه و پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.) تأثیری نداشت.

در این تحقیق وزن هزار دانه نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف

کودی قرار نگرفت (جدول 3). رامش و همکاران (Ramesh et al., 1989) نیز در گیاه دارویی اسفرزه روند مشخصی را در رابطه با وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه با افزایش مقادیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم مشاهده نکردند. آلمازیان (Almasiyan, 2005) نشان داد که اثر کمپوست بر وزن هزار دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) معنی دار نبود. خندان (Khandan, 2005) گزارش کرد که با افزایش کود نیتروژن از 30 به 60 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری در وزن هزار دانه و عملکرد دانه گیاه اسفرزه ایجاد نشد. از بین اجزای عملکرد، وزن دانه و تعداد دانه در غلاف در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) تحت تأثیر کنترل خصوصیات ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی و زراعی قرار می‌گیرند (Saburi, 2007). در این تحقیق نیز به نظر می‌رسد وزن هزار دانه ماریتیغال تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی بود و تیمارهای مختلف کودی تأثیری بر آن نداشت.

عملکرد دانه و خصوصیات کیفی عملکرد دانه

نتایج موجود در جدول 3 حاکی از آن است که عملکرد دانه ماریتیغال نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار نگرفت و تفاوت معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. بنظر می‌رسد عدم تأثیر کود کمپوست، ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر عملکرد دانه ماریتیغال احتمالاً بدلیل خاصیت کود پذیری پایین ماریتیغال باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در گیاه ماریتیغال تحت تیمارهای آزمایشی
Table 3- Mean comparison of quantitative and qualitative traits of milk thistle

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد سلیمارین (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	سلیبین (درصد موجود در سلیمارین)	سلیمارین (درصد)	روغن (درصد)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در هر کاپیتول (تعداد کاپیتول)	قطر گل آذین (سانتیمتر)	تعداد گل آذین در هر بوته (تعداد بوته)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد شاخه های فرعی در بوته
Harvest index (%)	Silymarin yield (kg.ha ⁻¹)	Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Silybin (%)	Silymarin (%)	Oil (%)	Biological yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	seed weight (g)	Number of seeds per capitulum	Inflorescence diameter (cm)	Number of inflorescences per plant	Height of plant (cm)	Number of branch per plant
15.3	29.8	164.6	16.5 ^{ab}	3.2 ^c	17.8 ^c	5974	923.2	20.2	95.1	2.9	8.1	79.1	6.7
16.6	34.6	202.2	19.8 ^a	3.4 ^{abc}	20.1 ^a	6204	1005.4	20.9	95.5	3.0	10.9	91.1	7.5
19.0	35.6	174.3	18.4 ^{ab}	3.8 ^a	18.7 ^b	5028	929.2	21.1	93.8	3.0	11.5	86.1	8.0
19.5	35.7	196.9	18.0 ^{ab}	3.4 ^{bc}	18.7 ^b	5444	1050.8	20.4	113.4	3.0	10.4	88.6	8.6
17.5	31.2	155.7	16.4 ^b	3.6 ^{ab}	18.1 ^c	5510	840.4	20.5	100.4	2.8	8.8	73.1	6.5
17.2	35.4	183.2	18.1 ^{ab}	3.4 ^{abc}	17.8 ^c	6040	1023.1	20.1	88.2	3.0	10.8	83.8	7.2

* Similar letters in each column indicate no statistical difference ($p \leq 0.05$)

شاهد

Control

ازتوباکتر و کمپوست

Azotobacter & Compost

کود شیمیایی

Chemical Fertilizer

کمپوست

Compost

ازتوباکتر

Azotobacter

ورمی کمپوست

Vermicompost

نیتروژن، در صورت یکسان بودن مقدار نیتروژن در هر دو منبع، عملکرد سویا (*Glycine max* L.) به صورت معنی داری در تیمارهای کمپوست بیشتر بود. وی دلیل این امر را افزایش ماده آلی، فسفر و پتاسیم خاک با کاربرد کمپوست نسبت به کودهای معدنی نیتروژنی ذکر نمود. گاورناگ و همکاران (Governog et al., 2003) اظهار داشتند که نقش کمپوست در افزایش کارایی گیاه مربوط به ذخیره آب و همچنین رهاسازی عناصر غذایی می باشد که هر دو عامل سبب افزایش رشد و عملکرد گیاه می شوند. گزارش شده است که کاربرد کمپوست حداقل 50 درصد در مصرف کودهای شیمیایی صرفه جویی به دنبال داشت و همچنین مصرف کمپوست سبب افزایش غلظت آهن و روی در گندم گردید (Silispor, 1998). کمپوست ساختمان خاک را اصلاح، حاصلخیزی خاک را افزایش و مواد مغذی مورد نیاز گیاه را فراهم می سازد (Gigliotti et al., 1996). از نظر درصد سیلیمارین گیاهان تیمار شده با کود کمپوست، ازتوباکتر، کود شیمیایی و شاهد هیچگونه اختلافی با یکدیگر نداشتند (جدول 3).

خسروی (Khosravi, 1998) تأثیر مفید ازتوباکتر را به تثبیت نیتروژن و همچنین تولید هورمون های رشد و توسعه سیستم تارهای کشنده در گیاهان مختلف نسبت داد. امر و همکاران (Omer et al., 1998) نشان دادند که سطوح بالای نیتروژن هیچ تأثیری بر درصد روغن در میوه ها و میزان سیلیمارین ماریتیغال نداشت. لیتی و همکاران (Leithy et al., 2006) در آزمایشی به اثر مثبت استفاده از کود بیولوژیک ازتوباکتر در افزایش اسانس گیاه دارویی رزماری اشاره داشتند.

بدلیل اینکه سیلیمارین جزو پلی فنل ها دسته بندی می شوند، نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می دهد که تجمع مواد فنلی می تواند بسیار حساس به تنش عناصر غذایی باشد، بطوریکه عمدتاً میزان کل فنل با کاهش میزان نیتروژن محیط افزایش می یابد و مقادیر اضافی نیتروژن معمولاً رشد را تحریک نموده و از تولید فنل جلوگیری می کند (Omidbaigi & Nobakht, 2001).

شانک (Schunke, 1992) با استفاده از 45 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در مقایسه با عدم استفاده از کود نیتروژن، مقدار کل سیلیمارین تنها به میزان 0/03 درصد کاهش یافت، ضمن اینکه تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد دانه منفی بود.

در این تحقیق گیاهان تحت تیمار با کود ورمی کمپوست کمترین میزان سیلیمارین را داشت (جدول 3). حاج سید هادی و همکاران et al., 2008) (Haj Seyed Hadi al., 2008) با بررسی اثرات سیستم های تولید رایج و کم نهاده بر روی ماریتیغال نشان دادند که استفاده از ورمی کمپوست در سیستم تولید کم نهاده با اثرات مفید آن بر روی فعالیت های میکروبی خاک باعث افزایش سیلیمارین و عملکرد سیلیمارین شد.

تبریزی (Tabrizi, 2005) با بررسی سطوح مختلف کود آلی در پسیلیوم و اسفرزه اظهار داشت که افزایش سطوح مختلف کود دامی تأثیری بر عملکرد دانه نداشت. بیان شده است که افزایش شوری و غلظت زیاد عناصر غذایی از شیرابه های کمپوست، شاید دلیل کاهش عملکرد دانه باشد. میزان 600 تن در هکتار شیرابه کمپوست باعث کاهش عملکرد دانه برنج (*Oryza Sativa* L.) شد، ولی میزان 300 تن در هکتار شیرابه کمپوست عملکرد دانه برنج را افزایش داد (Khoshgoftarmanesh & Kalbassi, 2003). در آزمایشی دیگر عملکرد دانه اسفرزه بین دو تیمار شاهد و کود شیمیایی معنی دار نشد در حالی که تیمار کود کمپوست با شاهد معنی دار بود (Khandan, 2005). نتایج برخی مطالعات نیز (Shakela et al., 1984; McNeil, 1989) به اثرات منفی افزایش سطوح کودی نیتروژن بر عملکرد بذر اسفرزه اشاره داشتند. داوری نژاد و همکاران (Davarinezhad et al., 2003) با کاربرد 40 تن کمپوست و کود دامی نشان دادند که کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه گندم نشد. سینگ و همکاران (Singh et al., 1989) گزارش کردند که اجزای بیوماس گیاهان دارویی از جمله اسفرزه، بذر البنج و سداب با افزایش میزان کمپوست در خاک، افزایش یافت.

با توجه به اینکه عملکرد دانه بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت، از اینرو مقدار عملکرد سیلیمارین در هکتار که وابسته به عملکرد دانه است نیز معنی دار نبود. همچنین شاخص برداشت در تمامی تیمارها یکسان بود و تفاوت معنی داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت (جدول 3).

درصد روغن، سیلیمارین و سیلپین دانه

گیاهان تیمار شده با کودهای مختلف از لحاظ درصد روغن، درصد سیلیمارین و درصد سیلپین اختلاف معنی داری با هم داشتند (جدول 3). بطوریکه گیاهان تحت تیمار با کود کمپوست بالاترین درصد روغن (20/1 درصد) را نسبت به سایر گیاهان تیمار شده دارا بود و بعد از آن تیمارهای کودی ازتوباکتر و مخلوط ازتوباکتر و کمپوست قرار داشتند. ضمن اینکه اختلاف معنی داری بین گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی و گیاهان تحت تیمار با شاهد و ورمی کمپوست دیده نشد.

گزارش شده است که در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست، جمعیت میکروبی افزایش معنی داری نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی داشت، ضمناً میکروارگانیسم ها می توانند با تولید موادی مانند هورمون و تنظیم کننده های رشدی بر روند رشد گیاه مؤثر باشند (Frankenberger & Arshad, 1995).

سوتومايور (Sotomayor, 1979) با انجام یک آزمایش صحرایی چهار ساله گزارش کرد که با کاربرد کمپوست زباله های شهری و کود

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین برخی صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در ماریتیغال

شاخص Harvest index	عملکرد Silymarin yield	عملکرد Oil yield	درصد سیلیمارین Silymarin percentage	درصد سیلیبین Silybin percentage	درصد روغن Oil percentage	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد Seed yield	وزن 1000-seed weight	تعداد دانه در هر کاپیتول Number of seeds per capitul	قطر کل آذین Inflorescence diameter	تعداد گل آذین در هر بوته Number of inflorescences per plant	ارتفاع بوته Height of plant	تعداد شاخه های فرعی در بوته Number of branch per plant	تعداد شاخه های فرعی در بوته Number of branch per plant
شاخص برداشت Harvest index	0.18 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.13 ^{ns}	-0.75 ^{**}	0.01 ^{ns}	-0.20 ^{ns}	0.79 ^{**}	-0.24 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.06 ^{ns}	-0.06 ^{ns}
عملکرد Silymarin yield														
عملکرد Oil yield	0.85 ^{**}													
درصد سیلیمارین Silymarin percentage	-0.25 ^s	0.21 ^{ns}												
درصد سیلیبین Silybin percentage	0.06 ^{ns}													
درصد روغن Oil percentage														
عملکرد بیولوژیک Biological yield														
عملکرد Seed yield														
وزن 1000-seed weight														
تعداد دانه در هر کاپیتول Number of seeds per capitul														
قطر کل آذین Inflorescence diameter														
تعداد گل آذین در هر بوته Number of inflorescences per plant														
ارتفاع بوته Height of plant														
تعداد شاخه های فرعی در بوته Number of branch per plant														

ns: non significant

* and ** are Significant at 5% and 1% probability level, respectively.

درصد روغن همبستگی ($r=0/59^{**}$) داشت (جدول 4). بین ارتفاع بوته با درصد روغن، عملکرد روغن، عملکرد سیلیمارین، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت اما ارتفاع بوته با درصد سیلیمارین و درصد سیلیبین همبستگی نداشت (جدول 4). لذا به نظر می‌رسد که در گیاه ماریتیغال با افزایش ارتفاع بوته میزان روغن دانه، عملکرد سیلیمارین و عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

حسنلو و همکاران (Hassanlu et al., 2008) نیز با بررسی همبستگی بین مقدار تجمع فلاونولیکان‌ها و ویژگی‌های رویشی ماریتیغال نشان دادند که بین تجمع این ترکیبات و ارتفاع بوته رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

گیاهان تیمار شده با کمپوست، ازتوباکتر، مخلوط ازتوباکتر و کمپوست از لحاظ درصد سیلیبین با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتیجه جالب توجه در این تحقیق آن است که تیمار کود شیمیایی کمترین تأثیر را بر درصد سیلیبین گیاه داشت (16/4) (جدول 3). امیدبگی و نوبخت (Omidbaigi & Nobakht, 2001) ضمن بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر درصد سیلیبین موجود در بذر نشان دادند که بیشترین درصد سیلیبین در تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کمترین مقدار سیلیبین با کاربرد 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد.

نتایج ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جدول 4 نشان داده شده است. بر اساس نتایج موجود بیشترین همبستگی مثبت ($r=+0/96^{**}$) بین عملکرد دانه و عملکرد روغن بود و بیشترین همبستگی منفی ($r=-0/47^{*}$) بین تعداد دانه در کاپیتول و تعداد گل آذین در هر بوته مشاهده شد (جدول 4). درصد سیلیمارین با هیچکدام از صفات مورد بررسی همبستگی نداشت، اما درصد سیلیبین تنها با

منابع

- 1- Almasiyan, F. 2005. Effect of urban waste compost effluent upon chemical characteristics of soil, yield and yield components of wheat. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 2- Ardakani, M., Sani, B., Noormohamadi, G.H., Khosravi, H., and Farahbakhsh, A. 2008. Comparison of biological fertilizers inoculation on soybean yield productivity and performance, proceeding of the 2nd National Iranian Agroecology Conference, Gorgan, Iran, p. 231. (In Persian)
- 3- Astaraei, A., and Koochaki, A. 1997. Using of Biological Fertilizers in Sustainable Agriculture. Jahadeh Daneshghahi Publisher, Mashhad, p. 168. (In Persian)
- 4- Biyari, A., Gholami, A., and Asadi Rahmani, H. 2008. Sustainable production and improvement of nutrient absorption by maize in reaction to seed inoculation by PGPR. Proceeding of the 2nd National Iranian Agroecology Conference, Gorgan, Iran, p. 8. (In Persian)
- 5- Davarinezhad, G.H., Haghnia, G.H., and Lakziyan, A. 2003. Effect of animal manure and Compost fertilizers on wheat yield. Agriculture Sciences and Technology 18: 101-108. (In Persian with English Summary)
- 6- Dewick, P.M. 1998. Medicinal Natural Products. A biosynthetic Approach. John Wiley and Sons.
- 7- Frankenberger, J.W., and Arshad, T.M. 1995. Phytohormones in Soils: Microbial Production and Function. Marcel and Deckker, New York. 503 pp.
- 8- Ghassemidehkordi, N., and Taleb, A. 2002. Extraction, Identification and Determination of Medicinal Plants Compounds. Chogan Publisher, Tehran Iran (In Persian)
- 9- Gigliotti, G., Businelli, D., and Giusquiani, P.L. 1996. Trace metals uptake and distribution in corn plants grown on a 6-year urban waste compost amended soil. Agriculture, Ecosystems and Environment 58: 199-206.
- 10- Governog, J., Gaskin, J., Faucette, B., and Borden, D. 2003. The Compost white paper (large-scale composting in Georgia). Prepared for the pollution prevention Assistance Division. Department of Natural Resource Atlanta, Georgia.
- 11- Gutierrez, F.A., Santiago, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud, M., Llaven, M.A.O., Rincon, R., and Dendooven, L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology 98: 2781-2786.
- 12- Haj Seyed Hadi, M.R., Dorzi, M.T., and Sharifi Ashoorabadi, E. 2008. Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. 2nd Conference of the

- International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy.
- 13- Hassanlu, T., Khavarinejad, R.A., and Majidi Heravan, E. 2007. Evaluation of phenotypic coefficient and flavonolignans content in dried fruits of cultivated and endemic *Silybum marianum* L. gaertn. Journal of Medicinal Plants 22: 77-90. (In Persian with English Summary)
 - 14- Khandan, A. 2005. Effect of organic and chemical fertilizers on soil chemical and physical characteristics and Isabgol. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Ferdowsi Univ. of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary)
 - 15- Khosh Goftarmanesh, A.H., and Kalbassi, M. 2002. Effect of residual processed municipal waste leachated on soil properties, and wheat growth and yield. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources 6(3): 141-148. (In Persian with English Summary)
 - 16- Khosravi, H. 1998. Survey on abundance and distribution of *Azotobacter chorocucum* in Tehran agricultural soils and study of some physiological characteristics. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Tehran University, Iran. (In Persian with English Summary)
 - 17- Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research 2: 773-779.
 - 18- McNeil, D.L. 1989. Factors affecting the field establishment of plantago ovata Forsk. in northern Australia. Tropical Agriculture 66: 61-64.
 - 19- Naderi, M., Oliyazade, N., Jamshidi, A., Ahmadi Ashtiyani, H., Jahfarzade, M., Taheri Brujerdi, M., Afzar, K., and Malakotiyani, M. 2008. A key for thousand lock, comprehensive overview on silymarin as a phyto drug and introduction of Milk Thistle. Noavaran Publisher, Tehran. (In Persian with English summary).
 - 20- Omer, E.A., Ahmed, S.S., Ezz-El-Din, A.A., and Fayed, T.B. 1998. Seed yield of *Silybum marianum* L. as affected by row spacing and fertilization in new reclaimed lands of Egypt. Egyptian Journal of Horticulture 25: 281-293.
 - 21- Omidbaigi, R. and Nobakht, A. 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milk thistle. Pakistan Journal of Biological Sciences 4: 1345-1349.
 - 22- Omidbigi, R. 2006. Approaches Processing Medicinal Plants. Vol.1, Astan Ghods Razavi publisher, Mashhad, Iran. (In Persian)
 - 23- Ramesh, M.N., Farooqi, A.A., and Subbaiah, T. 1989. Influence of sowing date and nutrient on growth and yield of Isabgol. Field Crops Research 2: 169-174.
 - 24- Robin, A., Szmidt, R.A.K., and Dickson, W. 2001. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade Scotland. pp. 324- 336.
 - 25- Saburi, A. 2007. Comparison of the effects of organic and chemical fertilizers on yield, yield components and of oil percentage in three sesame cultivars. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Ferdowsi Univ. of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary)
 - 26- Schunke, U. 1992. Holy thistle, first experience with cultivation and harvest. Landtechnik 47: 548-550.
 - 27- Shakela, R.R., pated, C.A., and Tikka, S.B.S. 1984. Effect of nitrogen application on the yield, nitrogen content and uptake by Isabgul. Carcia deorta, Estudos Agronomics 11:1-4.
 - 28- Silisapur, M. 1998. Feasibility of using from urban waste compost in agriculture wheat. Proceeding of 2th National Conference on Optimum Use of Fertilizers and insecticides in Agriculture. p. 126. (In Persian).
 - 29- Singh, A.K., Bisen, S.S., Singh, R.B, and Biswas, S.C. 1998. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Advances in Forestry Research in India 18: 64-83.
 - 30- Sotomayor, R.I. 1979. Re use compost as organic fertilizer compared with chemical fertilizer. Agricultural and Technical 9: 152-157.
 - 31- Tabrizi, L. 2005. Effect of water stress and manure on quantitative and qualitative characteristics of *Psyllium*. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Ferdowsi Univ. of Mashhad. Iran. (In Persian with English Summary)
 - 32- Youssef, A.A., Edris, A.E., and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science 49: 299-311.

بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کشت مخلوط ارزن دانه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

احمد قنبری^{1*}، محمد نصیرپور² و ابوالفضل توسلی³

تاریخ دریافت: 1389/01/25

تاریخ پذیرش: 1389/07/07

چکیده

به منظور بررسی کشت مخلوط ارزن دانه‌ای (*Panicum miliaceum* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در سال زراعی 88-1387 در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص ارزن، کشت خالص لوبیا، 25% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی، 50% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی، 75% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی و 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای نسبت مختلف کاشت اثر معنی داری ($P < 1\%$) بر عملکرد دانه دو گونه، نسبت برابری زمین (LER)، وزن خشک علف هرز، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)، دمای خاک و ($P < 5\%$) محتوی رطوبت حجمی داشت. بالاترین عملکرد دانه دو گیاه ارزن و لوبیا از کشت خالص آنها بدست آمد. میزان LER در اغلب تیمارهای مخلوط بزرگتر از یک بود که این امر نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌باشد. در خصوص کنترل و مدیریت علف‌های هرز الگوهای مختلف کشت مخلوط نسبت به تک کشتی محصولات برتری نشان دادند، به طوری که کمترین وزن خشک علف‌های هرز از تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمد. در هر چهار مرحله اندازه گیری PAR، بالاترین میزان PAR از نسبت‌های مختلف کشت مخلوط خصوصاً تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی حاصل شد. کمترین میزان دما و کمترین محتوی رطوبت خاک در هر دو مرحله اندازه‌گیری از همین تیمار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کشت مخلوط، کنترل علف هرز، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشاورزی پایدار در راستای پایین آوردن استفاده از نهاده‌های مختلف خصوصاً نهاده‌های شیمیایی شامل آفت کش‌ها و کودهای شیمیایی می‌باشد (Koocheki, 2001). کشت مخلوط یکی از مولفه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Koocheki, 2001). کشت مخلوط را می‌توان نوعی کشاورزی فشرده در زمان و مکان به حساب آورد. برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی به شکل دیگری نیز می‌توان از عوامل محیطی بهره برد و آن استفاده بهتر از زمان و مکان با بهره‌گیری از سیستم کشت مخلوط می‌باشد (Prins & De Wit, 2005). تسوبو و همکاران (Tsubo et al., 2005) گزارش کردند که کشت مخلوط غلات و لگوها نقش مهمی در تولید پایدار غذا بوژه در کشورهای در حال توسعه و همچنین کشورهای توسعه یافته مخصوصاً مناطقی که با محدودیت آب روبرو هستند ایفا می‌کنند. محمد و همکاران (Mohammed et al., 2008) در ارتباط با سابقه کشت مخلوط دو گونه ارزن (*Panicum miliaceum* L.) و لوبیاچشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) اظهار داشتند که کشت

با افزایش روز افزون جمعیت جهان و تخریب منابع طبیعی و محدود بودن اراضی مناسب کاشت، افزایش تولیدات غذایی یکی از مشکلات اساسی دنیای امروز به شمار می‌رود. بنابراین به منظور پاسخ به این تقاضای روزافزون منابع غذایی، افزایش عملکرد گیاهان زراعی امری ضروری به نظر می‌رسد (Javanshir et al., 2000). در سیستم‌های کشاورزی معمول و تک کشتی گرچه با بالا بردن افزایش محصول در واحد سطح توانسته‌اند تا حدودی نیازهای غذایی جمعیت رو به افزایش را در برخی نقاط جهان تأمین نمایند، ولی این سیستم‌ها به هزینه و انرژی فراوان ناشی از سوخت‌های فسیلی نیاز دارند (Javanshir et al., 2000). گرایش جدید جامعه جهانی به سمت

1. 2 و 3- به ترتیب دانشیار، کارشناس ارشد زراعت و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*) - نویسنده مسئول: (Email: AGB_Ghanbari@yahoo.com)

منطقه سیستان در اردیبهشت سال زراعی 88-1387 در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در 35 کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل با موقعیت جغرافیایی طول 61 درجه و 41 دقیقه شرقی و عرض 30 درجه و 54 دقیقه شمالی با ارتفاع 483 متر از سطح دریا انجام گرفت. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن در اقلیم خشک و بسیار گرم قرار دارد. میانگین دراز مدت بارندگی در منطقه 63 میلی‌متر و میزان متوسط تبخیر سالیانه 4000 میلی‌متر می‌باشد. میانگین دما 23 درجه سانتی‌گراد با حداکثر 49 درجه سانتی‌گراد و حداقل 7- درجه سانتی‌گراد است. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم-شنی با $pH = 8/01$ و $EC = 4/6$ می‌باشد (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 ارائه شده است).

در این مطالعه از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار استفاده گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: کشت خالص ارزن، کشت خالص لوبیا، 75٪ ارزن + 100٪ لوبیا چشم بلبلی، 50٪ ارزن + 100٪ لوبیا چشم بلبلی، 25٪ ارزن + 100٪ لوبیا چشم بلبلی و 100٪ ارزن + 100٪ لوبیا چشم بلبلی. تیمارها از طریق روش افزایشی اعمال شدند. هر بلوک شامل شش کرت به ابعاد 18 متر مربع (6×3) بود. فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر انتخاب شد. در هر کرت شش ردیف کاشت با فاصله 50 سانتی‌متری قرار داشت، و فاصله بوته‌ها بر روی هر ردیف برای لوبیا چشم بلبلی 10 سانتی‌متر و برای ارزن (بر حسب نوع تیمار) 10 سانتی‌متر (100 درصد ارزن)، 15 سانتی‌متر (75 درصد ارزن)، 20 سانتی‌متر (50 درصد ارزن) و 40 سانتی‌متر (25 درصد ارزن) در نظر گرفته شد (تراکم ارزن بر مبنای تعداد بوته بر روی هر ردیف انتخاب شد). زمین محل آزمایش در اوایل بهار قبل از کاشت تا عمق 30 سانتی‌متری شخم زده شد. بلافاصله پس از انجام شخم زمین دیسک زده شد و با استفاده از لولر (تسطیح کننده) عملیات تسطیح زمین صورت گرفت و در نهایت به وسیله فاروئر جوی و پشته‌هایی با فاصله 50 سانتی‌متری بر روی زمین ایجاد گردید.

به هنگام آماده سازی زمین مقادیر 200 کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، 100 کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره به کرت‌های آزمایشی مربوطه داده شد. کود سرک در دو مرحله هر بار به میزان 25 کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت نواری پای بوته‌ها در داخل شیار احداثی به کرت‌های آزمایشی اضافه شد. رقم ارزن دانه‌ای مورد استفاده (K-9 C.M.) و لوبیا چشم بلبلی توده محلی زابل با درجه خلوص 99 درصد انتخاب شدند. کشت محصولات همزمان و در تاریخ 15 اردیبهشت انجام گرفت. بلافاصله پس از کاشت محصولات، زمین آبیاری گردید و به دنبال آن به فاصله هر هشت روز، آبیاری صورت گرفت.

مخلوط این دو گونه، کشت غالب در مناطق ساحلی غرب آفریقا و سودان می‌باشد. در این مناطق، ارزن به عنوان گیاه زراعی غالب در تغذیه مردم و لوبیا چشم بلبلی به عنوان منبع غنی از پروتئین مطرح می‌باشد. سایر محققین نیز اظهار داشتند که کشت مخلوط غلات و لگوم در کشاورزی ارگانیک و سنتی از اهمیت خاصی برخوردار است (Prins & De Wit, 2005). در آزمایشی مشخص شد که افزایش نسبت ذرت (*Zea mayz* L.) از 50 به 67 درصد در کشت مخلوط با لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) باعث افزایش عملکرد دانه ذرت در حدود 10 درصد شد و کل عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش داشته است (Saban et al., 2007). در آزمایشی دیگر مشخص شد زمانی که لوبیا به صورت مخلوط با ذرت کشت شده بود باعث بهبود جذب نیتروژن و فسفر می‌شود که این امر سبب افزایش عملکرد دانه و علوفه ذرت در شرایط کشت مخلوط شده است (Zhang & Li 2003). در سیستم کشت مخلوط ارزن نوتریفید (*Pennisetum glaucum* L.) با ماشک زراعی (*Vicia sativa* L.) این نتایج بدست آمد که عملکرد مخلوط در مقایسه با کشت خالص محصولات، نسبت برابری زمین¹ (LER) بالاتری داشته که این امر به دلیل بهره گیری ارزن از بقایای نیتروژن ماشک و کاهش رقابت بین گونه‌ای است (Sirousmehr et al. 2003). در کشت مخلوط گندم (*Teriticum aestivum* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) (Ghanbari-Bonjar & Lee., 2003) و در کشت مخلوط ارزن و لوبیا قرمز (Tavassoli et al., 2010) مشاهده شده است که عملکرد گونه غله در کشت مخلوط به مراتب بالاتر از کشت‌های خالص بوده است. آنها دلیل این برتری را به کارایی بهتر استفاده از منابع مانند جذب آب، عناصر غذایی و جذب مؤثرتر نور در کانوپی گیاهان تشکیل دهنده زراعت مخلوط نسبت داده‌اند.

در نواحی گرمسیر ایران از جمله سیستان (محل اجرای آزمایش) آب به عنوان یک عامل محدود کننده تولید بوده و استفاده مطلوب از آن در جهت کسب حداکثر تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعه حاضر برای بررسی امکان کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی در جهت افزایش عملکرد دانه در واحد سطح اجرا شد. هدف از این آزمایش، بررسی اثر تراکم‌های مختلف در کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی بر عملکرد دانه، تعیین محتوی رطوبت خاک در نسبت‌های مختلف کاشت، محاسبه نسبت برابری زمین و میزان تشعشعات فعال فتوسنتزی² (PAR) جذب شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طرح مطالعه و بررسی کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی در

1- Land equivalent ratio

2- Photosynthesis active radiation

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق 0-30 سانتی‌متری خاک)

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental field (soil depth 0-30 cm)					
بافت خاک	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	کلسیم (mg.kg ⁻¹)
Soil Texture	EC _e (dS.m ⁻¹)	pH	K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	Ca (mg.kg ⁻¹)
لوم - شنی Loam- sand	4.60	8.01	86.86	2.60	12.01

(Lee, 2003).

در نمونه برداری به منظور تعیین عملکرد دانه (در مرحله‌ای که دانه‌های ارزن در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی قرار داشتند) (Tavassoli et al., 2010) از کرت‌های آزمایشی سه متر طولی و در مجموع 6 متر مربع از هر کرت برداشت شد. برای ارزیابی کشت مخلوط از LER استفاده گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین از معادله (3) استفاده شد:

$$LER = Y_{IM}/Y_{SM} + Y_{IB}/Y_{SB} \quad \text{معادله (3)}$$

که در این معادله: Y_{IM} و Y_{SM} : به ترتیب عملکرد ارزن در مخلوط و تک کشتی و Y_{IB} و Y_{SB} : به ترتیب عملکرد لوبیا در مخلوط و تک کشتی می‌باشد.

در صورتی که $LER=1$ باشد کشت مخلوط نسبت به تک کشتی برتری ندارد. در موقعی که $LER>1$ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می‌باشد. در حالتی که $LER<1$ باشد کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی از عملکرد کمتری برخوردار است (Willey, 1979).

برای اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز، در زمان برداشت نهایی گیاه ارزن و لوبیا به همان صورت که برای دانه این دو گیاه نمونه برداری صورت گرفت، برای علف‌های هرز نیز نمونه‌گیری انجام شد (یعنی سه متر طولی و در مجموع 6 متر مربع از هر کرت). محاسبه وزن خشک علف‌های هرز بدین صورت بود که گونه‌های مختلف علف هرز جمع‌آوری شده، وزن تر آنها محاسبه شد و در نهایت نمونه‌ای از علف‌های هرز به طور تصادفی به وزن 400 گرم انتخاب شده و در آن الکتریکی با دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت خشک گردید (Ghanbari, et al. 2007).

برای تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

- عملکرد دانه ارزن

اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه ارزن معنی‌دار بود ($P < 1\%$). بالاترین عملکرد دانه ارزن (1020/33

PAR چهار مرتبه در طول فصل رشد (به ترتیب 35، 45 و 55 روز پس از کاشت) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری PAR از دستگاه نورسنج¹ (ساخت آمریکا مدل DELTA - T DEVICES) استفاده شد. اندازه‌گیری نور در فاصله ساعات 12-14 انجام شد (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2003). جهت این کار میزان نور در بالای تاج پوشش و سطح خاک در چهار نقطه درون هر کرت به طور تصادفی اندازه‌گیری و میانگین گرفته شد. درصد تابش فعال فتوسنتزی بر اساس معادله (1) محاسبه گردید:

$$PAR\% = [1 - (PAR_b / PAR_a)] \times 100 \quad \text{معادله (1)}$$

که در این معادله: PAR_b = نور فعال فتوسنتزی در پایین تاج پوشش و PAR_a = نور فعال فتوسنتزی در سطح تاج پوشش می‌باشد. جهت بررسی رطوبت خاک از روش اندازه‌گیری رطوبت به روش حجمی استفاده شد. در طی دوره کاشت دو مرتبه (ارزن و لوبیا در مرتبه اول نمونه‌گیری به ترتیب در مرحله شیریه بودن دانه و تشکیل غلاف و در مرتبه دوم نمونه‌گیری هر دو محصول تقریباً در زمان رسیدگی کامل قرار داشتند) هر مرتبه نمونه‌گیری سه روز پس از آبیاری انجام می‌شد (Tavassoli et al., 2010). از کرت‌های مختلف از عمق 30 سانتی متری، نمونه‌ای به حجم 100 سانتی متر مکعب بوسیله رینگ استوانه‌ای برداشته شده و توزین و سپس به مدت 48 ساعت در آن با درجه حرارت 105 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن و توزین مجدد، درصد رطوبت حجمی با استفاده از معادله (2) به دست آمد (Alizadeh, 2004):

$$P_v = \frac{W_1 - W_2}{V} \times 100 \quad \text{معادله (2)}$$

که در این معادله: P_v = رطوبت حجمی، V = حجم خاک، W_1 = وزن خاک تر و W_2 = وزن خاک خشک می‌باشد.

دمای خاک نیز دو بار در طول فصل رشد (همزمان با نمونه‌گیری برای تعیین رطوبت خاک) (Tavassoli et al., 2010)، در عمق 0-10 سانتی متری، توسط دماسنج خاک اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری دمای خاک در سه نقطه هر کرت در عمق 0-10 سانتی متری دما اندازه‌گیری و سپس میانگین گرفته شد. دمای خاک نیز در فاصله ساعت 12-14 اندازه‌گیری شد (Ghanbari-Bonjar &

1- Sun scan

عوامل افزایش عملکرد دانه در واحد سطح باشد. از سوی دیگر در کشت های مخلوط، عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی کاملاً تحت تاثیر تراکم ارزن قرار داشته است و به موازات افزایش تراکم ارزن از عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی کاسته شده است. به همین دلیل کمترین میزان عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (404/66) کیلوگرم در هکتار) از تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمده است. از سوی دیگر نقش غالبیت ارزن در مقابل لوبیا چشم بلبلی را نباید نادیده گرفت. عموماً در کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها، غلات نقش گیاه غالب را ایفا می‌کنند (Mazaheri, 1998). در این شرایط سهم عمده‌ایی از منابع موجود نصیب گیاه غله می‌گردد و در کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی نیز ارزن از این قاعده مستثنی نیست. به همین دلیل با افزایش تراکم ارزن، از میزان عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی کاسته شده است. در بررسی عملکرد دانه در کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی (Hosseini et al., 2000) و در کشت مخلوط گندم و لوبیا چشم بلبلی (Banik et al., 2006) نتایجی مشابهی با این تحقیق گزارش کردند.

مقایسه نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه ارزن و لوبیا

چشم بلبلی

جدول 3 مقادیر محاسبه شده نسبت برابری زمین (LER) بر اساس تک کشتی‌های ارزن و لوبیا چشم بلبلی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود LER در کلیه کشت‌های مخلوط بیشتر از یک می‌باشد. بیشترین نسبت برابری زمین ($LER = 1/52$) از تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمد که 52% از نظر عملکرد دانه نسبت به کشت خالص افزایش نشان می‌دهد.

کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص ارزن بدست آمد و سایر نسبت‌های کاشت با کشت خالص آن تفاوت معنی‌داری داشت (جدول 2). این برتری می‌تواند از یک طرف به وجود تراکم کمتر گیاهان در تک کشتی‌ها نسبت به کشت‌های مخلوط مرتبط باشد. همچنین در این تیمار میزان رقابت بین گونه‌ای جهت بهره‌وری از منابع محیطی کمتر است. در کشت‌های مخلوط به علت محدودیت‌هایی که برای دو گیاه زراعی ایجاد می‌شود، عملکرد دو گیاه زراعی از کشت خالص آنها کمتر بوده است. همچنین کمترین عملکرد دانه ارزن (418) کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت مخلوط 25% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمد (جدول 2). از علل اصلی کاهش عملکرد دانه در این تیمار، کاهش تراکم گیاه زراعی ارزن است که این موضوع باعث کاهش تعداد پنجه‌های بارور و در نهایت پانیکول ارزن شده است. این مساله با نظر برایان و موترو (Bryan & Moteru, 1978) مطابقت دارد. توسلی و همکاران (Tavassoli et al., 2010) نیز در مطالعه ارزن و لوبیا قرمز مشاهده کردند که عملکرد دانه ارزن و لوبیا در کشت خالص بیشتر از کشت‌های مخلوط است.

- عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی

همانند گیاه ارزن، نسبت‌های مختلف کاشت تأثیر مشابهی بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح 1 درصد داشت. با توجه به جدول 2 مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (812/66) کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص لوبیا بدست آمد و بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. این نتیجه دور از انتظار نیست به این دلیل که در این تیمار به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای تمامی منابع موجود در اختیار لوبیا چشم بلبلی قرار گرفته است. بنابراین تحت این شرایط هر بوته، از منابع در دسترس بیشترین بهره‌برداری را کرده که این موضوع می‌تواند یکی از

جدول 2- مقایسه میانگین تیمارهای نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه ارزن و لوبیا
Table 2- Mean comparison of intercropping treatments on seed yield of millet and cowpea

عملکرد دانه لوبیا Seed yield of cowpea (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه ارزن Seed yield of millet (kg.ha ⁻¹)	تیمارها Treatments	
		نسبت‌های اختلاط Intercropping	
		لوبیا Cowpea	ارزن Millet
707.33 b	418.08 e*	100	100
590.66 c	713.33 d	100	50
437.03 d	819.01 c	100	75
404.66 e	996.05 b	100	100
-	1020.33 a	0	100
812.66 a	-	100	0

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار ($P < 5\%$) آماری هستند

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

معنی‌دار بود ($P < 1\%$). جدول 4 مقایسه میانگین تیمارهای نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز را نشان می‌دهد. با توجه به جدول در بین تیمارهای نسبت‌های مختلف کاشت کمترین میزان وزن خشک علف‌های هرز (730/1 کیلوگرم درهکتار) از تیمار کشت مخلوط 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمد و بین این تیمار با دیگر تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص ارزن و لوبیا چشم بلبلی تفاوت معنی داری مشاهده شد. بیشترین میزان وزن خشک علف‌های هرز (1217/56 کیلوگرم درهکتار) نیز از تیمار کشت خالص لوبیا چشم بلبلی حاصل شد و تفاوت معنی داری بین این تیمار با تیمار کشت خالص ارزن مشاهده نشد. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول 4 می‌توان اظهار داشت که تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از قدرت کنترل علف هرز بالاتری برخوردار هستند. این برتری می‌تواند به افزایش تراکم گیاهان در کشت‌های مخلوط نسبت داده شود، به طوری که با افزایش سهم ارزن در سیستم‌های کشت مخلوط از وزن خشک علف‌های هرز کاسته شده است و در تیمار کشت مخلوط 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی به کمترین مقدار خود رسیده است. در بررسی کشت مخلوط گندم و باقلا (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2003)، ارزن و لوبیا قرمز (Tavassoli et al., 2010) و در کشت مخلوط سورگوم و لوبیا چشم بلبلی (Sanjani et al., 2009) نشان دادند که با افزایش تراکم گیاهی در مخلوط، وزن علف‌های هرز به پایین‌تر از سطح به دست آمده از کشت خالص هر یک از آنها رسید. موحدی دهنوی و همکاران (Movahhedi Dehnavi et al., 2001) نیز نشان دادند که وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای افزایشی به علت افزایش تراکم و پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. آلفورد و همکاران (Alford et al., 2003) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر کنترل علف‌های هرز به نتایج مشابه دست یافتند.

این برتری می‌تواند به این دلیل باشد که در این تیمار ارزن با پوشش مناسب از تبخیر آب و رشد علف‌های هرز جلوگیری نموده و نقش گیاه غالب را داشته است. تیمارهای مخلوط افزایشی 50% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی و 75% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی به ترتیب با مقدار LER برابر 1/41 و 1/38 پس از تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بیشترین مقادیر LER را دارند. کمترین نسبت برابری زمین ($LER = 1/28$) نیز از تیمار افزایشی 25% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی حاصل شد. در اینجا ارزن نتوانسته است پوشش مناسبی را در سطح خاک ایجاد کند و از رشد علف‌های هرز جلوگیری نماید. بنابراین همان‌طور که مشاهده می‌شود در کلیه تیمارها LER بیش از واحد گردیده است.

قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2007) نیز در کشت مخلوط ذرت با خیار (*Cucumis sativus* L.) با نسبت‌های کاشت مختلف، بیشترین عملکرد کل میوه و بالاترین LER را از تیمار مخلوط افزایشی 100% ذرت + 100% خیار به دست آوردند. در آزمایشی دیگر شتی و رانو (Shetty & Rao, 1981) تراکم گیاهان زراعی در زراعت مخلوط سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و دال عدس (*Cajanus Cajan* L.) را تغییر داده و مشاهده کردند با افزایش تراکم گیاه زراعی، میزان LER افزایش یافت. ژانگ (Zhang, 2007) در کشت مخلوط گندم و پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) نشان دادند که نسبت مخلوط 65% پنبه + 35% گندم دارای عملکرد بالاتری ($LER = 1/39$) نسبت به تک کشتی دو گیاه می‌باشد که این افزایش عملکرد را می‌توان به دلیل بالاتر بودن جذب نور، کنترل بهتر علف‌های هرز و کمتر بودن رقابت بین گونه‌ای نسبت به درون گونه‌ای نسبت داد.

- وزن خشک علف‌های هرز

تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز

جدول 3- نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه

Table 3- LER based on seed yield

نسبت برابری زمین LER	عملکرد نسبی لوبیا Relative yield of cowpea (RY _b)	عملکرد نسبی ارزن Relative yield of millet (RY _m)	تیمارها Treatment	
			نسبت‌های اختلاط Intercropping	
			لوبیا Cowpea	ارزن Millet
1.279d	0.870a	0.409d*	100	25
1.429b	0.730b	0.699c	100	59
1.342c	0.540c	0.802b	100	75
1.476 a	0.500d	0.976a	100	100

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار ($P < 1\%$) آماری هستند.

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 1% level of probability.

جدول 4- مقایسه میانگین تیمار نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز

Table 4- Mean comparison intercropping treatments on weed dry weight

وزن خشک علف‌های هرز dry weight of weeds (kg.ha ⁻¹)	تیمارها Treatments	
	نسبت‌های اختلاط Intercropping	
	لوبیا Cowpea	ارزن Millet
998.8 d*	100	25
892.4 c	100	50
815.4 d	100	75
730.1 e	100	100
1152.8 a	0	100
1217.5 a	100	0

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار ($P < 1\%$) آماری هستند.

* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 1% level of probability.

بطور معنی‌داری (81%) بیشتر جذب می‌نمایند. در مرحله چهارم اندازه-گیری PAR (65 روز بعد از کاشت) با توجه به این موضوع که ارزن و لوبیا چشم بلبلی در مراحل انتهایی رشد خود قرار داشتند و سطوح فتوسنتزکننده آنها رو به زوال بود. بنابراین، میزان جذب (PAR) در حد چشمگیری کاهش یافت (جدول 5). علت بالا بودن جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) در کانوپی کشت‌های مخلوط نسبت به تک کشتی‌ها می‌تواند به دلیل اختلاف در آرایش شاخ و برگ و شکل کانوپی در گیاه ارزن و لوبیا باشد. نوری که توسط ارزن جذب نمی‌شود، در پایین کانوپی توسط لوبیا جذب و موجب افزایش راندمان جذب (PAR) می‌شود. نتایج مشابهی در مورد افزایش جذب بیشتر (PAR) در کشت مخلوط، توسط محققان دیگر گزارش شده است. قنبری و همکاران (2007, Ghanbari et al.)، در تحقیق روی کشت مخلوط ذرت و خیار و تأثیر آن بر کنترل علف‌های هرز نتیجه‌گیری کرد که بیشترین میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی مربوط به تیمار 100% ذرت + 100% خیار می‌باشد که این برتری می‌تواند به دلیل تراکم زیاد و پوشش سطح زمین می‌باشد. در تحقیقات انجام شده توسط قنبری- بونجار و لی (Ghanbari- Bonjar & Lee, 2003) مشاهده شد که در کشت مخلوط گندم و باقلا، تشعشعات فعال فتوسنتزی با کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص جذب می‌گردد، چرا که تشعشعات خورشیدی که ممکن است به خاطر رشد کم گندم در ابتدای فصل و پیری باقلا در انتهای فصل به هدر رود، می‌تواند با کشت مخلوط گندم و باقلا با کارایی بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. توسلی و همکاران (Tavassoli et al., 2010) در کشت مخلوط ارزن و لوبیا قرمز نتایج مشابهی با این آزمایش گزارش کردند.

آنها علت کاهش تراکم علف هرز را به ترکیب مکملی گیاهان زراعی در مخلوط، که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی با علف‌های هرز می‌شود نسبت دادند. ساماراجیوا و همکاران (2006, Samarajeewa et al.) در کشت مخلوط ارزن به عنوان گیاه همراه با سویا (*Glycine max* L.) گزارش کردند که ارزن به سبب قدرت پنجه زنی بالا قادر است از رشد علف‌های هرز به طور چشمگیری ممانعت به عمل آورده و در کاهش جمعیت آنها مؤثر باشد.

- جذب تشعشع فعال فتوسنتزی

جذب تشعشع فعال فتوسنتزی تحت تأثیر سیستم‌های کشت قرار گرفت (5% $P <$). میزان تابش فعال فتوسنتزی (PAR) جذب شده در تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی در بالاترین میزان خود بود و بین این تیمار با سایر تیمارهای کشت مخلوط و کشت‌های خالص ارزن و لوبیا چشم بلبلی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول 5). این روند نشان می‌دهد که در مراحل اولیه رشد (35 روز بعد از کاشت)، تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی قادر است (PAR) را به طور مؤثرتری (52%) نسبت به کشت خالص ارزن (22%) و لوبیا چشم بلبلی (28%) و کشت‌های مخلوط جذب نماید. در مرحله دوم اندازه‌گیری (45 روز بعد از کاشت) که گیاهان در مراحل میانی رشد خود قرار داشتند و کانوپی گیاهان تقریباً بسته شده بود، کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت‌های خالص لوبیا چشم بلبلی و ارزن (PAR) را بطور معنی‌داری بیشتر جذب نمودند. در مرحله سوم اندازه‌گیری (55 روز بعد از کاشت) که گیاهان در مراحل نهایی رشد خود قرار داشتند و کانوپی گیاهان بسته شده بود کشت‌های مخلوط و بخصوص تیمار 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی هم چنان در مقایسه با کشت‌های خالص لوبیا چشم بلبلی و ارزن PAR را

جدول 5- مقایسه میانگین تیمار نسبت‌های مختلف کاشت بر جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) (%)

Table 5- Mean comparison of intercropping treatments on PAR (%)					
تیمارها				تشیعشعات فعال فتوسنتزی	
Treatments				PAR	
نسبت‌های اختلاط		مرحله اول The first sampling	مرحله دوم The second sampling	مرحله سوم The third sampling	مرحله چهارم The fourth sampling
Intercropping					
ارزن Millet	لوبیا Cowpea				
25	100	32 c*	47 d	68 c	47 bc
50	100	40 b	52 c	73 b	49 abc
75	100	41 b	56 b	75 b	55 ab
100	100	52 a	62 a	81 a	56 a
0	100	28 d	41 e	65 d	43 c
100	0	22 e	37 f	55 e	40 c

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار ($P < 5\%$) آماری هستند

*Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 1% level of probability.

- رطوبت حجمی خاک

هر دو مرحله اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک به طور معنی داری در سطح احتمال 1 درصد تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت. در هر دو مرحله اندازه‌گیری، در بین تیمارهای نسبت‌های مختلف کاشت کمترین مقدار رطوبت خاک از سیستم‌های کشت مخلوط بدست آمد و بین سیستم‌های کشت مخلوط با سیستم‌های کشت خالص تفاوت معنی‌داری وجود داشت. با توجه به جدول 6، کمترین مقدار محتوای رطوبت حجمی خاک در هر دو مرحله اندازه‌گیری از تیمار کشت مخلوط 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی و بالاترین مقدار آن در هر دو مرحله اندازه‌گیری از کشت خالص ارزن حاصل شد. اصولاً مخلوط گیاهانی با سیستم ریشه‌ای متفاوت باعث حداکثر جذب آب و مواد غذایی می‌شود. مقدار کمتر رطوبت خاک در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی‌ها نمی‌تواند به دلیل تبخیر رطوبت از سطح خاک باشد بلکه وجود تراکم بالای گیاهان در کشت مخلوط و تشکیل یک کانوپی فشرده‌تر سبب افزایش تعرق از سطح جامعه گیاهی و در نتیجه جذب بیشتر آب از سطح لایه‌های مختلف خاک می‌شود. قنبری-بونجار و لی (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2003) در بررسی کشت مخلوط گندم و باقلا، و توسلی و همکاران (Tavassoli et al., 2010) در کشت مخلوط ارزن و لوبیا قرمز نشان دادند که کشت‌های مخلوط در مقایسه با تک کشتی محصولات می‌تواند از حجم بیشتری از آب خاک با کارایی بالاتر بهره‌برداری کند. به عبارتی اگر اجزای کشت مخلوط از نظر خصوصیات ریشه‌ای متفاوت باشند، در این صورت، کشت مخلوط می‌تواند از آب موجود در خاک به نحو کارآمدتری

استفاده نماید. بالاتر بودن محتوای آب خاک در سیستم‌های کشت خالص خصوصاً کشت خالص ارزن در مقایسه با سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند علاوه بر تراکم کمتر گیاهان، به سیستم ریشه‌ای سطحی‌تر گیاه ارزن نسبت به لوبیا ارتباط داده شود (Mazaheri, 1998)

- اندازه‌گیری دمای خاک

نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی داری بر هر دو مرحله اندازه‌گیری دمای خاک داشتند ($P < 1\%$). با توجه به جدول 6 در هر دو مرحله اندازه‌گیری دمای خاک، بیشترین میزان دمای خاک از کشت خالص ارزن و کمترین مقدار آن از تیمار کشت مخلوط 100% ارزن + 100% لوبیا چشم بلبلی بدست آمد و بین سیستم‌های کشت مخلوط با کشت خالص تفاوت معنی داری در سطح احتمال 1 درصد وجود داشت. دلیل پایین‌تر بودن دمای خاک در الگوهای مختلف کشت مخلوط نسبت به تک کشتی‌ها می‌تواند به دلیل جذب بیشتر نور بوسیله کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی‌ها در طی فصل رشد باشد، بنابراین جذب بیشتر نور توسط تاج پوشش باعث افزایش سایه و کاهش دمای خاک می‌شود. به عبارتی میکروکلیمای درون کانوپی سیستم‌های کشت به دلیل تغییر دمای کانوپی به علت سایه‌اندازی، تغییر می‌یابد. توسلی و همکاران (Tavassoli et al., 2010) در تحقیقی روی کشت مخلوط ارزن و لوبیا قرمز نتایجی مشابه با این آزمایش گزارش کردند.

جدول 6- مقایسه میانگین تیمار نسبت‌های مختلف کاشت بر درصد رطوبت حجمی و دمای خاک

Tale 6- Mean comparison of intercropping treatments on volumetric moisture percentage and soil temperature

دمای خاک Soil temperature (Centigrade degree)		رطوبت حجمی خاک Volumetric moisture of soil (%)		تیمارها Treatments نسبت‌های اختلاط Intercropping	
اندازه‌گیری دوم Second measurement	اندازه‌گیری اول First measurement	اندازه‌گیری دوم Second measurement	اندازه‌گیری اول First measurement	لوبیا Cowpea	ارزن Millet
23.4 b	24.8 c	11.2 c	12.1 c*	100	25
21.5 c	23.3 d	6.8 d	7.6 d	100	50
21.6 c	23.3 d	6.2 e	6.7 e	100	75
19.4 d	21.3 e	5.1 f	5.4 f	100	100
25.4 a	25.3 b	13.7 b	15.9 b	100	0
25.5 a	28.4 a	14.2 a	16.0 a	0	100

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار ($P < 0/01$) آماری هستند.

*Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 0.01 level of probability.

منابع

- 1- Alizadeh, A. 2004. Soil, Water, Plant Relationship. Astan-e Ghods-e Razavi Press. pp. 470. (In Persian)
- 2- Alford, C.M., Kral, J.M., and Miller, D.S. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. *Agronomy Journal* 95: 520-525.
- 3- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systemes in additive series experiment: Advantages and Somthering. *European Journal of Agronomy* 24: 324-332.
- 4- Bryan, W.B., and Moteru, M.B. 1987. Intercropping maize with climbing bean, cowpeas and velvet beans. *Journal of Agronomy and Crop Science* 159: 245-250.
- 5- Ghanbari-Bonjar, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. *Grass and Forage Science* 58 (1): 28-36.
- 6- Ghanbari, A., Ghadiri, H., and Jokar, M. 2007. Effect of intercropping of maize and cucumber on controlling weeds. *Pajouhesh & Sazandegi in Agronomy and Horticulture* 73: 193-199. (In Persian with English Summery)
- 7- Hosseini, S.M.B., Mazaheri, D., Jahansouz, M., and Yazdi Samadi, B. The effects of nitrogen levels on yield and yield components of forage millet (*Pennisetum americanum*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in intercropping system. *Pajouhesh & Sazandegi in Agronomy and Horticulture*. 16 (59): 60-67. (In Persian with English Summery)
- 8- Javanshir, A., Dabbagh, A. and Hamidi, A. 2000. The ecology of intercropping. *Jahad-e Daneshgahi of Mashhad Press*. p: 222. (In Persian)
- 9- Koocheki, A. 2001. Sustainable Agriculture. *Jahad-e Daneshgahi of Mashhad Press*. pp. 316. (In Persian)
- 10- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. *Press of Tehran University*. Pp. 341. (In Persian)
- 11- Mohammed, I.B., Olufajo, O., Singh, B., Miko, S., and Mohammed, S.G. 2008. Growth and development of components of millet/cowpea intercrop in northern Nigeria. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*.
- 12- Movahhedi Dehnavi, M. Mazaheri, D., and Bnkesaz, A. 2001. Effect of bean on weed control maize. *Journal of Biaban* 6 (2): 71-85. (In Persian with English Summery)
- 13- Prins, U., and De Wit, J. 2005. Intercropping Cereals and Grain legumes: A Farmers Perspective: *Louis Bolck Institute, Livestock Department, Netherland*.
- 14- Saban, Y., Mehmt, A., and Mustafa, E. 2007. Identification of advantage of Maize- Legume Intercropping over Solitary Cropping through Competition Indices in the Esat Mediterranean Region. *Turkish Journal of Agriculture* 32: 111 – 119.
- 15- Samarajeewa, K.B.D.P., Takatsugu, H., and Shinyo, O. 2006. Finger millet (*Eleusine corocanal* L. Gaertn) as a cover crop on weed control, growth and yield of soyabean under diffrent tillage systems. *Soli and Tillage Research* 90: 93-99.
- 16- Sanjani, S., Hosseini, M.B., Chaichi, M.R. and Rezvan Beidokhti, S. 2009. Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. *Iranian Journal of Agronomy Research* 7 (1): 85-95. (In Persian with English Summery)
- 17- Shetty, S.V.R. and Rao, A.N. 1981. Weed management studies in sorghum/pigeonpea and pearl millet/grandunt intercrop systems. Some observations, in *Proc, Lnt, Workshop intercropping. ICRISAT. Hyderabad, India*. Pp. 238-248.

- 18- Sirousmehr, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khoye, F., and Moghaddam, M. 2003. Pearl millet and common vetch intercropping. Journal of Biaban 2: 250-263. (In Persian with English Summery)
- 19- Tavassoli, A. Ghanbari, A., Ahmadi, M. M., and Heydari, M. 2010. The effect of fertilizer and manure on forage and grain yield of millet (*panicum miliaceum*) and bean (*phaseolus vulgaris*) in intercropping. Iranian Journal of Agronomy Research 8 (2): 96-114. (In Persian with English Summery)
- 20- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. Simulation model of cereal – legume intercropping systems for semi – arid regions. Field crops Research 93 (1): 10-22.
- 21- Willey, R.W. 1979. Intercropping-its importance and research needs. Part-1. Competition and yield advantages. Field Crops Research 32: 1-10.
- 22- Zhang, L. 2007. Productivity and resource use in cotton and wheat relay intercropping. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. With summaries in English, Dutch and Chinese, 198 pp.
- 23- Zhang, F.S., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient use efficiency. Plant and Soil 248: 305-312.



تأثیر برخی از ریزوباکتری‌های محرک رشد و کود نیتروژنی بر ویژگی‌های مورفولوژیک بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) آلمانی

سهیلا دست برهان^{1*}، سعید زهتاب سلماسی²، صفر نصراله زاده³ و علیرضا توسلی⁴

تاریخ دریافت: 1389/02/25

تاریخ پذیرش: 1389/07/07

چکیده

به منظور بررسی اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه و کود نیتروژنی بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)، در سال زراعی 1386-87، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی در این تحقیق را تلقیح با ریزوباکتری‌های محرک رشد (B_0 : عدم تلقیح، B_1 : تلقیح با ازتوباکتر کروکوکوم، B_2 : تلقیح با آزوسپیریوم لیپوفروم و B_3 : تلقیح با مخلوط دو باکتری) و کود نیتروژنی ($N_0:0$ ، $N_1:50$ ، $N_2:100$ و $N_3:150$ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) تشکیل دادند. نتایج نشان داد که تلقیح با باکتری‌ها به طور معنی‌داری سبب بهبود ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی، تعداد گل در بوته، وزن خشک گل، برگ، ساقه و وزن خشک کل تک بوته گردید. این صفات در تیمارهای تلقیح با ازتوباکتر، تلقیح با آزوسپیریوم و تلقیح با مخلوط دو باکتری از نظر آماری مشابه بودند. اثر کود نیتروژنی بر تمامی صفات (به جز تعداد شاخه فرعی) مثبت بود، ولی بین سطوح کودی 100 و 150 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیشترین و کمترین تعداد و وزن گل تک بوته به ترتیب برای تلقیح با ازتوباکتر $+ 50 \text{ kgN.ha}^{-1}$ و عدم تلقیح + عدم مصرف کود نیتروژنی ثبت گردید. در مجموع، مصرف کودهای زیستی اثر مثبت و معنی‌داری بر صفات مورفولوژیک بابونه داشته است. بعلاوه با اضافه کردن 50 kgN.ha^{-1} کارایی باکتری‌ها افزایش یافته و بیشترین عملکرد گل تولید شده است.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر کروکوکوم، آزوسپیریوم لیپوفروم، گیاهان دارویی

مقدمه

(2008). گل‌ها و اسانس این گیاه در درمان بیماری‌های مختلف از جمله دل درد، نفخ، نقرس، سیاتیک، بی‌خوابی، درد دندان، زخم‌های معده و دستگاه گوارش، تب، سرماخوردگی و آنفلوآنزا به وفور مورد مصرف قرار می‌گیرد (Omidbaigi, 2008). محصول یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه است که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. تأثیر عوامل محیطی بر تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی بسیار پیچیده و مبهم می‌باشد. کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در مراحل مختلف رشد گیاه نیز متفاوت است (Omidbaigi, 2009). اگرچه کمیت و کیفیت اسانس بابونه به طور ژنتیکی کنترل می‌شود، ولی به دلیل وجود عکس‌العمل متقابل گیاه به شرایط محیطی، میزان مواد مؤثره یک رقم مشخص در مناطق مختلف یکسان نخواهد بود (Salamon, 1992). با انتخاب ارقام گیاهی متناسب با شرایط محیطی می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت (Omidbaigi, 2009). رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار سیستم کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های مدیریتی صحیح می‌باشد. یکی از این

گیاهان دارویی بخش مهمی از تنوع زیستی موجود در بسیاری از کشورهای جهان را شامل می‌شوند (Padulosi et al., 2002). بر اساس برآوردهای انجام یافته 25 تا 50 درصد کلیه داروهای تجویز شده در دنیا به ترکیبات فعال بیولوژیکی حاصل از گیاهان (مستقیم یا غیرمستقیم) مربوط می‌شود. این امر حاکی از ارزش اقتصادی قابل توجه گیاهان دارویی در جوامع بشری می‌باشد (Goeschl, 2002). بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده توسط انسان است و در تمام فارماکوپه‌های معتبر به‌عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده و خواص درمانی گل‌های این گیاه مورد بررسی قرار گرفته است (Omidbaigi, 2009).

1، 2، 3 و 4- به ترتیب کارشناس ارشد، استاد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی
(*) - نویسنده مسئول: (Email: dastborhan.s@gmail.com)

1360 متر می‌باشد و در 46 درجه و 17 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 3 دقیقه عرض شمالی واقع شده است. در این تحقیق هر بلوک شامل 16 کرت و هر کرت با ابعاد $4 \times 1/8$ متر شامل شش ردیف کاشت بود. فاصله بلوک‌ها از هم $1/5$ متر و فاصله کرت‌ها از هم نیم متر در نظر گرفته شد (در هنگام آبیاری امکان اختلاط آب بین کرت‌های مختلف وجود نداشت). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه زمین مورد نظر در جدول 1 و میانگین دما، بارندگی و رطوبت نسبی منطقه در شش ماهه اول سال 1387 در جدول 2 ارائه شده است. پیش از کاشت بذور بر اساس نیاز گیاه و نتایج تجزیه خاک، 80 kg.ha^{-1} سولفات پتاسیم و 40 kg.ha^{-1} سوپر فسفات تریپل با خاک هر کرت مخلوط گردید. بذر بابونه مورد استفاده در این تحقیق از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. کشت بابونه به صورت ردیفی و پس از مخلوط کردن بذور با ماسه بادی، در 28 فروردین سال 1387 صورت گرفت. فاصله بین ردیف‌های کاشت 30 سانتی‌متر و فاصله روی ردیف کاشت 10 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بلافاصله پس از کاشت، به آبیاری کرت‌ها اقدام شد و روی بذور توسط لایه نازکی از ماسه نرم و مرطوب پوشانده شد. فاکتورهای مورد بررسی در این تحقیق را تلقیح با ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (B_0 : عدم تلقیح، B_1 : تلقیح با ازتوباکتر کروکوکوم، B_2 : تلقیح با آزوسپریلوم لیپوفرورم و B_3 : تلقیح با مخلوط دو باکتری) و مقادیر مختلف کود نیتروژنی ($N_0:0$ ، $N_1:50$ ، $N_2:100$ و $N_3:150$ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) تشکیل دادند. مایه تلقیح مورد استفاده در این تحقیق به صورت مایع بود که از آزمایشگاه میکروبیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران تهیه شد. این کودها در مرحله شش برگه‌ای بابونه و پس از ایجاد تراکم مناسب (40 بوته در متر مربع) در دو نوبت (به فاصله زمانی یک هفته) و در هر نوبت 25 میلی‌لیتر کود زیستی مربوطه (با جمعیت تقریبی $10^8 \text{ cell.ml}^{-1}$) به همراه چهار لیتر آب روی ردیف‌های کاشت اضافه شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. کود نیتروژنی (از منبع اوره) در سه مرحله (همزمان با کاشت، اواسط دوره رویشی و مراحل ابتدایی گلدهی بابونه) و در هر مرحله یک سوم کود نیتروژنی مورد نظر در فاصله بین ردیف‌های کاشت اعمال شد. پس از کشت بذور بابونه تا استقرار کامل گیاهچه‌ها، آبیاری به طور مداوم صورت گرفت، به طوری که در تمام طول شبانه‌روز سطح کرت‌ها از رطوبت کافی برخوردار بود. پس از اطمینان از سبز شدن و استقرار کامل گیاهچه‌ها آبیاری هر هفت روز یکبار صورت گرفت. نمونه برداری تخریبی جهت اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک، در زمان گلدهی کامل بابونه در دو نوبت انجام شد. در هر دو مرحله (که به فواصل زمانی 10 روز از هم صورت گرفت) شش بوته به صورت تصادفی از چهار ردیف وسط هر واحد آزمایش انتخاب گردید (دو ردیف کناری از هر طرف و 50 سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد).

روش‌ها، استفاده از کودهای زیستی¹ است. استفاده از کودهای زیستی از مؤثرترین شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب محسوب می‌گردد. از طرفی تلقیح گیاهان با میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی، یکی از متدهای افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (Farzana & Radizah, 2005). کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده با جمعیت متراکم یک یا چند نوع میکروارگانیسم زنده و مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک حاصل از آنها می‌باشد که روی بذر، سطح گیاه یا سطح خاک به کار برده شده و ریزوسفر گیاهی را اشغال کرده و یا وارد گیاه می‌شوند و به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های خاکزاد و حفظ پایداری ساختمان خاک مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Manaffee & Kloepper, 1994; Vessey, 2003). استفاده از ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه² (PGPR) به عنوان کودهای زیستی، از پتانسیل مصرف بالایی برای انواع مختلف گیاهان زراعی و دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی و شرایط خاکی برخوردار است (Vessey, 2003). پاسخ گیاهان زراعی به تلقیح با PGPR بسیار مثبت و معنی‌دار است و این تکنیک به سبب داشتن قیمت مناسب، از جذابیت بالایی برای کشاورزان برخوردار است (Sumner, 1990). باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپریلوم از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن با تولید مقادیر قابل ملاحظه‌ای از هورمون‌های محرک رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Khalid et al., 2004; Zahir et al., 2004). با توجه به اهمیت بابونه آلمانی و کاربرد فراوان آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی و با عنایت به اثرات معنی‌دار کودهای زیستی بر صفات مختلف گیاهان (از جمله گیاهان دارویی) و با در نظر گرفتن تأثیر منفی مصرف مقادیر بالای کود نیتروژنی بر سلامت انسان و محیط زیست و لزوم مصرف مقادیر کافی کود نیتروژنی در جهت افزایش محصول، بررسی اثر توأم این کودها بر شاخص‌های رشدی بابونه آلمانی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی و مقادیر مختلف کود نیتروژنی بر برخی شاخص‌های رشدی بابونه آلمانی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 16 تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی 87-1386 به اجرا در آمد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا

1 - Biofertilizers

2- Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in experimental field

عمق (cm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ds.m ⁻¹)	مواد خنثی شونده (‰)	T.N.V (%)	مواد آلی (‰)	درصد ازت کل Total N (%)	فسفر P	پتاسیم K	مس Cu	منگنز Mn	روی Zn	آهن Fe	عناصر قابل جذب (mg.kg ⁻¹) Available content (mg.kg ⁻¹)	بافت خاک (درصد) Soil structure (%)
0-30	7.4	1.07	2	0.76	0.08	8	304	1.9	10	0.7	3.6	8	18	74

جدول 2- میانگین دما، رطوبت نسبی و بارندگی در سال زراعی 1387-88

Table 2- Average values of temperature, relative humidity and rainfall during 2007-2008

ماه Month	دما Temperature (°C)		رطوبت نسبی Relative humidity (%)		بارندگی Rainfall (mm)
	حداقل Min	حداکثر Max	حداقل Min	حداکثر Max	
(فروردین) 20 MAR - 19 APR	5.0	19.5	28.0	70.0	0.08
(اردیبهشت) 20 APR - 20 MAY	6.3	22.0	21.4	68.7	0.20
(خرداد) 21 MAY - 20 JUN	10.8	27.6	19.9	66.5	0.00
(تیر) 21 JUN - 21 JUL	15.3	30.8	23.3	65.9	0.54
(مرداد) 22 JUL - 21 AUG	17.5	34.0	20.0	46.0	0.09
(شهریور) 22 AUG - 21 SEP	12.8	30.3	21.9	72.8	0.40

در نهایت پس از اندازه‌گیری ارتفاع بوته (توسط خط‌کش)، قطر ساقه (توسط کولیس)، قطر کاپیتول (توسط کولیس) و شمارش تعداد ساقه‌های اصلی، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد کاپیتول در بوته، هر بوته به سه جزء شامل برگ، ساقه و کاپیتول تقسیم شدند. جهت تعیین وزن خشک، اندام‌های مختلف در آون 70 درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت قرار داده شدند و سپس توزین گردیدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال مربوطه (یک درصد یا پنج درصد) استفاده گردید. از نرم افزار EXCEL جهت رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر ریزوباکتری‌های محرک رشد بر خصوصیات رشدی بابونه

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش (جدول 3 و 4) در نتیجه تلقیح با باکتری‌ها میانگین ارتفاع بوته 8/6-3 درصد، قطر ساقه 6/5-10/6 درصد، تعداد شاخه فرعی 5-14 درصد، تعداد گل در بوته 13/5-20 درصد، وزن گل 20/2-26/3 درصد، وزن ساقه 29/1-24/4 درصد، وزن برگ 19/2-24/7 درصد و وزن خشک کل تک بوته 24/2-26/8 درصد افزایش در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) نشان دادند. در هیچ یک از صفات مذکور بین تیمارهای تلقیح با

ازتوباکتر کروکوکوم (B₁)، آروسپیریوم لیپوفروم (B₂) و مخلوط دو باکتری (B₃) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 4). اثر تلقیح با باکتری‌ها روی تعداد ساقه اصلی و قطر کاپیتول معنی‌دار نبود (جدول 3). با توجه به نتایج به دست آمده، اثرات مثبت ازتوباکتر و آروسپیریوم را می‌توان به تثبیت زیستی نیتروژن، تولید و ترشح هورمون‌های محرک رشد گیاه و سایر مکانیسم‌های مؤثر در فعالیت این باکتری‌ها نسبت داد. جیبرلین‌ها سبب افزایش رشد طولی سلول‌ها شده و اکسین‌ها تقسیم سلولی را افزایش می‌دهند (Vessey, 2003) و بدین ترتیب این باکتری‌ها می‌توانند در افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن خشک بخش‌های مختلف گیاه و در نتیجه تولید بیشتر محصول مؤثر باشند. از طرفی تولید هورمون‌های محرک رشد توسط این باکتری‌ها سبب توسعه سیستم ریشه‌ای گشته و حجم خاکی که توسط ریشه اشغال می‌شود را افزایش می‌دهند، این امر موجب افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک می‌شود (Bhattarai, 2002; Hess & Kader et al., 1993) که در نهایت بهبود شاخص‌های رشدی بابونه را به دنبال دارد. فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2009) در بررسی اثر کودهای زیستی بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی (تعداد شاخه اصلی، تعداد گل آذین در بوته، قطر گل، عملکرد گل تر و خشک) به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج تحقیق یوسف و همکاران (Youssef et al., 2004) حاکی از

ومل (Letchamo & Vomel, 1989) نیز گزارش شده است. یک بررسی دیگر هم اثر مثبت و معنی دار کود نیتروژنی بر تعداد گل در گیاه دارویی بابونه را تأیید می نماید (Mirshekari et al., 2007). در مطالعه صورت گرفته توسط جوری و همکاران (Johri et al., 1992) بهترین مقدار کود نیتروژن جهت حصول عملکرد مطلوب در بابونه، 60 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار عنوان شده است. افزایش قطر طبق در گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) در نتیجه افزایش میزان مصرف کود نیتروژنی توسط رحمانی و همکاران (Rahmani et al., 2008) گزارش شده است. در بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژنی (صفر، 30، 60، 90 و 120 کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد گیاه دارویی گل محمدی (*Rosa damascene* Mill.) مصرف مقادیر بالای کود نیتروژنی به کاهش معنی دار قطر و تعداد گل برداشت شده از بوته ها منجر گردید که این موضوع اهمیت دقت در مصرف کودها را بیش از پیش آشکار می سازد (Daneshkhah et al., 2007).

اثر ترکیبی PGPR و کود نیتروژنی بر عملکرد بابونه

دو صفت مهم و تعیین کننده در عملکرد بابونه یعنی تعداد گل و وزن خشک گل علاوه بر اثرات اصلی، تحت تأثیر اثر ترکیبی تلقیح با ریزوباکتری ها و کود نیتروژنی قرار گرفتند (جدول 3). در هر دو صفت بیشترین میزان به ترکیب تیماری B_1N_1 (تلقیح با ازتوباکتر + مصرف 50 kgN.ha^{-1}) و کمترین مقدار به ترکیب تیماری B_0N_0 (عدم تلقیح + عدم مصرف کود نیتروژنی) تعلق داشت (شکل 1 و 2). بیشترین اختلاف بین تیمار B_0 (عدم تلقیح) و سایر سطوح تلقیح با ریزوباکتری ها در نتیجه مصرف 50 kgN.ha^{-1} به دست آمد. در نتیجه تلقیح با باکتری ها و مصرف 50 kgN.ha^{-1} ، تعداد گل در بوته در مقایسه با تیمار B_0N_1 (عدم تلقیح + مصرف 50 kgN.ha^{-1}) $89/9-59/4$ درصد افزایش نشان داد. این افزایش در مورد صفت وزن گل تک بوته $101/2-57/2$ درصد بود. در صورتی که در نتیجه مصرف مقادیر بالاتر کود نیتروژنی (100 یا 150 kgN.ha^{-1} کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار)، اختلاف بین تیمار B_0 (عدم تلقیح) و سایر تیمارهای تلقیح با باکتری به اندازه مصرف 50 kgN.ha^{-1} کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نبود و حتی در مواردی سبب کاهش تعداد گل و وزن گل خشک تک بوته شده است. به عبارت بهتر مصرف مقادیر بالای کود نیتروژنی، کارایی باکتری ها را کاهش داده است. طی مطالعاتی دی فریتاس و ژرمیدا (De Freitas & Germida, 1990) پیشنهاد کردند که مصرف PGPR ها در خاک هایی با حاصلخیزی کمتر، رشد گیاهان را بیشتر تحریک می کنند. هرگونه تغییر در عناصر معدنی خاک می تواند تعداد باکتری در ریزوسفر را تحت تأثیر قرار دهد (Marschner et al., 1999). مقایسه اثر تلقیح با باکتری ها در سطوح مختلف کود نیتروژنی

آن است که مصرف کود زیستی (حاوی آروسپیریوم و ازتوباکتر) در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.)، سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام های هوایی گیاه گردیده است. در بررسی اثر ترکیبی از کودهای زیستی بر ارتفاع گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نتایج مشابهی به دست آمده است (Shaalán et al., 2005; Khorramdel et al., 2008). نتایج بررسی شالان و همکاران (Shaalán et al., 2005) نشان داد که مصرف کودهای زیستی نظیر ازتوباکتر، آروسپیریوم و سودوموناس به افزایش تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول در گیاه دارویی سیاهدانه منجر می شود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) گزارش کردند که در نتیجه کاربرد کودهای زیستی، قطر ساقه و وزن تر و خشک اندام های گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) افزایش یافت، ولی ارتفاع بوته تحت تأثیر کودهای زیستی قرار نگرفت. نتایج تحقیق راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) حاکی از آن است که ترکیب نوعی قارچ اندومیکوریزا با ریزوباکتری های محرک رشد گیاه از جمله باسیلوس و آروسپیریوم، به افزایش بیوماس و میزان فسفر در گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martini* L.) منجر می گردد.

اثر کود نیتروژن بر خصوصیات رشدی بابونه

با افزایش میزان مصرف کود نیتروژنی تمامی صفات مورد بررسی (به جز تعداد شاخه فرعی) افزایش نشان دادند. این افزایش بین سطوح کودی 50، 100 و 150 kgN.ha^{-1} کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از نظر آماری معنی دار نبود. در تمامی صفات، کمترین مقدار به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژنی) تعلق داشت (جدول 5). شرکت نیتروژن در ساختار ماکرومولکول های نظیر پروتئین ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک را می توان از جمله عوامل مؤثر در افزایش وزن تر و خشک بوته در نتیجه مصرف کودهای نیتروژنی محسوب کرد (Niakan et al., 2004). با توجه به اینکه نیتروژن از یک سو نقشی اساسی در ساختمان کلروفیل داشته و از سوی دیگر مهم ترین عنصر در سنتز پروتئین ها می باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی موجب افزایش میزان پروتئین می گردد، لذا با افزایش میزان پروتئین در گیاه، سطح برگ، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع و قطر ساقه بیشتر می شود و در نتیجه میزان مواد فتوسنتزی افزایش می یابد (Rahmani et al., 2008). در بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژنی بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی گزارش شده است که اثر کود نیتروژنی بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه گل دهنده، تعداد ساقه اصلی و وزن خشک گل در بوته معنی دار نمی باشد، ولی با افزایش میزان مصرف کود نیتروژنی، تعداد گل در بوته افزایش نشان داده است (Zeinali et al., 2008). افزایش تعداد ساقه اصلی در گیاه بابونه در نتیجه افزایش میزان مصرف کود نیتروژنی توسط لتچامو و

باسیلوس مگاتریوم همراه با نصف مقدار توصیه شده کودهای NPK مورد استفاده قرار گیرد (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). بر اساس گزارش عبدالعزیز و همکاران (Abdelaziz et al., 2007)، با کاربرد توأم کمپوست، ازتوباکتر کروکوکوم (تثبیت کننده نیتروژن) و باسیلوس مگاتریوم (بakterی حل کننده فسفات)، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، بیوماس تک بوته و تعداد گل در گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) در مقایسه با گیاهانی که فقط با کودهای معدنی پر مصرف (NPK) تیمار شده بودند، به طور معنی داری افزایش نشان می دهد. در بررسی دیگری کندیل و همکاران (Kandeel et al., 2002) نیز دریافتند که تلقیح با مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریوم همراه با نصف یا کل میزان کود نیتروژنی غیر آلی، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum bacilicum* L.) را افزایش می دهد.

نشان داده است که اثرات بسیار چشمگیر تلقیح با باکتری‌ها روی رشد و عملکرد گیاهان مختلف، از سطوح پایین به متوسط کودهای نیتروژنی حاصل می شود (Okon, 1985). همچنین گزارش شده، تحریک رشد گیاه توسط آزوسپیریوم تنها در شرایط محدودیت نیتروژن وجود دارد (Fallik & Okon, 1996; Dobbelaere et al., 2001). با این وجود در دیگر موارد افزایش در تحریک رشد گیاه، پس از افزودن کودها مشاهده شده است (Okon & Labandera-Gonzalez, 1994). استفاده از کودهای معدنی در خاک بر تعداد ازتوباکتر مؤثر است به طوری که افزودن کودهای نیتروژنی به خاک رشد ازتوباکتر را محدود می کند، اما افزودن کودهای فسفاته سبب تسریع رشد باکتری‌ها می شود (Haller & Stolp, 1985; Astaraii & Koocheeki, 1996). در تحقیقی که روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) انجام گرفت، مشاهده شد که بیشترین تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک گیاه زمانی حاصل می شود که ترکیبی از باکتری‌های ازتوباکتر کروکوکوم، آزوسپیریوم لیپوفرورم و

جدول 3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تلقیح با باکتری و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی

Table 3- Analysis of variance (mean square) of effect of inoculation with bacteria and nitrogen fertilizer on morphological traits in german chamomile

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد ساقه اصلی	تعداد شاخه فرعی	قطر کاپیتول	تعداد گل در بوته	وزن گل تک بوته	وزن ساقه تک بوته	وزن برگ تک بوته	وزن خشک تک بوته
Sources of variance	df	Plant height	Stem diameter	Number of main stem	Number of lateral branches	Capitul diameter	Flowers per plant	Dry weight of flowers	Dry weight of stem	Dry weight of leaf	Total dry weight per plant
تکرار	2	32.89 *	0.35 *	0.00 ^{ns}	4.42 *	0.00 ^{ns}	31.49 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.12 *	0.05 **	0.16 *
باکتری	3	25.76 *	0.40 **	0.15 ^{ns}	5.51 **	0.03 ^{ns}	107.43 **	0.03 **	0.11 *	0.03 *	0.16 *
نیتروژن	3	86.47 **	0.95 **	0.66 **	2.70 ^{ns}	0.15 *	539.90 **	0.11 **	0.55 **	0.28 **	0.92 **
B×N	9	7.98 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.14 ^{ns}	1.41 ^{ns}	0.05 ^{ns}	124.41 **	0.02 **	0.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.06 ^{ns}
اشتباه آزمایش	30	7.72	0.09	0.07	1.19	0.05	25.42	0.01	0.04	0.01	0.04
ضریب تغییرات	----	6.51	6.73	16.12	9.44	3.14	13.17	7.36	11.70	10.13	9.87
% CV											

ns: غیر معنی دار * معنی دار در سطح احتمال 5 درصد ** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد
ns: not significant * : significant at p≤0.05 ** : significant at p≤0.01

جدول 4- مقایسه میانگین اثر تلقیح با باکتری بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی

Table 4- Effect of inoculation with bacteria on morphological traits of german chamomile

وزن خشک تک بوته Total dry weight per plant (g)	وزن برگ تک بوته Dry weight of leaf (g)	وزن ساقه تک بوته Dry weight of stem(g)	وزن گل تک بوته Dry weight of flowers (g)	تعداد گل در بوته Flowers per plant	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branches	قطر ساقه Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تلقیح با باکتری Inoculation with bacteria
3.74 b	0.79 b	2.20 b	0.74 b	34.03 b	10.74 b	4.09 b	41.04 b*	عدم تلقیح no-inoculation
4.74 a	0.96 a	2.84 a	0.93 a	39.54 ab	11.28 ab	4.36 ab	42.27 ab	<i>Azotobacter chroococcum</i>
4.67 a	0.99 a	2.74 a	0.93 a	40.95 a	11.97 ab	4.39 ab	42.89 ab	<i>Azospirillum lipoferum</i>
4.64 a	0.95 a	2.80 a	0.89 a	38.61 ab	12.24 a	4.53 a	44.56 a	مخلوط دو باکتری Mixture of two bacteria

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

*Values followed by different letters in each column were significantly different at $p \leq 0.05$ using Duncan's multiple range test.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک بابونه آلمانی

Table 5- Mean comparison of nitrogen fertilizer on morphological traits of german chamomile

وزن خشک تک بوته Total dry weight per plant (g)	وزن برگ تک بوته Dry weight of leaf (g)	وزن ساقه تک بوته Dry weight of stem (g)	وزن گل تک بوته Dry weight of flowers (g)	تعداد گل در بوته Flowers per plant	قطر کاپیتول Capitul diameter (mm)	تعداد ساقه اصلی Number of main stem	قطر ساقه Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	کود نیتروژنی Nitrogen fertilizer (kgN.ha ⁻¹)
2.98 c	0.56 c	1.77 b	0.64 b	28.39 b	6.92 b	1.81 b	3.98 b	39.05 b*	0
4.50 b	0.93 b	2.67 a	0.89 a	40.76 a	7.00 ab	2.94 a	4.27 ab	42.47 a	50
4.82 ab	1.04 ab	2.85 a	0.92 a	40.65 a	7.08 ab	3.16 a	4.53 a	43.95 a	100
5.68 a	1.23 a	3.39 a	1.06 a	43.32 a	7.19 a	3.57 a	4.60 a	45.28 a	150

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

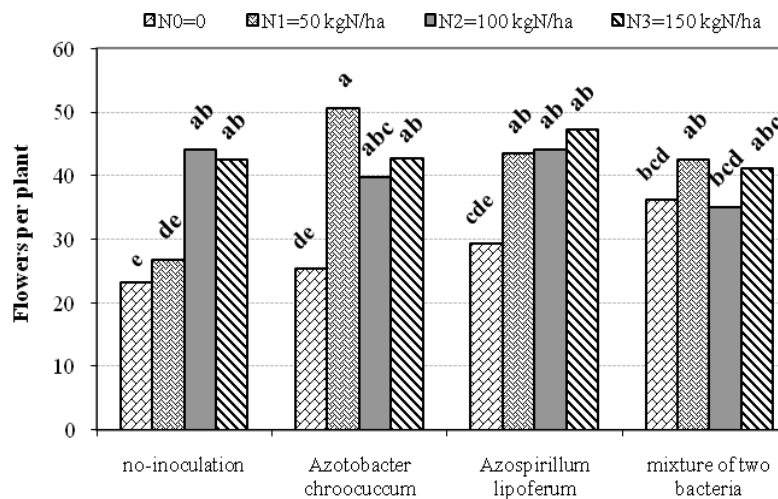
*Values followed by different letters in each column are significantly different at $p \leq 0.05$ using Duncan's multiple range test.

سپاسگزاری

از داوران محترم که پیشنهادهای ارزنده ای ایشان سهم بسزایی در بهبود کیفیت این مقاله داشتند، تشکر و قدردانی می گردد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده با مصرف 50 kgN.ha^{-1} و تلقیح با باکتری ها تمامی شاخص های رشدی بابونه بهبود یافته و در نهایت حداکثر عملکرد گل تولید شده است، این درحالی است که افزایش میزان مصرف کود نیتروژنی در مواردی باعث کاهش اثرات مثبت ریزوباکتری های محرک رشد مورد بررسی شده است. از طرفی مشاهده شد در صورت عدم تلقیح با باکتری ها، برای داشتن عملکرد بالا باید حداقل 100 kgN.ha^{-1} مصرف شود که ضمن افزایش هزینه تولید، آلودگی زیست محیطی را نیز در پی خواهد داشت.



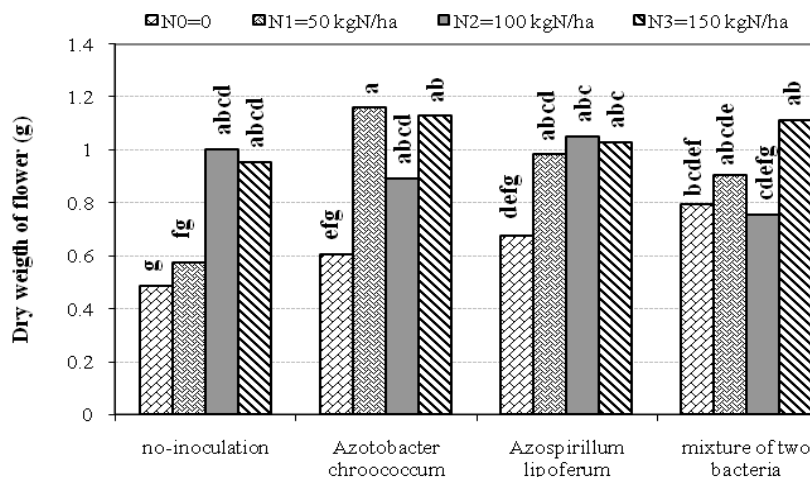
Inoculation with bacteria

شکل 1- اثر ترکیبی تلقیح با باکتری و کود نیتروژن بر تعداد گل در بوته بابونه آلمانی

Fig. 1- Combined effects of inoculation with bacteria and nitrogen fertilizers on number of flowers per plant in german chamomile

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Values followed by different letters were significantly different ($p \leq 0.01$), using Duncan's multiple range test.



Inoculation with bacteria

شکل 2- اثر ترکیبی تلقیح با باکتری و کود نیتروژن بر وزن گل تک بوته بابونه آلمانی

Fig. 2- Combined effects of inoculation with bacteria and nitrogen fertilizers on dry weight of flower in german chamomile

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

Values followed by different letters were significantly different ($p \leq 0.01$), using Duncan's multiple range test.

منابع

- 1- Abdelaziz, M., Pokluda, R., and Abdelwahab, M. 2007. Influence of compost, microorganism and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinalis* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 35: 86-90.
- 2- Astaraii, A.R., and Koocheki, A. 1996. Biofertilizers in (Sustainable) Agriculture. (Eds.), Jahade Daneshgahie Mashhad Publications, 168 p. (In Persian)

- 3- Bhattarai, T., and Hess, D. 1993. Yield responses of Nepalese spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to inoculation with *Azospirillum* spp. of Nepalese origin. Plant and Soil 151: 67-76.
- 4- Daneshkhah, M., Kafi, M., Nikbakht, A., and Mirjalili, M.H. 2007. Effects of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on flower yield and essential oil content of *Rosa damascene* Mill. from Barzok of Kashan. Iranian Journal of Horticultural Science Technology 8(2): 83-90. (In Persian with English Summary)
- 5- De Freitas, J.R., and Germida, J.J. 1990. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian Journal of Microbiology 36: 264-272.
- 6- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Vanderleyden, J., Dutto, P., Labandera-Gonzalez, C., Caballero-Mellado, J., Aguirre, J.F., Kapulnik, Y., Brener, S., Burdman, S., Kadouri, D., Sarig, S., and Okon, Y. 2001. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. Australian Journal of Plant Physiology 28: 871-879.
- 7- Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani-Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Agricultural Research 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)
- 8- Fallik, E., and Okon, Y. 1996. The response of maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* inoculation in various types of soils in the field. World Journal of Microbiology and Biotechnology 12: 511-515.
- 9- Farzana, Y., and Radizah, O. 2005. Influence of rhizobacterial inoculation on growth of the sweetpotato cultivar. OnLine Journal of Biological Science 1(3): 176-179
- 10- Goeschl, T. 2002. Stakes in the evolutionary race: the economic value of plants for medicinal application. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 9: 373-388.
- 11- Haller, T., and Stolp, H. 1985. Quantitative estimation of root exudation of maize plants. Plant and Soil 86: 207-216.
- 12- Johri, A.K., Srivastava, L.J., Singh, J.M., and Rana, R.C. 1992. Effect of time planting on German chamomile (*Matricaria recutita* L.). Indian Journal of Agronomy 32: 302-304.
- 13- Kader, M.A., Main, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. OnLine Journal of Biological Science 2: 259-261.
- 14- Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum bacilicum* L. plant. Annals of Agricultural Science 47: 351-371.
- 15- Khalid, A., Arshad, M., and Zahir, A.Z. 2004. Screening plant growth-promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat. Journal of Applied Microbiology 96: 473-480.
- 16- Khorramdel, S., Koocheki, A.R., Nassiri-Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Agricultural Research 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary)
- 17- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Agricultural Research 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)
- 18- Letchamo, W., and Vomel, A. 1989. The relationship between ploidy levels and certain morphological characteristics of *chamomilla recutita*. Planta Medica 55: 527-528.
- 19- Mahfouz, S.A., and Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences 21: 361-366.
- 20- Manaffee, W.F., and Kloepper, J.W. 1994. Applications of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. Pankburst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R., and Grace, P.R., (eds.) In: Soil biota management in sustainable farming systems. pp: 23-31, CSIRO, Pub East Melbourne, Australia.
- 21- Marschner, P., Gerendas, J., and Sattelmacher, B. 1999. Effect of N concentration and N source on root colonization by *Pseudomonas fluorescens* 2-79 RLI. Plant and Soil 215: 135-141.
- 22- Mirshekari, B., Darbandi, S., and Ejlali, L. 2007. Effect of irrigation intervals, nitrogen rate and nitrogen splitting on essence of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Crop Science 9(2):142-156. (In Persian with English Summary)
- 23- Niakan, M., Khavarynejad, R.A., and Rezaee, M.B. 2004. Effect of different rates of N/P/K fertilizer on leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 20(2): 131-148. (In Persian with English Summary)
- 24- Okon, Y. 1985. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. Trends in Biotechnology 3: 223-228.
- 25- Okon, Y., and Labandera-Gonzalez, C.A. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biology and Biochemistry 26: 1591-1601.
- 26- Omidbaigi, R. 2008. Production and processing of medicinal plants. Volume 3, 5th edition, Beh Nashr (Astane Ghodse Razavi Publications), 397 p. (In Persian)
- 27- Omidbaigi, R. 2009. Production and processing of medicinal plants. Vol. 1, 5th edition, Beh Nashr (Astane Ghodse Razavi Publications), 347 pp. (In Persian)
- 28- Padulosi, S., Leaman, D., and Quek, P. 2002. Challenges and opportunities in enhancing and conservation and use

- of medicinal and aromatic plants. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 9: 243-267.
- 29- Rahmani, N., Valadabadi, A.R., Daneshian, J., and Bigdeli, M. 2008. The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24(1): 101-108. (In Persian with English Summary)
- 30- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautams, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by *Rhizobacteria*, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiology Research 156: 145-149.
- 31- Salamon, I. 1992. Chamomile a medicinal plant. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 10: 1-4.
- 32- Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research 83: 811-828.
- 33- Sumner, M.E. 1990. Crop responses to *Azospirillum* inoculation. In: Stewart, B.A. (ed.), Advances in Soil Sciences 12: 53-123.
- 34- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
- 35- Youssef, A.A., Edris, A.E., and Gomaa, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science 9: 299-311.
- 36- Zahir, A.Z., Arshad, M., and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy 81: 97-168.
- 37- Zeinali, H., Bagheri-Kholanjani, M., Golparvar, M.R., Jafarpour, M., and Shirani-Rad, A.H. 2008. Effect of different planting time and nitrogen fertilizer rates on flower yield and its components in German chamomile (*Matricaria recutita*). Iranian Journal of Crop Science 10(3): 220-230. (In Persian with English Summary)

بررسی تنوع گونه‌ای، ساختاری و کارکردی جوامع علف‌های هرز باغات پسته (*Pistacia vera* L.) شهرستان بردسکن

صغری الهی¹، رضا صدرآبادی حقیقی^{2*} و لیلا علیمزادی³

تاریخ دریافت: 1389/02/25

تاریخ پذیرش: 1389/07/07

چکیده

به منظور بررسی ساختار و تنوع گونه‌ای جوامع علف‌های هرز باغات پسته بردسکن، تعداد 33 باغ از 12 روستای این شهرستان در سال زراعی 87-88 مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری با توجه به مساحت باغ‌ها بطور تصادفی و براساس الگوی W با استفاده از کوادرات‌های 1x1 متر مربعی انجام شد. در این تحقیق 44 گونه علف هرز از 15 خانواده گیاهی شناسایی شد که در بین آنها تعداد گونه‌های دو لپه‌ای (31 گونه) بیشتر از تک لپه‌ای‌ها (13 گونه) بود. هم چنین در این جامعه تعداد 26 گونه علف هرز سه کرپنه و 18 گونه علف هرز چهار کرپنه و 28 گونه علف هرز یک ساله و 13 گونه علف هرز چند ساله مشاهده شد. خانواده‌های Poaceae و Chenopodiaceae با 9 و 12 گونه به ترتیب بیشترین غنای گونه‌ای را در خانواده‌های دو لپه‌ای و تک لپه‌ای داشتند. مهمترین علف‌های هرز تک لپه یکساله شامل سوروف، علف انگشتی (*Digitaria sanguinalis*(L.) Scop.)، دم روباهی سبز (*Setaria viridis*(L.) Beauv.) بودند. علف‌های هرز اویار سلام (*Cyperus rotundus* L.)، پنجه مرغی (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. (Bogdan)) و پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) مهمترین علف‌های هرز چند ساله بودند. باغات مورد بررسی از نظر میانگین تراکم، فراوانی و یکنواختی علف‌های هرز در سطح تشابه 75% در هفت خوشه و از نظر میانگین تراکم نسبی، فراوانی نسبی و یکنواختی نسبی گونه‌ها در هشت خوشه قرار گرفتند. دامنه تغییرات شاخص تنوع شانون وینر بین 2/3 و 0/16 و دامنه تغییرات شاخص غالبیت سیمپسون بین 0/97 و 0/17 بود. تفاوت در شاخص‌های تنوع گونه‌ای و غالبیت خوشه‌ها با میزان و نوع عملیات مدیریتی در باغات ارتباط داشت.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنوع شانون وینر، شاخص غالبیت سیمپسون، فراوانی نسبی، غنای گونه‌ای، یکنواختی

مقدمه

ale, 2008; Ale-ebrahim, 2008). تنوع و اندازه جمعیت‌های علف هرز متأثر از عوامل زنده و غیر زنده متعددی است (Mohammadvand et al., 2009).

خصوصیت تغییر جامعه گیاهی در پاسخ به تغییرات عملیات تولید از موضوعات مهم علف‌های هرز است (Rashed Mohassel & Gerhards et al., 2002; Musavi, 2007). انجام عملیات زراعی تأثیر بسزایی در پویایی علف‌های هرز دارد. انجام هر نوع عملیات زراعی نتایج خاص خود را در تغییر جمعیت علف‌های هرز بدنبال خواهد داشت (Ghorsani Anbaran et al., 2008). ترکیب گونه‌ای جوامع علف‌های هرز از تغییر فصلی، چرخه‌های کشاورزی و تغییرات محیطی بلند مدت مثل فرسایش خاک و تغییر اقلیمی منتج شده است. هر ساله انتخاب عملیات مدیریتی مثل شخم، گونه‌های زراعی، روش‌های کنترل علف‌های هرز و کوددهی، الگوهای تخریب طبیعی و منابع در دسترس را تغییر می‌دهد که بر روی فرآیندهای کلونی طبیعی جوامع گیاهی تأثیر می‌گذارد (Poggio et al., 2004). این

تنوع زیستی به کلیه موجودات زنده و روابط متقابل بین آنها در یک سیستم گفته می‌شود که در آن این موجودات روابط بسیار پیچیده‌ای با هم دارند. کشاورزی بزرگترین استفاده کننده از تنوع زیستی محسوب می‌شود که زراعت و امنیت غذا در سطح جهان به آن وابسته است (Noruzzadeh et al., 2009). از بین رفتن تنوع زیستی در بوم نظام‌های زراعی، تهدیدی جدی برای بقا این بوم نظامها و نهایتاً امنیت غذایی جهان محسوب می‌شود (Koocheki et al., 2007). برای حفاظت و بهره برداری مطلوب از تنوع زیستی اکوسیستم‌های کشاورزی، شناخت ویژگی‌ها و پراکندگی مکانی و زمانی اجزای آن، در همه سطوح ضروری می‌باشد (Alimoradi et

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، دانشیار و مربی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد

(*) - نویسنده مسئول: (Email: rsadrabadi@mshdiau.ac.ir)

علف‌های هرز باغات پسته شهرستان بردسکن جهت استفاده از آن برای مدیریت بهینه علف‌های هرز این باغات انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور تعیین ساختار جوامع و ارزیابی ترکیب و تنوع گونه‌ای و کارکردی علف‌های هرز باغات پسته شهرستان بردسکن در سال زراعی 1387-88 جمعیت علف‌های هرز در روستاهای این شهرستان انجام شد. شهرستان بردسکن با وسعتی حدود 7117/4 کیلومتر مربع بین عرض‌های 24-34 تا 48-35 درجه شمالی و 5-57 تا 5-58 درجه طول شرقی، در حاشیه شمالی کویر نمک واقع شده است و از سمت شمال به بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر و شهرستان سبزوار و از جنوب به شهرستان طبس و بجستان و از شرق به شهرستان خلیل آباد و از غرب به شهرستان شاهرود محدود می‌شود. ارتفاع متوسط این شهرستان از سطح دریا 1150 متر می‌باشد و دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی 150 میلی‌متر در سال است. روستاهای مورد نظر شامل ظاهرآباد، حطیطه، کوشه، علی آبادک، شفیع آباد، جلال آباد، کلاته نو، زنگینه، زمان آباد، مزرعه آستان قدس، شماره 1 چاه سلطان، خرم آباد بودند. در مجموع از علف‌های هرز 33 باغ از باغات پسته منطقه بطور تصادفی با توجه به مساحت باغ با استفاده از کوادرات (1x1 متر مربع) مطابق الگوی W نمونه برداری انجام شد. بدین ترتیب که باغات بین 1 تا 5 هکتار، 5 نمونه و بین 5 تا 10 هکتار، هشت نمونه و بیشتر از 10 هکتار، 12 نمونه برداشت شد و با توجه به اینکه باغات مورد بررسی بین 1 تا 5 هکتار بودند پنج نمونه از هر باغ تهیه شد. پس از آن علف‌های هرز موجود در هر کوادرات به تفکیک جنس و گونه شناسایی و شمارش شد (Yunesabadi et al., 2008). سپس این اطلاعات برای بدست آوردن شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفتند:

تنوع کارکردی، شاخص‌های تنوع آلفا، بتا و گاما:

گونه‌ها بر اساس تنوع کارکردی در چهار گروه چرخه زندگی (یکساله، دو ساله و چند ساله)، فرم رویشی (تک لپه و دو لپه)، مسیر فتوسنتزی (سه کرینه و چهار کرینه) و درجه تراکم (سمج و غیر سمج) طبقه بندی شدند. سپس نسبت به تعیین فراوانی و غنای گونه‌ای جوامع علف‌های هرز در روستاهای مختلف اقدام و بر اساس آن‌ها شاخصهای تنوع آلفا، بتا و گاما محاسبه گردید. برای محاسبه تنوع آلفا، تنوع گونه‌ای کل در هر شهرستان محاسبه و براساس آن واریانس و انحراف معیار محاسبه گردید (Poggio et al., 2004). تنوع گاما نیز از طریق محاسبه تنوع گونه‌ای کل بدست آمد. تنوع بتا از طریق آماره ویتاکر و بر اساس معادله (1) محاسبه گردید (Bazoobandi et al., 2007):

$$\beta_w = (S / S_r) - 1 \quad (\text{معادله 1})$$

تغییرات منظم و متوالی باعث سازگاری و تطابق علفهای هرز خاصی به این سیستم می‌شود (Nassiri Mahallati et al., 2008).

روش‌های پایش علفهای هرز توسط بسیاری از دانشمندان معرفی شده است. استفاده از فراوانی نسبی، یکنواختی نسبی و تراکم نسبی برای هرگونه بخصوص علف‌های هرز جنبه‌های مختلف حضور علف‌های هرز در محصولات زراعی مختلف را نشان داد (Keshavarz et al., 2008). می‌توان از تنوع آلفا (α)، بتا (β) و گاما (γ) برای اندازه گیری تنوع در یک اکوسیستم استفاده کرد. تنوع آلفا که شامل تنوع گونه‌ای کل درون یک زیستگاه یا جامعه مشخص می‌باشد (Bazoobandi et al., 2007) و تنوع گاما، تنوع گونه‌ای کل درون چشم انداز اکولوژیکی است. ارزیابی تنوع گونه‌ای بین جوامع گیاهی در امتداد گرادیان محیطی (تنوع تمایزی) با محاسبه تنوع بتا بدست می‌آید. جهت اندازه گیری تنوع بتا از آماره ویتاکر استفاده می‌شود. روش مرسوم دیگر در محاسبه تنوع β استفاده از ضرایب تشابه و عدم تشابه است. شاخص‌های تشابه¹ درجه همانندی ترکیب گونه‌ای جمعیت‌ها را اندازه گیری می‌کنند. از جمله شاخص‌های تشابه می‌توان به ضریب سورنسون² اشاره کرد که معمولاً برای داده‌های کیفی بکار می‌روند.

در اکولوژی علف‌های هرز، استفاده از شاخص تنوع «شانون-وینر»³ جهت اندازه گیری تنوع جوامع گیاهی متداول می‌باشد. این شاخص براساس غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها محاسبه می‌شود (Noruzzade et al., 2009). روش متداول دیگر اندازه گیری تناسب فراوانی بر مبنای «شاخص چیرگی سیمپسون»⁴ است که محاسبه آن ساده تر از شاخص شانون-وینر است و تنها به نمونه برداری و برآورد تعداد افراد در هر گونه مشخص و تعداد کل افراد نیاز است (Poggio et al., 2004). شاخص چیرگی سیمپسون بر پایه احتمال تعلق هردو فرد مورد نمونه برداری به گونه‌ای یکسان است. هرچه غلبه گونه واحدی در جامعه بیشتر باشد احتمال اینکه در نمونه برداریها گونه‌های مشابه بیشتری مشاهده شوند بیشتر است و تنوع جامعه کمتر خواهد بود (Padarlo et al., 2008).

پسته (*Pistacia Vera* L.) گیاهی است دوپایه و دگرگشن از خانواده سماق *Anacardiaceae* و جزء درخت‌های خزان کننده به شمار می‌آید (Jalili Marandi., 2008) شهرستان بردسکن دارای 6000 هکتار سطح زیر کشت پسته می‌باشد که 4800 هکتار باغات بارده و 1200 هکتار باغات غیر بارده (سن زیر هفت سال) هستند. با توجه به اهمیت این گیاه و افزایش سطح زیر کشت آن در منطقه این تحقیق به منظور بررسی تنوع گونه‌ای، ساختاری و کارکردی جوامع

- 1- Similarity Index
- 2- Sorenson Coefficient
- 3- Shannon-Weiner
- 4- Simpson Dominance index

$$MDF_{ki} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{ki}}{n} \quad (\text{معادله 6})$$

3- فراوانی نسبی³ نیز از معادله (7) بدست آمد که در آن RF_k تواتر نسبی، RU_k همسانی نسبی و RD_k متوسط تراکم نسبی مزرعه است

$$RA_k = RF_k + RU_k + RD_k \quad (\text{معادله 7})$$

شاخص هایی نظیر تواتر نسبی⁴ (RF_k) و همسانی نسبی⁵ (RU_k) و متوسط تراکم نسبی مزرعه⁶ (RD_k) از طریق معادله های (8)، (9) و (10) بدست می آید.

$$100 \times (\text{مجموع تواتر تمام گونه ها} / \text{تواتر گونه } k) = \text{تواتر نسبی گونه } k \quad (\text{معادله 8})$$

$$100 \times (\text{مجموع همسانی تمام گونه ها} / \text{همسانی گونه } k) = \text{همسانی نسبی گونه } k \quad (\text{معادله 9})$$

$$100 \times (\text{مجموع متوسط تراکم مزرعه } k) = (\text{متوسط تراکم مزرعه گونه } k) \quad (\text{معادله 10})$$

4- شاخص تنوع شانون - وینر (H'): از معادله (11 و 12) محاسبه گردید (Norouzzade et al., 2009):

$$H' = - \sum [Pi (LnPi)] \quad (\text{معادله 11})$$

در این معادله Pi نسبت افراد یا وفور گونه i ام که بر حسب نسبتی از کل پوشش بیان می شود (فراوانی نسبی گونه مورد نظر) و Ln لگاریتم در پایه n می باشد.

$$Pi = ni / N \quad (\text{معادله 12})$$

در این معادله N تعداد کل افراد تمام گونه ها و ni تعداد افراد هر گونه مشخص می باشد.

5- شاخص غالبیت سیمپسون (D): بر اساس معادله (13) محاسبه شد:

$$D = \sum \{[ni (ni - 1)] / [N (N - 1)]\} \quad (\text{معادله 13})$$

در این معادله N تعداد کل افراد تمام گونه ها و ni تعداد افراد هر گونه مشخص می باشد.

6- شاخص تشابه سورنسون (Ss): این شاخص با استفاده از معادله (14) محاسبه گردید:

$$Ss = \frac{2j}{(a + b + 2j)} \quad (\text{معادله 14})$$

در این معادله J تعداد گونه هایی که در هر دو جامعه یافت می شوند و a تعداد گونه هایی که فقط در جامعه a یافت می شوند و b تعداد گونه هایی که فقط در جامعه b یافت می شوند، می باشد.

گروه بندی شهرستان ها با استفاده از تجزیه خوشه ای به روش

که در این معادله β_w سرعت میزان تغییر غنای گونه ای در طول پایش، S غنای گونه ای در نمونه (در همه قاب ها) و Sr میانگین غنای گونه ای (مجموع تعداد تمام گونه های موجود در همه قاب ها تقسیم بر تعداد کل گونه ها) می باشد.

2- شاخص فراوانی¹ (AI_k): از دیگر شاخص ها جهت ارزیابی ترکیب و تنوع گونه ای جامعه علف های هرز که با استفاده از معادله (2) بدست آمد که در آن F_k تواتر گونه k ، U_k ضریب همسانی و MDF_k میانگین تراکم مزارع است.

$$AI_k = F_k + U_k + MDF_k \quad (\text{معادله 2})$$

تواتر (F_k) یعنی درصدی از مزارع که گونه گیاهی مورد نظر در آن حضور دارد، از طریق معادله (3) بدست آمد.

$$F_k = \frac{\sum Y_i}{n} * 100 \quad (\text{معادله 3})$$

که در این معادله F_k تواتر (بسامد یا فرکانس) گونه k ، Y_i حضور (1) یا عدم حضور (0) گونه k در مزرعه i و n تعداد مزارع پایش شده است.

ضریب همسانی، U_k که عبارت است از درصد کوادرات هایی که گونه گیاهی مورد نظر (علف هرز) حضور دارد و تخمینی از سطح تراکم گونه است براساس معادله (4) محاسبه شد.

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij}}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (\text{معادله 4})$$

در این معادله U_k ضریب همسانی (یکسانی) گونه k ، X_{ij} حضور (1) یا عدم حضور (0) گونه k در کوادرات j در مزرعه i می باشد، m نیز تعداد کوادرات در مزرعه می باشد.

تراکم² (D) تعداد بوته هر گونه را در متر مربع در هر مزرعه نشان می دهد (معادله 5).

$$D_{ki} = \frac{\sum z_i}{m} * 4 \quad (\text{معادله 5})$$

در این معادله D_{ki} تراکم (تعداد بر متر مربع) گونه k در مزرعه i و z_i تعداد گیاهان در کوادرات z می باشد (مساحت کوادرات 0/25 متر مربع می باشد).

میانگین تراکم مزارع (MFD_{ki}) که بر حسب تعداد در متر مربع مطرح می شود و برای نشان دادن میزان بزرگی (بزرگنمایی) تراکم در تمام مزارع پایش شده، بکار می رود. میانگین تراکم مزارع با جمع وزن تراکم گونه مورد نظر در هر مزرعه (D) و تقسیم آن بر تعداد کل مزارع (n) بدست آمد (معادله 6).

3- Relative Abundance

4- Relative Frequency

5- Relative Uniformity

6- Relative Mean Field Density

1- Abundance Index

2- Density

(Bogdan) و پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) به ترتیب با 5/68، 2/95 و 1/82 فراوانی در باغات شهرستان مهم ترین علف های هرز چند ساله بودند (جدول 1).

در مقایسه روستاهای مختلف از نظر تنوع گونه ای علف های هرز کشیده برگ (تک لپه) و پهن برگ (دولپه) در سطح تشابه 75 درصد، شش خوشه مشاهده شد که ظاهرآباد درخوشه اول و کوشه و علی آبادک درخوشه دوم و حطیطه، کلاته نو در خوشه سوم و شفیع آباد، زنگینه، جلال آباد، زمان آباد درخوشه چهارم و مزرعه آستان قدس در خوشه پنجم و چاه سلطان و خرم آباد درخوشه ششم قرار گرفتند. در کلیه باغات مورد مطالعه عمده جمعیت متعلق به پهن برگ ها (دولپه ای ها) بود که بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز پهن برگ (دولپه ای) در روستاهای ظاهرآباد، آستان قدس و بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز باریک برگ (تک لپه ای) در روستاهای ظاهرآباد و کوشه مشاهده شد (شکل 1).

خوشه بندی روستاهای مختلف از نظر تنوع گونه ای علف های هرز سه کربنه و چهار کربنه در سطح تشابه 75 درصد، هفت خوشه را نشان دادند که ظاهرآباد درخوشه اول و کوشه درخوشه دوم و حطیطه، جلال آباد، خرم آباد، زنگینه، زمان آباد، زنگینه و کلاته نو درخوشه سوم و شفیع آباد درخوشه چهارم و علی آبادک درخوشه پنجم و آستان قدس در خوشه ششم و چاه سلطان در خوشه هفتم قرار گرفتند. بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز سه کربنه در روستاهای ظاهرآباد، علی آبادک و آستان قدس مشاهده شد و روستاهای ظاهرآباد و کوشه بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز چهار کربنه را دارا بودند (شکل 2).

از نظر وجود علف های هرز سمج، در سطح تشابه 75 درصد، روستاهای این شهرستان در شش خوشه قرار گرفتند که ظاهرآباد درخوشه اول و کوشه، کلاته نو و آستان قدس درخوشه دوم و علی آبادک درخوشه سوم و حطیطه، شفیع آباد، زنگینه، جلال آباد، زمان آباد درخوشه چهارم و چاه سلطان درخوشه پنجم و خرم آباد درخوشه ششم قرار گرفتند. در این تحقیق روستاهای ظاهرآباد، کوشه و آستان قدس به ترتیب با داشتن 17، 16 و 15 گونه علف هرز سمج، بالاترین تنوع را در این گروه به خود اختصاص دادند (شکل 3).

روستاهای مختلف از نظر تنوع گونه ای علف های هرز یکساله و چند ساله در سطح تشابه 75 درصد در چهار خوشه قرار گرفتند که ظاهرآباد، کوشه، علی آبادک درخوشه اول و حطیطه، آستان قدس، کلاته نو، جلال آباد، زمان آباد، زنگینه و خرم آباد در خوشه دوم و شفیع آباد درخوشه سوم و چاه سلطان در خوشه چهارم قرار گرفتند. لازم بذکر است چاه سلطان و شفیع آباد وجه تشابه ای از نظر چرخه زندگی با سایر روستاها نداشت. در کلیه باغات، علف های هرز یکساله گروه غالب علف های هرز را تشکیل می دادند.

سلسله مراتبی پیوسته کامل بر اساس فواصل اقلیدوسی با نرم افزار (MINITAB) و شاخص های مورد مطالعه نیز با استفاده از نرم افزار EXCEL محاسبه شد.

نتایج و بحث

تنوع گونه ای و گروه های کارکردی

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق تعداد کل گونه علف های هرز موجود در باغات پسته شهرستان بردسکن 44 گونه متعلق به 15 خانواده بود که گونه های دو لپه با 31 گونه متنوع تر از گونه های تک لپه با 13 گونه بود. براساس مسیر فتوستتزی، تنوع علف های هرز سه کربنه با 26 گونه (دو لپه + تک لپه) بیشتر از علف های هرز چهار کربنه با 18 گونه (تک لپه + دو لپه) بود. خانواده های اسفناج (*Chenopodiaceae*) و کاسنی (*Asteraceae*) متنوع ترین خانواده علف های هرز دو لپه و C_3 و خانواده گندمیان (*Poaceae*) متنوع ترین خانواده علف های هرز تک لپه و C_4 در باغات پسته شهرستان بودند. خانواده خرفه (*Portulacaceae*) بین گونه های علف های هرز دو لپه و C_4 با 19/64 فراوانی بیشتری در باغات شهرستان از خود نشان داد. علف های هرز یکساله با 28 گونه تنوع بیشتری نسبت به علف های هرز چند ساله با 13 گونه داشتند. در باغات مورد بررسی علف های هرز با چرخه زندگی دو ساله وجود نداشت. خانواده های اسفناج و کاسنی به ترتیب با هشت گونه و چهار گونه متنوع ترین خانواده علف های هرز یکساله و خانواده حبوبات (*Fabaceae*) با چهار گونه متنوع ترین خانواده علف های هرز چند ساله بود. خانواده گندمیان در بین علف های هرز یکساله و چند ساله به ترتیب با هشت گونه و سه گونه مقام اول از نظر تنوع دارا بود. خانواده جگن (*Cyperaceae*) با 5/68 درصد نسبت به خانواده حبوبات در علف های هرز چند ساله و خانواده خرفه با 19/64 درصد نسبت به خانواده اسفناج و کاسنی در علف های هرز یکساله فراوانی بیشتری از خود نشان دادند.

در گروه بندی علف های هرز بر اساس درجه تراحم یا سماجت (Shimi & Terme, 1994; Shimi & Terme, 2006) علف های هرز سمج با 23 گونه دارای تنوع بیشتری نسبت به علف های هرز غیر سمج با 21 گونه بود. خانواده های گندمیان و اسفناج متنوع ترین خانواده ها در بین علف های هرز سمج و غیر سمج بود. مهمترین علف های هرز تک لپه یکساله شامل سوروف (*Beauv.* L.) (*Echinochloa crus-gali* L. Scop.)، علف انگشتی (*Setaria viridis* L.) Beauv.، دم روباهی سبز بودند که به ترتیب 16/74، 15/32 و 12/75 درصد از باغات شهرستان را به خود اختصاص دادند. علف هرز اویار سلام (*Cyperus routundus* L.)، پنجه مرغی (*Cynodon dactylon* L.) Pers.

جدول 1- گروه‌های کارکردی علف‌های هرز باغات پسته به تفکیک گونه و خانواده

Table 1- Weeds functional groups of pistachio orchards separated as species and family

کد Code	گونه علف هرز Weed species	خانواده Family	گروه‌های کارکردی Functional groups			
			فرم رویشی Vegetative form*	مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	چرخه رویشی Vegetative cycle*	درجه سم‌اجت Noxious*
1	<i>Acroptilon repens</i>	Asteraceae	D	C ₃	P	+
2	<i>Alhagi camelorum</i>	Fabaceae	D	C ₃	P	+
3	<i>Amaranthus blitoides</i>	Amaranthaceae	D	C ₄	A	-
4	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	D	C ₄	A	-
5	<i>Atriplex hastata</i>	Chenopodiaceae	D	C ₃	-	+
6	<i>Carthamus oxyacantha</i>	Asteraceae	D	C ₃	A	-
7	<i>Casputa compestris</i>	Casputaceae	D	C ₃	P	+
8	<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	D	C ₃	A	+
9	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	D	C ₃	A	-
10	<i>Chenopodium chenopodioides</i>	Chenopodiaceae	D	C ₃	A	-
11	<i>Chenopodium ficifolium</i>	Chenopodiaceae	D	C ₃	A	+
12	<i>Convolvulus arvensis</i>	Canvolvulaceae	D	C ₃	P	+
13	<i>Cressa certica</i>	Canvolvulaceae	D	C ₃	-	+
14	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	M	C ₄	P	+
15	<i>Cyperus rotundus</i>	cyperaceae	M	C ₄	P	+
16	<i>Descurania sophia</i>	Brassicaceae	D	C ₃	A	-
17	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	M	C ₄	A	+
18	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	M	C ₃	A	+
19	<i>Eragrostis cilianensis</i>	Poaceae	M	C ₄	A	-
20	<i>Ermopyron triticeum</i>	Poaceae	M	C ₃	A	-
21	<i>Heliotropium europaeum</i>	Boraginaceae	D	C ₃	A	+
22	<i>Hibiscus trionum</i>	Malvaceae	D	C ₃	A	+
23	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	M	C ₄	-	-
24	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	D	C ₃	A	-
25	<i>Launaea acanthodes</i>	Asteraceae	D	C ₃	A	-
26	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae	D	C ₃	P	-
27	<i>Panicum miliaceum</i>	Poaceae	M	C ₄	A	-
28	<i>Paspalum dilatatum</i>	Poaceae	M	C ₄	P	+
29	<i>Phalaris minor</i>	Poaceae	M	C ₄	A	+
30	<i>Phragmites australis</i>	Poaceae	M	C ₃	P	-
31	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	D	C ₃	P	-
32	<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	D	C ₃	A	+
33	<i>Prosopis farcta</i>	Fabaceae	D	C ₃	P	+
34	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	D	C ₄	A	+
35	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	D	C ₃	P	-
36	<i>Salsola kali</i>	Chenopodiaceae	D	C ₄	A	-
37	<i>Salsola soda</i>	Chenopodiaceae	D	C ₄	A	-
38	<i>Salsola vermiculata</i>	Chenopodiaceae	D	C ₄	A	-
39	<i>Setaria gluca</i>	Poaceae	M	C ₄	A	+
40	<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	M	C ₄	A	+
41	<i>Sophora alopecuroides</i>	Fabaceae	D	C ₃	P	-
42	<i>Suaeda fruticosa</i>	Chenopodiaceae	D	C ₄	A	-
43	<i>Tribulus terrestris</i>	ygophyllaceae	D	C ₄	A	+
44	<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	D	C ₃	A	+

*M, D, A, P, + and - : به ترتیب تک لپه، دو لپه، یک ساله، چند ساله، سمج و غیر سمج.

*M, D, A, P, + and - are monocotyledon, dicotyledon, annua, perennial, noxious and non noxious, respectively.

جدول 2- راهنمای روستاها

Table2- Villages guide

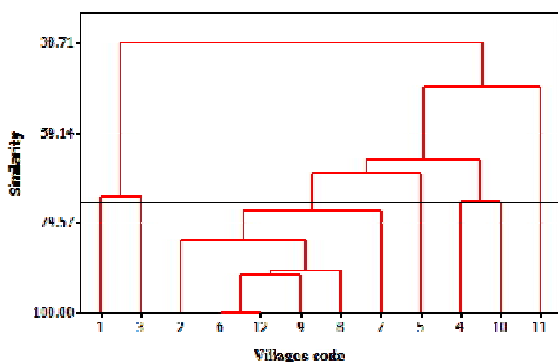
کد	Village	روستا	کد	Village	روستا
Code			Code		
1	Zaher abad	ظاهرآباد	7	Kalateno	کلاته نو
2	Hatiteh	حطیطه	8	Zangineh	زنگینه
3	Kushe	کوشه	9	Zaman abad	زمان آباد
4	Aliabadak	علی آبادک	10	Astan ghods	آستان قدس
5	Shafi abad	شفیع آباد	11	Chah sultan no.1	چاه سلطان شماره 1
6	Jalal abad	جلال آباد	12	Khoram abad	خرم آباد

پنجه مرغی دارای بیشترین میانگین تراکم و گونه های قوزک (*Hibiscus Trionum* L.)، ساق ترشک (*Rumex crispus* L.)، آفتاب پرست (*Heliotropium europaeum* L. (Bozot)) و علف چرخه (*Launaea acanthode* (Boiss.) O.Kuntze.) کمترین میانگین تراکم بوته درمترمربع دربین باغات را داشتند (جدول 3). کمترین یکنواختی و کمترین فراوانی درگونه های غوزک و علف چرخه بیشترین فراوانی به ترتیب در گونه های خرفه، سوروف، دم روباهی سبز، پنجه مرغی و علف انگشتی مشاهده شد (جدول 3). مقادیر بالای فراوانی و یکنواختی برای برخی گونه ها نشان دهنده تناسب بیشتر آنها با شرایط اقلیمی و خاک است درحالیکه مقادیر بالای میانگین تراکم مزرعه برای بعضی گونه ها نشان دهنده توانایی رقابت و تولید مثل بیشتر نسبت به سایر گونه ها است (Moeini et al., 2008).

روستاهای ظاهرآباد، کوشه و علی آبادک بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز یکساله و روستاهای ظاهرآباد، شفیع آباد بیشترین تنوع گونه ای علف های هرز چند ساله را دارا بودند (شکل 4). تنوع گونه ای علف های هرز روستای ظاهرآباد بیشتر از سایر روستاها بود. این باغداران معمولاً بر روی گونه های علف هرزی که درابتدای فصل درمزرعه ظاهر می شوند متمرکز می شوند، و بدین ترتیب فرصتی مناسب در ادامه فصل برای سایر گونه هایی که در بانک بذر هستند پدید می آید تا از اعمال کنترل فرار نمایند. استفاده از کودهای دامی نیوسیده، عدم استفاده از علف کشها و استفاده از کودهای شیمیایی توسط باغداران می تواند از دلایل عمده تنوع گونه ای باشد (Koocheki & Nassiri Mahallati, 2005; Ashrafi et al., 2004; Koocheki et al., 2007).

فراوانی، یکنواختی، میانگین تراکم

خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، سوروف، علف خرچنگ و

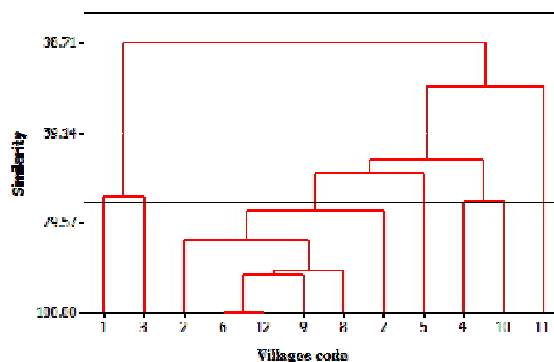


شکل 2- شباهت روستاها از نظر تنوع گونه های سه کربنه و چهار کربنه

کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 2- Similarity of villages in term of C₃ and C₄ species diversity

Villages' codes are on the basis of Table 2.

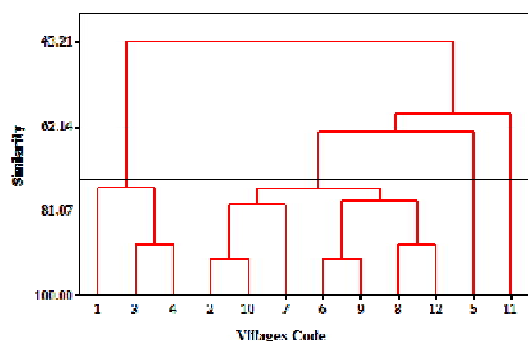


شکل 1- شباهت روستاها از نظر تنوع گونه های تک لپه و دوتپه

کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

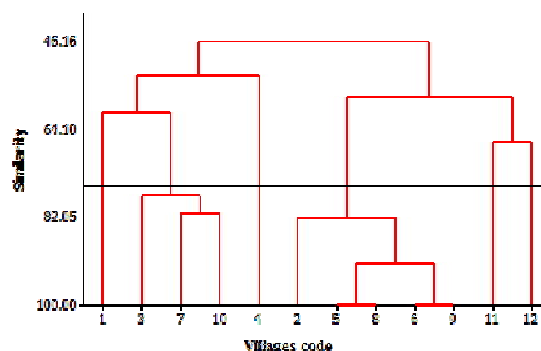
Fig. 1- Similarity of villages in term of monocotyledons and dicotyledons species diversity

Villages' codes are on the basis of Table 2.



شکل 4- شباهت روستاها از نظر تنوع گونه‌های یکساله و چند ساله
کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 4- Similarity of villages in term of annual and perennial species diversity
Villages' codes are on the basis of Table 2.



شکل 3- شباهت روستاها از نظر تنوع گونه‌های سمج و غیر سمج
کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 3- Similarity of villages in term of noxious and non-noxious species diversity
Villages' codes are on the basis of Ttable 2.

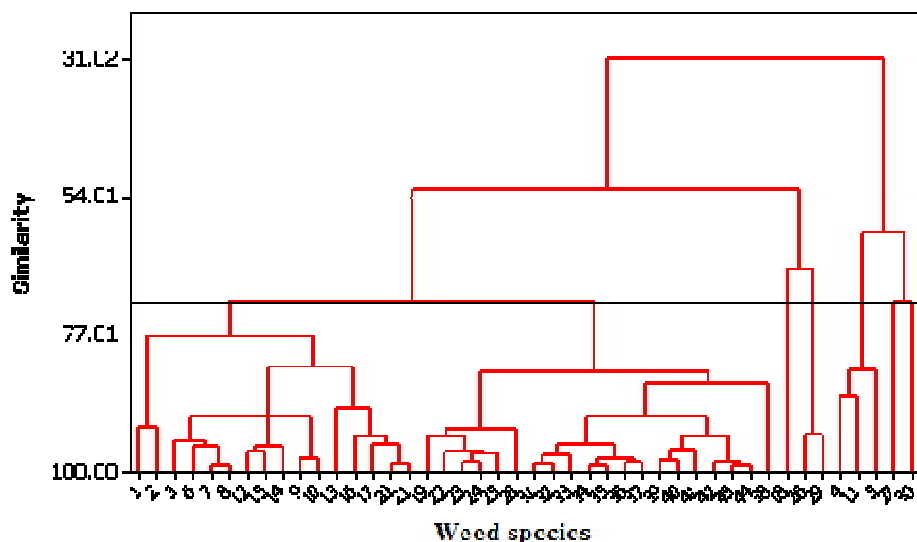
نی (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) در فراوانی و یکنواختی در سطح تشابه 75% نشان داد این گونه ها در هفت خوشه جداگانه قرار گرفتند، به طوری که اویارسلام، دم روباهی، علف هفت بند (*Polygonum aviculare* L.)، خارخسک (*L. tribulus terrestris*)، گلرنگ وحشی (*Carthamus oxyacantha* M. Bieberstein)، آفتاب پرست، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides* S. Watson)، تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.)، ساق ترشک، سلمه تره، توق (*Xanthium strumarium* L.)، یونجه زراعی (*Medicago sativa* L.)، کاهوی خاردار (*Lactuca serriola* L.)، تلخه (*Atriplex acroptilon repens* (L.) DC.)، اسفناج باغی (*Salsola soda* L.)، علف شور (*Paspalum dilatatum* L.)، سه چکه واش (*Ermopyron triticeum* Poir.)، خار روسی (*Salsola kali* L.)، سس (*Cascula* L.)، تلخه (*Eragrostis cilianensis* (All.) *campestris* Yunk.)، بیان (*Suaeda alopecuroides* L.)، شورکاکلی (*Hordeum murinum* L.)، جوموشی (*fruticosa* (L.) Forssk.)، بارهنگ سرنیزه ای (*Plantago lanceolata* L.)، خونی واش (*Phalaris minor* Retz.)، خاکشیر (Webb ex Prantl) (L.)، علف چرخه، (*Cressa certica* L.)، *Chenopodium ficifolium*، *Chenopodium ambrosioides* L.، *Salsola vermiculata* L., Sm.، ارزن زراعی (*Panicum spp.*)

فراوانی نسبی، یکنواختی نسبی و میانگین تراکم نسبی جفجغه و خرفه به ترتیب دارای بیشترین یکنواختی نسبی بود و غوزک، ساق ترشک، آفتاب پرست، علف چرخه، گلرنگ وحشی، خاکشیر و خونی واش کمترین یکنواختی نسبی را در بین گونه ها دارا بودند. گونه های خرفه، سوروف، دم روباهی سبز، پنجه مرغی و علف خرچنگ دارای بیشترین فراوانی نسبی در بین گونه ها بودند (جدول 3). خوشه بندی گونه های علف هرز از نظرمیانگین تراکم نسبی، درصد فراوانی نسبی و یکنواختی نسبی در سطح تشابه 75% نشان داد که این گونه ها در هشت خوشه جداگانه قرار می گیرند.

جدول 3- فرکانس، یکنواختی، تراکم، میانگین تراکم، فراوانی، فرکانس نسبی، یکنواختی نسبی، تراکم نسبی و فراوانی نسبی گونه‌ها

Table 3- Species frequency (F), uniformity (U), density (D), mean field density (MFD), abundance (A), relative frequency (RF), relative uniformity (RU), relative density (RD) and relative abundance (RA)

گونه علف هرز Weed species	فرکانس F	یکنواختی U	تراکم D	میانگین تراکم MFD	فراوانی A	فرکانس نسبی RF	یکنواختی نسبی RU	تراکم نسبی RD	فراوانی نسبی RA
<i>Acroptilon repens</i>	42.42	0.13	182	5.52	52.34	3.97	0.09	0.79	4.85
<i>Alhagi camelorum</i>	72.73	0.32	204	6.18	89.31	6.80	0.21	0.89	7.90
<i>Amaranthus blitoides</i>	21.21	0.07	44	1.33	24.74	1.98	0.05	0.19	2.22
<i>Amaranthus retroflexus</i>	27.27	0.08	70	2.12	32.19	2.55	0.05	0.31	2.91
<i>Atriplex hastata</i>	36.36	0.13	130	3.94	44.70	3.40	0.09	0.57	4.05
<i>Carthamus oxyacantha</i>	3.03	0.01	2	0.06	3.49	0.28	0.01	0.01	0.30
<i>Cascula campestris</i>	9.09	0.02	27	0.82	10.51	0.85	0.01	0.12	0.98
<i>Cenopodium ficifolium</i>	15.15	0.05	29	0.88	17.63	1.42	0.03	0.13	1.58
<i>Chenopodium album</i>	51.52	0.19	183	5.55	63.27	4.82	0.13	0.80	5.74
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	42.42	0.12	63	1.91	48.33	3.97	0.08	0.28	4.32
<i>Chenopodium chenopodioides</i>	3.03	0.01	1	0.03	3.26	0.28	0.01	0.00	0.29
<i>Convolvulus arvensis</i>	81.82	0.34	414	12.55	105.57	7.65	0.22	1.81	9.68
<i>Cressa certica</i>	3.03	0.02	45	1.36	5.19	0.28	0.01	0.20	0.49
<i>Cynodon dactylon</i>	48.48	0.24	3304	100.12	156.40	4.53	0.16	14.40	19.09
<i>Cyperus rotundus</i>	21.21	0.10	1305	39.55	64.16	1.98	0.07	5.69	7.73
<i>Descurania sophia</i>	3.03	0.01	8	0.24	3.67	0.28	0.01	0.04	0.32
<i>Digitaria sanguinalis</i>	27.27	0.12	3519	106.64	137.71	2.55	0.08	15.33	17.96
<i>Echinochloa crus-galli</i>	51.52	0.29	3845	116.52	177.64	4.82	0.19	16.76	21.77
<i>Eragrostis cilianensis</i>	15.15	0.03	10	0.30	16.45	1.42	0.02	0.04	1.48
<i>Ermopyron triticeum</i>	3.03	0.01	3	0.09	3.32	0.28	0.01	0.01	0.30
<i>Heliotropium europaeum</i>	3.03	0.01	10	0.30	3.53	0.28	0.01	0.04	0.33
<i>Hibiscus trionum</i>	3.03	0.01	1	0.03	3.26	0.28	0.01	0.00	0.29
<i>Hrdeum murinum</i>	12.12	0.02	9	0.27	13.19	1.13	0.01	0.04	1.18
<i>Lactuca serriola</i>	36.36	0.09	59	1.79	41.15	3.40	0.06	0.26	3.72
<i>Launaea acanthodes</i>	3.03	0.01	1	0.03	3.26	0.28	0.01	0.00	0.29
<i>Medicago sativa</i>	3.03	0.01	2	0.06	3.29	0.28	0.01	0.01	0.30
<i>Panicum spp.</i>	6.06	0.04	55	1.67	9.13	0.57	0.03	0.24	0.84
<i>Paspalum dilatatum</i>	12.12	0.03	112	3.39	16.51	1.13	0.02	0.49	1.64
<i>Phalaris minor</i>	3.03	0.01	3	0.09	3.32	0.28	0.01	0.01	0.30
<i>Phragmites australis</i>	3.03	0.01	4	0.12	3.35	0.28	0.01	0.02	0.30
<i>Plantago lanceolata</i>	3.03	0.01	153	4.64	8.07	0.28	0.01	0.67	0.95
<i>Polygonum aviculare</i>	6.06	0.01	20	0.61	7.07	0.57	0.01	0.09	0.67
<i>Portulaca oleracea</i>	81.82	0.54	4505	136.52	236.14	7.65	0.36	19.63	27.64
<i>Prosopis farcta</i>	87.88	0.64	679	20.58	129.66	8.22	0.42	2.96	11.60
<i>Rumex crispus</i>	3.03	0.01	10	0.30	3.73	0.28	0.01	0.04	0.33
<i>Salsola kali</i>	6.06	0.01	11	0.33	6.79	0.57	0.01	0.05	0.62
<i>Salsola soda</i>	39.39	0.13	57	1.73	45.32	3.68	0.09	0.25	4.02
<i>Salsola vermiculata</i>	21.21	0.05	14	0.42	23.43	1.98	0.03	0.06	2.07
<i>Setaria viridis</i>	78.79	0.40	2925	88.64	180.63	7.37	0.26	12.75	20.38
<i>Sophora alopecuroides</i>	12.12	0.05	44	1.33	15.05	1.13	0.03	0.19	1.35
<i>Ssetaria gluca</i>	36.36	0.13	771	23.36	64.12	3.4	0.09	3.36	6.85
<i>Suaeda fruticosa</i>	9.09	0.02	12	0.36	10.05	0.85	0.01	0.05	0.92
<i>Tribulus terrestris</i>	9.09	0.04	83	2.52	12.81	0.85	0.03	0.36	1.24
<i>Xanthium strumarium</i>	12.12	0.04	21	0.64	13.96	1.13	0.03	0.09	1.25



شکل 5- شباهت گونه‌های علف‌های هرز از نظریک‌نواختی، تراکم و فراوانی
کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig.5- Similarity of weed species in terms of uniformity, density and abundance.
Species' codes are on the basis of Table 2.

آباد، کلاته نو و زنگینه درخوشه سوم و زمان آباد و چاه سلطان درخوشه چهارم و خرم آباد درخوشه پنجم و مزرعه آستان قدس درخوشه ششم قرار گرفت (شکل 8). ظاهرآباد و کوشه بیشترین و مزرعه آستان قدس کمترین مقدار شانون وینر را به خود اختصاص دادند.

در خوشه بندی براساس شاخص شانون وینر و شاخص سیمپسون مزرعه آستان قدس درخوشه جداگانه ای قرار گرفت. علت این امر را می‌توان درنوع عملیات زراعی زمستانه دانست. در تمامی روستاهای مورد مطالعه، باغداران در زمستان سال قبل، به منظور آماده سازی باغ از گاواهن دریک نوبت استفاده کردند در حالیکه مزرعه آستان تنها از چند نوبت کولتیواتور استفاده کرده بود. از آنجا که تنوع گونه ای در مزرعه آستان قدس کم، رقابت گونه‌ها کم و شرایط رشد و تکثیر فراهم بوده است به همین منظور این مزرعه از نظر شاخص سیمپسون بیشترین غالبیت گونه‌ای را نشان داد.

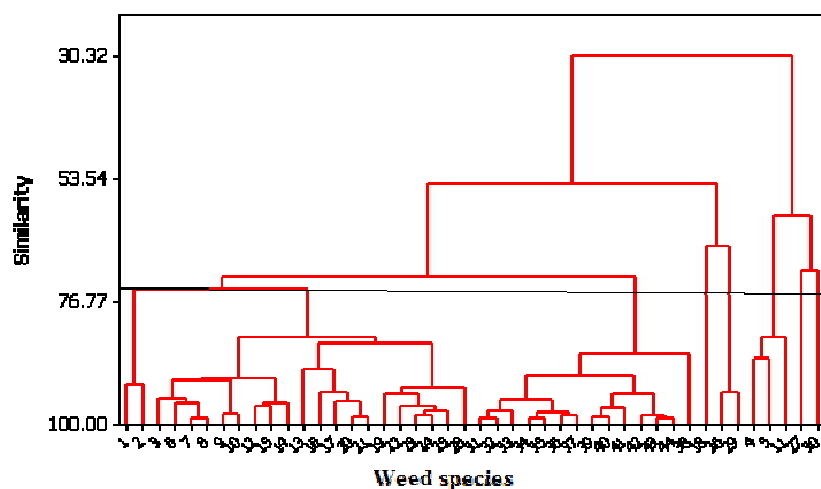
5- شاخص سورنسون

شاخص تشابه سورنسون بین 0/17 و 0/40 متغیر بود. کمترین تشابه را روستاهای ظاهرآباد و چاه سلطان با 0/17 مشاهده شد و پس از آن روستاهای ظاهرآباد و شفیع آباد با 0/19 کمترین تشابه را داشتند. بیشترین تشابه بین روستاهای چاه سلطان و خرم آباد با 0/40 مشاهده شد و پس از آن روستاهای آستان قدس - شفیع آباد، آستان قدس - زنگینه و شفیع آباد - زنگینه با 0/37 بیشترین تشابه را دارا بودند. تعدادی زیادی از روستاها با دارای تشابه با شاخص سورنسون 0/30 بودند (جدول 5).

بر این اساس اویارسلام و دم روباهی سبز درخوشه اول، علف هفت بند، خارخسک، گلرنگ وحشی، آفتاب پرست، تاج خروس خوابیده، تاج خروس وحشی، ساق ترشک، سلمه تره، توق، یونجه زراعی، کاهوی خاردار، تلخه، اسفناج باغی و علف شور درخوشه دوم، شورکاکلی، جوموشی، بارهنگ سرنیزه ای، خونی واش، خاکشیر علف چرخه، *Chenopodium ambrosioides*، *Cressa certica*، *Salsola vermiculata*، *Chenopodium ficifolium*، *Chenopodium chenopodioides* و غوزک در خوشه زراعی، نی، جغجغه در خوشه چهارم و خارشتر، پیچک صحرایی درخوشه سوم، پنجه مرغی، علف خرچنگ و سوروف درخوشه ششم، خرفه درخوشه هفتم و دم روباهی سبز درخوشه هشتم قرار گرفتند (شکل 6).

4- شاخص های سیمپسون و شانون - وینر

مزرعه آستان قدس و ظاهرآباد بر اساس شاخص سیمپسون به ترتیب بیشترین و کمترین تنوع را دارا بودند (جدول 4). خوشه بندی روستاهای مختلف با استفاده از شاخص سیمپسون در سطح تشابه 75% شش خوشه را نشان داد که ظاهرآباد درخوشه اول و حیطه درخوشه دوم و کوشه، علی ابادک، شفیع آباد، جلال آباد، کلاته نو و زنگینه در خوشه سوم و زمان آباد و چاه سلطان درخوشه چهارم و خرم آباد در خوشه پنجم و مزرعه آستان قدس درخوشه ششم قرار می‌گیرد (شکل 7). خوشه بندی روستاهای مختلف با استفاده از شاخص شانون در سطح تشابه 75% شش خوشه را نشان داد که ظاهرآباد و کوشه درخوشه اول و حیطه درخوشه دوم و علی ابادک، شفیع آباد، جلال

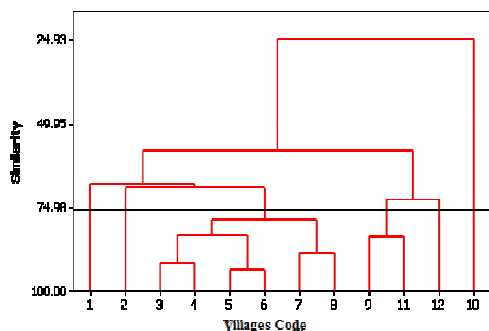


شکل 6- شباهت گونه های علف های هرز از نظریکخواختی نسبی، تراکم نسبی و فراوانی نسبی کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 6 - Similarity of weed species in terms of relative uniformity, relative density and relative abundance
Species' codes are on the basis of Table 2.

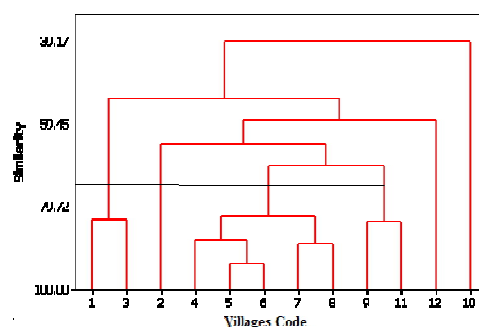
جدول 4- شاخص های سیمپسون و شانون - وینر درباغات پسته روستاهای مختلف شهرستان بردسکن
Table 4- Simpson and Shanon-Weiner indices in pistachio orchards of Bardaskan County

Code کد	Village	روستا	Simpson سیمپسون	Sahon- Weiner شانون وینر	Code کد	Village	روستا	Simpson سیمپسون	Sahon- Weiner شانون وینر
1	Zaher abad	ظاهرآباد	0.16	2.3	7	Kalateno	کلاته نو	0.2	1.81
2	Hatiteh	حطیطه	0.41	1.29	8	Zangineh	زنگینه	0.27	1.62
3	Kushe	کوشه	0.21	2.06	9	Zaman abad	زمان آباد	0.39	1.23
4	Aliabadak	علی آبادک	0.25	1.69	10	Astan ghods	آستان قدس	0.79	0.61
5	Shafi abad	شفیع آباد	0.31	1.54	11	Chah solatan no.1	چاه سلطان	0.31	1.45
6	Jalal abad	جلال آباد	0.31	1.54	12	Khoram abad	خرم آباد	0.17	1.94



شکل 8- شباهت روستاها بر اساس شاخص سیمپسون کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 8- Similarity of villages based on Simpson.
index
Species' codes are on the basis of table 2.



شکل 7- شباهت روستاها بر اساس شاخص شانون - وینر کد روستاها بر اساس جدول 2 است.

Fig. 7- Similarity of villages based onf Shanon-Weiner index
Species' codes are on the basis of table 2.

جدول ۵- شاخص تشابه سورنسون علف های هرز باغات پسته بردسکن

[illegible]

نتیجه گیری

در بین باغات بیشترین تنوع گونه ای در روستاهایی نظیر ظاهرآباد مشاهده شد که در آنها استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، شخم زدن با گاواهن (فراهم شدن شرایط رشد برای بذورمدفون دراعماق خاک)، عدم استفاده از علف کشها، استفاده از کودهای دامی نپوسیده و تمرکز برکنترل علف های هرز در بهار متمرکز بود. کمترین تنوع گونه ای و بیشترین تراکم در روستا ها و مزارعی نظیر مزرعه نمونه آستان قدس مشاهده شد که آن ها عدم استفاده از کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای دامی پوسیده و استفاده از کولتیواتور در طول فصل رایج بود. ظهور علف های هرز علاوه بر عملیات مدیریتی تابع شرایط

اقلیمی نیز بود. به عنوان مثال، گونه *Cressa certica* فقط در بخش انابد این شهرستان مشاهده و شناسایی شد که این بخش درمنطقه کویر واقع شده و دارای آب و هوای بسیارگرم می باشد. این گونه دربخش شهرآباد که گرمی هوا کمتر از بخش انابد می باشد مشاهده نشد. گونه قوزک فقط دربخش شهرآباد مشاهده شد. شاخص های شانون وینر و سیمپسون توانستند تأثیر عملیات مدیریتی نظیر عملیات خاک ورزی را در تنوع و غالبیت گونه ای در باغات پسته نشان دهند، اما قادر نبودند که تأثیر روش های مدیریتی نظیر کشت مخلوط که در بعضی باغات اعمال می شد را نشان دهند.

References

- 1- Ale- ebrahim, M.T. 2008. Spring study of biodiversity and density of weed flora Sabzevar orchards. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p. 460-467. (In Persian with English Summery)
- 2- Alimoradi, L., Azizi, G., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Investigation of weed community diversity in barley and alfa alfa in Iran. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p.460-467. (In Persian with English Summery)
- 3- Ashrafi, A., Banaian, M., and Rashed Mohassel, M.H. 2005. Seasonal scouting of weeds in a sugarbeet field in Mashhad. Iranian Journal of Field Crop Research 2: 121-135. (In Persian with English Summery)
- 4- Bazoobandi, M., Sadrabadi Haghighi, R., and Beheshtiyen Mesgaran, M. 2007. Weeds ecology in agricultural and natural system. Sukhan Gostar publication and Research Department of Islamic Azad University. Mashhad. (In Persian)
- 5- Gerhards, R., Sokefeld, M., Timmermann, C., and Kuhbauch, W. 2002. Site – specific weed control in maize, suger beet, winter wheat, and winter barely. Precision Agriculture 3: 25-35.
- 6- Ghorsi Anbaran, A.R., Bazoobandi, M., Arian, H., and Musavi Sarvineh Baghi, S.R., 2008. Floristic studies in landes scapes and urban park of Mashhad .In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p.18-22. (In Persian with English Summery)
- 7- Jalili Marandi, R. 2008. Pomology. Jihad University Publications. Orumie. (In Persian with English Summery)
- 8- Kamal-Uddin, M.D., Juraimi, A.Sh., Begum, M., Ismail, M.R., Abdul Rahim, A., and Othman, R. 2009. Floristic composition of weed community in truf grass area of West Peninsular Malaysia. International Journal of Agriculture and Biology 11: 13-20
- 9- Keshavarz, K., Minbashi, M., and Saidi, K. 2008. Distribution and determination of dominant weed species in cereal fields of Kohgiluyeh and Boyerahmad province using GIS. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p.7-12. (In Persian with English Summery)
- 10- Koocheki, A. Nassiri Mahallati, M. Tabrizi, L. Azizi, G., and Jahan, M. 2007. Assessing species and functional diversity and community structure for weeds in wheat and sugar beet in Iran. Iranian Journal of Field Crop Research 1: 105-129. (In Persian with English Summery)
- 11- Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2005. Effect of input different levels on weed seed bank in wheat fields of Mashhad. Iranian Journal of Field Crop Research. 3:89-102. (In Persian with English Summery)
- 12- Moeini, M., Baghestani, M.A., Mashhadi, H.R., 2008. Introducing and abundance index for assessing weed flora in survey studies. Weed Biology of Management 8: 172-180.
- 13- Mohamadvand, A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., and Poor tusi, N. 2009. Study on infestation levels and spatial distributions of *Amaranthus blitoides*, *Chenopodium album* and *Solanum nigrum* in corn field. Iranian Journal of Field Crop Research. 6: 419-432. (In Persian with English Summery)
- 14- Nassiri Mahallati, M., Tabrizi, L., Azizi, G., and Jahan, M. 2008. Assessing species and functional diversity and community structure for weeds sugar beet in Iran. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p.611-617. (In Persian with English Summery)
- 15- Noruzzadeh, S., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Abbas poor, M. 2009. Evaluation of species, functional and structural diversity of weeds in whear fields of Northern, Southern and Razavi Khorasan provinces. Iranian Journal of Field Crop Research 6: 471-485. (In Persian with English Summery)
- 16- Padarlo, A., Bazoobandi, M., Alimoradi, L., and Jahedi poor, S. 2008. Calculation Shanon-Weiner and Simpson

- index in weeds community of saffron fields. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p. 592-596. (In Persian with English Summery)
- 17- Padarlo, A., Bazoobandi, and M., Alimoradi, L. 2008. Identification of weeds in saffron fields of Mashhad. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p. 606-610. (In Persian with English Summery)
- 18- Poggio, S.L., Sattorre, E.H., and Fuente, E.B. 2004. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Pampa (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103: 225-235.
- 19- Rashed Mohassel, M.H., and Moosavi, S.K. 2007. Principles of Weed Management. Ferdosi University of Mashhad Publications. Mashhad. (In Persian)
- 20- Shimi, P., and Terme, F. 1994. Weeds of Iran. Plant Pest and Desease Research Institue. Tehran. (In Persian)
- 21- Shimi, P., and Terme, F. 2006. Atlas of Important Weeds of Iran. Iranian Plant Protedtion Research Institue. Weed Research Department. Tehran. (In Persian)
- 22- Yunes abadi, M., Salimi, H., and Keshiri, H. 2008. Identification and determination of density, frequency and uniformity of dominant weeds of canola on Golestan Province. In 2nd Iranian Weed Science Congress. Mashhad, Iran, 29-30 January 2008, p. 23-27. (In Persian with English Summery)



بررسی اثر عصاره برگ درمنه و کرچک در کاهش جمعیت نماتود ریشه گریه خیار (*Meloidogyne incognita*)

نفسیه کتولی^{1*}، عصمت مهدیخانی مقدم² و راحله مقصودلو³

تاریخ دریافت: 1389/03/29

تاریخ پذیرش: 1389/07/07

چکیده

یکی از روش‌های کنترل نماتود ریشه گریه خیار (*Meloidogyne incognita*)، بکارگیری عصاره گیاهانی است که اثر ضد نماتودی دارند. در این تحقیق گیاهان کرچک و درمنه انتخاب شده و فعالیت ضد نماتودی آنها علیه نماتود مولد گره ریشه خیار در آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تحقیقی با طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه به اجرا درآمد. برای این منظور، ابتدا در آزمایشگاه اثر عصاره‌های الکلی برگ درمنه و کرچک در غلظت‌های صفر، 50، 100، 200، 300، 400، 500 و 1000 پی پی ام در سه زمان 24، 48 و 72 ساعت روی درصد عدم تحرک لاروهای سن دوم و تفریح تخم‌های نماتود مورد بررسی قرار گرفت. پس از اثبات فعالیت ضد نماتودی این گیاهان، این فعالیت در گلخانه با اضافه کردن عصاره گیاهان ذکر شده به گلدان‌های حاوی خاک آلوده به نماتود و نشاء خیار بررسی شد. نتایج آزمایشگاه بالاترین فعالیت ضد نماتودی را در عصاره الکلی برگ کرچک با 61/33 درصد و برگ درمنه با 55/67 درصد در غلظت 1000 پی پی ام پس از 72 ساعت نشان داد. همچنین مشاهده شد که اضافه کردن عصاره به گلدان‌ها، به خوبی تعداد گال‌ها و جمعیت نماتود را کاهش داده است. نتایج حاصل از این تحقیق نویدبخش به کارگیری عصاره این گیاهان در کنترل نماتود ریشه گریه خیار به جای سموم شیمیایی خصوصاً در گلخانه‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اثر ضد نماتودی، عصاره الکلی، کنترل نماتود، گیاهان نماتود کش

مقدمه

ورتیسلیومی و فوزاریومی در گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است و تا کنون اثرات متقابل⁴ این نماتود با سایر عوامل بیماری‌زای خاک‌زاد از جمله قارچ‌های *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* و *Verticillium dahliae* در گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) به صورت هم افزایی⁵ گزارش شده است (Jenkins & Coursen, 1978).

به دلیل اهمیت و اقتصادی بودن خسارت‌های وارده از این نماتودها، تدابیر متعددی در جهت مدیریت و کنترل آنها به کار گرفته شده است از جمله: استفاده از سموم شیمیایی، ارقام مقاوم، بکارگیری عملیات زراعی (Sharma et al., 1980)، استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک (Jatala, 1986) و تلفیق این عوامل. کنترل نماتودهای ریشه گریه با سموم شیمیایی در شرایط مزرعه‌ای از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و پر خطر است و همچنین باعث

نماتودهای انگل گیاهی، دشمنان پنهان گیاهان و از پراکنده‌ترین عوامل کاهش دهنده محصول در گیاهان مختلف محسوب می‌شوند. نماتودهای ریشه گریه *Meloidogyne spp.* یکی از انگل‌های مهم گیاهان و بخصوص سبزی و صیفی بوده و خسارات قابل توجهی به این محصولات وارد می‌سازد. گونه *M. incognita* دارای اهمیت اقتصادی زیاد و گسترش دامنه میزبانی وسیعی است و از مهمترین گونه‌های نماتودهای انگل خیار گلخانه‌ای می‌باشد (Shokohiyan, 2000). علاوه بر خسارت‌های مستقیم، نماتود ریشه گریه به دلیل قابلیت آماده سازی و تشدید پرمردگی

1. 2 و 3- به ترتیب عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، استادیار گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و کارشناس ارشد بیماری شناسی گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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

مواد و روش‌ها

برگ گیاهان درمنه و کرچک در اواخر بهار جمع آوری و پس از شستشو در سایه خشک شدند. برگ های خشک شده کاملاً خرد و آماده برای عصاره گیری شدند. عصاره گیری با استفاده از روش خیساندن با اتانول 70 درصد به این صورت انجام شد که 300 میلی لیتر اتانول با 20 گرم برگ پودر شده درون قیف جداکننده مخلوط شد و در مدت 48 ساعت، سه مرتبه حلال قبلی گرفته و حلال اضافه شده و درون شیشه‌ای تیره رنگ و درب بسته‌ای نگهداری گردید. سپس برای جداسازی اتانول از عصاره، محلول به دست آمده ابتدا از کاغذ صافی عبور داده شد و در نهایت از دستگاه تبخیر کننده روتاری در دمای 40 درجه سانتی‌گراد در خلأ استفاده شد. پس از خارج شدن کامل الکل از عصاره، این محلول به عنوان عصاره پایه در آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفت (Cristobal-Alejo et al., 2006).

بررسی تأثیر بازدارندگی در آزمایشگاه: برای بررسی تأثیر بازدارندگی از فعالیت لاروهای نماتود، تعداد 100 عدد لارو سن دوم تازه تفریخ شده و برای بررسی تفریخ تخم ها 100 عدد تخم نماتود به تفکیک به همراه 10 سی سی آب مقطر به ظروف پتری حاوی عصاره‌های الکلی با غلظت‌های صفر، 50، 100، 200، 300، 400، 500 و 1000 پی پی ام اضافه گردید. تیمار حاوی آب مقطر یا غلظت صفر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. تیمارها در سه تکرار و به صورت طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. ظروف پتری در انکوباتور در دمای 26 ± 2 درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. تعداد لاروهای غیرمتحرک بعد از 24، 48 و 72 ساعت و تعداد تخم‌های تفریخ شده بعد از هفت روز شمارش و درصد بازدارندگی با به دست آوردن نسبت تعداد لاروهای غیر متحرک و تعداد تخم‌های تفریخ شده به 100 برای هر یک به تفکیک محاسبه گردید.

بررسی تأثیر بازدارندگی در گلخانه: عصاره‌ها به تفکیک به گلدان‌های حاوی نشای خیار و نماتود اضافه شدند به این صورت که پس از 5 تا 7 روز که نشاهای خیار در گلدان استقرار یافتند و شروع به رشد کردند، با پیپت اکسفورد به درون چاهک‌های ایجاد شده در اطراف ریشه‌ی خیار 10 ± 2000 عدد لارو سن دوم نماتود تازه تفریخ شده ریخته شد. پس از دو روز عصاره‌های الکلی برگ گیاهان به مقدار 20 میلی‌لیتر به خاک اطراف نشاها اضافه شد، تا حدی که رطوبت خاک گلدان‌ها به حد ظرفیت زراعی برسد، اما آب از ته گلدان‌ها خارج نشود. اضافه کردن عصاره الکلی برگ گیاهان دو روز متوالی انجام شد و در مجموع به هر گلدان 40 میلی‌لیتر عصاره الکلی اضافه شد.

سم راگی به مقدار 2 گرم در یک کیلوگرم خاک آلوده به $10 \pm$

آلودگی جدی محیط زیست می‌شود. در دو دهه اخیر، دانشمندان با توجه به مسایل اقتصادی و زیست محیطی، استفاده از فرآورده‌های گیاهی را مورد توجه قرار داده‌اند از جمله استفاده از ترشحات ریشه‌ای، عصاره‌ها، کنجاله و ضایعات گیاهان دارویی و سمی به عنوان روشی مطمئن، آسان و ارزان در اصلاح خاک و کنترل نماتودهای انگل گیاهی می باشد. مواد حاصل از گیاهان نه تنها از نظر استفاده بی‌خطر هستند بلکه توانایی بهبود ساختمان خاک و حاصلخیزی آن را نیز دارند (Sharma et al., 1980). در چند سال اخیر استفاده از گیاهان با ترکیبات نماتودکش هم به عنوان یکی از روش های زراعی مبارزه با نماتودها و هم به عنوان کود سبز برای غنی سازی خاک در برخی از کشورها از جمله هند مورد استفاده قرار می گیرد.

اولین بار لینفورد و همکاران (Linford et al., 1938) اثر نماتودکشی برگ‌های خردشده‌ی آناناس (*Ananas comosus* L.) را در اصلاح خاک علیه نماتودهای ریشه گرهی استفاده کردند و توجه محققان را به استفاده از مواد آلی معطوف ساختند. از آن زمان تا کنون گیاهان بیشماری با فعالیت ضد نماتودی شناخته شده اند که از مهمترین آنها گل جعفری (*Tagetes sp.*)، چریش (*Azadirachta indica* L.)، زیتون تلخ (*Melia azedarach* L.) (Azhar et al., 2007)، درمنه (*Artemisia obsinthium* L.) و آویشن (*Artemisia vulgaris* L.) و نعنا (*Mentha viridis* L.) (Korayem et al., 1993) و اسانس های گیاهی زیره (*Carum carvi* L.)، رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)، نعنا (*Mentha spicata* L.) و سیر (*Allium sativum* L.) (Oka et al., 2000) می‌باشند. از مهمترین نماتودکش‌های گیاهی که امروزه به صورت تجاری مورد مصرف قرار می‌گیرند می‌توان آزادیراکتین¹ را با نام تجاری نیم² نام برد که از برگ گیاه چریش استخراج می‌شود. این ترکیبات دارای خواص دورکنندگی و ضدتغذیه‌ای هستند و به طور تماسی و گوارشی بر حشرات و نماتودها اثر کشندگی دارند. این ترکیبات در پوست‌اندازی نیز اختلال ایجاد می‌کنند (Rakhshani & Taheri, 2006).

در این تحقیق از عصاره الکلی برگ دو گیاه بومی کشور که در پزشکی خاصیت کرم کشی آنها به اثبات رسیده است، استفاده شد (Khajehpour, 2005). گیاهان درمنه (*Artemisia annua* L.) از تیره کاسنی و کرچک (*Ricinus communis* L.) از تیره فرفیون انتخاب و اثر ضد نماتودی آنها در آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

1- Azadirachtin

2- Neem

گردید. نتایج ارزیابی میزان عدم تحرک لاروهای سن دوم نمتود در ظروف پتری حاوی عصاره های الکلی گیاهی در مقایسه با شاهد نشان داد که بالاترین درصد عدم تحرک لارو در حضور عصاره الکلی برگ کرچک با 61/33 درصد و عصاره الکلی برگ درمنه با 55/67 درصد در غلظت 1000 پی پی ام پس از 72 ساعت مشاهده شد (شکل 1). نتایج آزمایشات کمترین میزان تفریخ تخم نمتود در تمام تیمارها در غلظت 1000 پی پی ام مشاهده شد. بررسی ها کمترین درصد تفریخ تخم را در عصاره الکلی برگ درمنه با 17 درصد و عصاره الکلی برگ کرچک با 21/67 درصد در غلظت 1000 پی پی ام نشان داد.

نتایج حاصل در شرایط آزمایشگاه نشان داد که عصاره الکلی برگ کرچک و درمنه موجب کاهش فعالیت لارو و تفریخ تخم نمتود شده است که با نتایج تحقیق آدسیان و آدسیان (Adegbite & Adesiyon, 2005) مطابقت دارد. آنها اثر عصاره آبی ریشه گیاهان چریش، کرچک و چمن معطر را در آزمایشگاه بررسی کرده و بیان کردند که عصاره ریشه چریش به طور 100 درصد مانع از تفریخ تخم و موجب مرگ و میر لارو نمتود ریشه گری شده و کرچک و علف معطر (*Valeriana officinalis* L.) به ترتیب 93 و 95 درصد مانع از تفریخ تخم و 62 و 75 درصد و موجب مرگ و میر لارو نمتود گردیدند.

2000 عدد لارو سن دوم نمتود تازه تفریخ شده به خوبی مخلوط شد و دو روز بعد، نشای خیار در این گلدان کشت گردید. تیمارهای نشاء خیار به تنهایی و بدون آلودگی و نشاء خیار در خاک آلوده به نمتود به عنوان شاهد انتخاب شدند. گلدان ها در محیط گلخانه با دمای 25-28 درجه ی سانتی گراد نگهداری و روزانه یک بار آبیاری شدند. تیمارها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از 60 روز تمام فاکتورهای رشدی و تولید مثلی اندازه گیری و مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج بررسی آزمایشگاهی: نتایج بررسی میزان عدم تحرک لارو سن دوم و تفریخ تخم نمتود در حضور عصاره های الکلی با توجه به تجزیه واریانس بدست آمده، بین هر سه فاکتور عصاره الکلی، غلظت و زمان بررسی در سطح 5 درصد تفاوت معنی داری مشاهده شد. نتایج حاصل از تحقیق برای میزان عدم تحرک لارو سن دوم در حضور عصاره گیاهی بین هر سه زمان 24، 48 و 72 ساعت در سطح 5 درصد تفاوت معنی داری را نشان داد (جدول 1).

همچنین، در تمامی تیمارها در غلظت 1000 پی پی ام و پس از 72 ساعت بیشترین درصد عدم تحرک لارو سن دوم نمتود مشاهده

جدول 1- تجزیه واریانس تأثیر سه فاکتور عصاره الکلی، غلظت و زمان بر بازدارندگی لاروها

Table 1- Analysis of variance of the effect of three factors (alcoholic extract, concentration and time) on larva immobility

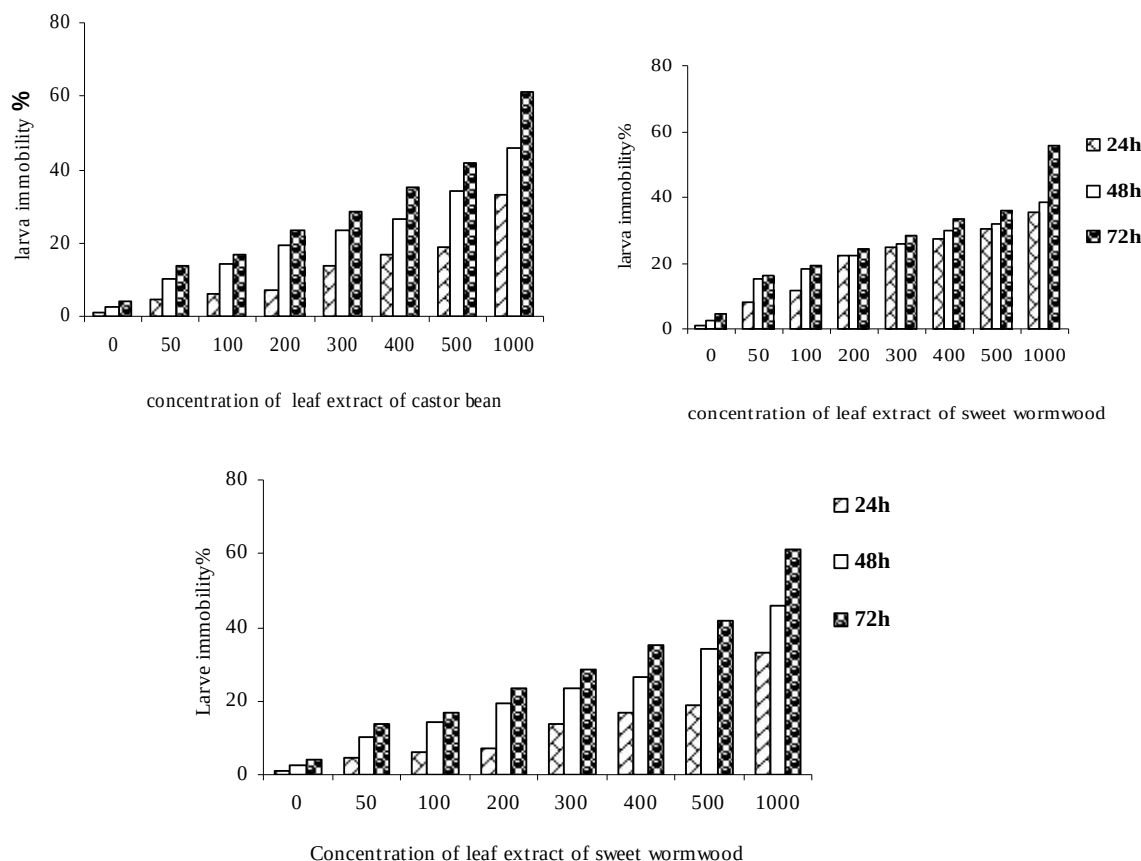
منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of square
عصاره الکلی Alcoholic extract	1	764.96**
غلظت Concentration	7	6217.14**
زمان Time	2	33714.37**
عصاره الکلی × غلظت Alcoholic extract×Concentration	7	172.93**
عصاره الکلی × زمان Alcoholic extract× Time	2	5678.2**
غلظت × زمان Time × Concentration	14	138.26**
عصاره الکلی × غلظت × زمان Alcoholic extract× Concentration× Time	14	18.57**
خطا Error	108	4.16**

ضریب تغییرات = 8/47 LSD= 0.67

Least significant difference =0.67 Coefficient variable = 8.47

** معنی داری در سطح 5 درصد

** Significant differences $p \leq 0.05$



شکل 1- تأثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های الکلی بر عدم تحرک لارو سن دوم نماتود پس از سه زمان 24، 48 و 72 ساعت
Fig. 1- Effect of alcoholic extracts on several concentrations in larva immobility after 24, 48 and 72 h

نتایج نشان داد با اینکه عصاره الکلی تعداد گال را در ریشه به خوبی کاهش داد، اما تیمار سم راگبی بیش از همه موجب کاهش تعداد گال روی ریشه گردیده است. در تیمار عصاره الکلی کرچک افزایش وزن ریشه نیز مشاهده شد (جدول 2).

نتایج بدست آمده از آزمایشات گلخانه نیز نشان داد که کرچک بیش از درمنه موجب کاهش جمعیت نماتود و کاهش فاکتورهای تولید مثلی شده است و در برخی از فاکتورهای رشدی گیاه اثر مثبت داشته است، که این مطلب با نتایج تحقیقات اظهار و صدیقی (Azhar & Seddiqu, 2007) که اثر نماتودکشی عصاره آبی قسمت‌های مختلف چریش، زیتون تلخ و گل جعفری را در آزمایشگاه و گلخانه علیه نماتود ریشه‌گرهی *M. javanica* بررسی کرده‌اند مطابقت نشان می‌دهد. آنها نشان دادند که این عصاره‌ها در گلخانه علاوه بر اینکه تعداد گال ریشه را به خوبی کاهش می‌دهند، به طور معنی‌داری موجب افزایش فاکتورهای رشدی در گیاه گوجه‌فرنگی می‌شوند. این نتایج با نتایج بدست آمده از آزمایشات اختر و محمود (Akhtar & Mahmood, 1994) و لشین (Lashein, 2002) همخوانی دارد.

نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات کریستوبال آلجو (Cristobal- Alejo et al., 2005) همسو می‌باشد. آنها عصاره الکلی قسمت‌های مختلف از 20 گیاه بومی و محلی مکزیک از خانواده‌های فرفیون¹، کاسنی²، سنجید تلخیان³ و لگومینوز⁴ را بر علیه نماتود ریشه‌گرهی در آزمایشگاه با غلظت‌های مختلف بررسی کردند و نشان دادند که عصاره الکلی برگ و ریشه *Calea urticifolia* از خانواده کاسنی و عصاره ساقه *Tephrosia cinerea* از خانواده لگومینوز در بالاترین غلظت بیشترین خاصیت نماتودکشی را دارند.

نتایج بررسی گلخانه‌ای: با توجه به نتایج به‌دست آمده از فاکتورهای مورد بررسی در گلخانه، مشاهده شد که عصاره گیاهان ذکر شده به طور معنی‌داری جمعیت نماتود را در مقایسه با شاهد کاهش داده است. بررسی‌ها نشان داد که عصاره الکلی برگ کرچک بیش از درمنه موجب کاهش فاکتورهای تولید مثلی نماتود شده است.

- 1- Euphorbiaceae
- 2- Asteraceae
- 3- Meliaceae
- 4- Fabaceae

جدول 2- تأثیر عصاره‌های الکلی بر فاکتورهای رشدی و تولید مثلی نماتود مولد گره ریشه خیار (*Meloidogyne incognita*)Table 2- Effect of alcoholic extracts on growth and developmental parameters of (*Meloidogyne incognita*) on cucumber

تیمارها Treatments	وزن تر Fresh weight (g)	وزن خشک Dry weight (g)	طول Length (cm)	تعداد گال No. of galls	نرخ تولید مثل Report rate
تیمار بدون اینوکولوم (شاهد) Untreated non inoculated (Control)	45.83b	4.82a	170.32a	0.00e	0.00e *
تیمار همراه با اینوکولوم (شاهد) Untreated inoculated (Control)	34.23e	3.78d	135.32e	163.33a	2.02a
سم راگی Rugby toxin	36.49d	3.82cd	144.09d	3.66d	0.143b
کرچک Castor bean	51.13a	4.83a	168.66a	23.33c	0.38c
درمنه Sweet wormwood	38.03c	3.98b	157.10b	27.33b	0.40b

اعداد میانگین سه تکرار است.

Data are means of three replications.

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون بر حسب آزمون دانکن در سطح 5% با یکدیگر اختلاف معنی داری ندارند.

*Values followed by the same letters in each column are not significantly different ($P \leq 0.05$)

استفاده از عصاره الکلی گیاهان انتخاب شده برای این تحقیق از تیره‌های مختلف مبین این مطلب می‌باشد که این گیاهان دارای ترکیباتی هستند که فعالیت ضدنماتودی از خود نشان می‌دهند و با نتایج حاصل از تحقیقات چیت‌وود (Chitwood, 2002) که نشان داد گیاهان آلی دارای یک طیف وسیع و گسترده از ترکیبات فعال از جمله: ایزوتیوسیانات‌ها¹ و گلوکوزینولات‌های² جدا شده از تیره Brassicaceae، گلوکوسیدازهای سیانوژنیک³، پلی استیلن‌های⁴ جدا شده از تیره Asteraceae و آلکالوئیدها⁵، لیپیدها⁶ و ترپنوئیدها⁷ جدا شده از تیره Meliaceae که دارای خاصیت نماتودکشی می‌باشند، تطبیق دارد. فعالیت نماتودکشی عصاره‌های تست شده ممکن است به خاطر تغییر شکل دادن و انحطاط پروتئین‌ها، ممانعت از فعالیت آنزیم‌ها، مداخله با جریان الکترون در مسیر زنجیر تنفسی و یا با فسفوریلاسیون ADP باشد (Knostantopoulou et al., 1994).

- 1- Isothiocyanates
- 2- Glucosinolates
- 3- Cyanogenic glycosides
- 4- Polyacetylenes
- 5- Alkaloids
- 6- Lipid
- 7- Terpenoides

منابع

- 1- Adegbite, A.A., and Adesiyun, O.S. 2005. Root extract of plant to Control root-knot nematode on edible Soybean. World Journal of Agricultural Sciences 1 (1): 18-21.
- 2- Akhtar, M., and Mahmood, I. 1994. Prophylactic and therapeutic use of oil cakes and leaves of neem and castor extract for control of root-knot nematode on chili. Nematology Mediterranean 22: 127-129.
- 3- Azhar, R.M., and Seddiqu, M. 2007. Nematicidal effect of some botanical against root-knot nematode, (*Meloidogyne javanica*) on tomato. International Journal of Plant Sciences 2 (2): 49-52
- 4- Azhar, R.M., Ahmad, F., and Seddiqu, M. 2007. Bio efficacy of some botanical extracts for the management of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon esculentum*. National Journal of Life Science 4(1): 101-104.
- 5- Chitwood, D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. Phytopathology 40: 221-49.
- 6- Cristobal- Alejo, J., Tun- Suarez, J.M., Moguel- Catzin, S., and Mabana-Mendoza, N. 2006. In vitro sensitivity of *Meloidogyne incognita* to extracts from native yucatecan plants. Nematropica 36 (1): 553-558.
- 7- Jatala, P. 1986. Biological control of nematode pests by natural enemies annual. Review of Phytopathology 24: 453-489.
- 8- Jenkins, W.R., and Coursen, B.W. 1978. The effect of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita acrita* and *M. hapla* on *Fusarium* wilt of tomato. Plant Disease Reports 41: 182-186.
- 9- Khajeh pour, M.R. 2005. Industrial plants. Academic Center Education Culture and Research of Esfehan 580 pp. (In Persian)
- 10- Korayem, A.M., Hasabo, S.A., and Ameen, H.H. 1993. Effect and mode of action of some plant extract on certain plant parasitic nematodes. Nz. Pflanzenschutz, schadlingskunde Umweltschutz 66: 23- 36.
- 11- Knostantopoulou, I., Vassilopoulou, L., Mawogantisi, Pidou P., and Scouras, G. 1994. Insecticidal effect of essential oil, a study of essential oils extracted from eleven Ggreek aromatic plants on drosophila auroria. Experiential 48: 616-619.
- 12- Lashein, A.M.S.A. 2002. Biological control of root-knot nematode in some vegetable. M.Sc Thesis Facultative Agricultural Cairo University 107 pp.
- 13- Linford, M.B., Yap, F., and Oliveira, J.M. 1938. Reduction of soil population of roo-knot nematode during decomposition of organic matter. Soil sciences 45: 127-141.
- 14- Oka, Y., Nacer, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z., and Speigel, Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. Phytopathology 90: 710-715.
- 15- Rakhshani, A., and Taheri, A. H. 2006. Principles of Agriculture Toxicology. Publisher, Farhange Jame 446 p. (In Persian)
- 16- Sharma, S.K., Singh, I., and Sakhuja, P.K. 1980. Influence of different cropping sequences on the population of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, and the performance of the subsequent mungbeen crop. Indian Journal of Nematology 10: 53-58.
- 17- Shokohiyan, A.A. 2000. Breeding of Greenhouse Cucumber in Soil and Perimeter without Soil. Publisher, Baghe Andishe 218pp. (In Persian)



تأثیر *Azospirillum lipoferum* و *Azotobacter chroococcum* بر آزادسازی پتاسیم خاک در کشت گلدانی سویا (*Glycine max* var. Williams)

اسماعیل دردی پور^{1*}، اکرم فرشادی راد² و محمد حسین ارزانش³

تاریخ دریافت: 1389/05/09

تاریخ پذیرش: 1389/11/21

چکیده

پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پر مصرف برای گیاهان است. میکرو ارگانیزم‌های مختلف شامل برخی باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و نیز گل‌سنگ‌ها قادرند کانی‌های سیلیکاتی موجود در خاک را تجزیه کرده و عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد کنند که در این میان باکتری‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارند. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر دو باکتری *Azospirillum lipoferum* و *Azotobacter chroococcum* بر قابلیت جذب پتاسیم به وسیله گیاه سویا (*Glycine max* var. Williams) انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل سه فاکتور با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو نوع خاک، فاکتور دوم شامل دو جنس باکتری و تیمار بدون باکتری و فاکتور سوم شامل دو سطح کود پتاسه (0 و 75 میلی گرم بر کیلوگرم از منبع کلرید پتاسیم) بود. به این منظور تأثیر تیمارها بر وزن خشک و مقدار پتاسیم جذب شده توسط گیاه سویا در مدت چهار هفته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خاک سری‌های گرگان و قره سو همراه با ازتوباکتر بیشترین افزایش در وزن خشک گیاه را دارند. میزان جذب پتاسیم توسط گیاه در تیمار خاک سری قره سو همراه با ازتوباکتر بیشترین بود.

واژه‌های کلیدی: باکتری، تلقیح، جذب، وزن خشک

مقدمه

منظور تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه، این عنصر بایستی به طریقی از شکل‌های تثبیت شده و معدنی به شکل‌های تبادل‌ی و محلول تبدیل شود (Haby et al., 1990). فرآیندهای بیوشیمیایی که در هوادهی کانی‌ها دخالت دارند به طور عمده در محیط‌های میکروبی خاک رخ می‌دهند و توسط میکروارگانیسم‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند. فرآیندهای شیمیایی خاک در این محیط‌های کوچک می‌تواند به علت فرآیندهای بیولوژیکی متنوع به طور چشمگیری متفاوت باشد (Ayers et al, 1947). مطالعات مختلفی اثر فرآیندهای بیولوژیکی و مواد مترشحه از ریشه گیاهان و قارچ‌ها را بر روی هوادهی کانی‌ها در ناحیه ریزوسفر گزارش کردند (Norozi, 2006; Shady et al., 1984; Monib et al., 1984; Haby et al., 1990).

میکروارگانیسم‌های مختلف شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، مخمرها، جلبک‌ها و نیز گل‌سنگ‌ها قادرند سیلیکات‌ها را تجزیه کرده و عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد می‌کنند که در این میان باکتری‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارند (Shady et al., 1984). دانشمندان چینی از سال 1988 تحقیقات گسترده‌ای را در زمینه جداسازی و بررسی کارایی این باکتری‌ها آغاز نموده‌اند و هم اکنون در چهار میلیون هکتار از اراضی زراعی آن‌ها مصرف می‌

پتاسیم یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان می‌باشد که نقش‌های بسیار مهمی در فتوسنتز، تقسیم سلولی و رشد، ساختن پروتئین‌ها، کمیت و کیفیت محصولات و در اقتصاد آب برای گیاه دارد (Saber & Zanaty, 1981). گیاه، پتاسیم مورد نیاز خود را از پتاسیم ناشی از اضافه کردن کودهای شیمیایی و یا پتاسیم موجود در خاک تأمین می‌نماید. مهمترین منابع پتاسیم در خاک‌های معدنی آلومینوسیلیکات‌های اولیه شامل فلدسپارها و میکاها می‌باشند. پتاسیم همچنین در ایالات و ورمی کولایت نیز وجود دارد (Sparks & Huang, 1985). اغلب خاک‌ها دارای مقادیر نسبتاً زیادی پتاسیم کل هستند، ولی مقدار پتاسیم قابل استفاده آنها نسبتاً کم است. از بین شکل‌های مختلف پتاسیم، شکل محلول و تبادل‌ی آن قابل استفاده گیاه هستند و بقیه شکل‌ها تقریباً غیرقابل استفاده می‌باشند، لذا به

1، 2 و 3- برتریب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

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

سیلیسیم و پتاسیم از این کانی‌ها هستند. لیان (Lian, 1998) با کشت باکتری‌های سیلیکاتی در حضور میکا افزایش 8 تا 16 درصدی در پتاسیم محلول را گزارش کرد. یوان و همکاران و گلووا و همکاران (Glowa et al., 2003; Yuan et al., 2000) نشان دادند قارچ‌ها هم قادر به هواده کردن فازهای معدنی و آزادسازی پتاسیم هستند. لیان و همکاران (Lian et al., 2008) آزاد شدن پتاسیم از کانی‌های پتاسیمی را توسط قارچ *Aspergillus fumigatus* مورد بررسی قرار دادند. نتایج یک همبستگی مثبت بین افزایش آزاد شدن پتاسیم از فازهای معدنی و کاهش pH در محیط آزمایش را نشان داد.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که رشد گیاهان علاوه بر خصوصیات ژنتیکی تحت تأثیر خاک و عوامل اقلیمی می‌باشند. حداکثر عملکرد گیاه و شرایط بهینه رشد باکتری تلقیح شده به خاک تحت تأثیر این عوامل هستند که میزان موفقیت تلقیح را کنترل می‌کنند (Egamberberdiyeva & Hoflich, 2003). براساس مطالعات انجام شده غالب خاک‌های استان گلستان دارای منشأ لسی¹ می‌باشند (Khormali & Abtahi, 2003). حضور کانی‌های میکایی در این خاک‌ها یک ذخیره مناسب برای پتاسیم گیاه فراهم می‌کند و به دلیل غالب بودن رس ایلیت بیشتر پتاسیم خاک یا کود پتاسیمی افزوده شده به خاک تثبیت می‌گردد (Kukla & An, 1980). فرآیندهای مختلفی بر قابلیت استفاده پتاسیم تأثیر می‌گذارند، اما استفاده از میکروارگانیزم‌های حل‌کننده سیلیکات به دلیل راحتی استفاده و هزینه کم می‌تواند نقش تکمیل‌کنندگی خوبی در تغذیه گیاه داشته باشد. بدین ترتیب تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر دو باکتری از تو باکتر و آزوسپریلوم بر قابلیت جذب پتاسیم در کشت گلدانی سویا با استفاده از دو خاک مختلف انجام شد همچنین با استفاده از تیمار کود پتاسیم به کار رفته تأثیر باکتری در مقادیر مختلف پتاسیم خاک مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در ابتدا نمونه برداری از دو سری از خاک‌های استان گلستان (سری قره سو، Aquic Haploxerepts و سری گرگان، Typic Calcixerolls) به صورت مرکب از سطح خاک (0 تا 30 سانتی متری) انجام گرفت. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی متری به آزمایشگاه منتقل شد. برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه تعیین شد. بافت خاک به روش هیدرومتری، pH به روش گل اشباع (Page, 1982)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم با $\text{pH} = 8/2$ (Chapman,

شود. کاربرد این کود برای بیش از 20 نوع محصول مختلف نتایج مثبتی را نشان داده است. به طوری که میانگین افزایش محصول در گیاهان دانه ای 10 درصد، گیاهان صنعتی 25-10 درصد و در سبزیجات 30-20 درصد گزارش شده است (Fallah & Khavarzi, 2002). شنگ (Sheng, 2005) با اضافه کردن باکتری *Bacillus edaphicus* به خاک پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در یک آزمایش گلدانی به ترتیب افزایش 19 تا 24 درصد و 19 تا 21 درصد در وزن خشک ریشه و اندام هوایی مشاهده کرد. همچنین غلظت پتاسیم در پنبه 31 تا 34 درصد و در کلزا 28 تا 31 درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. تلقیح با باکتری همچنین موجب افزایش غلظت ازت و فسفر در گیاه شد. آنها جذب بیشتر عناصر غذایی به وسیله گیاهان تلقیح شده با باکتری را به تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (اکسین) در نزدیک ریشه گیاه توسط باکتری نسبت دادند که این امر باعث توسعه رشد ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و عناصر غذایی از خاک می‌شود. باکتری‌های سیلیکاتی بازدهی یا قابلیت دسترسی کودهای پتاسیمی را برای گیاه افزایش می‌دهند. به عنوان مثال، مصرف سولفات پتاسیم در خاک تلقیح شده با باکتری سیلیکاتی، باعث می‌شود که میزان تثبیت پتاسیم بعد از سه روز 21/1 درصد و بعد از ده روز 37/5 درصد از شاهد کمتر باشد (Rongchang & Feniting, 1995). فانگ شنگ و یان هی (Fang sheng & Yan He, 2006) تأثیر باکتری *Bacillus edaphicus* را بر روی کانی ایلایت و فلدسپار بررسی کردند. آنها مشاهده کردند که در نتیجه ترشح پلی‌ساکاریدها و اسیدهای آلی میزان پتاس آزاد شده از هر دو کانی افزایش یافت. آنها در یک آزمایش گلدانی گندم (*Triticum aestivum* L.) را در خاکی که حاوی پتاسیم قابل استفاده کمی بود، کشت و این باکتری را به خاک تلقیح کردند. نتایج آنها افزایش در وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندم نسبت به شاهد را نشان داد. توانایی ازتوباکترکوکوکوم (*Azotobacter chroococcum*) نیز برای آزادسازی پتاسیم از ارتوکلاز به اثبات رسیده است، به طوری که این باکتری توانست در مدت دو هفته حدود هفت درصد پتاسیم موجود در ارتوکلاز را آزاد کند (Mishustin et al., 1981). آزمایشات نشان دادند که در اثر تلقیح *Bacillus exlorguen* به محیط‌های تجدید نشده در مدت 15 روز تا حدود 12 درصد K_2O از ارتوکلاز آزاد می‌شود، ولی در محلول تجدیدشونده حدود 27 درصد K_2O ، 23 درصد Al_2O_3 و 13 درصد SiO_2 آزاد می‌گردد (Mishustin et al., 1981). چن و چن (Chen & Chen, 2005) نشان دادند که با کشت باکتری‌های سیلیکاته همراه با کانی‌های پتاسیم دار خاک غلظت پتاسیم در محیط ریشه 25 تا 87 درصد افزایش یافت. منیب و همکاران (Monib et al., 1984) به بررسی تأثیر باکتری‌های سیلیکاته بر دو کانی ارتوکلاز و میکا پرداختند و نشان دادند که این باکتری‌ها قادر به آزاد کردن عناصر

گیاهان رشد کرده در خاک سری قره سو (شماره 2) دارای وزن خشک و غلظت پتاسیم بیشتری نسبت به خاک سری گرگان (شماره 1) می باشند (شکل 1-الف). وزن خشک گیاه و غلظت پتاسیم در گیاهان تلقیح شده با ازتو باکتر بیشتر از گیاهان تلقیح شده با آزوسپریلوم و تیمار بدون باکتری می باشد. وزن خشک گیاهان تلقیح شده با آزوسپریلوم با تیمار بدون باکتری تفاوت معنی داری نداشت ولی غلظت پتاسیم در تیمار آزوسپریلوم بطور معنی داری بیشتر از تیمار بدون باکتری بود (شکل 1-ب). در نتیجه می توان گفت تلقیح باکتری به خاک موجب افزایش جذب پتاس و افزایش وزن خشک گیاه گردیده است و *Azotobacter chroococcum* نسبت به *Azospirillum lipoferum* تأثیر بیشتری در بهبود عملکرد گیاه داشته است. تأثیر کوددهی بر وزن خشک گیاه معنی دار نشده است اما بر غلظت و جذب پتاسیم در گیاه در سطح احتمال 1 درصد معنی دار می باشد (جدول 2). اثر متقابل خاک و باکتری بر روی وزن خشک گیاه (جدول 3) نشان می دهد که در خاک سری قره سو تیمار های ازتوباکتر و آزوسپریلوم با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند درحالیکه در خاک سری گرگان باکتری ازتوباکتر نسبت به آزوسپریلوم و همچنین آزوسپریلوم نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش وزن خشک شد. همچنین گیاهان رشد کرده در خاک سری قره سو همراه با باکتری ازتوباکتر بیشترین غلظت و جذب پتاسیم را نشان دادند و پس از آن تیمار خاک سری قره سو و آزوسپریلوم و تیمار شاهد قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع خاک و باکتری (جدول 3) نشان می دهد که غلظت پتاسیم در گیاهان رشد کرده در خاک شماره 2 (سری قره سو) همراه با ازتو باکتر بیشترین مقدار است، درحالیکه وزن خشک گیاهانی که در خاک سری قره سو همراه با ازتو باکتر (S_2B_2) کشت شدند با گیاهان رشد کرده در خاک شماره 1 (سری گرگان) همراه ازتوباکتر (S_1B_2) اختلاف معنی داری نداشتند. دلیل آن را می توان به تأثیر بیشتر حضور باکتری نسبت به مقدار پتاسیم در وزن خشک و تولید مواد محرک رشد گیاه توسط باکتری نسبت داد که این امر باعث توسعه رشد ریشه و در نتیجه جذب بهتر آب و عناصر غذایی از خاک می شود. اگامبردیوا و هوفلیخ (Egamberberdiyeva & Hoflich, 2003) نشان دادند که تلقیح با باکتری می تواند موجب افزایش رشد و افزایش مقدار پتاسیم در اجزای گیاه گندم شود. تلقیح با باکتری همچنین مقدار ازت و فسفر را در گیاه افزایش می دهد که آن را می توان به تولید تنظیم کننده های رشد گیاه در تماس با ریشه نسبت داد. نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل کود پتاس و خاک (جدول 3) نشان می دهد میزان پتاسیم در گیاهان رشد کرده در خاک سری قره سو به اضافه کود پتاسه بیشترین مقدار است در حالی که اثر متقابل آنها بر وزن خشک گیاه معنی دار نشده است. بنابراین، می توان گفت گیاه در خاکی که پتاس بیشتری وجود دارد پتاس بیشتری جذب می کند. این در حالی است که

(1965)، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر با اسید کرومیک و تیتیر کردن با فرو آمونیوم سولفات به روش نلسون (Nelson, 1982) و پتاسیم قابل استفاده خاک با استفاده از استات آمونیوم یک نرمال (Knudeson, 1982) اندازه گیری شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل سه فاکتور و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل دو نوع خاک (S_1 : سری گرگان و S_2 : سری قره سو)، فاکتور دوم شامل دو نوع باکتری (B_1 : *Azospirillum lipoferum* و B_2 : *Azotobacter chroococcum*) و تیمار بدون باکتری B_0 و فاکتور سوم شامل دو سطح کود پتاسه (K_0 و K_1) (12 تیمار عبارت بودند از: $S_1B_0K_1$, $S_1B_2K_0$, $S_1B_1K_0$, $S_1B_0K_0$, $S_2B_0K_1$, $S_2B_2K_0$, $S_2B_1K_0$, $S_2B_0K_0$, $S_1B_2K_1$, $S_1B_1K_1$, $S_2B_2K_1$, $S_2B_1K_1$). آزمایش در گلدان های 500 گرمی انجام گرفت. بر روی خاک هایی که شامل تیمار کود پتاسه بودند 75 میلی گرم در کیلوگرم KCl اسپری شد. سپس 50 گرم خاک به همراه 350 گرم شن مخلوط و در هر گلدان ریخته شد. در نهایت 10 میلی لیتر از سوسپانسیون باکتری مورد نظر به خاک تلقیح شد به طوری که جمعیت میکروبی در سوسپانسیون تلقیح شده به خاک $1 \times 10^7 \text{ cell.ml}^{-1}$ بود. جمعیت میکروبی به روش plate count بر روی محیط RC تعیین شد. رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. سپس تعداد 5 بذر سویا در هر گلدان کشت شد و 100 گرم شن روی بذرها قرار گرفت. پس از جوانه زنی سه گیاه در هر گلدان نگه داشته شد. آزمایش به مدت چهار هفته ادامه یافت و در پایان آزمایش گیاهان کشت شده کف بر شدند. وزن خشک گیاهان برداشت شده تعیین و به روش خاکسترگیری خشک آنالیز شدند (Mc Clean & Watson, 1985) و در نهایت میزان پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر قرائت شد. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد. هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپریلوم بر آزادسازی و افزایش پتاسیم قابل جذب از خاک می باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه اولیه خاک های مورد مطالعه در جدول 1 آورده شده است. طبق مطالعه انجام شده روی خاک های این منطقه حد بحرانی پتاسیم 270 میلی گرم در کیلوگرم می باشد (Dordipour & Farshadrad, 2008). بر این اساس خاک شماره 1 (سری گرگان) در محدوده کمبود و خاک شماره 2 (سری قره سو) در محدوده کفایت قرار داشت.

نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) نشان داد که اثرات اصلی نوع خاک و باکتری بر وزن خشک گیاه، غلظت پتاسیم در گیاه و جذب پتاس توسط گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده است.

شده با باکتری نسبت به تیمار شاهد به ترتیب 26 و 14 درصد برای خاک سری گرگان و قره سو بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میزان افزایش وزن خشک گیاه نسبت به شاهد در خاک سری گرگان که حاوی پتاسیم کمتری است بیشتر از خاک سری قره سو می باشد.

میزان افزایش در وزن خشک لزوماً از این قاعده تبعیت نمی کند (Surapaneni et al., 2002). اثرات متقابل کود پتاسیم و باکتری نشان می دهد تیمار بدون باکتری و بدون کود پتاسه کمترین وزن خشک و غلظت پتاسیم در گیاه را داشت و گیاهان رشد کرده در خاک تلقیح شده با ازتو باکتر بدون کود دارای بیشترین وزن خشک و غلظت پتاسیم بود. میزان افزایش وزن خشک گیاه در خاک تلقیح

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1. Soil physical and chemical properties

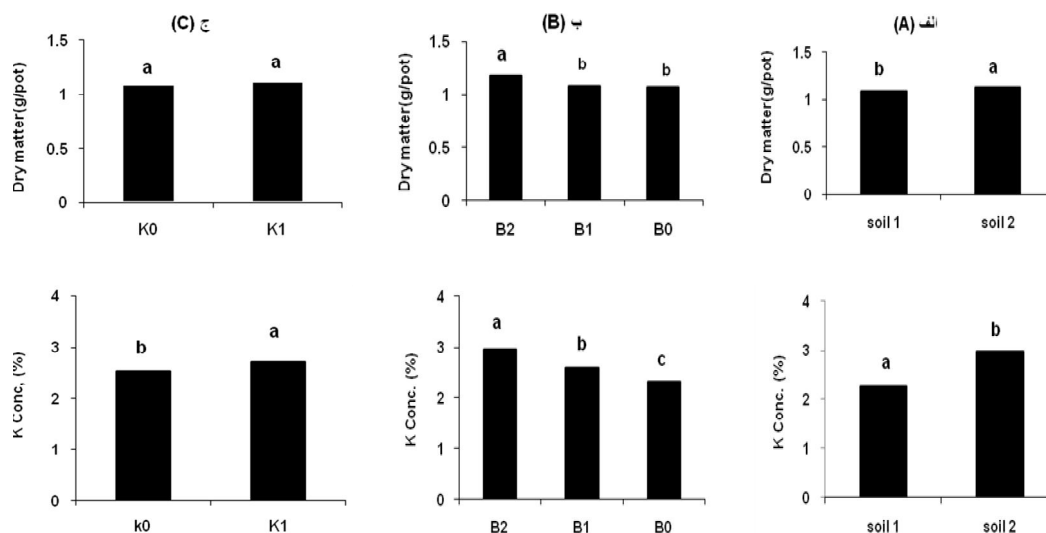
نمونه خاک Soil sample	سری خاک Soil Series	بافت Texture	اسیدیته pH	پتاسیم قابل استفاده Available K (mg.kg ⁻¹)	ماده آلی OM (%)	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (Cmol (+) kg ⁻¹)
1	گرگان Gorgan (Typic Calcixerolls)	لوم رس سیلتی Silty clay loam	7.9	180	2.2	22.4
2	قره سو Ghare Sou (Aquic Haploxerepts)	رسی Clay	7.8	310	3.2	26.7

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس وزن خشک گیاه، غلظت و جذب پتاسیم توسط گیاه
Table 2- ANOVA results of dry matter, K concentration and K uptake by plant

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک گیاه Plant dry weight	غلظت پتاسیم در گیاه K Conc. in Plant	جذب پتاسیم توسط گیاه K uptake by plant
تیمار Treatment	11	0.023**	0.75**	1.43**
خاک Soil	1	**0.015	4.64**	7.14**
باکتری Bacterium	2	0.035**	1.27**	2.89**
کود پتاسیم K fertilizer	1	0.004 ^{ns}	0.31**	0.45**
خاک* باکتری Soil* Bacterium	2	0.009**	0.02*	0.05*
خاک* کود پتاسیم Soil*K fertilizer	1	0.004 ^{ns}	0.06**	0.02 ^{ns}
باکتری* کود پتاسیم Bacterium* K fertilizer	2	0.066**	0.34**	1.11**
خاک* باکتری* کود پتاسیم Soil*Bacterium*K fertilizer	2	0.001 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.007 ^{ns}
خطا Error	24	0.0016	0.007	0.01
کل Total	35			

*, **, ns و بترتیب یعنی در سطح احتمال 5 و 1 درصد معنی دار و بدون معنی می باشد.

*, **, and ns are statistical significant at *p* values 0.05 and 0.01 and non significant, respectively.



شکل 1- مقایسه میانگین اثر تیمارهای (الف) نوع خاک، (ب) نوع باکتری و (ج) کود پتاسیم بر وزن خشک سویا و غلظت پتاسیم در گیاه
 Fig. 1- Mean comparison of treatments effect (A) soil type, (B) bacteria and (C) K fertilizer on the dry matter of soybean and K concentration in plant

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
 Means followed by the same letters are not significantly difference based on LSD at $\alpha=5\%$.

جدول 3- مقایسات میانگین اثرات متقابل تیمارهای اعمال شده بر وزن خشک گیاه، غلظت پتاس در گیاه و جذب پتاسیم
 Table 3- Mean comparisons of interaction effects of treatments on the plant dry matter, K concentration and uptake K by removal plants

تیمار Treatment	وزن خشک Dry weight (g.pot ⁻¹)	غلظت پتاسیم در گیاه K Conc. in Plant (%)	جذب پتاسیم توسط گیاه K uptake by plant (g.pot ⁻¹)
S1B0	1.020 d*	1.98	0.203 e
S1B1	1.075 c	2.19	0.330 d
S1B2	1.173 a	2.65	0.311 c
S2B0	1.125 ab	2.67	0.302 c
S2B1	1.095 bc	3.01	0.330 b
S2B2	1.172 a	3.29	0.386 a
S1K0	1.060 b	2.22	0.241 d
S1K1	1.110 a	2.32	0.258 c
S2K0	1.130 a	2.86	0.325 b
S2K1	1.130 a	3.13	0.353 a
B0K0	0.970 e	2.15	0.211 e
B0K1	1.170 ab	2.40	0.293 c
B1K0	1.120 c	2.40	0.270 d
B1K1	1.050 d	2.81	0.295 c
B2K0	1.200 a	3.08	0.368 a
B2K1	1.170 ab	2.87	0.329 b

* حروف مشابه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار نمی‌باشد (S: نوع خاک، B: نوع باکتری و K: کود پتاسیم)

*Means followed by the same letters are not significantly difference at $\alpha=5\%$

(S: Soil, B: Bactery and K: K fertilizer)

پتاسیم در اجزا گیاه شود.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد در اثر تلقیح خاک با باکتری وزن خشک گیاه، میزان پتاس در گیاه و میزان جذب پتاس توسط گیاه در مقایسه با تیمار بدون باکتری افزایش می‌یابد. در طول سال‌های اخیر در دنیا، به دلیل رشد روز افزون جمعیت، تولید مواد غذایی و مصرف کودهای شیمیایی به تدریج افزایش یافته است. با توجه به هزینه هنگفت تولید کودهای شیمیایی و اثرات زیانبار زیست محیطی آنها استفاده از کودهای بیولوژیک در جهت افزایش سطح حاصلخیزی خاک توصیه می‌شود.

بنابراین هر چه میزان پتاسیم در خاک کمتر باشد، میزان تأثیر میکروارگانیسم‌ها بیشتر می‌باشد. این نتیجه با نتایج اگامبربردیوا و هوفلیخ (Egamberberdiyeva & Hoflich, 2003) مطابقت دارد. رانگ چانگ و فنتینگ (Rongchang & Feniting, 1995) عنوان کردند که باکتری‌ها در طی فعالیت‌های حیاتی خود می‌توانند مواد محرک رشد گیاه تولید کنند به طوری که با استفاده از کروماتوگرافی مایع تحت فشار¹ (HPLC) مشخص شده است که در محیط کشت باکتری مقدار زیادی جیبرلین و سایر مواد فعال‌کننده وجود دارد که محرک رشد گیاه می‌باشند. به این ترتیب افزایش عملکرد در خاک‌های تلقیح شده با باکتری را می‌توان به تأثیر این مواد محرک رشد که توسط باکتری ترشح می‌شود نسبت داد. اگامبربردیوا و هوفلیخ (Egamberberdiyeva & Hoflich, 2003) نشان دادند که تلقیح با باکتری می‌تواند موجب افزایش رشد و افزایش مقدار

منابع

- 1- Ayers, A.S., Takashi, M., and Kaneshiro, P. 1947. Conversion of nonexchangeable potassium to exchangeable forms in Hawaii. Soil Science Society of America Proceeding 11: 175-181.
- 2- Chapman, H. D. 1965. Cation Exchange Capacity. In: Method of Soil Analysis, Part 2, (ed). Black, C. A., 891-901. American Society of Agronomy: Madison, WI. USA.
- 3- Chen, H., and Chen, T. 1960. Characteristics of morphology and physiology and ability to weather to wheather mineral baring phosphorus and potassium of silicate bacteria. Microorganism 3: 104-112.
- 4- Dordipour, E., and Farshadirad, A. 2009. Determination of Potassium critical level for wheat and investigation of its response to K_2SO_4 in some selected soils of Golestan province. 11th Iranian Soil Scince Congress. 227 p. (In Persian)
- 5- Egamberberdiyeva, D., Hoflich, G., 2003. Influence of growth- promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. Soil Biology and Biochemistry. 35: 973-978.
- 6- Fallah, A. R., and Khavarzi, K. 2002. Biological potassium fertilizer and its effects on crop yields. Iranian Journal of Soil and Water, Special Issue: Soil Biology 12(7): 115-127. (In Persian eith English Summary)
- 7- Fang sheng, X., and Yan He, L. 2006. Solubilization of potassium-bearing minerals by wild-type strain of *Bacillus edaphicus* and its mutants and increased potassium uptake by wheat. Canadian Journal of Microbiology 52: 66-72.
- 8- Feigenbaum, S., and Shainberg, I. 1975. Dissolution of illite a possible mechanism os potassium release. Soil Science Society American Proceeding 39: 985- 990.
- 9- Glowa, K.R., Arocena, J.M., and Massicote, H.B. 2003. Extraction of potassium and/ or magnesium from selected soil minerals by *Piloderma*. Acta Biotechnologica 7: 299- 306.
- 10- Haby, V.A., Russelle, M.D., and Skogley, E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium and magnesium. In: S. H. Mickelson (ed). Soil Testing and plant analysis. Madison. WI., USA. p. 181-227.
- 11- Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F. 1982. Lithium, Sodium and potassium. Pages 225-246 in A. L. Page et al., eds. Methods of soil analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison. WI.
- 12- Khormali, F., and Abtahi, A. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semiarid soils of fars province, southern Iran. Clay Minerals 38: 511-527.
- 13- Kukla, G., and An, Z.S. 1980. Loess stratigraphy in central china Palaeogeogr. Palaeoclimatology Palaeoecology 72: 203-225.
- 14- Lian, B. 1998. Astudy on how silicate bacteria GY92 dissolves potassium from illite. Acta Mineral Sin. 18:234-238.
- 15- Lian, B., Wang, B., Pan, M., Liu, C., and Teng, H. 2008. Microbial release of potassium from K-bearing minerals by thermophilic fungus *Aspergillus fumigates*. Geochimica e t Cosmochimica Acta 72:87-98.
- 16- Mc Clean, E.O., and Watson, M. E. 1985. Soil measorments of plant-available potassium. In: Manson (ed). Potassium in Agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI., USA.

- 17- Mishustin, E.N., Smirnova, G.A., and Lokhmachea, R.A. 1981. The decomposition of silicates by microorganisms and the use of silicate bacteria fertilizers. Biological Bulletin of Academic Science 8: 400-409.
- 18- Monib, M., Zahra, M. K., Abdel, E. A., and Heggo, A. 1984. Role of silicate bacteria in releasing K and Si from biolite and orthoclase. Soil Biology and Conservation of the Biosphere 2: 173-233.
- 19- Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: "Methods of soil Analysis", Part 2, ed. Page, A.L., 539-579. American Society of Agronomy: Madison. WI.
- 20- Norozi, S. 2006. Release of Potassium from some mica minerals through some organic acid in rhizosphere of barley. M. Sc. Thesis in Soil Science. Soil Science Department. Isfahan University of technology, Isfahan, Iran. 158 p. (In Persian with English Summary)
- 21- Page, A.L. 1982. Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy, Madison, WI., USA. Pp. 181–199.
- 22- Rongchang, L., and Feniting, L., 1995. International training course on biological fertilizer Boden, boading cgina. Pp. 11-68.
- 23- Saber, M.S.M., Zanaty, and M.R. 1981. Effectiveness of inoculation with silicate bacteria in relation to the potassium content of plants using the intensive cropping technique. Research Journal of Agriculture and Biological Science 59(4): 280-289.
- 24- Shady, M. A., Ibrahim, I., and Afify, A.H. 1984. Mobilization of elements and their effects on certain plant growth characteristics as influenced by some silicate bacteria. Egyptian Journal of Botany 27(1-7): 17-30.
- 25- Sheng, X.F. 2005. Growth promotion and increased potassium uptake of cotton and rape by a potassium releasing strain of *Bacillus edaphicus*. Soil Biology and Biochemistry 37: 1918-1922.
- 26- Sparks, D.L., and Huang, M. 1985. Physical Chemistry of Soil Potassium. In: R.D. Munson.(ed). P in Agriculture. ASA. CSSA. SSSA. Madison. WI., USA. Pp. 201-276.
- 27- Surapaneni, A., Palmer, A.S., Tillman, R.W., Kirkman, J.H., and Gereg, P.E.H. 2002. The mineralogy and potassium supplying power of some loessial and related soils of New Zealand. Geoderma 110: 191-204.
- 28- Yuan, L., Fang, D. H., Wnag, Z. H., Shun, H., and Huang, J.G. 2000. Bio-mobilization of potassium from clay minerals: I. By ectomycorrhizas. Pedosphere 10: 339- 346.



تأثیر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و غلظت سرب، نیکل و کادمیم در خاک و گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

فاطمه اکبرنژاد^{1*}، علیرضا آستارایی²، امیر فتوت² و مهدی نصیری محلاتی³

تاریخ دریافت: 1389/06/18

تاریخ پذیرش: 1389/11/21

چکیده

به منظور بررسی اثر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر غلظت فلزات سنگین در خاک و گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، آزمایشی با دو نوع کود آلی کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب هر کدام در سه سطح (صفر، 15 و 30 تن در هکتار) بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. نتایج نشان داد که اثر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب و اثر متقابل آنها تأثیر معنی داری بر وزن خشک گیاه در گلدان داشت. با افزایش مقادیر لجن فاضلاب، وزن خشک گیاه در گلدان افزایش یافت، اما کاربرد کمپوست پسماند شهری به مقدار 15 تن در هکتار، وزن خشک گیاه در گلدان را افزایش داد و کاربرد مقادیر بالای کمپوست (30 تن در هکتار) موجب کاهش وزن خشک گیاه در گلدان شد. تأثیر لجن فاضلاب و کمپوست بر غلظت عناصر سنگین (نیکل و سرب) در گیاه به جزء کادمیم معنی دار شد. کاربرد کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب سبب افزایش سرب و نیکل قابل دسترس در خاک شد، اما بر فراهمی کادمیم خاک تأثیر معنی داری نداشت. نتایج نشان داد غلظت نیکل بیش از حد مجاز این عنصر در گیاه شد. بنابراین در استفاده از پسماندهای آلی برای گیاه دارویی سیاهدانه باید دقت لازم را به عمل آورد.

واژه های کلیدی: پسماندهای آلی، عناصر سنگین، وزن خشک گیاه

مقدمه

گیاه برای سلامت انسان زیان آور خواهد بود (Hyun et al., 1998). این مسئله در مورد گیاهان دارویی که اکثراً به صورت مستقیم مورد استفاده انسان قرار می گیرند بسیار اهمیت دارد. سرنوشت فلزات سنگین و کمپلکس های فلزی تخلیه شده به خاکها و آبها با توجه به شرایط محیطی خاک و آب بسیار متفاوت می باشد. عواملی مانند اسیدیته خاک، غلظت یونی محلول، غلظت کاتیونی فلز، حضور کاتیونهای فلزی رقابت کننده و وجود لیگاند های آلی و معدنی بر جذب فلزات سنگین تأثیر گذارند. از سوی دیگر نوع و گونه های مختلف گیاهی در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت زیادی با یکدیگر دارند (Ross, 1994; Alloway, 1990). در آزمایشی که از کود کمپوست و لجن فاضلاب استفاده شد، در تیمارهای حاوی کمپوست نسبت به لجن فاضلاب، گیاه غلظت کمتری از عناصر سنگین را جذب کرد. علت آن pH و ماده آلی بیشتر در کمپوست نسبت به لجن فاضلاب بود که فراهمی عناصر را کاهش داد (Chu & Wong, 1987). در آزمایشی دیگر، در خاکهای تیمار شده با لجن فاضلاب، جذب روی و کادمیم توسط کاه و جو، بیشتر از خاکهای تیمار شده با کمپوست پسماند شهری بود که دلیل آن کاهش اسیدیته خاک در اثر کاربرد لجن فاضلاب ذکر شد (et al.,

حاصلخیزی خاک از جمله عوامل محیطی مهم در تولید حداکثر مقدار ماده مؤثره در گیاهان دارویی و حداکثر عملکرد در گیاه می باشد (Omid Baigi, 2000). برای افزایش حاصلخیزی خاک با هدف حفظ محیط زیست، استفاده از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی در مورد اکثر محصولات کشاورزی و از جمله گیاهان دارویی حائز اهمیت است (et al., 2001). لجن فاضلاب و کود کمپوست پسماند های شهری، از جمله کودهای آلی هستند که اغلب علاوه بر افزایش عملکرد گیاه، دارای مقادیر نسبتاً زیاد عناصر سنگین نظیر کادمیم، سرب و نیکل می باشند. در اثر افزودن این مواد به خاک، گیاه همراه با عناصر غذایی مورد نیاز این عناصر سمی را جذب کرده و وارد زنجیره غذایی انسان می گردد. جذب بیش از حد این عناصر توسط

1. 2 و 3- به ترتیب کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم خاک و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول: (Email: Akbarnejad_f@yahoo.com)

صفر، 15 و 30 تن در هکتار لجن فاضلاب (S_{30} ، S_{15} و S_0) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی انجام شد. جهت انجام این آزمایش از یک خاک لوم رسی از عمق 0-15 سانتی متری نمونه برداری، سپس خاک به گلخانه انتقال داده شده و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک دو میلیمتری جهت آماده سازی گلدانها و انجام تجزیه های اولیه استفاده شد. کود کمپوست پسماند شهری از کارخانه کود آلی مشهد و لجن فاضلاب از تصفیه خانه آستان قدس رضوی تهیه و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. لجن فاضلاب به مدت چندین روز هوا خشک شد. سپس به طور کامل آن را کوبیده و از الک دو میلی متری عبور داده و برای انجام تجزیه های اولیه آماده شد.

بر اساس وزن خاک هر گلدان (6 کیلوگرم) مقادیر 45 گرم و 90 گرم به ترتیب برای مقادیر 15 و 30 تن در هکتار از هر یک از کودهای آلی بر اساس تیمارهای موجود با خاک هر گلدان مخلوط شدند و یک خاک شاهد (تیمار صفر) فاقد هر گونه کود نیز در نظر گرفته شد. پس از آماده سازی گلدانها بر اساس تیمارهای آزمایشی، در هر گلدان، تعداد 40 عدد بذر سیاهدانه کشت و 20 روز بعد از کاشت تعداد بوته ها به 8 عدد تنک شدند. برداشت گیاه سه ماه پس از کشت صورت گرفت. بعد از برداشت گیاه، خاک درون هر گلدان به طور کامل مخلوط، و پس از عبور از الک دو میلی متری برای تعیین شکل قابل جذب فلزات سنگین خاک (نیکل، سرب و کادمیم) با روش لیندزی و نورول (Lindsay & Norvell, 1978) استفاده و عصاره های DTPA-TEA با دستگاه جذب اتمی (مدل Shimadzu, AA-670) اندازه گیری شدند.

(Simeoni 1984). ناواس و همکاران (Navas et al., 1998) نشان دادند که با افزایش میزان لجن فاضلاب از صفر به 320 تن در هکتار، غلظت عناصر سنگین (کروم، روی، نیکل و سرب) نسبت به شاهد افزایش یافت ولی غلظت کادمیم افزایش معنی داری نداشت که دلیل آن مقدار ناچیز این عنصر در لجن بود. در آزمایشی که از سه نوع کمپوست متفاوت شامل (کمپوست پسماند شهری، کمپوست لجن فاضلاب و مخلوط کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب) استفاده شد، فراهمی مس، سرب و کادمیم در خاکهایی که مقادیر زیادی از کمپوست دریافت کرده بودند افزایش یافت، در حالیکه فراهمی نیکل و روی در مقادیر کم و زیاد کمپوست تأثیر معنی داری نداشت که دلیل آن تحرک پذیری زیاد نیکل و روی بیان شد (Shelton, 1999) (Baldwin & Baldwin).

اکثر مطالعات انجام شده در مورد واکنش کودی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) بر مبنای مصرف کودهای شیمیایی بوده و تحقیقات اندکی در زمینه اثر کودهای آلی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی از جمله سیاهدانه در دسترس است. بنابراین شناخت تأثیر کودهای آلی بر خصوصیات کمی و کیفی این گیاهان در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیازمند مطالعه و تحقیق می باشد. بر این اساس تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای آلی (کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب) بر رشد و عملکرد و جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی سیاهدانه به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

این آزمایش با تیمارهای آزمایشی، سه سطح صفر، 15 و 30 تن در هکتار کود کمپوست پسماند شهری (C_0 ، C_{15} و C_{30}) و سه سطح

جدول 1- برخی خصوصیات شیمیایی خاک، کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب

Table 1- Chemical characteristics of the soil, municipal solid waste compost and sewage sludge

لجن فاضلاب SS^2	کمپوست پسماند شهری $MSWC^1$	خاک Soil	واحد اندازه گیری Units	خصوصیت Parameter
7.04	7.55	7.72	-	pH
2.45	7.91	0.85	dSm^{-1}	EC (نسبت 1:5)
7.41	13.26	0.3	%	ماده آلی (OM)
0.50	1.25	0.04	%	نیترژن کل (Total N)
14.82	10.60	7.50	-	C/N
103.97**	116.71**	0.70*	$mgkg^{-1}$	نیکل (Ni)
74.30**	43.51**	0.40*	$mgkg^{-1}$	سرب (Pb)
2.13**	1.57**	0.04*	$mgkg^{-1}$	کادمیم (Cd)

1- Municipal solid waste compost

2- Sewage sludge

** Total metal content (مقدار کل عنصر)

* Available metal content (مقدار قابل دسترس)

نمونه‌های خشک گیاه شامل کاه و کلش و دانه را آسیاب کرده و به روش هضم تر (هضم با اسید نیتریک و اسید پر کلریک) عصاره گیری کرده (Rayan et al., 2001) و غلظت عناصر سنگین سرب (Pb)، کادمیم (Cd) و نیکل (Ni) در عصاره‌های گیاهی با دستگاه جذب اتمی مدل (Shimadzu, AA-670) در طیف خاص هر عنصر اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار MINITAB و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد. جهت رسم شکل‌ها نیز از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر کمپوست زیاله شهری و لجن فاضلاب بر وزن خشک گیاه

با افزایش مقدار لجن به 15 و 30 تن در هکتار، وزن خشک گیاه نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت (جدول 2). به نظر می‌رسد عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف موجود در لجن افزوده شده به خاک در اختیار گیاه قرار گرفته و عملکرد بیشتر گیاه را در پی داشته است (Karami et al., 2007). با افزایش لجن فاضلاب از 15 به 30 تن در هکتار با وجود روند افزایشی اختلاف معنی داری بین وزن خشک گیاه مشاهده نشد. احتمالاً افزودن لجن فاضلاب تا مقادیر خاصی باعث افزایش عملکرد می‌شود، ولی پس از آن حد تأثیر زیادی در عملکرد ندارد (Valmis et al., 1985). افزایش کمپوست فقط در سطح 15 تن در هکتار سبب افزایش معنی دار وزن خشک گیاه شد. با افزایش مقدار کمپوست به 30 تن در هکتار وزن خشک گیاه کاهش یافت که مشابه نتایج میکبلا و وارمن (2005) & Warman (Mkhabela) می‌باشد. در بسیاری از تحقیقات گزارش شده که

مقادیر بالای کمپوست سبب کاهش عملکرد و کاهش وزن خشک گیاه شده است که دلیل آن نیز احتمالاً کاهش عناصر غذایی به دلیل افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Soumare et al., 2003; Ribeiro et al., 2000). اثر متقابل مقادیر کود کمپوست و لجن فاضلاب بر وزن خشک بوته در کلیه تیمارهای آزمایشی (به جز تیمار $C_{30}S_0$) نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت (جدول 4). احتمالاً مقادیر بالای کمپوست سبب افزایش جمعیت میکروبی خاک شده و به تبع عناصر غذایی مورد استفاده گیاه کاهش می‌یابد، اما کاربرد مقادیر بالای کمپوست به همراه لجن فاضلاب کمبود عناصر غذایی برای گیاه را جبران می‌کند. کرمی و همکاران (2007) (Karami et al.) بیان کردند عناصر غذایی پر مصرف همانند نیتروژن، فسفر و گوگرد و نیز عناصر غذایی کم مصرف نظیر آهن، روی و مس که همراه لجن به خاک افزوده می‌شوند، می‌توانند در طی تجزیه مواد آلی در اختیار گیاه قرار گرفته و عملکرد زیاد آن را در پی داشته باشد.

اثر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر غلظت عناصر سنگین در گیاه

مطابق جدول 2، کاربرد کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب سبب کاهش معنی دار غلظت سرب در کاه و کلش گیاه نسبت به شاهد شد ($p \leq 0.05$). احتمالاً به دلیل پیوند قوی سرب با مواد آلی و تشکیل کمپلکس‌های پایدار غلظت سرب در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای حاوی کمپوست و لجن بیشتر است. تیمار 15 تن در هکتار کمپوست نسبت به شاهد، 53% کاهش معنی داری داشت، در حالیکه تیمار 30 تن در هکتار کمپوست نسبت به شاهد 42% کاهش معنی‌داری را نشان داد.

جدول 2- اثر مقادیر مختلف کمپوست پسماند شهری (C) و لجن فاضلاب (S) بر وزن خشک بوته در گلدان و غلظت سرب و نیکل در کاه و کلش و دانه گیاه دارویی سیاهدانه

Table 2- The effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on dry matter and concentration of Pb and Ni in straw and grain of black cumin

نیکل Ni (mg.kg^{-1})		سرب Pb (mg.kg^{-1})		وزن خشک گیاه (g) Plant dry matter (g)	سطوح کمپوست و لجن فاضلاب MSWC & SS amounts
دانه (Grain)	کاه و کلش (Straw)	دانه (Grain)	کاه و کلش (Straw)		
12.36 c	11.27 c	2.38 a	3.69 a	1.12 b*	C ₀
13.5 b	12.43 b	1.34 b	1.73 b	1.35 a	C ₁₅
14.83 a	15.64 a	1.28 b	2.13 b	0.98 b	C ₃₀
12.52 c	11.92 b	1.94 a	3.63 a	0.75 b	S ₀
13.14 b	11.68 b	1.27 b	1.77 b	1.32 a	S ₁₅
15.03 a	15.7 a	1.8 a	2.15 b	1.38 a	S ₃₀

* میانگین‌های موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5% معنی‌دار نمی‌باشند.

*Mean in each column followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

اهمیت است (Smith, 2009).

مطابق جدول 4، در کلیه تیمارهای آزمایشی غلظت نیکل کاه و کلش نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت. بیشترین غلظت نیکل نسبت به شاهد در تیمار $C_{30}S_{30}$ مشاهده شد. به نظری می رسد غلظت زیاد نیکل در کمپوست و لجن و فراوانی ماده آلی در این تیمار باعث افزایش غلظت نیکل در کاه و کلش شد. بین تیمارهای C_0S_{15} و $C_{15}S_0$ با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد که نشان می دهد کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب در سطح 15 تن در هکتار اثر یکسانی بر غلظت نیکل در کاه و کلش داشتند. بین تیمارهای $C_{30}S_0$ و $C_{15}S_{30}$ با یکدیگر و تیمارهای $C_{15}S_{15}$ و $C_{30}S_{15}$ با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد که نشان دهنده این است که در حضور مقادیر 15 و 30 تن در هکتار لجن فاضلاب، افزایش کمپوست به مقدار 15 تن در هکتار تأثیر معنی داری بر غلظت نیکل کاه و کلش ندارد. احتمالاً نقش لجن فاضلاب در افزایش غلظت نیکل کاه و کلش نسبت به کمپوست بیشتر بوده است. این در حالی است که غلظت نیکل در تیمار $C_{30}S_0$ نسبت به تیمار C_0S_{30} افزایش معنی داری دارد که احتمالاً کاهش وزن خشک گیاه در تیمار $C_{30}S_0$ باعث افزایش غلظت نیکل شده است. با توجه به جدول 3، غلظت نیکل در کاه و کلش و دانه بیشتر از محدوده مجاز این عنصر بوده و می تواند منجر به مسمومیت گیاه و متعاقباً انسان گردد. بالا بودن غلظت نیکل در کاه و کلش و دانه به دلیل تشکیل کمپلکسهای ضعیف تر با مواد آلی و در نتیجه پویایی زیاد این عنصر در خاک، نسبت به سایر عناصر سنگین است (Smith, 2009). پس با توجه به این خصوصیت نیکل کاربرد این پسماندهای آلی بایستی با دقت بیشتری انجام گیرد.

اثر کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب بر فراهمی عناصر سنگین در خاک

مطابق شکل 1، با افزایش لجن فاضلاب، مقدار سرب قابل جذب (DTPA- Pb) در خاک نسبت به شاهد 46% افزایش معنی داری داشت ($p \leq 0.05$). بین مقادیر 15 و 30 تن در هکتار کود کمپوست زباله شهری با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی هر دو سطح نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشتند.

احتمالاً افزایش غلظت سرب در مقایر 30 تن در هکتار از کمپوست و لجن فاضلاب سبب روند افزایشی غلظت سرب در این تیمارها شده است. افزایش کمپوست پسماند شهری به 30 تن در هکتار باعث کاهش معنی دار غلظت سرب دانه نیز شد (46/2%). اما لجن فاضلاب فقط در سطح 15 تن در هکتار موجب کاهش معنی دار غلظت سرب دانه شد (34/5%). در مطالعه ای نشان داده شد که با افزودن کود کمپوست پسماند شهری به مقدار 90 تن در هکتار در سال و به مدت 6 سال متوالی، غلظت سرب در گیاه ذرت کاهش یافت (Gigliotti et al., 1996). با توجه به جدول 2، افزایش کمپوست پسماند شهری باعث افزایش معنی دار غلظت نیکل کاه و کلش (28%) و دانه (16/6%) شد ($p \leq 0.05$). به نظر می رسد غلظت بالای نیکل در کود کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب و هم چنین پیوند ضعیف این عنصر با مواد آلی سبب افزایش غلظت آن در گیاه شده است (Smith, 2009). غلظت کادمیم در کاه و کلش و دانه در کلیه تیمارهای آزمایشی در حد تشخیص دستگاه نبود. افزودن کمپوست و لجن فاضلاب باعث کاهش معنی دار غلظت سرب کاه و کلش و دانه گیاه نسبت به شاهد شد (جدول 4) که علت آن قابلیت زیاد کود کمپوست و لجن فاضلاب در جذب سرب و ایجاد فرمهای پایدار است (Amir et al., 2005). کارلتون - اسمیت (Carlton-Smith, 1987) نشان داد افزودن کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب به خاک سبب کاهش فراهمی سرب برای گیاه می گردد. با افزایش سطوح لجن به 15 و 30 تن در هکتار در حضور و عدم حضور مقادیر مختلف کمپوست، غلظت سرب در کاه و کلش و دانه اختلاف معنی داری را با هم نشان نداد. این نتایج نشان می دهد که اولاً مقادیر مختلف لجن فاضلاب تأثیر معنی داری بر غلظت سرب در گیاه نداشت، گرچه روند افزایشی نسبت به تیمارهای S_0C_{15} و S_0C_{30} که هیچ گونه لجنی را دریافت نکردند، مشاهده شد. ثانیاً مقادیر مختلف کمپوست نیز اختلاف معنی داری را بر غلظت سرب در گیاه نداشتند. با توجه به جدول 3، غلظت سرب در تیمارهای آزمایشی کمتر از حد مسمومیت عنصر برای گیاه است. در نتیجه کاربرد این پسماندها از نظر آلودگی سرب در خاک مشکلی را ایجاد نمی کند. اگر چه ذکر این نکته که کاربرد متوالی این پسماندها، باعث افزایش حلالیت سرب خواهد شد، حائز

جدول 3- محدوده معمول و بیشترین غلظت پیشنهادی برای عناصر سنگین در گیاه (Pais & Benton, 1997)

Table 3- The normal and maximum concentrations of heavy metals in plant (Pais & Benton, 1997)

عنصر Element	غلظت عناصر سنگین در گیاه Plant heavy metal concentration	
	دامنه نرمال Normal Range (mg.kg^{-1})	حداکثر مجاز (mg.kg^{-1}) Max. permissive
Ni	0.1-1	3
Pb	0.1-5	10
Cd	0.05-0.2	3

جدول 4- اثرات متقابل کمپوست پسماند شهری (C) و لجن فاضلاب (S) بر وزن خشک بوته در گلدان و غلظت سرب و نیکل در کاه و کلش و دانه

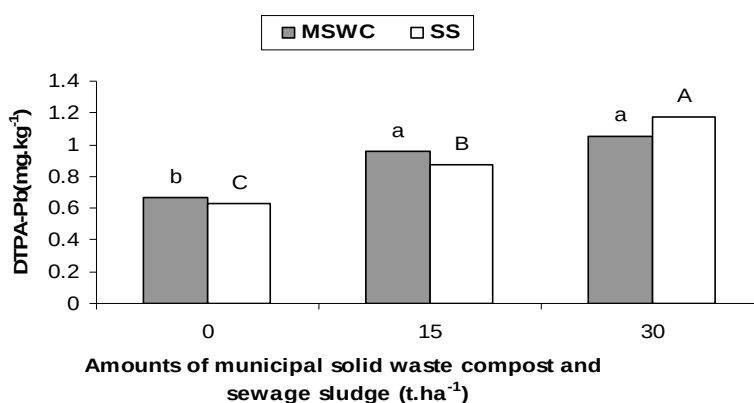
گیاه دارویی سیاهدانه

Table4- The interaction effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on dry matter and concentration of Pb and Ni in straw and grain of black cumin

نیکل Ni (mg.kg ⁻¹)		سرب Pb (mg.kg ⁻¹)		وزن خشک گیاه در گلدان (g) Plant dry matter (g)	تیمار آزمایشی Treatments	
دانه (Grain)	کاه و کلش (Straw)	دانه (Grain)	کاه و کلش (Straw)		کمپوست MSWC	لجن فاضلاب SS
11.70 d	7.96 f	4.20 a	7.60 a	0.74 c*	C ₀	S ₀
12.26 cd	10.83 e	1.20 c	1.70 bc	1.19 b	C ₁₅	
12.60 b	16.96 b	0.42 d	1.60 c	0.32 d	C ₃₀	
11.50 d	11.23 e	1.26 c	1.73 bc	1.27 ab	C ₀	S ₁₅
12.73 c	11.80 d	1.36 c	1.66 bc	1.35 ab	C ₁₅	
15.20 a	12.03 d	1.20 c	1.93 bc	1.33 ab	C ₃₀	
13.90 b	14.63 c	1.70 bc	1.75 bc	1.34 ab	C ₀	S ₃₀
15.50 a	14.66 c	1.46 c	1.83 bc	1.52 a	C ₁₅	
15.70 b	17.93 a	2.23 b	2.86 b	1.29 ab	C ₃₀	

* میانگین‌های موجود در هر ستون در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

* Mean in each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05)



شکل 1- اثر سطوح کمپوست پسماند شهری (MSWC) و لجن فاضلاب (SS) بر فراهمی سرب در خاک

Fig. 1- Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Pb in soil

میانگین‌های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

تفاوت معنی داری نداشت که نشان دهنده آن است که مقادیر بالای کود کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب در فراهمی سرب قابل دسترس با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند، ولی کاربرد توام لجن و کمپوست توام با یکدیگر سبب افزایش معنی دار سرب قابل دسترس در خاک شد، بطوری که بیشترین مقدار فراهمی سرب در تیمارهای C₃₀S₃₀ و C₁₅S₃₀ مشاهده شد که به ترتیب برابر با 1/32 و 1/29 میلی گرم بر کیلوگرم بود. احتمالاً افزایش جمعیت میکروبی در این تیمارها سبب افزایش معدنی شدن سرب گشته و در نتیجه سرب قابل جذب خاک افزایش می‌یابد (Karami et al., 2007). از نظر آلودگی

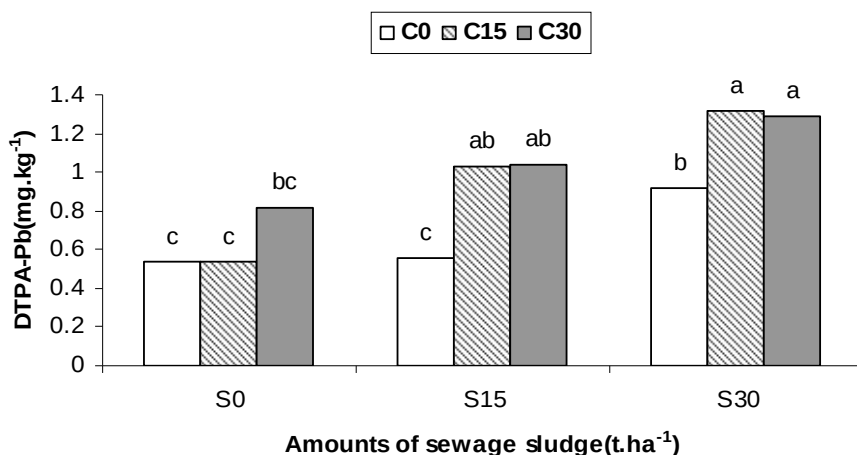
مادرید و همکاران (Madrid et al., 2007) افزایش سرب کل و قابل جذب را در خاک توسط کود کمپوست زباله شهری گزارش کردند.

اثر متقابل کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب و سطوح مختلف آنها بر سرب قابل جذب در خاک معنی‌دار شد (شکل 2) p≤ (0.05). بین تیمارهای C₁₅S₀، C₃₀S₀ و C₀S₁₅ با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که نشان می‌دهد کود کمپوست زباله شهری حتی در مقدار 30 تن در هکتار تأثیر معنی داری بر فراهمی سرب ندارد. تیمار C₀S₃₀ نسبت به شاهد معنی‌دار شد، ولی با تیمار C₃₀S₀

(Navas) عدم معنی دار شدن غلظت نیکل در تیمارهای حاوی لجن فاضلاب را به جذب ترجیحی این عنصر توسط گیاه نسبت دادند. سطوح مختلف کمپوست تأثیر معنی داری بر فراهمی نیکل در خاک با یکدیگر نشان ندادند، ولی هر دو سطح 15 و 30 تن در هکتار کود کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی داری در فراهمی نیکل داشتند.

عنصر سرب در خاک، در مورد کاربرد لجن فاضلاب نسبت به کود کمپوست پسماند شهری باید دقت بیشتری به عمل آید. اگرچه با وجود پیوندهای بسیار قوی عنصر سرب سمیت این عنصر کاهش خواهد یافت.

مطابق شکل 3، تأثیر لجن فاضلاب بر نیکل قابل جذب (Ni) (DTPA- در خاک معنی دار نشد. ناواس و همکاران (1998) et al.,

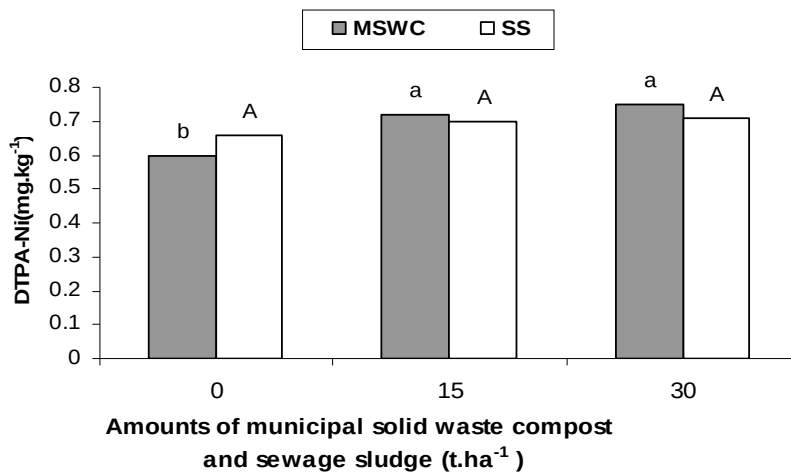


شکل 2- اثر متقابل سطوح کمپوست پسماند شهری (C) و لجن فاضلاب (S) بر فراهمی سرب در خاک

Fig. 2- Interaction effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Pb in soil

میانگین‌های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی دار نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).



شکل 3- اثر سطوح کمپوست پسماند شهری (MSWC) و لجن فاضلاب (SS) بر فراهمی نیکل در خاک

Fig. 3- Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Ni in soil

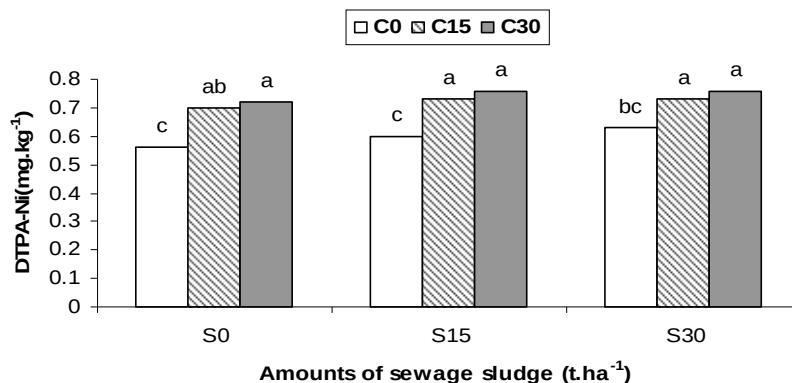
میانگین‌های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی دار نمی‌باشند.

Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

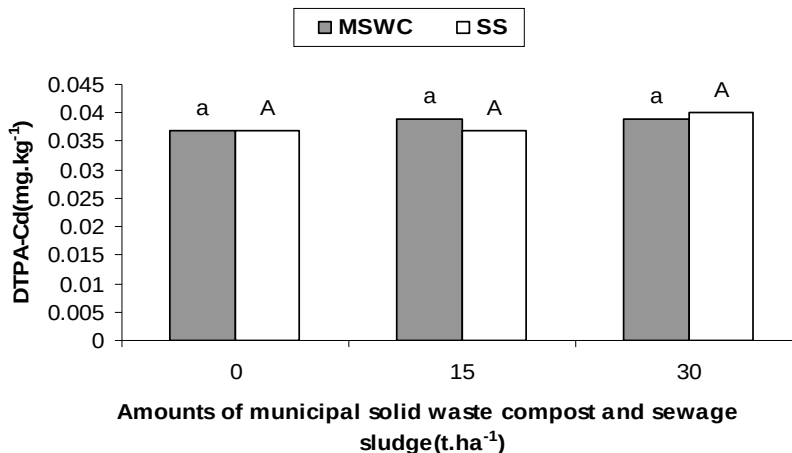
فاضلاب (جدول 1) و همچنین تشکیل پیوندهای ضعیف با ماده آلی، انتظار می‌رود در اثر افزودن کود کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب فراهمی نیکل نسبت به سرب افزایش بیشتری داشته باشد (Smith, 2009).

مطابق شکل 5، تأثیر کود کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر کادمیم قابل جذب (DTPA-Cd) در خاک معنی دار نشد که دلیل آن ممکن است غلظت کم کادمیم در کمپوست و لجن فاضلاب باشد. ناواس و همکاران (Navas et al., 1998) غلظت کم کادمیم در لجن فاضلاب را دلیل عدم تجمع این عنصر در خاک دانستند.

مطابق شکل 4، اثر متقابل کمپوست و لجن فاضلاب در تمامی تیمارهای آزمایشی به غیر از تیمارهای C_0S_{30} و C_0S_{15} ، افزایش معنی داری را نسبت به شاهد نشان دادند که این نتایج نشان می‌دهد در تیمارهایی که لجن فاضلاب بدون کاربرد کمپوست به کار رفته، اثر معنی داری بر فراهمی نیکل مشاهده نشده است. می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد کمپوست پسماندهای شهری نسبت به لجن فاضلاب سبب فراهمی بیشتر نیکل در خاک گردید که باید دقت لازم برای جلوگیری از سمیت این عنصر به کار گرفته شود. بین اکثر تیمارهای آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی دار ی مشاهده نشد. با توجه به بالا بودن غلظت نیکل در کود کمپوست زباله شهری و لجن



شکل 4- اثر متقابل سطوح کمپوست پسماند شهری (C) و لجن فاضلاب (S) بر فراهمی نیکل در خاک
 Fig. 4- Interaction effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Ni in soil
 میانگین‌های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی دار نمی‌باشند.
 Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

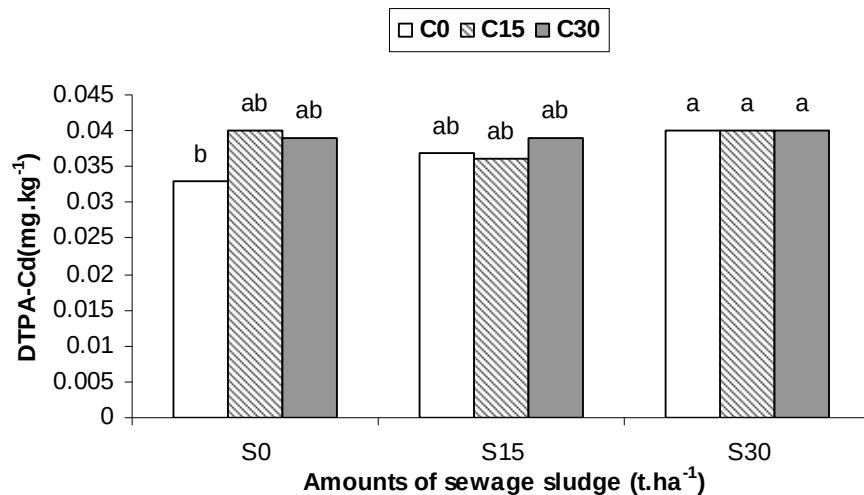


شکل 5- اثر سطوح کمپوست زباله شهری (MSWC) و لجن فاضلاب (SS) بر فراهمی کادمیم در خاک
 Fig. 5- Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Cd in soil
 میانگین‌های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی دار نمی‌باشند.
 Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

نتیجه گیری

همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از پسماندهای آلی، سبب افزایش فراهمی عناصر سنگین در خاک و به تبع افزایش غلظت این عناصر در گیاه شد. به طوریکه غلظت نیکل در گیاه بیش از حد مجاز این عنصر گردید. می توان نتیجه گرفت گیاه دارویی سیاهدانه نسبت به سایر گیاهان از قابلیت جذب بیشتری برخوردار بوده، لیکن استفاده از کودهای آلی که حاوی مقادیر نسبتاً زیاد عناصر سنگین می باشند مستلزم دقت بیشتری بوده تا از بروز سمیت به در گیاه دارویی سیاهدانه که به طور مستقیم مورد استفاده انسان قرار می گیرد جلوگیری شود. در انتها می توان یادآور شد که بررسی اثر تیمارهای مذکور بر مقدار ماده مؤثره گیاه دارویی سیاهدانه احتمالاً نتایج کاربردی تری را در استفاده از این پسماندها خواهد داشت.

در اثرات متقابل کمپوست و لجن فاضلاب و سطوح مختلف آنها بر فراهمی کادمیم خاک، بین تیمارهای C_0S_{30} ، $C_{15}S_{30}$ و $C_{30}S_{30}$ افزایش معنی داری نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل 6). سایر تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را در مقایسه با شاهد نداشتند. با توجه به جدول 1، احتمالاً بیشتر بودن مقدار کادمیم در لجن فاضلاب نسبت به کود کمپوست زباله شهری باعث افزایش کادمیم در تیمارهای حاوی سطح 30 تن در هکتار لجن فاضلاب شده است. بین کلیه تیمارهای آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد که احتمالاً به علت مقدار کم کادمیم در کمپوست و لجن فاضلاب است (جدول 1). در مطالعه ای نشان داده شد، ماده آلی محلول موجود در لجن فاضلاب باعث کاهش جذب کادمیم در خاک شده است (Wong et al., 2007).



شکل 6- اثر متقابل سطوح کمپوست پسماند شهری (C) و لجن فاضلاب (S) بر فراهمی کادمیم در خاک

Fig. 6- Interaction effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on availability of Cd in soil

میانگین های موجود در صورت داشتن حروف مشابه در سطح اطمینان 5 درصد معنی دار نمی باشند.
Means followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

منابع

- 1- Alloway, B.J. 1990. Heavy Metals in Soils. John Wiley and Sons Inc., New York, P.339.
- 2- Amir, S., Hafidi, M., Merlina, G., and Revel, J.C. 2005. Sequential extraction of heavy metals during composting of sewage sludge. Chemosphere 59: 801-810.
- 3- Baldwin, K.R., and Shelton, J.E. 1999. Availability of heavy metal in compost- amended soil. Bioresource Technology 69: 1-14.
- 4- Carlton- Smith, C.H. 1987. Effect of metals in sludge-treated soils on crops. Environment Technical Report. TR 251. Water Research Center. Medmenham.
- 5- Chu, L.M., and Wong, M.H. 1987. Heavy metal contents of vegetable crops treated with refuse compost and sewage sludge. Plant and Soil 103: 191-197.

- 6- Gigliotti, G, Businelli, D., and Giusquiani, P.L. 1996. Trace metals uptake and distribution in corn plants grown on a 6-year urban waste compost amended soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58: 199-206.
- 7- Hyun, H., Chang, A.C., Parker, D.R., and Page, A.L. 1998. Cadmium solubility and phytoavailability in sludge treated soils: effect of soil organic carbon. *Journal of Environmental Quality* 27: 329-334.
- 8- Karami, M., Rezaei Nejad, Y., Afyuni, M., and Shariatmadari, H. 2007. Cumulative and residual effects of sewage sludge on Lead and Cadmium concentration in soil and wheat. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. Isfahan University of Technology 11:79-95. (In Persian with English Summary)
- 9- Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Journal* 42: 421-428.
- 10- Madrid, F., Lopez, R., and Cabrera, F. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming conditions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 249-256.
- 11- Mkhabela, M., and Warman, P.R. 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops, grown in a Pug wash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 57-67.
- 12- Nasiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rrezvani Moghadam, P., and Beheshti, A. 2001. *Agroecology*. Ferdowsi University of Mashhad Publication. P.460. (In Persian)
- 13- Navas, A., Bermudez, F., and Machin, J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. *Geoderma* 87: 123-135.
- 14- Omid Baigi, R. 2000. *Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants*. Tehran. Tarahan Nashr. P.283. (In Persian)
- 15- Pais, I., and Benton, J.J. 1997. *The Hand book of trace elements*. St. Lucies Press. Boca. Raton. Florida. P.240.
- 16- Rayan, J.R., Estefan, G., and Rashid, A. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*. (2nd edition). ICARDA. Syria. P.172.
- 17- Ribeiro, H.M., Vasconcelos, E., and Santos, J.Q. 2000. Fertilization of potted geranium with a municipal solid waste compost. *Bioresource Technology* 73: 247-249.
- 18- Ross, S.M. 1994. *Toxic Metals in Soil and Plants System*. John Wiley Sons Inc., England, pp. 469.
- 19- Simeoni, L.A., Barbarick, K.A., and Sabey, B.R. 1984. Effect of small-scale composting of sewage sludge on heavy metal availability of plants. *Journal of Environmental Quality* 13: 264-268.
- 20- Smith, S.R. 2009. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. *Environment International* 35: 142-156.
- 21- Soumare, M. F., Tack, M.G., and Verloo, M.G. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 86: 15-20.
- 22- Valmis, J., Williams, D. E., Corey, J.L., Page, A. L., and Ganje, T.J. 1985. Zinc and cadmium uptake by barley in field plots fertilized seven years with urban and suburban sludge. *Soil Science* 139: 81-87.
- 23- Wong, J.W.C., Li, K.L., Zhou, L.X., and Selvam, A. 2007. The sorption of Cd and Zn by different soils in the presence of dissolved organicmatter from sludge. *Geoderma* 137: 310-317.



گروه‌بندی هیبریدهای جدید ذرت (*Zea mays* L.) بر پایه صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن

جعفر موسی آبادی¹، سعید خاوری خراسانی^{2*}، براتعلی سیاه سر³، احمد اسماعیلی⁴ و نفیسه مهدی نژاد³

تاریخ دریافت: 1389/07/04

تاریخ پذیرش: 1389/11/21

چکیده

وجود تنوع اساس انتخاب در اصلاح نباتات است. تنوع صفات مورفولوژیکی بوسیله روش های مختلف چند متغیره قابل بررسی می‌باشد. در این تحقیق بمنظور مطالعه میزان تنوع موجود در هیبریدهای جدید ذرت (*Zea mays* L.) بر پایه صفات مورفولوژیک، عملکرد علوفه و دانه و اجزای آنها، 40 ترکیب جدید به همراه پنج رقم تجاری بعنوان شاهد در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه طرق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال زراعی 87-1386 کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد برای صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای آن سه گروه به همراه دو گروه تک عضوی و برای عملکرد علوفه و اجزای آن پنج گروه حاصل شد. ضریب همبستگی بین ماتریس‌های شباهت تجزیه خوشه ای علوفه و دانه، 0/15 بود. نتایج حاصله نشان داد که گزینش هیبریدهای ذرت نمی تواند همزمان برای افزایش کمی عملکرد علوفه و دانه صورت پذیرد.

واژه های کلیدی: تجزیه خوشه ای، ضریب همبستگی، عملکرد دانه، عملکرد علوفه

مقدمه

هنوز مشکلاتی از جمله عدم انطباق نتایج حاصله با اطلاعات شجره نامه آنها در گروه بندی وجود دارد (Choukan, 2006). گروه‌بندی براساس صفات مورفولوژیک نیز به نوبه خود مشکل تاثیر شرایط محیطی را به دنبال دارد.

علیرغم این مسئله گروه بندی ژرم پلاسماهای ذرت براساس صفات مورفولوژیک به کرات توسط محققان مختلف دنیا انجام گرفته است (Doebly et al., 1985; Bretting et al., 1990; Crossa et al., 1995). در این مطالعات، ژرم پلاسماهای موجود براساس صفات عمومی مثل شکل ظاهری بلال، تیپ و رنگ دانه، شکل ظاهری بوته و غیره، به گروههای مختلفی تقسیم بندی شده اند. این گروه بندی‌ها معمولاً براساس یک یا دو روش معمول چند متغیره تعریف شده‌اند تا اعضای مشابه در یک گروه خاص قرار گیرند (Crossa et al., 1995). کارآیی تجزیه های چند متغیره برای مطالعه شکل ظاهری، درجه تنوع و شباهت بین ژرم پلاسماها، توسط محققین مختلف نشان داده شده است (Hussaini et al., 1977; Blackith & Mce Kevan, 1967; Moghaddam et al., 1995). سانچز و گودمن (Sanchez & Goodman, 1992) در تلاش برای گروه بندی نژادهای مکزیکی ذرت، تعداد 71 نژاد را با استفاده از 25 صفت مورفولوژیکی مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از تجزیه کلاستر هفت گروه مختلف را شناسایی کردند. کاموسی

اطلاع از تنوع ژنتیکی و روابط بین مواد برگزیده اصلاحی دارای اهمیت فراوانی در اصلاح نباتات می باشد (Hallauer & Miranda, 1988). بهترین هیبریدها را می توان با استفاده از روش های مختلف از جمله تلاقی بین آنها شناسایی کرد (Han et al., 1991)، ولی این روش ها بسیار کند و حجیم است. استفاده از اطلاعات شجره ای نیز می تواند در این امر کمک موثری نماید، ولی اکثراً این اطلاعات بویژه در مورد لاین‌های تولیدی در ایران موجود نیست و یا ناقص می باشد. استفاده از صفات مورفولوژیک و گروه بندی ژرم پلاسماها براساس این صفات و اخیراً مارکرهای مولکولی DNA به عنوان ابزاری امیدبخش در گروه بندی لاین‌ها مطرح می‌باشند (Smith & Smith, 1992).

هر یک از روش های اخیر نیز دارای مزایا و معایبی می‌باشند که تاکنون حل نشده است. از جمله، در مورد مارکرهای مولکولی، علیرغم تلاش‌های بسیار زیادی که در جهت استفاده از آنها انجام می‌شود،

1، 2، 3 و 4- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه زابل، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، عضو هیات علمی دانشگاه زابل، عضو هیات علمی دانشگاه لرستان
(*) - نویسنده مسئول: (E-mail: khavaris80@yahoo.com)

گروه بندی لاین‌ها مورد استفاده قرار دادند. تجزیه کلاستر صفات نشان داد که کلیه لاین‌ها در چهار گروه مستقل قابل تقسیم می‌باشند. آنها در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دریافتند که این صفات را می‌توان در هفت مؤلفه اصلی تلفیق نمود که مجموعاً 83/5% تغییرات کل را شامل می‌شوند. از تجزیه کلاستر نتیجه گرفتند که لاین‌ها در چهار گروه قابل دسته بندی هستند و این گروه بندی انطباق بالایی با گروه بندی مستقیم براساس صفات مورفولوژیک دارد. با توجه به استقلال مؤلفه‌های اصلی می‌توان این گروه بندی را بعنوان یک گروه بندی اولیه لاین‌های ذرت در نظر گرفتند.

چوکان (Choukan, 2006) در گروه بندی هتروژیک لاین‌های ذرت براساس ترکیب پذیری خصوصی با لاین‌های تستر (KL17/2- K1264/1, B73, MO17, K74/1, 5)، چهار گروه هتروژیک را بدست آوردند که الگوهای هتروژیک امیدبخش، الگوی لنکستر شور کراپ¹ در ژرم پلاسیم سیمیت و ردیلودنت² در رقم مصنوعی دیررس می‌باشند.

کریمی زاده و همکاران (Karimizade et al., 2006) به منظور تعیین کاربرد تجزیه خوشه‌ای در برآورد پایداری هیبریدهای ذرت، تعداد نه هیبرید جدید زودرس ذرت را به همراه هیبرید شاهد KSC301 به مدت دو سال در چهار منطقه مورد ارزیابی عملکرد و پایداری قرار دادند. نتایج تجزیه واریانس ساده آنها نشان داد که اختلاف معنی داری بین هیبریدها در اکثر آزمایش‌ها وجود داشت. آنها همچنین از تجزیه مرکب داده‌ها دریافتند که اثر متقابل هیبرید×سال، هیبرید×مکان و هیبرید×سال×مکان در سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشد. آنها نتایج مشابهی را از تجزیه خوشه ای مدل‌های اول و سوم و همچنین مدل‌های دوم و چهارم به دست آوردند. این پژوهش با هدف گروه بندی هیبریدهای جدید ذرت بر اساس صفات مورفولوژیک رشد، عملکرد دانه و علوفه و اجزای آنها می‌باشد تا در صورت وجود شباهت در هیبریدهای موجود در کلاسترهای ذرت دانه ای و علوفه ای بتوان در استراتژی‌های اصلاحی از آن بهره گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد 45 هیبرید ذرت شامل 29 ترکیب سینگل کراس جدید حاصل تلاقی اینبرد لاین‌های S6 (که از مواد ژنتیکی جمعیت‌های زودرس و میان رس انتخاب گردیده‌اند) با تسترهای k1263/1 و K1264/5-1، 11 تلاقی برگزیده از تحقیقات سال‌های پیش، به همراه پنج رقم سینگل کراس تجاری بعنوان شاهد،

(Camussi, 1979) نیز 102 جمعیت ذرت استخراجی از مجموعه ژرم پلاسیم‌های ایتالیایی را بر اساس 18 صفت بلال و اجزاء آن، شکل ظاهری، رویشی و فیزیولوژیکی مورد بررسی قرار داد. وی جهت گروه بندی این ژرم پلاسیم‌ها از روش متغیرهای کانونیک استفاده کرد تا بتواند تفاوت بین جمعیت‌ها را افزایش داده و همزمان تفاوت درون جمعیت‌ها را به حداقل برساند. در این مطالعه تعداد 102 ژرم پلاسیم در هشت گروه قرار گرفتند. گاوسنارد و همکاران (Gouesnard et al., 1997) در بررسی تنوع موجود در 262 ژرم پلاسیم ذرت فرانسه از نظر صفات زراعی- مورفولوژیکی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و گروه بندی آنها بر مبنای این مؤلفه‌ها اعلام کردند که مهمترین متغیرهای مرتبط با صفات رسیدگی، شکل بلال و دانه است. این گروه بندی اهمیت صفات مربوط به رسیدگی، شکل دانه و بلال را در گروه بندی مواد ژنتیکی نشان داده است.

لورادو و گونزالس (Llaurado & Moreno-Gonzalez, 1993) با بررسی 23 صفت مورفولوژیکی و با استفاده از سه مؤلفه اصلی که 64/5% تغییرات کل را نشان می‌دادند، تعداد 83 رقم آزاد کرده افشان ذرت اسپانیا را در چهار گروه مختلف به طوری قرار دادند که در این مطالعه مؤلفه اول، زودرسی و اندازه دانه، مؤلفه دوم قطر بلال و صفات گل تاجی و بالاخره مؤلفه سوم شکل دانه، طول و شکل بلال را توصیف می‌کردند. در این مطالعه، صفات مرتبط با زودرسی و اندازه گیاه ابزاری قوی برای گروه بندی بوده و به ترتیب اهمیت، صفات بلال (قطر و تعداد دانه در بلال)، شکل دانه و بالاخره صفات گل تاجی در درجه بعدی قرار داشتند. این در حالی است که گودمن و پترنیانی (Goodman & Patternianni, 1969) به اهمیت صفات خود بلال بیشتر از صفات گل تاجی و زمان رسیدگی تاکید نموده بودند. اسمیت و اسمیت (Smith & Smith, 1989) بیان کردند که ارزش یک صفت در قابلیت تفکیک ژرم پلاسیم‌ها به سابقه ژنتیکی و منشأ آنها بستگی دارد. شاید علت این تفاوت در گروه بندی ژرم پلاسیم‌های مطالعات مختلف را بتوان در اهمیت صفات مورد بررسی توصیف کرد. به عنوان مثال، در مطالعات انجام شده توسط گودمن و پترنیانی (Goodman & Patternianni, 1969) مبنای کار بر ژرم پلاسیم‌هایی قرار داشت که به دست بشر برای تیپ خاص دانه و بلال گزینش شده بودند، در حالیکه لورادو و گونزالس (Llaurado & Moreno-Gonzalez, 1993) از ژرم پلاسیم‌هایی استفاده کردند که بیشتر جهت سازگاری به مناطق اقلیمی انتخاب شده‌اند.

چوکان و همکاران (Choukan et al., 2005) در گروه بندی رگه‌های ذرت بر پایه صفات مورفولوژیک، تعداد 52 رگه (لاین) را به مدت دو سال (1381-82) از نظر 40 صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. آنها با در نظر گرفتن وجود تنوع بین رگه‌ها در تجزیه واریانس و همچنین قابلیت

توارث عمومی و ثبات صفت، تعداد 25 صفت را انتخاب و جهت

1- Lancaster shorcrop

2- Redi lodnet

تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت بلال (نسبت دانه به چوب بلال)، عملکرد دانه، روز تا تاسل دهی، روز تا ظهور کاکل، فاصله بین گرده افشانی تا ظهور کاکل (ASI)، تعداد برگ بالای بلال، تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته و بلال، قطر ساقه و عملکرد علوفه تر بودند.

برای تعیین میزان شباهت افراد از فاصله اقلیدسی (Moghaddam et al., 1995) و برای تجزیه کلاستر از روش همبستگی کامل استفاده گردید. با توجه به فرمول $\sqrt{\frac{n}{2}}$ (Moghaddam et al., 1995) که در آن n تعداد افراد را مشخص می‌کند، تعداد گروههای ایجاد شده بوسیله خط برش تعیین گردید. نرم افزارهای SAS و NTSYS برای تجزیه و تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفت

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آماری نشان داد که واریانس تلاقی‌ها برای تمام صفات به جز وزن هزار دانه، تعداد بلال در بوته (دانه و علوفه) و ASI در سطح 0/01 معنی دار بود (جدول 2). ابتدا نتایج تجزیه کلاستر برای عملکرد دانه و سپس عملکرد علوفه تر ارائه می گردد.

مورد بررسی قرار گرفتند (جدول 1). این پژوهش بصورت دو آزمایش علوفه‌ای و دانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی 87-1386 در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی کشت شدند.

بذور هیبریدها به صورت کپهای در خطوط 4/5 متری با فواصل بین ردیف 75 سانتیمتر و بین بوته 16/5 و 17/5 سانتیمتر به ترتیب برای علوفه و دانه کشت شدند. پس از سبز شدن و رسیدن به مرحله 3 تا 4 برگی تنک کردن برای هر تیمار انجام گرفت، به صورتی که در محل هر کپ فقط دو بوته نگه داشته شد و بقیه بوته‌ها حذف شدند.

لازم به ذکر است سایر عملیات زراعی یعنی آبیاری، وجین علفهای هرز و کوددهی برای تمام کرت‌های آزمایشی به صورت یکسان انجام گرفت.

صفات اندازه گیری شده شامل رسیدگی فیزیولوژیکی، طول و قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، عمق دانه، تعداد بلال در بوته (هم برای کرت‌های علوفه ای و هم برای کرت‌های دانه‌ای)، وزن هزار دانه، درصد چوب بلال، مساحت بلال، محیط بلال، پهنای دانه (از تقسیم محیط بلال بر تعداد ردیف در بلال)، ضخامت دانه (از تقسیم طول بلال بر تعداد دانه در ردیف)،

جدول 1- هیبریدهای ذرت مورد بررسی برای گروه بندی (1387)

Table 1- Groups of studied corn hybrids (2008)

ترکیب Combination	هیبرید Hybrid	ترکیب Combination	هیبرید Hybrid
32 × K1264/5-1	V24	1 × K1264/5-1	V1
33 × K1264/5-1	V25	3 × K1264/5-1	V2
34 × K1264/5-1	V26	4 × K1264/5-1	V3
38 × K1264/5-1	V27	5 × K1264/5-1	V4
39 × K1264/5-1	V28	6 × K1264/5-1	V5
40 × K1264/5-1	V29	7 × K1264/5-1	V6
K3640/5 × K1263/1	V30	9 × K1264/5-1	V7
KE72012/1 × K1263/1	V31	11 × K1264/5-1	V8
B73 × K1263/1	V32	12 × K1264/5-1	V9
K74/1 × K1263/1	V33	14 × K1264/5-1	V10
K74/1 × K1264/5-1	V34	15 × K1264/5-1	V11
K1728/8 × K1264/5-1	V35	16 × K1264/5-1	V12
TVA926 × K1264/5-1	V36	20 × K1264/5-1	V13
TVA926 × K18	V37	21 × K1264/5-1	V14
K722 × K1263/1	V38	22 × K1264/5-1	V15
TVA × K1263/1	V39	24 × K1264/5-1	V16
OH43/1 × K1263/1	V40	25 × K1264/5-1	V17
(شاهد) KSC250 (Control)	V41	26 × K1264/5-1	V18
(شاهد) kDC370 (Control)	V42	27 × K1264/5-1	V19
(شاهد) KSC704 (Control)	V43	28 × K1264/5-1	V20
(شاهد) KSC400 (Control)	V44	29 × K1264/5-1	V21
(شاهد) KSC700 (Control)	V45	30 × K1264/5-1	V22
		31 × K1264/5-1	V23

الف) تجزیه کلاستر هیبریدهای ذرت دانه‌ای: نتایج

تجزیه کلاستر برای عملکرد دانه و صفات مورد بررسی، پنج گروه به شرح زیر بود (شکل 1).

گروه A: این گروه که بیش از نیمی از هیبریدها را در خود جای داده است و شاهد‌های دیررس موجود در طرح را نیز در بر گرفته است (KSC 700, KSC 704). این گروه عملکرد قابل قبولی داشت (میانگین 11/075 تن در هکتار).

گروه B: این گروه دارای شاهد KSC 250 می باشد و ضمن زودرس بودن، بالاترین عملکرد دانه را نیز به خود اختصاص داده است (11/572 تن در هکتار). این عملکرد بالا را می توان به تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در بلال بیشتر این گروه نسبت داد که این صفات خود وابسته به تعداد بلال در بوته و تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال می باشد (که این صفات برای این گروه مقادیر بالایی داشتند).

گروه C: این گروه با توجه به داشتن هیبرید شاهد KSC 400 نیمه متوسط رس می باشد و در ضمن عملکرد نسبتاً خوبی دارند (متوسط 10/435 تن در هکتار).

دو گروه آخر هر یک دارای تنها یک عضو می باشند. گروه D هیبرید زودرس DC 250 (متوسط عملکرد دانه 6/400 تن در هکتار) و گروه E فقط شامل هیبرید شماره 19 (با میانگین عملکرد دانه 8/565 تن در هکتار) می باشد. هیبرید شماره 19 دیررس ترین گروه می باشد.

نتایج گروه بندی این تحقیق با توجه به اینکه صفات مربوط به رسیدگی در آن بیشترین تاثیر را داشته اند، با نتایج مربوط به گروه بندی رگه های ذرت براساس صفات مورفولوژیک توسط چوکان (Choukan, 2006) که بیشترین واریانس آن بوسیله صفات شکل پدانکل و بلال و همچنین قطر بلال و شکل دانه می باشد، مطابقت ندارد. لورادو و گونزالس (Llaurado & Moreno-Gonzalez, 1993) با بررسی تعداد 83 رقم آزاد گرده افشان ذرت در چهار گروه مختلف دریافتند صفات مرتبط با زودرسی و اندازه گیاه، ابزاری قوی برای گروه بندی بوده اند. این عدم تطابق را می توان به نوع مواد آزمایشی (لاین یا هیبرید) و نیز شرایط مختلف اقلیمی محل اجرای تحقیق نسبت داد.

ب) تجزیه کلاستر هیبریدهای ذرت علوفه ای: در تجزیه

کلاستر برای عملکرد علوفه و صفات مورد بررسی، پنج گروه بدست آمد. خصوصیات گروهها به شرح زیر می باشد (شکل 2):

گروه A: هیچکدام از ژنوتیپهای شاهد در این گروه قرار ندارد و با توجه به تعداد روز تا ظهور کاکل و تاسل به نظر می رسد، هیبریدهای این گروه متوسط رس باشند. ارتفاع بوته این گروه به

متوسط 203 سانتیمتر و تعداد بلال در بوته آن نسبت به سایر گروهها بیشتر می باشد. مقدار متوسط عملکرد علوفه این گروه 65/996 تن در هکتار است (بیشترین تعداد هیبریدها در این گروه قرار داشتند).

گروه B: هیبرید DC 370 به عنوان شاهد در این گروه جای گرفت. با توجه به تعداد روز تا ظهور تاسل و کاکل، هیبریدهای این گروه بین زودرس تا متوسط رس می باشند. این گروه بیشترین فاصله بین گرده افشانی تا ظهور کاکل را دارا بودند. ارتفاع بوته آنها به طور متوسط 200 سانتیمتر و عملکرد علوفه آنها 53/167 تن در هکتار می باشد.

گروه C: با توجه به قرار گرفتن ارقام شاهد KSC 700 و KSC 704 در این گروه و متوسط تعداد روز تا ظهور تاسل و کاکل، این گروه را می توان به عنوان هیبریدهای دیررس معرفی نمود. در ضمن بالاترین ارتفاع بوته و بلال و بیشترین قطر ساقه و تعداد برگ مربوط به این گروه می باشد، ولی تعداد بلال در بوته آنها کمترین مقدار است. بالاترین عملکرد در میان گروهها مربوط به این گروه بود (80/946 تن در هکتار).

گروه D: هیبریدهای این گروه با توجه به وجود KSC 250 در میان آنها و تعداد روز تا ظهور کاکل و تاسل زودرس بوده (ولی در میان آنها KSC 400 نیز وجود داشت) و تعداد برگهای کمتری داشتند، ارتفاع آنها نیز کاهش یافته (188 سانتیمتر)، ولی تعداد بلال در بوته برای آنها بیشتر می باشد. مقدار عملکرد علوفه این گروه 60/941 تن در هکتار می باشد.

گروه E: هیچ یک از شاهد‌ها در این گروه قرار نگرفته اند، ولی برآوردها نشان دهنده این است که زودرس ترین گروه می باشند و بالطبع از نظر تعداد برگ، ارتفاع بوته و بلال و قطر ساقه کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده اند. در نتیجه مقدار عملکرد علوفه آنها نیز پایین ترین بود (49/851 تن در هکتار).

گالارتا و الوارز (Galarreta & Alvarez, 2001) در گروه بندی 100 رقم محلی ذرت شمال اسپانیا را با استفاده از 22 صفت مورفولوژیکی، قابلیت توارث بالایی برای ارتفاع بوته و بلال، تعداد گره بلال، طول بلال، قطر وسط بلال برآورد نمودند. نتایج این تحقیق مطابق با نتایج لورادو و گونزالس (Llaurado & Moreno-Gonzalez, 1993) و گاونسارد و همکاران (Gouesnard et al., 1997)، گالارتا و الوارز (Galarreta & Alvarez, 2001) از نظر تاثیر صفت رسیدگی در گروه بندی هیبریدها مطابقت دارد و از نظر صفاتی همچون اندازه دانه، قطر و طول بلال با نتایج لورادو و گونزالس (Llaurado & Moreno-Gonzalez, 1993) و نیز شکل دانه و بلال با نتایج گاونسارد و همکاران (Gouesnard et al., 1997) در تضاد می باشد.

دانه بالا در یک هیبرید علوفه ای بخش مهمی از کیفیت و کمیت علوفه تولیدی را تضمین می کند. البته باید توجه داشت که صفات مشترکی در عملکرد علوفه و دانه وجود دارد که اگر در این گونه تحقیقات لحاظ شوند، به طور قطع مقدار همبستگی بسیار بالاتری بین این دو نوع عملکرد بدست می آید. به نظر می رسد صفات مربوط به رسیدگی مهمترین صفات در گروه بندی این هیبریدها بوده است، زیرا به خوبی ارقام شاهد با گروه های رسیدگی مختلف در دسته های مجزا قرار گرفته اند.

نتیجه گیری کلی: نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد برای صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای آن، سه گروه به همراه دو گروه تک عضوی و برای عملکرد علوفه و اجزای آن، پنج گروه حاصل شد. با توجه به نتایج گروه بندی بدست آمده از تجزیه خوشه ای و مقدار ضریب همبستگی ضعیف 0/15 برای دو ماتریس تشابه عملکرد علوفه و دانه که در تجزیه کلاستر استفاده شدند، به نظر می رسد عملکرد دانه و علوفه و اجزای هر یک به طور مجزا از یکدیگر عمل می کنند و هیبریدهای اصلاح شده برای عملکرد علوفه را نمی توان به منظور عملکرد دانه استفاده نمود، هر چند که عملکرد

جدول 2- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورفولوژیکی، عملکرد دانه و علوفه و اجزای آن در هیبریدهای ذرت (مشهد 1387)

Table 2- Analysis of variance and means of square of morphological traits, grain and forage yield of corn hybrids and its components (Mashhad 2008)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity	طول بال Ear length	قطر بلال Ear diameter	تعداد ردیف در بال Row N.ear ⁻¹	تعداد دانه در ردیف Kernel N.row ⁻¹	تعداد دانه در بال Kernel N.ear ⁻¹
تکرار Replication	2	70.5 **	1.95 ns	6.22**	0.24 ns	8.35 ns	4082.86 ns
تیمار Treatment	44	54.63**	5.23**	19.7**	4.54**	32.77**	15174.65**
خطا Error	88	8.75	1.03	1.73	0.53	7.08	2845.48
ضریب تغییرات Coefficient of variation		2.35	6.45	2.67	4.34	7.29	8.69
ضریب تبیین Coefficient of determination		77	72	85	81	70	73

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 0/01 و 0/05 یعنی عدم معنی داری

** and * means significant in level of 0.01 and 0.05 respectively, ns means not significant

Table 2 continuance

جدول 2- ادامه

عمق دانه Kernel depth	تعداد بلال در بوته Ear N.plant ⁻¹	وزن هزار دانه kernel- 1000 weight	درصد چوب Cob percentage	مساحت بلال Ear area	پهنای دانه Kernel area	ضخامت دانه Kernel diameter	ارتفاع بوته Plant height	محیط بلال Ear perimeter
1.04 ns	0.03 *	60019.59 ns	0.0003 ns	3.87 **	0.002 ns	0.0005 ns	107.07*	0.61 *
3.02	0.013 ns	33587.64 ns	0.001 **	12.02 **	0.008 **	0.0026**	368.59**	1.94**
0.65	0.009	31287.61	0.0002	1.04	0.001	0.0004	34.05	0.17
7.8	8.96	62.42	0.08	5.36	3.8	4.5	11.81	2.67
79	45	38	69	85	78	78	67	85

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 0/01 و 0/05 یعنی عدم معنی داری

** and * means significant in level of 0.01 and 0.05 respectively, ns means not significant

Table 2 continuance

تعداد دانه در بوته Kernel N.plant ⁻¹	شاخص دانه Kernel index	روز تا تاسل دهی Day to tasseling	روز تا کاکل دهی Day to silking	فاصله تاسل دهی تا گرده افشانی ASI	تعداد برگ بالای بلال Leaf N. over ear	ارتفاع بلال Ear height	عملکرد دانه Grain yield
18842.19*	0.0004 ns	11.87 ns	6.85 ns	0.69 ns	0.08 ns	22.51 ns	0.574 ns
19000.68 **	0.001**	13.61**	13.64**	0.25 ns	0.56**	311.02**	6.594**
5322.65	0.0002	3.89	3.76	0.37	0.06	23.3	1.642
11.4	1.91	3.3	3.12	25.14	4.33	4.09	2.97
65	68	64	65	27	83	79	84

** و * به ترتیب معنی داری در سطح 0/01 و 0/05 ns یعنی عدم معنی داری

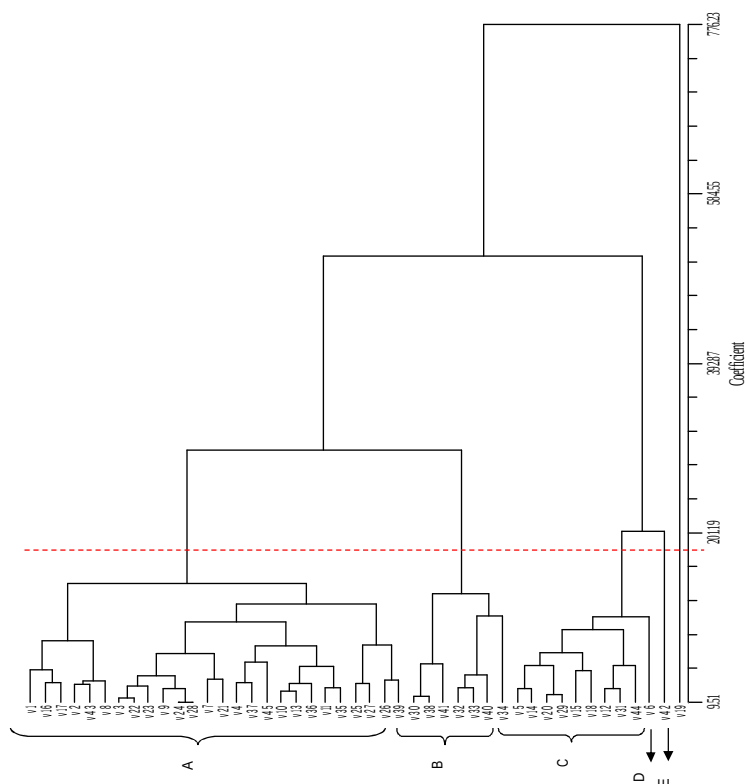
** and * means significant in level of 0.01 and 0.05 respectively, ns means not significant

Table 2 continuance

تعداد برگ در بوته Total leaf N.	قطر ساقه Stem diameter	تعداد بلال در بوته ear N.plant ⁻¹	عملکرد علوفه Forage yield
0.85*	0.002 ns	0.03 ns	7419.43**
2.03**	5.089**	0.03 ns	264.78**
0.26	2.001	0.02	60.13
6.73	4.39	15.21	12.25
56	87	41	83

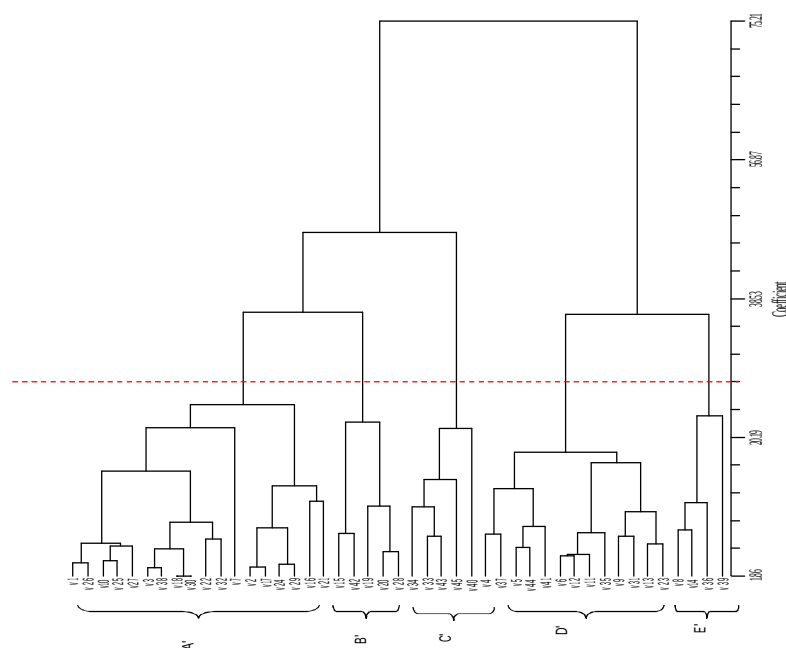
** و * به ترتیب معنی داری در سطح 0/01 و 0/05 ns: عدم معنی داری

** and * means significant in level of 0.01 and 0.05 respectively, ns: not significant



شکل 1- نمودار تجزیه کلاستر با استفاده از عملکرد دانه هیبریدهای ذرت و اجزای آن

Fig. 1- Cluster analysis dendrogram using grain yield and its components



شکل 2- نمودار تجزیه کلاستر با استفاده از عملکرد علوفه ذرت و اجزای آن
Fig. 2- Cluster analysis dendrogram using forage yield and its components

منابع

- 1- Blackith, R.E., and Mce Kevan, D.K. 1967. A study of the genus chrotogonus (Orthoptera). VIII. A study of variation in external morphology. *Evolution* 21: 76-84.
- 2- Bretting, P.K., Goodman, M.M., and Studer, C.W. 1990. Isozymatic variation in Guatemalan races of maize. *American Journal of Botany* 77: 211-225.
- 3- Camussi, A. 1979. Numerical taxonomy of Italian population of maize based on quantitative traits. *Maydica* 24: 161-174.
- 4- Choukan, R. 2006. Heterotic classification of corn line based on SCA with tester lines. *Journal of Seed and Plant* 22: 399-409. (In Persian with English Summary)
- 5- Choukan, R., Hosseinzade, E., Ghanadha, M.R., Talei, E., and Mohammadi, S.A. 2005. Corn lines clustering based on morphological traits. *Journal of Seed and Plant* 22: 399-409. (In Persian with English Summary)
- 6- Crossa, J., Basford, K., Taba, S., De Lacy, I., and Silva, E. 1995. Three mode analysis of maize using morphological and agronomic attributes measured in multilocation trials. *Crop Science* 35 1483-1491.
- 7- Doebley, J.I., Goodman, M.M. and Studer, C.W. 1985. Isozymatic variation in races of maize from Mexico. *American Journal of Botany* 72: 629-639.
- 8- Galarreta, J. I. R., and Alvarez, A. 2001. Morphological classification of maize landraces from Northern Spain. *Gen. Resources and Crop Evolution* 48: 391-400.
- 9- Goodman, M.M., and Paterniani, E. 1969. The races of maize. III. Choices of appropriate characters for racial classification. *Economic Botany* 23: 265-273.
- 10- Gouesnard, B., Dallard, Panouille, A. and Boyat, A. 1997. Classification of French maize populations based on morphological traits. *Agronomic* 17: 491-498.
- 11- Hallauer, A.R. and Miranda, J.B. 1988. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames., Iowa.
- 12- Han, G.C., Vasal, S.K., Beck, D.L. and Elis, E. 1991. Combining ability of inbred lines derived from CIMMYT maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Maydica* 36: 57-64.
- 13- Hussaini, S.H., Goodman, M.M., and Timoty, D.H. 1977. Multivariate analysis and the geographical distribution of the world collection of finger millet. *Crop Science* 17: 257-263.
- 14- Karimizade, R., Dehghani, H., and Dehghanpour, Z. 2006. Determination of corn hybrids stability by cluster analysis. *Jornal of Agriculture and Natural Resources Science and Technology Iran* 3(B): 337-347. (In Persian)

with English Summary)

- 15- Moghaddam, M., Mohammadi Shoti, M., and Aghaie Sarborzeh, M. 1995. Miultivariate Statistical Methods, A Primer. Pishtaz Elm publication. Tabriz, Iran. pp: 25-50. (In Persian)
- 16- Llaurado M., and Moreno-Gonzalez, J. 1993. Classification of northern Spanish populations of maize by methods of numerical taxonomy. I. Morphological traits. Maydica 38: 15-21.
- 17- Sanchez, J.J., and Goodman, M. M. 1992. Relationships among Mexican and some north American and south American races of maize. Maydica 37: 41-51.
- 18- Smith, J.S.C., and Smith, O.S. 1989. The description and assessment of distance between inbred lines of maize: I. The use morphological traits as descriptors. Maydica 34: 141-150.
- 19- Smith, J.S.C., and Smith, O.S. 1992. Measurement of genetic diversity among maize hybrids: a comparison of isozymic, RFLP, pedigree, and heterosis data. Maydica 37: 53-60.



ارزیابی تأثیر کیفیت زیستگاه بر جامعه فون خاک در منطقه جاجریم

قربانعلی رسام^{1*}، ناصر لطیفی²، افشین سلطانی² و بهنام کامکار³

تاریخ دریافت: 1389/07/11

تاریخ پذیرش: 1389/11/21

چکیده

تأثیر کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت کشاورزی بر جامعه فون خاک با پیمایش چهار نوع زیستگاه در سطح شهرستان جاجریم مورد ارزیابی قرار گرفت. زیستگاه‌ها شامل مراتع طبیعی، مزارع یونجه (*Medicago sativa* L.)، مزارع کم‌نهاد و مزارع پرنهاده گندم (*Triticum aestivum* L.) و هر یک متشکل از چهار واحد نمونه گیری بودند. در هر واحد نمونه گیری ماکروفون‌های خاک با استفاده از تله‌های چاله‌ای جمع آوری و به تفکیک خانواده شمارش شدند. از آنالیزهای تقابل، تشابه و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید. غنای تاکسونومیک، شاخص تنوع سیمپسون و فراوانی گروه‌های مهم ماکروفون خاک در زیستگاه مرتعی به طور چشمگیری کمتر از زیستگاه‌های کشاورزی بود. این کاهش به دو عامل پایین بودن تنوع گیاهی و فشار چرا نسبت داده شد. عدم ورود نهاده‌های شیمیایی، تخریب کمتر و چند ساله بودن گیاه یونجه سبب فراوانی ماکروفون‌های مفید خاک در مقایسه با گندم گردید. شیوه مدیریت زراعی تأثیر قابل توجهی بر جامعه ماکروفون نداشت. با این حال گرایش ماکروفون‌های مفید خاک به سکونت در زیستگاه کم‌نهاد قابل درک بود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنوع سیمپسون، کاربری اراضی، گندم، ماکروفون، مدیریت زراعی

مقدمه

کشاورزی از عمده‌ترین عوامل موثر بر تنوع زیستی ماکروفون‌های خاک به شمار می‌آیند (Marshall & Moonen, 2002; Weibull et al., 2003). واکنش ماکروفون‌ها به این عوامل بسته به صفات آنها شامل توان پراکنش، رژیم غذایی، نحوه زمستان‌گذرانی، سرعت زایش و طول عمر بسیار متفاوت است (Jeanneret et al., 2003; Clough et al., 2005). به‌طور کلی، نیروهای کنترل‌کننده جمعیت ماکروفون‌ها همچون سایر اجزای شبکه غذایی خاک شامل شکارگری (نیروهای بالا به پایین) و فراهمی منابع غذایی (نیروهای پایین به بالا) می‌باشد (Cole et al., 2005).

در زیستگاه‌های طبیعی نظیر مراتع دو عامل شدت چرا و تنوع گیاهی تعیین‌کننده فراوانی و ترکیب ماکروفون‌های خاک به شمار می‌آیند. چرای شدید از یک طرف با تخریب نیچ‌های غذایی، فشردگی خاک و کاستن از تنوع گیاهی سبب کاهش کلی تنوع ماکروفون‌های خاک می‌شود، ولی با اضافه شدن منابع غذایی شامل سرگین و لاشه ممکن است در جهت افزایش تنوع عمل نماید (Hutton & Giller, 2003).

استفاده از لگوم‌ها همچون یونجه در تناوب‌های زراعی شیوه‌ای رایج در جهت افزایش حاصلخیزی و بهبود ساختمان خاک به شمار می‌رود. انتظار می‌رود جامعه ماکروفون‌های خاک در مزارع یونجه به

خاک غنی‌ترین و متنوع‌ترین جامعه زنده هر اکوسیستم را در خود جای داده است. جامعه زنده خاک طیف وسیعی از موجودات شامل ماکروفون‌ها، مزوفون‌ها، میکروفون‌ها و میکروفلور را در بر می‌گیرد که در ارتباطی مستمر با یکدیگر شبکه غذایی پیچیده خاک را تشکیل می‌دهند (Barrios, 2007). بخش اعظمی از کارکردهای اکوسیستم همچون گردش مواد آلی، معدنی شدن عناصر غذایی، جریان انرژی و رشد گیاهان به شکل مستقیم و غیرمستقیم توسط این موجودات کنترل و هدایت می‌شود (Brevault et al., 2007). ماکروفون‌ها به موجوداتی از خاک اطلاق می‌شوند که اندازه بدن آنها بیش از دو میلیمتر بوده و بخش مهمی از زندگی خود را در خاک یا بقایای سطح خاک طی می‌کنند. این موجودات با چشم غیر مسلح قابل رؤیت می‌باشند (Smith et al., 2008; Barrios, 2007; Brevault et al., 2007).

کاربری اراضی، نوع محصول زراعی، درجه فشردگی مدیریت زراعی، خصوصیات خرداقلیم، حواشی مزارع و نوع چشم انداز

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

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

واسطه عدم مصرف کودهای نیتروژن، ساختار خاص گیاهی آن، بهبود خرداقلیم و عدم تخریب خاک بعد از برداشت نسبت به محصولات زارعی یک ساله متفاوت باشد (Sileshi & Mafongoya, 2006).

سامانه های پرنهاده تولید گیاهان زارعی با مصرف فزاینده کودهای شیمیایی، علف کش ها و آفت کش ها همراه هستند. با این حال در نتیجه بهم خوردن توازن اکولوژیکی و به خصوص از هم گسیختگی شبکه غذایی خاک، پایداری این سامانه ها در دراز مدت با تردید و ابهام فراوانی روبه رو می شود. در این راستا در بسیاری از کشورها روند جایگزینی تدریجی آنها با سامانه های اکولوژیک محور شامل کشاورزی ارگانیک و کم نهاده با جدیت دنبال می شود. نتایج متعددی در خصوص افزایش تنوع ماکروفون ها به ویژه انواع مفید آنها در سامانه های کم نهاده نسبت به پرنهاده منتشر شده است (Fuleer et al., 2005). با این حال این افزایش همیشگی نبوده و حتی می تواند روند معکوسی نیز داشته باشد (Weibull et al., 2003).

عموماً برای ارزیابی قابلیت یک زیستگاه از نظر خدمات اکوسیستمی که موجودات زنده درون آن عرضه می کنند، از شاخص های غنا و تنوع گونه ای استفاده می شود. با این حال فهرست برداری در سطح گونه، به خصوص در مورد بی مهرگان نیازمند صرف زمان و هزینه زیاد و دسترسی به متخصصین رده بندی حرفه ای است (Biaggini et al., 2007). یکی از راهکارهایی که برای رفع این محدودیت پیشنهاد شده است، مطالعه تاکسون های بالاتر از گونه (جنس، خانواده و راسته) می باشد. استفاده از تاکسون بالاتر (یعنی غنا و تنوع تاکسونومیک) ضمن ارزیابی سریع تنوع زیستی می تواند در دستیابی به اطلاعات در خصوص تعداد زیادی از تاکسون ها موثر واقع شود و بدین ترتیب امکان حفظ اطلاعات زیستی فراوانی را برای درک الگوهای توزیع موجودات میسر سازد (Biaggini et al., 2007).

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی واکنش جامعه ماکروفون خاک به خصوص انواع مفید آنها به کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت زارعی در قالب چهار زیستگاه مرتعی، مزارع یونجه (*Medicago sativa* L.)، مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) پرنهاده و مزارع گندم کم نهاده در شهرستان جاجریم انجام گرفت.

مواد و روش ها

مطالعه در سطح چشم اندازهای کشاورزی شهرستان جاجریم انجام گرفت. شهرستان جاجریم در جنوب غربی استان خراسان شمالی (عرض جغرافیایی 36 درجه و 43 دقیقه تا 37 درجه و 2 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 56 درجه و 10 دقیقه تا 56 درجه و 32 دقیقه شرقی) واقع است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه 135 میلی متر و متوسط درجه حرارت سالیانه آن 16 درجه سانتی گراد می باشد. در

طبقه بندی اقلیمی این منطقه جزء مناطق خشک محسوب می شود. در چشم انداز کشاورزی منطقه مزارع غلات شامل گندم و جو، صیفی جات همچون خربزه و خیار و گیاهان علوفه ای نظیر یونجه و عرصه های طبیعی مرتعی دیده می شود.

انتخاب زیستگاه ها: برای انجام مطالعه چهار زیستگاه شامل مزارع گندم پرنهاده، مزارع گندم کم نهاده، مزارع یونجه و مرتع در نظر گرفته شد. برای هر زیستگاه چهار واحد نمونه گیری (تکرار) انتخاب شد. در گندم واحدهای نمونه گیری مزارعی بودند که حتی الامکان سعی شد بجز شیوه مدیریتی انتخابی برای آنها، در سایر خصوصیات مشابه باشند. ویژگی های عمومی مزارع با مدیریت کم نهاده شامل عدم استفاده از علف کش ها و مصرف اندک عناصر غذایی نیتروژن و فسفر به ترتیب در مقادیر 60 و 30 کیلوگرم در هکتار به همراه مصرف کودهای دامی در مقادیر نسبتاً زیاد می باشد. برعکس در مزارع پرنهاده گندم، برای کنترل علف های هرز عمدتاً از علف کش توفوردی در اوایل بهار استفاده می شود و برای حاصلخیزی خاک به طور متوسط مقدار 125 کیلوگرم نیتروژن و 55 کیلوگرم فسفر به خاک افزوده می شود. واحدهای نمونه گیری انتخابی برای زیستگاه یونجه نیز مزارعی بودند که به شیوه کاملاً سنتی اداره می شدند. در این مزارع هیچ گونه مواد شیمیایی همچون کودهای معدنی و علف کش ها مورد استفاده قرار نگرفته و عملیات برداشت یونجه به کمک دست انجام می گرفت. مزارع یونجه انتخاب شده سه ساله بوده و در هر سال بین 3-4 چین درو می شوند.

اطراف منطقه مورد مطالعه را عرصه های طبیعی مرتعی پوشانده است. این عرصه ها به واسطه اقلیم بسیار خشک منطقه از توان تولید بسیار پایین برخوردار بوده و تنوع گیاهی آنها محدود به چندین گونه مرتعی با پوشش بسیار ضعیف است. دام های اهالی (عمدتاً گوسفند) از اوایل تا اواسط فصل بهار وارد این عرصه ها می شود. در این زیستگاه واحدهای نمونه گیری پلات هایی به ابعاد 100x100 متر بودند که به تعداد چهار عدد با فاصله متوسط 1/5 کیلومتر از یکدیگر مستقر گردید.

نمونه گیری ماکروفون ها: برای نمونه گیری ماکروفون های خاک از روش تله های چاله ای استفاده گردید. تله ها عبارت از ظروف پلاستیکی سفید رنگ با قطر دهانه 14 سانتیمتر بودند که با 15 میلی لیتر از محلول 50 درصد اتیلن گلیکول به عنوان نگهدارنده پر شدند. در هر واحد نمونه گیری (مزرعه یا پلات) ترانسکتی متشکل از 5 تله به فاصله 5 متر از یکدیگر کار گذاشته شد. در مزارع گندم و یونجه برای حذف اثر حاشیه ای اولین تله از حاشیه مزرعه بین 10 تا 15 متر فاصله داشت. تله ها به مدت 14 روز از 23 اردیبهشت تا 4 خرداد ماده 1388 رها شدند. بعد از گذشت 14 روز تله ها از خاک خارج و ماکروفون های جمع آوری شده بر اساس خانواده تفکیک و شمارش

عاملی واریانس بر پایه داده های چند متغیره است. در ANOSIM تشابه داخل گروهی نسبت به تشابه بین گروهی بر اساس ضریب عدم تشابه بری - کورتیس³ مقایسه و آماره ای بنام R محاسبه می شود. مقدار R معمولاً بین 0 تا 1 متغیر است. R=1 نشان می دهد که شباهت تمام نمونه های (تکرارها) داخل یک گروه به یکدیگر بیش از شباهت آنها با نمونه های سایر گروه ها است و R=0 نشان از عدم وجود اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون بین گروه های مورد بررسی می باشد. معنی داری R براساس نمونه های تبدیل تصادفی (با 1000 تبدیل) تعیین می شود (Clark, 1993).

از تجزیه به مؤلفه های اصلی⁴ (PCA) برای نشان دادن ارتباط گونه ها و نمایش توزیع واحدهای نمونه گیری در فضای دو بعدی استفاده گردید. خانواده هایی که جمعیت آنها کمتر از یک درصد کل افراد جمع آوری شده در مجموعه داده ها بودند از آنالیز تقابل، آنالیز تشابه و PCA حذف شدند؛ چون ممکن است نتایج آنالیزها را تحت تأثیر قرار دهند (Ter Braak & Smilauer, 1998). همچنین به سبب تشابه کارکردی و تفسیر بهتر نتایج، دو خانواده جمع آوری شده عنکبوت ها به عنوان یک گروه واحد تحت عنوان عنکبوتیان در آنالیزهای مذکور وارد شدند. تمامی آنالیزها به کمک نرم افزار SAS نسخه 9.1 (SAS Institute Inc, 2003) و CANOCO نسخه 4 (Ter Braak & Smilauer, 1998) انجام گرفت.

نتایج و بحث

در مجموع 7091 ماکروفون متعلق به 17 خانواده از سطح چهار زیستگاه جمع آوری شد. در این میان نه خانواده بیش از 96/5 درصد از کل افراد جمع آوری شده را به خود اختصاص دادند و باقی افراد به هشت خانواده تعلق داشتند که فراوانی هر یک از این خانواده ها کمتر از یک درصد بود. مورچه ها با 43/35، عنکبوت ها (شامل دو خانواده Lycosidae و Gnaphosidae) با 32/36، سوسک های سیاه با 5/71، سوسک های زمینی با 5/44 و کفشدوزک ها با 3/6 درصد به ترتیب فراوان ترین گروه های ماکروفون را در مجموع چهار زیستگاه تشکیل دادند. حداکثر، حداقل و متوسط غنای تاکسونومیک در واحد نمونه گیری نیز به ترتیب معادل 14، 8 و 11 خانواده بوده است. در مقایسه با غنای ماکروفون های ثبت شده در سایر مناطق که به بیش از 30 خانواده می رسد (Brevault et al., 2007; Rossi & Blanchart, 2005) غنای تاکسونومیک در منطقه مورد مطالعه نسبتاً کم است. فعالیت و تنوع موجودات زنده رابطه مستقیمی با اقلیم دارد؛ مناطق برخوردار از اقلیم مناسب همچون جنگل های پرباران استوایی

شدند. از آنجا که برخی از تله های داخل مزارع در اثر ورود آب آبیاری و در مرتع نیز در اثر حرکت دام از بین رفته بودند تعداد تله ها به سه عدد برای هر واحد نمونه گیری تقلیل یافت. داده های به دست آمده برای سه تله داخل هر واحد نمونه گیری به تفکیک خانواده ها با یکدیگر جمع گردید.

در هر واحد نمونه گیری غنای خانواده (غنای تاکسونومیک)، شاخص تنوع سیمپسون و فراوانی کل محاسبه گردید. غنای خانواده معادل تعداد خانواده های ثبت شده در هر واحد نمونه گیری (مجموع سه تله) در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص تنوع سیمپسون (SI) از معادلات 1 و 2 استفاده گردید (Magurran, 1988):

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \quad \text{معادله (1)}$$

$$SI = 1 - D \quad \text{معادله (2)}$$

که در این معادلات، N: تعداد کل افراد در واحد نمونه گیری و n_i: تعداد افراد خانواده i ام در واحد نمونه گیری است. فراوانی کل ماکروفون ها در هر واحد نمونه گیری نیز با جمع زدن کل افراد جمع آوری شده از سه تله مستقر شده در هر واحد تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری. به کمک سه مقایسه مستقل از پیش تعریف شده زیر و بکارگیری آنالیز تقابل تأثیر کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر ماکروفون های خاک مورد ارزیابی قرار گرفت:

زیستگاه گندم کم نهاده، پرنهاده و یونجه در مقابل زیستگاه مرتع (یعنی کاربری کشاورزی در مقابل کاربری مرتع).
زیستگاه گندم کم نهاده و پرنهاده در مقابل زیستگاه یونجه (محصول گندم در مقابل محصول یونجه).
زیستگاه گندم کم نهاده در مقابل زیستگاه گندم پرنهاده (مدیریت فشرده در مقابل مدیریت گسترده).
در آنالیز تقابل علاوه بر متغیرهای غنای خانواده، فراوانی کل و شاخص سیمپسون تأثیر کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر فراوانی خانواده های ماکروفون خاک نیز بررسی شد. نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف¹ تعیین و هر جا نیاز بود از تبدیل لگاریتمی در پایه 10 برای نرمال سازی داده ها استفاده گردید.

میزان تشابه بین ترکیب جامعه ماکروفون ها بین دو گروه در هر یک از مقایسات مذکور با استفاده از آنالیز تشابه² (ANOSIM) انجام گرفت (Clark, 1993). ANOSIM در حقیقت یک نوع آنالیز تک

3- Bray-Curtis

4- Principal Component Analysis

1- Kolmogorov-Smirnov

2- Analysis of similarities

حداکثر تنوع زیستی جهان را خود جای داده‌اند (Lal, 1988). بنابراین به نظر می‌رسد اقلیم فراخشک منطقه مورد مطالعه عامل اصلی کاهش غنای بندپایان در زیستگاه‌های منطقه باشد. برخی از حشرات به ویژه مورچه‌ها به شکل اجتماعی زندگی می‌کنند و بنابراین در بیشتر زیستگاه‌ها بخش قابل توجهی از ماکروفون‌های جمع‌آوری شده در تله‌های چاله‌ای را شامل می‌شوند (Brevault et al., 2007). این وضعیت در مطالعه حاضر نیز دیده شد به طوری که تقریباً نیمی از کل ماکروفون‌های جمع‌آوری شده به مورچه‌ها اختصاص داشت.

تأثیر کاربری اراضی: آنالیز تقابل نشان داد که در زیستگاه مرتع نسبت به زیستگاه‌های کشاورزی متوسط فراوانی کل (204 در مقابل 525/33 فرد)، غنای خانواده (8/25 در مقابل 11/42 خانواده) و شاخص سیمپسون (0/63 در مقابل 0/74) از نظر آماری کاهش معنی‌دار پیدا نموده است (جدول 1). از طرفی در سطح خانواده‌هایی که در آنالیز تقابل وارد شدند بجز خانواده سوسک‌های سرگین‌خوار فراوانی سایر خانواده‌ها در زیستگاه مرتع در قیاس با زیستگاه کشاورزی کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول 2). ترکیب جامعه ماکروفون در زیستگاه مرتع و کشاورزی با یکدیگر متفاوت بود ($R=0.8$, $P=0.0002$). این تفاوت در الگوی توزیع واحدهای نمونه‌گیری در

آنالیز PCA نیز به تصویر کشیده شد (شکل 1). ملاحظه می‌شود چهار پلات مرتعی در سمت راست محور اول و 11 مزرعه کشاورزی در سمت چپ محور اول و در طول محور دوم پراکنده شده‌اند. محور اول و دوم PCA به ترتیب 67/9 و 16/2 درصد از مجموع تغییرات در داده‌های خانواده را تشریح نمودند. به جز خانواده سوسک‌های سرگین‌خوار که از ارتباط قوی‌تری با زیستگاه مرتعی برخوردارند نزدیکی سایر خانواده‌ها به واحدهای کشاورزی بیشتر از پلات‌های مرتعی است (شکل 1).

مطابق فرضیه ناهمگنی منابع یا حاصلخیزی منابع، کم بودن تنوع گیاهی سبب کاسته شدن نیچ‌های قابل دسترس برای موجودات می‌شود (Siemann, 1998). از طرفی فشار دام ورودی به مرتع نیز اندک نیچ‌های غذایی گیاهی برای تغذیه حشرات را تخریب و سبب قطع برهمکنش علف‌خواران - گیاهان می‌شود. کاهش حشرات علف‌خوار که طعمه حشرات شکارگر هستند باعث کم شدن فراوانی ماکروفون‌های سطح غذایی سوم خواهد شد. بدین ترتیب در زیستگاه مرتعی پایین بودن فراهمی منابع یا به عبارتی نیروهای پایین به بالا سبب کاسته شدن ماکروفون‌ها در تمام سطوح غذایی و در نتیجه کاهش غنای تاکسونومیک و تنوع کل شده است.

جدول 1- تأثیر کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر غنا، شاخص تنوع و فراوانی فون خاک (تعداد واحد نمونه‌گیری =4)
Table 1- Effect of land use, crop types and cropping management on richness, diversity index and abundance of soil fauna (n=4)

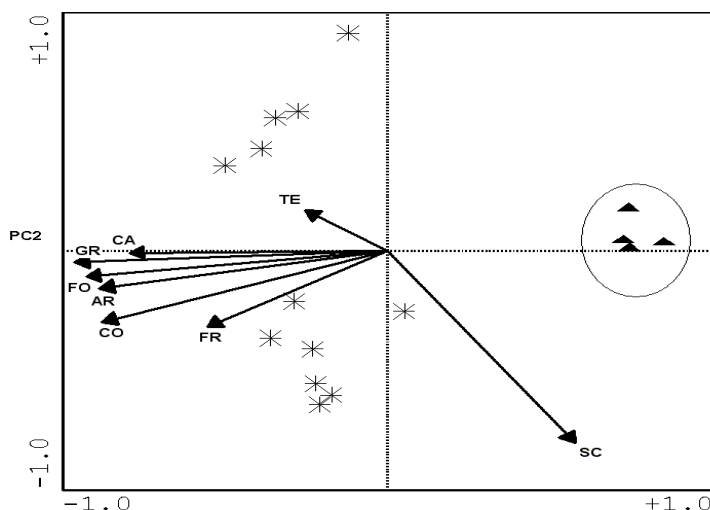
تقابل‌ها Contrasts		زیستگاه Habitat					شاخص‌های تنوع Diversity indices
کم‌نهاده در مقابل پر نهاده Low vs. high	گندم در مقابل یونجه Wheat vs. alfalfa	کشاورزی در مقابل مرتع Agricultural vs. range	مرتع Range	یونجه Alfalfa	کم‌نهاده Low-input	پر‌نهاده High-input	
NS	NS	**	8.25	12.25	11.50	10.50	غنای تاکسونومیک Taxonomic richness
NS	NS	**	0.63	0.70	0.75	0.76	شاخص سیمپسون Simpson index
**	**	**	204	653.50	573.25	349.25	فراوانی کل Total abundance

†: فراوانی کل بر حسب متوسط کل فون جمع‌آوری شده در واحد مزرعه برای هر زیستگاه بیان شده است.

*, **, NS در ستون تقابل‌ها به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 1، 5 درصد و عدم معنی‌داری در آزمون تقابل می‌باشند.

†: Total abundance is given on the base mean of fauna total collected per sampling unit for each habitat.

*, * and NS in column of contrasts show significant differences at $P<0.01$, $P<0.05$ and non-significant in contrast analysis, respectively.



شکل 1- نمودار رسته بندی PCA برای ترکیب خانواده‌های ماکروفون خاک در دو نوع کاربری اراضی. ستاره‌ها: 12 مزرعه کشاورزی (شامل: یونجه، گندم کم‌نهاده و پر نهاده) و مثلث‌ها: چهار پلات مرتعی را نشان می‌دهند.

Fig. 1- PCA ordination diagram of macrofauna family composition in two types of land use. Stars: 12 agricultural fields (including: Alfalfa, Low and high input wheat) and triangles: four plots of rangeland. AR: Araneae, CA: Carabidae, CO: Coccinellidae, FO: Forficulidae, FR: Formicidae, GR: Gryllidae, SC: Scarabaeidae, TE: Tenebrionidae

کروئس و تسچارنتک (Kruess & Tscharrntke, 2002) نیز به کاهش تنوع حشرات در اثر چرای دام اشاره داشته‌اند. اگر چه ورود دام به مرتع سبب تخریب ساختارهای گیاهی می‌شود، ولی با افزودن منابعی همچون سرگین نیز همراه می‌شود. سرگین به عنوان منبع غذایی و محل تخم‌گذاری سوسک‌های سرگین‌خوار مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hutton & Giller, 2003; Nichol et al., 2008). افزایش فراوانی سوسک‌های سرگین‌خوار در زیستگاه مرتعی در قیاس با زیستگاه کشاورزی ممکن است به همین دلیل باشد.

تأثیر نوع محصول: مزارع یونجه در مقایسه با گندم سبب افزایش متوسط فراوانی کل ماکروفون‌ها (653/5 در مقابل 461/25 فرد)، تعداد خانواده‌ها (12/25 در مقابل 11 خانواده) ولی کاهش شاخص سیمپسون (0/7 در مقابل 0/75) گردید. گرچه این تفاوت‌ها از نظر آماری فقط برای فراوانی کل معنی دار بود (جدول 1).

نتایج آنالیز تقابل برای خانواده‌های مهم ماکروفون نشان داد که در زیستگاه یونجه فراوانی عنکبوتیان، کفشدوزک‌ها و مورچه‌ها نسبت به زیستگاه گندم افزایش معنی‌دار پیدا کردند، ولی سوسک‌های کارابیده در گندم فراوان‌تر بودند. در مورد سایر خانواده‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری بین دو زیستگاه دیده نشد (جدول 2).

با اینکه ترکیب جامعه ماکروفون‌های خاک در دو زیستگاه از نظر آماری اختلاف نشان داد، ولی این تفاوت ترکیب قابل توجه نبود

در مطالعات تنوع زیستی که ارزیابی غنا و تنوع به بالاتر از سطح گونه برای مثال سطح خانواده یا راسته ارتقا می‌یابد به دلیل گسترده شدن سطح رده‌بندی از شدت تغییرات غنا و شاخص تنوع بخصوص در زیستگاه‌هایی با تشابه زیاد کاسته شده و بدین لحاظ اختلاف در تنوع تاکسونومیک چنین زیستگاه‌هایی مشهود نخواهد بود (Biaggini et al., 2007). این موضوع در مطالعه حاضر نیز روی داد طوری که اختلاف قابل توجه در غنا و شاخص تنوع بین مزارع گندم و یونجه وجود نداشت.

جدول 2- تأثیر کاربری اراضی، نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر میانگین فراوانی ماکروفون‌های خاک (تعداد واحد نمونه گیری = 4)

Table 2- The effect of land use, crop type and cropping management on the mean abundance of soil macrofauna (n=4)

تقابل ها Contrasts			فراوانی [†] Abundance				خانواده Family
کم‌نهاده مقابل پرنهاده Low vs. high	گندم در مقابل یونجه Wheat vs. alfalfa	کشاورزی در مقابل مرتج Agriculture vs. range	مرتج Range	یونجه Alfalfa	کم‌نهاده Low-input	پرنهاده High-input	
NS	*	**	38.00	244.25	176.50	115.00	عنکبوتیان ^{††} Araneae
NS	*	**	2.25	15.50	43.50	35.25	سوسک‌های زمینی Carabidae
-	-	-	0.00	0.00	4.75	1.50	سوسک‌های ببری ^a Cicindelidae
**	**	**	0.00	41.25	18.50	4.00	کفشدوزک‌ها Coccinellidae
-	-	-	1.25	0.00	0.75	0.75	سرخ‌رطومی‌ها ^a Curculionidae
-	-	-	0.00	12.75	8.25	3.00	سوسک‌های پشتک‌زن ^a Elateridae
NS	NS	**	0.00	12.00	26.25	13.00	گوش خیزک‌ها ^a Forficulidae
**	*	*	116.75	297.00	238.75	116.00	مورچه‌ها Formicidae
NS	NS	**	0.00	16.25	15.50	10.25	سیرسیرک‌ها Gryllidae
-	-	-	6.50	1.25	4.75	2.50	خرخاکی‌ها ^a Oniscoidae
-	-	-	0.00	0.75	0.00	0.00	سن‌های قرمز Pyrrhocoridae
NS	NS	*	18.50	6.50	10.75	4.00	سوسک سرگین خوار Scarabaeidae
-	-	-	0.75	3.00	0.00	0.00	صدپایان ^a Scolopendridae
-	-	-	0.00	0.25	0.00	0.00	سوسک‌های سرگردان ^a Staphylinidae
NS	NS	NS	17.00	22.50	25.00	36.75	سوسک سیاه خاک Tenebrionidae
-	-	-	2.50	2.50	0.00	0.00	موریانه‌ها ^a Termitidae

[†] فراوانی خانواده‌ها بر حسب متوسط تعداد فون هر خانواده در واحد نمونه‌گیری (مزرعه و پلات) برای هر زیستگاه بیان شده است.

^{††}: عنکبوتیان شامل دو خانواده Lycosidae و Gnaphosidae می باشد.

a: خانواده‌هایی که فراوانی آنها از کل افراد جمع آوری شده در سرتاسر 16 واحد نمونه‌گیری کمتر از یک درصد بود.

NS و * و ** در ستون تقابل ها به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1، 5 درصد و عدم معنی‌داری در آزمون تقابل می باشند.

[†]: Abundance of families is as given mean individuals per sampling (field and plot) unit for each habitat.

^{††}: Araneae include two families of Lycosidae and Gnaphosidae.

a: The families that their abundance were below 1% of individual total across 16 fields.

NS, * and ** in column of contrasts show significant differences at P<0.01, P<0.05 and non-significant in contrast analysis, respectively.

می‌شوند که به دلیل فراوان بودن، حضور در بیشتر زیستگاه‌ها، حساسیت به ساختار زیستگاه و پیوند با شبکه غذایی علف خوار و بقایاخور از اهمیت ویژه ای در ارزیابی تنوع زیستی برخوردار هستند

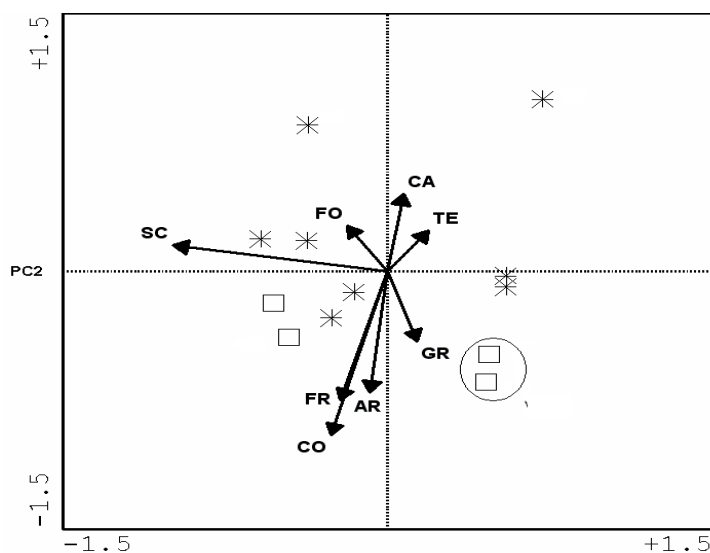
علیرغم یکسان بودن غنا و تنوع در دو زیستگاه، ترکیب ماکروفون‌های آنها متفاوت می باشد. عنکبوت‌ها به‌خصوص خانواده Lycosidae از شکارگران عمومی مزارع کشاورزی محسوب

گیاهخواران در گیاه مربوطه القا می شود سود می جویند. مشخص شده است که عدم مصرف نیتروژن سبب افزایش آزاد شدن این سیگنال ها و افزایش فراوانی دشمنان طبیعی در مزارعی می شود که کود نیتروژنه کمتری دریافت کرده اند (Schmelz et al., 2003).

بنابراین افزایش فراوانی کفشدوزکها در یونجه می تواند ناشی از افزایش این سیگنال ها باشد. گندم زیستگاه مناسبتری برای سوسک های سیاه گیاه خوار نسبت به زیستگاه یونجه نشان داد. این افزایش فراوانی به کاهش دشمنان طبیعی همچون عنکبوت ها نسبت داده می شود.

تأثیر فشردگی مدیریت: نوع مدیریت در سامانه های تولید گندم منطقه تأثیر قابل توجه و معنی دار بر غنای ماکروفون و شاخص سیمپسون نداشت (جدول 1). با این حال فراوانی کل ماکروفون ها در مزارعی از گندم که با شیوه کم نهاده اداره می شدند به طور قابل ملاحظه ای بالاتر از انواع پر نهاده (573/25 در مقابل 349/25) بود. آنالیز تقابل برای خانواده های مهم ماکروفون نشان داد بجز دو خانواده کفشدوزکها و مورچه ها که در سیستم کم نهاده از فراوانی بیشتری برخوردار بودند، از نظر سایر خانواده ها اختلاف معنی دار بین این دو زیستگاه وجود نداشت (جدول 2).

(Marc et al., 1999). علاوه بر عنکبوتیان، بیشتر کفشدوزک ها و برخی از سوسک های کارابیده نیز به گروه شکارگران تعلق دارند. فراهمی طعمه، خصوصیات خاص زیستگاه همچون ساختار کانوپی گیاه، خرداقلیم و پوشش سطح خاک بر فراوانی این شکارگران موثر است (Schellhorn & Sork., 1997; Smith et al.; 2008). برخلاف سوسک های کارابیده که به فراهمی طعمه بسیار وابسته هستند، عنکبوت ها وابستگی بیشتری به خردزیستگاه دارند (Schellhorn & Sork, 1997). یونجه توانسته است با فراهم نمودن زیستگاهی پایا با کمترین تخریب و پوشیده بودن دائمی سطح خاک که از نوسانات حرارتی و رطوبتی جلوگیری می کند جمعیت بیشتری از عنکبوت ها را در خود جای دهند (Oberger et al., 2007; Clough et al., 2005). در روش تله چالهای پوشش گیاهی سطح خاک می تواند از حرکت حشرات رونده با تحرک زیاد نظیر کارابیده ها جلوگیری و مانع از افتادن آنها به داخل تله گردد (Harvey et al., 2008; Thomas et al., 2006). چنین به نظر می رسد که فراوانی کمتر سوسک های کارابیده در یونجه نسبت به گندم، پوشش گیاهی متراکم تر سطح خاک در یونجه باشد که مانع از حرکت آنها شده است. چو و همکاران (Choh et al., 2004) بیان داشتند که بسیاری از شکارگران و پارازیتوئیدها به خصوص انواع پروازی برای پیدا کردن طعمه هایی همچون شته ها از سیگنال های فراری که در اثر تغذیه

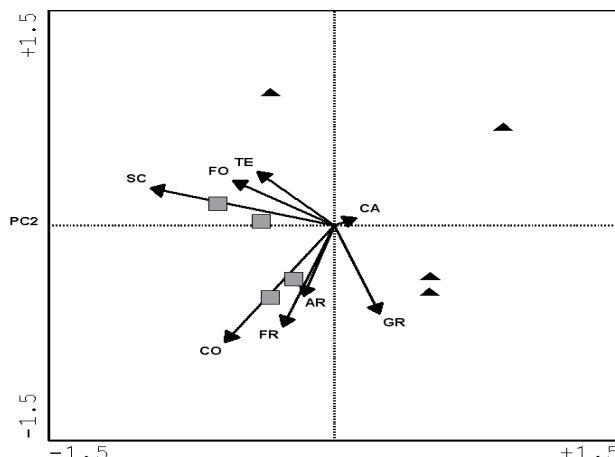


شکل 2- نمودار رسته بندی PCA برای ترکیب خانواده های ماکروفون خاک در دو نوع محصول. ستاره ها: هشت مزرعه گندم (گندم کم نهاده و پر نهاده) و مربع ها: چهار مزرعه یونجه را نشان می دهند.

برای اسامی کامل خانواده ها به زیرنویس شکل (1) رجوع شود.

Fig. 2- PCA ordination diagram for macrofauna family composition in two types of crop. Stars: eight fields of wheat (Low and High input wheat) and squares: four fields of Alfalfa.

See Fig. 2 For abbreviations of other families.



شکل 3- نمودار رسته بندی PCA برای ترکیب خانواده‌های ماکروفون خاک در دو شیوه از مدیریت زراعی. مثلث‌ها: چهار مزرعه گندم پرنهاد و مربع‌ها: چهار مزرعه گندم کم‌نهاد را نشان می‌دهند.

برای اسامی کامل خانواده‌ها به زیرنویس شکل (1) رجوع شود.

Fig. 3- PCA ordination diagram for macrofauna family composition in two types of crop management. Triangles: four fields of high- input wheat and squares: 4 fields of low- input wheat.

See Fig. 2 For abbreviations of other families.

شدن انواعی از بذور گیاهی به سوی مزارع کشاورزی متمایل می‌شوند (Read & Andersen, 2000). در مزارع کم‌نهاد عدم مصرف علف کش‌ها سبب افزایش تنوع علف‌های هرز در قیاس با مزارع پرنهاد گردیده است و بدین ترتیب زیستگاهی مناسب‌تری برای مورچه می‌باشند. این وضعیت سبب شده است تا فراوانی سوسک‌های کارابیده نیز که جز شکارگران عمومی بذور محصولات هستند (Menalled et al., 2007) در مزارع کم‌نهاد بیشتر شود. فراوانی بیشتر کفشدوزک‌ها در مزارع کم‌نهاد ممکن است ناشی از سیگنال‌های القایی اشاره شده باشد که با مصرف کمتر نیتروژن در آنها افزایش یافته‌اند. خانواده‌های بیشتری با گندم‌زارهای کم‌نهاد مرتبط بودند. همچنین خانواده مفید عنکبوتیان این زیستگاه را بیشتر ترجیح داده‌اند. فراوانی بیشتر علف‌های هرز سبب فراهمی پناهگاه بیشتر (Jeanneret et al., 2003) و تنوع طعمه (Harwood et al., 2001) برای عنکبوت‌ها خواهد شد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی فقر مراتع منطقه از نظر تنوع ماکروفون خاک مشهود بوده و نیازمند بازیابی تنوع با کشت گیاهان مناسب و از سویی کنترل ورود دام به آنها می‌باشند. مشخص شد چنانچه امکان تغییر مدیریت زراعی از پرنهاد به کم‌نهاد به هر دلیلی میسر نیست وارد کردن بقولاتی مانند یونجه در تناوب‌های زراعی می‌تواند در افزایش تنوع کارکردی چنین اگر اکوسیستم‌هایی بسیار موثر باشد. در قیاس با نوع محصول، شیوه مدیریت زراعی تأثیر ضعیف‌تری بر ماکروفون‌های خاک داشت. واکنش ماکروفون‌ها به ویژگی‌های درون زیستگاهی و

با این حال، نتایج آنالیز تشابه نشان داد که ترکیب خانواده‌های ماکروفون‌ها در دو زیستگاه کم‌نهاد و پرنهاد متفاوت از یکدیگر می‌باشد ($R=0.47$, $P=0.03$). اگر چه این اختلاف از نظر آماری قابل ملاحظه نمی‌باشد. در PCA بجز یک مزرعه، سایر مزارع پرنهاد با قرار گرفتن در سمت راست محور اول تا اندازه‌ای از مزارع کم‌نهاد تفکیک شده‌اند. بیشتر خانواده‌های مورد بررسی به سکونت در مزارع کم‌نهاد گرایش داشته‌اند. محور اول و دوم PCA به ترتیب 59/3 و 27/9 درصد و در مجموع 87/2 درصد از کل تغییرات را در داده‌های ماکروفون دو زیستگاه کم‌نهاد و پرنهاد تشریح نمودند.

ملنیچوک و همکاران (Melnichuk et al., 2003) اظهار داشتند که نوع محصول بیش از شیوه مدیریت زراعی بر جامعه ماکروفون خاک موثر است. اسمیت و همکاران (Smith et al., 2008) نیز تفاوتی بین ماکروفون‌ها در دو سیستم آلی و رایج مشاهده نکردند. آنها علت را عدم کاربرد حشره‌کش‌ها برای چندین سال متوالی در سیستم رایج عنوان نمودند. در مطالعه حاضر نیز مشابه بودن نوع محصول در دو نظام و تا حدی تشابه برخی شیوه‌های مدیریتی همچون عدم مصرف حشره‌کش‌ها و یا مصرف کودهای معدنی در دو سیستم مانع از بروز اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های تنوع و فراوانی اکثر ماکروفون‌های بین دو نظام شده است. با این همه، انجام آنالیزهای چند متغیره منجر به درک الگوهایی در توزیع ماکروفون در گندم کم‌نهاد و پرنهاد گردید. مورچه‌ها از حشرات همه چیز خوار به شمار می‌روند، ولی در اگر اکوسیستم‌ها عمدتاً از دانه‌های گیاهی تغذیه می‌کنند. بنابراین با افزایش تنوع علف‌های هرز و فراهم

بین زیستگاهی بسیار متفاوت از یکدیگر است. اتکا صرف به
 شاخص‌های تنوع و غنا بدون لحاظ کردن ترکیب جامعه می‌تواند
 سبب از دست رفتن اطلاعات مفید در خصوص تنوع کارکردی و
 ترکیب جامعه ماکروفون‌ها شود.

منابع

- Barrios, E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics* 64: 269-285.
- Biaggini, M., Consorti, R., Dapporto, L., Dellacasa, M., Paggetti, E., and Corti, C. 2007. The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122: 183-191.
- Brevault, T., Bikay, S., Maldas, J.M., and Naudin, K. 2007. Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. *Soil and Tillage Research* 97: 140-149.
- Clark, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Clough, Y., Kruess, A., Kleijn, D., and Tschamtkke, T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *Journal of Biogeography* 32: 2007-2014.
- Cole, L., Buckland, S.M., and Bardgett, R.D. 2005. Relating microarthropod community structure and diversity to soil fertility manipulations in temperate grassland. *Soil, Biology and Biochemistry* 37: 1707-1717.
- Choh, Y., Shimoda, T., Ozawa, R., Dicke, M., and Takabayashi, J. 2004. Exposure of lima bean leaves to volatiles from herbivore-induced con-specific plants results in emission of carnivore attractants: active or passive process? *Journal of Chemical Ecology* 30: 1305-1317.
- Fuller, R.J., Norton, L.R., Feber, R.E., Johnson, P.J., Chamberlain, D.E., Joys, A.C., Mathews, F., Stuart, R.C., Townsend, M.C., Manley, W.J., Wolfe, M.S., Macdonald, D.W., and Firbank, L.G. 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letters* 1: 431-434.
- Harvey, J.A., Van der Putten, W.H., Turin, H., Wagenaar, R., and Bezemer, T.M. 2006. Effects of changes in plant species richness and community traits on carabid assemblages and feeding guilds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 100-106.
- Harwood, J.D., Sunderland, K.D., and Symondson, W.O.C. 2001. Living where the food is: web location by linyphiid spiders in relation to prey availability in winter wheat. *Journal of Applied Ecology* 38: 88-99.
- Hutton, S.A., and Giller, P.S. 2003. The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology* 40: 994-1007.
- Jeanneret, P., Schupbach, B., and Luka, H. 2003. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 311-320.
- Kruess, A., and Tschamtkke, T. 2002. Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity. *Biological Conservation* 106: 293-302.
- Lal, R. 1988. Effects of macrofauna on soil properties in tropical ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24: 101-116.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- Marc, P., Canard, A., and Ysnel, F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 229-273.
- Marshall, E.J.P., and Moonen, A.C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 5-21.
- Melnychuk, N. A., Olfert, O., Youngs, B., and Gillott, C. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 69-72.
- Menalled, F. D., Smith, R. G., Dauer, J. T., and Fox, T. B. 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 49-54.
- Nicholsa, E., Spectora, S., Louzadab, J., Larsenc, T., Amequitad, S., and Favilad, M.E. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.
- Oberg, S., Ekbom, B., and Bommarco, R. 2007. Influence of habitat type and surrounding landscape on spider diversity in Swedish agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 122: 211-219.
- Read, J.L., and Andersen, A.N. 2000. The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed cattle grazing at an Australian arid zone locality. *Journal of Arid Environment* 45: 231-251.
- Rossi, J.P., and Blanchart, E. 2005. Seasonal and land-use induced variations of soil macrofauna composition in the Western Ghats, southern India. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 1093-1104.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT Release 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schellhorn, N.A., and Sork, V.L. 1997. The impact of weed diversity on insect population dynamics and crop yield in collards, *Brassica oleraceae* (Brassicaceae). *Oecologia* 111: 233-240.
- Schmelz, E.A., Albarn, H.T., Engelberth, J., and Tumlinson, J.H. 2003. Nitrogen deficiency increases volicitin-induced volatile emission, jasmonic acid accumulation, and ethylene sensitivity in maize. *Plant Physiology* 133: 295-306.

- 27- Siemann, E. 1998. Experimental test of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. *Ecology* 79: 2057–2070.
- 28- Sileshi, G., and Mafongoya, P.L. 2006. Long-term effects of improved legume fallows on soil invertebrate macrofauna and maize yield in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115: 69–78.
- 29- Smith, J., Potts, S., and Eggleton, P. 2008. Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *European Journal of Soil Biology* 44: 271-276.
- 30- Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.
- 31- Tsiafouli, M.A., Kallimanis, A.S., Katana, E., Stamou, G.P., and Sgardelis, S.P. 2005. Responses of soil microarthropods to experimental short-term manipulations of soil moisture. *Applied Soil Ecology* 29: 17–26.
- 32- Weibull, A.C., Ostman, O., and Granqvist, A. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and Conservation* 12: 1335–1355.



اثر آبیاری محدود بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط بیرجند

بی بی الهه موسوی فر^{1*}، محمد علی بهدانی²، مجید جامی الاحمدی² و محمد سعید حسینی بجد³

تاریخ دریافت: 1388/07/11

تاریخ پذیرش: 1389/11/20

چکیده

کمبود دانه‌های روغنی و حجم بالای واردات روغن در ایران از یک سو و محدودیت منابع آبی در سر راه تولید بسیاری از دانه‌های روغنی از سوی دیگر، ضرورت شناسایی گونه‌ها و ارقام سازگار به این شرایط پر تنش و تعیین حساسترین مراحل رشد گیاه به تنش را آشکار می‌سازد. لذا به منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.) به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی و نیز تعیین حساسترین مرحله رشد این ژنوتیپ‌ها به محدودیت آبی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال 87-1386 انجام شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح قطع آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی) و کرت‌های فرعی، سه رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، اصفهان 28 و IL111) بود. نتایج نشان داد، افزایش مدت زمان قطع آبیاری موجب زودرسی، کاهش طول دوره رشد، میزان تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و عملکرد دانه در هر سه ژنوتیپ شد و کاهش این پارامترها در رقم محلی اصفهان نسبت به دو رقم دیگر کمترین میزان بود. به طور کلی ژنوتیپ محلی اصفهان به دلیل بومی بودن، خوپذیری بیشتری به شرایط محدودیت آبی در خراسان جنوبی داشت و هر چه دیرتر در طی فصل رشد با تنش خشکی مواجه شود، عملکرد آن کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در نهایت مشخص گردید که مرحله تکمه‌دهی در گلرنگ بسیار حساس به کمبود آب می‌باشد و وقوع تنش در این دوره منجر به کاهش شدید دوره رشد، شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه می‌شود بنابراین تأمین آب در دوره تکمه‌دهی گلرنگ اهمیت ویژه‌ای در بهبود عملکرد آن دارد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های رشد، عملکرد دانه، مراحل فنولوژی

مقدمه

گیاهان روغنی از نظر تأمین انرژی مورد نیاز انسان و دام، از جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات زراعی برخوردارند و یکی از بارزترین محصولات بخش کشاورزی محسوب می‌شوند. از این رو، کاشت دانه‌های روغنی از گذشته‌های دور بخش مهمی از کشاورزی کشورها از جمله بسیاری از کشورهای شرقی را تشکیل داده و برخی از آنها جزو اقلام صادراتی عمده این کشورها محسوب می‌شوند (Tavakoli, 2002). در ایران نیز کاشت دانه‌های روغنی مانند آفتابگردان، کنجد، کرچک و گلرنگ قدمتی طولانی دارد (Tavakoli, 2002). گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی دانه روغنی و متحمل به خشکی است، زیرا دارای ریشه‌های عمیقی است که قادر است آب را از عمق خاک جذب کرده (Arnon, 1972) و میزان روغن مناسب که در شرایط مساعد بسته به نوع ژنوتیپ تا 45 درصد می‌رسد، تولید نماید (Tavakoli, 2002). محققین مختلف به تناسب موضوع مراحل مختلفی از دوره رشد شامل سبز شدن،

اصولاً مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان آب می‌باشد و از آنجا که بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند لذا دسترسی کم به آب آبیاری مشکل آفرین است (Tavakoli, 2002). بنابراین با توجه به محدودیت منابع آب قابل استحصال کشور و وجود فشارها و تنگناهای روزافزون برای کاهش سهم آب کشاورزی در آینده، ضرورت بازنگری در مدیریت مصرف این ماده حیاتی به شکل کاملاً جدی مطرح شده و تولید محصول در این مناطق، مستلزم استفاده از گیاهان مقاوم به شرایط خشکی و کمبود رطوبت، جهت حصول عملکردهای قابل قبول می‌باشد.

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه گروه شیمی، دانشکده علوم دانشگاه بیرجند (* - نویسنده مسئول: Email: e.moosavifar@yahoo.com)

برگ و کاهش پتانسیل فشاری سلول‌های برگ و در نتیجه کاهش تقسیم سلولی برگ و توقف رشد را در پی دارد. بعلاوه افزایش میزان اسید آبسزیک و تأمین نشدن آسمیلات مورد نیاز برای رشد برگ در نتیجه کاهش فتوسنتز از مهمترین علل احتمالی کاهش شاخص سطح برگ در اکثر گیاهان زراعی بر اثر تنش خشکی ذکر شده است (Banon et al., 2004). در گلرنگ نیز تنش خشکی از طریق کاهش شاخص سطح برگ، باعث کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Tavakoli, 2002). در شرایط تنش خشکی میزان جذب دی‌اکسیدکربن در واحد سطح برگ کاهش یافته و این تأثیر منفی در طی دوران نمو زایشی شدیدتر می‌گردد. در شرایط خشکی شدید، گیاه برای کاهش تبخیر و تعرق اقدام به ریزش برگ‌ها می‌کند و به این ترتیب سطح فتوسنتزکننده کاهش یافته و در نهایت منجر به افت سرعت رشد محصول و عملکرد می‌گردد (Turner & Sorbado, 1987). پس ضروری به نظر می‌رسد که صفات و فرایندهای مرتبط با مقاومت به خشکی از جمله مراحل نمو و شاخص‌های رشد و چگونگی تغییرات آنها تعیین گردد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی عکس‌العمل رشدی ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی و نیز تعیین حساسترین مرحله رشد این ژنوتیپ‌ها به محدودیت آبی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار و تابستان سال 1386-87، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح قطع آبیاری (آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی) و کرت‌های فرعی شامل، سه رقم گلرنگ بهاره (محلی اصفهان، اصفهان 28 و IL111) بود. هر کرت آزمایشی شامل 5 ردیف کاشت به صورت جوی و پشته به طول 5 متر و با فاصله 50 سانتی‌متر بود. همچنین در یک بلوک فاصله کرت‌های اصلی 1/5 متر و فاصله بین دو بلوک سه متر در نظر گرفته شد. کاشت در 27 فروردین ماه 1387 با دست در عمق 5 - 4 سانتیمتری روی پشته و به صورت متراکم انجام شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت و از آن پس، طبق مراحل نمو گیاه تیمارهای آبیاری اعمال شد. در مرحله 4 تا 6 برگی گیاهچه‌ها بر اساس فاصله حدود 5 سانتیمتر تنک گردیدند. مراحل رشد و نمو گیاه بر اساس ثبت مشاهده ظهور علائم مربوط به هر مرحله نمو و با قرار گرفتن 50 درصد از گیاهان هر کرت در آن مرحله تعیین شد (Mahmudieh et al., 2005; Yasari et al., 2005; Frid & Ehsanzadeh, 2006). طول مرحله کاشت تا سبز شدن: زمانی که لپه‌ها در 50 درصد از نقطه‌های کاشت هر کرت، سر از

ساقه‌دهی، تکمه‌دهی، گلدهی و رسیدگی را در گلرنگ بهاره لحاظ نموده‌اند (Farid & Yasari, et al., 2005; Bagheri, 1995; Mahmudieh et al., 2006; Ehsanzadeh, 2006). زیرا آگاهی از زمان وقوع هر یک از این مراحل رشد و نمو باعث می‌شود تا بتوان شرایط مورد نیاز هر مرحله را ارزیابی کرده و آن را به شرایط بهینه گیاه نزدیک نمود که این امر در نهایت موجب افزایش عملکرد محصول خواهد شد (Koocheki & Sarmadnia, 2000). به علاوه شناسایی زمان وقوع مراحل نمو در هر گیاه زراعی لازم و ضروری به نظر می‌رسد، زیرا معمولاً در شرایط کم آبی برای استفاده بهینه از آب می‌بایست آن را در مراحل بحرانی رشد استفاده نمود تا بدین وسیله عملکرد گیاه افزایش یابد. به همین لحاظ بررسی تغییرات حیاتی گیاه شامل مراحل رشد رویشی و زایشی نسبت به زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Mundel et al., 1994). اما کلیه مراحل نمو ذکر شده در گلرنگ، تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی به ویژه درجه حرارت و رطوبت قرار می‌گیرند (Hill & Knowles, 1968). به طوری که در بررسی‌های مختلف بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر طول دوره رشد و زمان وقوع مراحل فنولوژیک تفاوت مشاهده شد و این مسأله بیانگر تأثیر خصوصیات ژنتیکی وابسته به هر ژنوتیپ است که به همراه عوامل محیطی، نقش تعیین‌کننده‌ای در طول هر یک از مراحل رشد و نمو دارند (Mundel et al., 1994; Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2008). بعلاوه اکثر محققین با بررسی طول مراحل نمو در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بهاره بین عملکرد و مراحل نمو در این گیاه همبستگی مثبت گزارش کردند (Zheng et al., 1993; Pandya et al., 1996; Urie, 1967). کمبود آب و تنش خشکی نیز بر روی مدت زمان هر مرحله نمو در گلرنگ مؤثر است. به طوری که در مطالعه هانگ و ایوانز (Hang & Evans, 1985)، نادری و همکاران (Naderi et al., 2004) و طاووسی (Tavusi, 2007) تنش خشکی باعث گلدهی زودتر، رسیدگی سریعتر و کاهش عملکرد در گلرنگ شد. زیرا بنا به اظهارات کوچکی و سرمدنیا (Koocheki & Sarmadnia, 2000) یکی از راه‌های اجتناب از خشکی در گیاهان، پدیده زودرسی و کوتاه نمودن دوره رشد می‌باشد که با کاهش عملکرد نیز همراه است. لویت (Levit, 1980) نیز معتقد است که از جمله مکانیسم‌های مرتبط با اجتناب از خشکی کاهش سطح برگ است. وی عقیده دارد که در شرایط تنش خشکی سطح برگ می‌تواند بر اساس نوع رابطه‌ای که بین فتوسنتز و تعرق وجود دارد به عنوان یک شاخص مثبت و یا منفی نمود پیدا کند. تغییر سطح برگ فرآیند مهمی است که محصولات زراعی تحت تنش از طریق آن کنترل خود را بر استفاده از آب حفظ می‌کنند و از طریق تعدیل سطح برگ، کاهش آب را در سایه‌انداز با توجه به مقدار آن در خاک تنظیم می‌نمایند (Passioura, 1996). تنش آبی، کاهش محتوای نسبی آب

سطح سه متر مربع از مساحت هر کرت، با رعایت اثر حاشیه برداشت و توزین شد. در پایان تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Genstat انجام شد و از آزمون FLSD در سطح احتمال 5 درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به این که سطوح مختلف قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی اعمال شدند، بنابراین تنها اثر ژنوتیپ، در مرحله رشد رویشی سه ژنوتیپ گلرنگ بهاره بر تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا وقوع مراحل سبز شدن، ساقه‌دهی و تکمه‌دهی (آغاز رشد زایشی) در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول 1). کمترین و بیشترین شمار روز و میزان واحد گرمایی لازم از کاشت تا 50 درصد سبز شدن، ساقه‌دهی و تکمه‌دهی به ترتیب در ژنوتیپ‌های IL111 و محلی اصفهان مشاهده شد (جدول 2). به نظر می‌رسد که نتایج حاصل، حاکی از تفاوت ژنوتیپ‌ها در عکس العمل به طول روز و دما باشد. تفاوت بین ژنوتیپ‌های گلرنگ در این سه مرحله نمودی توسط دیگر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Zand, 1995; Mahmudieh et al., 2006; Haidarizade & Khagepur, 2007).

تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا آغاز گلدهی و 50 درصد گلدهی تحت تأثیر قطع آبیاری قرار نگرفت (جدول 3)، در حالی که قطع آبیاری بر تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا اتمام گلدهی (100% گلدهی) در سطح احتمال یک درصد مؤثر و معنی‌دار بود (جدول 3). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سطح آبیاری تا تکمه‌دهی، طول دوره رسیدن به 100 درصد گلدهی نسبت به سه سطح دیگر آبیاری به طور متوسط 3/3 روز کاهش یافت (جدول 4). تسریع در اتمام گلدهی به واسطه تنش خشکی را می‌توان به تأثیر تنش خشکی در تسریع مراحل تکامل و ظهور گل‌ها نسبت داد. ابل (Abel, 1976) نیز با اعمال تنش خشکی بر روی گلرنگ چنین نتیجه‌ای را در کاهش طول مرحله گلدهی مشاهده کرد.

تفاوت بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر طول دوره و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا آغاز، 50 و 100 درصد گلدهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 3). ژنوتیپ‌های محلی اصفهان و IL111، به ترتیب بیشترین و کمترین طول این دوره و درجه روز رشد - تجمعی را به خود اختصاص دادند (جدول 4). همچنین تفاوت بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر طول مرحله گلدهی در برخی مطالعات (Bagheri, 1997; Dadashi & Khajepure, 2004; Yasari et al., 2006; Mahmudieh et al., 2004) نیز مشاهده شده است.

خاک بیرون آورده باشند. کاشت تا ساقه‌دهی: مشاهده رشد نخستین میانگرم به طول حدود 1 سانتی‌متر، کاشت تا آغاز تکمه‌دهی: رسیدن قطر جوانه طبق در رأس ساقه اصلی به حدود 5 میلی‌متر، کاشت تا آغاز گلدهی: مشاهده نخستین گل‌های خارج شده در طبق‌های اصلی هر کرت، کاشت تا 50 درصد گلدهی: خروج گل‌ها در 50 درصد از طبق‌های ساقه اصلی هر کرت، کاشت تا گلدهی کامل: مشاهده خروج گل‌ها در 95 درصد طبق‌های موجود در هر کرت، کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک: آغاز زرد شدن 75 درصد برگ‌های طبق‌های موجود می‌باشد. درجه روز رشد تجمعی (GDD) نیز بر اساس رابطه زیر محاسبه شده $GDD = ((t_{max} + t_{min})/2) - t_b$ که در آن t_{max} = حداکثر درجه حرارت روزانه، t_{min} = حداقل درجه حرارت روزانه، t_b = درجه حرارت پایه (برای گلرنگ 5 درجه سانتیگراد) می‌باشد (Koocheki & Sarmadnia, 2000).

جهت ارزیابی شاخص‌های رشد از مقادیر شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و طبق استفاده شد. به منظور تعیین روند رشد گیاه، از 35 روز پس از کاشت به فاصله هر 10 روز یک بار، در مجموع هشت نوبت نمونه‌برداری در طول فصل رشد انجام گرفت. نیمه اول هر کرت آزمایشی جهت مقایسه عملکرد در نظر گرفته شد و تا پایان فصل هیچگونه نمونه‌برداری از آن قسمت انجام نشد و نیمه دوم هر کرت به نمونه‌برداری اختصاص یافت. در هر نوبت نمونه‌برداری، پنج بوته بطور تصادفی از نیمه دوم کرت جهت تعیین شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه زراعی انتخاب شده از سطح زمین برداشت شد و پس از قرار دادن در پلاستیک به آزمایشگاه منتقل گردید. اندازه سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ¹ تعیین گردید. شاخص سطح برگ¹ (LAI) و سرعت رشد گیاه² (CGR) با کمک فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$LAI = (LA_2 + LA_1) / 2 \cdot (1/G_A) \quad (1) \text{ معادله}$$

$$CGR = 1/G_A (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \quad (2) \text{ معادله}$$

که علائم اختصاری در این فرمول‌ها به ترتیب بیانگر: $LA_2 - LA_1$ = تغییرات سطح برگ، G_A = سطح زمین، $W_2 - W_1$ = تغییرات وزن خشک، $t_2 - t_1$ = فاصله زمان نمونه برداری، W_1 = وزن ماده خشک در نمونه برداری اول در زمان اول (t_1)، W_2 = وزن ماده خشک در نمونه برداری دوم در زمان دوم (t_2) می‌باشد (Koocheki & Sarmadnia, 2000). جهت تعیین وزن خشک، اندام‌های مختلف گیاه به مدت 72 ساعت در آون الکتریکی با درجه حرارت 70 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس با ترازوی حساس با دقت 0/01 گرم توزین و وزن خشک هر نمونه ثبت گردید. برای محاسبه عملکرد دانه در واحد

1- Leaf Area Meter

2- Leaf Area Index

3- Crop Growth Rate

جدول 1- میانگین مربعات تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی از کاشت تا تکمه‌دهی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره

Table 1- Mean square of number of days and growth degree day (GDD) from planting to heading-bud in different safflower genotypes

میانگین مربعات درجه روز - رشد تجمعی Mean square of GDD			میانگین مربعات تعداد روز Mean square of Days			درجه آزادی	منابع تغییر
تکمه‌دهی Heading-bud	ساقه‌دهی Stem producing	سبز شدن Emergence	تکمه‌دهی Heading-bud	ساقه‌دهی Stem producing	سبز شدن Emergence	df	S.O.V
9.78 ^{ns}	1.31 ^{ns}	6.37 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.03 ^{ns}	3	بلوک (Block)
16047.75**	13381.33**	967.520**	52.40**	56.71**	5.56**	2	ژنوتیپ (Genotype)
8.762	3.86	5.21	0.02	0.01	0.03	6	خطا (Error)

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطوح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشد.

ns, ** and * are no-Significant, Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

جدول 2- مقایسه میانگین تعداد روز و درجه روز رشد - تجمعی از کاشت تا تکمه‌دهی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره

Table 2- Mean comparison of number of days and growth degree days (GDD) from planting to Heading-bud in safflower genotypes

مرحله نمو گیاه (Stage of plant development)						
تکمه‌دهی (Heading-bud)		ساقه‌دهی (Stem producing)		سبز شدن (Emergence)		ژنوتیپ
درجه روز رشد تجمعی GDD	روز Day	درجه روز رشد تجمعی GDD	روز Day	درجه روز رشد تجمعی GDD	روز Day	Genotype
684.25 ^c	39.0 ^c	369.75 ^c	23.5 ^c	84.24 ^c	6.5 ^c	IL111
755.56 ^b	43.0 ^b	439.89 ^b	27.5 ^b	106.25 ^b	8.5 ^b	Isfahan28
811.56 ^a	46.5 ^a	448.49 ^a	28.5 ^a	117.22 ^a	9.5 ^a	Mahali Isfahan
750.45	42.83	419.37	26.5	102.57	8.16	میانگین (Mean)

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال 5 درصد انجام شده است.

Mean compression has been done by FLSD test (P = 0.05).

رسیدگی گیاه می‌شود.

تفاوت بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 3 و 4). بیشترین طول دوره رشد (دیررستری) مربوط به ژنوتیپ محلی اصفهان و کمترین (زودرستری) مربوط به ژنوتیپ IL111 بود (جدول 4). فرید و احسانزاده (Farid & Ehsanzadeh, 2006) نیز در بررسی 4 ژنوتیپ گلرنگ در کشت تابستانه نتیجه گرفتند اثر ژنوتیپ بر تعداد روز در تمام مراحل نمو معنی‌دار بود و توده محلی اصفهان و ای. سی - استرلینگ به ترتیب دیررس‌ترین (122 روز) و زودرس‌ترین (108 روز) ژنوتیپ‌ها بودند. داداشی و خواجه پور (Dadashi & Khajepure, 2004) و محمودیه و همکاران (Mahmudie et al., 2006) نیز تفاوت معنی‌داری را از لحاظ تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک بین ژنوتیپ‌ها مشاهده کردند، ولی احسانزاده و زارعیان (Ehsanzadeh & Zareian, 2003) تفاوت معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه خود گزارش نکردند.

اثر قطع آبیاری بر تعداد روز و درجه روز رشد تجمعی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 3). رژیم آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی به ترتیب بیشترین و کمترین طول دوره رشد و درجه روز - رشد تجمعی را داشتند (جدول 4). در تیمار آبیاری تا تکمه‌دهی، طول مراحل گلدهی و پر شدن دانه کاهش یافت اما تیمارهای آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا دانه‌بندی، تنها بر روی طول دوره پر شدن دانه تأثیرگذار بودند (جدول 4). نادری و همکاران (Naderi et al., 2004) و طاووسی (Tavusi, 2007) بیان کردند تنش خشکی باعث کاهش تعداد روز تا رسیدگی در گلرنگ تابستانه شد. در مطالعه ابل (Abel, 1976) نیز قطع آبیاری در مرحله گلدهی باعث 15 روز تسریع در رسیدگی گلرنگ گردید. با محدودیت آب در طی دوران زایشی طول دوره گلدهی و پر شدن دانه کاهش یافت که در نهایت منجر به کاهش طول دوره رشد شد (جدول 4). کوچکی و سرمدنیا (Koocheki & Sarmadnia, 2000) بیان کردند در شرایط تنش خشکی میزان تولید اسید آسازیک در گیاه افزایش می‌یابد و این امر باعث تسریع در

جدول ۳- میانگین مربعات تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا مراحل مختلف نمو در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره تحت تأثیر قطع آبیاری
Table 3- Mean square of number of days and growth degree days from planting to different plant developmental stages in spring safflower genotypes under disruption irrigation conditions

میانگین مربعات درجه روز - رشد تجمعی day					میانگین مربعات تعداد روز Mean square of Days					درجه	
کاشت تا رسیدگی Fizyolojiye Planting to (physiological	کاشت تا ۱۰۰٪ گلدهی (Planting to 100% flowering	کاشت تا ۵۰٪ گلدهی (Planting to 50% flowering	کاشت تا آغاز گلدهی (Planting to initial flowering	کاشت تا رسیدگی Fizyolojiye Planting to (physiological	کاشت تا ۱۰۰٪ گلدهی (Planting to 100% flowering	کاشت تا ۵۰٪ گلدهی (Planting to 50% flowering	کاشت تا آغاز گلدهی (Initial flowering	عملکرد دانه Seed yield	منابع تغییر S.O.V	df	df)
387.34 ^{ns}	187.72 ^{ns}	144.40 ^{ns}	55.79 ^{ns}	0.81 ^{ns}	0.45 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.15 ^{ns}	10533.58 ^{ns}	تکرار (Replication)	3	3
188346.77 ^{**}	10180.03 ^{**}	53.36 ^{ns}	87.89 ^{ns}	396.12 ^{**}	24.89 ^{**}	0.13 ^{ns}	0.23 ^{ns}	3388327.28 ^{**}	آبیاری (A) (Irrigation)	3	3
239.25	909.39	85.67	112.40	0.50	2.22	0.80	0.51	2345.13	خطای آبیاری (Ea)	9	9
705759.09 ^{**}	205927.96 ^{**}	181973.77 ^{**}	188703.26 ^{**}	1484.34 ^{**}	503.60 ^{**}	464.17 ^{**}	506.33 ^{**}	1293344.86 ^{**}	ژنوتیپ (B) (Genotype)	2	2
2792.62 ^{**}	73.91 ^{ns}	68.30 ^{ns}	120.26 ^{ns}	5.87 ^{**}	0.18 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.32 ^{ns}	8921.72 ^{**}	(A) × (B)	6	6
143.79	64.29	39.20	78.78	0.21	0.15	0.21	0.30	1016.24	خطای ژنوتیپ (Eb)	24	24

ns, * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, * and ** are no-Significant, Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد روز و درجه روز- رشد تیمعی از کاشت تا مراحل مختلف نموی و عملکرد دانه در ژنوتیپهای گلریگ بهاره تحت تأثیر قطع آبیاری
Table 4- Mean comparison of number of days and growth degree days (GDD) from planting to different plant growth development stages and seed yield in spring safflower genotypes under disruption irrigation conditions

رسیدگی فیزیولوژیک (Physiological maturity)		۱۰۰٪ گلدهی (100% flowering)		۵۰٪ گلدهی (50% flowering)		آغاز گلدهی (Initial flowering)		عملکرد دانه Seed yield	عوامل آزمایشی Treatments
درجه روز رشد GDD	تعداد روز Day	درجه روز رشد GDD	تعداد روز Day	درجه روز رشد GDD	تعداد روز Day	درجه روز رشد GDD	تعداد روز Day		
2202.33 ^a	101 ^a	1425.94 ^a	70.51 ^a	1278.25 ^a	64.55 ^a	1135.94 ^a	58.86 ^a	2401.96 ^a	آبیاری کامل (Full irrigation)
2147.09 ^b	98.46 ^b	1418.19 ^a	70.13 ^a	1273.14 ^a	64.30 ^a	1140.28 ^a	59.06 ^a	2159.39 ^b	آبیاری تا دانه بندی (Irri. until grain filling)
2052.23 ^c	94.11 ^c	1406.90 ^a	69.57 ^a	1275.12 ^a	64.40 ^a	1141.57 ^a	59.13 ^a	1658.89 ^c	آبیاری تا گلدهی (Irri. until flowering)
1916.13 ^d	87.87 ^d	1360.90 ^b	67.30 ^b	1275.12 ^a	64.40 ^a	1141.73 ^a	59.14 ^a	1209.37 ^d	آبیاری تا تکمیدهی (Irri. Until heading-bud)
1839.27 ^c	84.35 ^c	1277.23 ^c	63.16 ^c	1154.11 ^c	58.31 ^c	1015.80 ^c	52.61 ^c	1548.86 ^c	ژنوتیپ (Genotype)
2170.44 ^b	99.53 ^b	1434.07 ^b	70.91 ^b	1314.84 ^b	66.40 ^b	1186.17 ^b	61.44 ^b	1914.54 ^b	IL111 اصفهان ۷۸ (Isfahan28)
2228.63 ^a	102.20 ^a	1497.64 ^a	74.06 ^a	1356.79 ^a	68.52 ^a	1217.66 ^a	63.07 ^a	2108.81 ^a	محلی اصفهان (Isfahan Mahali)

Mean comparison has been done by FLSD test (P = 0.05).

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون FLSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین تعداد روز و درجه روز-رشد تجمعی از آغاز گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گل‌رنج بهاره تحت شرایط قطع آبیاری
 Table 5- Mean comparison of number of days and GDD of initial flowering to physiological ripen and seed yield in spring safflower genotypes under disruption irrigation conditions

مرحله نمو گیاه (Stage of plant development)											
رسیدگی فیزیولوژیک Physiological maturity			۱۰۰٪ گلدهی 100% flowering			۵۰٪ گلدهی 50% flowering			آغاز گلدهی Initial flowering		
درجه روز	تعداد	روز	درجه روز	تعداد	روز	درجه روز	تعداد	روز	درجه روز	تعداد	روز
رشد تجمعی (GDD)	رشد	(Days)	رشد تجمعی (GDD)	رشد	(Days)	رشد تجمعی (GDD)	رشد	(Days)	رشد تجمعی (GDD)	رشد	(Days)
1976.6 ^h	90.6 ^h	1302.26 ^d	1453.92 ^b	72.0 ^b	1154.83 ^c	58.3 ^c	1010.13 ^c	52.3 ^c	2119.77 ^d	IL111	آبیاری کامل
2285.7 ^b	104.8 ^b	1453.92 ^b	1521.66 ^a	75.3 ^a	1320.66 ^b	66.7 ^b	1180.50 ^b	61.1 ^b	2435.26 ^b	Isfahan28	Full irrigation
2344.6 ^a	107.5 ^a	1293.16 ^d	1445.83 ^b	71.5 ^b	1359.27 ^a	68.7 ^a	1217.18 ^a	63.0 ^a	2650.84 ^a	Mahali Isfahan	
1919.4 ⁱ	88.0 ⁱ	1515.59 ^a	1277.92 ^{de}	63.2 ^{de}	1148.40 ^c	58.0 ^c	1011.58 ^c	52.5 ^c	1777.05 ^f	IL111	آبیاری تا دانه‌بندی
2230.1 ^c	102.2 ^c	1439.26 ^{bc}	1503.46 ^a	74.4 ^a	1314.22 ^b	66.4 ^b	1187.74 ^b	61.5 ^b	2260.82 ^c	Isfahan28	Irr. until grain filling
2291.7 ^b	105.1 ^b	1277.92 ^{de}	1235.52 ^e	61.1 ^e	1356.79 ^a	68.5 ^a	1221.52 ^a	63.2 ^a	2440.32 ^b	Mahali Isfahan	
1830.0 ^j	83.9 ^j	1439.26 ^{bc}	1397.30 ^c	69.1 ^c	1159.78 ^c	58.6 ^c	1022.68 ^c	52.0 ^c	1349.55 ^h	IL111	آبیاری تا گلدهی
2129.8 ^e	97.6 ^e	1397.30 ^c	1449.87 ^b	71.7 ^b	1309.27 ^b	66.1 ^b	1182.91 ^b	61.2 ^b	1708.96 ^f	Isfahan28	Irr. until flowering
2196.8 ^d	100.7 ^d	1235.52 ^e	1397.30 ^c	69.1 ^c	1356.30 ^a	68.5 ^a	1219.11 ^a	63.2 ^a	1918.17 ^e	Mahali Isfahan	
1631.0 ^k	74.8 ^k	1397.30 ^c	1449.87 ^b	71.7 ^b	1155.82 ^c	58.4 ^c	1018.82 ^c	52.8 ^c	949.08 ^j	IL111	آبیاری تا تکمیدهی
2036.0 ^g	93.3 ^g	1397.30 ^c	1449.87 ^b	71.7 ^b	1315.21 ^b	66.4 ^b	1193.53 ^b	61.8 ^b	1253.11 ⁱ	Isfahan28	Irr. Until heading-bud
2081.3 ^f	95.4 ^f	1449.87 ^b	1354.81 ^a	68.5 ^a	1354.81 ^a	68.5 ^a	1212.84 ^a	62.8 ^a	1425.93 ^g	Mahali Isfahan	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

Mean within each column followed by the same letters are not significantly different based on FLSD ($\alpha = 0.05$).

ریشه‌ها رخ می‌دهد، بنابراین تحت این شرایط ذخایر فتوسنتزی بیشتری به ریشه‌ها تخصیص داده می‌شود و وزن اندام‌های هوایی نقصان می‌یابد، گیاه بیشتر انرژی خود را صرف حفظ و بقا در شرایط تنش کرده در نتیجه رشد و توسعه سلولی خود را کند و در شدیدترین حالت تنش متوقف می‌کند. با پیشرفت فصل رشد میزان تفاوت بین ارقام نیز افزایش یافت به طوری که تغییرات ماده خشک در رقم محلی اصفهان نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود (شکل 1-ب) که دلیل آن شاخص سطح برگ بالاتر (شکل 1-ب) و فصل رشد طولانی‌تر این رقم نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد.

تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ با گذشت زمان به دلیل تولید برگ‌های جدید و افزایش سطح برگ در تمام تیمارهای آبیاری افزایش یافت، اما پس از رسیدن به یک حد معین شروع به کاهش نمود که میزان کاهش بسته به مدت زمان قطع آبیاری، متفاوت بود (شکل 1-الف). در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی LAI نسبت به سه تیمار دیگر، زودتر به نقطه اوج خود رسید (شکل 1-الف)، زیرا در اثر قطع آبیاری زود هنگام کاهش در تعداد و سرعت رشد شاخه‌های ثانویه مشاهده شد و در نتیجه تعداد و سطح برگ در این تیمار کاهش یافت. با وجود این که LAI پس از رسیدن به اوج خود شروع به افت می‌کند (Karimi & Azizi, 1994)، ولی این افت با افزایش مدت زمان قطع آبیاری، شدیدتر شد، زیرا کمبود آب تسریع در پیری برگ و پدیده زودرسی را در پی داشت که به سبب آن برگ‌های پیر به میزان قابل توجهی ریزش کردند به طوری که در بعضی بوته‌ها فقط جوانترین برگ‌ها در نقطه انتهایی ساقه باقی ماندند و در نتیجه تعداد و سطح برگ از حد طبیعی کمتر شد (شکل 1-الف). این پدیده که تنظیم سطح برگ نامیده می‌شود، مکانیزمی است که توسط آن سطح برگ و تعرق در شرایط محدودیت رطوبت، کاهش می‌یابد (Emam & Zavare, 2005). ترنر و راوسون (Turner & Rawson, 1982) نیز طی آزمایشی نتیجه گرفتند که تعداد برگ در آفتابگردان‌های تحت تنش خشکی کمتر از شرایط بدون تنش بود و سطح برگ نیز با افزایش تعداد دفعات آبیاری افزایش یافت. به طور کلی سطح برگ در شرایط کمبود آب کاهش پیدا می‌کند، زیرا در شروع تنش آب و با کاهش میزان آب گیاه، سلول‌ها چروکیده شده و دیواره سلولی سست می‌شود و کاهش حجم سلول باعث فشار هیدروستاتیک و یا پتانسیل فشاری کمتر می‌شود. هرچه تلفات آب و انقباض سلول‌ها بیشتر شود، غلظت محلول سلول‌ها بیشتر شده و غشای پلاسما به علت اینکه سطح کوچکتری را نسبت به قبل پوشش می‌دهد، ضخیم‌تر و فشرده‌تر می‌شود. به علت اینکه کاهش پتانسیل فشاری اولین اثر مهم

اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ نیز بر تعداد روز و درجه روز - رشد تجمعی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول 3). معنی‌داری این اثر متقابل بیانگر عکس‌العمل متفاوت سه ژنوتیپ گلرنگ به سطوح مختلف قطع آبیاری است. به طوری که دوره رشد در ژنوتیپ محلی اصفهان تحت شرایط آبیاری کامل، 107/3 روز و در آبیاری تا تکمه‌دهی، 95/4 روز بود که 11/9 روز تسریع در رسیدگی در این ژنوتیپ در اثر تنش آبی مشاهده شد (جدول 5). همچنین نتایج نشان داد که در ژنوتیپ اصفهان 28 تیمارهای آبیاری تا دانه‌بندی، آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا تکمه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی را به ترتیب 2/6، 7/2 و 11/5 روز نسبت به تیمار آبیاری کامل کاهش دادند (جدول 5). تنش خشکی بر زودرسی ژنوتیپ IL111 نیز مؤثر بوده و 15/8 روز زودرسی در آبیاری تا تکمه‌دهی نسبت به آبیاری کامل را موجب شد (جدول 5). به نظر می‌رسد قطع آبیاری از طریق ایجاد تنش خشکی و درکنار آن تشدید تنش گرمایی موجود در این زمان باعث تسریع مراحل تکامل گل‌ها و رسیدگی شده که این نتیجه مطابق با نتایج هاشمی دزفولی (Hashemi Dezfooli, 1994)، طاووسی (Tavusi, 2007) و نادری و همکاران (Naderi et al., 2004) و ابل (Abel, 1976) می‌باشد.

تغییرات میزان تجمع ماده خشک¹ (DMA)

در این بررسی با افزایش مدت زمان قطع آبیاری، کاهش معنی‌دار در وزن خشک اندام‌های هوایی مشاهده شد (شکل 1-الف)، به طوری که تیمارهای آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی به ترتیب، بیشترین و کمترین میزان تولید ماده خشک گیاهی در واحد سطح را دارا بودند (شکل 1-الف) که احتمالاً به دلیل کمبود آب و بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه آن کاهش فتوسنتز و نیز افزایش دمای برگ و کانوپی در گیاه صورت گرفته است (Terlestkaya, 2000) و Iramki, 2000). نیلسون و اورکو (Nilsen & Ourcu, 2000) دلیل کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی در شرایط تنش خشکی را کاهش سطح برگ دانستند که باعث کاهش دریافت نور و میزان فتوسنتز می‌شود. ایرامکی (Iramki, 2000) دمای بالای برگ به علت بسته شدن روزنه‌ها تحت شرایط تنش خشکی را به عنوان یکی از عوامل مهم کاهش میزان تولید ماده خشک در گیاهان مطرح کرده‌اند. نیلسن (Nielsen, 1996) نیز با بررسی تنش خشکی بر روی گیاه کلزا دریافت که در شرایط کمبود آب نسبت وزن اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد، اگرچه این صفت تحت کنترل ژنتیکی است، ولی به شدت تحت تأثیر محیط نیز قرار دارد. در شرایط تنش خشکی، آب‌کشیدگی و کاهش حجم سلولی در اندام‌های هوایی بیشتر از

IL111 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین CGR در نقطه اوج خود بودند (شکل 1-ب). همانطور که قبلاً بیان شد، رقم محلی اصفهان، LAI و توسعه سطح برگ بهتری از دو رقم دیگر داشت (شکل 1-ب) و با توجه به رابطه مستقیمی که بین CGR و LAI وجود دارد (Karimi & Azizi, 1994; Koocheki & Sarmadnia, 2000)، می‌توان چنین نتیجه گرفت که این رقم با حفظ سطح برگ خود توانایی بیشتری برای رسیدن به حداکثر CGR از خود نشان می‌دهد، زیرا با دریافت تشعشع بهتر، کربوهیدرات بیشتری را می‌سازد.

عملکرد دانه

بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در هکتار وجود داشت (جدول 3) بیشترین و کمترین عملکرد دانه در واحد سطح به ترتیب در ارقام محلی اصفهان و IL111 مشاهده شد (جدول 2). در مطالعه یساری و همکاران (Yasari et al., 2005) و بهدانی و جامی الاحمدی (Behdani & Jami Al-Ahmadi, 2008) نیز تفاوت‌های معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه در واحد سطح بین ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش شده است.

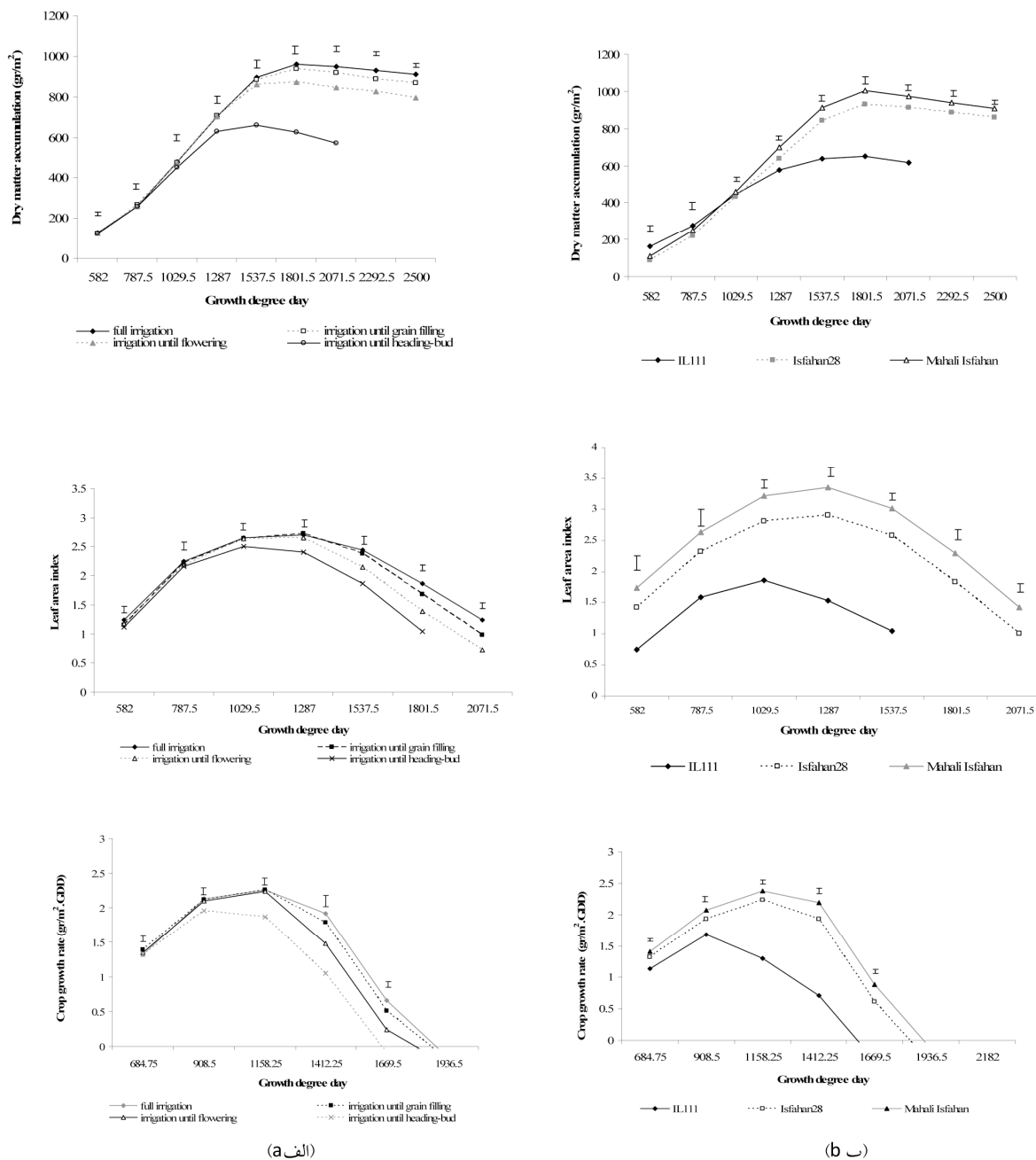
در این بررسی بین عملکرد و تمامی مراحل مختلف نمو همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (جدول 6). به طوری که بالاترین عملکرد دانه در ژنوتیپ محلی اصفهان که از بیشترین طول دوره رشد و در نتیجه بالاترین شاخص‌های رشدی برخوردار بود، مشاهده شد (جدول 4 و 5 و شکل 1-ب). ژنگ و همکاران (Zheng et al., 1996) بیان کردند بین عملکرد و مراحل نمو همبستگی مثبت وجود دارد. آنها با بررسی طول مرحله گلدهی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بهاره گزارش کردند که بین طول دوره گلدهی و عملکرد رابطه معنی‌دار و مثبت وجود دارد. پاندیا و همکاران (Pandya et al., 1996) نیز با بررسی 100 لاین گلرنگ در هندوستان بین عملکرد بوته با تعداد روز تا 75 درصد رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. یوری (Urie, 1967) نیز همبستگی مثبت بین دوره پر شدن دانه و سرعت تجمع ماده خشک در دانه و تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در این مورد را مشاهده کردند.

بین سطوح قطع آبیاری از نظر عملکرد دانه، اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول 3). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد (جدول 4). موجسن و تالودکر (Mogensen & Talukder, 1987) که بر روی عملکرد دانه گندم در شرایط کم آبی تحقیق نمودند، گزارش کردند که در تیمار شاهد (آبیاری شده)، طول دوره پر شدن دانه یک هفته بیشتر از تیمارهای تنش بود که در نتیجه موجب افزایش عملکرد شد. میزان عملکرد دانه در آبیاری تا مرحله دانه‌بندی، آبیاری تا مرحله گلدهی و آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب، 10، 30/9 و

بیوفیزیکی تنش آب است، به نظر می‌رسد فعالیت‌های وابسته به پتانسیل فشاری، حساسترین واکنش‌ها نسبت به کمبود آب هستند (Taiz & Ziger, 1991) که در این رابطه به رشد سلول که شامل دو فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلول است می‌توان اشاره کرد. البته میزان تأثیر تنش بر رشد سلول بیشتر است، زیرا تا زمانی که سلولی به اندازه کافی رشد نکند، فرآیند تقسیم انجام نخواهد شد که در نهایت ممانعت از رشد سلولی، منجر به کاهش سطح برگ می‌شود و به همین دلیل کاهش سطح برگ، اولین واکنش گیاه به کمبود آب است (Taiz, & Ziger, 1991). در بین ارقام نیز رقم محلی اصفهان بیشترین میزان شاخص سطح برگ را در طول فصل رشد دارا بود (شکل 1-ب) که از جمله دلایل شاخص سطح برگ بیشتر در این رقم می‌توان به ارتفاع، تعداد شاخه اولیه و ثانویه بیشتر و نیز دوره رشد طولانی‌تر نسبت به دو رقم دیگر اشاره کرد.

تغییرات سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول تا مرحله گلدهی روند افزایشی و بعد از آن روند نزولی به خود گرفت (شکل 1-الف). افزایش CGR در ابتدای فصل رشد به زیاد شدن سطح برگ نسبت داده شده و مقدار آن در مرحله‌ای که LAI حداکثر است، بیشترین می‌باشد (شکل 1-الف). زیرا برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک در واحد سطح هستند (Karimi & Azizi, 1994). با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی، CGR به شدت تحت تأثیر قرار گرفت (شکل 3-الف). به این ترتیب که در تیمار آبیاری تا تکمه‌دهی نسبت به سه تیمار دیگر، نقطه اوج CGR زودتر اتفاق افتاد (شکل 3-الف) که با توجه به رابطه منطقی و مستقیمی بین CGR و LAI (Karimi & Azizi, 1994; Koocheki & Sarmadnia, 2000)، این نتایج با نتایج به دست آمده برای LAI مطابقت دارد و نشان می‌دهد، تنش خشکی با اثر بر روی توسعه و تداوم برگ‌ها، تولید ماده خشک و سرعت رشد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. CGR در سه تیمار آبیاری کامل، آبیاری تا مرحله دانه‌بندی و آبیاری تا مرحله گلدهی پس از رسیدن به نقطه اوج خود در درجه روز - رشد تجمعی 1160 اف‌ت کرد ولی در تیمار آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی شروع اف‌ت CGR در درجه روز رشد تجمعی 908 اتفاق افتاد. به نظر می‌رسد که گیاه تحت کمبود شدید آب قبل از این که به حداکثر رشد خود برسد برای کاهش تبخیر و تعرق اقدام به ریزش برگ‌ها می‌کند و به این ترتیب بخشی از سطح سبز خود را از دست می‌دهد. بعلاوه کاهش سرعت رشد محصول را تا مرز صفر، می‌توان به علت کاهش فتوسنتز خالص و مصرف کربوهیدرات‌ها در مسیر تنفس نسبت داد (Karimi & Azizi, 1994). بین ارقام گلرنگ بهاره از لحاظ CGR تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (شکل 1-ب). به طوری که ارقام محلی اصفهان و



شکل 1- تغییرات تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول نسبت به درجه روز - رشد تجمعی تحت تأثیر سطوح مختلف قطع آبیاری (الف) و ژنوتیپ (ب) در گلرنگ بهاره

Fig. 1- Trend of dry matter accumulation, leaf area index and crop growth rate of spring safflower under different levels of disruption irrigation (a) and genotypes (b)

بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز ژنوتیپ محلی اصفهان دارای بیشترین طول فصل رشد بود و این ژنوتیپ به دلیل بومی بودن، خوپذیری بیشتری به شرایط محدودیت آبی در خراسان جنوبی دارد و هر چه دیرتر در طی فصل رشد با تنش خشکی مواجه شود، عملکرد آن کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بعلاوه در هر سه ژنوتیپ بیشترین کاهش در صفات مورد اندازه‌گیری تحت شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی مشاهده شد که مشخص گردید این مرحله نمودی در گل‌رنگ بسیار حساس به کمبود آب می‌باشد و با انجام آبیاری در این مرحله می‌توان عملکرد نهایی را به طور قابل توجهی افزایش داد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر محمد کافی که در امر اجرای آزمایش رهنمودهای سازنده و ارزنده‌ای نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود را می‌توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری، که با تسریع پیری و کاهش طول دوره رشد و پر شدن دانه گیاه همراه است (جدول 4) نسبت داد (Clavel et al., 2005). نتایج برخی دیگر از مطالعات (Hang & Evans, 1985; Naderi et al., 2004; Tavusi, 2007) نشان داد که تنش خشکی باعث گلدهی زودتر، رسیدگی سریعتر و کاهش عملکرد در گل‌رنگ شد. اثر متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ نیز بر روی عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول 3). در هر سه ژنوتیپ تنش تأثیر منفی و معنی‌داری بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت و بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و در ژنوتیپ محلی اصفهان و کمترین نیز در شرایط آبیاری تا مرحله تکمه‌دهی و در ژنوتیپ IL111 مشاهده شد (جدول 5).

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد کوتاه نمودن دوره رشد یکی از راه‌های اجتناب از خشکی توسط گیاهان می‌باشد، اما کاهش شاخص‌های رشدی و میزان عملکرد دانه را در پی دارد. به طور کلی ژنوتیپ‌های بومی از ژنوتیپ‌های اصلاح شده دیررس‌تر هستند و در

References

- 1- Abel, G.H. 1976. Effects of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and spacing on safflower cultivar. *Agronomy Journal* 68: 448-451.
- 2- Arnon, I. 1972. Crop production in dry areas. Vol. II: Systematic treatment of the principal crops. Leonard Hill, London.
- 3- Bagheri, M. 1995. Effects of planting date on yield and components yield of safflower cultivar. MSc. Thesis. Fac. Agric. Azad Islamic University Unit of Khurasgha, Iran. (In Persian with English Summary)
- 4- Banon, S., Fernandez, J.A., Franco, J.A., Torrecilas, A., Alarcon, J.J., and Sanchez- Blanco, M.J. 2004. Effects of water stress and night temperature preconditioning on water relation and anatomical change of *Lotus creticus* Plants. *Science Horticulture* 101: 333- 342.
- 5- Behdani, M.A., and Jami Al-Ahmadi, M. 2008. Evaluation of growth and yield safflower cultivars in different planting dates. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(2): 245-254. (In Persian with English Summary)
- 6- Dadashi, N., and Khajepure, M.R. 2004. Effects of planting date and genotype on components yield and safflower yield in Isfahan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Source* 8 (3):95-111. (In Persian with English Summary)
- 7- Emam, E., and Zavareh, M. 2005. Tolerate of drought in plants. Tehran University Publisher. 107-108.
- 8- Farid, N. and Ehsanzadeh, P. 2006. Yield and components yield of safflower genotypes and their response to shading treatment on heading and near leaves in spring planting condition in Isfahan. *Agricultural Science and Natural Source* 10: 189-198. (In Persian with English Summary)
- 9- Haedarizadeh, P., and Khajepure, M.R. 2007. Response of safflower genotypes to planting date. *Journal of Sciences and Methods of Natural Resources* 42: 69-80. (In Persian with English Summary)
- 10- Hang, A.N., and Evans, D.W. 1985. Deficit sprinkler irrigation of sunflower and safflower. *Agronomy Journal* 77: 588-592.
- 11- Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yield of safflower as affected by drought stress. *Crop Research Hisar* 7 (3): 313-319.
- 12- Hill, A.B., and Knowles, P.F. 1968. Fatty acid composition of the oil of development seed of different varieties of safflower. *Crop Science* 8: 273-277.
- 13- Iramki, S.D., Haman, D.Z., and Bastug, R. 2000. Determination of crop water stress index for irrigation timing and yield estimation of corn. *Agronomy Journal* 92: 1221-1234.
- 14- Karimi, M., and Azizi, M. 1994. Growth Analyzes of Crop Plants. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Mashhad. (In Persian)
- 15- Koocheki, A.R., and Sarmadnia, G. 2000. Crop Plants Physiology. Jahadeh Daneshgahi Publisher, Mashhad. (In Persian)

- Persian)
- 16- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol. 2. Water, Radiation, Salt and other stresses. Academic Press. Pp. 697.
 - 17- Mahmudieh, R., Ehsanzadeh, P., and Saeidi, G. 2006. Effect of genotype and shading of heading and near leaves on components yield and safflower yield in Isfahan. Iranian Journal of Agricultural Sciences 1(37): 157-165. (In Persian with English Summary)
 - 18- Mogensen, V.O., and Talukder, M.S.V. 1987. Grain yield of spring wheat in relation to water stress 2. Growth rate of grains during drought. Cereal Research Communications 15: 247-253.
 - 19- Mundel, H.H., Morrison, R.J., Blackshaw, R.E., Entz, T., Roth, B.T., Gaudiel, R. and Kiehn, F. 1994. Seedling - date effects on yield, quality and maturity of safflower. Canadian Journal of Plant Science 74: 261-266.
 - 20- Naderi, M.R., Nurmohammadi, G., Majidi, A., Darvish, F., and Shirani rad, A.H. 2004. Response of three summer safflower to different intensities drought stress. Journal of Agriculture Sciences 4: 3-14. (In Persian with English Summary)
 - 21- Nielsen, D.C. 1996. Potential of canola as a dry land crop in north eastern Colorado. P. 281-287. In: Journal Janick progress in new crops. ASHS Press. Alexandria, VA.
 - 22- Ourcut, D., and Nilsen, E.T. 2000. Salinity and drought stress. In Physiology of Plants under Stress. KA/PP. pp: 177-235.
 - 23- Pandya, N.K., Gupta, S.C., and Nagda, A.K. 1996. Path analysis of some yield contributing traits in safflower. Crop Research Hisar 11: 313-318.
 - 24- Passioura, J.B. 1996. Drought and drought tolerance. Plant and growth regulation 20: 79-83.
 - 25- Rawson, H.M., and Turner, N.C. 1982. Recovery from water stress in five sunflower cultivars. I. Effect of the timing of water application on leaf area and seed production. Australian Journal of Plant Physiology 9: 437-443.
 - 26- Taiz, L., and Ziger, E. 1991. Plant physiology. The Benjamin Cumming Publishing Company PP: 346- 356.
 - 27- Tavakoli, A. 2002. Evaluation of the effect of irrigation disruption in different growth stages on yield and components yield safflower plant. MSc. Thesis. Fac. Agric. Tehran Univ., Iran. (In Persian with English Summary)
 - 28- Tavusi, M. 2007. Evaluation of effects of intervals irrigation on yield and seed oil content of spring safflower cultivar in Isfahan region. MSc. Thesis. Azad Islamic University Unit of Khorasghan, Iran. (In Persian with English Summary)
 - 29- Terlestkaya, N. 2000. Water stress. American Society of Plant Biologist.
 - 30- Turner, N.C., and Sorbado, M.A. 1987. Photosynthesis dry matter accumulation and distribution in the wild sunflower as influenced by water deficits. Field Crops Research 44: 435-442.
 - 31- Urie, A.L., Leinnger, L.N., and Zimmer, D.E. 1967. Development of safflower seed as influenced by wind rowing, varieties and season. Crop Science 7: 584-587.
 - 32- Yasari, T., Shasavari, M.R., Barzegar, A.B., and Omidi, A.H. 2005. Study of growth stages and relation between it with seed yield in 10 genotypes of safflower. Journal of Pajouhesh & Sazandegi in Agriculture and Horticulture. 68: 75-83. (In Persian with English Summary)
 - 33- Zand, A. 1995. Basic of morphological and physiological of different yield in safflower. MSc. Thesis. Ferdosi University, Iran. (In Persian with English Summary)
 - 34- Zheng, N., Futang, C., Xinchun, S., and Yanaci, W. 1993. Path analysis of correlated characters on flower yield of safflower. Third International Safflower Conf., Bijing, China. 582- 588 pp.



تاثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ؟ سه رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.)

بهنام صالحی^{1*}، علی باقر زاده² و محسن قاسمی³

تاریخ دریافت: 1389/07/11

تاریخ پذیرش: 1389/11/21

چکیده

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در دهه اخیر به منظور تولید بیشتر محصولات کشاورزی، آلودگی خاک و آب و محیط زیست را به همراه داشته است. از اینرو با توجه به تاثیر مثبت ماده آلی هیومیک اسید در کشاورزی اکولوژیک هدف تقلیل مصرف کودهای شیمیایی و تعیین مقدار مناسب مصرف ماده آلی هیومیک اسید آزمایشی جهت بررسی و تعیین مقدار مناسب مصرف ماده آلی هیومیک اسید بر روی سه رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) در خراسان رضوی در سال زراعی 89-1388 در مزرعه واقع در اراضی بخش احمد آباد (حومه مشهد) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت که طی آن چهار سطح هیومیک اسید به میزان 0، 1، 1/5 و 2 (کیلوگرم در هکتار) بر روی سه رقم گوجه فرنگی با نامهای (Super CH و Estern، Super Chief) جمعاً در 12 تیمار و سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در بررسی مقادیر مختلف مصرف هیومیک اسید سه صفت بیوماس، شاخص بریکس و وزن کل میوه در بوته در سطح 1% دارای اختلاف معنی دار شده و غلظت 1/5 کیلو گرم در هکتار بیشترین تاثیر را در افزایش میزان این صفات داشته است. در بررسی شاخص متوسط وزن تک میوه در بوته بیشترین مقدار به میزان 93/85 گرم متعلق به رقم Stern در مقابل مصرف 1/5 کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد. بیشترین تعداد میوه در بوته در واکنش به سطح مصرف 2 کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید متعلق به رقم Super Chief می‌باشد. در بررسی تعداد برگ در بوته با دارا بودن 1% اختلاف معنی دار در بین ارقام، بیشترین تعداد برگ در رقم Stern مشاهده شد. در تعیین میزان عملکرد کل میوه در بوته، برهمکنش رقم Super Chief به سطح مصرف 1/5 کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید دارای بیشترین عملکرد بود که میزان آن 1/97 کیلوگرم در بوته می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص بریکس، کارایی عناصر، کود آلی، وزن میوه

مقدمه

با یون‌های فلزی هستند (David et al., 1994). هیومیک اسید ترکیبی پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (Aiken et al., 1985). در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک گزارش‌های متعددی وجود دارد، اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی (Cacao et al., 1984) و اثر غیر مستقیم به صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء (Chen & Aviad, 1990) و افزایش متابولیسم ریز جانداران بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه را به همراه دارد (Cooper et al., 1998). اسید هیومیک با وزن مولکولی 30000-300000 دالتن سبب تشکیل کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Michael, 2001). باروری خاک به شدت به محتوی مواد آلی وابسته است (Liu & Cooper, 2000). اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب

با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات شبه هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (Samavat & Malecooti, 2005). استفاده از هیومیک اسید باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز آهن، روی و مس است (Harper et al., 2000). قابلیت‌های اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایدار

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اکرواکولوژی، استادیار و مربی، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد مشهد (* - نویسنده مسئول): Email: be_salehi@yahoo.com

در لیتر سبب افزایشی در طول ریشه از 13/1 به 20/2 سانتیمتر و طول ساقه از 20/9 به 51/5 سانتیمتر شد، همچنین هیومیک اسید سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه به ترتیب 0/5 به 1/07 و 0/05 به 0/23 شده است (Stephan & Charles, 1994). هدف این تحقیق بررسی تاثیر کود آلی هیومیک اسید و تعیین سطح مصرف بهینه آن بر رشد و عملکرد سه رقم گوجه فرنگی می باشد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی 89-1388 در اراضی بخش احمد آباد کیلومتر 35 مشهد-نیشابور در مزرعه شخصی اجرا شد. میانگین بارندگی در منطقه 190-200 میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا 985 متر و بافت خاک، لومی رسی می باشد. آزمایش به صورت طرح اسپلت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. ابعاد کرت به صورت 4 در 6 متر با 5/ متر فاصله بین کرتها می باشد (مساحت هر کرت به صورت مفید 24 متر مربع می باشد). فواصل کشت بر روی ردیف 25 سانتیمتر و بین ردیف 120 سانتیمتر می باشد. فاکتورهای طرح: 1- عامل یا پلاتهای اصلی (A): شامل سه رقم گوجه فرنگی با نامهای: $a_1 = \text{Super Ch}$, $a_2 = \text{Estern}$, $a_3 = \text{Super Chief}$ ارقام تعیین شده ارقام با بافت گوشتی متراکم می باشند که مصرف مستقیم بازار دارند و با شرایط اکولوژیک و محدودیت آب منطقه سازگار می باشند. 2- عامل یا کرت های فرعی (B): شامل چهار سطح مقادیر مختلف هیومیک اسید که شامل: $b_1 = 0$, $b_2 = 1/5$, $b_3 = 2$ کیلوگرم در هکتار می باشد. زمان و نحوه اجرای تیمارهای مختلف اسید هیومیک در سه مرحله به شرح ذیل اجرا شد: 1- اردیبهشت ماه همراه آبیاری اول بعد از کشت نشاء در مزرعه به صورتی که غلظتهای مختلف هیومیک اسید بر روی سطح خاک مجاور ریشه ها اسپری شد، به نحوی که هر رقم گوجه فرنگی با غلظتهای مختلف هیومیک اسید تیمار شدند (جز سطح b_0 یا شاهد). (هیومیک اسید مورد استفاده از پودر هیومکس حاوی 80 درصد اسید هیومیک و 20 درصد اسید فلوئیک می باشد). 2- اواسط رشد رویشی در نیمه خرداد ماه و قبل از گلدهی، 3- مرحله آخر، در زمان 50% گلدهی در تیر ماه: روش اجرا همانند روش های قبلی اعمال شد. ضمناً روش اجرا کار به این نحو بود که پس از اسپری غلظتهای مختلف کودی بر روی ارقام گوجه فرنگی، آب از طریق سیفونهای انتقال آب وارد هر کرت و از طریق یک تایمر آب به طور یکنواخت و به یک میزان برای همه کرتها در نظر گرفته شده است. صفات مورد بررسی: در زمان رسیدگی میوه در مرداد ماه تعداد شش نمونه را به صورت تصادفی از هر کرت برداشت شد و جهت بررسی صفات به آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی منتقل و در آنجا صفات مورد نظر که شامل صفت

افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک شده و تولید در گیاهان را افزایش می دهند. در بررسی اثر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس (*Creeping bentgrass L.*) دریافت که هیومیک اسید به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه بیوماس ریشه و محتوی مواد غذایی گیاه را افزایش می دهد که این افزایش به ویژه در غلظت 400 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دیده شد (Liu et al., 1996). در تحقیقی پیرامون میزان جذب فسفر 32 در سلول های ریشه گندم زمستانه (*Triticum aestivum L.*) در حضور اسید هیومیک Malcolm, Vaughan & 1979) دریافتند که غلظت های 5 تا 50 میلی گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش معنی دار جذب فسفر می گردد. در یک آزمایش مزرعه ای توسط (Wang et al., 1995) میزان جذب فسفر 25% نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت، آنها نشان دادند که مواد هیومیک (آلی) در افزایش فعالیت چندین آنزیم به ویژه آنزیم فسفاتاز نقش موثری را ایفا می کنند. همچنین در بررسی اثر مصرف هیومیک اسید بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت (*Zea mays L.*) کود آلی باعث افزایش معنی داری در میزان دانه و ماده خشک گندم گردید (Aidin et al., 1998). در مطالعاتی بر روی، گندم اسید هیومیک به میزان 54 میلی گرم در لیتر، 22 درصد افزایش ماده خشک را به همراه داشت، همچنین جذب نیتروژن نیز در حضور هیومیک اسید افزایش معنی داری نشان داد (Kausar & Azam, 1985). در آزمایشی روی گیاه بنت گراس مصرف اسید هیومیک فعالیت آنزیم ها را از 23 درصد به 100 درصد افزایش یافت که خود عامل افزایش رشد گیاه گردید (Liu & Cooper, 2000). مواد هیومیکی باعث افزایش جذب عناصر غذایی در گیاهان می شوند. مطالعات متعددی افزایش رشد در گیاهان را به همراه افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان نشان داده اند. این مطالعات نشان میدهند که مواد هیومیک از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند عامل افزایش جذب ریز مغذی ها توسط گیاهان می شوند (Dursun et al., 2002). طی آزمایشی هیومیک اسید و فولویک اسید رشد ساقه را در گیاهان مختلف تحریک کرد، علاوه بر آن زمانی که یکی از این دو با غلظتهای 50 تا 300 میلی گرم در لیتر و یا به صورت اضافه کردن در محلول غذایی در غلظتهای 20 تا 300 میلی گرم در لیتر مصرف شد اثر تحریک کنندگی صرف نظر از طبقه کاربرد اغلب به ریشه ها نیز القاء گردید (Chen & Aviad, 1990). مصرف غلظت 1000 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی دار رشد ریشه گیاه گلتاب (*Gerbera jamesonii L.*) که در محلول غذایی رشد یافته است گردید، همچنین محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد (Nikbakht et al., 2008). در بررسی اثر هیومیک اسید و فولویک اسید بر روی رشد گیاهچه های فلفل (*Capsicum annuum L.*)، هیومیک اسید به میزان 50 میلی گرم

ارتفاع بوته، وزن میوه در بوته، بیوماس، تعداد برگ در بوته، متوسط وزن هر میوه در بوته، شاخص بریکس و تعداد میوه در بوته مورد آزمایش و بررسی قرار گرفتند. جهت اندازه گیری شاخص بریکس از دستگاه رفاکومتر و جهت خشک کردن اندام های گیاهی از آون در دمای 70 درجه سانتیگراد استفاده گردید. قابل ذکر می باشد که برداشت جهت آزمایش در سه نوبت با فاصله زمانی 12- 15 روز صورت گرفت سپس داده های به دست آمده را معدل گیری و داده های حاصل از طریق نرم افزار Mstat-c آنالیز و تجزیه واریانس صورت گرفت و جهت آزمون های مقایسه میانگین روش دانکن مورد استفاده قرار گرفته و در تهیه گراف ها و نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شده است.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام های هوایی

وزن خشک اندام های هوایی در بوته تاثیر بسیاری در مقابل مصرف ماده آلی هیومیک اسید از خود نشان داد. در بررسی برهمکنش مصرف هیومیک و ارقام گوجه فرنگی مورد مطالعه رقم Super chief بیشترین مقدار به میزان 231/7 گرم بود (جدول 4). اختلاف بین ارقام مورد مطالعه در شاخص بیوماس دارای اختلاف معنی دار در سطح 5% مشاهده شد و بیشترین تاثیر غلظت ماده آلی هیومیک اسید در افزایش میزان وزن خشک سطح 1/5 کیلو گرم می باشد (جدول 3). کودهای آلی با کلات کردن کودهای ماکرو در خاک قلیایی منطقه و با ایجاد یک شرایط اسیدی باعث جذب و در اختیار گذاری عناصر میکرو برای گیاه می شوند. کود آلی هیومیک اسید باعث بهبود وضعیت فتوسنتز در گیاه می شود و قابل ذکر است عوامل ذکر شده باعث افزایش وزن خشک گیاه و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می شود. ماده آلی هیومیک اسید باعث افزایش ماده خشک گیاه می شود (Hemantaranjan & Gray, 1988). مطالعات نشان داد که مصرف کود آلی باعث افزایش ماده خشک گیاه تاج خروس (*Amaranthus sp.*) شده است. تاثیر استفاده از هیومیک اسید باعث ایجاد اختلاف معنی دار در بین تیمارها و افزایش بیوماس گوجه فرنگی شده است (Radpour et al., 2007). نتایج حاصل از یک تحقیق به عمل آمده در دو آزمایش گلخانه ای و مزرعه ای در مورد اثر ترکیبات آلی در محیط ریشه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis L.*) نشان داد که وزن خشک برگ و ساقه و وزن خشک کل گیاه افزایش یافت (Astarai & Ivani, 2008).

تعداد برگ

در بررسی تغییرات تعداد برگ حاصل از مصرف کود آلی هیومیک مشاهده شد بیشتر از اینکه کود آلی موثر واقع شود اختلاف بین ارقام

در تعداد برگ بیشتر مشهود بود و لذا در بین ارقام، اختلاف معنی داری در سطح 1% مشاهده شد (جدول 2) و چه بسا در بررسی تاثیر غلظت های مختلف مصرف هیومیک اسید اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد مشاهده شد. قابل ذکر می باشد، بیشترین تعداد برگ در رقم stern و در واکنش به غلظت 1/5 کیلو گرم در هکتار مشاهده شد (جدول 4) و در پی بررسی به عمل آمده در شاخص تعداد برگ در بوته گوجه فرنگی نقش رقم و عامل ژنتیکی بیشتر از عامل محیطی (استفاده از کود آلی) نقش خود را ایفا کرده است. از آنجا که کود آلی هیومیک اسید با تأمین عناصر میکرو و افزایش جذب کل عناصر با افزایش حجم ریشه می تواند در افزایش رشد و نمو بویژه افزایش سطح و تعداد برگ گیاه موثر باشد. آزمایشی نشان داد که استفاده از غلظت های متفاوت هیومیک اسید بر روی گیاه لوبیا چشم بلبلی برگ های تیمار شده انبوه تر و شادابتر و رنگ سبز تیره تری به خود گرفتند که این به فعالیت فتوسنتز هم کمک می کند (Astarai & Ivani, 2008). در جریان آزمایشی مصرف غلظت های مختلف هیومیک اسید بر روی گیاه بامیه (*Hibiscus esculentus L.*)، افزایش تعداد برگ در بوته صورت گرفته است (Mustafa et al., 2010). در طی بررسی کاربرد مواد هیومیک در قالب مصرف کود کمپوست تغییرات در تعداد برگ مشاهده شده است (Asgharipour, 2008).

ارتفاع بوته

در تعیین تاثیر کود آلی بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی مشاهده شد بین خود ارقام اختلاف معنی دار 5 درصد وجود داشت (جدول 2). در صورتی که تاثیر گذاری غلظت های مختلف هیومیک اسید دارای اختلاف معنی دار در سطح 1 درصد ایجاد کرد، لازم به ذکر است در تشخیص موثرترین حالت ممکنه برای اثر متقابل هیومیک اسید با ارقام مختلف، رقم Stern بیشترین واکنش را در برابر غلظت 2 کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید در افزایش ارتفاع بوته گوجه فرنگی به میزان 119/7 سانتیمتر از خود نشان داد (جدول 3). کود آلی هیومیک اسید با بهبود ساختمان و بافت خاک و بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی آن باعث جذب و در اختیار گذاشتن عناصر بویژه کود نیتروژنه و همچنین خاصیت شبه هورمونی که دارد باعث افزایش حجم و ارتفاع بوته گیاه می شود. کود آلی در افزایش ارتفاع بوته گیاه ریحان اثر معنی داری به جا می گذارد (Azizi et al., 2007). استفاده از کود آلی هیومیک اسید باعث ایجاد اختلاف معنی دار در سطح 1 درصد بین ارقام گوجه فرنگی شد و باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شده است (Radpour et al., 2007). استفاده از هیومیک اسید باعث افزایش رشد اندام های هوایی می شود و دلیل آن افزایش جذب ریز مغذی ها در شرایط خاک قلیایی می باشد (Daivid et al., 1994). اثر

می گذارد و پیرو آن تنفس هم یک رابطه مستقیم با فتوسنتز دارد و از آن سو این عوامل فیزیولوژیکی باعث ذخیره و حفظ مواد جامد محلول مانند قندها در برگ و انتقال آن به میوه می شود و قابل ذکر است که خاصیت بافری هیومیک اسید خود مزید بر علت است و با خنثی کردن pH خاک باعث جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای گیاه می شود و این خود با جذب پتاسیم و فسفر در فعل و انفعالات اندام زایشی مثل ذخیره مواد محلول در میوه نقش دارد. قابل ذکر است که یکی از عناصر میکرو که از طریق کود هیومیک اسید در اختیار قرار می گیرد و در انتقال مواد قندی در گیاه نقش دارد، عنصر بور می باشد که در تجمع قند در میوه نقش خود را ایفا می کند. محققان در استفاده از هیومیک اسید دریافتند این کود آلی با افزایش مواد فتوسنتزی و بالا رفتن درصد قند و مواد جامد محلول باعث افزایش کیفیت محصول برنج (*Oryza sativa* L.) می شود (Neri et al., 2002). مصرف مواد هیومیک در قالب استفاده از کود کمپوست باعث تغییرات در مقدار مواد جامد محلول (بریکس) شده است (Noori et al., 2007).

هیومیک اسید استخراج شده از پیت و لئوناردیت توسط (Adani et al., 1998) بر روی گوجه فرنگی بررسی شد و هر دو نوع هیومیک اسید محرک رشد و ارتفاع گیاه بودند. ترکیبات هیومیک اثر چشمگیری در افزایش ارتفاع درختچه سرو (*Chamecyparis Lawsoniana*) دارد (Sahar et al., 2009).

بریکس

در بررسی شاخص کیفی بریکس بین ارقام دارای اختلاف معنی دار در سطح 5% مشاهده شد و در تعیین اختلاف سطوح مختلف کود آلی، اختلاف معنی دار در سطح 1 درصد (جدول 2) و تیمارها هم اختلاف معنی دار در سطح 1 درصد از خود نشان دادند و لازم به ذکر می باشد که سطحی که بیشترین تاثیر را در افزایش شاخص بریکس از خود نشان داد سطح 1/5 کیلوگرم در هکتار می باشد. در نهایت رقم Super CH بیشترین واکنش ممکن را در جهت افزایش مقدار آن در سطح غلظت 1/5 کیلوگرم در هکتار به میزان 7/34 از خود نشان داد (جدول 4). کود آلی هیومیک اسید تاثیر در بهبود وضعیت فتوسنتز

جدول 1- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1 - Physical and chemical soil properties in the studied field

درصد ماده آلی OM (%)	کربن آلی OC (%)	پتاسیم K (mg.kg ⁻¹)	فسفر P (mg.kg ⁻¹)	ازت N (%)	درصد آهک T.N.V (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil Texture
0.65	0.38	490.00	45.00	0.10	9.75	1.99	7.90	33.50	27.50	39.00	Clay Loam

جدول 2 - تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance and mean square traits

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	بیوماس Biomass (g.m ⁻²)	بریکس Brix (%)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ در بوته Leaf total	وزن میوه در بوته Fruit weight in bush (kg)	تعداد میوه در بوته Fruit total	وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit in bush (g)
تکرار Replication	2	1519*	0.608*	159.250*	8.111 ^{ns}	0.212*	11.307 ^{ns}	344.324*
رقم (A) Variety (A)	2	10015*	1.721*	1032.333*	521.861**	0.015 ^{ns}	317.521*	1872.995*
خطای (A) Error _a	4	715	10.319	154.458	0.568	0.181	38.114	322.546
هیومیک اسید (B) Humic acid (B)	3	10770**	4.599**	3691.778**	59.287*	0.739**	125.073**	775.507*
اثر متقابل (A×B) Interaction (A×B)	6	1318*	0.330 ^{ns}	123.444 ^{ns}	10.898 ^{ns}	0.118*	121.160**	465.220*
خطای B Error _b	18							

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال 5 و 1 درصد ns: عدم معنی دار بودن

ns: Without meaning *, **: Significant in Probability levels (p< 0.05 & 0.01)

عملکرد کل میوه در بوته

در این آزمایش مشخص شد که کود آلی هیومیک اسید، عملکرد میوه در بوته را به طور قابل ملاحظه ای نسبت به تیمار شاهد افزایش داد قابل ذکر است که در تعیین تفاوت غلظت مصرف کود اختلاف معنی دار در سطح 1 درصد وجود داشت در بررسی برهمکنش دو فاکتور کود و ارقام، مقدار مصرف 1/5 کیلو گرم در هکتار بیشترین اثر را بر روی رقم Super Chief گذاشت که میزان آن برابر بود با 1/97 کیلوگرم در بوته (جدول 4). میوه به عنوان یک اندام زایشی، عناصری مانند پتاسیم، کلسیم و فسفر در رشد و نمو آن دخالت دارد و از آنجایی که هیومیک اسید خاصیت شبه هورمونی دارد و باعث افزایش حجم ریشه و و متقابلاً جذب عناصر غذایی مذکور می شود و از طرفی بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی هیومیک باعث در اختیار گذاری عناصر مفید و دفع عناصر سمی و فلزات سنگین در معرض

ریشه گیاه می شود، و ازسویی یکی دیگر از خواص مواد هیومیک، ذخیره رطوبت در خاک و این مهم از ایجاد تنشهای خشکی و کاهش عملکرد میوه از طریق تأمین رطوبت برای گیاه جلوگیری می کند. نتیجه بدست آمده حاصل از یک آزمایش مصرف هیومیک اسید به دلیل قابل دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر دیگر برای گیاه در گندم باعث افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه بندی شده است (Jones et al., 2004). در یک تحقیق بر روی گوجه فرنگی اثر هیومیک اسید باعث افزایش چشمگیری در عملکرد میوه در بوته شده است (Radpour et al., 2007). طبق بررسی اثر مصرف هیومیک اسید بر روی گیاه هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.) باعث افزایش عملکرد میوه در هر بوته شده است (Salman et al., 2005). در اثر مصرف هیومیک اسید همراه با مصرف عنصر روی باعث افزایش عملکرد گیاه شد (Garcia et al., 2004).

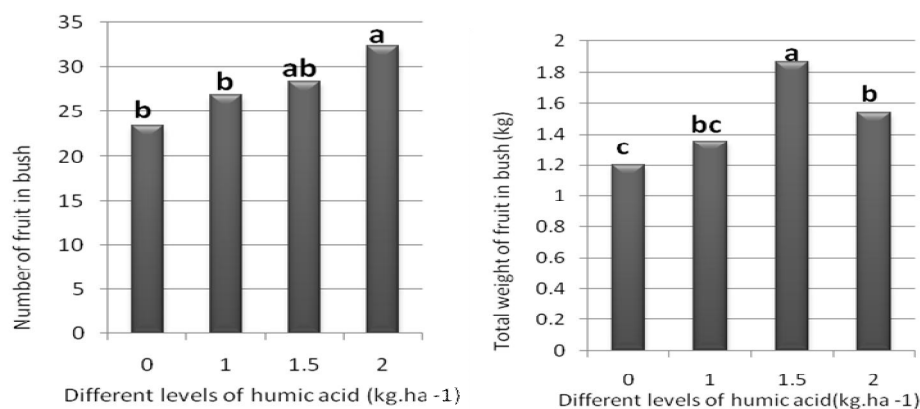
جدول 3- مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد مطالعه

Table 3 - Comparison of mean values use humic acid on studied traits

وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit per plant (g)	تعداد میوه در بوته Fruit number	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (kg)	تعداد برگ در بوته Leaf number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	بریکس Brix (%)	بیوماس Biomass (g.m ⁻²)	میزان هیومیک اسید Humic Acid Amount (kg.ha ⁻¹)
52.55b	23.44b	1.200c	24.33b	59.00c	5.154b	100c*	0
54.77b	26.89b	1.357bc	25.89ab	69.56bc	5.366b	140b	1
71.21a	28.37ab	1.867a	30.33a	79.89b	6.727a	184a	1.5
51.27b	32.44a	1.540b	27.56ab	106.2a	6.069a	150b	2

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

* In each column, means at least one common letter in the 5% level no significant difference.



شکل 1- تاثیر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد بررسی

Fig. 1 - The effect of different levels humic acid studied traits

در نهایت در بررسی شاخص متوسط وزن یک میوه در بوته، بین ارقام و سطوح کود آلی و تیمارها اختلاف معنی دار در سطح 5% مشاهده شد و در پی آن در بین ارقام، در رقم Stern بیشترین مقدار مشاهده شد و در واکنش به سطوح مختلف کود آلی هم رقم Stern بیشترین مقدار یعنی 93/85 گرم را به خود اختصاص داد (جدول 4). طبق آزمایش های به عمل آمده هیومیک اسید باعث افزایش میوه فلفل و میوه توت فرنگی شده است (Chen & Aviad, 1990). در جهت بررسی تاثیر ترکیب ماده هیومیکی بر روی محصول گوجه فرنگی توسط (Norman et al., 2006) افزایش وزن و عملکرد میوه مشاهده شده است.

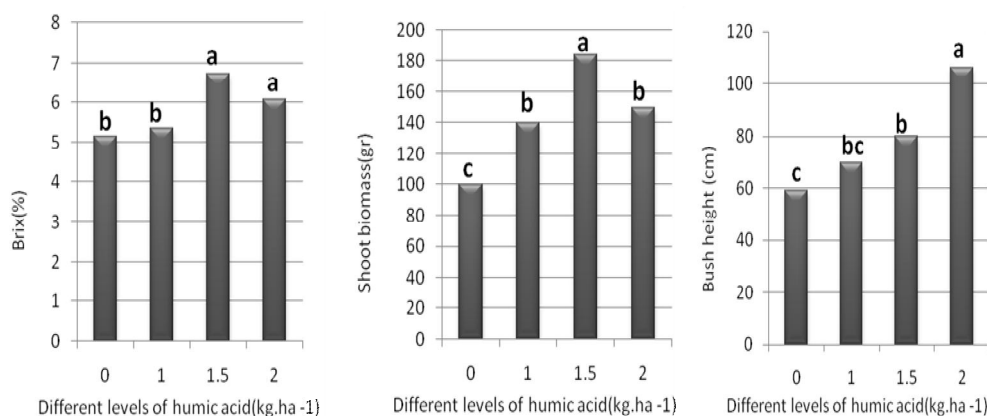
نتیجه گیری

در نهایت طی بررسی های به عمل آمده نتایج آزمایش نشان داد که مصرف کود آلی هیومیک اسید تاثیر بسیار چشمگیری در میزان شاخص های رشد و عملکرد از خود نشان داد. این در حالی بود که کل شاخص های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی داری در واکنش به مصرف هیومیک اسید داشتند (جدول 2). هیومیک اسید به دلیل داشتن مزایایی چون تاثیر در افزایش کارایی عناصر غذایی در محیط ریشه و افزایش حجم ریشه و حفظ رطوبت موجود در اطراف ریشه و خاصیت شبه هورمونی که دارد باعث افزایش وزن ماده خشک کل و افزایش عملکرد میوه شد، لیکن، در پی بررسی های انجام شده بیشترین سطح موثر مصرف هیومیک اسید، سطح 1/5 کیلوگرم در هکتار به دست آمد و بیشترین عملکرد میوه در پاسخ به اثرات هیومیک اسید در رقم Super Chief مشاهده شد (جدول 4).

تعداد میوه در بوته

شاخص تعداد میوه در بوته هم یکی از صفاتی بود که در برابر مصرف کود آلی هیومیک اسید واکنش قابل توجهی از خود نشان داد به این صورت که در بین ارقام اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد و در تاثیر کلی غلظت های هیومیک اسید بر روی گیاه و اثرات متقابل بین عوامل در سطح 1 درصد معنی دار شد، قابل ذکر می باشد که بیشترین غلظت موثر در افزایش تعداد میوه در بوته سطح 2 کیلو گرم در هکتار می باشد. که در اثر متقابل آن با ارقام، رقم Super Chief بیشترین تاثیر را از این سطح کودی به خود اختصاص داد و میزان به دست آمده حاصل از آن 43/33 عدد میوه در بوته می باشد (جدول 4). هیومیک اسید با در اختیار گذاری عناصر غذایی مفید مانند فسفر و پتاسیم در جهت نمو گیاه دخالت دارند و از آنجا که به خاطر اسیدی بودن این ماده آلی در جذب عناصر میکرو از خاک و در اختیار گذاری این عناصر برای گیاه دخالت دارد و همچنین پیرو آن عناصر میکرو باعث بهبود وضعیت متابولیسم گیاه شده و تولید میوه در بوته را تحریک می کند. در آزمایش به عمل آمده بر روی گیاه آواکادو (*Persea Americana* L.) نتیجه به دست آمده توسط (Phanuphong & Gregory, 2003) افزایش تولید میوه در گیاه را شاهد بودند. در پی آزمایشی اثر یک ترکیب هیومیکی بر روی گیاه توت فرنگی (*Fragaria vesca* L.) تاثیرات قابل توجهی در جهت افزایش تعداد میوه در بوته مشاهده شده است (Norman et al., 2006). پیرو آزمایش ذکر شده افزایش تعداد میوه در گیاه فلفل دلمه ای (*Capsicum annum* L.) هم مشاهده شده است (Norman et al., 2006).

متوسط وزن یک میوه در بوته



شکل 2- تاثیر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد بررسی

Fig. 2 - Effect of humic acid levels on studied traits

جدول 4- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر مختلف هیومیک اسید در ارقام گوجه فرنگی بر روی صفات مختلف

Table 4 – Mean comparisons of interaction between different humic acid levels and tomato cultivars on studied traits

وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit in bush (g)	تعداد میوه در بوته Fruit total	وزن میوه در بوته Fruit weight in bush (kg)	تعداد برگ در بوته Leaf total	ارتفاع بوته Plant height (cm)	بریکس Brix (%)	بیوماس Biomass g.m ⁻²	هیومیک اسید Humic acid (kg.ha ⁻¹)	رقم Variety
40.90bc	26.33bcde	1.05c	17.67f	56.67d	5.50cd	87f*	0	Super CH
61.97bc	25.00cde	1.49abc	20.00ef	57.67d	5.58cd	103def	1	
51.98bc	35.33ab	1.84ab	24.00cdef	67.33d	7.34a	141bcde	1.5	
47.35bc	31.00bc	1.46bc	21.00def	101.00ab	6.50abc	112def	2	
58.51bc	24.33cde	1.42bc	32.33abc	60.33d	4.75d	117cdef	0	Stern
69.58ab	21.33de	1.48abc	29.67bcd	80.33bcd	5.40cd	168bc	1	
93.85a	19.43e	1.79ab	38.33a	95.00bc	6.92ab	182b	1.5	
65.55ab	23.00cde	1.43bc	35.00ab	119.7a	5.99bcd	154bcd	2	
58.25bc	19.67e	1.13c	23.00def	60.00d	5.20cd	97ef	0	Super chief
32.78c	34.33b	1.10c	28.00bcde	70.67cd	5.11d	149bcde	1	
67.78ab	30.33bcd	1.97a	28.67bcde	77.33bcd	5.91bcd	231a	1.5	
40.92bc	43.33a	1.73ab	26.66bcde	98.00ab	5.70bcd	183b	2	

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

*In each column, means with at least one common letter indicate no significant difference

آزمایشگاه اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که با تأمین امکانات آزمایشگاه به اینجانب مساعدت داشته اند، تشکر و قدر دانی می گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و همکاری مسئولین و کارکنان محترم

منابع

- Adani, F., genevini, P., Zaccheo, P., and Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Jornal of Plant Nutririon* 21(3): 561-575.
- Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., and Mac Carthy, P. 1985. Humic substances in soil, sediment and water. Wiley-Interscience, New York, USA.
- Asghari pour, M.R. 2008. Compost effect on the emergence and growth of tomato seedlings. First National Congress of Tomato Processing Technology - January 1387 - Holy Mashhad. (In Persian)
- Astaraei, A.R., and Ivani, R. 2008. Efect of organic souces as foliar spray and root madia on nutrition if cowpea plant. *American – Eurasian Journal of Agriculture Environmental Science* 3(3): 352-356.
- Aydin, A., Turan, M., and Sezen, Y. 1999. Effect of fulvic+humic application on yield nutrient uptake in sunflower (*Heliantus annus*) and corn (*Zea mays*). *Soil Science* 6: 249-252.
- Azizi, M., Baghbani, M., Lakzyan, A., and Arooe, H. 2007. Effect of different doses of vermicompost and dilatory wash sprayed on morphological characteristics and the amount of active substance basil. *Agricultural Science and Technology* (2): 52 -41. (In Persian with English Summary)
- Cacco, G., and Dell'Agnolla, G. 1984. Plant growth regulator activity of soluble humicsubstances. *Canadian Journal of Soil Science* 64: 25-28.
- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: P. MacCarthy et al. (eds.) *Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected readings*. SSSA and ASA, Madison, WI, U.S.A 161-186.
- Cooper, R.J., Liu, C.H., and Fisher, D.S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science* 38: 1639-1644.
- David, P.P., Nelson, P.V., and Sanders, D.C. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition* 17: 173-184
- Dursun, A., Guven, I., and Turan, M. 2002. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro- and micronutrient contents of tomato and eggplant. *ACTA Agrobotanical* 56: 81-88.
- Garcia-Mina, J. M., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. 2004. Complexes and plant micronutrient uptake: a study based on different plant species cultivated in diverse soil types. *Plant and Soil* 258(1): 57-68.
- Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G., and Ostatek-Boczyński, Z. 2000. Characterisation of fulvic and humic

- acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biochemical* 32: 1331-1336.
- 14- Hemantaranjan, A., and Gray, O.K. 1988. Iron and Zinc nutrition of corn in an calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 18(10): 2271-22261.
- 15- Jones, C.A., Jacobsen, J.S., and Mugaas, A. 2004. Effect of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. *Facts Fertilizer* 32.
- 16- Kauser, A., and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. *Environmental and Experimental Botany* 25: 245 – 252.
- 17- Liu, C., and Cooper, R.J. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management* 49-53.
- 18- Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science* 33: 1023–1025.
- 19- Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. *Soil Science* 1-23.
- 20- Mustafa, P., Türkmeno, and Dursun, A. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Biotechnology* 9(33): 5343-5346.
- 21- Neri, D., Lodolini, E.M., Luciano, M., Sabbatini, P., and Savini, G. 2002. The persistence of humic acid droplets on leaf surface. *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, ISHS Acta Horticulturae* 594: 303-314.
- 22- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A., and Etemadi, N.A. 2008. Effect of humic acid on p growth, nutrient uptake, and postharvest life of *Gerbera*. *Journal of Plant Nutrition* 31: 2155-2167.
- 23- Noori Hosseini, S., Khoogar, M., and Ahmed Pur, Z.A. 2007. Study of organic fertilizers in agriculture tomato. The first National Congress of Tomato Processing Technology - January 2008 - Holy Mashhad. (In Persian)
- 24- Norman, Q., Clive, A., Edwards, A., Stephen, L., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology* 42: S65–S69.
- 25- Phanuphong, R., and Gregory, J. P. 2003. The effect of humic acid and phosphoric acid on grafted hass avocado Mexican seedling rootstocks. *Proceedings World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)*. Pp. 395-400.
- 26- Radpour, S., Sohani, A.R., and Rousta Nezhad, M.R. 2007. Effects of organic and inorganic elements on quantitative characteristics of tomato cultivars Mobil. The first National Congress of Tomato Processing Technology - January 2008 - Holy Mashhad. (In Persian)
- 27- Sahar, M., Zaghloul, E., Fatma, M., El-Quesni, B., and Mazhar, A. 2009. Influence of potassium humate on growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L seedlings. *Ozean Journal of Applied Sciences* 2(1): 1943-2429.
- 28- Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R., and El-Nemr, M.A. 2005 Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Sciences Research* 1(1): 51-58.
- 29- Samavat, S., Malakuti, M., Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and Soil Researchers Technical Issue* 463: 1-13.
- 30- Stephan, W.K., and Charles, W.J. 1994. Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. *Proposal. Arkansas Technology University. Russellville, AR* 72801 (501): 968-0202.
- 31- Vaughan, D., and Malcolm, R.E. 1979. Effect of soil organic matter on peroxidase activity of wheat roots. *Soil Biology and Biochemistry* 11: 57-63.
- 32- Wang, X.J., Wang, Z.Q., and Li, S.G. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use Manage* 11: 99-102.



اکولوژی فردی گون قشلاقی (*Astragalus arpilobus* Kar. & Kir)، گونه‌ای امیدبخش برای اصلاح مراتع شمال شرق ایران

محمد جنگجو^{1*}، فریدون ملتی²، فریبا نودوست³ و علی بزرگمهر⁴

تاریخ دریافت: 1389/08/25

تاریخ پذیرش: 1389/12/11

چکیده

بررسی‌های اکولوژی فردی گیاهان مرتعی، اطلاعات پایه‌ای را در خصوص نیازمندی‌های اکولوژیک، روش کاشت و واکنش آنها به محیط در دسترس قرار می‌دهد که برای مدیریت صحیح مراتع قابل استفاده است. در این تحقیق برخی خصوصیات اکولوژیک گونه گون قشلاقی (*Astragalus arpilobus* Kar. & Kir) در مراتع قشلاقی استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. این گونه در بخش جرجان، دامنه ارتفاعی 600 - 500 متر از سطح دریا، شیب‌های 20 تا 100 درصد و متوسط بارندگی سالانه 236/85 میلی‌متر پراکندگی داشت. خاک‌های عرصه رویش دارای بافت لومی، مقدار ماده آلی متوسط (1.2%)، حاصل خیزی کم، اسیدیته 7/32 و هدایت الکتریکی معادل $2/30 \text{ dS.m}^{-1}$ (شوری کم) بود. رشد رویشی گیاه اوایل اسفندماه، زمان ظهور گل‌ها اوایل اردیبهشت، بذردهی خرداد و ریزش بذر تیر بود. ارزش غذایی و کیفیت علوفه این گونه در مراحل اولیه رشد در بیشترین مقدار بود که با افزایش سن کاهش یافت و در مرحله بذردهی به کمترین مقدار خود رسید. پروتئین خام و خاکستر تحت تاثیر مرحله فنولوژی رشد کاهش یافت، اما درصد دیواره سلولی منهای سلولز (ADF)، همی سلولز و لیگنین (NDF) و ماده خشک با افزایش سن گیاه افزایش یافت. استقرار اولیه گیاه در شرایط کشت گلدانی با موفقیت انجام شد، ولی درصد جوانه‌زنی آن پایین (24%) بود که با تیمار خراش‌دهی با سمباده تا 51% افزایش یافت. به‌طور کلی سهولت استقرار، ارزش غذایی بالا، تطبیق فنولوژی با زمان حداکثر نیاز دام‌ها به علوفه (فروردین و اردیبهشت)، این گیاه را به عنوان گونه امیدبخش برای اصلاح مراتع قشلاقی شمال شرق کشور معرفی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آت‌اکولوژی، جوانه‌زنی، خراسان شمالی، کیفیت علوفه، گون یکساله

مقدمه

تغییرات می‌توان زمان ورود و خروج دام به مرتع را به نحوی تنظیم نمود که ضمن بهره‌برداری بهینه از علوفه توسط دام، بقاء گیاه در مرتع حفظ شود و صدمه کمتری به رشد آن وارد آید (Arzani et al., 2004). اطلاعات حاصل از بررسی‌های فنولوژی گیاهان مرتعی برای مدیریت صحیح مراتع، از جمله برآورد مقدار علوفه کمبود یا مازاد در زمان‌های مختلف فصل چرا، قابل استفاده است (Moghaddam, 1998). علاوه بر این، نتایج حاصل از مطالعات آت اکولوژی را می‌توان برای تعیین گونه‌های مناسب جهت اصلاح و احیای مراتع مورد استفاده قرار داد (Jankju, 2009).

از اوایل دهه 1360، مطالعات آت اکولوژی روی برخی گونه‌های مهم مرتعی به‌طور گسترده‌ای انجام شده است. زارع‌کیا و شاهمرادی (Azhir & Shahmoradi, 2007) آت‌اکولوژی گونه مرتعی کما (*Ferula ovina* Boiss) را در استان تهران بررسی نمودند و ویژگی‌های رویشگاهی، گونه‌های همراه، سیستم ریشه، فنولوژی، ارزش رجحانی و آفات این گیاه را مورد بررسی قرار دادند.

اکوسیستم‌های مرتعی حدود 53% از سطح کشور را تشکیل می‌دهند (Moghaddam, 1998). پوشش گیاهی این اکوسیستم‌ها در برگیرنده گونه‌های مختلف است که از نظر ارزش علوفه‌ای، دارویی، صنعتی یا حفاظت خاک دارای اهمیت‌اند. انجام مطالعات آت اکولوژی بر روی گونه‌های مهم مرتعی به گردآوری اطلاعات مهمی در خصوص نیازهای اکولوژیک، نیازمندی‌های جوانه‌زنی، مراحل فنولوژی و ارزش غذایی آنها می‌انجامد. کیفیت علوفه گیاهان مرتعی در مراحل مختلف فنولوژی تغییر می‌کند؛ بنابراین با دانستن چگونگی این

1، 2، 3 و 4- به ترتیب استادیار و عضو هیات علمی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی، مجتمع آموزش عالی بهبهان و کارشناس پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی
(mjankju@um.ac.ir Email: * - نویسنده مسئول:)

مطالعه فیلوژنی گونه‌های گون یک‌ساله دریافتند که کرک‌های گون قشلاقی دارای قاعده غده مانند است و این گونه بیشترین طول کرک ($1/2$ میلی متر) روی بقولات را در مقایسه با سایر گونه‌های یکساله دارد. این گونه با نام‌های علمی *A. haurens* Bioss و *A. gyzensis* Delile نیز شناخته می‌شود (Ramak Masoumi, 1986).

با توجه به نقش بسزایی که گیاهان خانواده بقولات در افزایش حاصل‌خیزی خاک و بهبود کیفیت و کمیت علوفه در ترکیب گیاهی مرتع دارند (Ghadery Vangah et al., 2008)، توسعه کشت این گیاهان در پروژه‌های احیاء و اصلاح مراتع تخریب یافته دارای اولویت بسیار است. از جمله می‌توان پروژه‌های کشت یونجه‌های یکساله در قالب سیستم‌های تک‌کشتی یا به صورت تناوبی با کشت غلات را نام برد که در قالب نظام‌های غله-مرتع (Azizi & Habibian 1995; Amini Dehaghi, 2004) مورد توجه سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور قرار دارد. از این‌رو در این تحقیق آت اکولوژی گونه گون قشلاقی (*Astragalus arpilobus* L.) که بطور طبیعی در مراتع قشلاقی بخش جرجان استان خراسان شمالی می‌روید مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری‌های خاک‌شناسی: برای انجام مطالعات خاک‌شناسی چهار نمونه (چهار تکرار) خاک از عمق 0-30 سانتی‌متری از رویشگاه اصلی گیاه در منطقه آیرقاپر ($28^{\circ}10'52.5''$ شمالی و $56^{\circ}22'20''$ شرقی) در شمال غرب بجنورد تهیه شد. در شرایط آزمایشگاه، هفت فاکتور اصلی خاک‌شناسی یعنی بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری شدند. مقدار فسفر و پتاسیم با استفاده از دستگاه طیف نگار جرمی¹ و میزان کل مواد آلی خاک به روش تیتراسیون با نمک مور تعیین گردید. بافت خاک با توجه به درصد نسبی شن، سیلت و رس و با استفاده از مثلث بافت خاک به شیوه بین‌المللی تعیین شد، ولی در مورد سایر فاکتورها برای تعیین قابلیت‌ها و محدودیت‌های سایت از نظر خاک‌شناسی، خصوصیات اندازه‌گیری شده خاک با استانداردهای کیفیت خاک مقایسه شد (Jafari Haghighi, 2003).

بررسی‌های فنولوژیکی: مراحل فنولوژیکی رشد گیاه گون قشلاقی با انجام بازدید از عرصه‌های طبیعی در طی سال‌های 1386 و 1387 ثبت شد. در زمان بازدیدهای صحرائی، همراه با نام گونه‌های گیاهی غالب در منطقه، تاریخ ظهور برگ‌های اولیه، زمان حداکثر رشد رویشی (شروع دوره گل‌دهی)، گل‌دهی کامل، بذردهی و ریزش کامل

زارع کیا و امیدباگی (Zare Kia & Omidbaigi, 2006) فنولوژی، وضعیت ریشه‌دوانی در خاک، وزن هزاردانه و میزان مواد مؤثره گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L. Garetn) را در منطقه بهدشت نور بررسی کردند. هویزه و شاهمرادی & Hoveizeh (2009) آت اکولوژی گونه مرتعی ارزن‌پادزهری (*Cenchrus ciliaris* L.) را در استان خوزستان بررسی نمودند و نقشه پراکنش و ویژگی‌های رویشگاهی شامل پستی و بلندی، اقلیم و خاک، گونه‌های همراه، چگونگی حضور گونه مورد مطالعه در پوشش گیاهی و ارزش غذایی آن را در مراحل مختلف فنولوژی مورد بررسی قرار دادند. سادات عظیمی و همکاران (SadatAzimi et al., 2005) آت اکولوژی گون گزی (*Astragalus adscendens* Boiss & Hausskn) را در سه دامنه ارتفاعی در استان اصفهان مورد بررسی قرار دادند.

گون گیاهی متعلق به قبیله *Galegeae* از تیره نخود (*Papilionaceae*) می‌باشد. گیاهی است یکساله (کمز)، تروفیت و دارای فرم رویشی علفی با ارتفاع 2-30 سانتی‌متر می‌باشد. ایستاده یا خوابیده بر سطح خاک، پوشیده از کرک‌های سفید، کوتاه و خوابیده یا به‌ندرت بدون کرک است (Masoumi, 2003). این گیاه بر اساس تقسیم‌بندی مناطق رویشی، متعلق به کوروتیپ ایران و تورانی و خلیج‌عمانی بوده و گیاهی است گرمادوست که در مناطق بیابانی گسترش دارد (Masoumi, 2003; Mahmoudi et al., 2009). در برخی منابع (HUJI, 2009) جزء گیاهان مقاوم به شوری نیز ذکر شده است. کری‌لووا (Krylova, 1979) بر روی بقولات‌های یکساله در کشورهای آسیای میانه بررسی و گزارش کرد که گون قشلاقی سبب افزایش حاصل‌خیزی خاک‌های مرتعی و در نتیجه تنوع گونه‌ای می‌شود. در یک بررسی در شمال غرب چین مشاهده شد که 18% از ریشه‌های گون قشلاقی دارای هم‌زیستی با مایکوریزا است (Shi et al., 2006). پراکنش این گونه را در خاک‌های سبک و شنی مناطق بیابانی چین نیز گزارش کرده‌اند (Yibing et al., 2008). عصری (Asri, 2003) رویش گون قشلاقی را در ذخیره‌گاه بیوسفر کویر ایران گزارش کرده است؛ ایشان این گیاه را تروفیت و مربوط به اقلیم صحرایی سودانی می‌داند. در سایت ویکی‌پدیا گونه *A. arpilobus* بومی کشور فلسطین نیز ذکر شده است (Wikipedia, 2010).

کاظم‌پور اسالو و همکاران (Kazempour Osaloo et al., 2005) سیستماتیک برخی گونه‌های گون ایرانی را به روش ژنتیک مولکولی بررسی و با روش‌های سیستماتیک قدیمی مقایسه کردند، بر اساس این گزارش گونه گون قشلاقی در بخش *Annulares* قرار می‌گیرد. در مطالعه دیگر کاظم‌پور اسالو و همکاران (Kazempour Osaloo et al., 2003) گونه‌های *A. arpilobus*، *A. commixtus* Bunge و *A. sesamoides* Bioss در یک کلاید مشترک قرار گرفتند. تائب و همکاران (Taeb et al., 2007) در

بذرهای ثبت شد. مشخصات جغرافیایی رویشگاهها شامل طول، عرض جغرافیایی، حدود ارتفاعی، جهت و درصد شیب با استفاده از سیستم موقعیت یاب جغرافیایی¹ (GPS) ثبت شد.

بررسی امکان کاشت گیاه: بدین منظور تعداد 100 عدد بذر به ظاهر سالم انتخاب و در داخل چهار گلدان (25 بذر در هر گلدان) در عمق 2-0 سانتی متری کشت شدند. کاشت بذر در گلدان در تاریخ 2 فروردین 1387 انجام شد. گلدانها در شرایط هوای آزاد شهر مشهد در محوطه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی قرار داده شدند. شمارش تعداد نهالهای استقرار یافته به فاصله هر 2 تا 5 روز انجام شد و تا 60 روز پس از کاشت ادامه یافت. پس از آن تاریخ ظهور برگهای لپهای، ظهور برگهای حقیقی اول تا پنجم، ظهور ساقههای گل دهنده، شروع گل دهی، مرحله بذردهی، و ریزش بذرهای یادداشت برداری گردید.

آزمون جوانه زنی: بدین منظور چهار نمونه 25 تایی از بذر گونه گون قشلاقی انتخاب گردید. ابتدا بذرهای درون محلول وایتکس (یک درصد) ضد عفونی و سپس با آب شستشو شدند. جوانه زنی بذرهای در ژرمیناتور در دمای بین 23 تا 25 درجه سانتی گراد انجام شد. شمارش بذرهای به مدت 21 روز و به فاصله هر 2 روز یکبار انجام شد. در هر بار شمارش، بذرهای جوانه زده از سایر بذرهای جدا می شدند. درصد جوانه زنی بذر در تیمار خراش دهی با سمباده نیز مطالعه شد؛ به این منظور پوسته بذر گیاه با استفاده از سمبادههای نمره 100 و 120 توسط دست خراش دهی شد. در پایان آزمایش برای آگاهی از سلامت بذرهای جوانه نزده، درصد زندهمانی آنها به کمک محلول 1% تترازولیم (۲،۳،۵، تری فنیل تترازولیم کلراید) بررسی شد.

ارزیابی کیفیت علوفه: پنج شاخص اصلی کیفیت علوفه شامل نیتروژن (N)، دیواره سلولی منهای همی سلولز² (ADF)، سلولز، همی سلولز و لیگنین³ (NDF)، درصد ماده خشک⁴ (DM)، و درصد خاکستر⁵ اندازه گیری شدند. به این منظور سه تکرار از نمونه های گیاهی (از هریک از مراحل رشد رویشی، گلدهی و بذردهی) گیاه گون از عرصه های طبیعی محل رویش آن تهیه و در داخل پاکتهای کاغذی مجزا قرار داده شد. برای افزایش دقت آزمایش نمونه های هر تکرار حداقل از پنج پایه گیاه مجزا جمع آوری شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه در داخل آون 50 درجه سانتی گراد به مدت سه روز خشک شدند، سپس توسط دستگاه آسیاب مولینکس به قطعات

کوچکتر از 2 میلی متر خرد و برای اندازه گیری های آزمایشگاهی آماده شدند. کلیه آزمایشها با سه تکرار و بر اساس روش (1990) AOAC⁶ انجام و در صورت ابهام در نتایج آزمایش تکرار گردید. درصد ADF به روش ون سوئست (Van Soest, 1963) و با استفاده از دستگاه فایبرتیک سیستم مدل 1010 Heat Extrator ساخت کشور سوئد اندازه گیری شد. مقدار پروتئین خام از طریق اندازه گیری نیتروژن توسط دستگاه کجلال⁷ تعیین شد. سپس با استفاده از فرمول زیر درصد پروتئین خام⁸ (CP) محاسبه گردید (Arzani et al., 2004):

$$\text{معادله (1)} \quad \text{CP}\% = 6.25 \times \text{N}\%$$

که در این معادله N%، نیتروژن خام می باشد.

روش نمونه برداری و تجزیه و تحلیل آماری: بررسی پراکنش جغرافیایی گونه ها در سطح استان بصورت سیستماتیک تصادفی انجام شد که در آن محل سایتها بصورت سیستماتیک و محل نمونه های خاک، و نمونه های گیاه در هر رویشگاه بطور تصادفی تعیین گردید. طرح آزمایش مورد استفاده برای آزمایش های جوانه زنی بذر در ژرمیناتور و سبز شدن گیاهان در گلدانها کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS به روش آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسات میانگین به روش دانکن (در سطح 5 درصد) انجام شد.

نتایج و بحث

الف - پراکنش جغرافیایی و گیاهان همراه: محل رویش این گونه در ایران: مرکز، شمال شرق، شرق و جنوب (اصفهان، خوزستان، بلوچستان، خراسان، سمنان و تهران) و در خراسان (سبزوار، تایباد و گناباد) گزارش شده است (شکل 1). نتایج حاصل از بررسی های این تحقیق نشان داد که رویشگاه اصلی گونه گون قشلاقی در مراتع قشلاقی استان خراسان شمالی محدود به منطقه آیرقار شهرستان بجنورد (انتهای جرجلان) است که در فصل زمستان و اوایل بهار مورد استفاده گاو و گوسفند قرار می گیرد. مرتع آیرقار در حد فاصل استان خراسان شمالی با کشور ترکمنستان و استان گلستان (بخش مراوه تپه) قرار دارد، از این رو و با توجه به شباهت اقلیمی و پستی و بلندی احتمال می رود که این گیاه در این مناطق نیز رویش داشته باشد.

پراکنش این گیاه در محدوده ارتفاعی 500 تا 600 متر از سطح دریا و شیب های 20 تا 100 درصد و در کلیه جهتهای شیب مشاهده

1- Geographic Positioning System

2- Acid Detergent Fiber

3- Natural Detergent Fiber

4- Dry Matter

5- Ash

6- Association of Official Analytical Chemists

7- Kejeldahl

8- Crude protein

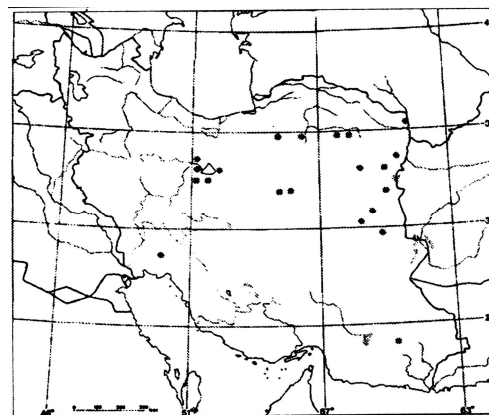
کلاغی (*Chloris digitaria* Kunth)، ماشک (*Vicia Roth*)
(*villosa*) و علف باغ (*Phalaris minor* Retz).

ب- وضعیت آب و هوایی منطقه مورد مطالعه: آمار 15

ساله دما و بارندگی روستای آیرقار نشان داد که میزان بارندگی سالانه در رویشگاه‌های این گونه 236/85 میلی‌متر، دمای متوسط سالانه 24/7 درجه سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر مطلق دمای سالانه به ترتیب 6/6 و 34/5 درجه سانتی‌گراد می‌باشد (IRIMO, 2010). به دلیل نبود اطلاعات دما در ایستگاه باران‌سنجی آیرقار این آمار از ایستگاه کلیماتولوژی آق‌توقه، در فاصله 15 کیلومتری تهیه شد. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه خشک سرد، براساس روش دومارتن خشک و دوره خشکی از اول فروردین‌ماه تا آخر آذر می‌باشد (شکل 2).

ج- خصوصیات خاکشناسی: از مقایسه نتایج مربوط به بررسی خاک محل رویش گیاه گون قشلاقی در منطقه آیرقار (جدول 1) با استانداردهای موجود برای رویش گیاهان (Jafari Haghighi, 2003) مشخص شد که این گیاه بر روی خاک‌هایی با بافت لوم، قلیایی ضعیف و شوری کم می‌روید. خاک محل رویش این گیاه دارای مقدار زیادی پتاسیم و به لحاظ نیتروژن فقیر و ماده آلی متوسط می‌باشد. بطور کلی، کمبود نیتروژن و ماده آلی بارزترین خصوصیت خاک است که ممکن است سبب ایجاد محدودیت در رشد گردد. خاک مرتع از نظر مقدار فسفر قابل دسترس گیاهان نیز دارای محدودیت زیاد است، فسفر به عنوان یکی از عناصر محدود کننده رشد گیاهان خانواده بقولات در مرتع محسوب می‌شود (Jankju, 2009).

شد. سازند زمین‌شناسی محل رویش این گیاه آهک می‌باشد. مطالعه پوشش گیاهی و رویشگاه‌های گون قشلاقی در استان خراسان شمالی نشان داد که این گیاه در منطقه یادشده تشکیل تیپ غالب را نداده و به عنوان گونه همراه محسوب می‌شود

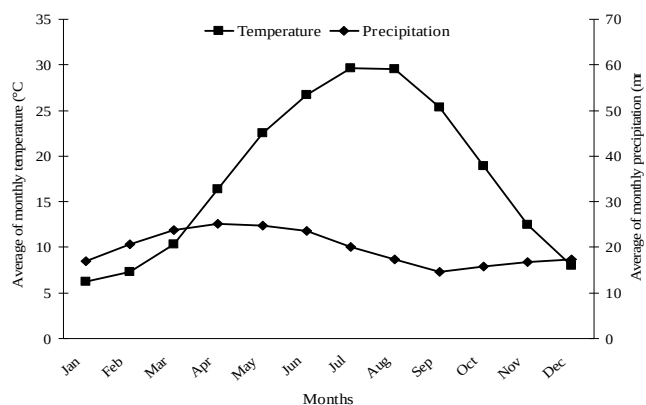


شکل 1- نقشه پراکنش گون قشلاقی *Astragalus arpilobus*

subsp. arpilobus (اقتباس از Masoumi, 2003)

Fig. 1- Distribution map of *Astragalus arpilobus subsp. Arpilobus* (Adopted from Masoumi, 2003)

گونه‌های علوفه‌ای عمده همراه در رویشگاه‌های این گونه عبارتند از: دمروباهی (*Phleum pratensis* Hudson)، مرغ (L. *Cynodon dactylon* Pers Fisch. & C. A.)، علف پشمکی (*Bromus briziformis* May)، جو پیازدار (*Poterium sanguisorba* Scop)، پنجه



شکل 2- منحنی آمبروترمیک ایستگاه آیرقار-آق‌توقه

Fig. 2- Ambrothermic graph of Ayerghayer-Aghtugheh

جدول 1- برخی از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک رویشگاه گون قشلاقی

Table 1- Some soil physical and chemical properties in *Atragalus arpilobus* habitat

ویژگی ها Characters	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم Potassium (mg.kg ⁻¹)	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
Amount	0.09	5.87	505	1.20	7.32	2.30	33.31	47.33	21.33

مطالعات فنولوژی گیاه گون قشلاقی در کشت گلدانی، در شرایط اقلیمی مشهد (جدول 3) نتایج مشابهی را از نظر طول دوره رویش با شرایط رویشگاه طبیعی نشان می‌دهد. در مورد گیاهانی که در عرصه‌های طبیعی می‌رویند علاوه بر طول شبانه روز و دمای محیط، کمبود رطوبت خاک نیز عامل تعیین کننده‌ای برای طول دوره رشد به‌شمار می‌رفت، زیرا از ابتدا به انتهای فصل رشد خشکی محیط در حال افزایش بود. اما در شرایط کشت گلدانی گیاهان بطور منظم آبیاری می‌شدند، لذا فنولوژی گیاهان بیشتر تحت تاثیر سایر عوامل محیطی از قبیل طول روز و دمای متوسط شب و روز قرار داشت تا خشکی محیط. به همین علت طول دوره فنولوژی در عرصه‌های طبیعی کوتاه‌تر از کشت گلدانی بود.

د - فنولوژی در عرصه‌های طبیعی: مراحل فنولوژی گیاه گون قشلاقی در ارتباط با عوامل اصلی اقلیم در جدول 2 مقایسه شده‌اند. براین اساس، رشد گیاه گون در اوایل اسفند، وقتی که خاک به سبب بارش‌های زمستانه دارای رطوبت کافی است، شروع می‌شود و تا اواخر فروردین ادامه دارد. در زمانی که درجه حرارت افزایش می‌یابد و طول روز بلندتر می‌شود گیاه به گل می‌رود، بطوری که گل‌دهی از اوایل اردیبهشت آغاز و تا پایان آن ادامه دارد. رسیدن بذرها اوایل خرداد آغاز می‌شود و ریزش بذرها تا پایان خرداد ادامه دارد. اندام هوایی این گیاه از اوایل تیرماه به بعد خزان نموده و کاملاً خشک می‌شود.

ه - فنولوژی در شرایط کشت گلدانی: نتایج حاصل از

جدول 2- طول مدت بروز پدیده‌های فنولوژیکی گون قشلاقی *Astragalus arpilobus* در عرصه محل رویش
Table 2- Phenological growth stages for *Astragalus arpilobus* in its natural habitat

												شروع رشد Beginning of growth
												رشد رویشی Vegetative growth
												ظهور غنچه و گل Flowering
												بذردهی Seeding
												خواب زمستانه Winter dormancy
Feb	Jan	Des	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	Mar	ماه‌های سال Months
20.7	17.0	17.7	16.8	15.9	14.6	17.4	20.0	23.5	24.8	25.1	23.7	میانگین بارندگی سالانه Average annual precipitation (mm)
-2.9	-4.2	-3.2	0.9	6.0	12.4	18.2	18.4	13.7	8.7	5.0	-0.8	حداقل دمای مطلق Absolute minimum Temperature (°C)
23.6	19.8	23.9	29.0	35.2	40.6	44.0	42.9	42.7	40.0	35.7	28.6	حداکثر دمای مطلق Absolute maximum Temperature (°C)
7.3	6.21	8.0	12.5	19.0	25.3	29.6	29.6	26.8	22.52	16.4	10.4	میانگین دمای سالانه Average annual temperature (°C)

نهال‌های گون قشلاقی در کشت گلدانی طی یک دوره 22 روزه

ن - بررسی جوانه‌زنی بذر و استقرار نهال: بررسی استقرار

زنی بذرها به میزان دو برابر حالت شاهد شد (از 24 درصد به 51 درصد افزایش یافت)، اما تفاوت معنی‌داری بین استفاده از کاغذ سمباده 100 و 120 وجود نداشت (به ترتیب 51 و 47 درصد). نتیجه آزمایش بررسی درصد زنده‌مانی بذره‌های جوانه زده با استفاده از محلول تترازولیوم 1 درصد نشان داد که همه بذرها سالم می‌باشند. نتایج حاصل از مقایسه درصد جوانه‌زنی بذر بدون تیمار و با تیمار خراش‌دهی نشان داد که پوسته سخت بذر از عوامل مهم بازدارنده جوانه‌زنی در گیاه گون قشلاقی است.

(شکل 3. الف) نشان داد که بیشترین رویش نهال‌ها طی 14 روز اولیه پس از کاشت بود که در طی این مدت 20 درصد نهال‌ها سبز شدند شدند، در طی هفته سوم تنها 4 درصد افزایش مشاهده شد. مقایسه درصد جوانه‌زنی بذر در ژرمیناتور طی یک دوره 24 روزه (شکل 3 ب) نیز نشان داد که تنها در چهار روز اول پس از کاشت 20 درصد نهال‌ها مستقر شدند؛ از روز چهارم تا نهم تنها 4 درصد افزایش جوانه‌زنی مشاهده شد که پس از آن متوقف شد تیمار خراش‌دهی پوسته بذر با سمباده سبب افزایش درصد جوانه-

جدول 3- طول مدت بروز پدیده‌های فنولوژیکی گون قشلاقی *Astragalus arpilobus* در کشت گلدانی در شرایط اقلیم مشهد
Table 3- Phenological stages for *Astragalus arpilobus* growing in pots, under the climate conditions of Mashhad

												کاشت بذر Seed cultivation
												ظهور برگ‌های اولیه Cotyledon appearance
												ظهور اولین برگ 1 st leaf appearance
												ظهور دومین برگ 2 nd leaf appearance
												ظهور سومین برگ 3 rd leaf appearance
												ظهور نهمین برگ 9 th leaf appearance
												ظهور چهاردهمین برگ 14 th leaf appearance
												ظهور ساقه گل دهنده Stem appearance
												ظهور گل Flower appearance
												ظهور میوه Fruit appearance
												پراکندگی بذر Seed scatter
												خواب زمستانه Winter dormancy
Mar	Feb	Jan	Des	Nov	Oct	Sep	Aug	Jul	Jun	May	Apr	ماه‌های سال Months
55.65	35.10	33.3	24.80	16.80	5.07	2.90	1.14	1.87	7.05	31.14	38.17	بارندگی Average annual precipitation (mm)
-4.07	-6.70	-8.90	-5.90	-2.90	1.60	6.48	11.66	14.40	12.50	7.01	2.33	حداقل دمای مطلق Absolute Minimum Temperature (°C)
24.04	18.50	15.90	19.00	23.25	29.60	34.50	35.85	37.30	37.12	33.90	30.50	حداکثر دمای مطلق Absolute Maximum Temperature (°C)
8.90	4.74	3.01	5.11	9.82	15.50	21.60	26.10	27.45	25.40	19.99	15.32	متوسط دما Average annual temperature (°C)

مکانیکی یکی از بهترین روش‌های غلبه بر خواب دانه گیاهانی است

نتایج مطالعه سایر محققان نیز نشان داده است که خراش‌دهی

رشد رویشی و کمترین مقدار در زمان بذردهی مشاهده گردید. در این گیاه با افزایش سن درصد ماده خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

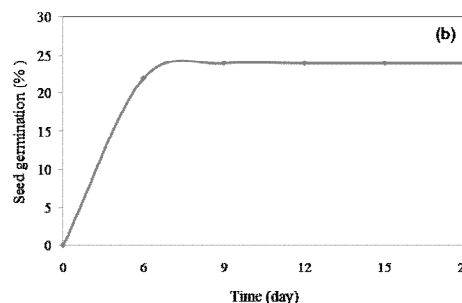
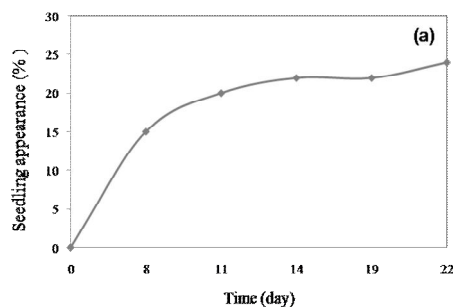
در این مطالعه نیز همانند بررسی‌های ارزانی (Arzani et al., 2005) خاکستر ارتباط معنی‌داری با هیچ یک از متغیرها نداشت و در شرایط مختلف مطالعه تغییرات آن نسبتاً یکنواخت بود. بررسی سایر محققان نشان داد که مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر کیفیت علوفه هر گونه گیاهی سن آن است (Arzani et al., 2005). به عنوان مثال، چن و همکاران (Chen et al., 2001) مؤثرترین عامل در تغییر کیفیت علوفه را مرحله رویشی دانسته‌اند که طی آن بیشترین اختلاف در مقدار ADF (پروتئین و دیواره سلولی منهای همی‌سلولز) به‌وجود می‌آید.

ابرسجی و همکاران (Abarsaji et al., 2007) ارزش غذایی گونه علوفه‌ای *Hedysarum coronarium* L را در مراحل مختلف فنولوژی مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج حاصل از بررسی فاکتورهای ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، لیاف خام، خاکستر و انرژی خام نشان داد که کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیش‌تر از دو مرحله گل‌دهی و بذردهی می‌باشد و پروتئین خام در مرحله رویشی بیشترین مقدار را دارد.

حشمتی و همکاران (Heshmati et al., 2007) از بررسی ارزش غذایی 5 گونه از بقولات و 6 گونه از علف‌های چمنی مرتع در مراحل مختلف فنولوژیکی نتیجه گرفتند که با پیشرفت مرحله فنولوژی میزان پروتئین خام، انرژی قابل متابولیسم و کل انرژی قابل هضم گونه‌های مورد مطالعه کاهش، ولی میزان لیاف خام، سلولز، همی‌سلولز و لیگنین افزایش می‌یابد.

که دارای پوشش سختی هستند (Schwienbacher & Erschbamer, 2001; Silveira & Fernandes, 2006; Kaye, 1999; Jankju-Borzelabad & Tavakkoli, 2008). داشتن پوشش سخت یا غیر قابل نفوذ نسبت به آب یکی از ویژگی‌های بیشتر علوفه‌ای تیره بقولات است که سبب ایجاد خواب فیزیکی در گیاه می‌گردد (Veasey & Martins, 1991; Cruz & Carvalho, 2006). مشتاقیان و همکاران (Moshtaghyyan et al., 2009) نیز با بررسی بهترین روش کاشت گونه گون علوفه‌ای (*Astragalus cyclophyllon*) و استفاده از تیمارهای مختلف برای شکست خواب بذرهای این گیاه نتیجه گرفتند که خراش‌دهی بذر در جوانه‌زنی آن اثر مطلوبی دارد. در این مطالعه وزن هزار دانه بذر بدون غلاف گیاه گون قشلاقی 3/7 گرم تعیین شد.

و- بررسی کیفیت علوفه: نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی گیاه گون قشلاقی (جدول 5) نشان داد که کیفیت علوفه این گیاه تحت تأثیر مراحل فنولوژی رشد قرار دارد. از فاکتورهای بررسی‌شده، پروتئین خام بیش از همه تحت تأثیر فصل رویش بود. بیشترین مقدار پروتئین خام در مرحله رشد رویشی بود که به‌تدریج در مرحله گل‌دهی کاهش یافت و در مرحله بذردهی به پایین‌ترین مقدار رسید، اما تنها بین مرحله بذردهی با سایر مراحل تفاوت معنی‌دار دیده شد. مقدار NDF که نشان دهنده مقدار کربوهیدرات‌های اختصاص‌یافته به سلولز، همی‌سلولز و لیگنین است نیز تحت تأثیر مراحل رشد رویشی قرار داشته و با افزایش سن گیاه افزایش یافت. مقدار ADF که معیاری از بافت‌های گیاهی اختصاص یافته به دیواره سلولی منهای همی‌سلولز می‌باشد، در مرحله رشد رویشی کمترین مقدار بود و به تدریج با افزایش سن گیاه بیشتر شد و در مرحله بذردهی به حداکثر مقدار رسید. در نمونه مورد مطالعه روند تغییرات درصد وزنی خاکستر شبیه تغییرات پروتئین خام بود، که در آن بیشترین مقدار در مرحله



شکل 3- درصد جوانه زنی بذر (الف) و ظهور نهال‌های گون قشلاقی *Astragalus arpilobus* (ب) به ترتیب در دستگاه ژرمیناتور و داخل گلدان‌ها
Fig. 3- Seed germination rate (a) and seedling appearance (b) of *Astragalus arpilobus*; in germinator and in pots

جدول 5- کیفیت علوفه گونه گون قشلاقی *Astragalus arpilobus* در مراحل مختلف فنولوژیکی
Table 5- Forage quality of *Astragalus arpilobus* at different phenological stages

مراحل فنولوژیکی Phenological stages	ماده خشک DM (%)	خاکستر Ash (%)	دیواره سلولی منهای سلولز ADF (%)	سلولز و همی سلولز لیگنین NDF (%)	پروتئین خام CP (%)
رویشی Vegetative	90.41 ^{a*}	9.80 ^b	23.65 ^a	34.87 ^a	21.50 ^b
گلدهی Flowering	89.20 ^a	8.60 ^{ab}	21.10 ^a	32.68 ^a	20.60 ^b
بذردهی Seed ripening	92.37 ^b	7.75 ^a	50.25 ^b	63.62 ^b	12.20 ^a

پروتئین خام = Cp سلولز و همی سلولز و لیگنین = NDF دیواره سلولی منهای همی سلولز = ADF خاکستر خام = Ash ماده خشک = DM

Cp = Crude protein, NDF = Natural detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, DM = Dry Matter

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن (در سطح احتمال 5 درصد) هستند.

* Values indicated by similar letters within each column are not significantly different, based on Duncan test ($P < 0.05$)

مهم‌ترین محدودیت‌های استفاده از گون قشلاقی (*A. arpilobus*) در احیاء مراتع محسوب می‌شوند. در مقابل، هم‌زمانی مراحل فنولوژی با زمان اوج نیاز دام‌ها به علوفه در مرتع در نیمه اسفند تا نیمه اردیبهشت، ارزش غذایی و پروتئین زیاد که سبب بهبود کیفیت جیره غذایی دام‌های چرا کننده در مرتع می‌شود و استقرار آسان و افزایش قابل ملاحظه جوانه‌زنی با تیمار ساده خراش‌دهی، از ویژگی‌های ممتاز این گیاه در احیاء مراتع تخریب یافته قشلاقی و رفع مشکل دام‌داران محسوب می‌شوند. علاوه بر استان خراسان شمالی، این گیاه را می‌توان برای اصلاح مراتع قشلاقی در سایر نقاط کشور که رویش طبیعی آن گزارش شده است نیز مورد استفاده قرار داد.

سپاسگزاری

اطلاعات این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی بررسی گونه‌های مرتعی مهم در مراتع قشلاق و میان بند استان خراسان شمالی است که بودجه آن توسط استانداری خراسان شمالی تامین شده است. از مسئولان محترم اداره کل منابع طبیعی استان و اداره منابع طبیعی شهرستان بجنورد جهت کمک به انجام بازدیدهای صحرایی تشکر می‌شود. آنالیزهای آزمایشگاهی در دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست و آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است.

هویزه و همکاران (Hoveizeh et al., 2009) از بررسی ارزش غذایی گونه مرتعی *Genchrus ciliaris* L. نتیجه گرفتند که این گونه در مرحله رشد رویشی، در مقایسه با سایر مراحل رشد، دارای بیشترین میزان پروتئین خام و کمترین میزان ADF می‌باشد. شیرمردی و همکاران (Shirmardi et al., 2003) نیز از بررسی ارزش غذایی شش گونه از گیاهان مرتعی مشاهده کردند که با افزایش سن گیاه مقدار پروتئین خام، چربی خام، ماده خشک قابل هضم، انرژی قابل هضم و انرژی قابل متابولیسم کاهش ولی مقدار الیاف خام، NDF و ADF افزایش یافت و گیاهان تیره بقولات از نظر ارزش غذایی و کیفیت علوفه بهتر از گیاهان تیره گندمیان بودند. ارزیابی نتایج کیفیت علوفه گون قشلاقی بیانگر آن است که ارزش غذایی و قابلیت هضم این گیاه به شدت تحت تاثیر مراحل فنولوژیک آن قرار دارد. افزایش درصد ماده خشک نشان‌دهنده چوبی شدن بیشتر گیاهان است که خود ناشی از افزایش دیواره سلولی، همی‌سلولز، لیگنین و سایر کربوهیدرات‌های سنگین در ترکیب گیاهان است. بنابراین با افزایش درصد ماده خشک کیفیت علوفه مرتع نیز کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

کاهش ارزش غذایی در طی دوره رشد، درصد استقرار نسبتاً پایین، طول دوره رویشی محدود و وابستگی تام به بارندگی سالانه

References

- 1- Abarsaji, G., Shahmoradi, A., and Zarekia, S. 2007. Autecology of *Hedysarum Kopetdaghi* in Golestan Province, Iran. Journal of Range and Desert Research 14(3): 421-431. (In Persian with English Summary)
- 2- AOAC, Association of Official Analytic Chemists. 1990. Official methods of analysis ed. 15th. Washington. DC.
- 3- Arzani, H., Zohdi, M., Fisher, E., Zaheddi Amiri, G.H., Nikkhah, A., and Wester, D. 2004. Phenological effects on forage quality of five grass species. Journal of Range Management 57: 624-630.
- 4- Arzani, H., Kaboli, S.H., Nikkhah, A., and Jalili, A. 2005. An introduction of the most important factors in range species for determination of nutrient values. Iranian Journal of Natural Research 57(4): 777-790. (In Persian with English Summary)
- 5- Asri, Y. 2004. Flora, life forms and chorotypes of plants in the Kavir Biosphere. Journal of Science and Technology in Agriculture and Natural Resources 7 (4): 247-260. (In Persian with English Summary)

- 6- Azhir, F., and Shahmoradi, A.A. 2007. Autecology of *Ferula ovina* Boiss in Tehran Province. Iranian Journal of Range and Desert Research 14(3): 359-367. (In Persian with English Summary)
- 7- Azizi, K., and Amini Dehaghi, M. 2004. Growth and development of three annual *Medicago* species under different air and root zone temperatures. Pajouhesh & Sazandegi 64: 58-66. (In Persian with English Summary)
- 8- Chen, C.S., Wang, S.M., and Chang, Y.K. 2001. Climatic factors, acid detergent fiber, natural detergent fiber and crude protein contents in digitgrass. Proceeding of the XIX International Grassland Congress, Brazil, p 110
- 9- Cruz, E.D., and Carvalho, E.U.D. 2006. Methods of overcoming dormancy in *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Leguminosae – Caesalpinioideae) seeds. Revista Brasileira de Sementes 28(3): 108-115.
- 10- Ghaderi Vangah, B., Safaeian, N., and Sadeghi, S.H.R. 2008. The effect of alfalfa (*Medicago sativa*) sowing on some vegetation characteristics of natural rangelands. Pajouhesh and Sazandegi 79: 166-172. (In Persian with English Summary)
- 11- Habibian, S.H. 1995. Lay farming, incorporation of agronomy and husbandry in the rainfed croplands of Iran and Australia. Pajouhesh and Sazandegi 28: 69-71. (In Persian with English Summary)
- 12- Heshmati, G.A., Baghani, M., and Bazrafshan, O. 2007. Comparison of nutritional values of 11 rangeland species in eastern part of Golestan province. Pajouhesh and Sazandegi 73: 90-95. (In Persian with English Summary)
- 13- Hoveizeh, H., and Shahmoradi, A.A. 2009. Autecology of *Cenchrus ciliaris* in Khuzestan province. Iranian Journal Range and Desert Research. 16(2): 200-208. (In Persian with English Summary)
- 14- HUJI, 2009. Flora of Palestine online. <http://flora.huji.ac.il/>
- 15- IRIMO, 2010. Islamic Republic of Iran Meteorological Organization. <http://www.irimet.net>.
- 16- Jafari Haghighi, M. 2003. Methods of Soil Analysis, Sampling and Important Physical and Chemical Analysis "with Emphasis on Theoretical and Applied Principles". Neday Zahi Press, 236 pp. (In Persian)
- 17- Jankju, M. 2009. Range Improvement and Development. Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran, 239 pp. (In Persian)
- 18- Jankju-Borzelabad, M., and Tavakkoli, M. 2008. Investigating seed germination of 10 arid-land plant species. Iranian Journal of Range and Desert Research 15(2): 215-226. (In Persian with English Summary)
- 19- Kaye, T.N. 1999. From flowering to dispersal: reproductive ecology of an endemic plant, *Astragalus australis* var. *olympicus* (Fabaceae). American Journal of Botany. 86(9): 1248-1256.
- 20- Kazempour Osaloo, S., Maassoumi, A.A., and Murakami, N. 2003. Molecular systematic of the genus *Astragalus* L. (Fabaceae): phylogenetic analyses of nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacers and chloroplast gene *ndhF* sequences. Plant Systematic and Evolution 242:1-32.
- 21- Kazempour Osaloo, S., and Maassoumi, A.A. 2005. Molecular systematics of the Old World *Astragalus* (Fabaceae) as inferred from nrDNA ITS sequence data. Brittonia 57(4): 367-381.
- 22- Keshtkar, A.R., Keshtkar, H.R., Razavi, S.M., and Dalfardi, S. 2008. Methods to break seed dormancy of *Astragalus Cyclophyllon*. African Journal of Biotechnology 7(21): 3874-3877.
- 23- Krylova, N.P. 1979. Seed propagation of legumes in natural meadows of the U.S.S.R. Agro-Ecosystems 5(1): 1-22.
- 24- Mahmoudi, M., Masoumi, A.A., and Hamzehei, B. 2009. Geographic distribution of *Astragalus* (Fabaceae) in Iran. Rostaniha 10(1): 112-132. (In Persian with English Summary).
- 25- Masoumi, A.A. 2003. Flora of Iran no. 43: Papilionaceae (*Astragalus* I). Research Institute of Forest and Rangeland. Page 26. (In Persian)
- 26- Moghaddam, M.R. 1998. Rangeland and the Range Management. Tehran University Press, Tehran, Iran. Pages 20-115. (In Persian)
- 27- Moshtaghyan, M.B., Keshtkar, H.R., Esmaeili Sharif, M., and Razavi, S.M. 2009. Planting methods effects on *Astragalus cyclophyllon* establishment. Iranian Journal Range and Desert Research 16(1): 79-84. (In Persian with English Summary)
- 28- Ramak Masoumi, A.A. 1986. *Astragalus* L. vol 1 Annuals. Research Institute of Forest and Rangeland 326 pp. (In Persian)
- 29- Sadat Azimi, M., Mesdaghi, M., Farahpur, M., Riadzi, H., and Iravani, M. 2005. Ecological investigation on *Astragalus adscendens* in Ferydoonshahr, Isfahan. Iranian Journal of Range and Desert Research 12(4): 499-525. (In Persian with English Summary)
- 30- Schwienbacher, E., and Erschbamer, B. 2001. Longevity of seeds in a glacier foreland of the central Alps– a burial experiment. Bulletin of the Geobotanical Institute Eth 68: 63-71.
- 31- Shi, Z.Y., Feng, G., Christie, P., and Li, X.L. 2006. Arbuscular mycorrhizal status of spring ephemerals in the desert. Mycorrhiza 16: 269-275.
- 32- Shirmardi, H., Boldaji, F., Mesdaghi, M., and Chamani, A. 2003. Determination of nutritional value of six species range plants in Yekkeh Chenar, Maraveh Tappeh area (Golestan province). Journal of Agriculture Science and Natural Resource 10(1): 131-149. (In Persian with English Summary)
- 33- Silveira, F.A.O., and Fernandes, G.W. 2006. Effect of light, temperature and scarification on the germination of *Mimosa foliolosa* (Leguminosae) seeds. Seed Science and Technology 34: 607-614.
- 34- Taeb, F., Zarre, S., Podlech, D., Tillich, H.J., Kazempour Osaloo, S., and Maassoumi, A.A. 2007. A contribution to

- the phylogeny of annual species of *Astragalus* (Fabaceae) in the Old World using hair micromorphology and other morphological characters. Feddes Repertorium 118(5-6): 206-227.
- 35- Veasey, E.A., and Martins, P.S. 1991. Variability in seed dormancy and germination potential in *Desmodium* Desv. (Leguminosae). Review paper on Brazil Journal of Genetics 14(2): 527-545.
- 36- Van Soest, P.G. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. Journal of Dairy Science 46(5): 829-835.
- 37- Wikipedia 2010. WWW.Wikipedia:Helperlein/VBA-Macro for EXCEL Tableconversion
- 38- Yibing, Q., Zhaoning, W.U., Ruifeng, Z., and Liyun, Z. 2008. Vegetation patterns and species-environment relationships in the Gurbantunggut Desert of China. Journal of Geographic Science 18: 400-414.
- 39- Zare Kia, S., and Omidbaigi, R. 2006. Autecology of milk thistle (*Silybum marianum*) in Behdasht Region of Noor. Iranian Journal Medicinal and Aromatic Plants 22(2): 135-139. (In Persian with English Summary)



اثر رژیم‌های آبیاری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک اکوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط گلخانه

مرتضی گلدانی^{*1}

تاریخ دریافت: 1389/08/27

تاریخ پذیرش: 1389/12/11

چکیده

این پژوهش به منظور مطالعه اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک دو اکوتیپ کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط گلخانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل و سه تکرار در سال 1388 در شرایط گلخانه انجام شد. عامل اول شامل فواصل مختلف آبیاری (به فاصله 4، 8، 12 و 16 روز) و عامل دوم شامل دو اکوتیپ کلات و سه قلعه بود. نتایج نشان داد که افزایش فاصله آبیاری سبب کاهش معنی دار ارتفاع گیاه، تعداد گره، فاصله میان گره، تعداد کپسول و وزن خشک اندام هوایی شد. اکوتیپ سه قلعه در مقایسه با اکوتیپ کلات از نظر صفات فوق تحمل بهتری به تاخیر در آبیاری نشان داد. اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و اکوتیپ نشان داد که بهترین شرایط در فاصله آبیاری چهار روز و برای اکوتیپ سه قلعه بدست آمد. سطح ریشه، متوسط قطر ریشه، مجموع طول ریشه، حجم ریشه و وزن خشک ریشه نیز تحت تأثیر معنی دار رژیم‌های آبیاری قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش فاصله بین آبیاری، سطح ریشه کمتر ولی عمق نفوذ ریشه بیشتر شد. اکوتیپ سه قلعه از نظر صفات ریشه مورد بررسی نیز بهتر از اکوتیپ کلات بود. نسبت وزن خشک ریشه به ساقه با افزایش دور آبیاری زیاد شد. سرعت فتوسنتز، سرعت تعرق و هدایت روزنه‌ای با افزایش فاصله آبیاری کاهش یافت. در نهایت نتایج نشان داد که افزایش دور آبیاری منجر به کاهش سطح اندام فتوسنتز کننده و سطح ریشه شد، ولی طول ریشه تا فاصله 12 روز آبیاری زیاد شد و پس از آن کاهش نشان داد. در این بررسی اکوتیپ سه قلعه تنش خشکی را بهتر تحمل کرد.

واژه‌های کلیدی: اندام هوایی، تحمل به خشکی، تعرق، ریشه، فتوسنتز

مقدمه

طوری که براساس مطالعات به عمل آمده در بین عوامل مختلف ایجاد کننده تنش، تنش‌های زنده (بیماری، آفت و علف‌های هرز) و تنش‌های غیر زنده (خشکی، غرقابی، شوری، گرما و سرما)، عامل خشکی به تنهایی عامل 45 درصد از کاهش عملکرد محصولات زراعی بوده است (Emam & Zavareh, 2005; Kafi & Damghani, 2000). کشت دانه‌های روغنی از اقلام صادراتی بسیاری از کشورها است که در این میان کنجد یکی از گیاهان تأمین کننده روغن مطلوب خوراکی محسوب می‌شود (Sepaskhah & Andam, 2001). گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) به عنوان یک محصول مقاوم به خشکی و گرما شناخته شده است ولی برای تولید و عملکرد بالا به رطوبت احتیاج دارد. این گیاه دارای ریشه‌های مستقیم، قوی و توسعه یافته است که شکل آن بسته به تیپ رشدی ساقه و همچنین میزان رطوبت در لایه‌های مختلف ریزوسفر متفاوت است (Golestani & Pakniat, 2008). تنش خشکی زمانی ایجاد می‌شود که میزان جذب آب کمتر از میزان تعرق باشد و می‌تواند بر رشد، مورفولوژی، انشعاب دهی و روابط همزیستی ریشه تأثیر داشته باشد

در ایران از مجموع حدود 37 میلیون هکتار اراضی حاصلخیز، به دلیل برخی محدودیت‌ها به ویژه کمبود آب فقط 18/5 میلیون هکتار در حال حاضر کشت می‌شود که از این میزان، حدود 8/5 میلیون هکتار (46 درصد) آبی و 10 میلیون هکتار (54 درصد) دیم می‌باشد. هر چند بیش از 84 میلیارد متر مکعب از مجموع 93 میلیارد بر متر مکعب آب قابل استحصال کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، ولی تنش خشکی و کم آبی تولید محصولات کشاورزی را محدود کرده است (Kafi et al., 2004; Statistics, 2007). در میان همه تنش‌هایی که گیاهان با آن روبرو می‌شوند، تنش خشکی در اکثر مناطق دنیا از مهمترین عوامل محدود کننده در گسترش و زداوری گیاهان در سیستم‌های طبیعی و کشاورزی شناخته شده است، به

1- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول (Email: morteza_goldani@yahoo.com)

(Van Oosterrom & Acevedo, 1993). گلستان و پاک نیت (Golestani & Pakniat 2008) در ارزیابی شاخص های تحمل به خشکی در هشت لاین کنبج گزارش کردند که رقم محلی دزفول از نظر عملکرد در شرایط مطلوب آبیاری و محدودیت آب در وضعیت مناسبتری قرار داشت. گیاه کنبج با وجود ریشه های منشعب و عمیق، نسبتاً به خشکی مقاوم است. با توجه به بررسی های انجام شده کشت این گیاه در مناطق کم آب کشور و به ویژه در جنوب خراسان از عملکرد نسبتاً مطلوبی برخوردار می باشد (Keshavars et al., 2009). با توجه به موارد فوق، از آنجا که تعیین تحمل به خشکی و تأثیر آبیاری تکمیلی و کاهش آن بر خصوصیات رشد و تولید گیاه حائز اهمیت است، این بررسی با هدف بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری بر برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی دو اکوتیپ کنبج در شرایط کنترل شده انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال 1388 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار فاصله آبیاری (به فاصله هر 4، 8، 12 و 16 روز آبیاری) و دو اکوتیپ کنبج (که اکوتیپ کلات نسبتاً حساس به خشکی و اکوتیپ سه قلعه نسبتاً مقاوم به خشکی) بود. ابتدا بذرها را در داخل سینی نشاء کشت شدند و در مرحله سه برگه به داخل بستر آماده شده در لوله های پلاستیکی با قطر دهانه 9 سانتی متر و ارتفاع یک متر پر شده توسط خاک (با ترکیب 1:2:1 رس، ماسه و خاکبرگ) کشت شدند. جهت ثبات و پایداری لوله ها و نیز جلوگیری از نفوذ نور، هر یک از آنها در لوله هایی از جنس پلی اتیلن سیاه رنگ قرار گرفتند. گیاهان مربوط به تیمار عدم کمبود آب هر چهار روز (شاهد) و تیمارهای مربوط به کمبود آب به ترتیب هر 8، 12 و 16 روز یک بار با مقدار ثابت آب 300 سی سی آبیاری شدند.

صفات مورفولوژی از جمله ارتفاع گیاه، تعداد گره، طول میانگره و تعداد کپسول ها اندازه گیری شدند. سپس به منظور اندازه گیری وزن خشک، بخش هوایی و کپسول ها به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتی گراد خشک و سپس توزین انجام شد.

در زمان برداشت، برای اندازه گیری خصوصیات ریشه از جمله قطر، سطح، طول، حجم و وزن خشک ریشه های مربوط به هر کدام از تیمارهای آزمایش را از خاک خارج کرده و در آزمایشگاه پس از رنگ آمیزی با ماده شیمیایی متیلن بلو با استفاده از اسکنر و نرم افزار Delta T-scan قطر، سطح و طول ریشه ها اندازه گیری شدند. پس از شستشوی ریشه ها، حجم ریشه توسط استوانه مدرج اندازه گیری و محاسبه شد، به طوری که میزان افزایش حجم آب نسبت به حالت

(Gregory, 2006). اندام های هوایی نسبت به ریشه حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارند و محدودیت نموی گیاه در اثر کمبود رطوبت خاک در قسمت های هوایی زودتر اتفاق می افتد (Sharp & Lenoble, 2002). سیمان و همکاران (Seaman et al., 1993) گزارش کردند که در مناطق نیمه خشک با پراکنش نامطلوب بارندگی، پتانسیل عملکرد بهترین معیار تحمل به خشکی نیست، بلکه پایداری عملکرد و مقایسه میزان عملکرد در شرایط مطلوب و محدودیت آب، معیار مناسبتری می باشد. در بررسی دیگر نیز اظهار شده است ارقامی که در شرایط تنش و عدم تنش خشکی، عملکرد یکسان یا حداقل اختلاف عملکرد را داشته باشند، دارای تحمل نسبی مطلوبی به خشکی هستند (Golestani & Pakniat, 2008). برخی تحقیقات نشان داده است (Kobata, et al., 1992; Lafond & Fowler, 1989; Krenzer et al., 1991) که بروز تنش خشکی در فاصله 35 روز قبل از گرده افشانی سبب کاهش تعداد سنبله در متر مربع از 448 و 396 به ترتیب در دو رقم پرپنجه و کم پنجه به 365 و 373 سنبله شد. همچنین وقوع تنش در مراحل پس از گرده افشانی سبب کاهش تمامی اجزای عملکرد شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه شد که البته در این میان، تعداد سنبله کمترین و تعداد دانه بیشترین تأثیر را از تنش رطوبتی پذیرفت. مقایسه اجزای عملکرد در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی نشان داد که تنش رطوبتی سبب کاهش تعداد سنبله در متر مربع از 355 به 281، تعداد دانه در سنبله از 40 به 33 و کاهش وزن دانه از 42 به 27 گرم شد (John, et al., 2004). طی بررسی انجام شده زمانی که کمبود آب در برگها بین 10 تا 15 درصد است، شدت فتوسنتز تا حد 15 تا 18 درصد کاهش می یابد و هنگامی که کمبود آب در برگها به 20 درصد برسد، فتوسنتز تا 40 درصد کاهش می یابد (Van Oosterron & Acevedo, 1993). گونه های متحمل به خشکی معمولاً از یک حداکثر هدایت روزنه ای پایین و محتوای آب نسبی پایینی برخوردارند. غلظت مواد محلول در سلولهای زنده آنها زیاد (پتانسیل اسمزی منفی) و مقاومت بالایی در برابر هواگرفتگی آوندهای چوبی دارند (Goyal et al., 1998; Emam & Zavarehi, 2006). سیدیگیو و همکاران (Siddique et al., 2000) گزارش کردند که با افزایش تنش خشکی مقدار آب نسبی گیاه کاهش می یابد و معمولاً ارقام مقاوم به خشکی دارای مقدار آب نسبی بیشتری در شرایط تنش خشکی هستند. تنش آب سطح برگ، فتوسنتز و مصرف مواد فتوسنتزی را در برگها کاهش می دهد، زیرا انتقال شیره پرورده از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشاری است، اگر در طی تنش پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش یابد، کاهش در پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی جلوگیری می کند (Emam & Zavareh, 2006; Kafi et al., 2004). با توجه به شواهد آزمایشی علاوه بر شدت تنش خشکی، مرحله رشدی گیاه که با تنش مواجه می شود سهم مهمی در بروز اثرات خشکی دارد

اولیه یاد داشت شده و حجم ریشه بر حسب سانتی متر مکعب مشخص شدند. سپس نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری وزن خشک به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتی گراد به آون منتقل شدند. در مرحله گلدهی میزان فتوسنتز و میزان تعرق از سطح جواترین برگ توسعه یافته با استفاده از دستگاه LCD portable photosynthesis system اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری با نرم افزارهای Excel , MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه، تعداد گره و فاصله میانگره

بین رژیم‌های آبیاری از نظر ارتفاع گیاه، تعداد گره و فاصله میانگره اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول 1). به طوری که ارتفاع گیاه، تعداد گره و فاصله میانگره گیاه کنجد با افزایش فاصله آبیاری کاهش نشان داد. ارتفاع و تعداد گره در اکوتیپ سه قلعه بیشتر از اکوتیپ کلات بود (جدول 2). اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و اکوتیپ نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه و تعداد گره در گیاه کنجد در فاصله آبیاری چهار روز و اکوتیپ سه قلعه (بترتیب با 60 سانتی متر و 9/7 عدد) و کمترین ارتفاع گیاه در فاصله آبیاری 16 روز و اکوتیپ کلات (20 سانتی متر) و کمترین گره از فاصله 16 آبیاری روز و در اکوتیپ سه قلعه (5 عدد) بدست آمد (جدول 1). درصد کاهش ارتفاع گیاه نسبت به شاهد 29، 39 و 58 درصد به ترتیب در فواصل آبیاری 8، 12 و 18 روز بود. درصد کاهش ارتفاع گیاه در اکوتیپ کلات نسبت به شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) 17، 19 و 55 درصد و برای اکوتیپ سه قلعه 42، 54 و 59 درصد به ترتیب در فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز حاصل شد (جدول 1). به طوری که شیب روند کاهشی در اکوتیپ کلات نسبت به اکوتیپ سه قلعه کندتر بود. تحقیقات نشان داده است که کاهش عرضه آب در جریان فتوسنتز، منجر به اختلال در پیشرفت واکنش‌های شیمیایی این فرایند می‌شود. کاهش محتوی آب سلول‌ها باعث افزایش غلظت شیره سلولی شده که فعالیت‌های آنزیمی و اندامک‌های درون سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با افزایش تنش آب و کاهش فشار تورژسانس سلول‌های محافظ روزنه، هدایت روزنه‌ها کاهش یافته و سرعت رشد، فتوسنتز و خصوصیات مورفولوژیکی نیز نقصان می‌یابد (Blum, 2005; Kafi & Damghani, 2000). از آنجاکه رشد گیاه با افزایش اندازه سلول‌ها همراه است و از جمله حساسترین فرایند گیاهی نسبت به تنش آب نیز محسوب می‌شود، بنظر می‌رسد که در شرایط بدون تنش آب، افزایش رشد و سطح برگ برافزایش جذب انرژی خورشیدی تأثیر مستقیمی داشته و باعث افزایش ارتفاع و جثه

گیاه می‌گردد.

تعداد و وزن خشک کپسول

تفاوت تعداد و وزن کپسول در گیاه کنجد در فاصله‌های مختلف آبیاری معنی‌دار بود (جدول 1). بیشترین تعداد و وزن کپسول گیاه کنجد در فاصله آبیاری چهار روز (به ترتیب 10/7 عدد و 1/23 گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز (به ترتیب 5 عدد و 0/52 گرم) بدست آمد (جدول 1). اثر متقابل فاصله‌های مختلف آبیاری و اکوتیپ نشان داد که بیشترین تعداد و وزن کپسول در فاصله آبیاری 4 روز برای اکوتیپ سه قلعه (به ترتیب 11 عدد و 1/3 گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز و اکوتیپ کلات (به ترتیب 4/3 عدد و 0/47 گرم) بدست آمد (جدول 1). درصد کاهش تعداد کپسول نسبت به تیمار شاهد 19، 15 و 53 درصد به ترتیب در فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز و درصد کاهش وزن کپسول نسبت به تیمار شاهد 17، 43 و 58 درصد به ترتیب در فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز بود. به طوری که با تشدید کمبود آب شیب کاهش وزن خشک کپسول شدید تر از تعداد کپسول است. به نظر می‌رسد تنش آب علاوه بر اندازه کپسول، میزان آب موجود در سلول یا بافت گیاه را نیز کاهش داده است. درصد کاهش تعداد کپسول در اکوتیپ کلات نسبت به شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) 9، 34 و 57 درصد و برای اکوتیپ سه قلعه درصد کاهش وزن خشک کپسول 21، 31 و 56 درصد بترتیب در فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز بود (جدول 1). به طوری که وزن خشک کپسول اکوتیپ سه قلعه بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. حساسیت عملکرد نسبت به تنش آب عموماً به اندازه حساسیت رشد کل گیاه است. از آنجاکه با کاهش محتوی رطوبت خاک، پسابیدیگی پروتوپلاسم توام با کاهش آماس سلول اتفاق می‌افتد، اندازه سلول و سرعت تقسیم سلولی روند کاهشی شدیدی پیدا خواهد کرد که منجر به کاهش میزان رشد و سطح فتوسنتز کننده گیاه می‌شود (Mundree & Baker, 2002; Blum, 2005). به نظر می‌رسد به علت فرایند قرینگی¹، تنش خشکی اندازه و تعداد کپسول در گیاه کنجد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و همان طور که کمبود آب باعث کاهش رشد و تقسیم سلول می‌گردد، تعداد و وزن خشک کپسول را نیز کاهش می‌دهد.

وزن خشک اندام هوایی

اختلاف فاصله آبیاری از نظر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول 1). بیشترین وزن خشک اندام هوایی در فاصله آبیاری چهار روز (3201 میلی گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز (1483

فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز بترتیب 1، 8 و 41 درصد بود (جدول 1). تفاوت دو اکوتیپ کنگد از نظر وزن خشک ریشه در فواصل مختلف آبیاری نیز معنی دار بدست آمد (جدول 2). اثر متقابل فاصله های مختلف آبیاری و اکوتیپ از نظر وزن خشک ریشه در سطح 5 درصد معنی دار بود (جدول 2). به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه در فاصله آبیاری چهار روز برای اکوتیپ سه قلعه (1977 میلی گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز و اکوتیپ کلات (860 میلی گرم) بدست آمد (جدول 1). درصد کاهش وزن خشک ریشه در اکوتیپ کلات نسبت به شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) 4، 10 و 45 درصد و برای اکوتیپ سه قلعه درصد کاهش وزن خشک ریشه در فاصله های آبیاری 8، 12 و 18 روز بترتیب 6، 22 و 43 درصد بود (جدول 1). نتایج حاکی از آن است که به طور کلی ریشه در هر دو اکوتیپ کمتر از اندام هوایی تحت تأثیر کم آبی قرار گرفته است. گیاه در شرایط بدون تنش خشکی از وضعیت آماس سلولی مناسبی برخوردار است که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم می‌باشد. لذا این شرایط باعث افزایش فعالیت متابولیسمی و رشد و سرعت توسعه ریشه می‌گردد، به طوری که با رشد ریشه جذب یون های غذایی بیشتر می‌شود و با تولید اندام هوایی زیاده‌تر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد (Kafi et al., 2000; Krenzer et al., 1991). ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت‌های تغذیه‌ای از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیترات و کلسیم ایجاد می‌شود، در نتیجه رشد و سرعت توسعه ریشه کاهش یافته و به تبع آن تولید اندام هوایی کمتر و انرژی موجود از طریق فتوسنتز کاهش می‌یابد (Gregory, 2006; Kafi & Damghani, 2000). مطالب فوق حاکی از آن است که در شرایط تنش و وضعیت نامناسب آماس سلولی، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه قادر نخواهد بود کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد را فراهم کند، به طوری که در این مطالعه نیز با تنش رطوبت شیب کاهش وزن خشک اندام هوایی نسبت به وزن خشک ریشه شدیدتر بود (جدول 1).

نسبت ریشه به اندام هوایی

اثر فاصله آبیاری و اکوتیپ بر نسبت ریشه به اندام هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول 2). اثر متقابل فاصله‌های مختلف آبیاری و اکوتیپ نیز بر نسبت ریشه به اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول 2). به طوری که بیشترین نسبت ریشه به اندام هوایی در فاصله آبیاری 16 روز برای اکوتیپ کلات (0/69) و کمترین آن در فاصله آبیاری چهار روز و اکوتیپ سه قلعه (0/53) بدست آمد (جدول 1). در خاکی که رطوبت آن بالاست شبکه ای متراکم از ریشه‌های منشعب دیده می‌شود و در عین حال زمانی که خاک خشکتر است طول ریشه افزایش می‌یابد. خشک شدن لایه‌های

میلی گرم) حاصل شد (جدول 1). درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) در فاصله‌های آبیاری 8، 12 و 18 روز بترتیب 8، 23 و 54 درصد بود. تفاوت دو اکوتیپ کنگد از نظر وزن خشک اندام هوایی در فواصل مختلف آبیاری نیز معنی دار بدست آمد. اثر متقابل فاصله های مختلف آبیاری و اکوتیپ از نظر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول 2). به طوریکه بیشترین وزن خشک اندام هوایی در فاصله آبیاری چهار روز برای اکوتیپ سه قلعه (3717 میلی گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز و اکوتیپ کلات (1317 میلی گرم) بدست آمد (جدول 1). درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی در اکوتیپ کلات نسبت به شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) 2، 7 و 51 درصد و برای اکوتیپ سه قلعه درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی 14، 35 و 56 درصد بترتیب در فاصله های آبیاری 8، 12 و 18 روز بود (جدول 1). به طوری که با افزایش تنش خشکی اکوتیپ سه قلعه از نظر وزن خشک اندام هوایی بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. بررسی‌های مختلف (Emam & Zavarehi, 2005; Mundree & Baker, 2002) نشان داده است که رشد گیاه تحت تأثیر فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی از قبیل فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد، جذب یون و متابولیسم مواد غذایی قرار می‌گیرد که این فرایندها رابطه مستقیم با میزان آب قابل دسترس و تداوم آن دارد. به نظر می‌رسد با کاهش پتانسیل آب خاک، پتانسیل آب گیاه و به تبع آن پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم نمی‌باشد به طوری که سرعت رشد و سرعت تقسیم سلولی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از طرفی در شرایط تنش آب ورود دی‌اکسیدکربن به داخل روزنه‌ها کاهش یافته و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به علت اشباع برگها از این مواد منجر به زوال برگ‌ها بیش از سرعت توسعه آن‌ها شده و مقدار مواد ذخیره‌ای (کربوهیدرات غیر ساختمانی) گیاه به نسبت کاهش سطح برگ، کم می‌شود، اما مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد گیاه افزایش می‌یابد، به علاوه از آنجا که در شرایط تنش اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه نیز افزایش می‌یابد، گیاه قادر نخواهد بود تا کربوهیدرات‌های مورد نیاز برای ادامه رشد کل خود را فراهم کند، در نتیجه وزن خشک اندام هوایی گیاه کاهش یافته و گیاه به مرور زمان ضعیف می‌شود (Siddique et al., 1993; Van Oosterrom & Acevedo, 2000).

وزن خشک ریشه

تفاوت وزن خشک ریشه در فاصله های مختلف آبیاری معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین وزن خشک ریشه گیاه کنگد در فاصله آبیاری چهار روز یکبار (1695 میلی گرم) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز یکبار (995 میلی گرم) بدست آمد. درصد کاهش وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) در

سطحی خاک باعث افزایش عمق نفوذ ریشه و جذب آب از لایه‌های زیر آن می‌گردد (Emam & Zavarehi, 2000).

جدول 1- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل رژیم‌های آبیاری و اکوتیپ بر برخی صفات کنگد در شرایط گلخانه

Table 1- Mean comparison of main and interaction effects of irrigation regimes and ecotypes on some traits of sesame under green house conditions

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد گره Node number	طول میانگره Internode length (cm)	وزن خشک کپسول Capsule dry weight (g)	تعداد کپسول Capsule number	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی R/S
T1	52.0	8.0	7.5	1.2	10.7	3201.0	1695.0	0.5
T2	37.0	7.0	6.2	1.0	9.7	2967.0	1682.0	0.6
T3	32.0	6.5	5.8	0.8	8.0	2460.0	1558.0	0.6
T4	22.0	5.5	5.3	0.5	5.0	1483.0	995.0	0.7
LSD (0.05)	2.6	1.0	0.6	0.2	2.1	296.0	184.0	0.1
V1	35.0	6.3	6.5	0.8	7.8	2313.0	1340.0	0.6
V2	37.0	7.2	5.9	1.0	8.8	2743.0	1625.0	0.6
T1V1	44.0	6.0	8.0	1.1	10.0	2685.0	1573.0	0.5
T1V2	60.0	9.7	7.0	1.3	11.0	3717.0	1977.0	0.5
T2V1	39.0	7.0	6.7	1.0	10.0	2633.0	1513.0	0.5
T2V2	35.0	7.0	5.7	1.0	9.3	3200.0	1850.0	0.6
T3V1	36.0	6.0	6.7	0.7	7.0	2516.0	1413.0	0.6
T3V2	28.0	7.0	5.0	0.9	9.0	2403.0	1543.0	0.6
T4V1	20.0	6.0	4.7	0.5	4.3	1317.0	860.0	0.6
T4V2	25.0	5.0	6.0	0.6	5.7	1650.0	1130.0	0.7
LSD (0.05)	3.7	1.4	0.8	0.3	3.0	419.0	259.0	0.1

فاصله آبیاری (4، 8، 12 و 16 روز) به ترتیب T1، T2، T3، T4

Irrigation intervals (4, 8, 12 & 16 days) T1, T2, T3, T4 respectively

V1= اکوتیپ سه قلعه V2= اکوتیپ کلات

V1= Kalat ecotype V2= se- ghaleh ecotype

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، 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 2- میانگین مربعات برخی صفات دو اکوتیپ کنگد تحت تأثیر فواصل آبیاری

Table 2- Mean square of some traits of two sesame ecotypes under irrigation intervals

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom	ارتفاع Height (cm)	تعداد گره Node number	فاصله میانگره Internode length (cm)	وزن خشک کپسول Capsule dry weight (g)	تعداد کپسول Capsule number	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی R/S
Irrigation interval (I)	3	910**	5.7**	5.2**	0.56**	37**	3482170**	655811**	0.02**
فاصله آبیاری Ecotype (E)	1	30*	5.1*	2.1**	0.90 ^{ns}	6.0 ^{ns}	1107251**	487920**	0.002**
اکوتیپ I*E	3	172**	6.1**	3.0**	0.01*	2.0*	333951*	89784*	0.001**
آبیاری * اکوتیپ									

*** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

*, ** and ns significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, no significant, respectively.

تنش خشکی رشد و روابط همزیستی ریشه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gregory, 2006). به طوریکه اندام‌های هوایی حساسیت

ریشه در لایه های کم عمق خاک محدود می شود (Kafi & Damghani, 2000).

سطح ریشه

تفاوت سطح ریشه در فاصله های مختلف آبیاری نشان داد، که بیشترین سطح ریشه در فاصله آبیاری چهار روز (2876 سانتی متر مربع) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز (92022 سانتی متر مربع) بدست آمد (جدول 3). درصد کاهش سطح ریشه نسبت به تیمار شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) در فاصله های آبیاری 8، 12 و 18 روز به ترتیب 2، 6 و 30 درصد بود (جدول 3). اثر متقابل فاصله های مختلف آبیاری و اکوتیپ از نظر سطح ریشه نشان داد که بیشترین سطح ریشه در فاصله آبیاری چهار روز برای اکوتیپ سه قلعه (3301 سانتی متر مربع) و کمترین آن در فاصله آبیاری 16 روز و اکوتیپ کلات (1687 سانتی متر مربع) بدست آمد (جدول 3). درصد کاهش سطح ریشه در اکوتیپ کلات نسبت به شاهد (فاصله چهار روز آبیاری) 15، 32 و 46 درصد و برای اکوتیپ سه قلعه درصد کاهش سطح ریشه 6، 24 و 29 درصد به ترتیب در فاصله های آبیاری 8، 12 و 18 روز بود (جدول 3). نتایج حاکی از آن است که سرعت رشد ریشه با افزایش کمبود آب کاهش می یابد، ولی رشد ریشه نسبت به اندام هوایی کمتر تحت تأثیر قرار می گیرد، به طوری که نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش نشان داد. تحقیقات امام و دامغانی (Emam & Damghani, 2000) نشان داده است که در شرایط کمبود آب ریشه ها به طرف آب در خاک رشد می کنند، به شرط آنکه فاصله آنها تا آب کم باشد. به نظر می رسد این امر باعث صرف انرژی بیشتر برای جستجوی آب شده، در نتیجه توسعه سطح ریشه کاهش می یابد. در این آزمایش هر دو اکوتیپ کنجد مورد مطالعه کمتر تحت تأثیر فاصله آبیاری تا 12 روز قرار گرفتند ولی در فاصله 16 روز آبیاری تحت تأثیر شدید تنش آب بودند.

سرعت تعرق و فتوسنتز

اثر فاصله آبیاری بر دو اکوتیپ کنجد منجر به اختلاف معنی داری در میزان تعرق و فتوسنتز شد (شکل 1). با افزایش فاصله آبیاری میزان تعرق و فتوسنتز کم شد، به طوری که حداکثر میزان تعرق و فتوسنتز در فاصله آبیاری چهار روز برای اکوتیپ کلات (به ترتیب 1/6 میلی مول بر متر مربع در ثانیه و 6/5 میکرو مول بر متر مربع در ثانیه) و حداقل آن در فاصله آبیاری 16 روز در اکوتیپ کلات و سه قلعه (به ترتیب 0/7 میلی مول بر متر مربع در ثانیه و 1/3 میکرو مول بر متر مربع در ثانیه) حاصل شد.

بیشتری به تنش خشکی دارند و محدودیت نمو گیاه در اثر کمبود رطوبت خاک در قسمت های هوایی زودتر اتفاق می افتد. این عکس العمل به تنش آب ناشی از عمل سیگنال هایی است که از ریشه های در معرض خشکی خاک صادر می شوند. به طوری که اسید آبسزیک¹ (ABA) آزاد شده از ریشه فرمان توقف رشد اندام هوایی را صادر می کند (Sharp & Lenoble, 2002; Kafi, et al., 2000). با توجه به اینکه در این مطالعه در هر مرحله از آبیاری، آبیاری در حد ظرفیت زراعی انجام می شد و با افزایش فاصله آبیاری سطح خاک خشک شده و گیاه ریشه های خود را به عمق بیشتر نفوذ می داد، به نظر می رسد که تنش بیش از حد تحمل گیاه منجر به تولید بیشتر ABA شده که این امر پیری و از بین رفتن ریشه را تسریع می کند.

حجم ریشه

تفاوت حجم ریشه در فاصله های مختلف آبیاری در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول 4). بیشترین حجم ریشه گیاه کنجد در فاصله آبیاری هشت روز (0/28) و کمترین آن در فاصله آبیاری چهار روز و 16 روز (0/15) بدست آمد (جدول 3). تفاوت دو اکوتیپ کنجد از نظر حجم ریشه در فواصل مختلف آبیاری نیز معنی دار بدست آمد (جدول 4). اثر متقابل فواصل آبیاری و اکوتیپ از نظر حجم ریشه نشان داد که بیشترین حجم ریشه در فاصله آبیاری هشت روز برای اکوتیپ سه قلعه (0/35) و کمترین آن در فاصله آبیاری چهار روز و اکوتیپ کلات (0/10) حاصل شد (جدول 3).

طول کل ریشه

تفاوت طول کل ریشه در فاصله های مختلف آبیاری معنی دار بود (جدول 4). بیشترین طول کل ریشه گیاه کنجد در فاصله آبیاری 12 روز یکبار (5629 سانتی متر) و کمترین آن در فاصله آبیاری چهار روز یکبار (2988 سانتی متر) بدست آمد (جدول 3). اثر متقابل فاصله های مختلف آبیاری و اکوتیپ از نظر طول کل ریشه معنی دار بود (جدول 4)، به طوری که بیشترین طول کل ریشه در فاصله آبیاری 12 روز برای اکوتیپ کلات (6814 سانتی متر) و برای اکوتیپ سه قلعه در فاصله آبیاری هشت روز (6366 سانتی متر) و کمترین آن در فاصله آبیاری چهار روز در اکوتیپ کلات (2823 سانتی متر) و برای اکوتیپ سه قلعه (3152 سانتی متر) بدست آمد (جدول 3). نتایج حاکی از آن است که آبیاری تا فاصله 12 روز باعث افزایش نفوذ ریشه به عمق خاک شد، احتمالاً با افزایش کمبود آب به دلیل رسیدن رطوبت خاک به نقطه پژمردگی، سرعت رشد ریشه کاهش یافته و پیری زودرس در ریشه اتفاق می افتد (Sharp & Lenoble, 2002) که این باعث کاهش عمق نفوذ ریشه در گیاه می شود. ولی در شرایط فراهمی رطوبت تنها قسمت کمی از ناحیه بالقوه ریشه مرطوب شده و نفوذ

1- Absciscic acid

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل فواصل آبیاری و اکوتیپ بر برخی صفات کنگد در شرایط گلخانه

Table 3- Mean comparison of main and interaction effects of irrigation intervals and ecotypes on some traits of sesame under green house conditions

تیمارها Treatments	حجم ریشه Root volume (cm ³)	طول کل ریشه Total root length (cm)	قطر ریشه Root diameter (cm)	سطح ریشه Root surface area (cm ²)
T1	0.2	2988.0	0.4	2876.0
T2	0.3	4819.0	0.6	2817.0
T3	0.2	5629.0	0.5	2717.0
T4	0.2	4212.0	0.5	2022.0
LSD (0.05)	0.1*	1076.0	0.2	727.0
V1	0.2	4130.0	0.5	2403.0
V2	0.2	4694.0	0.5	2813.0
T1V1	0.1	2823.0	0.3	3128.0
T1V2	0.2	3152.0	0.4	3301.0
T2V1	0.2	3273.0	0.7	2663.0
T2V2	0.4	6366.0	0.5	3089.0
T3V1	0.2	6814.0	0.6	2132.0
T3V2	0.2	4443.0	0.4	2506.0
T4V1	0.2	3610.0	0.5	1687.0
T4V2	0.2	4814.0	0.5	2356.0
LSD (0.05)	0.1	1522.0	0.2	1028.0

فاصله آبیاری (4، 8، 12 و 16 روز) بترتیب T1، T2، T3، T4

Irrigation intervals (4, 8, 12 & 16 days) T1, T2, T3, T4 respectively

V1= اکوتیپ سه قلعه V2= اکوتیپ کلات

V1= Kalat ecotype V2= se- ghaleh ecotype

* میانگین هایی 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 4- میانگین مربعات برخی صفات دو اکوتیپ کنگد تحت تأثیر رژیم های آبیاری

Table 4- Mean square of some traits in two sesame ecotypes under irrigation regimes

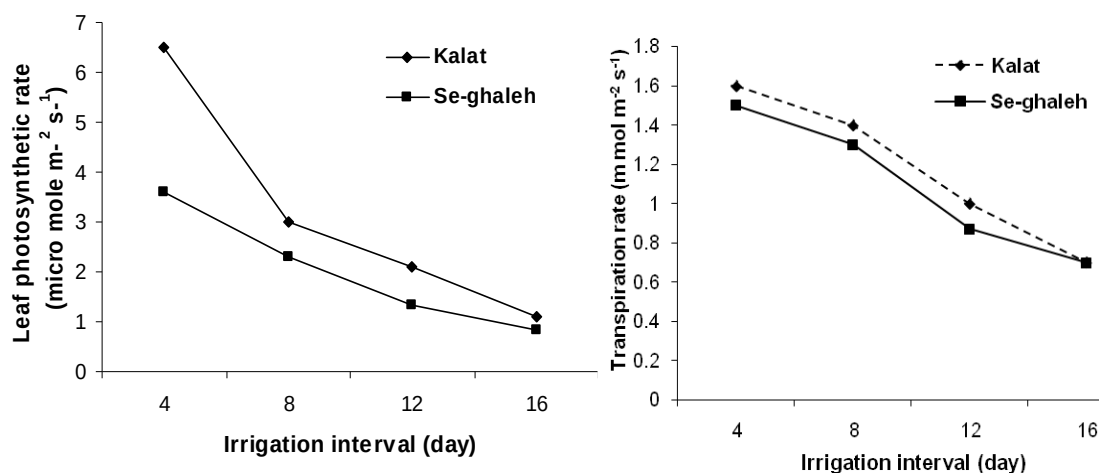
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F.	حجم ریشه Root volume (cm ³)	طول کل ریشه Total root length (cm)	قطر ریشه Root diameter (cm)	سطح ریشه Root surface area (cm ²)
Irrigation interval فاصله آبیاری	3	0.022**	7428539**	0.05*	941697 ^{ns}
Ecotype اکوتیپ	1	0.03**	1908406 ^{ns}	0.014 ^{ns}	1009420 ^{ns}
I*E آبیاری * اکوتیپ	3	0.007	7737080**	0.024 ^{ns}	855248 ^{ns}

*، ** و ns بترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار

*, ** and ns significant at the 0.05 and 0.01 level of probability, no significant, respectively

به طور مستمر کاهش می یابد، که این امر منجر به بسته شدن روزنه ها، کاهش تعرق و کاهش ورود دی اکسید کربن به داخل روزنه ها می شود در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی، تحت تأثیر تنش خشکی کم شده و موجب اشباع شدن برگ ها از این مواد می شود، لذا فرایند فتوسنتز محدود می گردد (Kafi & Damghani 2002 Wolfe et al., 1998).

اکوتیپ کلات در فاصله های مختلف آبیاری از میزان تعرق و فتوسنتز بیشتری برخوردار بود، به طوری که اختلاف آن با اکوتیپ سه قلعه معنی دار بود (شکل 1). از آنجا که با افزایش فاصله آبیاری تولید ماده خشک در گیاه کنگد کم شد (جدول 1) که این تغییرات احتمالاً به علت کاهش اندازه سلول ها و فواصل سلولی، ضخیم شدن دیواره سلولی، نمو بیشتر بافت های مکانیکی و کاهش تعداد روزنه ها در واحد سطح است، به طوری که با شروع شرایط خشکی آماس سلولی



شکل 1- تاثیر فواصل آبیاری بر میزان تعرق و سرعت فتوسنتز دو اکوتیپ کنگد در شرایط گلخانه

Fig. 1- Effect of irrigation intervals on transpiration and photosynthesis rate of two sesamum ecotypes under greenhouse conditions

پژوهشی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است، نهایت تشکر را دارم.

سپاسگزاری

با عنایت به اینکه بودجه این طرح از طرف حوزه معاونت محترم

منابع

- Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Australian Journal of Agriculture 56: 1159-1168.
- Emam, Y., and Zavarehi, M. 2005. Drought tolerance in higher (Genetically, Physiological and Molecular Biological Analysis). Academic Publishing Center of Tehran. (In Persian)
- Golestani, M., and Pakniat, H. 2008. Evaluation of tolerance to drought characters in the *Sesamum* lines. Sciences and Technologies of Agriculture and Natural Resources 41: 141-149.
- Goyal, V., Sudha, J., and Bishnoi, N., 1998. Effect of terminal water stress on stomatal resistance, transpiration, and canopy temperature and millet yield. Annual Agriculture Biology Research 3: 119-122.
- Gregory, P.J. 2006. Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils), Blackwell Publishing pp: 150-173.
- <http://www.uidaho.edu/extension/drought/Sentinel26>.
- John, T., Christopher, A.M., Borrel, A.M., Manschadi, G., Hammer, G., and Chapman, S. 2004. Developing high yielding wheat for water limited environments in northern Australia. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep – 1 Oct.
- Kafi, M., and Damghani, A. 2000. Mechanism of environmental stress resistance in plants. Ferdowi University of Mashhad Publication. (In Persian).
- Kafi, M., Lahootee, M., Zand, E., Shareefee, H.R., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology. Jahadeh Daneshgahi Press. PP. 355-340. (In Persian)
- Keshavarase, M., Ashrafi, A., and Razmjo, K.H. 2009. Effect of NaCl salt on seed germination of 7 *Sesamum* cultivars. The First National Conference on Science and Technology Iran's Seed.
- Kobata, T., Palta, J.A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop Science 32: 1238-1242.
- Krenzer, E.G., Nipp, T. L., and Mcnew, R.W. 1991. Winter wheat main stem leaf appearance and tiller formation vs. moisture treatment. Agronomy Journal 83: 663-667.
- Lafond, G.P., and Fowler, D.B. 1989. Soil temperature and moisture stress effects on kernel water uptake and germination of winter wheat. Agronomy Journal 81: 447-450.
- Mundree, S.G., and Baker, B. 2002. Physiological and molecular insights in to drought tolerance. African Journal of Biotechnology 1: 28-38.
- Sepaskhah, A.R. and Andam, M. 2001. Crop coefficient of sesame in a semi arid region of Iran. Agriculture Water

- Management 49: 51-63.
- 16- Sharp, R.E., and Lenoble, M.E. 2002. ABA, ethylene and the control of shoot and root growth under water stress. *Journal of Experimental Botany* 53: 33-37.
- 17- Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin Academia Sinica* 41: 35-39.
- 18- Simane, B.P., Struik, C., Nachit, M.M., and Peacock, J.M. 1993. Ontogenic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica* 71: 211-219.
- 19- Statistics. 2001. Agricultural statistic, funding and planting rice minister in Agricultural, Bulletin 1: 185.
- 20- University of Idaho Cooperative extension system. 2001. Growth stage stress tolerant. *The Cereal Sentinel*.
- 21- Van Oosterrom, E.J., and Acevedo, E. 1993. Leaf area and crop growth in relation to phenology of barley in Mediterranean environments. *Plant and Soil* 148: 223-237.
- 22- Wolf, D.W., Gifford, R.M., Hilbert, D., and Luos, Y. 1998. Integration of photosynthetic acclimation to CO₂ at the whole-plant level. *Global Change Biology* 4: 879-893.



اثر مدیریت نظام‌های زراعی بر تولید خالص اولیه و ضرایب نسبی تسهیم کربن در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)

سرور خرم‌دل^{1*}، علیرضا کوچکی²، مهدی نصیری محلاتی² و رضا خراسانی³

تاریخ دریافت: 1389/08/29

تاریخ پذیرش: 1389/12/11

چکیده

بمنظور بررسی میزان تولید خالص اولیه و برآورد تسهیم کربن به اندام‌های هوایی و زیرزمینی ذرت (*Zea mays* L.) تحت تأثیر نظام‌های مختلف زراعی، آزمایشی با چهار تکرار در دو سال زراعی 88-1387 و 89-1388 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. چهار تیمار آزمایشی شامل دو نظام زراعی کم‌نهاد بر پایه مصرف کود دامی و کمپوست زباله خانگی، یک نظام متوسط نهاده و یک نظام پرنهاده به صورت زیر تعریف شدند: نظام کم نهاده با 30 تن کود دامی و نظام کم‌نهاد با 30 تن کمپوست، بدون عملیات آماده‌سازی زمین و با دو مرتبه وجین دستی، نظام متوسط نهاده شامل 15 تن در هکتار کمپوست، 150 کیلوگرم در هکتار اوره، دو مرتبه عملیات آماده‌سازی زمین و علفکش توفوردی (در مرحله پنج برگ ذرت، به میزان 1/5 لیتر در هکتار) و یکمرتبه وجین دستی و نظام پرنهاده شامل 300 کیلوگرم در هکتار اوره، چهار مرتبه عملیات آماده‌سازی زمین و پاراکوات (بعد از کاشت، به میزان 2 لیتر در هکتار) و توفوردی (در مرحله پنج برگ ذرت، به میزان 1/5 لیتر در هکتار) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن دانه، زیست توده اندام هوایی، وزن ریشه، زیست توده کل اندام هوایی و زیرزمینی و طول مخصوص ریشه ذرت بود. نتایج نشان داد که اثر مدیریت نظام زراعی و میزان نهاده خارجی بکار گرفته شده بر میانگین زیست توده اندام هوایی، وزن دانه، وزن ریشه، زیست توده کل اندام هوایی و زیرزمینی، نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی، طول مخصوص ریشه و شاخص برداشت ذرت معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود. با اعمال مدیریت فشرده نظام زراعی، زیست توده اندام هوایی و نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی افزایش و وزن دانه، وزن و طول مخصوص ریشه کاهش یافت. بیشترین و کمترین میانگین زیست توده کل به ترتیب در نظام زراعی پرنهاده و کم‌نهاد در شرایط بهره‌گیری از کمپوست به ترتیب با 18/6 و 10/3 کیلوگرم در مترمربع در فصل زراعی مشاهده شد. بیشترین طول مخصوص ریشه در نظام زراعی کم‌نهاد بر پایه کود دامی با 19/8 سانتی-متر بر سانتی-متر مکعب خاک و کمترین میزان آن در نظام زراعی پرنهاده با 1/3 سانتی-متر بر سانتی-متر مکعب خاک مشاهده شد. دامنه ضرایب نسبی تسهیم کربن برای بافت‌های مختلف ذرت در نظام‌های مختلف زراعی شامل R_E ، R_R ، R_S ، R_P به ترتیب برابر با 0/17-0/10، 0/52-0/19، 0/39-0/23 و 0/25-0/15 برآورد شد. با اعمال مدیریت کم‌نهاد با مصرف کود دامی نظام زراعی میزان کربن تسهیم یافته به دانه، ریشه و تراوهای ریشه‌ای افزایش و میزان تسهیم کربن به اندام‌های هوایی کاهش یافت. بیشترین و کمترین میزان تسهیم کربن به ریشه به ترتیب در نظام‌های زراعی کم‌نهاد بر مبنای مصرف کود دامی و نظام پرنهاده با 6/5 و 2/7 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی بدست آمد. بیشترین و کمترین تولید خالص اولیه در نظام‌های زراعی کم نهاده با مصرف کود دامی (16/6 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) و نظام کم‌نهاد بر پایه مصرف کمپوست (8/9 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) حاصل شد. بطور کلی مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم نهاده با مصرف کود دامی به دلیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و همچنین آزادسازی تدریجی عناصر غذایی همراه با رشد گیاه باعث افزایش تسهیم کربن به بافت‌های زیرزمینی و به تبع آن افزایش زیست توده اندام‌های زیرزمینی ذرت شد که این امر از طریق اضافه کردن بقایای ریشه به خاک می‌تواند با حفظ کربن در خاک مانع انتشار آن به اتمسفر شده که در نتیجه برای کاهش تولید دی اکسید کربن و تغییر اقلیم مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تراوه ریشه‌ای، تغییر اقلیم، تولید خالص اندام هوایی، تولید خالص اندام زیرزمینی، ضریب نسبی تسهیم کربن

مقدمه

شیمیایی اتمسفر تغییر کرده که این امر بروز تغییرات بی‌سابقه‌ای را در اقلیم جهانی به دنبال داشته است. تغییر در ترکیب شیمیایی اتمسفر ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای⁴ می‌باشد و حضور این گازها در اتمسفر باعث تشدید اثرات گلخانه‌ای⁵ خواهد شد. در طی

در طی قرن گذشته به دلیل گسترش فعالیت‌های صنعتی، ترکیب

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه زراعت

و استادیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

4- Greenhouse gases (GHGs)

5- Greenhouse effect

دهه گذشته کره زمین گرمترین دوران خود در طول 600 سال گذشته تجربه کرده است و چنانچه درجه حرارت 1-2 درجه سانتی‌گراد گرمتر از میزان فعلی شود، زمین به گرمترین دوران خود طی 150 هزار سال گذشته خواهد رسید (Saunders, 1998).

نتایج برخی بررسی‌ها (Korner, 2003) نشان داده است که غلظت دی‌اکسید کربن در سال 1750 میلادی در حدود 270 ppm (قسمت در میلیون) بوده و در سال 1999 میلادی به 367 ppm افزایش یافته که این امر منجر به افزایش دمای سالیانه کره زمین شده است. علاوه بر این، افزایش درجه حرارت تحت تأثیر افزایش غلظت دی‌اکسید کربن که در نیمه دوم قرن بیستم بارزتر از هر زمان دیگری بوده است پیامدهای اقلیمی مختلفی را به همراه داشته است و عامل اصلی بروز پدیده تغییر اقلیم¹ محسوب می‌شود (Antle, 1995; Rosenzweig & Parry, 1994; Saunders, 1998). اگرچه گازهای گلخانه‌ای انواع مختلفی دارند، ولی با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه اثرات این گازها، اکثر محققان دی‌اکسید کربن را مؤثرترین گاز گلخانه‌ای نامیده‌اند (Heinemann et al., 2005). بطور کلی، برخی بررسی‌ها نشان داده است که تغییرات ایجاد شده در اقلیم قادر خواهد بود بطور مستقیم از طریق تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط و بطور غیرمستقیم با تغییر رشد گیاه و ترکیب جوامع زیستی بر تنوع زیستی² خاک و به تبع آن پوشش گیاهی بالایی سطح خاک، تأثیر داشته و در مجموع باعث بروز تغییراتی در کارکردها و فرایندهای اکولوژیک بوم‌نظام شود (Hu & Zhang, 2004). از طرف دیگر، از آنجا که کشاورزی بخش به نسبت بزرگی را در مقایسه با سایر فعالیت‌ها به خود اختصاص داده است (Mc Conkey et al., 2003; Betts et al., 2007)، بوم‌نظام‌های کشاورزی و فعالیت‌های بکارگرفته شده در آن، تولیدکننده و منتشرکننده بخش زیادی از انواع مختلفی از گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر می‌باشند (Salinger, 2007). در همین راستا اوسبورن و همکاران (Osborne et al., 2010) بیان داشتند که حداقل 25 درصد از فعالیت‌های کشاورزی باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌گردد و این میزان با افزایش مساحت اراضی زیر کشت و فشردگی روش‌های مدیریتی در بوم‌نظام‌های زراعی جهان رو به افزایش است. بدین ترتیب چون گیاهان به عنوان جذب کننده دی‌اکسید کربن اتمسفر مطرح می‌باشند، لذا بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌توانند به عنوان کاهش دهنده غلظت دی‌اکسید کربن مد نظر قرار گیرند. اما در این رابطه لازم است که به نوع مدیریت نظام زراعی توجه ویژه‌ای شود، زیرا فعالیت‌های مختلف کشاورزی و نهاده‌های مورد استفاده برای مدیریت بوم‌نظام می‌توانند تولیدکننده دی‌اکسید کربن و به تبع آن

افزایش دهنده غلظت آن در اتمسفر باشند. لذا از آنجا که نوع مدیریت نظام زراعی تأثیر بسزایی بر میزان تولید گیاهان دارد، چنین بنظر می‌رسد که بمنظور بررسی تأثیر بوم‌نظام‌های زراعی بر میزان تولید و در نتیجه انتشار دی‌اکسید کربن به اتمسفر، توجه به نوع مدیریت زراعی و میزان نهاده‌های خارجی بکارگرفته شده در بوم‌نظام و از طرف دیگر، توجه به میزان تولید خالص اولیه گیاهان به عنوان برآوردی از میزان دی‌اکسید کربن جذب شده بوسیله گیاهان امری ضروری باشد. به عبارت دیگر، تعیین تولید خالص اولیه گیاهان در نظام‌های مختلف زراعی می‌تواند به عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر مد نظر قرار گیرد.

تولید خالص اولیه مجموع کربن تثبیت شده در اندام‌های مختلف هوایی³ (ANPP) و زیرزمینی⁴ (BNPP) گیاه می‌باشد که در صورت حفظ آن می‌تواند باعث کاهش غلظت دی‌اکسید کربن شود (Gan et al., 2010; Lambers et al., 2008). کنخ و همکاران (Kutsch et al., 2010) با بررسی روش‌های مختلف مدیریت زراعی و تناوب‌های مختلف در بوم‌نظام‌های کشاورزی اروپا گزارش نمودند که مدیریت‌های مختلف تأثیر بسزایی بر میزان تولید خالص اولیه گیاه داشت. شیمیزو و همکاران (Shimizu et al., 2009) با بررسی اثر کودهای آلی بر چراگاه‌ها گزارش نمودند که کاربرد نهاده‌های آلی در مقایسه با عدم استفاده از این نهاده‌ها و همچنین در مقایسه با مصرف کودهای شیمیایی باعث افزایش تولید خالص اولیه گیاهان شد. دویکر و لال (Lal & Duiker, 2000) نیز بیان نمودند که هر عامل مدیریتی که به نوعی بتواند بر رشد و نمو گیاه مؤثر باشد، می‌تواند میزان تولید خالص گیاه را که نشان‌دهنده میزان کربن جذب شده می‌باشد، تحت تأثیر قرار دهد. بدین ترتیب، تعیین میزان تولید خالص اولیه گیاهان از یکطرف می‌تواند نشان دهنده میزان تولید زیست توده گیاه و از طرف دیگر برآوردی از میزان دی‌اکسید کربن جذب شده از اتمسفر باشد. لذا با توجه به تأثیر مدیریت نظام‌های زراعی بر میزان تولید و انتشار دی‌اکسید کربن به اتمسفر، چنین بنظر می‌رسد که نظام‌های زراعی که بتوانند میزان دی‌اکسید کربن کمتری را به اتمسفر انتشار دهند و از طرف دیگر، تولید زیست توده بالاتری داشته باشند، می‌توانند به عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی‌اکسید کربن در آینده مد نظر قرار گیرند. علاوه بر این با محاسبه میزان تولید خالص اولیه و برآورد ضرایب نسبی تسهیم کربن به اندام‌های مختلف، می‌توان سهم هر یک از اندام‌های گیاهی را از میزان دی‌اکسید کربن جذب شده برآورد و تعیین کرد.

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر نوع مدیریت نظام زراعی و نهاده خارجی بکارگرفته شده بر تولید خالص اولیه و تسهیم کربن به

3- Above-ground net primary production (ANPP)

4- Below-ground net primary production (BNPP)

1- Climate change

2- Biodiversity (BD)

بر اساس نوع نهاده‌های خارجی و میزان عملیات اعمال شده شامل عملیات خاکورزی (آماده سازی و کاشت) و عملیات داشت (شامل تراکم، تغذیه گیاه و کنترل علف‌های هرز) چهار تیمار شامل دو نظام کم‌نهاده بر پایه مصرف کود دامی و مصرف کمپوست زباله شهری، یک نظام متوسط نهاده و یک نظام پر نهاده در قالب سه نظام زراعی تعریف شدند (جدول 3).

عملیات آماده‌سازی زمین در اسفندماه سال قبل از اجرای آزمایش، در صورت نیاز و برای هر نظام زراعی بر طبق جدول 3 انجام شد. بر این اساس، عملیات تهیه زمین، در نظام‌های مختلف زراعی به شرح ذیل بود:

بمنظور آماده‌سازی بستر کاشت، در نظام پر نهاده از حداکثر عملیات خاکورزی (دو نوبت شخم برگرداندار و دو نوبت دیسک) استفاده شد. در نظام کم نهاده بدون استفاده از عملیات خاکورزی اقدام به کاشت شد. در نظام زراعی متوسط نهاده، از میانگین عملیات خاکورزی بکارگرفته شده در دو نظام زراعی پر نهاده و کم نهاده شامل یک نوبت شخم برگرداندار و یک نوبت دیسک استفاده شد (جدول 3).
بمنظور بهبود حاصلخیزی خاک، کود دامی پوسیده (به میزان 30 تن در هکتار در نظام زراعی کم نهاده) و کمپوست زباله خانگی (به ترتیب به میزان 30 و 15 تن در هکتار برای نظام‌های زراعی کم نهاده و متوسط نهاده) اندکی قبل از کاشت و کود شیمیایی نیتروژن دار از منبع اوره (به میزان 150 و 300 کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای نظام‌های زراعی متوسط نهاده و پر نهاده) در 25 روز پس از سبز شدن و بصورت سرک همراه با آب آبیاری به خاک در نظام‌های مربوطه افزوده شد (جدول 3).

بافت‌های هوایی و زیرزمینی ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف محاسبه میزان تسهیم کربن به بافت‌های مختلف ذرت و تولید خالص اولیه آن در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد، با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب $59^{\circ}28'$ شرقی و $36^{\circ}15'$ شمالی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا انجام شد. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق 0-30 سانتیمتر انجام شد. ویژگی‌های کود دامی پوسیده و کمپوست زباله خانگی نیز قبل از افزوده شدن به خاک در هر دو سال، به تفکیک اندازه‌گیری و تعیین شد. نتایج این نمونه‌برداری‌ها به ترتیب در جدول‌های 1 و 2 ارائه شده است.

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical criteria of the soil

لومی	بافت
Loam	Texture
0.013	محتوی (درصد) N کل Total N Content (%)
120.93	میزان عنصر K (mg.kg ⁻¹)
9.44	P Amount (mg.kg ⁻¹)
7.95	اسیدیته pH
0.110	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹) EC (dS.m ⁻¹)

جدول 2- ویژگی‌های کود دامی و کمپوست زباله شهری در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Table 2- Physical and chemical criteria of animal manure and municipal waste compost during 2009-2010

کمپوست زباله شهری		کود دامی	
Urban waste compost		Manure	
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول
Second year	First year	Second year	First year
0.0737	0.0698	0.0856	0.0791
192.88	187.14	253.58	241.76
47.68	52.57	101.73	97.50
7.52	7.47	8.71	8.73
9.39	9.41	7.75	7.69

جدول 3- میزان نهاده‌های مصرفی و عملیات زراعی بکار گرفته شده در نظام‌های مختلف زراعی
Table 3- Inputs used and practices conducted in different crop management systems

نظام‌های زراعی Management systems			نهاده‌های مصرفی و عملیات زراعی Inputs and practices
پر نهاده High input	متوسط نهاده Medium input	کم نهاده Low input	
عملیات خاک‌ورزی (آماده سازی زمین و کاشت): Tillage (seed bed preparation and planting):			
2	1	-	- شخم برگرداندار (نوبت) Moldboard plowing (No. of operation)
2	1	-	- دیسک (نوبت) Moldboard plowing (No. of operation)
عملیات داشت: Crop management practices:			
6.67	8.89	13.3	الف) تراکم (بوته در متر مربع) A) Density (plant.m ⁻²)
ب) تغذیه گیاه: B) Plant nutrition:			
300	150	-	- اوره (kg.ha ⁻¹) Urea (kg.ha ⁻¹)
-	-	30	- کود دامی (t.ha ⁻¹) Cow manure (t.ha ⁻¹)
-	15	30	- کمپوست زباله خانگی (t.ha ⁻¹) Compost municipal made from house-hold waste (t.ha ⁻¹)
ج) کنترل علف‌های هرز: C) Weed control:			
- کنترل شیمیایی Chemical control			
+	-	-	پاراکوات (2 l.ha ⁻¹ ، قبل از سبز شدن ذرت) Paraquat (2 l.ha ⁻¹ , after seeding)
+	+	-	توفوردی (1/5 l.ha ⁻¹ ، در مرحله پنج برگی ذرت) 2- 4, D (1.5 l.ha ⁻¹ , five leaf-stage)
-	1	2	- وجین دستی (نوبت) Hand weeding (time)

کنترل علف‌های هرز طی دو مرحله (ابتدا و اواسط فصل رشد ذرت) با توجه به برنامه ارائه شده برای هر نظام زراعی انجام شد. بدین منظور، در نظام زراعی پر نهاده از دو مرتبه کنترل شیمیایی علف‌های هرز، با استفاده از علف‌کش‌های پاراکوات¹ (2 لیتر در هکتار) و توفوردی² (1/5 لیتر در هکتار) به ترتیب در زمان بعد از کاشت (قبل از سبز شدن) و در مرحله پنج برگ ذرت استفاده شد. در نظام متوسط نهاده از توفوردی (به میزان 1/5 لیتر در هکتار) در مرحله پنج برگ ذرت و یک نوبت عملیات وجین دستی و در نظام‌های کم نهاده تنها از دو نوبت وجین دستی برای کنترل علف‌های هرز استفاده شد (جدول 3). لازم به ذکر است که سایر عملیات زراعی بکار گرفته شده در

عملیات کاشت ذرت (رقم سینگل کراس 704) به شیوه دستی در نیمه اول اردیبهشت ماه، روی شش ردیف 4/5 متر با فاصله بین ردیف 75 سانتی‌متر و فاصله روی ردیف 10، 15 و 20 سانتی‌متر بترتیب برای نظام‌های زراعی پر نهاده، متوسط نهاده و کم نهاده انجام شد. قابل ذکر است که بمنظور تسهیل در حرکت تراکتور جهت انجام عملیات آماده‌سازی زمین، فاصله بین بلوک‌ها پنج متر در نظر گرفته شد.

اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار به شیوه نشتی و بطور یکسان با سیفون، در تمامی تیمارها انجام شد. بمنظور جلوگیری از اختلاط اثر کودهای مختلف، انتهای کرت‌های آزمایشی با استفاده از خاکریزی، بطور کامل مسدود شد. برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر برای نظام‌های مختلف زراعی، بوته‌های ذرت در مرحله 4-6 برگی تنک شدند.

1- Paraquat
2- 2- 4, D

شده از طریق افزوده شدن ریشه به خاک (یک) و S_E نسبت کربن اضافه شده از طریق افزوده شدن ترشحات ریشه‌ای به خاک (یک) می‌باشد (Bolinder et al., 2007). برای برآورد میانگین ضریب نسبی تولید اولیه خالص ذرت (R_i) از معادله (8) استفاده شد (Bolinder et al., 2007).

معادله (8) $R_i = C_i / (C_P + C_S + C_R + C_E)$
 بمنظور جلوگیری از تأثیر تراکم در نظام‌های مختلف زراعی، داده‌های آزمایش با استفاده از روش آنالیز کوواریانس با نرم‌افزار Minitab-ver 13 و بصورت مرکب تجزیه شدند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم افزار Mstat-c جهت مقایسه میانگین‌ها ($p \leq 0/05$) استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

تأثیر مدیریت نظام زراعی بر زیست توده اندام هوایی و زیرزمینی ذرت

اثر مدیریت نظام زراعی و میزان نهاده خارجی بکار گرفته شده بر زیست توده اندام هوایی، وزن دانه، ریشه، وزن کل، نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی، طول مخصوص ریشه و شاخص برداشت ذرت معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود. اثر تیمارهای مختلف مدیریت نظام زراعی بر وزن اندام هوایی، وزن دانه، وزن اندام زیرزمینی، وزن کل زیست توده، نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی و طول مخصوص ریشه ذرت در شکل 1 نشان داده شده است.

بیشترین و کمترین زیست توده اندام هوایی در نظام‌های زراعی پرنهاده با 15/0 کیلوگرم در متر مربع در فصل زراعی و کم‌نهاده بر پایه کمپوست با 5/4 کیلوگرم در متر مربع در فصل زراعی مشاهده شد (شکل 1-A). از آنجا که مصرف کود شیمیایی نیتروژنه فراهمی سریع نیتروژن (Pernia et al., 1980) را برای گیاه به دنبال دارد، لذا مصرف کود معدنی نیتروژنه در نظام مبتنی بر مصرف آن، باعث بهبود بیشتر رشد و نمو سطح برگ شد که در نهایت افزایش تولید بیوماس اندام هوایی را در مقایسه با سایر نظام‌های زراعی به دنبال داشت.

بیشترین وزن دانه در نظام زراعی کم نهاده بر پایه کود دامی با 6/5 کیلوگرم در مترمربع در فصل زراعی و کمترین میزان آن در نظام پرنهاده با 2/7 کیلوگرم در مترمربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 1-B). چنین بنظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن بصورت شیمیایی در نظام پرنهاده باعث افزایش تحریک رشد رویشی و به دنبال آن تسهیم بیشتر مواد فتوسنتزی برای بهبود توسعه اندام‌های رویشی در مقایسه با رشد اندام‌های زایشی شده است (Radosevich et al., 1997; Lambers et al., 2008).

مدیریت نظام‌های زراعی ذرت، به طور یکسان در تمام تیمارها انجام شد.

در پایان فصل رشد و با زرد شدن کامل بوته‌های ذرت در مرحله رسیدگی کامل اقدام به برداشت زیست توده اندام هوایی و زیرزمینی ذرت شد. بمنظور بررسی بر رشد و زیست توده اندام زیرزمینی ذرت (لایه 0-35 سانتی‌متری خاک)، طول مخصوص ریشه‌های¹ چهار بوته ذرت پس از شستشو با استفاده از روش تنانت (Tenant, 1975) اندازه‌گیری و ثبت شد.

تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی (ANPP) و زیرزمینی (BNPP) به ترتیب از میزان کربن تسهیم یافته به اندام‌های هوایی (شامل دانه (C_P) و اندام هوایی (C_S)) و میزان کربن تسهیم یافته به اندام‌های زیرزمینی ذرت (شامل ریشه (C_R) و تراوه‌های ریشه‌ای² (C_E)) برآورد شد (معادله‌های 1 و 2).

معادله (1) $ANPP = C_P + C_S$

معادله (2) $BNPP = C_R + C_E$

میزان C_P ، C_S و C_R به عنوان 45 درصد عملکرد آن بافت در نظر گرفته شد (معادلات 3 تا 5). C_E نیز از 65 درصد عملکرد ریشه تعیین شد (معادله 6) (Bolinder et al., 2007; Gan et al., 2009; Maher et al., 2010).

معادله (3) $C_P = Y_P \times 0/45$

معادله (4) $C_S = Y_S \times 0/45$

معادله (5) $C_R = Y_R \times 0/45$

معادله (6) $C_E = C_R \times 0/65$

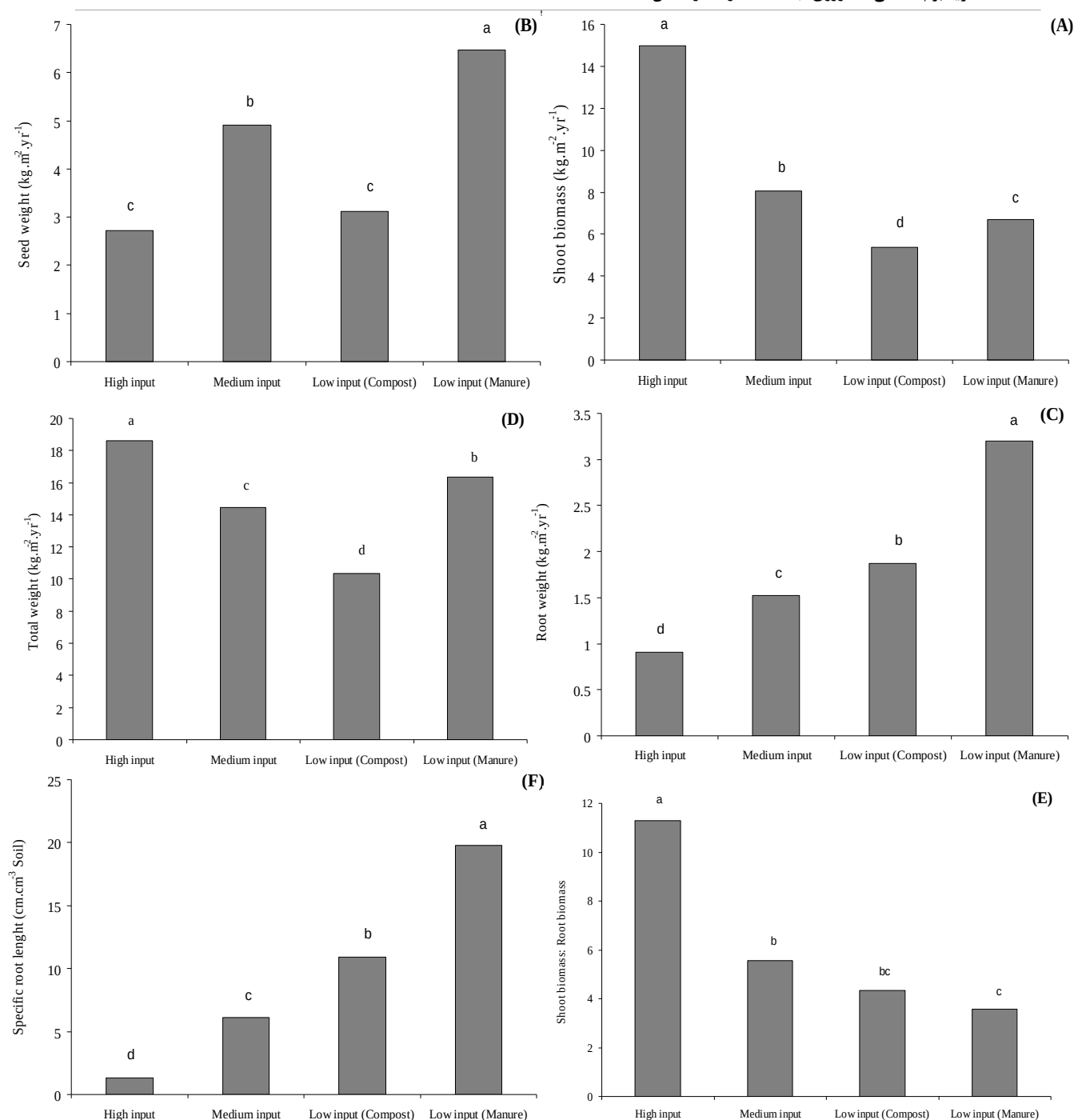
برای برآورد میانگین ضرایب نسبی تسهیم کربن به بافت‌های مختلف ذرت از نسبت تسهیم کربن به آن بافت به تولید کل خالص اولیه استفاده شد. البته لازم به ذکر است که برای تعیین این ضرایب، بایستی مجموع ضرایب نسبی تسهیم کربن به دانه (R_P)، اندام هوایی (R_S)، ریشه (R_R) و تراوه‌های ریشه‌ای (R_E) برابر با یک باشد. سپس میزان کربن سالانه اضافه شده به خاک ($g C m^{-2}$) بر اساس نسبت کربن افزوده شده به خاک از طریق اندام‌های مختلف گیاهی ذرت با استفاده از معادله (7) محاسبه شد (Bolinder et al., 2007; Gan et al., 2009).

معادله (7) $C_i = [C_P \times S_P] + [C_S \times S_S] + [C_R \times S_R] + [C_E \times S_E]$

در این معادله، S_P نسبت کربن اضافه شده از طریق افزوده شدن دانه به خاک (صفر)، S_S نسبت کربن اضافه شده از طریق افزوده شدن اندام هوایی بجز ذرت به خاک (یک)، S_R نسبت کربن اضافه

1- Root specific length (RSL)

2- Extra-root



شکل 1- اثر نظام‌های زراعی بر (الف) وزن اندام هوایی، (ب) وزن دانه، (ج) وزن ریشه، (د) وزن کل زیست توده (کیلوگرم در متر مربع در فصل زراعی)، (ه) نسبت بیوماس اندام هوایی به زیرزمینی و (و) طول مخصوص ریشه (سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب) ذرت (میانگین دو سال)

Fig. 1- Effect of crop management practices on shoot weight, seed weight, root weight, total biomass weight ($\text{kg.m}^{-2}.\text{yr}^{-1}$), shoot biomass: root, and root length ($\text{cm.cm}^{-3} \text{ Soil}$) of corn (The data are means of two years)

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

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

منطقی بنظر می‌رسد.

با بکارگیری عملیات زراعی فشرده نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی افزایش یافت. بطوریکه بیشترین و کمترین نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی به ترتیب در نظام‌های زراعی پرنهاده و کم‌نهاده بر پایه مصرف کود دامی به ترتیب با $11/3$ و $3/5$ حاصل شد. بالاتر بودن زیست توده اندام هوایی (شکل 1- الف) و پایین‌تر بودن زیست توده اندام زیرزمینی ذرت (شکل 1- C) در نظام پرنهاده در مقایسه با سایر نظام‌ها باعث افزایش زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی شد. از طرف دیگر، بالا بودن زیست توده اندام زیرزمینی ذرت در شرایط اعمال نظام کم‌نهاده منجر به کاهش نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی شد (شکل 1- E). بطور کلی، چنین بنظر می‌رسد که استفاده از کودهای معدنی دارای محتوای نیتروژن بالا از طریق فراهمی بسیار زیاد نیتروژن و بر هم زدن تعادل در رشد گیاه باعث تحریک رشد اندام هوایی و به تبع آن بهبود زیست توده آن شده است (Pernia et al., 1980). بنابراین، مصرف کودهای شیمیایی و بکارگیری خاکورزی فشرده به دلیل تخریب ساختمان خاک و سایر ویژگی‌های خاک از جمله ویژگی‌های بیولوژیکی، کاهش رشد اندام زیرزمینی را موجب شده که در نهایت افزایش نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی ذرت را به دنبال داشته است. از طرف دیگر، بهره‌گیری از نظام کم‌نهاده بر پایه عدم استفاده از عملیات خاکورزی و افزایش کاربرد نهاده‌های آلی باعث کاهش این نسبت شد، البته در مقایسه دو نظام زراعی کم‌نهاده، مشاهده می‌شود که تیمار بر مبنای مصرف کود دامی به دلیل تأثیر بهتر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک (جدول 2) باعث بهبود بیشتر نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی در مقایسه با مصرف کمپوست شد. نتایج مطالعات بولیندر و همکاران (Bolinder et al., 2007) دامنه نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی ذرت دانه‌ای را در شرایط مختلف آب و هوایی و مدیریت‌های مختلف زراعی از $3/6$ تا $9/5$ برآورد کردند. آنها دلیل این اختلاف را به شرایط مختلف آب و هوا، بافت خاک و مدیریت زراعی بویژه مصرف کود نسبت دادند. آنها تأکید کردند که بهره‌گیری بیشتر از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار باعث افزایش این نسبت شد. اثر مثبت کود بر نسبت اندام هوایی به زیرزمینی در شرایط مختلف آب و هوایی از جمله انگلستان (Welbank et al., 1974) و سوئد (Paustian et al., 1990) نیز گزارش شده است. گن و همکاران (Gan et al., 2009) گزارش نمودند که زیست توده ریشه بسته به شرایط آب و هوایی منطقه، حاصلخیزی، میزان عملیات خاکورزی و روش و عمق نمونه‌برداری ریشه متفاوت می‌باشد. با توجه به این مطلب، چنین بنظر می‌رسد که دلیل عمده تفاوت در مقادیر محاسبه شده نسبت اندام هوایی به زیرزمینی برای ذرت در این آزمایش با نتایج بولیندر و همکاران

از طرف دیگر، بنظر می‌رسد که مصرف کود دامی با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی (Pernia et al., 1980; Senesi, 1989) در طول دوره رشد گیاه، احتمالاً باعث برقراری تعادل در رشد رویشی و زایشی و در نتیجه بهبود تعادل در تسهیم مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی را به دنبال داشته که این امر در نهایت موجب افزایش وزن دانه در این نظام زراعی در مقایسه با دیگر نظام‌های زراعی شده است.

با اعمال مدیریت زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده، زیست توده ریشه افزایش یافت. بطوریکه بیشترین و کمترین زیست توده ریشه در نظام کم‌نهاده بر مبنای بهره‌گیری از کود دامی و نظام پرنهاده به ترتیب با $3/2$ و $0/9$ کیلوگرم در مترمربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 1- C). از آنجا که کود شیمیایی باعث فراهمی سریع عناصر غذایی برای گیاه می‌شود (Pernia et al., 1980)، بنظر می‌رسد که بوته‌های ذرت در این شرایط بدلیل فراهمی سریع عناصر غذایی، سهم کمتری از مواد فتوسنتزی را به توسعه سیستم ریشه‌ای اختصاص داده که در نهایت باعث کاهش زیست توده اندام زیرزمینی ذرت در شرایط بهره‌گیری از نظام بر مبنای مصرف کود اوره در مقایسه با نظام‌های کم‌نهاده شده است. از طرف دیگر، استفاده از کودهای آلی به دلیل بهبود ساختار فیزیکی و بیولوژیکی خاک (Edwards et al., 2002; Naidu, 1998 & Haynes; Yin et al., 1996)، باعث بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای ذرت و به تبع آن بهبود زیست توده آن شده است. میزان رشد زیست توده اندام زیرزمینی ذرت در شرایط کم‌نهاده با مصرف کود دامی بدلیل محتوای بیشتر عناصر غذایی (جدول 2) بهبود رشد سیستم ریشه‌ای ذرت در سال اول و دوم اجرای آزمایش به ترتیب 76 درصد بالاتر از نظام کم‌نهاده بهره‌مند از کمپوست بود. تأثیر بیشتر کود دامی در مقایسه با کمپوست بر رشد سلمه (*Chenopodium album* L.) توسط والکر و همکاران (Walker et al., 2004) نیز گزارش شده است بطور کلی همانطور که از شکل 1- ج بر می‌آید در نظام‌های مبتنی بر مصرف کودهای آلی، میزان رشد ریشه بدلیل بالاتر بودن میزان معدنی شدن فسفر و به تبع آن افزایش محتوای فسفر محلول خاک (Oberson et al., 1996)، در مقایسه با نظام فشرده بالاتر بوده است.

بیشترین و کمترین زیست توده کل به ترتیب در نظام زراعی پرنهاده و کم‌نهاده در شرایط بهره‌گیری از کمپوست به ترتیب با $18/6$ و $10/3$ کیلوگرم در مترمربع در فصل زراعی مشاهده شد (شکل 1- D). با توجه به بالاتر بودن زیست توده اندام هوایی ذرت (شکل 1- A) در نظام پرنهاده در مقایسه با سایر نظام‌های زراعی و همچنین از آنجا که زیست توده اندام هوایی بخش عمده‌ای از زیست توده کل ذرت را تشکیل می‌دهد، افزایش زیست توده کل در این نظام زراعی

(Bolinder et al., 2007) علاوه بر تأثیر بسزای عملیات خاکورزی و حاصلخیزکننده‌های افزوده شده به خاک به دلیل شرایط آب و هوایی و همچنین روش و عمق نمونه‌برداری ریشه ذرت باشد.

با کاهش عملیات خاکورزی و افزایش استفاده از مواد آلی روندی افزایشی در طول مخصوص ریشه مشاهده شد. بطوریکه بیشترین طول مخصوص ریشه ذرت در نظام زراعی کم‌نهاد برپایه کود دامی با 19/8 سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب خاک و کمترین میزان آن در نظام زراعی پرنهاد با 1/3 سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب خاک (مشاهده شد (شکل 1-F). اگرچه در ظاهر ممکن است چنین تصور شود که عملیات خاکورزی فشرده قادر است تا از طریق برهم زدن خاک، نفوذ و گستردگی ریشه را در خاک بهبود دهد، ولی مشخص است که افزایش خاکورزی احتمالاً از طریق افزایش فشردگی خاک باعث کاهش نفوذ و گستردگی ریشه در خاک شده (Willatta, 1986) که به تبع آن طول مخصوص ریشه ذرت را در نظام پرنهاد کاهش داده است. علاوه بر این، استفاده از کود اوره به دلیل فراهمی سریع عناصر غذایی (Pernia et al., 1980)، باعث نیاز کمتر گیاه به توسعه سیستم ریشه‌ای و به تبع آن کاهش تسهیم مواد فتوسنتزی به این اندام شده که در نهایت کاهش طول مخصوص ریشه را در نظام فشرده در مقایسه با سایر نظام‌های زراعی به دنبال داشته است. از طرف دیگر، از آنجا که نهاده‌های آلی افزوده شده به خاک حاوی مقداری سایر عناصر غذایی و بویژه فسفر بوده (جدول 2) و فسفر هم نقش به سزایی بر بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای دارد (López-Bucio et al., 2002) و هم آنکه عنصری مؤثر برای بهبود رشد ذرت محسوب می‌شود (Miransari et al., 2009)، بهره‌گیری از این مواد آلی باعث بهبود طول مخصوص ریشه شد (شکل 1-F). منگل و باربر (Mengel & Barner, 1973) بیشترین مقدار طول مخصوص ریشه ذرت را 4/1 سانتی‌متر بر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش کردند که دلیل تفاوت نتایج این محققین با نتایج حاصل از این آزمایش احتمالاً ناشی از حجم ماده آلی افزوده شده به خاک و از طرف دیگر کاهش عملیات خاکورزی بوده که در نهایت باعث بهبود رشد و توسعه زیاد سیستم ریشه‌ای ذرت شده است. کاسپر و همکاران (Kasper et al., 1990) با بررسی اثر نظام‌های مختلف خاکورزی (بدون شخم¹، شخم پشته‌ای² و شخم با گاوآهن قلمی³) و فشرده‌سازی خاک ناشی از حرکت ماشین آلات بر رشد ریشه ذرت گزارش نمودند که با افزایش فشردگی ناشی از حرکت تراکتور بر سطح خاک رشد ریشه کاهش یافت که این امر باعث کاهش طول مخصوص ریشه شد.

اثر مدیریت نظام زراعی بر شاخص برداشت ذرت در شکل 2

نشان داده شده است.

بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در نظام‌های زراعی کم‌نهاد بر پایه مصرف کود دامی و پرنهاد به ترتیب با 67/6 و 17/4 درصد مشاهده شد (شکل 2). چنین بنظر می‌رسد که بالاتر بودن وزن دانه (شکل 1-B) و احتمالاً برقراری تعادل بیشتر در رشد اندام‌های مختلف باعث بهبود شاخص برداشت در نظام کم‌نهاد با مصرف کود دامی شده است. از طرف دیگر، بالاتر بودن زیست توده اندام هوایی (شکل 1-D) در شرایط اعمال نظام فشرده منجر به کاهش شاخص برداشت ذرت شده است. بولیندر و همکاران (Bolinder et al., 2007) نیز شاخص برداشت ذرت دانه‌ای را 50 درصد گزارش کردند.

تأثیر نظام‌های زراعی بر ضرایب و میزان تسهیم کربن به بافت‌های مختلف و تولید خالص اولیه ذرت

اثر نظام مختلف زراعی بر ضرایب نسبی تسهیم کربن به بافت‌های مختلف ذرت شامل دانه (R_p)، اندام هوایی (R_s)، ریشه (R_r) و تراوه‌های ریشه‌ای (R_E) معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود. نتایج مقایسه میانگین ضرایب نسبی تسهیم کربن به بافت‌های ذرت و ضریب نسبی تولید اولیه خالص اضافه شده به خاک (R_i) در نظام‌های مختلف زراعی در جدول 3 ارائه شده است.

دامنه ضرایب نسبی تسهیم کربن برای بافت‌های مختلف ذرت در نظام‌های مختلف زراعی شامل R_p ، R_s ، R_r و R_E به ترتیب برابر با 0/10-0/17، 0/19-0/52، 0/23-0/39 و 0/15-0/25 برآورد شد (جدول 3). بولیندر و همکاران (Bolinder et al., 2007) R_s ، R_p و R_r را برای ذرت دانه‌ای به ترتیب 0/368، 0/387 و 0/138 و 0/089 برآورد کردند.

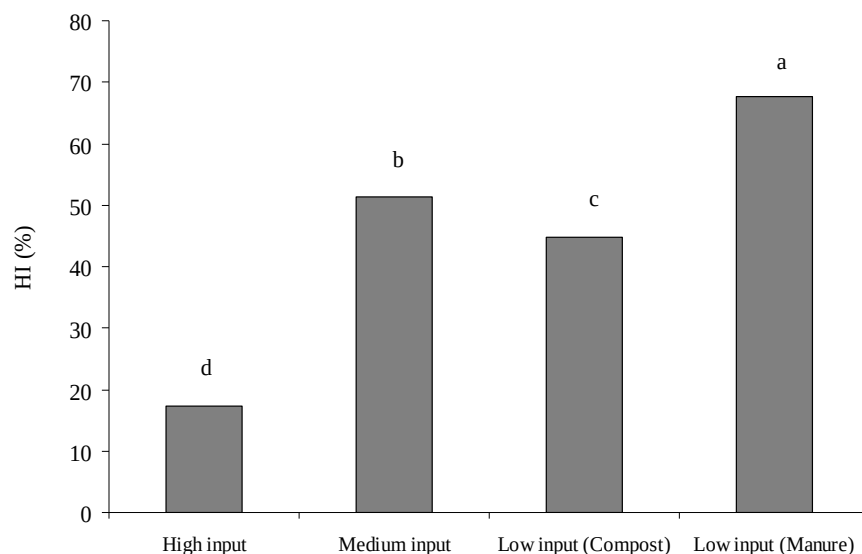
اثر مدیریت نظام زراعی بر ضریب نسبی تولید اولیه خالص اضافه شده به خاک (R_i) برای ذرت معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود. با اعمال مدیریت زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاد، R_i افزایش یافت. بطوریکه بیشترین میزان R_i در نظام زراعی کم‌نهاد بر مبنای مصرف کود دامی با 0/90 و کمترین میزان آن در نظام پرنهاد با 0/83 بدست آمد (جدول 3). بولیندر و همکاران (Bolinder et al., 2007) دامنه R_i را برای ذرت دانه‌ای 0/27-0/61 برآورد کردند.

نظام‌های مختلف زراعی اثر معنی‌داری ($p \leq 0/01$) بر میزان کربن تسهیم یافته به دانه، اندام‌های هوایی، ریشه و تراوه‌های ریشه‌ای، تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی و زیرزمینی، تولید کل خالص اولیه و کل کربن اضافه شده به خاک داشتند. اثر نظام‌های مختلف زراعی بر میزان کربن تسهیم یافته به دانه (C_p)، میزان کربن تسهیم یافته به اندام‌های هوایی (C_s)، میزان کربن تسهیم یافته به ریشه (C_r) و میزان کربن تسهیم یافته برای تراوه‌های ریشه‌ای (C_E) در شکل 3 نشان داده شده است.

1- No-till

2- Ridge-till

3- Chisel plow



شکل 2- اثر نظام‌های مختلف زراعی بر شاخص برداشت (درصد) ذرت (میانگین دو سال)

Fig. 2- Effect of crop management practices on HI of corn. The data are means of two years

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

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

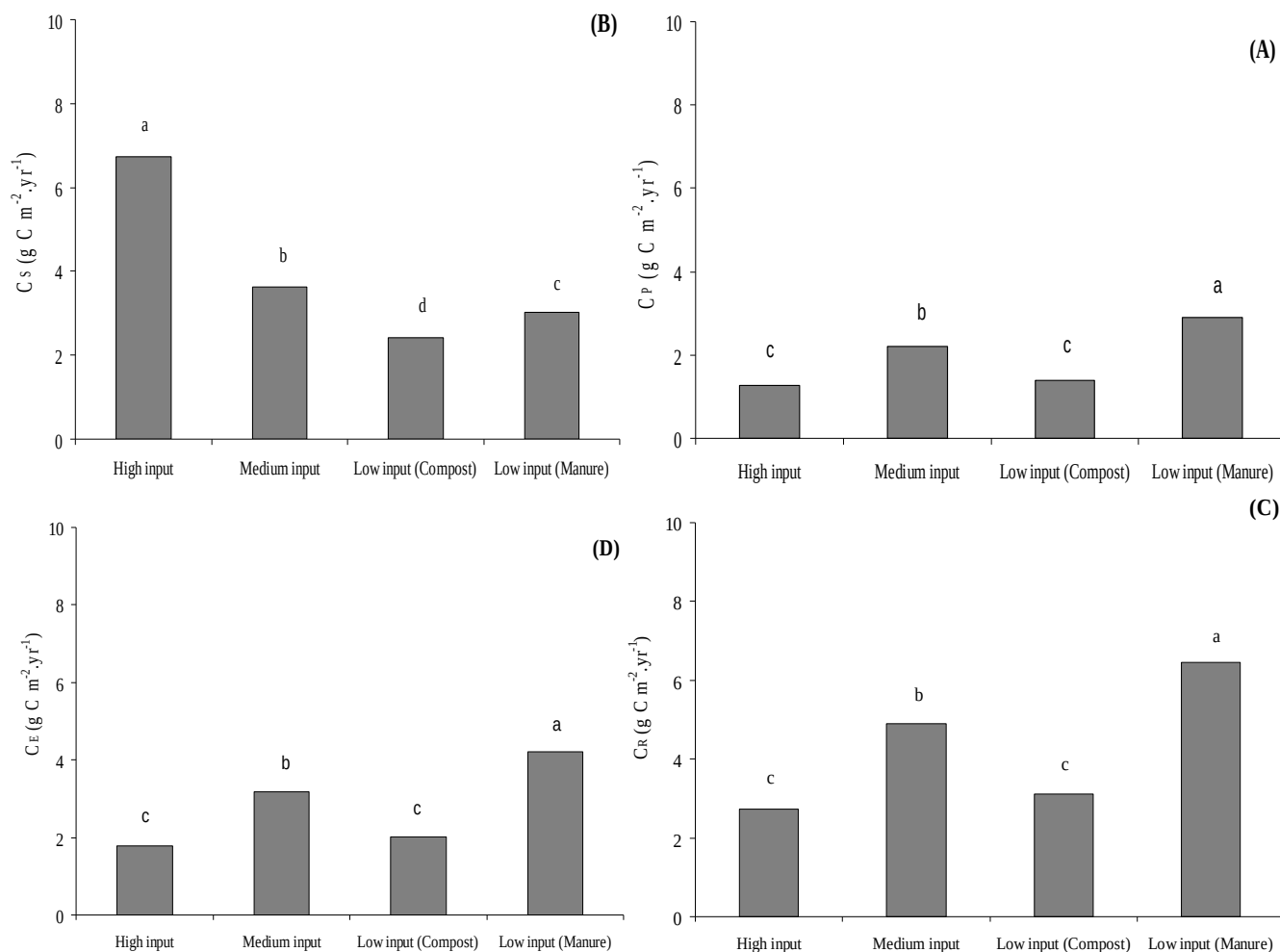
جدول 3- مقایسه میانگین ضرایب نسبی تسهیم کربن به بافت‌های مختلف ذرت (شامل دانه (R_p), اندام هوایی (R_s), ریشه (R_r) و تراوده‌های ریشه‌ای (R_e)) و ضریب نسبی تولید اولیه خالص اضافه شده به خاک (R_i) در نظام‌های مختلف زراعی (میانگین دو سال)

Table 3- Mean comparisons of relative carbon allocation coefficients to various tissues (seed (R_p), shoot (R_s), Root (R_r) and extra-root (R_e) and relative coefficient of added net primary productivity to soil (R_i) of corn in different crop management practices (The data are means of two years)

Relative carbon allocation coefficients					نظام‌های مختلف زراعی Different crop management practices
R _i	R _E	R _R	R _S	R _P	
0.898a	0.148c	0.227c	0.523a	0.102c*	نظام پرنهاده High input
0.842b	0.229b	0.351b	0.262b	0.158b	نظام متوسط نهاده Medium input
0.845b	0.224b	0.345b	0.276b	0.155b	نظام کم‌نهاده بر پایه کمپوست Low input
0.826c	0.251a	0.386a	0.190c	0.174a	نظام کم‌نهاده بر پایه کود دامی Low input
0.853	0.213	0.327	0.213	0.147	میانگین Mean

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

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).



شکل 3- اثر نظام‌های مختلف زراعی بر میزان کربن تسهیم یافته به (الف) دانه (C_P)، (ب) اندام‌های هوایی (C_S)، (ج) ریشه (C_R) و (د) ترشحات ریشه‌ای (C_E) (گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) ذرت (میانگین دو سال)

Fig. 3- Mean of corn allocated carbon to (A) seed (C_P), (B) shoot (C_S), (C) root (C_R) and (D) extra-root (C_E) ($\text{gm}^{-2} \text{C yr}^{-1}$) of corn in different crop management practices (The data are means of two years)

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

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

به اندام زایشی شده است. از طرف دیگر، آزادسازی تدریجی عناصر غذایی ناشی از مصرف کودهای آلی باعث برقراری تعادل مناسب بین رشد رویشی و زایشی شده است (Radosevich et al., 1997; Lambers et al., 2008).

افزایش مدیریت زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول پرنهاده باعث افزایش میزان کربن تسهیم یافته به اندام‌های هوایی شد. بطوریکه بیشترین و کمترین میزان کربن تسهیم یافته به اندام‌های هوایی در نظام‌های زراعی پرنهاده با 6/7 گرم کربن بر متر مربع در

با اعمال مدیریت زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاد، میزان کربن تسهیم یافته به دانه افزایش یافت. بطوریکه بیشترین میزان کربن تسهیم یافته به دانه در نظام زراعی کم‌نهاد بر مبنای مصرف کود دامی با 2/9 گرم کربن بر متر مربع در در فصل زراعی و کمترین میزان آن در نظام پرنهاده با 1/2 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 3- A). همانگونه که قبلاً نیز بیان شد، بنظر می‌رسد که فراهمی سریع عناصر غذایی در نتیجه مصرف کود اوره باعث تحریک رشد رویشی و در نتیجه کاهش تسهیم کربن

میزان را 65 درصد برآورد کردند. برخی تحقیقات (Gerke, 1994; Jones & Darrah, 1994) نشان داده است که تراوه‌های ریشه‌ای علاوه بر تأمین کربن مورد نیاز برای جمعیت میکروبی خاک و در نتیجه بهبود رشد و فعالیت آنها در خاک، از طریق کلاته کردن¹ و واجدبی² عناصر کم‌محلولی همچون فسفر و آهن به آزاد شدن عناصر غذایی نیز کمک می‌کنند. کلارهم (Clarholm, 1994) گزارش نمود که تراوه‌های ریشه‌ای بعنوان پیش‌ماده‌های اولیهٔ پارانرژی برای میکروارگانیسم‌های خاکزی محسوب می‌شوند که فراوانی جوامع میکروبی ریزوسفر و اطراف آنرا حمایت می‌کنند. بنابراین بنظر می‌رسد که احتمالاً تولید این نوع مواد آلی در نظام‌های مبتنی بر مصرف نهاده‌های آلی علاوه بر بهبود مستقیم ویژگی‌های خاک، می‌تواند تأثیر بسزایی بر تحریک رشد و بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی داشته باشد

اثر نظام‌های مختلف زراعی بر تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی و زیرزمینی ذرت در شکل 4 نشان داده شده است. بیشترین کمترین تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی ذرت به ترتیب در نظام‌های زراعی پرنهاده و کم‌نهاده بر پایه مصرف کمپوست به ترتیب با 7/7 و 3/9 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 4-22). بالاترین تولید خالص اولیه اندام‌های زیرزمینی ذرت در نظام کم‌نهاده مبنی بر کاربرد کود دامی (10/7 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) و کمترین میزان آن در نظام پرنهاده (4/5 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) حاصل شد (شکل 4). بطور کلی اعمال مدیریت پرنهاده ذرت بر مبنای اعمال خاکورزی بیشتر و مصرف کود شیمیایی نیتروژن‌دار باعث افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های هوایی و در نتیجه افزایش تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی ذرت شد. از طرف دیگر، بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده بر مبنای مصرف کودهای آلی و کاهش استفاده از عملیات خاکورزی منجر به افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های زیرزمینی و به تبع آن بهبود تولید خالص اولیه اندام‌های زیرزمینی شد. چنین بنظر می‌رسد که با افزایش فشردگی خاک تحت تأثیر افزایش عملیات خاکورزی (Abbotte & Murphy, 2007)، رشد اندام‌های زیرزمینی کاهش یافته که کاهش تسهیم مواد فتوسنتزی به آنها و در نتیجه کاهش تولید خالص اولیه اندام‌های زیرزمینی را به دنبال داشته است. از طرف دیگر، مصرف کودهای آلی و کاهش عملیات خاکورزی با بهبود ویژگی‌های خاک (Haynes & Naidu, 1998; Abbotte & Murphy, 2007) تسهیم مواد فتوسنتزی به اندام‌های زیرزمینی و به تبع آن بهبود تولید خالص اولیه اندام‌های زیرزمینی را منجر شده است. همچنین مصرف کودهای شیمیایی به دلیل فراهمی سریع عناصر غذایی (Senesi, 1989) و همچنین اختلال در رشد اندام‌های مختلف گیاهی (Pernia et al., 1980)، رشد بیشتر اندام‌های هوایی را به دنبال داشته است.

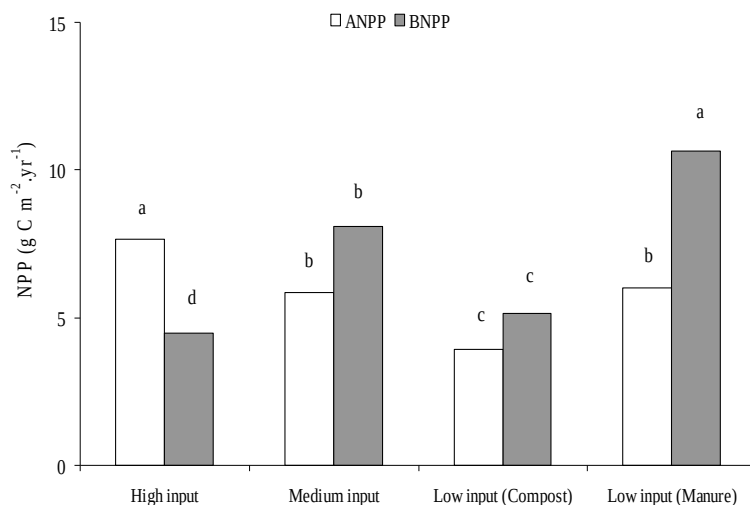
فصل زراعی و کم‌نهاده بر پایه کمپوست با 2/4 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی مشاهده شد (شکل 3-B). از آنجا که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه از طریق فراهمی سریع نیتروژن، عاملی مؤثر بر تحریک رشد رویشی، سطح برگ و ارتفاع گیاهان می‌باشد (Lambers et al., 2008)، بالاتر بودن میزان مصرف آن در نظام فشرده باعث افزایش تولید ماده فتوسنتزی و به تبع آن فزونی گرفتن تسهیم مواد فتوسنتزی برای رشد اندام‌های هوایی در مقایسه با سایر نظام‌های زراعی شده است.

بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده بر مبنای مصرف کودهای آلی و کاهش استفاده از عملیات خاکورزی به دلیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک برای رشد ریشه، افزایش میزان کربن اختصاص یافته به ریشه شد. بطوریکه بیشترین و کمترین میزان تسهیم کربن به ریشه در نظام‌های زراعی کم‌نهاده بر مبنای مصرف کود دامی و نظام پرنهاده به ترتیب با 6/5 و 2/7 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 3-C). با توجه به این مطلب که مصرف کودهای شیمیایی فراهمی سریع عناصر غذایی را برای گیاهان به همراه دارد (Pernia et al., 1980)، بنظر می‌رسد که مصرف دوره منجر به فراهمی سریع مواد غذایی شده که به تبع آن دلیل نیاز کمتر گیاه برای گسترش سیستم ریشه‌ای، کاهش تسهیم مواد فتوسنتزی به آن را به دنبال داشته است (Radosevich et al., 1997; Lambers et al., 2008). همچنین استفاده از عملیات خاکورزی فشرده به دلیل تخریب ساختار خاک و فشرده‌سازی آن مانع رشد ریشه و به تبع آن کاهش میزان تسهیم مواد فتوسنتزی برای رشد آن شده است. از طرف دیگر، استفاده از نهاده‌های آلی به دلیل بهبود ویژگی‌های خاک (Haynes & Naidu, 1998; Abbotte & Murphy, 2007) و فراهمی تدریجی عناصر غذایی در طول فصل رشد و همراه با رشد گیاه (Senesi, 1989)، سبب بهبود رشد و تسهیم بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه شده است.

با توجه به این مطلب که میزان کربن تسهیم یافته برای تراوه‌های ریشه‌ای متأثر از میزان تسهیم کربن به ریشه می‌باشد (Bolinder et al., 2007) و همچنین از آنجا که با کاهش عملیات خاکورزی و بویژه استفاده از نهاده‌های آلی میزان تسهیم کربن برای ریشه افزایش یافت (شکل 3-C). لذا با اعمال بهره‌گیری از اصول کم‌نهاده در مدیریت ذرت، میزان تسهیم کربن برای تراوه‌های ریشه‌ای افزایش یافت. بطوریکه بیشترین میزان کربن تسهیم یافته برای تراوه‌های ریشه‌ای ذرت در نظام زراعی کم‌نهاده بر پایه مصرف کود دامی با 4/2 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی و کمترین میزان آن در نظام زراعی کم‌نهاده بر پایه مصرف کمپوست با 1/8 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی مشاهده شد (شکل 3-D). گیوین (Nguyen, 2003) گزارش نمود که 17 درصد از کربن خالص تثبیت شده در فتوسنتز بوسیله ریشه‌ها بعنوان تراوه‌های ریشه‌ای مدنظر قرار می‌گیرد، البته بولیندر و همکاران (Bolinder et al., 2007) این

1- Chelation
2- Desorption

اثر نظام‌های مختلف زراعی بر تولید خالص اولیه ذرت در شکل 5 نشان داده شده است.

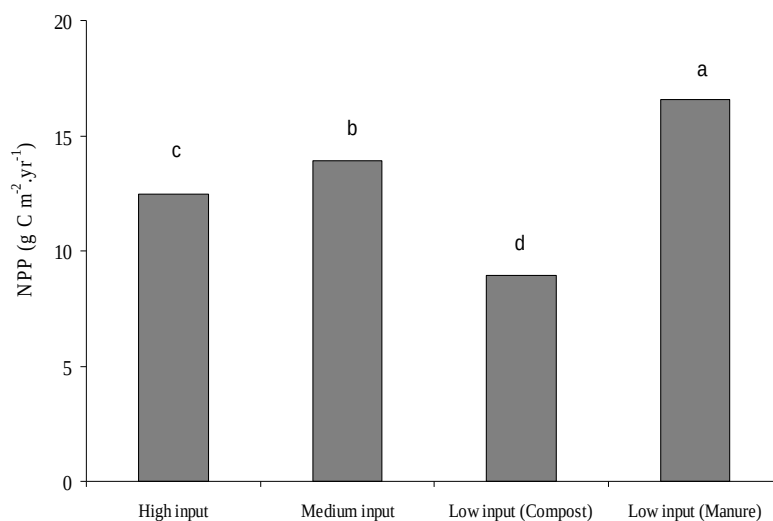


شکل 4- اثر نظام‌های مختلف زراعی بر تولید خالص اولیه اندام‌های هوایی (ANPP) و زیرزمینی (BNPP) ذرت (گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) (میانگین دو سال)

Fig. 4- Effect of cropping systems on above-ground net primary productivity (ANPP) and below-ground net primary productivity (BNPP) (g C m⁻² .yr⁻¹) of corn (The data are means of two years)

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

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).



شکل 5- اثر نظام‌های مختلف زراعی بر تولید خالص اولیه (NPP) (گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی) ذرت (میانگین دو سال)

Fig. 5- Effect of cropping systems on net primary production (NPP) (g C m⁻² .yr⁻¹) of corn (The data are means of two years)

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

Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

توده اندام هوایی و نسبت زیست توده اندام هوایی به زیرزمینی افزایش و وزن دانه، وزن و طول مخصوص ریشه ذرت کاهش یافت. همچنین با اعمال مدیریت کم‌نهاد نظام زراعی میزان کربن تسهیم یافته به دانه، ریشه و تراوهای ریشه‌ای افزایش و میزان تسهیم کربن به اندام‌های هوایی کاهش یافت. بطور کلی مدیریت فشرده نظام زراعی از طریق بر هم زدن تعادل در رشد اندام هوایی و زیرزمینی باعث افزایش تسهیم کربن به اندام هوایی و در نتیجه افزایش زیست توده آنها شد. مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاد می‌تواند از طریق کاهش عملیات خاکورزی و مصرف انواع نهاده‌های شیمیایی باعث کاهش انتشار دی اکسید کربن به اتمسفر شود. علاوه بر این، مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم‌نهاد به دلیل بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و همچنین آزدسازی تدریجی عناصر غذایی همراه با رشد گیاه باعث افزایش تسهیم کربن به بافت‌های زیرزمینی و به تبع آن افزایش زیست توده اندام‌های زیرزمینی ذرت شد که این امر از طریق حفظ و اضافه کردن بقایای ریشه‌ای گیاه به در خاک می‌تواند علاوه بر تأثیر مثبت بر بهبود ویژگی‌های خاک با حفظ کربن در خاک مانع انتشار آن به اتمسفر شده که در نتیجه برای کاهش تولید دی اکسید کربن و پیامدهای ناشی از آن همچون گرمایش جهانی و تغییر اقلیم مؤثر باشد.

بیشترین و کمترین تولید خالص اولیه ذرت در نظام‌های زراعی پرنهاد و نظام کم‌نهاد بر پایه مصرف کمپوست به ترتیب با 16/6 و 8/9 گرم کربن بر متر مربع در فصل زراعی بدست آمد (شکل 5). بطور کلی، پایین‌تر بودن میزان تسهیم مواد فتوسنتزی برای رشد اندام‌های مختلف در نظام کم‌نهاد بر پایه مصرف کمپوست (شکل 3)، باعث کاهش تولید زیست توده اندام‌های مختلف (شکل 1) و در نهایت کاهش تولید خالص اولیه در این نظام در مقایسه با دیگر نظام‌های زراعی شد. از طرف دیگر، عدم بهره‌گیری از عملیات خاکورزی همراه با مصرف کود دامی به دلیل تأثیر مثبت بر ویژگی‌های ریشی و زایشی گیاه (شکل 1)، در نهایت تولید بالاترین میزان تولید خالص اولیه را در بین نظام‌های مختلف زراعی به دنبال داشت. نتایج بررسی شیمیزو و همکاران (Shimizu et al., 2009) نشان داد در صورتی که میزان کاهش محتوی کربن خاک در شرایط استفاده از کودهای شیمیایی (و حتی عدم استفاده از کود در خاک) لحاظ شود، میزان تولید خالص اولیه در صورت استفاده از کودهای آلی افزایش می‌یابد. کخ و همکاران (Kutsch et al., 2010) نیز بیان داشتند که مدیریت‌های مختلف بوم‌نظام و تناوب‌های زراعی تأثیر زیادی بر تولید خالص اولیه گیاه داشت.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که با اعمال مدیریت فشرده نظام زراعی، زیست

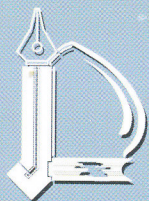
منابع

- 1- Abbotte, L.K., and Murphy, D.V. 2007. Soil Biological Fertility: a Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer, Technology and Engineering, 268 pp.
- 2- Antle, J.M. 1995. Climate change and agriculture in developing countries. *American Journal of Agricultural Economics* 77: 741-46.
- 3- Betts, R.A., Falloon, P., Goldewijk, K.K., and Ramankutty, N. 2007. Biogeophysical effects of land use on climate: model simulations of radiative forcing and large-scale temperature change. *Agricultural and Forest Meteorology* 142: 216-233.
- 4- Bolinder, M.A., Janzen, H.H., Gregorich, E.G., Angers, D.A., and Vanden Bygaart, A.J. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118(1-4): 29-42.
- 5- Clarholm, M. 1994. The microbial loop in soil. In: *Beyond Biomass*. K. Ritz, J. Dighton, and K.E. Giller (Eds.). pp. 221- 238. Wiley, USA.
- 6- Duiker, S.W., and Lal, R. 2000. Carbon budget study using CO₂ flux measurement from a no till system in cereal Ohio. *Soil and Tillage Research* 54: 21-30.
- 7- Edwards J.H., Wood C.W., Thurlow D.L., Ruf M.E. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a hapludult soil. *Soil Science Society of America Journal* 56(5): 1577-1582.
- 8- Gan, Y.T., Campbell, C.A., Janzen, H.H., Lemke, R.L., Basnyata, P., and Mc Donald, C.L. 2009. Carbon input to soil from oilseed and pulse crops on the Canadian prairies. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132(3-4): 290-297.
- 9- Gerke, J. 1994. Kinetics of soil phosphate desorption as affected by citric acid. *Zeitscht fur Pflanzenernahrung und Bodenkunde* 157: 17-22.
- 10- Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51(2): 123-137.
- 11- Heinemann, A.B., Maia, H.N., Dourado-Neto, A.D., Ingram, K.T., and Hoogenboom, G. 2005. Soybean (*Glycine*

- max* L. Merr.) growth and development response to CO₂ enrichment under different temperature regimes. *European Journal of Agronomy* 24: 52-61
- 12- Hu, S., and Zhang, W. 2004. Impact of Global Change on biological processes in soil implications for agroecosystem management. *Journal of Crop Improvement* 12 (1/2): 289-314.
 - 13- Jones, D.L., and Darrah, P.R. 1994. Amino acid influx at the soil-root interface of *Zea mays* L. and its implications in the rhizosphere. *Plant and Soil* 163: 1-12.
 - 14- Kaspar, T.C., Brown, H.J., and Kassmeyer, E.M. 1990. Corn root distribution as affected by tillage, wheel Traffic, and fertilizer placement. *Soil Science Society of America Journal* 55(5): 1390-1394.
 - 15- Korner, C. 2003. Carbon limitation in trees. *Journal of Ecology* 91: 4-17.
 - 16- Kutsch, W.L., Aubinet, M., Buchmann, N., Smith, P., Osborne, B., Eugster, W., Wattenbach, M., Schrumph, M., Schulze, E.D., Tomelleri, E., Ceschia, E., Bernhofer, C., Béziat, P., Carrarai, A., Di Tommasi, P., Grünwald, T., Jones, M., Magliulo, V., Marloie, O., Moureaux, C., Olioso, A., Sanz, M.J., Saunders, M., Søgaard, H., and Ziegler, W. 2010. The net biome production of full crop rotations in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139(3): 336-345.
 - 17- Lambers, H., Chapin, F.S., and Pones, T.L. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2nd Edition Springer. 604 pp.
 - 18- López-Bucio, J., Hernández-Abreu, E., Sánchez-Calderón, L., Nieto-Jacobo, M.F., Simpson, J., and Herrera-Estrella, L. 2002. Phosphate availability alters architecture and causes changes in hormone sensitivity in the *Arabidopsis* root system. *Plant Physiology* 129: 244-256.
 - 19- Maher, R.M., Asbjornsen, H., Kolka, R.K., Cambardella, C.A., Raich, J.W. 2010. Changes in soil respiration across a chronosequence of tallgrass prairie reconstructions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* xx-xx.
 - 20- Mc Conkey, B.G., Liang, B.C., Campbell, C.A., Curtin, D., Moulin, A., Brandt, S.A., and Lafond, G.P. 2003. Crop rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian prairie soils. *Soil and Tillage Research* 74: 81-90.
 - 21- Mengel, D.B., and Barber, S.A. 1973. Development and distribution of the corn root system under field conditions. *Agronomy Journal* 66(3): 341-344.
 - 22- Miransari M., Bahrami H.A., Rejali F., Malakouti M.J. 2009. Effects of soil compaction and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) nutrient uptake. *Soil and Tillage Research* 103: 282-290.
 - 23- Nguyen, C. 2003. Rhizodeposition of organic C by plants: mechanisms and controls. *Agronomie* 23: 375-396.
 - 24- Oberson, A., Besson, J.M., Maire, N., and Sticher, H. 1996. Microbiological transformations in soil-organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems. *Biology and Fertility of Soils* 21: 138-148.
 - 25- Osborne, B., Saunders, M., Walmsley, D., Jones, M., and Smith, P. 2010. Key questions and uncertainties associated with the assessment of the cropland greenhouse gas balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139(3): 293-301.
 - 26- Paustian, K., Andren, O., Clarholm, M., Hanson, A.C., Johansson, G., Lagerlof, J., Lindberg, T., Pettersson, R., and Schlenius, B. 1990. Carbon and nitrogen budgets of four agroecosystems with annual and perennial crops, with and without nitrogen fertilization, *Journal of Applied Ecology* 27: 60-84.
 - 27- Pernia, S.D., Hill, A., and Ortiza, C.L. 1980. Urea turnover during prolonged fasting in the northern elephant seal. *Comparative Biochemistry and Physiology (Part B: Comparative Biochemistry)* 65(4): 731-734.
 - 28- Radosevich, S.R., Holt, J.S., and Ghersa, C. 1997. *Weed Ecology: Implications for Management*. John Wiley and Sons, Science, 589 pp.
 - 29- Rosenzweig, C., and Parry, M.L. 1994. Potential impacts of climate change on world food supply. *Nature* 367: 133-138.
 - 30- Salinger, J. 2007. Agriculture's influence on climate during the Holocene. *Agricultural and Forest Meteorology* 142: 96-102.
 - 31- Saunders, M.A. 1998. Global warming: the view in 1998. Beneld Greig Hazard Research Centre Report, University College London.
 - 32- Senesi, N. 1989. Composted materials as organic fertilizers. *Science of the Total Environment* 81-82: 521-542.
 - 33- Shimizu, M.M., Marutani, S., Desyatkin, A.R., Jin, T.J., Hata, H., and Hatano, R. 2009. The effect of manure application on carbon dynamics and budgets in a managed grassland of Southern Hokkaido, Japan. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 130: 31-40.
 - 34- Tenant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology* 63: 995-1001.
 - 35- Walker, D.J., Clemente, R., and Bernal, M.P. 2004. Contrasting effects of manure and compost on soil pH, heavy metal availability and growth of *Chenopodium album* L. in a soil contaminated by pyritic mine waste. *Chemosphere* 57(3): 215-224.
 - 36- Welbank, P.J., Gibb, M.J., Taylor, P.J., and Williams, E.D. 1974. Root growth of cereal crops. Rothamsted Experiment Station Report, Part 2, 26-66.
 - 37- Willatta S.T. 1986. Root growth of winter barley in a soil compacted by the passage of tractors. *Soil and Tillage Research* 7(1/2): 41-50.
 - 38- Yin Y., Allen H.E., Li Y., Huang C.P., and Sanders P.F. 1996. Adsorption of mercury (II) by soil: effects of pH, chloride, and organic matter. *American Society of Agronomy* 25(4): 837-844.

Contents

Paper topic	Page
Investigation of growth indices and yield of canola (<i>Brassica napus</i> L.) in competition with wild mustard (<i>Sinapis arvensis</i> L.) as influenced by different amount of nitrogen application F. Soleymani , G. Ahmadvand and B. Saadatian	537
Qualitative and qualitative characteristics of milk thistle (<i>Silybum marianum</i> L.) in response to organic, biological and chemical fertilizers R. Yazdani Biuki, P. Rezvani Moghaddam, H.R. Khazaie and A.R. Astaraei	548
Evaluation of ecophysiological characteristics of intercropping of millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) and cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.) A. Ghanbari, M. Nasirpour and A. Tavassoli	556
Effect of some plant growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on morphological characteristics of german chamomile (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) S. Dastborhan, S. Zehtab-Salmasi, S. Nasrollahzadeh and A.R. Tavassoli	565
Evaluation of special, functional and structural diversity of weeds community in pistachios (<i>Pistacia vera</i> L.) orchards of Bardaskan County S. Elahi, R. Sadrabadi Haghighi and L. Alimoradi	574
Effect of leaf extracts of sweet wormwood and castor bean in reducing population of root-knot nematode (<i>Meloidogyne incognita</i>) on cucumber N. Katooli, E. Mahdikhani Moghadam and R. Maghsodlu	587
Effect of <i>Azotobacter chroococcum</i> and <i>Azospirillum lipoferum</i> on the release of soil potassium in pot culture of soybean (<i>Glycine max</i> var. Williams) E. Dordipour, A. Farshadirad and M. H. Arzanesh	593
Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on yield and heavy metal accumulation in soil and black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.) F. Akbarnejad, A.R. Astaraei, A. Fotovat and M. Nassiri Mahallati	600
New corn (<i>Zea mays</i> L.) hybrids grouping based on morphological traits, yield and its components J. Mosa Abadi, S. Khavari Khorasani, B. Syah Sar, A. Esmaili and N. Mahdi Nejad	609
Evaluation the impact of habitat quality on the soil fauna in Jajarm region G.A. Rassam, N. Latifi, A. Soltani and B. Kamkar	617
Effect of deficit irrigation on growth and yield of spring safflowers (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) genotypes in Birjand B.E. Moosavifar, M.A. Behdani, M. Jami Alahmadi, M.S. Hosaini Bojd	627
Impact of humic acid on growth properties and yield components of three tomato varieties (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.) B. Salehi, A. Bagherzadeh and M. Ghasemi	640
Autecology of <i>Astragalus arpilobus</i> Kar. & Kir, a promised species for restoration of the winter rangelands in the northeast of Iran M. Jankju, F. Mellati, F. Noedoost and A. Bozorgmehr	648
Effect of irrigation intervals on some morphophysiological traits of sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) ecotypes M. Goldani	658
Effect of different crop management systems on net primary productivity and relative carbon allocation coefficients for corn (<i>Zea mays</i> L.) S. Khorramdel, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Khorasani	667
English abstracts	681-696



Ferdowsi University
of Mashhad

Vol. 2 No. 4

Winter 2010

Agroecology

ISSN: 2008-7713

Contents

Investigation of growth indices and yield of canola (<i>Brassica napus</i> L.) in competition with wild mustard (<i>Sinapis arvensis</i> L.) as influenced by different amount of nitrogen application	537
F. Soleymani, G. Ahmadvand and B. Saadatian	
Qualitative and qualitative characteristics of milk thistle (<i>Silybum marianum</i> L.) in response to organic, biological and chemical fertilizers	548
R. Yazdani Biuki, P. Rezvani Moghaddam, H.R. Khazaie and A.R. Astaraei	
Evaluation of ecophysiological characteristics of intercropping of millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.) and cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	556
A. Ghanbari, M. Nasirpour and A. Tavassoli	
Effect of some plant growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on morphological characteristics of german chamomile (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	565
S. Dastborhan, S. Zehtab-Salmasi, S. Nasrollahzadeh and A.R. Tavassoli	
Evaluation of special, functional and structural diversity of weeds community in pistachios (<i>Pistacia vera</i> L.) orchards of Bardaskan County	574
S. Elahi, R. Sadrabadi Haghighi and L. Alimoradi	
Effect of leaf extracts of sweet wormwood and castor bean in reducing population of root-knot nematode (<i>Meloidogyne incognita</i>) on cucumber	587
N. Katooli, E. Mahdikhani Moghadam and R. Maghsodlu	
Effect of <i>Azotobacter chroococcum</i> and <i>Azospirillum lipoferum</i> on the release of soil potassium in pot culture of soybean (<i>Glycine max</i> var. Williams)	593
E. Dordipour, A. Farshadirad and M. H. Arzanesh	
Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on yield and heavy metal accumulation in soil and black cumin (<i>Nigella sativa</i> L.)	600
F. Akbarnejad, A.R. Astaraei, A. Fotovat and M. Nassiri Mahallati	
New corn (<i>Zea mays</i> L.) hybrids grouping based on morphological traits, yield and its components	609
J. Mosa Abadi, S. Khavari Khorasani, B. Syah Sar, A. Esmaili and N. Mahdi Nejad	
Evaluation the impact of habitat quality on the soil fauna in Jajarm region	617
G.A. Rassam, N. Latifi, A. Soltani and B. Kamkar	
Effect of deficit irrigation on growth and yield of spring safflowers (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) genotypes in Birjand	627
B.E. Moosavifar, M.A. Behdani, M. Jami Alahmadi, M.S. Hosaini Bojd	
Impact of humic acid on growth properties and yield components of three tomato varieties (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.)	640
B. Salehi, A. Bagherzadeh and M. Ghasemi	
Autecology of <i>Astragalus arpilobus</i> Kar. & Kir, a promised species for restoration of the winter rangelands in the northeast of Iran	648
M. Jankju, F. Mellati, F. Noedoost and A. Bozorgmehr	
Effect of irrigation intervals on some morphophysiological traits of sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) ecotypes	658
M. Goldani	
Effect of different crop management systems on net primary productivity and relative carbon allocation coefficients for corn (<i>Zea mays</i> L.)	667
S. Khorramdel, A. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Khorasani	
English abstracts	681-696