

اثر تاریخ‌های مختلف کاشت برخی گیاهان همراه بر کنترل علف‌های هرز، صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) سینگل کراس ۵۰۴

فرهود یگانه‌پور^{۱*}، سعید زهتاب سلماسی^۲ و مصطفی ولیزاده^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۲/۲۸

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت برخی گیاهان همراه بر کنترل علف‌های هرز، صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) سینگل کراس ۵۰۴ آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۱۳۸۹ بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل گیاهان همراه در چهار سطح (شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.)، ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia sativa* L.)، ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.)) و تاریخ کاشت گیاهان علوفه‌ای در دو سطح (کاشت همزمان گیاهان همراه با ذرت و کاشت گیاهان همراه ۱۵ روز بعد از ذرت) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل گیاهان مورد بررسی بر ارتفاع بوته ذرت معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین ارتفاع بوته ذرت در کشت همزمان ذرت با شبدر و کمترین ارتفاع بوته ذرت در کشت ماشک گل‌خوشه‌ای ۱۵ روز بعد از کشت ذرت مشاهده شد. همچنین اثر معنی‌داری بین گیاهان علوفه‌ای از نظر تعداد برگ وجود داشت و کشت همزمان ذرت با شبدر دارای بیشترین تعداد برگ بود. بیشترین عملکرد دانه ذرت به میزان ۴۰۶۲/۹ کیلوگرم در هکتار در کشت با شبدر و کمترین میزان عملکرد دانه ذرت به مقدار ۳۰۳۴/۲ کیلوگرم در هکتار در کشت با ریحان بود. زیست توده و حداکثر ارتفاع علف هرز بطور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل کشت گیاهان علوفه‌ای و تاریخ کاشت آن در مرحله رسیدگی ذرت قرار گرفت. بیشترین و کمترین زیست توده و ارتفاع علف هرز به ترتیب در کشت ذرت با شوید و ذرت با شبدر مشاهده شد و این به دلیل رشد سریع و قدرت رقابتی بالای شبدر در مراحل اولیه رشد بود. همچنین نتایج حاکی از آن بودند که با افزایش میزان زیست توده و ارتفاع علف‌های هرز عملکرد دانه ذرت به طور خطی کاهش یافت. کشت همزمان ذرت با شبدر بهترین تیمار از نظر عملکرد و کنترل علف‌های هرز نسبت به سایر تیمارها بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع علف هرز، رقابت، ریحان، زیست توده علف هرز، شبدر

مقدمه

علف‌های هرز نسبت به مصرف این مواد شیمیایی، ضرورت کاهش هزینه نهاده‌های کشاورزی و نگرانی جهانی در ارتباط با اثرات زیست محیطی، زمینه کاهش استفاده از آن‌ها را ضروری کرده است (Kropff, 1993). کنترل علف‌های هرز بوسیله گیاهان همراه و گیاهان پوششی مثل یونجه (*Medicago sativa* L.) و شبدر ممکن است از طریق رقابت بر سر منابعی مانند نور، آب، مواد غذایی، آلودگی، اشغال فضای رشد علف هرز و یا ترکیبی از این فاکتورها باشد (Lampkin, 1994). در بسیاری از نقاط دنیا پذیرفته‌شدن کشت چند گیاه با هم به عنوان جزئی مرسوم از مدیریت بوم نظام-های زراعی، ثابت کرده است که این نوع کشت‌ها می‌تواند مزایای مشخصی را بر حسب درجه تنوع در زمان و مکان داشته باشد (Banik et al., 2006; Lithourgidis et al., 2006). محققان زیادی در رابطه با اثرات مثبت استفاده از کشت‌های همراه و یا

با وجود کنترل شدید علف‌های هرز در بیشتر نظام‌های کشاورزی، سالانه ۱۰ درصد تولیدات کشاورزی در جهان در اثر رقابت علف‌های هرز از بین می‌رود. بدون کنترل علف‌های هرز، تلفات عملکرد بسته به توانایی رقابتی گیاه زراعی، تراکم و مدت زمان رقابت از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر است. بنابراین، مدیریت علف‌های هرز یکی از عملیات کلیدی در بیشتر نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شود. هرچند استفاده و کاربرد علف کش‌های شیمیایی، یکی از عوامل عمده افزایش تولیدات کشاورزی در دو دهه گذشته بوده است، ولی افزایش مقاومت

۱، ۲ و ۳- کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

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

مخلوط، نسبت به کشت خالص حتی در شرایط مکانیزه گزارش کرده- اند (Helenius, 1990). چندکشتی مثل کشت همراه و کشت مخلوط به عنوان یکی از راهکارهای مدیریت تلفیقی علف‌های هرز همراه با اثر کمتر بر محیط در مقایسه با علف‌کش‌های شیمیایی است. هجوم علف‌های هرز، کاهش شدید عملکرد در گیاهان زراعی را موجب می‌شود و در شرایط کشت خالص ذرت، ۶۰-۴۰ درصد تلفات گزارش شده است (Thobatsi, 2009). سرکوب علف‌های هرز و کاهش رشد آن‌ها بر اثر تداخل گیاه زراعی به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده برتری عملکرد کشت مخلوط قلمداد می‌گردد. اضافه کردن گونه دوم گیاه زراعی به کشت خالص توزیع زیست توده بین گونه‌ها در اجتماع علف‌های هرز را تغییر خواهد داد (Poggio, 2005) افزایش عملکرد، کاهش ریسک، کاهش بیماری‌ها و علف‌های هرز بهیود حاصلخیزی خاک و حفاظت خاک از جمله مهمترین مزایای استفاده از کشت‌های همراه و مخلوط محسوب می‌شوند و به طور کلی این نوع عملیات زراعی به کاهش فشارهای علف هرز کمک می‌کند (Jensen, 1996 & Baumann et al., 2001). به دلیل بروز مقاومت در آفات و علف‌های هرز نسبت به مواد شیمیایی در کشاورزی، بشر به دنبال روش‌های جایگزین در مدیریت آفات و علف‌های هرز می‌باشد (Bulson et al., 1997). علیرغم متداول بودن سیستم‌های کشت مخلوط، محققین توجه اندکی نسبت به کنترل علف‌های هرز در آن‌ها نشان داده‌اند و از این نظر اثبات شده است که کشت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی، برتری بسیار زیادی نشان داده‌اند (Liebman, 1986). کشت گیاهان همراه، بویژه غلات علوفه‌ای دانه ریز با لگوم‌های علوفه‌ای نظیر ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia sativa* L.)، شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.) و غیره بیشتر به روش کشت درهم انجام می‌گیرد که در کنترل علف‌های هرز بسیار مؤثرند (Vodyanik, 1994). هدف از این پژوهش، بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت برخی گیاهان همراه بر کنترل علف‌های هرز، صفات مورفولوژیک و عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۵۰۴ در شرایط آب و هوایی تبریز بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز واقع در شرق تبریز (اراضی کرکج) انجام شد. میانگین حداقل، متوسط و حداکثر سالانه دما در طی یک دوره به ترتیب ۲/۲، ۱۰ و ۱۶ درجه‌ی سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه برابر با ۲۷۱/۳ میلی‌متر گزارش شده است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۳۶۰ متر و طول و عرض جغرافیای آن به ترتیب ۴۶°۱۷ شرقی و ۳۸°۰۵ شمالی است. آزمایش با هشت تیمار که شامل (کاشت همزمان ذرت و شبدر قرمز، کشت شبدر قرمز ۱۵ روز بعد از کشت ذرت، کاشت

همزمان ذرت و ماشک گل خوشه‌ای، کشت ماشک گل خوشه‌ای ۱۵ روز بعد از کشت ذرت، کاشت همزمان ذرت و ریحان، کشت ریحان ۱۵ روز بعد از کشت ذرت، کاشت همزمان ذرت و شویید، کشت شویید ۱۵ روز بعد از کشت ذرت) با سه تکرار در قالب طرح فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. هشت تیمار فوق یک فاکتوریل ۴×۲ تشکیل می‌دهند که در آن چهار نوع گیاه علوفه‌ای و دارویی هر کدام در دو تاریخ کاشته شدند. ابعاد هر کرت آزمایشی ۴×۳ متر، به طوری که شامل پنج ردیف که روی هر ردیف، دو ردیف کاشت ذرت با یکی از گیاهان علوفه‌ای یا دارویی در زمان‌های مشخص (همزمان با کاشت ذرت و ۱۵ روز بعد از آن) انجام شد. فاصله دو کرت مجاور یک متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم بوته‌های ذرت، شبدر قرمز، ماشک گل خوشه‌ای، ریحان و شویید به ترتیب ۸، ۱۰۰، ۷۵، ۳۸ و ۳۰ بوته در متر مربع بودند. ذرت مورد استفاده رقم سینگل کراس ۵۰۴ بود که یک ژنوتیپ متوسطرس می‌باشد. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته ذرت، تعداد برگ ذرت، عملکرد دانه ذرت، حداکثر ارتفاع علف هرز در زمان رسیدگی ذرت و وزن خشک علف هرز بودند. در هنگام رسیدگی محصول، ابتدا ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت برداشت گردید. برگ همه بوته‌های برداشت شده نیز شمارش شد و میانگین آن‌ها برای هر واحد آزمایشی تعیین گردید. ارتفاع بوته‌ها از سطح خاک تا انتهای ساقه اصلی اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها برای هر کرت بدست آمد. عملکرد دانه در زمان کامل رسیدن کامل بلال، با برداشت دستی بلال‌ها در دو ردیف میانی هر کرت، پس از حذف حاشیه از طرفین آن‌ها و جدا کردن دانه از بلال، بر حسب کیلوگرم در هکتار با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. همچنین زیست توده علف‌های هرز شایع در مزرعه شامل تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، تلخه (*Acroptilon repens* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و سس (*Cuscuta* sp.) بود که با قرار دادن چهار چوبی به ابعاد ۵/۰×۵/۰ متر به طور تصادفی در هر کرت صورت گرفت، علف‌های هرز واقع در چهارچوب بریده شده، سپس بوته‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و در نهایت وزن خشک آن‌ها ثبت گردید. اندازه‌گیری حداکثر ارتفاع علف هرز (تاج خروس) نیز در مرحله رسیدگی ذرت تعیین گردید. تجزیه داده‌های آزمایش پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، یکنواختی واریانس‌ها و اثر غیرافزایشی تکرار و تیمار در قالب طرح فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و SPSS 16 تجزیه شد و مقایسات میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن بدست آمد و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته ذرت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل نوع گیاه همراه و تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته ذرت در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی دار بود (جدول ۱)، به طوری که در کاشت همزمان، بیشترین ارتفاع بوته مربوط به کاشت ذرت با شبدر (۱۰۲/۹۶ سانتی-متر) و کمترین ارتفاع بوته ذرت در تیمار کشت شویید ۱۵ روز بعد از آن (۷۹/۹۳ سانتی-متر) مشاهده شد (شکل ۱). از آنجا که شبدر گیاهی است که قادر به تثبیت زیاد نیتروژن و همچنین کنترل بهتر علفهای

هرز می باشد در نتیجه باعث کاهش رقابت بین گونه ای شده و شرایط را برای رشد ذرت بهبود می دهد که این امر در نهایت سبب افزایش ارتفاع ذرت نسبت به سایر تیمارها شد. در کاشت همزمان ماشک با یولاف (*Avena fatua* L.) کاهش یا افزایش ارتفاع بوته گیاهان به شدت رقابت بین دو گیاه بستگی دارد، به طوری که ارتفاع بوته در صورت رقابت شدید، مخصوصاً در تراکم های بالاتر در کشت مخلوط افزایش یافت که دلیل آن را می توان به سایه اندازی و رقابت نوری بین بوته ها نسبت داد (Tuna & Orak, 2007).

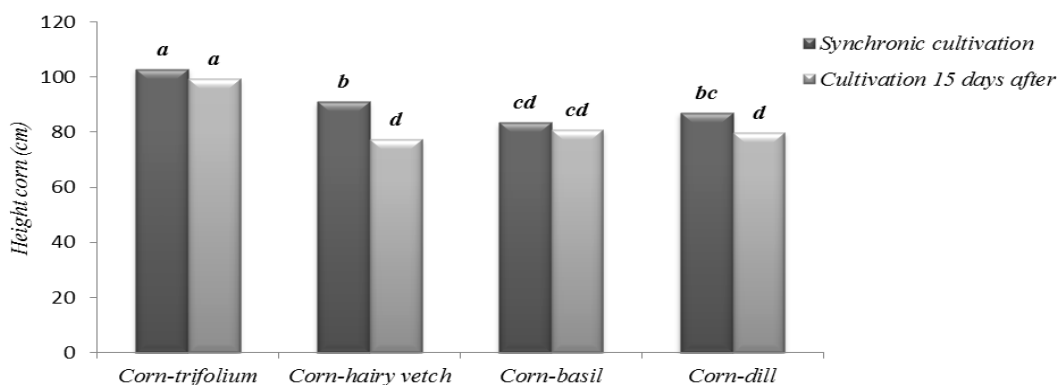
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در مزرعه

Table 1- Analysis of variance of field traits

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ذرت	تعداد برگ ذرت	حداکثر ارتفاع علف های هرز	زیست توده علف های هرز
Source of variance	DF	Corn height	Corn leaves number	Maximum height of weeds	Weeds biomass
تکرار	2	3.688 ^{ns}	2.414 ^{**}	2.01 ^{ns}	59.16 ^{ns}
Replication					
گیاه همراه	3	379.984 ^{**}	2.250 ^{**}	714.73 ^{**}	1516.91 ^{**}
Companion crop					
تاریخ کاشت	1	179.963 ^{**}	1.162 ^{**}	305.24 ^{**}	178.89 ^{**}
Sowing date					
گیاه همراه × تاریخ کاشت	3	65.609 ^{**}	0.006 ^{ns}	28.99 ^{**}	125.41 [*]
Companion crop × sowing date					
خطا	4	12.388	0.433	1.14	37.38
Error					
ضریب تغییرات (%)	-	4.55	7.2	2.60	17.61
CV (%)					

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and **, no significant and significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل گیاهان همراه × تاریخ کاشت بر ارتفاع ذرت

Fig. 1- Mean comparison of interaction effects of companion crops × sowing date on corn height

* حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد می باشد.

* Means, For each planting date, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

از جمله دلایل کاهش ارتفاع بوته برای گیاهان مخلوط با لگوم، رقابت برای جذب نیتروژن توسط گونه‌های غیرلگوم است (Abou-Hussein et al., 2005). در کشت ذرت-سویا ارتفاع بوته ذرت در کشت خالص بلندتر از ارتفاع این گیاه در کشت مخلوط بود (Yunusa, 1989). همچنین در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) نتیجه مشابهی را بدست آوردند (Yunusa, 1989). شاید اختلاف ارتفاع گیاه در کشت خالص در مقایسه با کشت‌های همراه و مخلوط به دلیل رقابت برای نور، آب و مواد غذایی باشد که گیاهان به خاطر رقابت برون گونه‌ای از ارتفاع کمتری برخوردار هستند (Alhaji, 2008).

وزن خشک علف هرز (زیست توده علف هرز)

جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش بین نوع گیاهان همراه و تاریخ کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۱). همچنین با توجه به شکل ۲ مشخص است که کاشت ذرت بصورت همزمان با شبدر دارای کمترین زیست توده علف هرز (۱۳/۷۵ گرم) و کاشت شوید ۱۵ روز بعد از کاشت ذرت دارای بیشترین زیست توده علف هرز (۶۰/۲ گرم) بود. گیاهان علوفه-ای (شبدر و ماشک گل خوشه‌ای) از آنجا که دارای رشد بسیار سریع هستند در نتیجه برای کنترل علف‌های هرز بسیار مناسب‌تر از گیاهان دارویی (ریحان و شوید) تأثیر داشتند، در واقع از آنجا که گیاهان دارویی دارای سرعت رشد پایینی هستند بویژه در اوایل فصل رشد سرعت استقرار کمی دارند، لذا این گیاهان برای رقابت با علف‌های هرز در مقایسه با گیاهان علوفه‌ای ضعیف‌تر عمل نمودند. همچنین با توجه به ارتباط بین زیست توده علف هرز با عملکرد دانه ملاحظه می‌شود که با افزایش زیست توده علف‌های هرز، عملکرد دانه در واحد سطح به طور خطی کاهش یافت (شکل ۳). تراکم و زیست توده علف هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت به تک کشتی هر یک از اجزای مخلوط بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Banik et al., 2006). نتایج مطالعه اثر ارقام ذرت و الگوهای مختلف کشت ذرت-نخود (*Cicer arietinum* L.) را روی جمعیت علف‌های هرز نشان داد که در مقایسه با شاهد بدون وجین، وزن خشک علف‌های هرز به طور معنی‌داری توسط سیستم‌های کشت به‌کار رفته کاهش یافت (Semere et al., 1997). عملیات کاشت یونجه با تراکم بالا (۲۶۰ بذر در هر متر مربع) وزن خشک علف‌های هرز را ۱۴ هفته بعد از ظهور ذرت در شرایط آب و هوایی مورد مطالعه از ۴۱ تا ۶۹ درصد کاهش داد (Dehann et al., 1997). برخی تحقیقات نشان داده است که گیاهان پوششی و خانواده لگومینوز قادرند بدون ممانعت از رشد ذرت، زیست توده علف هرز را تا ۹۶ درصد کاهش دهند (Hafman et al., 1993).

تعداد برگ ذرت

نوع گیاهان همراه و نیز تاریخ‌های کاشت (کاشت همزمان با ذرت و ۱۵ روز بعد از آن) تعداد برگ بوته ذرت را در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$)، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). همچنین اختلاف معنی‌داری بین گیاهان همراه و تاریخ‌های مختلف کاشت وجود داشت (جدول‌های ۲ و ۳). بیشترین تعداد برگ بوته ذرت در تیمار ذرت با شبدر و کمترین مقدار مربوط به تیمار ذرت با شوید مشاهده شد. طبق گزارشی در کشت مخلوط لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.)، پیاز (*Allium cepa* L.)، کاهو (*Lactuca sativa* L.)، تعداد برگ لوبیا کمتر از کشت خالص بدست آمد و همچنین در کشت ذرت با سویا (*Glycine max* L.) گزارش کردند که کاهش تعداد برگ ذرت مربوط به کاهش ارتفاع بوته این گیاه تحت تأثیر عدم افزایش رشد میانگروه‌ها در شرایط مخلوط با سویا بود (Abou-Hussein et al., 2005). در آزمایشی اثر تداخلی علف‌هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.) روی چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) منجر به کاهش شدید ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ‌ها، اندام‌های رویشی، اندازه، وزن خشک و تر و سرعت رشد نسبی ریشه و در نتیجه کاهش عملکرد اقتصادی این محصول گردید (Fayed et al., 1999).

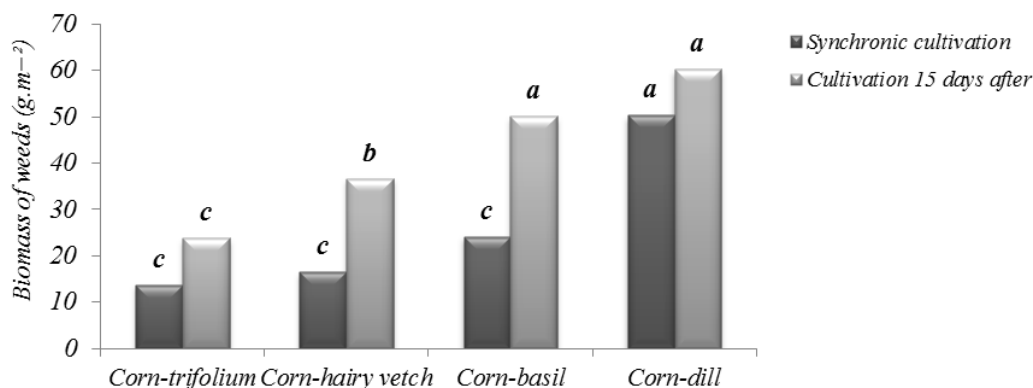
عملکرد دانه در واحد سطح

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع گیاهان همراه و نیز تاریخ‌های کاشت (کاشت همزمان با ذرت و ۱۵ روز بعد از آن) بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$)، اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین گیاهان همراه و تاریخ‌های مختلف کاشت وجود داشت (جدول‌های ۲ و ۳). به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه ذرت در تیمار ذرت با شبدر (۴۰۶۲/۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار مربوط به تیمار ذرت با شوید

حداکثر ارتفاع علف هرز

گونه‌های غالب و شایع علف‌های هرز مزرعه شامل تاج خروس، توق، تلخه، پیچک و سس بودند که در میان این گونه‌ها، علف هرز

تاج خروس از نظر ارتفاع بر سایر علف‌های هرز موجود در مزرعه برتری و غالبیت بیشتری داشته و همچنین در همه کرت‌ها مشاهده شد، بنابراین تعیین ارتفاع علف‌هرز بر پایه این علف‌هرز انجام گردید.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل گیاهان همراه × تاریخ کاشت بر زیست توده علف‌های هرز

Fig. 2- mean comparison of interaction effects of companion crops × sowing date on biomass of weeds

* حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

* Means, for each planting date, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۲- میانگین تعداد برگ ذرت در گیاهان پوششی و دارویی

Table 2- Means of corn leaves number affected by cover and medicinal plants

تعداد برگ ذرت Number corn leaves	تیمار Treatment
8.95 ^{a*}	ذرت - شبدر Corn-trifolium
8.62 ^b	ذرت - ماشک Corn-hairy vetch
7.93 ^b	ذرت - ریحان Corn-Basil
7.72 ^b	ذرت - شوید Corn-Dill

*حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در آزمون دانکن می‌باشد.

* Means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

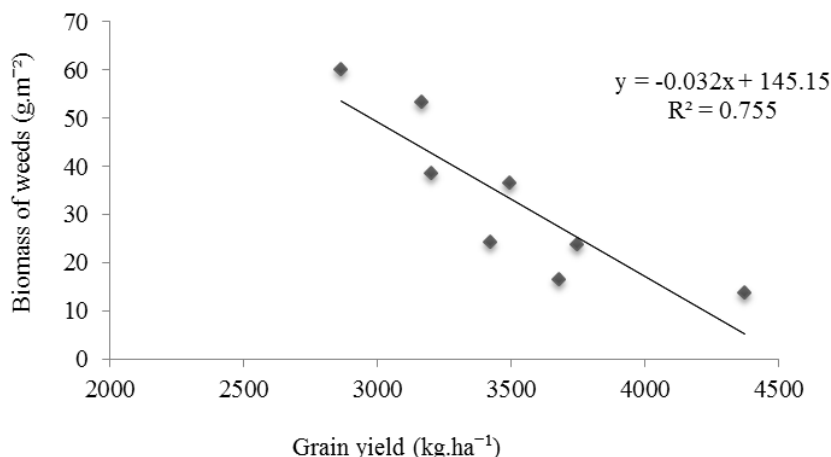
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی تعداد برگ ذرت در در زمان‌های همزمان و ۱۵ روز بعد از کشت ذرت

Table 3- Means of number corn leaves in times synchronic and 15 days after corn cultivation

تعداد برگ ذرت Number corn leaves	تیمار Treatment
9.63 ^{a*}	کشت همزمان Cultivation Synchronic
8.92 ^b	کشت بعد از ۱۵ روز Cultivation 15 days after

* حروف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در آزمون دانکن می‌باشد.

*Means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

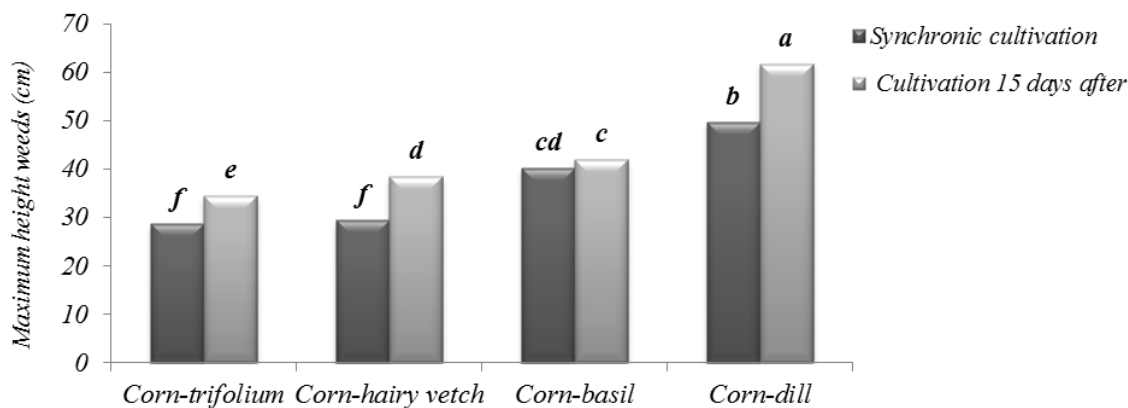


شکل ۳- ارتباط بین عملکرد دانه ذرت و زیست توده علف‌های هرز

Fig. 3- Correlation between grain yield of corn and weeds biomass

به طور خطی کاهش می‌یابد. کاشت مخلوط پیاز و کرفس (*Apium graveolens* L.)، گزینه مناسبی برای کاهش رشد علف‌های هرز و حفظ بهره‌وری است (Baumann et al., 2003). نتایج مطالعاتی نشان داد که کشت مخلوط و همراه می‌تواند دریافت نور را در یک گیاه ضعیف از نظر رقابت، مانند تره‌فرنگی (*Allium ampeloprasum* L.) افزایش دهد و می‌تواند در جلوگیری از رشد و ارتفاع علف هرز مؤثر باشد. بدین ترتیب، استفاده از سیستم‌های چند کشتی می‌تواند به عنوان راهکاری برای مدیریت طولانی‌مدت و پایدار علف‌های هرز مدنظر قرار گیرد (Baumann et al., 2001).

از نتایج تجزیه واریانس این چنین استنباط می‌شود که اثر متقابل نوع گیاهان همراه و تاریخ کاشت بر حداکثر ارتفاع علف هرز در زمان رسیدگی ذرت معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین ارتفاع علف هرز مربوط به تیمار کاشت شویید ۱۵ روز بعد از کشت ذرت (۶۱/۸۷ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع علف هرز در کاشت همزمان ذرت با شیدر (۲۸/۷۷ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۴). شیدر به دلیل رشد سریع و قدرت رقابت بالا (از نظر زود بستن کانوپی و سایه‌اندازی روی علف‌های هرز) با علف‌های هرز مانع از رشد آن‌ها شد. با توجه به شکل ۵، با افزایش ارتفاع علف هرز، عملکرد دانه ذرت

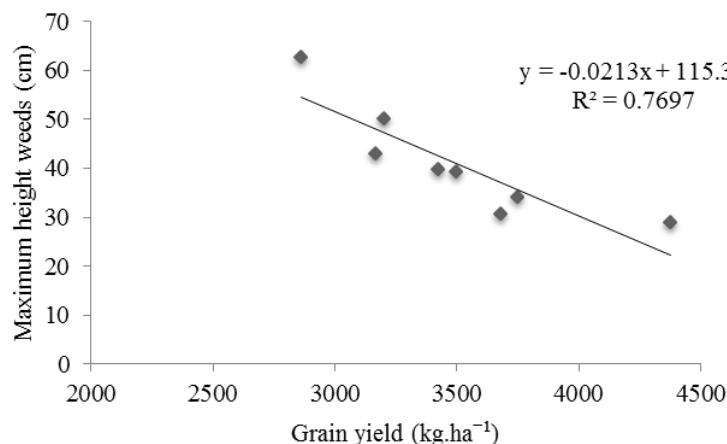


شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل گیاهان همراه × تاریخ کاشت بر ارتفاع علف هرز

Fig. 4- mean comparison of interaction effects of companion crops × sowing date on maximum length weed

* حروف متفاوت در هر ستون نمایانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد

*Means, for each planting date, followed by similar letter are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.



شکل ۵- ارتباط بین عملکرد دانه ذرت و حداکثر ارتفاع علف هرز

Fig. 5- Correlation between grain yield of corn and max height of weed

بهبود رشد و عملکرد ذرت شد، اما گیاهان دارویی به دلیل رشد آهسته و تا حدودی ضعیف بودن قدرت رقابت با علف‌های هرز، هر چند باعث کاهش زیست توده علف‌های هرز شدند، ولی تأثیر آن‌ها کمتر از گیاهان علوفه‌ای بود. بدین ترتیب، انتظار می‌رود با انجام تحقیقات بیشتر اطلاعات کامل‌تری در این مورد به‌دست آید.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که کاشت همراه گیاهان علوفه‌ای بویژه شبدر، به دلیل رشد سریع در مراحل ابتدایی رشد و پرکردن فضاهای خالی، مانع رشد علف‌های هرز شد و این امر باعث کاهش رقابت برون گونه‌ای شده بود که در نهایت زیست توده و ارتفاع علف‌های هرز را کاهش داد، از طرف دیگر باعث

منابع

1. Abou-Hussein, S.D., Salman, S.R., Adel-Mawgoud, A.M.R., and Ghoname A.A. 2005. Productivity quality and profit of sole or intercropping green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. *Journal of Agricultural* 4: 151-155.
2. Alhaji, J.H. 2008. Yield performance of some cowpea varieties under sole and intercropping with maize at bauchi, Nigeria, *African Journals Online* 2: 278-291.
3. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
4. Baumann, D., Bastiaans, L., and Kropff, M. 2001. Effects of intercropping on growth and reproductive capacity of late – emerging *Senecio vulgaris* L., with special reference to competition for light. *Annals of Botany* 87: 209-217.
5. Baumann, D.T., Bastiaans, L., and Kropff, M. 2003. Intercropping system optimization for yield, quality and weed suppression combining mechanistic and descriptive models. *Agronomy of Journal* 94: 734-742.
6. Bulson, H.A.J., Snaydon, R.W., and Stopes, C.E. 1997. Effect of plant density on intercropped wheat and field beans in organic farming system. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 128: 59-71.
7. Carruthers, K., Cloutier, D., and Smith, D.L. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: Weed control by intercrops combined with interrow cultivation. *European Journal of Agronomy* 8: 225-238.
8. Cavero, J., Zaragoza, C., Suso, M.L., and Pardo, A. 1999. Competition between maize and *Datura stramonium* in an irrigated field under semi-arid conditions. *Weed Research* 39: 225-240.
9. Dehann, R.L.C., Schaeffer, C.C., and Donald, K.B. 1997. Effects of annual medic smother plants on weed control and yield in corn. *Agronomy Journal* 89: 813-821.
10. Fayed, M.T.B., El-Geddawy, I.H., and El-Zeny, M.M. 1999. Influence of weed interference on growth, yield and quality of sugarbeet. *Egyptian Journal Agriculture Research* 77: 1239-1249.
11. Hafman, M.L., Regnier, E.E., and Cardina, J. 1993. Weed and corn (*Zea mays*) response to a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technology* 7: 594-599.

12. Helenius, J. 1990. Plant size, nutrient composition and biomass productivity of oats and faba bean in intercropping, and the effects controlling *Rhopalosiphum padi* (Hom: Aphididae) on these properties. Journal of Agricultural Science in Finland 62: 21-31.
13. Jensen, E.S. 1996. Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrop. Plant and Soil 182: 25-38.
14. Kropff, M.J. 1993. General introduction. In: Kropff, M.J., and Van Laar, H.H. (Eds). Modelling Crop-Weed Interactions. CAB International, Walling Ford, UK, Pp. 1-8.
15. Kue, S., and Jellum, E.J. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. Agronomy Journal 94: 501 - 508.
16. Lampkin, N. 1994. Organic Farming. UK. Farming Press Ltd. 330 pp.
17. Liebman, M. 1986. Ecological suppression of weeds in intercropping systems: Experiments with barley, pea, and mustard. PhD Dissertation, Berkeley, California.
18. Lithourgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research 99: 106 - 113.
19. Poggio, S.L. 2005. Structure off weed communities occurring in monoculture and intercroppng of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
20. Semere, K., and Froust-Williams, R.J. 1997. The effects of maize cultivars and planting patterns of maize-pea intercropping on weed suppression. Brighton Crop Protection Conference, Weeds.
21. Thobatsi, T. 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in a intercropping system. MSc Thesis. University of Pretoria 149 pp.
22. Tuna, C., and Orak, A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) / oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agriculture Biological Science 2: 14-19.
23. Vodyanik, A.S. 1994. Productivity of pea- oat mixture, Kormoproiz Detvo. Biomedical and Life Science 3: 24 - 25.
24. Yunusa, I.A.M. 1989. Effects of planting density and plant arrangement pattern on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) and soya bean (*Glycine max* L.) grown in mixture. Journal of Agriculture Science Cambridge 112: 1-8.



بررسی اثرات اکولوژیکی سطوح مختلف قارچ کش متالاکسیل بر میزان زیست توده میکروبی خاک‌های کشت شده و کشت نشده ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط مزرعه‌ای

مهشید منصورزاده^{۱*} و فایز رئیسی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۲۰

چکیده

قارچ کش‌ها از جمله سموم پر مصرف در ایران و جهان است و کاربرد آنها می‌تواند بر فعالیت ریزجانداران خاکری به خصوص قارچ‌ها تأثیرگذار باشد و تغییر در ترکیب و جمعیت میکروبی خاک می‌تواند حاصلخیزی خاک را تحت تأثیر قرار دهد. هدف این آزمایش ارزیابی تأثیر سطوح مختلف قارچ کش متالاکسیل بر میزان کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی و نسبت آنها و نیز ضریب متابولیکی در شرایط کشت ذرت و بدون کشت تحت شرایط مزرعه ای بود. در این آزمایش، سطوح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار قارچ کش متالاکسیل در خاک‌های تحت کشت ذرت و بدون کشت به صورت کرت‌های خرد شده، در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در یک خاک آهکی مطالعه شد. میزان کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی، همچنین ضریب متابولیکی طی دو مرحله در روزهای ۳۰ و ۹۰ پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد. نتایج این بررسی نشان داد که در خاک تحت کشت ذرت کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی در هر دو مرحله (به جز کربن زیست توده میکروبی مرحله دوم) در سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌دار ($P < 0.01$) افزایش (بین ۱۵-۸۰ درصد) یافت، درحالی‌که در محیط کشت نشده کاهش (بین ۳۴-۱ درصد) پیدا نمودند. نسبت کربن به نیتروژن زیست توده میکروبی در محیط کشت نشده با افزایش سطح سم کاهش (۱۵ و ۵۳ درصد) یافت، در حالی‌که در محیط کشت شده روند مشخصی نداشت. از سوی دیگر، روند تغییرات ضریب متابولیکی حاکی از آن بود که در محیط کشت شده با ذرت این شاخص در تیمارهای حاوی متالاکسیل در هر دو سطح ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد کاهش (۴۸ درصد) یافت، در حالی‌که محیط کشت نشده در مرحله اول سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین میزان این شاخص را داشت و در مرحله دوم مقدار آن با افزایش سطح متالاکسیل افزایش پیدا کرد. به‌طور کلی، مصرف قارچ کش متالاکسیل باعث کاهش و افزایش شاخص‌های زیستی در خاک‌های تیمار شده گردید و جهت و میزان این تغییرات به میزان مصرف سم، زمان سپری شده پس از مصرف آن و حضور یا عدم حضور گیاه در خاک بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: حضور گیاه، ضریب متابولیکی، قارچ کش، کربن، نیتروژن میکروبی

مقدمه

(Mansourzadeh & Raiesi, 2012). این موجودات که در لایه-های کم عمق زمین قرار دارند بیشترین تأثیر را از این مواد می‌گیرند. ورود این گونه سموم به محیط زیست می‌تواند اثرات ویرانگری بر گروه خاصی از موجودات بگذارد که شاید مورد نظر مصرف‌کنندگان این مواد نباشد (Paul & Clark, 1996). بنابراین، شرایط و نحوه استفاده از این سموم را باید به نحوی تنظیم کرد که آسیب وارد شده به محیط زیست به حداقل برسد و یا اصولاً آسیبی وارد نگردد، تا خصوصیات جامعه زیستی خاک که از مهمترین شاخص‌های سلامت، پایداری و حاصلخیزی خاک و اکوسیستم هستند، در معرض خطر و تهدید قرار نگیرند (Pedersen, 1988).

با توجه به استفاده روز افزون سموم شیمیایی در کشاورزی به منظور مبارزه با آفات و بیماری‌ها و از آنجا که خاک یکی از دریافت-

سموم دفع آفات با کنترل علف‌های هرز، بیماری‌های گیاهی و حشرات مضر به انسان خدمات فراوانی کرده‌اند، اما غلظت‌های زیاد برخی از این سموم می‌تواند برای انسان، گیاهان، ریزجانداران و سایر جانداران مضر باشد (Eisenhauer et al., 2009; Lock & Zablotowicz, 2004) در کشور ما نیز آفت‌کش‌ها به گونه‌ای بی‌رویه مصرف می‌شوند و کاربرد آنها رو به فزونی است. آفت‌کش‌ها به سبب داشتن مواد شیمیایی مضر بر موجودات خاکی تأثیر می‌گذارند

۱ و ۲- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*) نویسنده مسئول: (Email: mahshidmansourzadeh@yahoo.com)

جامعه میکروبی موجب افزایش این ضریب بیولوژیکی می‌شود. لذا این ضریب، شاخص مناسبی برای تعیین اثر تنش‌های محیطی از جمله مصرف سموم دفع آفات بر زیست‌توده میکروبی می‌باشد (Suman et al., 2006). این پارامتر فیزیولوژیکی همچنین برای مطالعه تأثیر آلودگی بر میزان نیاز انرژی میکروبی و احتمالاً هدر رفت کربن از طریق زیست توده میکروبی پیشنهاد شده است (Landi et al., 2000).

هنگام بررسی اثر آلاینده‌های مختلف بر ویژگی‌های میکروبی و بیوشیمیایی خاک، اغلب زیست توده میکروبی (کربن و نیتروژن) و تنفس ویژه میکروبی اندازه‌گیری می‌شود (Broos et al., 2007). بنابراین عکس‌العمل این دو شاخص به مصرف قارچ‌کش‌ها می‌تواند به ارزیابی وضعیت ریزجانداران خاک در خاک‌های آلوده به این ترکیبات کمک نماید.

بررسی‌های گوناگون در مورد تأثیر این قارچ‌کش بر خصوصیات بیولوژیک خاک صورت گرفته است. در یک بررسی آزمایشگاهی سوکول (Sukul, 2006) تأثیر مصرف متالاکسیل در غلظت‌های مختلف را بر زیست‌توده میکروبی و فعالیت‌های بیوشیمیایی خاک مطالعه کرد. وی گزارش نمود که در پایان دوره آزمایش کربن زیست توده میکروبی نسبت به روز اول به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. در مطالعه‌ای دیگر، به خاک لوم شنی در سه اکوسیستم جنگلی، مرتعی و زراعی متالاکسیل با غلظت ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم اضافه گردید و اثرات آن بر سرعت تجزیه، تنفس پایه، تنفس ناشی از سوبسترا و نیز مقادیر qCO_2 در دمای ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که همبستگی مثبت بین ثابت سرعت تجزیه متالاکسیل، تنفس پایه و تنفس ناشی از سوبسترا در هر سه اکوسیستم وجود داشت و رابطه بین سرعت تجزیه و تنفس خاک با افزایش کربن آلی افزایش یافت، ولی تأثیر میزان رس و pH خاک بر این رابطه جزئی بود (Jones & Ananyeva, 2001). همچنین افزایش معنی‌دار در مقدار qCO_2 در هر سه اکوسیستم نسبت به خاک شاهد مشاهده شد. به‌طوری که مقدار این پارامتر در اکوسیستم جنگلی ۲۵ درصد و در خاک مرتعی و زراعی ۲۰ درصد از خاک تیمار نشده بیشتر بود (Jones & Ananyeva, 2001). علاوه بر این، مدت زمان اغتشاش در میزان qCO_2 در خاک جنگلی طولانی‌تر از خاک مرتعی و زراعی بود (به ترتیب ۴۸، ۲۱ و ۱۵ روز).

به‌طور کلی و بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده در چند دهه گذشته، اثر سموم بر فعالیت جامعه زیستی خاک بسیار متناقض است و روند یکسانی را نشان نمی‌دهد. به نظر می‌رسد که اثر سموم بر فعالیت میکروبی به نوع و غلظت سم، شرایط فیزیکی محیط و خصوصیات خاک (از جمله بافت، نوع رس، ترکیب جمعیت میکروبی و

کنندگان اصلی این گونه سموم است و متعاقب آن اثرات زیانبار این ترکیبات بر جامعه زیستی خاک می‌تواند توازن اکولوژیکی گونه‌های زیستی خاک را مختل سازد (Eisenhauer et al., 2009; Erfan, 2002). Manesh & Afifyouni, 2002، در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در مورد تأثیر انواع آفت‌کش بر فعالیت‌های زیستی خاک در دنیا انجام شده است. از این رو، به نظر می‌رسد که تأثیر این گونه مواد بر فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی خاک‌های آهکی که از لحاظ کربن قابل دسترس فقیر هستند نیز، بایستی به دقت بیشتری مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد (Mansourzadeh & Raiesi, 2012). در هر صورت باید به این نکته توجه داشت که حتی امروزه نیز سموم شیمیایی، نیرومندترین سلاح مبارزه با آفات به شمار می‌روند و احتمالاً بشر هرگز از آنها کاملاً بی‌نیاز نخواهد شد. بدین ترتیب اصل مهم، کاربرد صحیح و دقیق این مواد است تا ضمن مبارزه با آفات، حداقل اثرات سوء به محیط زیست وارد شود (Lock & Zablotowicz, 2004; Rakhshani, 2002).

چنانچه گفته شد استفاده مداوم از سموم دفع آفات ممکن است ریزجانداران خاک را با تغییر در خصوصیات یا تعداد آنها تحت تأثیر قرار دهد که در نتیجه حاصلخیزی خاک به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Mansourzadeh & Raiesi, 2012). میزان مصرف سموم نیز حائز اهمیت است چرا که می‌تواند موجب اختلال در فراوانی جمعیت، فعالیت و ترکیب ریزجانداران خاک شود (Lock & Zablotowicz, 2004). در برخی مطالعات مشاهده شده است که استفاده از این ترکیبات به صورت بالقوه می‌تواند اثرات زیانباری بر برخی ریزجانداران آبی و خاکزی بگذارد (Roger et al., 1994) و نیز برخی دیگر از شاخص‌های زیستی خاک نظیر کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی و ضریب متابولیکی را دستخوش تغییر نماید (Hart & Brookes, 1999). توده میکروبی بخش زنده ماده آلی است که هم منبع و مخزن عناصر غذایی و کانون تغییر و تحولات ماده آلی خاک به‌شمار می‌آید (Bottomly, 1994; Anderson, 2003). عموماً، کاهش زیست‌توده میکروبی نشان دهنده تحرک و معدنی شدن نسبی عناصر غذایی در بافت‌های میکروبی می‌باشد (Landi et al., 2000). نسبت کربن به نیتروژن (C/N) زیست توده میکروبی نشان‌دهنده سهم نسبی قارچ‌ها به باکتری‌های خاک است و مشخص می‌کند که تغییرات اعمال شده روی خاک و یا آلاینده‌ها چه تأثیری بر فراوانی این موجودات دارد. معمولاً این نسبت بسته به ترکیب جمعیت میکروبی خاک بین ۱۵-۵ تغییر می‌کند، به طوری- که بالا بودن این نسبت حاکی از بیشتر بودن سهم قارچ به باکتری و بالعکس می‌باشد (Suman et al., 2006). qCO_2 یا تنفس ویژه به- صورت نسبت CO_2 حاصل از تنفس به ازای هر واحد کربن زیست توده میکروبی در واحد زمان بیان می‌شود (Suman et al., 2006). افزایش تنش و استرس ناشی از ورود آلاینده‌ها به خاک بر

میزان ماده آلی) بستگی دارد. از این رو، در این تحقیق به اثر سطوح مختلف قارچ‌کش متالاکسیل، از سموم متداول در ایران، بر برخی شاخص‌های فعالیت میکروبی (از جمله کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی و ضریب متابولیکی) در یک خاک آهکی پرداخته شد.

لازم به ذکر است که در این تحقیق فرض شده است که مصرف قارچ‌کش سبب کاهش زیست توده میکروبی خاک و متعاقب آن افزایش qCO_2 میکروبی می‌شود و این کاهش در سطوح بالاتر مصرف این قارچ‌کش بیشتر است. همچنین، کشت گیاه ذرت از اثرات زیانبار این قارچ‌کش بر زیست توده میکروبی و تنفس ویژه خاک می‌کاهد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر مصرف سطوح مختلف قارچ‌کش متالاکسیل^۱ در شرایط مزرعه‌ای بر برخی شاخص‌های زیستی خاک شامل میزان کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی، نسبت آنها (MBC/MBN) ($mgC \cdot mgN^{-1}$) و نیز ضریب متابولیکی (qCO_2) صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل: سه سطح قارچ‌کش متالاکسیل پنج درصد به صورت جامد به میزان ۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار و دو محیط تحت کشت ذرت و بدون کشت (بایر) ذرت بودند که در سه تکرار تحت شرایط مزرعه‌ای به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با در نظر گرفتن عامل کشت و عدم کشت به عنوان فاکتور اصلی و دوزهای مختلف این سموم به عنوان فاکتور فرعی اجرا گردید. برای اجرای طرح با استفاده از ادوات کشاورزی زمین مورد نظر در قالب ۳۶ کرت به ابعاد ۳×۵ متر مربع با در نظر گرفتن یک متر فاصله بین کرت‌های فرعی و دو متر

بین کرت‌های اصلی (عامل اصلی کشت و بدون کشت و عوامل فرعی دوزهای مصرف سم) به صورت جوی و پشته کرت‌بندی گردید و در هر کرت تعداد چهار ردیف جوی و پشته ایجاد شد. جوی‌های آبیاری به گونه‌ای ایجاد شدند که آب کرت‌ها با یکدیگر مخلوط نگردد. لازم به ذکر است که کودهای فسفات آمونیوم به میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و اوره به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک (۶۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و مابقی پیش از گلدهی) برای تأمین میزان نیتروژن و فسفر مورد نیاز و جلوگیری از بروز احتمالی کمبود این عناصر به تمامی کرت‌ها اضافه گردید.

قارچ‌کش فنیل آمید^۲ با نام متالاکسیل (ان-۲ و ۶ دی متیل فنیل-ان- متوکسی استیل آلانین متیل استر) یک ترکیب کایرال

است که بیشتر به شکل انانتیومری R دیده می‌شود (شکل ۱). این قارچ‌کش جزء آسیل آلانیدها بوده و قارچ‌کشی سیستمیک است و از لحاظ شیمیایی در گروه بنزوئیدها قرار می‌گیرد، به شدت در آب محلول و نسبتاً فرار می‌باشد. از این قارچ‌کش برای مصارف عمومی استفاده می‌شود (Monkiedje et al., 2007). این قارچ‌کش به صورت فعال علیه پاتوژن‌های قارچی کاربرد دارد و مخلوط آن به صورت برگپاشی برای محصولات گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به کار می‌رود. متالاکسیل در دامنه وسیعی از pH، دما و نور پایدار می‌باشد (Monkiedje et al., 2007). قارچ‌کش متالاکسیل به صورت دانه‌هایی بنفش رنگ و جامد و از انواع کند رها شونده است که باید به صورت جامد و به روش نواری در فاصله پنج سانتی‌متری از ردیف کاشت روی پشته‌ها به صورت یکنواخت قرار گیرد، سپس تا عمق حدوداً ۱۵ سانتی‌متری به زیر خاک برده شود. لذا برای اعمال سطوح مختلف این قارچ‌کش پس از محاسبه مقدار لازم برای کرت‌های مورد نظر به طریق فوق این قارچ‌کش به کرت‌های مورد نظر اضافه گردید. پس از این مرحله و قبل از انجام عملیات کاشت، زمین به منظور ترکیب یکنواخت سم و نیز رسیدن رطوبت به حدی که بتوان کشت ذرت را به آسانی انجام داد، آبیاری شد و در مرحله بعد در نیمی از کرت‌ها ذرت کاشته شد. واریته انتخابی ذرت (*Zea mays* L.)، بذر علوفه‌ای ۷۰۴ (S.C. 704) بود که از مرکز تحقیقات کبوتر-آباد واقع در استان اصفهان به مقدار لازم تهیه گردید. کاشت ذرت با رعایت ۷۵ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها و ۱۵ سانتی‌متر فاصله بین بوته‌ها در عمق ۷/۵ تا ۵ سانتی‌متری سطح خاک صورت گرفت.

آبیاری زمین مورد نظر به روش جوی و پشته در فواصل زمانی هر چهار روز یکبار و مراقبت‌های لازم شامل وجین علف‌های هرز در صورت نیاز و نیز مصرف کود نیتروژن به صورت سرک طی فصل کشت انجام شد. تمامی عملیات اجرا شده روی کرت‌های کشت شده عیناً بر کرت‌های کشت نشده نیز اعمال گردید. مدت زمان رشد گیاه ذرت از زمان کاشت تا برداشت ۱۰۰ روز به طول انجامید و در اوایل آبان ماه هنگامی که دانه‌های ذرت علوفه‌ای به مرحله خمیری رسیدند (۶۰ تا ۷۰ درصد رطوبت) محصول به‌طور کامل، برداشت گردید. بافت خاک مورد آزمایش لوم رسی شنی (با میانگین رس ۲۵ درصد) و میزان شوری آن $EC=0/43 dS \cdot m^{-1}$ بود. درصد کربن آلی خاک نیز ۰/۴۳٪ برآورد گردید. میزان کربنات کلسیم معادل خاک ۴۷ درصد و pH آن ۸/۴۷ بود. نیتروژن کل ۰/۰۳۴ درصد و فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۵/۷ و ۹۴/۳ پی‌پی‌ام به دست آمد (جدول ۱).

جهت اندازه‌گیری برخی شاخص‌های میکروزیستی شامل کربن و نیتروژن زیست‌توده میکروبی و محاسبه ضریب متابولیکی در دو مرحله در طول فصل رشد (۳۰ و ۹۰ روز پس از کاشت)، از تمامی کرت‌ها از عمق ۰-۳۰ cm نمونه خاک تهیه گردید. با استفاده از لوله-

1- Metalaxyl
2- Phenylamide

استفاده شد. بعضی نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید. قبل از انجام آنالیزهای آماری نرمال بودن داده ها و همگنی واریانس تیمارها با استفاده از نرم افزار آماری Minitab نسخه ۱۴ مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

۱- کربن زیست توده میکروبی (MBC)

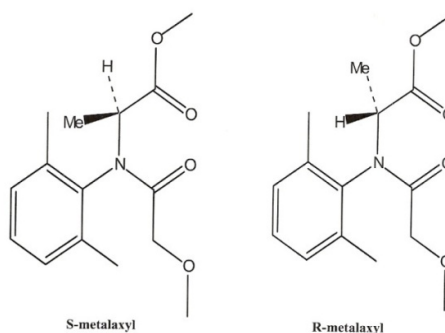
اندازه گیری کربن زیست توده میکروبی خاک شاخصی حساس برای بررسی تأثیرات مضر آلاینده ها بر جمعیت میکروبی خاک می باشد (Pedersen, 1988). در این تحقیق کربن زیست توده میکروبی در دو مرحله (۳۰ و ۹۰ روز پس از کاشت) اندازه گیری گردید. در مرحله اول میانگین کربن زیست توده میکروبی در تیمارهای مختلف متالاکسیل از 1 mgC kg^{-1} در سطح 174 kg ha^{-1} تا 60 mgC kg^{-1} در سطح 102 kg ha^{-1} محیط کشت نشده متغیر بود (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در مرحله اول اثر محیط بر این شاخص معنی دار نبود که این امر احتمالاً ممکن است به دلیل تغییر سایر عوامل محیطی مانند رطوبت خاک باشد، ولی اثر میزان سم ($p \leq 0.01$) و تأثیر متقابل محیط و سطح سم ($p \leq 0.05$) معنی دار بودند.

های فلزی (اوگر) به طول ۳۵ سانتی متر و قطر پنج سانتی متر از هر کرت ۵-۶ نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی متر برداشت و پس از مخلوط کردن این نمونه ها و الک کردن (دو میلی متر) یک نمونه ۱۰۰ گرمی تازه از هر کرت تهیه شد. پس از انتقال این نمونه ها به آزمایشگاه میزان کربن (Jenkinson & Powlson, 1976; Raiesi, 2004) زیست توده میکروبی به روش تدخین با کلروفرم-انکوباسیون و سپس تیتراسیون برگشتی با سود باقیمانده و نیتروژن (Jenkinson & Ladd, 1981) زیست توده میکروبی نیز با استفاده از روش تدخین با کلروفرم-انکوباسیون و اندازه گیری آمونیوم و نیترات به روش رنگ-سنجی اندازه گیری گردیدند و نتایج به صورت وزنی ($\text{mg kg}^{-1} \text{ soil}$) ارائه شد. با استفاده از شاخص فوق نسبت کربن به نیتروژن زیست توده میکروبی (MBC/MBN) به دست آمد. $q\text{CO}_2$ نیز به صورت دی اکسید کربن آزاد شده ناشی از تنفس از هر واحد زیست توده میکروبی در واحد زمان محاسبه (Suman et al., 2006) و بر حسب $\mu \text{gCO}_2 - \text{C mg}^{-1} \text{MBC day}^{-1}$ گزارش شد. لازم به ذکر است که تنفس میکروبی برای محاسبه این شاخص میزان دی اکسید کربن تولید شده از خاک تدخین نشده طی ۱۰ روز انکوباسیون می باشد. تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین ها از روش آزمون حداقل اختلاف معنی دار فیشر (Fisher's protected LSD) در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک

Table 1- Soil characteristics

بافت	آهک (درصد)	اسیدیته	نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	هدایت هیدرولیکی (دسی زیمنس بر متر)
Texture	CaCO ₃ (%)	pH	Nitrogen (%)	OC (%)	EC (dS.m ⁻¹)
لوم رسی شنی Sandy clay loam	47.33	8.47	0.199	0.434	0.43



N- 2,6- dimethyl phenyl-N-methoxyacetyl alanine methyl ester

Molecular weight: 279.3, chemical formula: C₁₅H₂₁NO₄

شکل ۱- فرمول شیمیایی، نام علمی و وزن مولی انانتیومرهای متالاکسیل (Monkiedje & Spiteller, 2005)

Fig. 1- Chemical formula, IUPAC name and molecular weight of metalaxyl enantiomers (Monkiedje & Spiteller, 2005)

کربن زیست‌توده میکروبی خاک در شرایط کاشت ذرت در مرحله اول در تیمار شاهد بیشترین مقدار و در تیمار 30 kg.ha^{-1} متالاکسیل کمترین مقدار را دارا بود و نسبت به شاهد ۳۲ درصد کاهش نشان داد، درحالی‌که سطح 60 kg.ha^{-1} متالاکسیل تفاوت چندانی (۱/۵ درصد کمتر) با شاهد نداشت (جدول ۲). این درحالی‌است که در محیط کشت نشده سطح 60 kg.ha^{-1} سبب افزایش معنی‌دار (۴۷ درصد) میزان کربن زیست‌توده میکروبی در مقایسه با شاهد گردید، در صورتی‌که تیمار 30 kg.ha^{-1} این قارچ‌کش سبب کاهش ۱۴ درصدی این شاخص نسبت به شاهد. این نتایج حاکی از آن است که سطح 30 kg.ha^{-1} متالاکسیل اثرات سوء بر جامعه میکروبی خاک و ریزوسفر داشته است. در صورتی‌که سطح 60 kg.ha^{-1} متالاکسیل در محیط کشت نشده احتمالاً ارزش غذایی سم بر اثرات سوء آن برتری داشت به‌طوری‌که برای اغلب ریزجانداران خاک به عنوان منبع غذا و انرژی مصرف گردیده و سبب افزایش زیست‌توده میکروبی نیز شده است. ایزنهاور و همکاران (Eisenhauer et al., 2009) نشان دادند که سموم مختلف در مراحل مختلف تجزیه اثرات متفاوتی بر فعالیت‌های زیستی خاک داشتند و مصرف آنها سبب کاهش و یا افزایش شاخص‌های زیستی خاک گردید.

در مرحله دوم اثر هر سه عامل محیط ($p \leq 0.05$)، سطح سم متالاکسیل ($p \leq 0.001$) و اثرات متقابل آنها ($p \leq 0.001$) بر کربن زیست‌توده میکروبی معنی‌دار بود. میزان کربن زیست‌توده میکروبی در ۹۰ روز از 242 mgC kg^{-1} در تیمار 30 kg.ha^{-1} محیط کاشت ذرت تا 87.5 mgC kg^{-1} در تیمار 60 kg.ha^{-1} محیط کشت نشده متغیر

بود (شکل ۲). نکته حائز اهمیت این است که در این مرحله در محیط کشت نشده تیمار 30 kg.ha^{-1} سبب افزایش معنی‌دار این شاخص به میزان ۸۱ درصد نسبت به شاهد گردید، در صورتی‌که تیمار 60 kg.ha^{-1} در همین محیط میزان کربن زیست‌توده میکروبی را هشت درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۲)، ولی این کاهش معنی‌دار نبود. این تغییرات را می‌توان به تغییر در تنوع، فعالیت و جمعیت ریزجانداران موجود در ریزوسفر ناشی از حضور باقیمانده متالاکسیل و متابولیت‌های حاصل از تجزیه آن نسبت داد. در تیمار شاهد خاک بایر میزان این شاخص به‌طور معنی‌دار (حدود ۳۵ درصد) بالاتر از دو تیمار دیگر بود و کربن زیست‌توده میکروبی در تیمارهای حاوی متالاکسیل با یکدیگر تفاوت چندانی نداشت. شاید این نتایج را بتوان به دلیل عدم حضور گیاه و ریزوسفر که عامل حمایت‌کننده رشد میکروب‌های تجزیه‌کننده متالاکسیل هستند و در نتیجه استمرار اثرات سمی این قارچ‌کش بر میکروب‌های خاک نسبت داد. در این مرحله میزان کربن زیست‌توده میکروبی در محیط تحت کاشت ذرت ۵۶ درصد بیشتر از محیط کشت نشده بود که این امر نشان از حضور و فعالیت بیشتر ریزجانداران در محیط ریزوسفر خاک می‌باشد.

این نتایج نشان‌دهنده این مطلب است که تأثیر مصرف متالاکسیل بر کربن زیست‌توده میکروبی می‌تواند کاهش و یا افزایش این شاخص را سبب گردد که بستگی به میزان مصرف، نوع محیط و زمان سپری شده پس از مصرف دارد. مطالعه سوکول (Sukul, 2006) نیز نشان داد که مصرف متالاکسیل در خاک پس از ۶۰ روز سبب کاهش میزان کربن زیست‌توده میکروبی شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (آماره F) اثر قارچ‌کش متالاکسیل بر کربن (MBC) و نیتروژن (MBN) بر زیست‌توده میکروبی، نسبت آنها (MBC/MBN) و نیز ضریب متابولیسی ($q\text{CO}_2$) طی دو مرحله زمانی (مرحله اول ۳۰ و مرحله دوم ۹۰ روز پس از آزمایش)

Table 2- Results of ANOVA (F values) for the effect of metalaxyl on MBC, MBN, MBC/MBN and $q\text{CO}_2$ at two intervals (at 30 and 90 days after the onset of experiment)

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	کربن زیست‌توده میکروبی MBC ^۱		نیتروژن زیست‌توده میکروبی MBN ^۲		MBC/MBN		ضریب متابولیسی $q\text{CO}_2$	
		مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage
نوع محیط Environment type	1	4.85 ^{n.s}	64.2 [*]	22.2 [*]	225 ^{**}	7.30 ^{n.s}	15.5 ^{n.s}	81.0 [*]	3.92 ^{n.s}
سطح سم Rate of metalaxyl	2	4.45 ^{**}	115 ^{***}	27.3 ^{**}	61.9 ^{**}	22.3 ^{**}	85.3 ^{***}	56.7 ^{**}	3.02 ^{n.s}
محیط×سطح سم Environment×rate of metalaxyl	2	10.2 [*]	193 ^{***}	103 ^{***}	125 ^{***}	56.3 ^{**}	47.1 ^{**}	61.0 ^{**}	29.1 ^{**}

n.s, *, ** و ***: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵، ۱ و ۰.۱ درصد

ns, *, ** and ***: are non significant and significant at 5, 1 and 0.1 %, respectively.

- 1- Microbial Biomass of Carbon
2- Microbial Biomass of Nitrogen

ال-قمری و همکاران (EL-Ghamry et al., 2000) نشان دادند مصرف متسولفورون- متیل کربن زیست توده میکروبی را هفت روز پس از مصرف کاهش داد. همچنین، وانگ و همکاران (Wang et al., 2009) گزارش کردند که مصرف درازمدت قارچ-کش‌های حاوی مس کربن زیست توده میکروبی را در مقایسه با شاهد کاهش داد.

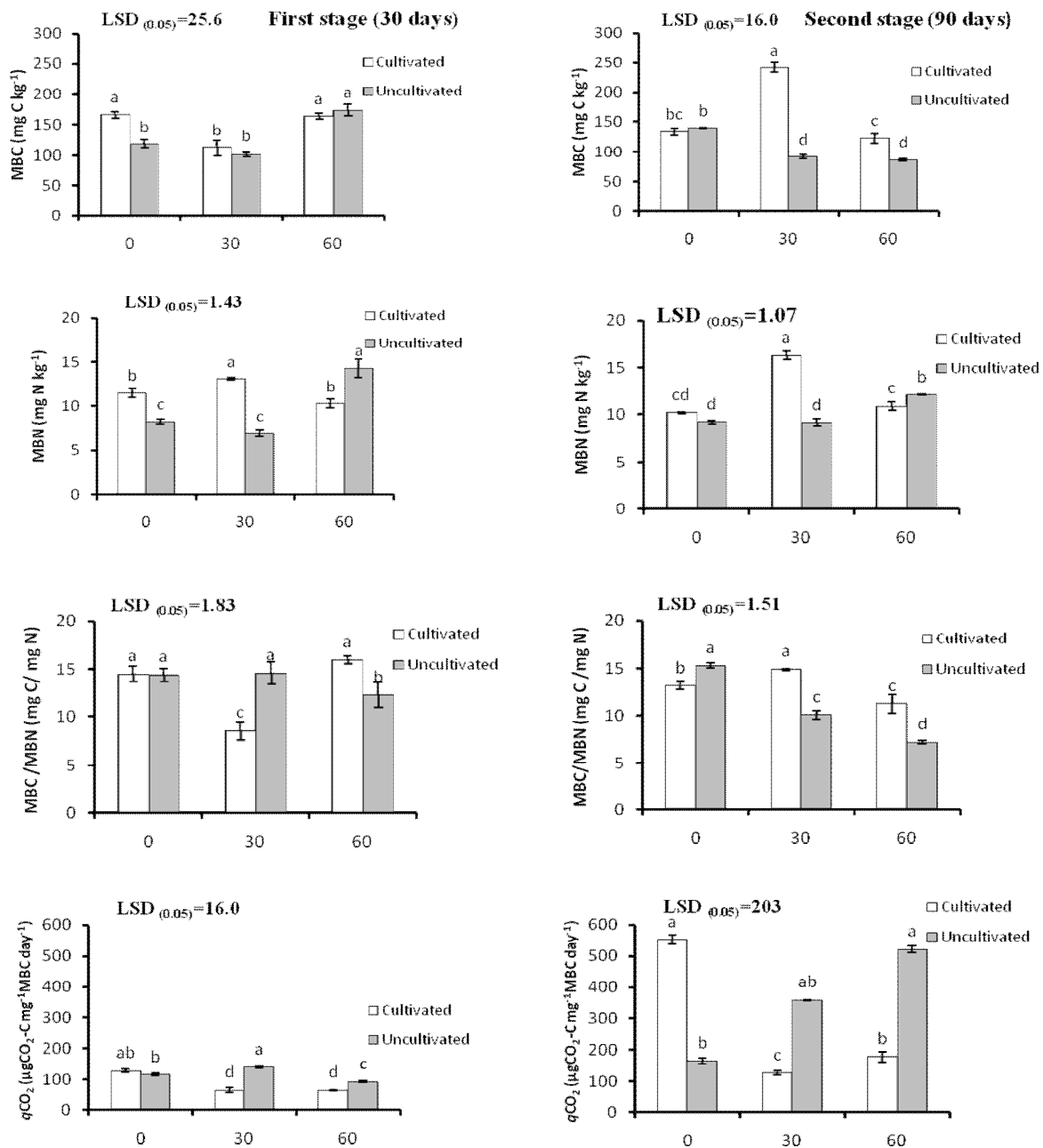
۲- نیتروژن زیست توده میکروبی (MBN)

از جمله شاخص‌های حساس به حضور آلاینده‌ها و سموم دفع آفات نیتروژن زیست توده میکروبی است (Kujur & Patel, 2012). که در ۳۰ و ۹۰ روز پس از شروع آزمایش اندازه‌گیری گردید. همان-طوره که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در مرحله اول اثر نوع محیط ($p \leq 0.05$)، سطح سم ($p \leq 0.01$) و اثرات متقابل آنها ($p \leq 0.01$) بر نیتروژن زیست توده میکروبی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که در محیط کشت شده سطح 30 kg.ha^{-1} متالاکسیل سبب افزایش ۱۵ درصدی نیتروژن زیست توده میکروبی گردیده است، در صورتی که سطح 60 kg.ha^{-1} منجر به کاهش ۱۰ درصدی این شاخص نسبت به شاهد شد (جدول ۲). از این نتایج می-توان چنین استنباط کرد که در سطح 30 kg.ha^{-1} جمعیت و فعالیت ریزجانداران ریزوسفر به گونه‌ای تغییر یافته است که نیتروژن بیشتر صرف تشکیل زیست توده میکروبی شده و کمتر معدنی گردیده است، در حالی که در سطح 60 kg.ha^{-1} فرآیند معدنی شدن بیشتر رخ داده است. برعکس در محیط کشت نشده تیمار 30 kg.ha^{-1} نیتروژن توده زنده میکروبی را ۱۵ درصد کاهش داده است که شاید به دلیل اثر سوء این سم بر جمعیت ریزجانداران خاک، توده زنده میکروبی کاهش یافته است؛ در حالی که سطح 60 kg.ha^{-1} این شاخص را ۷۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. احتمالاً علت این افزایش در این سطح متالاکسیل مرگ و میر بیشتر قارچ‌ها و اکتینومیسیت‌ها (با درصد نیتروژن کمتر) نسبت به باکتری‌ها (با درصد نیتروژن بیشتر) باشد که باعث شده است نیتروژن زیست توده میکروبی نسبت به شاهد افزایش یابد. میزان این شاخص در محیط کشت ۱۸ درصد بیشتر از محیط کشت نشده است که این نتیجه با توجه به حضور ریشه‌ها و ترشحات آن به عنوان منبع تغذیه میکروب‌ها دور از انتظار نیست. مطالعه مارتینز-تولدو و همکاران (Martinez-Toledo et al., 1998) نشان داد که مصرف قارچ کش کاپتان ۳۰ روز پس از مصرف به‌طور معنی-دار جمعیت قارچ‌های خاک را کاهش داد، در حالی که میزان باکتری-های خاک افزایش یافت که علت آن را به اثر سمی قارچ‌کش بر جامعه قارچی خاک و نیز اثر تغذیه‌ای آن به‌عنوان منبع کربن برای باکتری‌های خاک نسبت داده اند.

در مرحله دوم نیز اثر نوع محیط و سطح سم متالاکسیل ($p \leq 0.01$) و اثر متقابل محیط و سطح سم ($p \leq 0.01$) بر نیتروژن زیست توده میکروبی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که میزان نیتروژن زیست توده میکروبی در تیمار 30 kg.ha^{-1} محیط کشت حدود ۶۰ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر بود که این امر ممکن است به دلیل افزایش نسبت باکتری‌ها به قارچ‌های ریزوسفر در مقایسه با شاهد و نیز کاهش معدنی شدن نیتروژن به دلیل اثر منفی این قارچ‌کش بر ریزجانداران مؤثر بر معدنی شدن نیتروژن باشد. در حالی که در سطح 60 kg.ha^{-1} مقدار نیتروژن زیست توده میکروبی تنها هفت درصد بیشتر از شاهد بود که این نتایج ناشی از واکنش متفاوت ریزجانداران مختلف خاک به حضور باقی‌مانده این قارچ‌کش و متابولیت‌های آن در خاک می‌باشد که برآیند آن موجب شده است تا در محیط کشت نشده میزان نیتروژن زیست توده میکروبی در تیمار 30 kg.ha^{-1} با تیمار شاهد تفاوتی نداشته باشد. در-صورتی که همین شاخص در تیمار 60 kg.ha^{-1} متالاکسیل ۳۲ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر بود (جدول ۲) که این موضوع احتمالاً ناشی از تأثیر مثبت عناصر غذایی موجود در بقایای متالاکسیل و متابولیت-های حاصل از تجزیه آن (کربن و نیتروژن) بر جمعیت و فعالیت باکتری‌های خاک می‌باشد. چنانچه ملاحظه می‌شود در این مرحله به-طور کلی در تیمارهای حاوی متالاکسیل افزایش نیتروژن زیست توده میکروبی نسبت به شاهد دیده می‌شود. شاید وجود نیتروژن در ترکیب این قارچ‌کش و نیز اثر کمتر آن بر جمعیت باکتریایی خاک با نسبت کربن به نیتروژن پایین‌تر دلیل این افزایش باشد. مشابه مرحله اول میزان این شاخص در محیط کشت حدود ۲۱ درصد بیشتر از محیط کشت نشده بود. مونکیجه و همکاران (Monkiedje et al., 2007) مشاهده کردند که نیتروژن زیست توده میکروبی در خاک‌هایی که در آنها قارچ‌کش مصرف شده بود کمتر از خاک شاهد بود. چن و همکاران (Chen et al., 2001) نیز نشان دادند که میزان نیتروژن زیست توده میکروبی در خاک‌های تیمار شده با قارچ‌کش‌های بنومیل، کلروتانولیل و کاپتان کمتر از خاک شاهد بود.

نسبت کربن به نیتروژن زیست توده میکروبی (MBC/MBN)

یکی دیگر از شاخص‌هایی که برای ارزیابی تأثیر آفت‌کش‌ها بر فعالیت ریزجانداران استفاده می‌شود، نسبت کربن به نیتروژن زیست توده میکروبی است (Kujur & Patel, 2012). تغییر این نسبت دلیل واضحی بر تغییر میزان جمعیت میکروبی خاک و نیز شاخص خوبی از تغییر ساختار جامعه میکروبی خاک می‌باشد (Khan & Huang, 1998).



شکل ۲- اثر سطوح قارچ کش متالاکسیل بر کربن (MBC) و نیتروژن (MBN) زیست توده میکروبی، MBC/MBN و ضریب متابولیسی (qCO_2) در خاک‌های تحت کشت ذرت و بدون کشت طی دو مرحله (۳۰ و ۹۰ روز پس از شروع آزمایش)
 اعداد میانگین سه بلوک ($n=3$) هستند و خطوط عمودی روی ستون‌ها مقادیر انحراف استاندارد را نشان می‌دهند. میانگین‌ها دارای حروف مشترک در هر شکل، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 2- Effects of different levels of metalaxyl on MBC, MBN, MBC/MBN and qCO_2 in soils cultivated with corn and uncultivated at two intervals (at 30 and 90 days after the onset of experiment).

Values are means ($n=3$) and vertical lines are standard deviations. Mean values followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ (Fisher's LSD test)

جدول ۳- اثر بازدارندگی قارچ‌کش متالاکسیل بر کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی و نسبت کربن به نیتروژن زیست توده میکروبی و نیز ضریب متابولیسمی در خاک‌های تحت کشت ذرت و بدون کشت طی دو مرحله (مرحله اول ۳۰ و مرحله دوم ۹۰ روز پس از آزمایش)

Table 3- The inhibition effect of metalaxyl fungicide (in percent) on MBC, MBN, MBC/MBN and qCO_2 in soils cultivated with corn and uncultivated at two intervals (at 30 and 90 days after the onset of experiment)

نوع محیط Environment type	سطح متالاکسیل ($kg \cdot ha^{-1}$) Metalaxyl levels ($kg \cdot ha^{-1}$)	کربن زیست توده میکروبی MBC		نیتروژن زیست توده میکروبی MBN		MBC/MBN		ضریب متابولیسمی qCO_2	
		مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage
کاشته شده Cultivated	30	+32	-81	-15	-60	+41	-13	+48	+77
	60	+1	+8	+10	-7	-10	+15	+48	+68
عدم کشت Uncultivated	30	+14	+34	+16	+1	-2	+34	-21	-115
	60	-47	+38	-73	-32	+15	+53	+20	-214

* اعداد مثبت درصد بازدارندگی و اعداد منفی درصد تحریک کنندگی را نشان می‌دهند.

* Positive and negative numbers show the inhibition and stimulation percentage, respectively.

(اعداد به صورت درصد می‌باشند).

(Numbers are percentage).

نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲). در این مرحله بخش زیادی از متالاکسیل در ریزوسفر تجزیه شده است. این تناقضات احتمالاً به دلیل پاسخ متفاوت ریزجانداران مختلف به حضور بقایای این سم در ریزوسفر خاک می‌باشد. در محیط کشت نشده با افزایش سطح سم میزان این شاخص به‌طور معنی‌دار ($p \leq 0.05$) کاهش یافت که نشان می‌دهد بخشی از بقایای این سم و متابولیت‌های حاصل از آن در خاک باقی مانده است و تأثیر سوء آن بر قارچ‌ها و اکتینومیسیت‌ها همچنان ادامه دارد. این نتایج نشان می‌دهد که قارچ‌کش متالاکسیل در مراحل مختلف تجزیه اثرات متفاوتی بر جمعیت ریزجانداران خاکزی به‌خصوص قارچ‌ها دارد و به‌طور کلی کاهش این نسبت بیانگر مرگ و میر بیشتر گونه‌های قارچی در مقایسه با گونه‌های باکتریایی می‌باشد. از طرف دیگر، نتایج پژوهش ال قمری و همکاران (El-Ghamry et al., 2000) نشان داد که مصرف آفت-کش متسولفورون متیل سبب افزایش موقت نسبت کربن به نیتروژن زیست‌توده میکروبی خاک شد.

۴- ضریب متابولیسمی (qCO_2)

ضریب متابولیسمی شاخصی است که با استفاده از دی‌اکسیدکربن حاصل از تنفس پایه به‌عنوان میزان انرژی لازم برای بقا و رشد سلول و کربن زیست‌توده میکروبی به‌عنوان میزان رشد سلولی محاسبه می‌گردد (Suman et al., 2006; Pereira et al., 2008) و هرگاه که منابع کربن و عناصر غذایی خاک متوسط و یا کم باشد مقدار تنفس میکروبی افزایش می‌یابد، چرا که کربن و عناصر غذایی موجود صرف اعمال حیاتی می‌شوند و کمتر صرف تشکیل بافت‌های جدید میکروبی می‌گردند (Suman et al., 2006). خاکی که qCO_2

به‌طور کلی، نسبت کربن به نیتروژن سلول‌های قارچی به‌طور متوسط حدود ۱۰ می‌باشد، درحالی‌که نسبت کربن به نیتروژن توده زنده باکتری‌ها حدود چهار می‌باشد (Paul & Clark, 1996; Six et al., 2006). این شاخص نیز برای مراحل نمونه‌برداری ۳۰ و ۹۰ روز آزمایش محاسبه شده است (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که در هر دو مرحله اثر نوع محیط بر این شاخص غیر معنی‌دار است، ولی اثرات سطح سم و نیز اثر متقابل محیط $\times$ سطح سم معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بودند. بدین معنا که بین سطوح مختلف سم در محیط کشت شده و کشت نشده تفاوت معنی‌دار وجود داشت. غیر معنی‌دار بودن اثر محیط شاید به این دلیل باشد که تغییر ترکیب جمعیت ریزجانداران در هر دو محیط بر اثر کاربرد این قارچ‌کش به گونه‌ای بوده که برآیند آن تغییری در این شاخص ایجاد نکرده است. مقایسه میانگین‌های این شاخص که در شکل ۲ ارائه شده است، نشان داد که در مرحله اول در محیط کشت ذرت میزان کربن به نیتروژن زیست‌توده میکروبی در سطح $30 kg \cdot ha^{-1}$ نسبت به شاهد به‌طور معنی‌دار (۴۱ درصد) کاهش یافته است، درحالی‌که افزایش این شاخص در سطح $60 kg \cdot ha^{-1}$ معنی‌دار نبود، اما در محیط کشت نشده سطح $30 kg \cdot ha^{-1}$ تأثیری بر این شاخص نداشت، در صورتی‌که در سطح $60 kg \cdot ha^{-1}$ میزان این شاخص ۱۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت که علت این کاهش از بین رفتن بخشی از قارچ‌ها و اکتینومیسیت‌های خاکزی بر اثر مصرف این قارچ‌کش بود، در نتیجه جمعیت باکتری‌ها که نسبت C/N پایین‌تری دارد افزایش و به دنبال آن این شاخص کاهش یافت.

در مرحله دوم در کشت ذرت این شاخص در سطح $30 kg \cdot ha^{-1}$ متالاکسیل ۱۳ درصد افزایش و در تیمار $60 kg \cdot ha^{-1}$ حدود ۱۵ درصد

بالایی دارد نشان‌دهنده شرایط محیطی ناپایدار و یا وضعیت نامناسب خاک می‌باشد (Pereira et al., 2008). مقدار این شاخص با تغییر در نوع سوبسترا، ترکیب جامعه میکروبی و یا تغییر هر دوی آنها و نیز تغییر وضعیت فیزیولوژیک ریزجانداران ناشی از تغییر نیازهای اساسی آنها در خاک تغییر می‌یابد (Suman et al., 2006)، لذا شاخصی مناسب برای بررسی وضعیت زیستی خاک ناشی از ورود آلاینده‌ها می‌باشد.

علاوه بر این افزایش qCO_2 نشان‌دهنده کاهش راندمان جذب کربن توسط میکروب‌ها، افزایش فراوانی جمعیت میکروب‌های زایمون (استراتژی r)، تغییر نسبت یا ترکیب جمعیت باکتری‌ها به قارچ‌ها، کاهش زیست فراهمی کربن، اتلاف کربن به صورت CO_2 ، خروج آن از خاک و فراوانی ترکیبات (کربن) سهل‌الوصول می‌باشد (Dilly, 2005; Suman et al., 2006; Pereira et al., 2008). به عنوان مثال، هنگامی که جمعیت باکتری‌های خاک افزایش یابد، راندمان جذب کربن کاهش و در نتیجه کربن بیشتری صرف تولید انرژی از طریق تبدیل کربن آلی به CO_2 برای زیست توده میکروبی می‌گردد که مسلماً افزایش qCO_2 را به همراه دارد (Dilly, 2005).

در این تحقیق ضریب متابولیسی طی دو مرحله آزمایش محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در مرحله اول نمونه‌برداری (روز ۳۰) اثر نوع محیط بر ضریب متابولیسی معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود. سطح سم متالاکسیل اثر معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بر ضریب متابولیسی داشت و اثر متقابل محیط و سطح سم نیز بر این ویژگی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. مقایسه میانگین‌های این شاخص (شکل ۲) نشان داد که در کلیه تیمارها میزان qCO_2 در مرحله دوم بزرگتر از مرحله اول بود که این مطلب احتمالاً نشان می‌دهد با گذشت زمان شرایط برای ریزجانداران خاکزی نامساعدتر شده و تنش ناشی از تغییر عوامل محیطی در این مرحله برای میکروفلور خاک نسبت به ۳۰ روز افزایش یافته است. مقایسه ضریب متابولیسی (شکل ۲) در دو محیط حاکی از آن است که در مرحله اول میزان آن در محیط کشت نشده به‌طور معنی‌دار بیشتر از محیط کشت شده بود و در مرحله دوم نمونه‌برداری با این که در محیط کشت نشده باز هم این شاخص بیشتر است، اما تفاوت آن با محیط کشت شده معنی‌دار نبود که پائین‌تر بودن این شاخص در محیط کشت شده به دلیل وجود ترشحات ریشه به‌عنوان منبع تغذیه ای برای ریزجانداران است و در ریزوسفر به دلیل وجود شرایط مساعدتر فعالیت ریزجانداران بیشتر و شرایط تنش‌زا نیز کمتر وجود دارد.

مقایسه میانگین سطوح سم در مرحله اول (شکل ۲) نشان‌دهنده این موضوع است که در محیط کاشت ذرت میزان این شاخص در تیمار شاهد ۴۸ درصد بیشتر از دو تیمار دیگر بود. در صورتی که در محیط کشت نشده qCO_2 در سطح 30 kg.ha^{-1} در مقایسه با شاهد ۲۱ درصد بیشتر و در سطح 60 kg.ha^{-1} حدود ۲۰ درصد کمتر

است که اثرات سمی قارچ‌کش متالاکسیل در سطح 30 kg.ha^{-1} و تأثیرات مثبت سطح 60 kg.ha^{-1} را بر فعالیت ریزجانداران تأیید می‌کند (جدول ۲). در این مرحله qCO_2 در محیط کشت نشده حدود ۳۴ درصد بیشتر از محیط کشت شده بود.

در مرحله دوم نمونه‌برداری طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص شد که تنها اثر متقابل محیط $\times$ سطح سم بر این شاخص معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود و نوع محیط و سطح سم به تنهایی اثر معنی‌دار بر این شاخص نداشته‌اند. مقایسه میانگین سطوح سم (شکل ۲) نشان می‌دهد که در محیط کشت شده بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار شاهد است که احتمالاً ناشی از ایجاد تنش موقتی در این تیمار بر اثر عاملی غیر از قارچ‌کش می‌باشد؛ در حالی که در محیط کشت نشده تیمار 60 kg.ha^{-1} بالاترین qCO_2 را نشان داد. در این مرحله احتمالاً متابولیت‌های ناشی از تجزیه متالاکسیل سبب بروز سمیت برای ریزجانداران شده‌اند. اگر چه تأثیر محیط بر این شاخص در این مرحله معنی‌دار نبود، ولی با این حال qCO_2 در محیط کشت شده حدود ۲۲ درصد کمتر از محیط کشت نشده بود (جدول ۲). در یک تحقیق ۱۸۰ روزه آزمایشگاهی ویسچتی و همکاران (Vischetti et al., 2008) تأثیر سموم متالاکسیل ($100 \text{ میلی گرم بر کیلوگرم}$) و کلرپریفوس (10 و $50 \text{ میلی گرم بر کیلوگرم}$) را به طور جداگانه و مخلوط بر qCO_2 بررسی کردند. نتایج نشان داد در ابتدا این شاخص افزایش یافت که در پاسخ ریزجانداران به تنش به وجود آمده در محیط ایجاد شد، اما با گذشت ۲۰ روز در تیمارهای جداگانه مصرف این سموم و پس از ۴۰ روز در تیمارهای مخلوط این دو آفت‌کش ضریب متابولیسی به مقدار ثابتی رسید. جونز و آنانیوا (Joens & Ananyeva, 2001) نشان دادند افزودن متالاکسیل میزان qCO_2 را افزایش داد، در صورتی که مصرف پروپاکلر تأثیری بر این شاخص نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که زیست‌توده میکروبی خاک در محیط کشت شده بیش از محیط کشت نشده بود، درحالی که ضریب متابولیک میکروبی در محیط کشت شده با ذرت کمتر از محیط کشت نشده بود که نشان می‌دهد حضور گیاه تا اندازه ای از اثرات زیان‌بار این قارچ‌کش می‌کاهد. همچنین در این تحقیق مشخص شد قارچ متالاکسیل هم اثر بازدارندگی و هم اثر تحریک‌کنندگی بر زیست-توده میکروبی خاک دارد که در واقع میزان مصرف آن، مدت زمان ماندگاری آن در خاک پس از مصرف، و وجود و یا عدم وجود گیاه این اثرات را مشخص می‌نمایند. با این حال، برای پی بردن دقیق‌تر به اثر این قارچ‌کش بر میکروب‌های خاک و انجام هر گونه توصیه برای مصرف یا عدم مصرف آن، سایر آزمایش‌های تکمیلی مانند اثر

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه شهرکرد برای اجرای این تحقیق قدردانی و سپاسگزاری می‌شود.

متالاکسیل بر فعالیت آنزیم‌های خاک، تنوع میکروبی خاک، سرعت واکنش‌های متابولیکی و بیوشیمیایی خاک و مهمتر اینکه تکرار آنها برای سایر خاک‌ها و گیاهان الزامی است.

منابع

1. Anderson, T.H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 285–293.
2. Bottomley, P.J. 1994. Microbial Biomass. In: R.W.W. Chair, S. Angle, P. Bottomley, D. Bezdic, S. Smith, M.A. Tabatabai, and A. Wollum (Eds). *Method of Soil Analysis, Part 2. Soil Science Society of America* p. 753–773.
3. Broos, K., Macdonald, L.M., Warne M.St.J., Heemsbergen, D.A., Barnes, M.B., Bell, M., and McLaug, M.J. 2007. Limitations of soil microbial biomass carbon as an indicator of soil pollution in the field. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 2693–2695.
4. Chen, S.K., Edwards, C.A., and Subler, S. 2001. Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology and Biochemistry* 33:1971–1980.
5. Dilly, O. 2005. Microbial energetic in soils. In: F. Buscot, and A. Varma (Eds). *Microorganisms in soils: roles in genesis and functions*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany p. 125–138.
6. Eisenhauer, N., Klier, M., Partsch, S., Sabais, A.C.W., Scherber, Ch., Weisser, W.W., and Scheu, S. 2009. No interactive effects of pesticides and plant diversity on soil microbial biomass and respiration. *Applied Soil Ecology* 42: 31–36.
7. EL-Ghamry, A.M., Xu, J., and Xie, Z. 2000. Changes in soil biological properties with the addition of metsulfuron-methyl herbicide. *Journal of Zhejiang University Science* 1:442–447.
8. Erfan Manesh, M., and Afyouni, M. 2002. *Pollution of environment, water and air* (2nd Ed). Arkan Publications, Isfahan, Isfahan, Iran. (In Persian)
9. Hart, M.R., and Brookes, P.C. 1999. Soil microbial biomass and mineralization of soil organic matter after 19 years of cumulative field applications of pesticides. *Soil Biology and Biochemistry* 28: 1641–1649.
10. Jenkinson, D.S., and Powlson, D.S. 1976. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil fumigation with chloroform. *Soil Biology and Biochemistry* 8: 167–177.
11. Jenkinson, D.S., and Ladd, J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: E.A. Paul, and J.N. Ladd (Eds). *Soil Biochemistry*, Volume 5. Marcel Dekker, New York, p. 415–471.
12. Jones, W.J., and Ananyeva, N.D. 2001. Correlations between pesticide transformation rate and microbial respiration activity in soil of different ecosystems. *Biology and Fertility of Soils* 33: 477–483.
13. Khan, K.S., and Huang, C. 1998. Effect of lead-zinc interaction on size of microbial biomass in red soil. *Pedosphere* 8: 143–148.
14. Kujur, M., and Patel, A.K. 2012. Quantifying the contribution of different soil properties on microbial biomass carbon, nitrogen and phosphorous in dry tropical ecosystem. *International Journal of Environmental Sciences* 3: 2272–2284.
15. Landi, L., Renella, G., Moreno, J.L., Flachini, L., and Nannipieri, P. 2000. Influence of cadmium on the metabolic quotient, L: D-glutamic acid respiration ratio and enzyme activity; microbial biomass ratio under laboratory conditions. *Biology and Fertility of Soils* 32: 8–16.
16. Locke, M.A., and Zablotowicz, R.M. 2004. Pesticides in soil – benefits and limitations to soil health. In: P. Schjonning, S. Elmholt, and B.T. Christensen (Eds.). *Managing soil quality: challenges in modern agriculture*. Chapter 14. CAB international, Wallingford, England, p. 239–260.
17. Mansourzadeh, M., and Raiesi F. 2012. The effect of Eradican (EPTC) on microbial biomass C and N, and urease and arylsulphatase activities in a calcareous soil under field conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 59:153–167. (In Persian with English Summary)
18. Martinez-Toledo, M.V., Salmeron, V., Rodelas, B., Pozo, C., and Gonzalez-Lopez, J. 1998. Effects of the fungicide Captan on some functional groups of soil microflora. *Applied Soil Ecology* 7: 245–255.
19. Monkiedje, A., and Spiteller, M. 2005. Degredation of metalaxyl and mefenoxam and effects on the microbiological properties of tropical and temperate soils. *Environmental Research and Public Health* 2: 272–285.
20. Monkiedje, A. Spiteller, M., Saurelle, N.M., and Sukul, P. 2007. Influence of metalaxyl and mefenoxam based fungicides on chemical and biochemical attributes of soil quality under field conditions in a southern humid forest zone of Cameroon. *Soil Biology and Biochemistry* 39: 836–842.
21. Paul, E.A., and Clark, F.E. 1996. *Soil microbiology and biochemistry*, Academic Press, San Diego, California, USA.

22. Pedersen, T.L. 1988. Elements of toxicology and chemical risk assessment, a handbook for nonscientists, attorneys and decision makers (2nd ed). Environmental Corporation, Washington DC, USA.
23. Pereira, J.L., Picanco, M.C., Silva, A.A., Santos, E.A., Tome, H.V.V., and Olarte, J.B. 2008. Effects of glyphosate and endosulfan on soil microorganisms in soybean crop. *Planta Daninha* 26: 56–62.
24. Perie, C., and Munson, A.D. 2000. Ten-year responses of soil quality and conifer growth to silvicultural treatments. *Soil Science and Society of America Journal* 64: 1815–1826.
25. Raiesi, F. 2004. Soil properties and N application effects on microbial activities in two winter wheat cropping systems. *Biology and Fertility of Soils* 40: 88–92.
26. Rakhshani, A. 2002. The principles of agricultural toxicology (1st Ed). Farhange Jame Publications, Tehran, Iran. (In Persian)
27. Roger, P.A., Simpson, I., Oficialc, R., Ardales, S., and Jimenez, R. 1994. Effects of pesticides on soil and water microflora and mesofauna in wetland rice fields: a summary of current knowledge and extrapolation to temperate environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34: 1057–1068.
28. Six, J., Freyb, S.D., Thietb, R.K., and Batten, K.M. 2006. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. *Soil Science and Society of American Journal* 70:555–569.
29. Sukul, P. 2006. Enzymatic activities and microbial biomass in soil as influenced by metalaxyl residues. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 320–326.
30. Suman, A., Lal, M., Singh, A.K., and Gaur, A. 2006. Microbial biomass turnover in Indian subtropical soils under different sugarcane intercropping systems. *Agronomy Journal* 98: 698–704.
31. Vischetti, C., Monaci, E., Cardinali, A., Casucci, C., and Perucci, P. 2008. The effect of initial concentration, co-application and repeated applications on pesticide degradation in a biobed mixture. *Chemosphere* 72: 1739–1743.
32. Wang, Q., Zhou, D., and Cang, L. 2009. Microbial and enzyme properties of apple orchard soil as affected by long-term application of copper fungicide. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 1504–1509.



تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) رقم اسپدfid در چین‌های مختلف

یعقوب راعی^۱، سید ناصر اسحق‌ی سردرود^{۲*} و امین باقری پیروز^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

مدیریت حاصلخیزی خاک از طریق تلقیح با کودهای زیستی یکی از اجزای کشاورزی پایدار می‌باشد. بر این اساس، به منظور ارزیابی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول سطوح مختلف کود شیمیایی شامل ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۱۰۰٪)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۱۰۰ درصد) + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۵۰ درصد) + سوپرفسفات تریپل (۵۰ درصد) و شاهد و فاکتور دوم شامل انواع کود زیستی با سطوح بیوسوپر، فسفات بارور ۲، بیوسوپر + فسفات بارور ۲ و شاهد بود. نتایج نشان دادند که سورگوم قادر است در شرایط محیطی تبریز سه چین محصول علوفه در یک فصل زراعی تولید نماید. عملکرد علوفه خشک، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در چین دوم بیشتر از دو چین دیگر بود، ولی نسبت برگ به ساقه در چین سوم بیشتر از چین‌های دیگر بود. در چین اول ترکیب تیماری سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد) + بیوسوپر + فسفات بارور ۲، در چین دوم، اوره (۱۰۰ درصد) + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد) + فسفات بارور ۲ و در چین سوم، ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲، عملکرد علوفه را در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۴۴/۶، ۳۴۴/۳ و ۱۲۱/۵ درصد افزایش داد. در حالت کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده توأم از کودهای شیمیایی و زیستی عملکرد علوفه را به‌طور معنی‌داری نسبت به استفاده تنها از کودهای شیمیایی و زیستی افزایش داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: بیوسوپر، فسفات بارور ۲، مدیریت تلفیقی کود

مقدمه

اهمیت فوق‌العاده سورگوم در تغذیه دام و طیور، تحقیقات منطقه-ای را برای دستیابی به ارقام سازگار با عملکرد بالا در واحد سطح ضروری می‌سازد، تا با برنامه‌ریزی‌های صحیح برای انجام عملیات و فن‌آوری‌های زراعی، شناخت کامل از نحوه رشد و نمو سورگوم و تعیین شرایط مناسب برای زراعت آن بتوان گامی در جهت خود کفایی کشور در این زمینه برداشت. در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده مناسب از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در نیل به تولید حداکثر عملکرد مورد پیشنهاد قرار گرفته است. همچنین بروز مشکلات

اقتصادی و زیست محیطی ناشی از اتلاف کودهای شیمیایی نیتروژنی در نتیجه فرآیندهایی چون تصعید آمونیاک، دنتریفیکاسیون و آبشویی نیترات سبب شده که به ویژه سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن به عنوان بخشی از برنامه‌های کشاورزی پایدار، جایگزین کودهای شیمیایی گردند (Aliasgar zad, 1997). با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ به عنوان یک کود زیستی می‌توان علاوه بر مصرف کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل هزینه‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی را نیز کاهش داد که حرکتی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. باکتری‌های حل‌کننده فسفات قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرآیندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده و تحریک این عنصر را در خاک افزایش دهند (Saleh Rastin, 2001).

نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که ارتفاع بوته، وزن خشک

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و کارشناس ارشد رشته زراعت گروه اکوفیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

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

آزمایش به منظور بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی و معرفی مناسب‌ترین ترکیب تیماری برای دستیابی به عملکرد بالا در سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی تبریز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ اجرا گردید. منطقه دارای ارتفاع ۱۳۶۰ متری از سطح دریا، میزان بارندگی سالانه ۲۸۵ میلی‌متر، عرض جغرافیایی ۳۸/۰۵ شمالی و طول جغرافیایی ۴۶/۱۷ شرقی می‌باشد. رقم مورد استفاده، سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید بود که از شرکت خدمات حمایتی آذربایجان شرقی تهیه شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول سطوح مختلف کود شیمیایی شامل ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (۱۰۰ درصد)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۱۰۰ درصد) + سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ درصد)، اوره (۵۰ درصد) + سوپرفسفات تریپل (۵۰ درصد) و شاهد (عدم کاربرد کود) و فاکتور دوم شامل کود زیستی با سطوح بیوسوپر، فسفات بارور ۲، بیوسوپر + فسفات بارور ۲ و شاهد (عدم کاربرد کود) می‌باشند. کل کود سوپرفسفات تریپل و یک سوم از کود اوره هنگام کاشت، یک سوم کود اوره بلافاصله بعد از برداشت چین اول و یک سوم پایانی نیز بلافاصله بعد از برداشت چین دوم به خاک اضافه شد. شایان ذکر است که مقدار کود شیمیایی به‌کار رفته بر اساس نتایج آزمون تجزیه خاک بود (جدول ۱). هر کرت شامل چهار ردیف کاشت به طول چهار متر با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرها در اواسط اردیبهشت ماه با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع در عمق ۳-۲ سانتی-متری سطح خاک کاشته شدند. کود زیستی بیوسوپر محتوی *ازتوباکتر*، *آزوسپیریوم*، *سودوموناس* و *باسیلوس* می‌باشد و فسفات بارور ۲ محتوی *سودوموناس* و *باسیلوس* می‌باشد که به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفتند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت منظم و به‌طور دستی و آبیاری هم هر هفته یکبار انجام گردید. در این پژوهش عملکرد علوفه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، نسبت برگ به ساقه مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم-افزارهای MSTAT-C و برای مقایسات میانگین از روش چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

چین اول

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس

بوته، شاخص سطح برگ، نسبت سطح برگ و وزن مخصوص برگ سورگوم دانه‌ای در اثر استفاده از کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر* و *سودوموناس* به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافتند (Amal et al., 2010). در پژوهشی وزن خشک سورگوم در اثر تلقیح با باکتری *آزوسپیریوم* نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Sarig & Kaoulnik, 1981). آغشته‌سازی بذور سورگوم با *آزوسپیریوم* و *باسیلوس* در حضور و عدم حضور کودهای نیتروژن‌دار و فسفردار سبب افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاه و عملکرد دانه شد و در تیمارهایی که آغشته‌سازی صورت گرفته میزان جذب نیتروژن و فسفر توسط گیاه نسبت به شاهد افزایش یافت (Alagawadi & Gaur, 1992). اثر سطوح مختلف کود شیمیایی، کود حیوانی، *آزوسپیریوم* و باکتری‌های آزاد کننده فسفات بر سورگوم دیم (*Sorghum bicolor* L.) نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه (۱۱۰۲۲ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۴۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد تلفیقی ۱۰۰ NPK درصد توصیه شده، کود حیوانی (۱۰ تن در هکتار)، *آزوسپیریوم* و باکتری‌های آزاد کننده فسفات حاصل می‌شود (Ponnuswamy et al., 2002). آغشته‌سازی بذور ذرت با باکتری‌های افزاینده رشد مانند گونه‌های *سودوموناس*، *ازتوباکتر* و *آزوسپیریوم* به‌طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه در بلال، سطح برگ، وزن خشک بلال و ساقه ذرت نسبت به شاهد شد؛ به‌طوری‌که افزایش ارتفاع بوته و سطح برگ به ترتیب ۲۱/۷ و ۱۴/۳ درصد نسبت به شاهد بود (Gholami et al., 2009). کود زیستی فسفات بارور ۲ منجر به کاهش pH خاک شده و با افزایش میزان فسفر در دسترس باعث افزایش ۱۰ تا ۵۴ درصدی عملکرد سورگوم نسبت به شاهد شده است (Khalili et al., 2008).

در اثر تلقیح ذرت (*Zea mays* L.) با *آزوسپیریوم* وزن خشک بوته افزایش یافت (Stancheva et al., 1992). در پژوهشی مشخص شد که کاربرد *Bacillus megatherium* همراه با کود فسفات موجب افزایش پنجه‌دهی و عملکرد ساقه نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) شد (Sundara et al., 2002). همچنین طی آزمایشی تولید ماده خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در چین دوم نسبت به چین اول بیشتر بود این اختلاف عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش تعداد پنجه و شرایط مساعدتر محیطی از جمله دمای کافی همراه با نور شدید و شب‌های خنک در چین دوم بوده است (Javadi et al., 2010). طی آزمایشی گزارش شده که چین دوم محصول علوفه‌ای بیشتری نسبت به دو چین دیگر داشت. این امر را می‌توان به مناسب بودن شرایط آب و هوایی برای رشد و نمو در چین دوم و نامساعد بودن شرایط محیطی برای رشد مطلوب و ضعف کلی گیاه به دلیل تحلیل مواد ذخیره‌ای ریشه جهت رشد مجدد نسبت داد (Raei, 1998). بر این اساس، این

داده‌های مربوط به اثرهای متقابل کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که بیشترین و کمترین وزن خشک برگ به ترتیب مربوط به سوپرفسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲ با مقدار ۹۳۵/۷ و شاهد با مقدار ۲۲۱/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که تیمار کودی فوق وزن خشک ساقه را ۳۲۲/۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های ساندارا و همکاران (Sundara et al., 2002) در نیشکر مطابقت دارد.

ج) نسبت برگ به ساقه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر-های کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار اوره + بیوسوپر با نسبت ۰/۷۰۰۵ و کمترین میزان این نسبت در تیمار اوره + سوپرفسفات تریپل با نسبت ۰/۲۵۷۷ به‌دست آمد (جدول ۳). مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت برگ به ساقه را در گیاه سورگوم نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Khalessrou et al., 2010) که با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد، به این دلیل که در این آزمایش با کاربرد تنهای کود اوره این نسبت کاهش یافته است.

تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که این صفت تحت تأثیر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p \leq 0.01$) شد (جدول ۲). مقایسات میانگین مربوط به اثرهای متقابل کود شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ سورگوم نشان داد که بین سطوح اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p \leq 0.05$). بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار کاربرد اوره + سوپرفسفات تریپل + فسفات بارور ۲ با مقدار ۳۸۶/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد کود اوره با مقدار ۳۷۸ گرم در متر مربع ندارد؛ احتمالاً ناهمگن بودن خاک آزمایشی باعث این موضوع شده است و گذاشته نقش فسفر به‌طور کامل مشخص شود و کمترین مقدار وزن خشک برگ نیز مربوط به شاهد با ۱۳۹/۳ گرم در متر مربع می‌باشد که افزایش وزن خشک برگ نسبت به شاهد ۱۷۷ درصد می‌باشد (جدول ۳). در آزمایشی دیگر وزن خشک برگ‌های ذرت در اثر کاربرد باکتری‌های /ازتوباکتر و /آزوسپیریوم افزایش یافت (Kapulnic et al., 1981).

ب) وزن خشک ساقه به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p \leq 0.01$) شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت
Table 1- Physical and chemical properties of experimental soil before planting

بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	رس (%) Clay (%)	سیلت (%) Silt (%)	شن (%) Sand (%)	کربن آلی (%) OC (%)	نیتروژن (%) N (%)	فسفر قابل جذب (ppm) Available p (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm) Available K (ppm)
Loam- sand	512	7.82	16	22	62	0.74	0.08	61	304

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین اول
Table 2- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at first harvest

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد علوفه Forage yield	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio
تکرار Replication	2	39832.267**	2905.617**	1269.617**	0.0001 ^{ns}
کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)	4	268217.692**	8486.808**	196756.433**	0.068**
کود زیستی (B) Bio fertilizer (B)	3	104608.106**	6299.706**	61301.422**	0.011**
شیمیایی × زیستی F × B	12	110643.425**	17748.719**	53890.256**	0.039**
اشتباه آزمایشی Error	38	216.618	41.757	128.828	0.0001
ضریب تغییرات (%) C.V (%)		1.89	2.79	2.08	2.81

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: are non significant and significant at 1% respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین اول

Table 3- Comparison of mean effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at first harvest

نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio	وزن خشک ساقه (گرم) Stem dry weight (g.m ⁻²)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g.m ⁻²)	عملکرد علوفه (گرم) Forage yield (g.m ⁻²)	کود زیستی Bio fertilizer	کود شیمیایی Fertilizer
0.7005a	251.7l	176.3jk	428k*	بیوسوپر Biosuper	اوره Urea
0.4093h	494.7hi	202.7hi	697.3h	بارور ۲ Barvar II	
0.3493kl	478.7i	167.3jk	646i	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.5785c	654.3e	378a	1032c	شاهد Control	
0.3572jk	496.3hi	177.3j	673.6h	بیوسوپر Biosuper	سوپر فسفات تریپل Super phosphate triple (S.P.T)
0.3133n	569.7f	178.3j	748g	بارور ۲ Barvar II	
0.3245mn	935.7a	307b	1243a	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.3636ijk	700.3d	254.7de	955d	شاهد Control	
0.4447g	538.3g	239.3f	777.6f	بیوسوپر Biosuper	اوره + سوپر فسفات تریپل Urea+ S.P.T
0.5422d	712d	386.3a	1098b	بارور ۲ Barvar II	
0.3798i	731.7c	278c	1010c	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.2577o	760.7b	196i	956.7d	شاهد Control	
0.3343lm	522.3g	174.7jk	697h	بیوسوپر Biosuper	۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپر فسفات تریپل 50%urea+50%S.P.T
0.3709ij	434.7k	165.3k	600j	بارور ۲ Barvar II	
0.5418d	476.3i	258.3d	734.6g	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.5113e	540g	275.7c	815.7e	شاهد Control	
0.4942ef	500h	247ef	747g	بیوسوپر Biosuper	شاهد Control
0.484f	457j	221.3g	678.3h	بارور ۲ Barvar II	
0.4825f	429.7k	207.3h	637i	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.6291b	221.3m	139.3l	360.6l	شاهد Control	

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

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

نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۸۲۵/۷ گرم بر متر مربع و کمترین آن مربوط به شاهد با مقدار ۲۲۱ گرم در متر مربع می باشد (جدول ۵). به علت اینکه کودهای زیستی توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس برای گیاه را طی فرآیندهای زیستی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می گردند بنابراین باعث افزایش عملکرد شده است. کاربرد کودهای بیولوژیکی باعث افزایش معنی دار اغلب صفات، از جمله عملکرد تر و خشک کل اندام هوایی گیاه، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ شد (Jahan et al., 2011).

ب) وزن خشک ساقه: نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی دار ($p \leq 0.01$) شدند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه مربوط به اوره+ سوپرفسفات تریپل+ فسفات بارور ۲ با مقدار ۱۴۶۸ گرم در متر مربع و شاهد با مقدار ۲۴۹/۷ گرم در متر مربع می باشد (جدول ۵). بدین ترتیب چنین بنظر می رسد که دلیل بهبود وزن خشک ساقه سورگوم مربوط به بهبود فراهمی جذب عناصر غذایی و بویژه فسفر باشد که در نتیجه منجر به افزایش وزن خشک ساقه شده است. مشخص شده است که باکتری‌های حل کننده فسفات، وزن ساقه و ریشه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) را با جذب بیشتر فسفر نسبت به شاهد افزایش دادند (Turan et al., 2007).

د) عملکرد علوفه خشک: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین اول نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی و اثرهای متقابل کودها معنی دار ($p \leq 0.01$) بودند (جدول ۲). مقایسات میانگین مربوط به اثرهای متقابل کود شیمیایی و زیستی بر عملکرد علوفه سورگوم نشان داد که بین سطوح اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشته و آنها در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند؛ به طوری که تیمار سوپرفسفات تریپل+ بیوسوپر+ فسفات بارور ۲ دارای بیشترین عملکرد علوفه با میزان ۱۲۴۳ گرم در متر مربع و تیمار شاهد با مقدار علوفه ۳۶۰/۷ گرم در متر مربع کمترین عملکرد علوفه را به خود اختصاص دادند که افزایش عملکرد ۲۴۴/۶ درصد می باشد (جدول ۳). فسفر به عنوان محدود کننده‌ترین عنصر پرمصرف در اغلب خاک‌های کشور است و این تیمار با دارا بودن کود سوپرفسفات تریپل و همچنین باکتری‌های حل کننده فسفات باعث تولید حداکثر عملکرد شده است. این نتایج با یافته‌های الاگاودی و گایور (Alagawadi & Gaur, 1992) و پونوسوامی و همکاران (Ponnuswamy et al., 2002) در گیاه سورگوم مطابقت دارد.

چین دوم

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک برگ حاکی از آن است که این صفت تحت تأثیر کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی دار ($p \leq 0.01$) شد (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین دوم
Table 4- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at second harvest

نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	عملکرد علوفه Forage yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.0003 ^{ns}	76940.617**	32947.717**	210546.35**	2	تکرار Replication
0.032**	290513358**	160035.392**	865833.433**	4	کود شیمیایی (F) Fertilizer (F)
0.057**	63159.128**	33008.889**	104204.639**	3	کود زیستی (B) Bio fertilizer (B)
0.222**	359487.058**	44589.292**	604357.056**	12	شیمیایی × زیستی F × B
0.0001	701.9	167.383	1314.175	38	اشتباه آزمایشی Error
1.45	3.78	2.72	3.08		ضریب تغییرات (%) C.V (%)

ns و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

Ns and ** are not significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین دوم

Table 5- Mean comparison of the effects of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at second harvest

نسبت برگ به ساقه Leaf: stem ratio	وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem dry weight (g.m ⁻²)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight (g.m ⁻²)	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield (g.m ⁻²)	کود زیستی Bio fertilizer	کود شیمیایی Fertilizer
0.6652i	732.3g	487.3ef	1220e*	بیوسوپر Biosuper	اوره Urea
1.089a	426k	503e	965hi	بارور ۲ Barvar II	
0.7318g	949d	694.3c	1643b	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.6645i	868.3e	577.3d	1446d	شاهد Control	
0.9401c	395l	371.3h	766.3jk	بیوسوپر Biosuper	سوپر فسفات تربیل Super phosphate triple (S.P.T)
1.067b	376.7lm	266.7j	597.7l	بارور ۲ Barvar II	
0.834d	554ij	461.7g	1016gh	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.4182m	1158b	484.7ef	1643b	شاهد Control	
0.4232l	933.3d	460.3g	1394d	بیوسوپر Biosuper	اوره + سوپر فسفات تربیل Urea+S.P.T
0.5625k	1468a	825.7a	2294a	بارور ۲ Barvar II	
0.7848ef	941.3d	739b	1680b	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
1.084ab	452.3k	490.3ef	942.7i	شاهد Control	
1.096a	344.3m	377.7h	722k	بیوسوپر Biosuper	۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپر فسفات تربیل 50%urea+50%S.P.T
0.7094h	532.3j	377.7h	910i	بارور ۲ Barvar II	
0.7888e	633.3h	499.3e	1133f	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.4263	1065c	454g	1519c	شاهد Control	
0.5973j	791.3f	472.7fg	1264e	بیوسوپر Biosuper	شاهد Control
0.7678f	595.3hi	457g	1052g	بارور ۲ Barvar II	
0.4253m	519.7j	293.7i	813.3j	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
0.9347c	249.7n	221k	516.3m	شاهد Control	

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

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

به تیمارهای ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲ و شاهد مربوط می‌شود که تیمار فوق باعث افزایش ۱۰۳ درصدی در وزن خشک برگ شده است (جدول ۶). به احتمال زیاد دلیل این افزایش در وزن خشک برگ مربوط به کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات در کودهای زیستی بکار برده شده است. کاربرد کودهای زیستی همراه با کاهش ۵۰ درصدی در مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی در مورد ارزن و ذرت موجب افزایش عملکرد شد (Bashan et al., 2004).

ب) وزن خشک ساقه: طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) شدند، ولی اثرهای اصلی کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲ با ۱۳۹/۹ گرم در متر مربع و کمترین مقدار مربوط به شاهد با ۴۴/۲۸ گرم در متر مربع می‌باشد. احتمالاً باکتری‌های موجود در کودهای زیستی توانسته‌اند شرایط مناسب‌تری را برای گیاه فراهم کنند و حتی عملکرد گیاه را نسبت به کاربرد ۱۰۰ درصدی کودهای توصیه شده افزایش دهند و یا چون رشد گیاه در چین سوم در شرایط تقریباً نامساعد محیطی صورت گرفته گیاه نتوانسته است از منابع موجود در خاک استفاده کند در صورتی که باکتری‌ها نتوانسته‌اند این کمبود را جبران کنند. استفاده توأم کود زیستی با مقادیر کاهش یافته کودهای شیمیایی وزن خشک ساقه را نسبت به شاهد ۲۱۵ درصد افزایش داد که گام بزرگی در حرکت به سوی کشاورزی پایدار می‌باشد (جدول ۶). این نتایج با یافته‌های غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) در گیاه ذرت مطابقت دارد. در آزمایشی روی آفتابگردان (*Helianthus annuus*) L. قطر طبق، عملکرد دانه، عملکرد کاه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت بطور معنی‌داری با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی و فسفوری افزایش یافتند (Ahmed et al., 2010).

ج) نسبت برگ به ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود زیستی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) شدند، ولی اثرهای اصلی کود شیمیایی و اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). در مقایسه میانگین نسبت برگ به ساقه بیشترین نسبت مربوط به تیمار شاهد با ۴/۳۸۶ بود، ولی اختلاف معنی‌داری با بیوسوپر (۳/۷۶۱) و فسفات بارور ۲ (۴/۱۱۸) نداشت و کمترین نسبت برگ به ساقه مربوط به بیوسوپر + فسفات بارور ۲ با نسبت ۳/۵۶۱ بود که آن هم با بیوسوپر و فسفات بارور ۲ اختلاف معنی‌داری نداشت. چون تیمار شاهد وزن خشک ساقه کمتری نسبت به کودهای زیستی داشته باعث افزایش نسبت برگ به ساقه شده است.

ج) نسبت برگ به ساقه: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثرهای کودهای شیمیایی، زیستی و اثرهای متقابل آنها معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بودند (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در تیمار ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپرفسفات تریپل + بیوسوپر با نسبت ۱/۰۹۶ بدست آمد و کمترین این نسبت به تیمار سوپرفسفات تریپل با نسبت ۰/۴۱۸۲ اختصاص یافت (جدول ۵). این نتیجه بیان‌گر آن است که کود زیستی بیوسوپر با توجه به دارا بودن باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های حل کننده فسفات توانسته است کاهش ۵۰ درصدی کودهای شیمیایی را جبران کرده و علوفه‌ای خوشخوراکی نیز تولید نماید. همچنین نسبت‌های کاهش یافته کودهای شیمیایی همراه با کود زیستی منجر به بیشترین نسبت برگ به ساقه شده است که توسعه مصرف این مواد حاصلخیزکننده زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی گامی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی زیست محیطی می‌باشد.

د) عملکرد علوفه خشک: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین دوم نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی و اثرهای متقابل کودها در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بودند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه مربوط به تیمار اوره + سوپرفسفات تریپل + فسفات بارور ۲ با میزان تولید ۲۲۹۴ گرم در متر مربع و کمترین میزان عملکرد به تیمار شاهد با ۵۱۶/۳ گرم در متر مربع اختصاص دارد و افزایش عملکرد ۳۴۴/۳ درصد نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۵). کودهای زیستی در چین‌های مختلف تأثیر متفاوتی داشته‌اند شاید با توجه به تغییر عوامل محیطی و تأثیر آن بر عوامل خاکی که می‌تواند کارکرد باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را تغییر دهد این تفاوت به‌وجود آمده است. طی گزارش تلقیح دانه‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) با ازتوباکتر و آزوسپیریوم عملکرد آن‌ها را به ترتیب ۱۱ و ۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Milani & Anthofer, 2008). تلقیح توأم ازتوباکتر و آزوسپیریوم بر مقدار ماده خشک ذرت و سورگوم اثر مثبت دارد و وزن خشک اندام هوایی ذرت و سورگوم نسبت به شاهد به ترتیب با ۱۲ و ۱۵ درصد افزایش یافت (Tilak et al., 1992).

چین سوم

الف) وزن خشک برگ: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) و اثر متقابل کودهای شیمیایی و زیستی در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 0.05$) معنی‌دار شدند، ولی اثرهای اصلی کود زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). طبق نتایج مقایسات میانگین به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک برگ با مقدار ۴۵۴/۴ و ۲۲۳/۷ گرم در متر مربع

جدول ۶- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین سوم

Table 6- Mean comparisons of the effect of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at third harvest

وزن خشک ساقه (گرم بر متر مربع) Stem dry weight (g.m ⁻²)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع) Leaf dry weight (g.m ⁻²)	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع) Forage yield (g.m ⁻²)	کود زیستی Bio fertilizer	کود شیمیایی Fertilizer
93.53 abc	340.6abcd	434.1abc	بیوسوپر Biosuper	اوره Urea
74.68 abc	319.5bcd	391.1bc	بارور ۲ Barvar II	
127.3ab	324bcd	451.3ab	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
78.68 abc	348.8abc	427.5 abc	شاهد Control	
79.12 abc	319.6bcd	398.7bc	بیوسوپر Biosuper	سوپر فسفات تربیل Super Phosphate Triple (S.P.T)
116.1ab	319bcd	435.1 abc	بارور ۲ Barvar II	
76.04abc	302bcd	378bc	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
94.44 abc	340.8abcd	435.2 abc	شاهد Control	
139.4a	444.9a	584/8a	بیوسوپر Biosuper	اوره + سوپر فسفات تربیل Urea+ S.P.T
125.9ab	382.4 abc	508.3ab	بارور ۲ Barvar II	
87.47 abc	313.5bcd	401c	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
91.8 abc	361.2 abc	453ab	شاهد Control	
85.08 abc	302.4bcd	387.5bc	بیوسوپر Biosuper	۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد سوپر فسفات تربیل 50%Urea+50%S.P.T
75.53abc	400.8ab	476.4ab	بارور ۲ Barvar II	
139.9a	454.4a	593.8a	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
110.2abc	391.5ab	501.7ab	شاهد Control	
127.8ab	379.1 abc	506.9ab	بیوسوپر Biosuper	شاهد Control
68.63bc	298.4bcd	367bc	بارور ۲ Barvar II	
65.9bc	265.1cd	331bc	بیوسوپر + بارور ۲ Biosuper+ Barvar II	
44.28c	223.7d	268c	شاهد Control	

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

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

جدول ۷- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین سوم
Table 7- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at third harvest

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت برگ به ساقه
S.O.V	df	Forage yield	Leaf dry weight	Stem dry weight	Leaf: stem ratio
تکرار	2	151938.05**	75407.887**	13319.52**	3.765**
Replication					
کود شیمیایی (F)	4	32239.009**	18795.34**	2020.9 ^{ns}	0.76 ^{ns}
Fertilizer (F)					
کود زیستی (B)	3	5389.917 ^{ns}	2096.334 ^{ns}	1256.115 ^{ns}	2.028*
bio fertilizer (B)					
شیمیایی × زیستی	12	17393.272*	8265.78*	2434.764*	1.315 ^{ns}
F × B					
اشتباه آزمایشی	38	7938.493	3749.463	1197.822	0.708
Error					
ضریب تغییرات (%)		20.4	17.93	36.4	21.27
C.V (%)					

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
ns، * and ** are not significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

نشان داد که اثر کود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار شدند (جدول ۸). در مقایسات میانگین بیشترین وزن خشک برگ مربوط به چین دوم با میانگین $475/73$ گرم در متر مربع و کمترین میزان آن مربوط به چین اول با $231/52$ گرم در متر مربع بود که چین دوم $105/4$ درصد بیشتر از چین اول بود (جدول ۹). این اختلاف عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش تعداد پنجه و شرایط مساعدتر محیطی از جمله دمای کافی همراه با نور شدید و شب‌های خنک در چین دوم بوده است. طی آزمایشی در گیاه سورگوم تولید ماده خشک در چین دوم نسبت به چین اول بیشتر بود (Raei, 1998).

ب) وزن خشک ساقه: با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر کود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بودند (جدول ۸). طبق نتایج مقایسات میانگین بیشترین مقدار وزن خشک ساقه مربوط به چین دوم با میانگین $701/12$ گرم در متر مربع و کمترین مقدار مربوط به چین سوم با $95/09$ گرم در متر مربع بود که چین دوم $637/3$ درصد از چین سوم بیشتر بود (جدول ۹). نتایج این آزمایش با نتایج جوادی و همکاران (Javadi et al., 2010) در گیاه سورگوم هم‌خوانی دارد.

ج) نسبت برگ به ساقه: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر چین ($p \leq 0.01$)، اثر کود زیستی و اثر متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در کود زیستی ($p \leq 0.05$) شدند (جدول ۸). نتایج مقایسات میانگین حاکی از

هر چه این نسبت بیشتر باشد خوشخوراکی و در نتیجه قابلیت هضم آن افزایش می‌یابد. طی گزارشی در گیاه یونجه (*Medicago sativa* L.) بیشترین و کمترین نسبت برگ به ساقه به ترتیب مربوط به تیمار 75 کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل + فسفات بارور و شاهد بود (Afrasiyabi et al., 2011). در دیگر مطالعه‌ای مشخص شد که بیشترین نسبت برگ به ساقه در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در تیمار شاهد بدست آمد که اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار کود زیستی نداشت (Tahami et al., 2010).

د) عملکرد علوفه خشک: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) و اثرهای متقابل کودهای شیمیایی و زیستی نیز در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بودند، ولی اثرهای اصلی کود زیستی معنی‌دار نبودند (جدول ۷). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار علوفه به تیمار 50 درصد اوره + 50 درصد سوپر فسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور 2 با $593/8$ گرم در متر مربع و کمترین مقدار به تیمار شاهد با 268 گرم در متر مربع اختصاص یافت که افزایش عملکرد نسبت به شاهد 121 درصد می‌باشد (جدول ۶). تأمین و حفظ تعادل مواد غذایی گیاه و بهبود جذب نیتروژن و فسفر توسط ریشه گیاه، مهمترین مکانیسم متقابل بین گیاه و باکتری می‌باشد. بدین ترتیب این میکروارگانیسم‌ها با افزایش مصرف مواد غذایی توسط گیاه و افزایش عملکرد باعث کاهش 50 درصدی مصرف کودهای شیمیایی شده‌اند. تلقیح بذرهایی ذرت با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* باعث افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه می‌شود (Nanda et al., 1995).

مقایسه چین‌ها از نظر صفات مورد بررسی

الف) وزن خشک برگ: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس

آن است که بیشترین نسبت برگ به ساقه مربوط به چین سوم با باشد.
نسبت ۳/۹۵۶۵ و کمترین نسبت مربوط به چین اول با ۰/۴۴۳۴ می-

جدول ۸- تجزیه واریانس تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین‌های مختلف
Table 8- Analysis of variance effect of chemical and bio-fertilizers on sorghum forage yield at different harvests

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت برگ به ساقه
S.O.V	df	Forage yield	Leaf dry weight	Stem dry weight	Leaf: stem ratio
تکرار	2	353026.395**	83241.056**	93710.596**	1.289**
Replication					
کود شیمیایی (F)	4	662389.479**	430238.661**	1039885.557**	0.274 ^{ns}
Fertilizer (F)					
کود زیستی (B)	3	112401.936**	38579.466**	65554.35**	0.767*
bio fertilizer (B)					
شیمیایی × زیستی	12	358898.808**	503236.099**	165804.699**	0.541*
F × B					
اشتباه اصلی (a)	38	3687.362	49462.138	955.78	0.237
Error (a)					
چین (H)	2	8235936.129**	1795054.764**	5942176.303**	226.943**
(H) Harvest					
چین × کود شیمیایی	8	251950.327**	319031.5**	114659.651**	0.293 ^{ns}
H × F					
چین × کود زیستی	6	50900.363**	85635.319**	30081.157**	0.664*
H × B					
چین × شیمیایی × زیستی	24	186747.472**	344009.393**	125003.69**	0.518*
H × F × B					
اشتباه فرعی (b)	80	3978.673	157005.138	954.66	0.286
(b) Error					
ضریب تغییرات		7.92	12.67	6.91	31.11
C.V %					

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: are not significant and are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در چین‌های مختلف
Table 9- Mean comparison of the effect of chemical and bio-fertilizers on yield forage sorghum at different harvest

چین	عملکرد علوفه (گرم بر متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم بر متر مربع)	وزن خشک ساقه	نسبت برگ به ساقه
Harvest	Forage yield (g.m ⁻²)	Leaf dry weight (g.m ⁻²)	Stem dry weight (g.m ⁻²)	Leaf: stem ratio
اول	776.78b*	231.52c	545.27b	0.4434c
The first				
دوم	1176.85a	475.73a	701.12a	0.7539b
The second				
سوم	436.67c	341.58b	95.09c	3.9565a
The third				

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

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

د) عملکرد علوفه خشک: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک حاکی از معنی‌دار شدن ($p \leq 0.05$) اثر کود شیمیایی، کود زیستی، چین، اثرهای متقابل کود شیمیایی در زیستی، چین در کود شیمیایی، چین در کود زیستی و چین در کود شیمیایی در زیستی بود (جدول ۸). مقایسات میانگین نشان داد که چین دوم

افزایش نسبت برگ به ساقه در چین سوم می‌تواند ناشی از تعداد ساقه‌های اصلی در گیاه در اثر چین برداری و تولید برگ بیشتر توسط این ساقه‌ها نسبت به تولید ساقه فرعی باشد (جدول ۹). در گیاه ریحان نسبت برگ به ساقه در چین سوم بیشتر از دو چین دیگر بود (Tahami et al., 2010).

نتیجه گیری

در چین اول، دوم و سوم به ترتیب بهترین تیمار مربوط به سوپر فسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲، اوره + سوپر فسفات تریپل + فسفات بارور ۲ و ۵۰٪ اوره + ۵۰٪ سوپر فسفات تریپل + بیوسوپر + فسفات بارور ۲ بود. بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی با کودهای شیمیایی باعث افزایش بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد علوفه‌ای سورگوم نسبت به استفاده تنها از کودهای شیمیایی و زیستی شد. از این‌رو، با کاربرد کودهای زیستی ضمن کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی و به تبع آن کاهش هزینه‌های تولید و کاهش اثرات سوء زیست محیطی می‌توان به عملکرد مطلوبی در گیاه سورگوم علوفه‌ای دست یافت.

بیشترین محصول و چین سوم کمترین محصول را تولید کرد. بدین ترتیب، بیشترین عملکرد علوفه خشک در چین دوم با میانگین ۱۱۷۶/۸۵ گرم در متر مربع و کمترین میزان عملکرد علوفه خشک با ۴۳۶/۶۷ گرم در متر مربع در چین سوم بدست آمد و چین اول هم از عملکرد متوسطی برخوردار بود؛ به‌طوری که افزایش عملکرد چین دوم نسبت به سوم ۱۶۹/۵ درصد بود (جدول ۹). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که کودهای زیستی می‌توانند در کشاورزی پایدار به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی مطرح شوند. این نتایج با یافته‌های راعی (Raei, 1998) در گیاه سورگوم مطابقت دارد. استفاده بهینه از کودهای شیمیایی از طریق تأثیر بر رشد و نمو گیاه بویژه افزایش شاخص سطح برگ باعث جذب بیشتر نور خورشید و افزایش عملکرد می‌گردد، ولی استفاده بیش از حد مطلوب علاوه بر تخریب خاک و مشکلات زیست محیطی باعث مسمومیت و کاهش جذب سایر عناصر در گیاه شده و عملکرد را کاهش می‌دهد.

منابع

1. Afrasiyabi, M., Amini Dehgi, M., and Modares Sanavi, S.A.M. 2011. Effects of phosphate barvar-2 biofertilizer and super phosphate triple on yield, quality and nutrient uptake on annual *Medicago* species *Askvatalata* (*Medicago scutellata* cv. Robinson). Journal of Agriculture 4: 43-54. (In Persian with English Summary)
2. Ahmed, A.G., Orabi, S.A., and Gaballah, M.S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research 2: 271-277.
3. Alagawadi, A.R., and Gaur, A.C. 1992. Inoculation of *azospirillum brasilense* and phosphate-solubilizing bacteria on yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in dry land. Tropical Agriculture 69: 347-350.
4. Aliasgar Zad, N. 1997. Soil Microbiology and Biochemistry, University of Tabriz, Iran 456 pp. (In Persian)
5. Amal, G.A., Orabi, S., and Gomaa, A.M. 2010. Bio-organic farming of grain sorghum and its effect on growth, physiological and yield parameters and antioxidant enzymes activity. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 6: 270-279.
6. Bashan, Y., Holguin, G., and de-Bashan, L. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Canadian Journal Microbiological 50: 521-577.
7. Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology 49: 19-24.
8. Jahan, M., Nasiri Mahalati, M., Amiri, M.B., and Tahami, M.K. 2011. Effect of biological fertilizers on oil production and some characteristics quantitative basil (*Ocimum basilicum* L.) in cultivation winter cover plants condition. National Conference on Sustainable Agriculture, Islamic Azad University of Varamin- Pishva, 30 November 2011, p. 1747-1758. (In Persian)
9. Javadi, H., Saberi, M.H., Azari Nasr Abad, A., and Khosravi, S. 2010. Effect practices distribution and values nitrogen fertilizer on qualitative and quantitative characteristics of forage sorghum speedfeed. Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 384-392. (In Persian)
10. Kapulnic, Y., Kigel, J., Nur, I., and Henis, Y. 1981. Effect *Azospirillum* inoculation on some growth parameters and N content of wheat, sorghum and panicum. Plant and Soil 61: 65-70.
11. Khalesrou, S., Agha Alikhani, M., and Modars Sanavi, S.A.M. 2011. Effect of nitrogen fertilizer amount of qualitative and quantitative yield of forage maize, pearl millet and sorghum in a dual culture system. Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 930-938. (In Persian with English Summary)
12. Khalili, A., Akbari, N., and Chaichi, M.R. 2008. Limited irrigation and phosphorus fertilizers on yield and yield components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences 3: 697-702.
13. Milani, P.M., and Anthofer, J. 2008. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* on the yield of wheat (*Triticum aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare*) in Kermanshah and Lorestan, Iran. (In Persian)
14. Nanda, S.S., Swain, K.C., Panda, S.C., Mohanty, A.K., and Alim, M.A. 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. Current Agricultural Research 8: 45-47.
15. Ponnuswamy, K., Subbian, P., Santhi, P., and Sankaran, N. 2002. Integrated nutrient management for rainfed

- sorghum. Crop Research 23: 243-246.
16. Raei, Y. 1998. Intercropping of sorghum and clover. MSc Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. (In Persian with English Summary)
17. Saleh Rastin, N. 2001. Biological fertilizers and their role in order to achieve sustainable agriculture. Journal Soil and Water. Special Biological Fertilizers 23: 19-23.
18. Sarig, S., and KaoulNIK, Y. 1981. Sorghum and pearl millet abstract. Journal of plant and Science 62: 412-414.
19. Stancheva, I., Dimitrev, I., Kuloyanova, N., Dimitrova, A., and Anyelov, M. 1992. Effects of inoculation with *Azospirillum brasilense*, photosynthetic enzyme activities and grain yield in maize. Agronomie 12: 319-324.
20. Sundara, B., Natarajan, V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugar cane and sugar yields. Field Crops Research 77: 43-49.
21. Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology 2(1): 70-82. (In Persian with English Summary)
22. Tilak, K.V.B.R., Singh, C.S., Roy, N.K., and Subba Rao, N.S. 1992. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* inoculum effect on maize and sorghum. Soil Biological and Biochemistry 14: 417-418.
23. Turan, M., Ataoglu, N., and Sahin, F. 2007. Effects of *Bacillus Fs-3* on growth of tomato (*Lycopersion esculentnm* L.) plants and availability of phosphorus in soil. Plant, Soil and Environment 53: 58-64.



بررسی عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی

آلاله متقیان^۱، همت‌اله پیردشتی^{۲*}، وحید اکبرپور^۳، غزال سراج‌پور^۴، محمد یعقوبی خانقاهی^۱ و سجاد شریعت نژاد^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور بررسی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1 : تک‌کشتی ریحان، P_2 : ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد، P_3 : ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد، P_4 : ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و P_5 : تک‌کشتی کنجد) بودند. در این آزمایش ترکیب‌های ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد از حداکثر عملکرد مخلوط (به ترتیب ۱۱۴۱/۸۰ و ۱۰۹۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار) و کارایی استفاده از زمین (به ترتیب ۱/۳۳ و ۱/۲۹) برخوردار بودند. همچنین ترکیب ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد با دارا بودن بیشترین ضریب ازدحامی ($K_{basil}=1/49$) و غالبیت ($A_{basil}=-0/19$) موجب افزایش حدود ۲۰ درصدی عملکرد ریحان در مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن گردید. به علاوه حداکثر ضریب غالبیت ($A_{sesame}=0/85$) و ۹۷٪ افزایش عملکرد کنجد در مخلوط نسبت به کشت خالص آن، در ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد مشاهده شد. در مجموع، با توجه به توان رقابتی بالای گیاه کنجد در کشت مخلوط، نسبت کاشت ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد از بهترین عملکرد برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: افت واقعی عملکرد، ضریب غالبیت، نسبت برابری زمین

بهره برد (Thorsted et al., 2006; Malakooti, 1996).

اهداف متنوعی برای کشت مخلوط قابل ذکر است که عمده‌ترین آن‌ها استفاده بهتر از شرایط محیطی موجود، افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کمیت و کیفیت محصول، افزایش راندمان مصرف آب، کنترل فرسایش خاک و ایجاد تنوع و ثبات در بوم‌نظام زراعی می‌باشد (Kremer & Kussman, 2008; Blaser et al., 2007). بر همین اساس استفاده از گونه‌های گیاهی با فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت که کمترین رقابت را در یک آشیانه اکولوژیکی ثابت چه از نظر عوامل محیطی و چه از نظر زمان با هم ایجاد کنند گام مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب می‌شود که در این صورت کاهش رقابت بین گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای موجب می‌شود تا دو گیاه در آشیان اکولوژیکی یکسان، رقابتی نداشته باشند (Mushagalusa et al., 2008).

در این میان نسبت برابری زمین (LER)^۶ در ارزیابی مزیت سیستم

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت در جهان و نیز کشور ما، افزایش تولید با صرف هزینه‌های هنگفت در واحد سطح امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به همراه دارد (Poggio et al., 2005). از این رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخورد از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تأمین نمایند. نکته حائز اهمیت در نظام کشاورزی پایدار افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان (چندکشتی) می‌باشد که به شکل دیگری می‌توان از عوامل محیطی

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مربی گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشگاه پیام نور تهران، واحد کرج و دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد (*- نویسنده مسئول: Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

کشت مخلوط به تک‌کشتی بیشترین کاربرد را دارد و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت اغلب با برآورد ضرایب ازدحامی^۱، غالبیت نسبی^۲ و افت واقعی عملکرد^۳ تعیین و گونه غالب مشخص می‌گردد (Dhima et al., 2007; Banik et al., 2006). یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت رقابتی^۴ می‌باشد، این شاخص توانایی رقابت را برای گیاهان زراعی به شکل بهتری بیان کرده و نسبت به ضریب غالبیت و ارزیابی افت عملکرد، معیار دقیق‌تری برای بررسی کشت مخلوط محسوب می‌شود (Eslami Khalili et al., 2011; Dhima et al., 2007).

کشت سنتی گیاهان دارویی به‌منظور ایجاد تنوع و پایداری در نظام کشاورزی از دیرباز در کشور ما متداول بوده است (Peyvast, 2005). در این میان ریحان گیاهی اسانس‌دار از خانواده نعناع، از بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران محسوب می‌شود (Koocheki et al., 2004). دانه روغنی گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نیز با برخورداری از پروتئین قابل‌توجه (۱۹ تا ۲۵ درصد) در تأمین غذای انسان و دام حائز اهمیت ویژه است (Orruo & Morgan, 2011). محققان در بررسی کشت مخلوط گیاهان مذکور مانند لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (Cannabis sativa L.)، شاهدانه (Alizadeh et al., 2010) و کنجد (Koocheki et al., 2010) و نخود و کنجد (Pour Amir et al., 2010) به‌بوجود جذب و کارایی نور، شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاهان زراعی را گزارش نمودند. با توجه به اینکه تک‌کشتی ریحان و کنجد به‌منظور تأمین نیاز غذایی و دارویی در استان مازندران بسیار متداول است، بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر رقابت بر رشد و عملکرد این دو گونه و تعیین بهترین ترکیب کشت برای استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت در کشت مخلوط در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری- دریا در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۲۵-۵۳ متر، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه شرقی (GPSmap, GARMIN) و منطقه از نظر اقلیمی در زمره مناطق معتدل مرطوب قرار می‌گیرد. بافت خاک مزرعه پژوهشی رسی سیلتی بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در

سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1): تک‌کشتی ریحان، P_2 : ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد، P_3 : ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد، P_4 : ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و P_5 : تک‌کشتی کنجد بودند. کشت ریحان (بنفش) و کنجد (ناز و تک‌شاخه) در تاریخ ۲۶ خرداد پس از آماده‌سازی زمین مطابق دستورالعمل‌های به‌زراعی جمعاً در ۱۵ کرت به ابعاد ۳×۸ متر مربع انجام شد. هر کرت شامل نه ردیف کاشت به طول سه متر و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود و بین دو کرت دو ردیف به‌صورت نکاشت رها گردید. در این آزمایش کودهای به‌کار رفته شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل برای گیاه ریحان و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل در کشت کنجد بود. مقدار کود برای هر گیاه با در نظر گرفتن نسبت کاشت مخلوط در هر کرت و مطابق با آزمون خاک اعمال گردید.

از هر کرت طی مراحل رشدی گیاه (۲۰ و ۳۰ روز پس از کاشت به‌ترتیب برای گیاه ریحان و کنجد، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک بذر) چهار بوته انتخاب و خصوصیات مورفولوژیک آنها شامل ارتفاع گیاه، وزن و طول ریشه، سطح برگ و نیز محتوی کلروفیل برگ (عدد SPAD) تعیین گردید. همچنین با توجه به وزن خشک گیاه ریحان و کنجد در مراحل مختلف نمونه‌گیری، تغییرات سرعت رشد^۵ و سرعت رشد نسبی^۶ در فاصله زمانی مذکور محاسبه گردید.

در پایان فصل رشد نیز عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گونه شامل طول گل آذین، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته، زیست‌توده و شاخص برداشت با برداشت دو خط کاشت از سطح هر کرت و حذف اثر حاشیه‌ای تعیین گردیدند. به‌منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص نسبت برابری زمین (LER)، لER جزئی ریحان و لER جزئی کنجد از معادله ۱ (De Wit & Van den Bergh, 1965) استفاده شد:

$$\text{معادله (۱)} \quad LER = Y_{ba}/Y_{bb} + Y_{se}/Y_{ss}$$

که در این رابطه Y_{ba}/Y_{bb} نسبت عملکرد ریحان در کشت مخلوط به تک‌کشتی آن (LER جزئی ریحان) و Y_{se}/Y_{ss} نسبت عملکرد کنجد در کشت مخلوط به تک‌کشتی آن (LER جزئی کنجد) می‌باشد. رقابت نسبی بین دو محصول با استفاده از ضرایب ازدحامی (K) و غالبیت (A) دو گونه، از معادله‌های زیر تعیین گردید (Dhima et al., 2007):

$$\text{معادله (۲)} \quad \text{Crowding Coefficient of Basil (K}_{\text{basil}}) = \frac{Y_{bb} - Y_{ba}}{Y_{se} \times Z_{ba}} \times Z_{ba}$$

5- Crop Growth Rate (CGR)

6- Relative Growth Rate (RGR)

1- Crowding Coefficient (K)

2- Aggressively (A)

3- Actual Yield Loss (AYL)

4- Competitive Ratio (CR)

زیست‌توده تولیدی گیاه در ترکیب کشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت و ترکیب ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد از حداکثر صفات مذکور برخوردار بود (جدول ۱). در این زمینه علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) اظهار داشتند که شاخص سطح برگ ریحان در ترکیب ۴ ردیف ریحان + ۲ ردیف لوبیا نسبت به ترکیب‌های دیگر مخلوط و تک‌کشتی آن برتری داشت. همچنین اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili et al., 2011) حداکثر ارتفاع بوته باقلا (*Vicia faba* L.) در مخلوط با جو را در تیمارهای ۲۵٪ باقلا + ۷۵٪ جو و ۷۵٪ باقلا + ۲۵٪ جو گزارش نمودند.

در این آزمایش بالاترین طول گل‌آذین ریحان در مخلوط ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی آن مشاهده شد که نسبت به ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد بیش از ۱۶ درصد افزایش نشان داد. با توجه به جدول ۱، ترکیب‌های مختلف کشت تأثیر معنی‌داری بر وزن ریشه گیاه نداشتند؛ در حالی که بیشترین (۱۹/۲۵ سانتی‌متر) و کمترین (۱۶/۳۰ سانتی‌متر) طول ریشه به‌هنگام رسیدگی گیاه به‌ترتیب در تک‌کشتی ریحان و ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده محتوی کلروفیل برگ گیاه (عدد SPAD) تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط قرار نگرفت (جدول ۱).

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود حداکثر سرعت رشد گیاه (CGR) ریحان به ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و کشت خالص آن تعلق داشت. با توجه به معنی‌داری تأثیر ترکیب کشت بر سرعت رشد نسبی (RGR) ریحان در فاصله زمانی بین گلدهی تا رسیدگی بذری، ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد نسبت به ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد از افزایش ۲۸ درصدی سرعت رشد نسبی برخوردار بود (جدول ۱).

همچنین با توجه به تأثیر معنی‌دار ترکیب‌های مختلف کشت بر عملکرد تک‌بوته و شاخص برداشت ریحان، حداکثر وزن دانه (با میانگین ۴/۴۹ گرم در بوته) از ترکیب ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد بدست آمد و ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی ریحان با افزایش ۳۶ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد برتری داشتند. وزن هزار دانه ریحان در ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد (با میانگین ۲/۳۳ گرم) و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد (با میانگین ۱/۶۶ گرم) نسبت به تک‌کشتی و مخلوط ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد افزایش نشان داد (جدول ۱). در این زمینه جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) در بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و عدس (*Lens culinaris* L.) بر وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک زیره اظهار داشتند که ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن برتری داشتند.

معادله (۳)

$$\text{Crowding Coefficient of Sesame } (K_{\text{sesame}}) = \frac{Y_{\text{se}} \times Z_{\text{ba}}}{(Y_{\text{ss}} - Y_{\text{se}}) \times Z_{\text{se}}}$$

معادله (۴)

$$\text{Aggressivity of Basil } (A_{\text{basil}}) = \frac{Y_{\text{ba}}}{Y_{\text{bb}} \times Z_{\text{ba}}} - \frac{Y_{\text{se}}}{Y_{\text{ss}} \times Z_{\text{se}}}$$

معادله (۵)

$$\text{Aggressivity of Sesame } (A_{\text{sesame}}) = \frac{Y_{\text{se}}}{Y_{\text{ss}} \times Z_{\text{se}}} - \frac{Y_{\text{ba}}}{Y_{\text{bb}} \times Z_{\text{ba}}}$$

در این معادلات، Y_{ss} و Y_{bb} : به‌ترتیب عملکرد ریحان و کنجد در تک‌کشتی، Y_{se} و Y_{ba} : عملکرد ریحان و کنجد در کشت مخلوط، Z_{ba} و Z_{se} : نسبت کاشت ریحان و کنجد در کشت مخلوط می‌باشد. شاخص نسبت رقابتی دو گونه طبق معادله‌های ۶ و ۷ محاسبه گردید (Dhima et al., 2007):

$$\text{CR}_{\text{basil}} = (\text{LER}_{\text{ba}} / \text{LER}_{\text{se}}) \times (Z_{\text{se}} / Z_{\text{ba}}) \quad \text{معادله (۶)}$$

$$\text{CR}_{\text{sesame}} = (\text{LER}_{\text{se}} / \text{LER}_{\text{ba}}) \times (Z_{\text{ba}} / Z_{\text{se}}) \quad \text{معادله (۷)}$$

میزان افت واقعی عملکرد (AYL) هر گونه مطابق با معادله‌های زیر به‌دست آمد (Banik, 1996):

$$\text{AYL}_{\text{basil}} = (Y_{\text{ba}} / Z_{\text{ba}}) / (Y_{\text{bb}} / Z_{\text{bb}}) - 1 \quad \text{معادله (۸)}$$

$$\text{AYL}_{\text{sesame}} = (Y_{\text{se}} / Z_{\text{se}}) / (Y_{\text{ss}} / Z_{\text{ss}}) - 1 \quad \text{معادله (۹)}$$

شاخص دیگر در کشت مخلوط شاخص تولید سیستم^۲ یا استاندارد کردن عملکرد محصول دوم (se) نسبت به محصول اول (ba) طبق معادله ۱۰ و معرفی شده توسط اودو (Odo, 1991) تعیین شد:

$$\text{SPI} = (Y_{\text{se}} / Y_{\text{ba}}) \times Y_{\text{se}} + Y_{\text{ba}} \quad \text{معادله (۱۰)}$$

که در این معادلات، Y_{se} و Y_{ba} : میانگین عملکرد ریحان و کنجد در تک‌کشتی و Y_{ss} و Y_{bb} : میانگین عملکرد ریحان و کنجد در کشت مخلوط می‌باشد. در نهایت، پس از جمع‌آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS 6.2 (SAS Institute, 1997) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به-روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار^۳ در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد بر رشد و عملکرد ریحان

در بررسی خصوصیات مورفولوژیک گیاه ریحان طی مراحل مختلف رشدی تحت تیمار ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با کنجد مشخص گردید که پارامترهایی مانند ارتفاع، سطح برگ و وزن

1- Actual Yield Loss

2- System Productivity Index (SPI)

3- Least Significant Difference

جدول ۱- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی ریحان در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با کنجد

[illegible]

تیمارها Treatments	وزن دانه در گیاه									
	ارتفاع گیاه Plant height	طول گل- Inflorescences length	قطر ساقه Stem diameter	طول ریشه Root length	وزن اندام هوایی Aerial biomass	وزن ریشه Root weight	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) Leaf area (cm ² .plant ⁻¹)	سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع روز) CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	نسبت (گرم بر گرم در روز) RGR (g.g ⁻¹ .d ⁻¹)	گیاه (گرم در بوته) Seed weight per plant (g.plant ⁻¹)
Proportion intercropping (P)	گرم در بوته (g.plant ⁻¹)									
کشت خلص ریحان	88.50 ^a	50.80 ^a	1.60 ^b	19.25 ^a	32.94 ^a	2.20 ^b	826.67 ^{bc}	15.92 ^a	0.06 ^{ab}	3.43 ^a
Sole cropping of basil										1.33 ^c
75 % basil+ 25 %sesame ریحان 75٪ + کنجد 25٪	85.00 ^a	47.30 ^a	1.70 ^a	17.75 ^{bc}	35.57 ^a	2.41 ^b	841.61 ^b	15.29 ^a	0.07 ^a	3.85 ^a
50 % basil+ 50 % sesame ریحان 50٪ + کنجد 50٪	83.00 ^a	39.40 ^b	2.21 ^a	18.75 ^{ab}	35.88 ^a	2.60 ^{ab}	1045.30 ^a	9.19 ^b	0.05 ^b	4.09 ^a
25 % basil+ 75 % sesame ریحان 25٪ + کنجد 75٪	62.83 ^b	32.30 ^b	1.23 ^c	16.35 ^c	22.98 ^b	3.74 ^a	724.04 ^c	2.71 ^c	0.05 ^b	2.17 ^b
S.O.V †	**	**	**	*	**	NS	**	**	*	**
سطح احتمال P value	6.51	8.73	8.58	4.01	4.97	21.99	6.39	5.12	11.06	10.58
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)										6.50
										8.66

* میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

† و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

* Means in the same column of each factor followed by the same letter(s) were not significantly different according to LSD (p<0.05).

† * and **, significant at 5 and 1% probability level, respectively and NS: Non significant

بنابر گزارش این محققان، شاخص برداشت زیره سبز در کشت خالص، حداکثر (۵۵٪) و در تیمارهای مختلف کشت مخلوط حداقل (۳۳٪) بود. कुमार و سینگ (Kumar & Singh, 2006) در کشت مخلوط خردل هندی (*Brassica juncea* L.) و نخود دانه کبوتری (*Cicer arietinum* L.) با افزایش درصد نخود کبوتری در ترکیب شاهد، افزایش در عملکرد دانه و بیولوژیک کشت مخلوط را مشاهده نمودند.

اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد بر رشد و عملکرد کنجد

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ترکیب‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان و ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ریحان در مرحله اولیه رشد (۳۰ روز پس از کاشت) از حداکثر وزن ریشه برخوردار بودند؛ درحالی‌که حداکثر وزن ریشه در مرحله گل‌دهی به ترکیب‌های ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان تعلق داشت و در مرحله رسیدگی بذر، مخلوط ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان از حیث این ویژگی نسبت به تیمارهای دیگر برتری داشت.

در این آزمایش حداکثر ارتفاع گیاه کنجد در هنگام گلدهی به ترکیب‌های کشت ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۱۳۵/۶۶ و ۱۳۹/۱۷ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۲). در همین راستا گرن و همکاران (Geren et al., 2008) اظهار داشتند که ارتفاع بوته ذرت در کشت خالص نسبت به ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) - ماش (*Vigna radiata* L.) و ذرت - لوبیا کاهش نشان داد. این محققان حداکثر ارتفاع بوته ذرت را در ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت و ماش گزارش نمودند؛ درحالی‌که واکنش زیست‌توده این گیاه به کشت مخلوط معنی‌دار نبود. در این آزمایش طول ریشه و منطقه غلاف‌ده ساقه کنجد تحت‌تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت قرار نگرفت.

همچنین محتوی کلروفیل برگ (عدد SPAD) کنجد هنگام گلدهی در ترکیب ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ریحان و تک‌کشتی کنجد (به‌ترتیب با میانگین عددی ۵۶/۲۳ و ۵۷/۳۵) حدود ۲۲ درصد نسبت به مخلوط ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان افزایش نشان داد (جدول ۲). در این آزمایش تیمارهای ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد، ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد از سرعت رشد (CGR)^۱ بالاتری نسبت به مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد در طول دوره رشد برخوردار بودند. در این راستا کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) در بررسی شاخص‌های رشدی دو گیاه کنجد و شاهدانه در سری جایگزینی مخلوط، بیشترین سرعت رشد کنجد (با میانگین ۲۲/۷۸

گرم بر متر مربع در روز) را در تک‌کشتی این گیاه مشاهده نمودند. در این آزمایش حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) کنجد نیز در فاصله زمانی ۳۰ روز پس از کاشت تا گلدهی با میانگین ۰/۲۷ گرم بر گرم در روز به مخلوط ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان تعلق داشت و دیگر تیمارها از لحاظ این صفت در یک‌گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). با توجه به جدول ۲، مخلوط ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۱۷/۳۸ و ۱۲/۲۱ گرم در بوته) عملکرد بوته را نسبت به تک‌کشتی کنجد بیش از ۲۷ درصد افزایش دادند. همچنین تیمارهای ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان، ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان و تک‌کشتی کنجد در گستره‌ی ۱۸/۳۶ الی ۲۰/۸۷ از حداکثر شاخص برداشت برخوردار بودند. در این آزمایش وزن هزار دانه کنجد تحت‌تأثیر ترکیب کشت مخلوط قرار نگرفت (جدول ۲). بنابر گزارش آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) ارتفاع بوته و وزن هزار دانه جو (*Hordeum Vulgare* L.) در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا (*Faba* L.) تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد.

کارایی استفاده از زمین و شاخص‌های رقابتی

طبق جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر نسبت‌های مختلف کشت بر عملکرد و زیست‌توده هر دو گونه گیاهی معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۶۸۶/۰۱ و ۶۳۶/۱۵ کیلوگرم در هکتار) و کنجد (به‌ترتیب با میانگین ۱۰۵۵/۰۰ و ۶۸۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) در تک‌کشتی از حداکثر عملکرد دانه و زیست‌توده برخوردار بودند (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده حداکثر عملکرد (در گستره‌ی ۱۰۵۵/۰۰ الی ۱۱۴۱/۸۰ کیلوگرم در هکتار) و زیست‌توده (در گستره‌ی ۶۸۱۳/۲۰ الی ۷۲۱۶/۳۰ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب‌های ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد، ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد تعلق داشت.

با محاسبه نسبت برابری زمین (LER) مشخص شد که ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد (LER=۱/۲۹) و ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد (LER=۱/۳۳) با بیش از ۲۹ درصد افزایش کارایی استفاده از زمین موجب بهبود عملکرد مخلوط نسبت به تک‌کشتی دو گونه گردیدند. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو گونه گیاهی با سهم ۵۰ درصد و بیشتر، نسبت جزئی برابری زمین بیش از ۰/۵۰ بوده است، به‌طوری‌که حداکثر LER جزئی ریحان در ترکیب کشت ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد (LER_{ba}=۰/۸۳) و حداکثر LER جزئی کنجد نیز در ترکیب کشت ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد (LER_{se}=۰/۸۴) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های برخی صفات ریحان در تیمارهای مختلف کودی (چین دوم)
Table 2- Mean comparisons of basil traits in various treatment of fertilizers (Second)

وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g)	وزن خشک گیاه (گرم) Plant dry weight (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant fresh weight (g)	تعداد ساقه فرعی Lateral branches number	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تیمار Treatment
5.7bc	33.72bc	10.61cd	65.57b	12.3bc	40.2abc*	ورمی کمپوست Vermicompost
4.91cd	21.26e	9.41de	45.78c	11.6bc	36cd	نیتروکسین Nitroxin
4.24d	21.83e	8.2e	43.44c	11.3cd	32.3cde	بیوفسفر Biophosphorus
7.55a	41.37ab	13.8ab	86.64a	14a	43.1a	ورمی کمپوست + نیتروکسین Vermicompost+ nitroxin
6.08b	33.73bc	11.91bc	74.29b	12.6b	39.7abc	ورمی کمپوست + بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus
6.12b	30.25cd	12.69abc	65.04b	12.3bc	37.4bcd	نیتروکسین + بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus
6.61b	43.52a	14.75a	91.57a	14a	42.2ab	ورمی کمپوست + نیتروکسین + بیوفسفر Vermicompost+nitroxin+ Biophosphorus
4.58d	22.91de	8.41de	43.98c	11.6bc	32.4de	شیمیایی Chemicals
3.25e	17.71e	6.09f	29.22d	10.3d	28.2e	شاهد Control

* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height			طول منطقه Fruitin g zone length	قطر ساقه Stem diameter	طول ریشه Root length	وزن زیست توده Aerial biomass	وزن ریشه Root weight	سرعت رشد CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	سرعت رشد نسبی RGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	وزن دانه در گیاه (گرم) 1000-seed weight (g)
	ارتفاع گیاه Plant height	طول منطقه Fruitin g zone length	قطر ساقه Stem diameter	طول ریشه Root length	وزن زیست توده Aerial biomass	وزن ریشه Root weight	سرعت رشد CGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	سرعت رشد نسبی RGR (g.m ⁻² .d ⁻¹)	وزن دانه در گیاه (گرم) 1000-seed weight (g)		
Proportion intercropping (P)											
sole cropping of sesame	164.00	126.50	1.53 ^b	16.25	43.90 ^c	6.24 ^c	9.64 ^a	0.04	8.80 ^c	20.22 ^{ab}	2.70
basil 75 % + 25% sesame	161.67	133.33	1.65 ^b	18.66	58.21 ^b	6.57 ^{bc}	9.67 ^a	0.04	9.91 ^{bc}	17.04 ^b	3.00
50 % sesame+ 50 % basil	149.50	117.00	2.40 ^a	15.50	66.39 ^b	7.17 ^b	7.04 ^{ab}	0.03	12.21 ^b	18.36 ^a	3.10
25 % sesame+ 75 % basil	156.67	124.66	2.30 ^a	16.33	83.04 ^a	8.76 ^a	4.60 ^b	0.04	17.38 ^a	20.87 ^a	3.33
S.O.V †	NS	NS	**	NS	**	**	*	NS	**	*	NS
P value	7.92	8.93	11.34	6.99	7.91	5.68	19.51	26.67	11.40	9.59	18.89
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)											

* میانگین های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

† و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی دار

* Means in the same column of each factor followed by the same letter(s) were not significantly different according to LSD (p<0.05).

† * and **: significant at 5 and 1% probability levels, respectively and NS: Non significant

ساله کشت مخلوط نوعی ارزن علوفه ای و اسپرس (Scop.)
Onobrychis viciaefolia اظهار داشتند که طی چهار سال متوالی
 کشت، هیچ‌یک از دو گونه در مخلوط افت عملکرد نشان ندادند.
 با بررسی نسبت رقابت دو گونه در ترکیب‌های مختلف کشت
 مشخص گردید که گیاه ریحان در مخلوط ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد
 $(CR_{ba} = ۰/۸۷)$ و کنجد در ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد
 $(CR_{se} = ۱/۷۵)$ و ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد $(CR_{se} = ۱/۷۶)$ از حداکثر
 نسبت رقابت برخوردار بودند (جدول ۳). همان‌طور که مشاهده می‌شود
 کنجد در مخلوط از توان رقابتی بالایی در مقایسه با ریحان برخوردار
 است. در این زمینه ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008)
 افزایش نسبت رقابت و غالبیت ذرت در تیمار ۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ ماش
 را عامل عدم افت عملکرد ذرت دانستند و افت واقعی عملکرد در
 حداکثر سهم ذرت (۱۰۰٪ ذرت + ۵۰٪ ماش) را به دلیل کاهش نسبت
 رقابت و غالبیت گیاه مذکور گزارش نمودند.

در این آزمایش شاخص تولید کشت مخلوط (SPI)^۱ در گستره‌ی
 عددی ۱۳۷۹/۰۰ تا ۱۵۳۵/۲۰ تحت تأثیر تیمار ترکیب کشت مخلوط
 قرار نگرفت (جدول ۳). در این راستا آگنهو و همکاران (Ageghehu
 et al., 2006) در بررسی عملکرد و شاخص‌های رقابتی کشت
 مخلوط افزایشی باقلا و جو با نسبت ۱۰۰ درصد جو و نسبت‌های
 متفاوت باقلا، کاهش عملکرد جو متناسب با افزایش نسبت بذر و
 عملکرد باقلا را گزارش نمودند. بنابر گزارش این محققان در ترکیب
 کشت ۳۷/۵٪ باقلا (میزان مطلوب باقلا) + ۱۰۰٪ جو، عملکرد کل
 مخلوط، ضریب ازدحام نسبی ($K=۳/۳۰$) و شاخص تولید سیستم
 $(SPI=۲۹۴۰)$ حداکثر بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به کاهش پارامترهای رشدی و عملکرد تک‌بوته ریحان
 در ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و بالعکس رشد مطلوب گیاه
 کنجد در ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد، به نظر می‌رسد که تأثیر
 تیپ رشدی در موفقیت رقابت بین دو گونه گیاهی در مخلوط تأثیر
 بسزائی دارد. در این آزمایش حداکثر عملکرد مخلوط و افزایش قابل-
 ملاحظه کارایی استفاده از زمین در تیمارهای ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪
 کنجد و ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد مشاهده شد. با برآورد شاخص‌های
 رقابتی به‌منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید
 که ریحان و کنجد در ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و
 ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد افت واقعی عملکرد نداشتند، اما ترکیب
 ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد ۲۴ درصد افت واقعی عملکرد مخلوط
 نسبت به سیستم تک‌کشتی را نشان داد. در این آزمایش گیاه کنجد
 در مخلوط از ضریب ازدحامی، غالبیت و توان رقابتی بالایی نسبت به
 ریحان برخوردار بود.

در این راستا، پور امیر و همکاران (Pour Amir et al., 2010)
 اظهار داشتند که نسبت‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود ($LER=۱/۴۱$) و
 ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود ($LER=۱/۳۱$) در کشت ردیفی از بیشترین و
 تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود در کشت درهم ($LER=۰/۹۴$) از
 کمترین نسبت برابری زمین برخوردار بودند.
 در این آزمایش ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد ($LER=۱/۱۱$)
 از لحاظ تولید زیست‌توده مخلوط نسبت به تک‌کشتی دو گیاه مذکور
 برتری نشان داد. درحالی‌که ترکیب‌های ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد
 $(LER=۱/۰۴)$ و ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ریحان ($LER=۰/۹۸$) در یک-
 گروه آماری با تک‌کشتی این گونه‌ها قرار داشتند. با توجه به گزارش
 علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) کشت ردیفی ریحان
 و لوبیا بر کشت خالص این دو گیاه برتری داشت و بیشترین نسبت
 برابری زمین ($LER=۱/۲$) در مخلوط ردیفی دو گیاه حاصل شد.

در بررسی شاخص‌های رقابتی دو گونه در کشت مخلوط مشخص
 گردید که در هیچ‌یک از تیمارها ضریب ازدحامی برای گونه‌های مورد
 بررسی برابر یک نمی‌باشد (جدول ۳) که این امر بیان‌گر عدم برابری
 رقابت درون‌گونه‌ای با رقابت برون‌گونه‌ای بود (Dhima et al.,
 2007). در بین ترکیب‌های مختلف کشت، گیاه ریحان با سهم ۵۰ و
 ۷۵ درصد به‌ترتیب با ضریب ازدحامی معادل ۱/۴۹ و ۱/۷۹، نسبت به
 ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد برتری نشان داد. درحالی‌که ضریب
 ازدحامی گیاه کنجد تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف مخلوط قرار
 نگرفت. در این آزمایش گیاه کنجد در گستره‌ی ۱/۹۷ تا ۲/۹۴ از
 ضریب ازدحامی بالاتری نسبت به گیاه ریحان برخوردار بود (جدول
 ۳). با توجه به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیان‌گر
 غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz et al., 2008)
 و براساس داده‌های جدول ۳، گیاه کنجد در کشت مخلوط گونه غالب
 محسوب می‌شود. در این آزمایش حداکثر ضریب غالبیت کنجد به
 نسبت کشت ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد ($A_{se}=۰/۸۵$) و حداکثر
 ضریب غالبیت ریحان به ترکیب ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد ($A_{ba}=۰/۱۹$)
 تعلق داشت.

براساس مطالعات بانیک و همکاران (Banik et al., 2000)
 برآورد شاخص افت واقعی عملکرد (AYL) علاوه بر بررسی رقابت
 بین‌گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه وضع هر گونه در
 مخلوط (رقابت درون‌گونه‌ای) را با جزئیات دقیق‌تری بیان می‌کند. این
 شاخص با علامت مثبت بیانگر سودمندی مخلوط به تک‌کشتی بر پایه
 عملکرد هر گیاه است (Yilmaz et al., 2008). محاسبه افت واقعی
 عملکرد (جدول ۳) در مورد گونه‌های مذکور نشان داد که این شاخص
 برای گیاه ریحان در ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد از لحاظ عددی
 بسیار پایین (معادل $AYL_{ba}=۰-۳/۳۶$) بوده است که به تبع آن ترکیب
 مذکور موجب افت ۲۴ درصدی عملکرد مخلوط ($AYL=۰-۲/۲۴$)
 گردید؛ درحالی‌که ژو و همکاران (Xu et al., 2008) در بررسی چند

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های رقابتی در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد
Table 3- Mean comparison of competitive indices in different combinations of basil and sesame

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)			ارزش عملکرد LER Yield value			زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biomass (kg.ha ⁻¹)			ارزش زیست‌توده LER Biomass value		
	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)												
کشت خالص ریحان Sole cropping of basil	686.01 ^a	-	686.00 ^c	1.00 ^a	-	1.00 ^c	6361.5 ^a	-	6361.50 ^c	1.00 ^a	-	1.00 ^b
75 % basil+ 25 %sesame ریحان 75٪ + کنجد 25٪	577.50 ^b	521.25 ^d	1098.75 ^{ab}	0.83 ^a	0.49 ^c	1.33 ^a	472.50 ^b	2491.2 ^d	7216.30 ^a	0.75 ^b	0.36 ^d	1.11 ^a
50 % basil+ 50 % sesame ریحان 50٪ + کنجد 50٪	409.00 ^c	732.80 ^c	1141.80 ^a	0.60 ^b	0.69 ^b	1.29 ^a	299.20 ^c	3885.5 ^c	6877.50 ^{ab}	0.47 ^c	0.57 ^c	1.04 ^{ab}
25 % basil+ 75 % sesame ریحان 25٪ + کنجد 75٪	108.75 ^d	892.58 ^b	1001.33 ^b	0.16 ^c	0.84 ^a	1.01 ^b	140.82 ^d	5143.30 ^b	6551.20 ^{bc}	0.22 ^d	0.76 ^b	0.98 ^b
S.O.V ± سازگاری	-	1055.00 ^a	1055.00 ^{ab}	-	1.00 ^a	1.00 ^c	-	6813.3 ^a	6813.20 ^{abc}	-	1.00 ^a	1.00 ^b
P value												
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	*	*
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)												
Proportion intercropping (P)	8.17	6.24	5.85	3.81	6.64	4.39	6.75	8.41	4.01	6.54	6.71	4.26

تیمارها Treatments	ضریب ازدحامی K value		ضریب غالبیت A value		افت واقعی عملکرد AYL			نسبت رقابت CR		شاخص تولید سیستم SPI
	ریحان Basil	کنجد Sesame	ریحان Basil	کنجد Sesame	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	
Proportion intercropping (P)										
75% basil+ 25 % sesame ریحان ۷۵٪ + کنجد ۲۵٪	1.79 ^a	2.94	-0.85 ^c	0.85 ^a	0.12 ^b	0.97 ^a	1.09 ^a	0.55 ^b	1.76 ^a	1379.00
50 % basil+ 50 % sesame ریحان ۵۰٪ + کنجد ۵۰٪	1.49 ^a	2.38	-0.19 ^a	0.19 ^c	0.19 ^a	0.39 ^b	0.58 ^b	0.87 ^a	1.16 ^b	1535.20
25 % basil+ 75 % sesame ریحان ۲۵٪ + کنجد ۷۵٪	0.56 ^b	1.93	-0.49 ^b	0.49 ^b	-0.36 ^c	0.12 ^b	-0.24 ^c	0.57 ^b	1.75 ^a	1485.09
S.O.V †	*	NS	**	**	**	**	**	*	**	NS
سطح احتمال P value	24.49	20.04	25.74	25.74	23.10	26.89	10.14	11.05	8.91	7.99

* Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$).

* and **: significant at 5 and 1% probability levels, respectively and NS: Non significant

* می‌توانیم‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

منابع

1. Agegnehu, G., Ghizam A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25: 202-207.
2. Alizadeh, Y., Koocheki A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agroecology* 2(1): 94-104. (In Persian with English Summary)
3. Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series system. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 176: 289-294.
4. Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row- replacement series systems. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* 185: 9-14.
5. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
6. Blaser, B.C., Signer, J.W., and Gibson, L.R. 2007. Winter cereal, seeding rate, and intercrop seeding rate effect on red clover yield and quality. *Agronomy Journal* 99: 723-729.
7. Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichmann, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal* 96: 1730-1738.
8. De Wit, C.T., and Vanden Bergh, J.P. 1965. Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 13: 212-221.
9. Dhima, K.V., Lithourgidis, A.A., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100: 249-256.
10. Eslami Khalili, F., Pirdashti, H., Motaghian, A. 2011. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices. *Agroecology* 94-105. (In Persian with English Summary)
11. Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H., and Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology* 7(22): 4100-4104.
12. Jahani Kondori, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary)
13. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Khorramdel, S., Anvarkhah S., Sabet Teimouri, M., and Sanjani, S. 2010. Evaluation of growth indices of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in intercropping with replacement and additive series. *Journal of Agroecology* 2(1): 30-40. (In Persian with English Summary)
14. Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Nadjafi, F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research* 2: 208-214. (In Persian with English Summary)
15. Kremer, R.J., and Kussman, R. 2008. Intercropping with kura clover improves soil quality in a pecan agroforestry system, Soil and Water Conservation Society Annual Meeting, Tuscan, AZ, July 26-30.
16. Kumar, A., and Singh, B.P. 2006. Effect of row ratio and phosphorus level on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian mustard (*Brassica Juncea* L.) intercropping. *Indian Journal of Agronomy* 51:100-102.
17. Malakouti, M., 1996. Sustainable Agriculture and Increasing Yield with Optimization of Fertilizer Application in Iran. *Agricultural Education Press* 379 pp. (In Persian)
18. Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany* 64: 180-188.
19. Odo, P.E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. *Experimental Agriculture* 27: 435-441.
20. Orruo, E., and Morgan, M.R.A. 2011. Resistance of purified seed storage proteins from sesame (*Sesamum indicum* L.) to proteolytic digestive enzymes. *Food Chemistry* 128: 923-929.
21. Peyvast, G. 2005. Vegetable Production. Daneshpazire Press, Iran 487 pp. (In Persian with English Summary)
22. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 48-58.
23. Pour Amir, F., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, S.A., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation yield and components yield of sesame and pea in replacement series of intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(5): 757-767. (In Persian with English Summary)
24. SAS Institute. 1997. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.
25. Thorsted, M.D., Olesen, J.E., and Weiner, J. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crops Research* 95: 280-290.
26. Xu, B., Shan, L., Zhang, S., Deng, X., and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. *African Journal of Biotechnology* 7(22): 4056-4067.
27. Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 32: 111-119.

ارزیابی تأثیر بقایای گندم و خاکورزی در روز و شب بر جامعه علف‌های هرز و عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) سینگل کراس ۷۰۴

رضا مرادی طالب بیگی^۱، هادی پیرسته انوشه^۲، محمد جواد احمدی لاهیجانی^{۳*} و یحیی امام^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

کاربرد بقایا و تغییر زمان خاکورزی از روش‌های پیشنهادی برای مبارزه با علف‌های هرز مزارع است. برای ارزیابی اثرات بقایای گندم و خاکورزی در روز و شب، بر وزن خشک علف‌های هرز و سطح برگ، وزن خشک و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه شیراز انجام شد. فاکتور اصلی زمان خاکورزی در دو سطح: خاکورزی در روز و خاکورزی در شب و فاکتور فرعی میزان بقایای گندم: در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۵ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد معادل بقایای گندم سال قبل (سه تن در هکتار) بود. نتایج نشان داد که تیمار زمان خاکورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، وزن خشک کل ذرت و همچنین ماده خشک نهایی علف‌های هرز اثر معنی داری داشت. بیشترین عملکرد دانه و وزن خشک کل ذرت و کمترین وزن خشک علف‌های هرز در خاکورزی شبانه به دست آمد. انجام عملیات خاکورزی شبانه باعث کاهش ۳۸/۶۷ درصد و ۲۲ درصد تراکم نهایی علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و ارزن دم روباهی (*Setaria spp.*) شد. کاربرد سطوح مختلف بقایا نیز تراکم نهایی علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد. برهم‌کنش زمان خاکورزی و مقدار بقایا بر صفات مورد بررسی معنی دار نشد. بطور کلی، می‌توان گفت که برای دستیابی به بهترین عملکرد دانه ذرت و سرکوب علف‌های هرز در شرایط مشابه با پژوهش حاضر، کاربرد بقایا به میزان ۵۰ درصد و خاکورزی در شب قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ارزن دم روباهی، سلمه تره، شخم شبانه، کشاورزی پایدار

مقدمه

(FAO, 2010). در بین استان‌های کشور، استان فارس با بیش از ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۶۰۰ هزار تن ذرت دانه ای در کشور دارای مقام نخست تولید است (Emam, 2011). کاهش محصولات کشاورزی متأثر از عوامل متعددی است و تردیدی نیست که علف‌های هرز جزء مهمترین این عوامل محسوب شوند (Ghadiri, 2007). کاهش عملکرد محصولات زراعی به دلیل تداخل علف‌های هرز توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است (Iqbal & Wright, 1999). در پژوهشی مشخص شده است که کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای در حضور علف‌های هرز ۲۹/۲ درصد بوده است (Dogan, 2004). کنترل علف‌های هرز در مراحل نخستین رشد در مزرعه ذرت از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا رقابت علف‌های هرز با ذرت در اوایل فصل رشد اثرات بارزی داشته و باعث وارد شدن خسارت شدید به محصول می‌شود (Eghtadari Naeini & Ghadiri, 2000). یکی از ابزارهای مناسب در راهبرد مدیریت علف‌های هرز در مزارع گیاهان زراعی از جمله ذرت، استفاده از علف‌کش‌ها می‌باشد (Booth et al., 2003; Hartwig & Ammon, 2002).

جمعیت کره‌ی زمین پیوسته در حال افزایش است و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۵ میلادی به ۸/۵ میلیارد نفر برسد. تامین غذای جمعیت روز افزون دنیا و حل مساله گرسنگی که آینده بشر را تهدید می‌کند جز با افزایش تولیدات کشاورزی امکان پذیر نمی‌باشد (Khush, 1999). ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی است چهار کرانه با دوره رویشی کوتاه که میزان عملکرد محصول دانه آن در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به مراتب بیشتر بوده و می‌تواند در تامین غذای بشر نقش مهمی داشته باشد. در ایران نیز سطح زیر کشت آن وسیع است و در سال زراعی ۱۳۸۹ معادل ۲۴۰ هزار هکتار بوده که از آن بیش از ۱/۷ میلیون تن ذرت دانه‌ای برداشت شده است

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشجوی دکتری و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(mj.Ahmadi@stu.um.ac.ir Email: * - نویسنده مسئول)

می‌شود (Anderson, 2008). علاوه بر این، بقایا به عنوان ابزاری مناسب در مدیریت علف‌های هرز به کار گرفته می‌شوند (Fisk, et al., 2008; Aladesanwa & Adigun, 2001). بقایای گیاهی با جلوگیری از رسیدن نور به بذره‌های باقی‌مانده در سطح خاک یا در اعماق سطحی خاک، از رشد و جوانه‌زنی علف‌های هرز یا استقرار کامل گیاهچه‌های آن‌ها جلوگیری می‌نمایند (Fisk et al., 2001). هدف از پژوهش حاضر، بررسی برهم‌کنش تاثیر مقادیر مختلف بقایای گیاهی گندم و زمان‌های متفاوت عملیات خاکورزی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد ذرت دانه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات زراعی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب- دانشگاه شیراز، با هدف ارزیابی اثرات بقایای گندم و خاکورزی در روز و شب بر کاهش خسارت علف‌های هرز و پاسخ عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ طراحی و اجرا شد. فاکتور اصلی شامل زمان خاکورزی در دو سطح شخم و دیسک در روز و شخم و دیسک در شب و فاکتور فرعی شامل میزان بقایای گندم در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد معادل بقایای گندم سال قبل (سه تن در هکتار، رقم چمران که به صورت دستی از مزرعه مجاور جمع‌آوری شد) در چهار تکرار بود. اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد و آزمایش خاک در جدول ۱ آورده شده است.

نیمی از کرت‌های اصلی در ساعت ۲۰ شب و نیمه دیگر در ساعت ۱۲ ظهر روز بعد توسط گاواهن برگردان دار و دیسک خاکورزی شدند. عمق شخم مفید حدود ۲۵ سانتی‌متر بود. چراغ‌های عقب تراکتور در هنگام شخم شبانه خاموش بود. در هر یک از کرت‌های اصلی چهار کرت فرعی ایجاد شد که هر کدام به یکی از سطوح میزان بقایا اختصاص یافت. مقدار بقایای هر کرت آزمایشی پس از توزین با دست به کرت مربوطه اضافه شد. ابعاد هر کرت فرعی ۳×۶ متر در نظر گرفته شد. بذره‌ای یکنواخت ذرت هیبرید سینگل کراس رقم ۷۰۴ ابتدا به مدت ۱۲ ساعت در آب به منظور آماده‌سازی جهت جوانه‌زنی بهتر قرار داده شدند. کاشت به صورت دستی با تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار و در عمق ۴-۶ سانتی‌متری سطح خاک صورت گرفت.

در هر کرت فرعی چهار ردیف کاشت وجود داشت. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری به روش سیفونی (شش نوبت در طول فصل رشد) با فاصله یک هفته و به مقدار نیاز گیاه صورت گرفت. در طول فصل رشد هیچ بارندگی صورت نگرفت. نمونه‌برداری جهت تعیین

علف‌کش‌ها قادرند رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی را کاهش داده و موجب بهبود کارایی استفاده از نیروی کارگری شوند (Hartwig & Ammon, 2002; Kuepper, 2001). با این وجود، استفاده ناصحیح از این فناوری ممکن است به ایجاد مشکل اتی نظیر پسمان علف‌کش‌ها، آلودگی آب‌های زیرزمینی و مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌ها منجر شود (Ranjbar & Samadani, 2007; Dogan et al., 2004). بنابراین، اتخاذ راه کارهای زراعی مناسب که مشکلات فوق را در بر نداشته باشد حائز اهمیت خواهد بود (Ranjbar & Samadani, 2007; Eghtadari Naeini & Ghadiri, 2000).

تغییر زمان خاکورزی می‌تواند به عنوان گزینه‌ای در کاهش جمعیت علف‌های هرز در طول فصل رشد مطرح باشد. خاکورزی سبب دفن شدن بسیاری از بذره‌های موجود در سطح خاک شده و به این ترتیب می‌تواند از تراکم علف‌های هرز بکاهد، در عین حال، خاکورزی می‌تواند سبب انتقال بذره‌های دفن شده در اعماق به سطح خاک شود (Koocheki & Rezazadeh, 2009). بذره‌های منتقل شده به سطح خاک تحت تأثیر نور خورشید قرار گرفته و شروع به جوانه زنی می‌کنند. بسیاری از گونه‌های علف‌هرز برای جوانه‌زنی نیاز به نور دارند، مؤثرترین طول موج نوری که در تحریک جوانه‌زنی بذرها مؤثر است نور قرمز می‌باشد. از سوی دیگر، نور قرمز دور مانع از جوانه‌زنی بذرها می‌شود (Koocheki & Rezazadeh, 2009). از این ویژگی می‌توان برای کم کردن جمعیت علف‌های هرز بهره برد، بدین معنی که با جلوگیری از رسیدن نور قرمز در زمان خاکورزی، از جوانه زنی بذرها جلوگیری کرد و به این ترتیب، جمعیت علف‌های هرز را به حداقل رساند (Mousavi, 2001). در پژوهشی گزارش شد که شخم در شب سبب کاهش جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز به میزان ۸۰ درصد در مقایسه با خاکورزی در روز می‌شود، که این کاهش به دلیل عدم دریافت نور توسط بذر علف‌های هرز موجود در خاک به هنگام خاکورزی است (Jurossek et al., 2002). در پژوهشی دیگر، مشخص شد که انجام عملیات خاکورزی در شب، علف‌های هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.) و گوش بره (*Chrozophora tinctoria* L.) را به ترتیب به میزان ۶۳، ۵۴ و ۵۰ درصد نسبت به خاکورزی در روز کنترل کرد (Mousavi nik et al., 2008). عوامل مختلفی در تأثیر شخم شب بر کاهش جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز مؤثرند، از جمله این موارد می‌توان به تفاوت در حساسیت بذرگونه‌های مختلف علف‌هرز نسبت به نور، شرایط متفاوت خواب در بذره‌های مختلف (Koocheki & Rezazadeh, 2009)، اثر رژیم‌های دمایی (Thompson & Grime, 1983) و مقادیر مختلف رطوبت موجود در خاک (Ross & Hegarty, 1979) اشاره نمود.

استفاده از بقایای گیاهی باعث کاهش فرسایش، افزایش ماده آلی (Aladesanwa & Adigun, 2008) و افزایش ذخیره رطوبتی خاک

وزن خشک علف‌های هرز، سطح برگ و وزن خشک ذرت در زمان ظهور گل تاجی و عملکرد دانه ذرت پس از رسیدن فیزیولوژیک (تشکیل لایه سیاه) انجام شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، سه بوته ذرت به صورت تصادفی انتخاب گردید و با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ محاسبه شد (Emam & Niknejad, 2011).

جدول ۱- اطلاعات آب و هوایی و آزمایش خاک در طول فصل رشد ذرت در منطقه داراب- فارس (سال ۱۳۸۸)

Table 1- Soil and climate characteristics of Maize during growing season at Darab-Fars (year of 2009)

ماه Month	حداقل دما (°C) Minimum temperature (°C)	حداکثر دما (°C) Maximum temperature (°C)	میانگین دما (°C) Temperature average (°C)	حداقل رطوبت (%) Minimum humidity (%)	حداکثر رطوبت (%) Maximum humidity (%)	میانگین رطوبت (%) Humidity (%)average	میزان بارش (میلی متر) Precipitation (mm)
خرداد Khordad	21.3	38.8	30	8	33	20.5	0
تیر Tir	25.1	41.4	33.2	11	37	24	0.4
مرداد Mordad	26	41.6	33.8	16	46	31	2.2
شهریور Shahrivar	20.7	38.5	29.6	14	50	32	0.7
مهر Mehr	14.8	33	23.9	13.5	48.7	30.5	0
ویژگی های خاک Soil characteristics		اسیدیته Hp	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	ماده آلی (%) OM (%)	محتوای نیتروژن (%) N content (%)	فسفر قابل دسترس (میلی گرم در کیلوگرم) P (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم قابل دسترس (میلی - گرم در کیلوگرم) K (mg.kg ⁻¹)
		7.85	0.673	1.24	0.14	12	780

جدول ۲- میانگین مربعات زمان خاکورزی، بقایای گندم و برهم‌کنش آنها بر ویژگی‌های ذرت دانه‌ای و وزن خشک علف‌های هرز

Table 2- Mean squares of time of tillage, wheat residuals and their interaction on and dry weight of weeds and corn yield

وزن خشک نهایی علف‌های هرز Weeds final dry weight	ذرت Corn				منابع تغییر S.O.V
	سطح برگ Leaf area	وزن خشک کل Total dry weight	عملکرد دانه Kernel weight	درجه آزادی df	
522.3**	586683.0 ^{ns}	3987.6*	240123.86**	3	بلوک Block
1010.2**	2020658.1 ^{ns}	5813.1*	161462.5**	1	زمان خاکورزی Time of tillage (T)
70.3	597811.9	1393.5	24613.4**	3	خطا (a) Error (a)
1465.5**	5626809.0**	4662.7*	56468.2*	3	بقایای گندم Wheat residuals (R)
69.4 ^{ns}	55200.6 ^{ns}	679.6 ^{ns}	12719.5 ^{ns}	3	T×R
52.5	970339.8	21188.5	349471.3	18	خطا (b) Error (b)
7.43	3.81	5.80	1.79		ضریب تغییرات (%) CV (%)

ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.
ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بوته‌های ذرت به صورت تصادفی از سطح یک متر مربع انتخاب شدند. در هر متر مربع هفت بوته ذرت قرار داشت. برای تعیین وزن خشک ذرت و علف‌های هرز از آن با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. برای نمونه‌گیری جهت تعیین وزن خشک علف‌های هرز از یک قاب فلزی (کوادرات) با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر استفاده شد. در هر کرت نیز نوع علف‌های هرز و تراکم نهایی آن‌ها به تفکیک گونه مشخص شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از برنامه آماری SAS v9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

خاکورزی شبانه بر وزن خشک کل ذرت ($p \leq 0.05$)، عملکرد دانه ($p \leq 0.01$) (جدول ۲) و اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در ردیف ($p \leq 0.05$)، وزن هزار دانه ($p \leq 0.01$) اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). انجام عملیات خاکورزی در شب با افزایش تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد دانه گردید، بعلاوه، انجام عملیات خاکورزی در شب وزن خشک کل ذرت را نیز، در مقایسه با عملیات خاکورزی در روز افزایش داد (جدول ۴). این نتیجه را می‌توان به حضور کمتر علف‌های هرز به دلیل درصد کمتر جوانه زنی آن‌ها ناشی از خاکورزی شبانه نسبت داد، زیرا با کاهش تراکم علف‌های هرز در واحد سطح، رقابت آن‌ها نیز با گیاه زراعی بر سر منابعی همچون آب و

عناصر غذایی کاهش می‌یابد (Emam & Niknejad, 2011). وزن خشک نهایی علف‌های هرز نیز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر معنی‌دار زمان خاکورزی قرار گرفت (جدول ۲). کمترین وزن خشک علف‌های هرز در خاکورزی شبانه به دست آمد (جدول ۴). انجام عملیات خاکورزی شبانه به ترتیب باعث کاهش ۳۸/۶ و ۲۲ درصد تعداد نهایی علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و ارزن دم روباهی (*Setaria spp.*) گردید که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. لیکن، بر تراکم علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). هرچند، موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2008) گزارش کردند که انجام عملیات خاکورزی در شب، علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره را به ترتیب به میزان ۶۳ و ۵۴ درصد نسبت به خاکورزی در روز کنترل نمود. جیوراسزک و همکاران (Juroszeck, et al., 2002) گزارش کردند که تراکم علف‌هرز سلمه‌تره بعد از انجام شخم شبانه کاهش معنی‌داری می‌یابد که نتیجه پژوهش حاضر این یافته را تایید می‌نماید. در این بین، وجود تراکم بیشتر علف‌هرز تاج‌خروس را می‌توان به داشتن بذرهای کوچک‌تر و زیاده‌تر نسبت داد، زیرا، بذرهای کوچک برای متورم شدن و حساسیت به نور، آب کمی لازم داشته و در عین حال دارای حساسیت زیادی نسبت به نور می‌باشند و در نتیجه در خاک‌هایی با رطوبت کمتر هم سبز شده و تراکم قابل توجهی از علف‌های هرز ایجاد می‌کنند.

جدول ۳- میانگین مربعات زمان خاکورزی، بقایای گندم و برهمکنش آن‌ها بر تراکم نهایی علف‌هرز

Table 1- Mean squares of time of tillage, wheat residuals and their interaction on weed final dry weight

ارزن دم روباهی <i>Setaria spp.</i>	سلمه‌تره <i>Chenopodium album</i> L.	تاج‌خروس <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
2.36**	1.44 ^{ns}	0.20 ^{ns}	3	بلوک Block
3.78**	26.28**	2.00 ^{ns}	1	زمان خاکورزی Time of tillage (T)
0.61	0.19	1.08	3	خطا (a) Error (a)
5.11**	13.36**	13.7**	3	بقایای گندم Wheat residuals (R)
0.19 ^{ns}	1.78	1.08 ^{ns}	3	T×R
0.37	0.60	0.64	18	خطا (b) Error (b)
22.11	20.49	26.24		ضریب تغییرات (%) CV (%)

^{ns}, * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

(Bahrani et al., 2002). در سطح ۵۰ درصد از بقایای گندم، تراکم علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و ارزن دُم روباهی به ترتیب ۳۷/۲، ۲۵ و ۳۴/۵ درصد و در سطح ۷۵ درصد از بقایا به ترتیب ۶۸/۵، ۶۰ و ۴۸/۳ درصد کاهش یافت. بیشترین تراکم علف‌های هرز در تیمار شاهد دیده شد. بر اساس نتایج آزمایش، برهم‌کنش تیمارهای خاکورزی و بقایا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، وزن خشک کل و سطح برگ ذرت، وزن خشک و تراکم نهایی علف‌های هرز اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲، ۳ و ۵). در پژوهشی مشخص گردید که با کاربرد ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای گندم، تراکم علف‌های هرز به ترتیب ۱۲ و ۱۵ درصد کاهش یافت (Anderson, 2008). این کاهش تراکم علف‌های هرز به دلیل کاهش دمای سطح خاک (Thompson, 1983 Grime)، کاهش نفوذ و رسیدن نور به سطح خاک (Emam et al., 2000) و جلوگیری از استقرار مناسب گیاهچه‌های علف‌های هرز (Emam et al., 2000; Bahrani et al., 2002) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در صورت تأیید نتایج پژوهش حاضر توسط پژوهش‌های مزرعه‌ای آینده، شاید بتوان توصیه کرد که خاکورزی شبانه یکی از روش‌های مبارزه و کنترل علف‌های هرز و همچنین افزایش عملکرد گیاه زراعی ذرت است. البته چون شخم زدن در شب برای بسیاری از کشاورزان دشوار می‌باشد، شاید بتوان از پوشش‌هایی که روی گاوآهن بسته شده و مانع رسیدن نور به خاک در زمان شخم می‌شود، استفاده کرد.

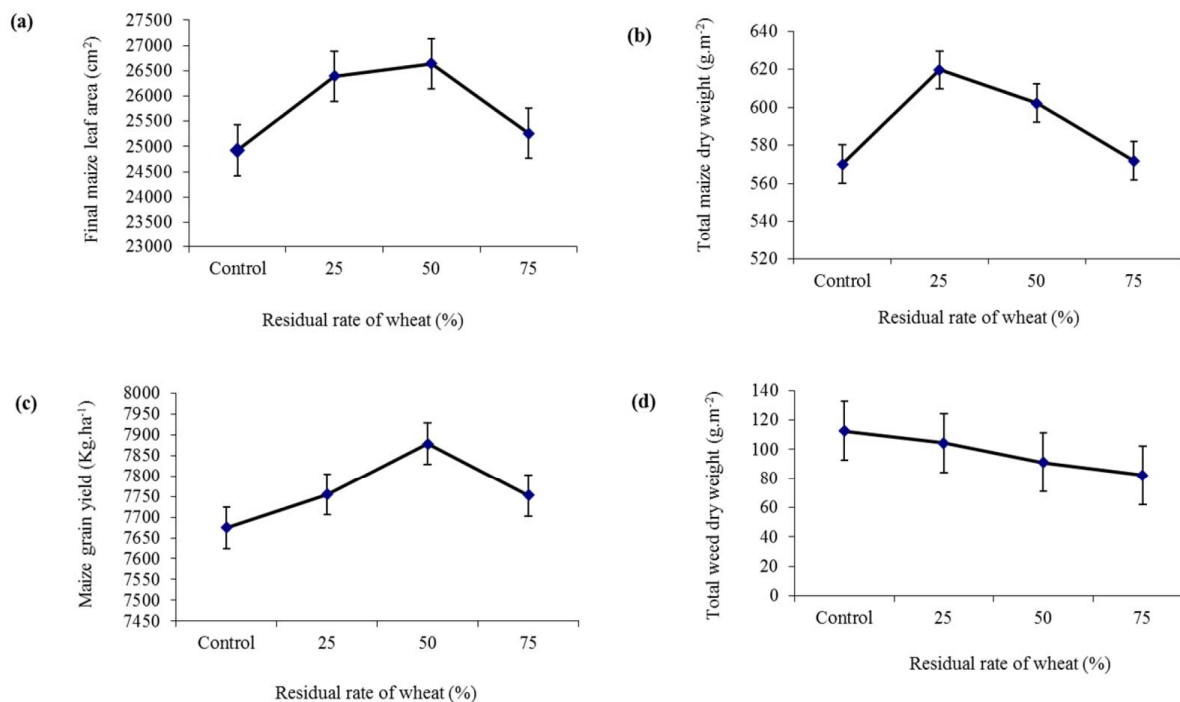
تیمار بقایای گندم بر عملکرد دانه، وزن خشک کل و سطح برگ نهایی ذرت به ترتیب در سطح پنج و یک درصد اثر معنی‌داری داشت. بیشترین عملکرد دانه از سطح ۵۰ درصد بقایا به دست آمد (شکل ۱). با افزایش مقدار بقایا تا سطح ۵۰ درصد، سطح برگ بوته‌های ذرت هم افزایش یافت (شکل ۱). به نظر می‌رسد که سطح نهایی برگ ذرت در تیمار شاهد به دلیل حضور علف‌های هرز و رقابت آن‌ها با ذرت و در تیمار ۷۵ درصد بقایا به دلیل کاهش سرعت جوانه‌زنی، کندشدن رشد اولیه گیاهچه‌ها و عدم تهویه مناسب خاک کاهش یافته باشد (شکل ۱). از سوی دیگر، با توجه به اینکه که با افزایش سطح بقایای گیاهی، دمای خاک کاهش می‌یابد، برای مثال، در مطالعه‌ای مشخص شده است که دمای خاک در حضور بقایای گیاهی تا چهار درجه سانتی‌گراد کاهش یافت (Varsa & Hnetkovsky, 1993). به علاوه، در این پژوهش کاهش سطح برگ، وزن خشک و عملکرد دانه ذرت را می‌توان به کاهش جوانه‌زنی بذرها و تأخیر در استقرار گیاهچه‌های ذرت، کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و همچنین غیر متحرک شدن نیتروژن نسبت داد، همانگونه که توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Varsa & Hnetkovsky, 1993). همچنین، تعداد ردیف در بلال ($p \leq 0.01$)، تعداد دانه در ردیف ($p \leq 0.01$)، تعداد دانه در بلال ($p \leq 0.05$) و وزن هزار دانه ($p \leq 0.01$) تحت تأثیر معنی‌دار و مثبت بقایای گندم قرار گرفت (جدول ۵). کاربرد سطوح مختلف بقایا، تراکم نهایی علف‌های هرز و وزن خشک آن‌ها را در مزرعه به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول‌های ۲ و ۳). کمترین تراکم نهایی و وزن خشک علف‌های هرز در سطح ۷۵ درصد بقایا به دست آمد. بر این اساس، وجود بقایای زیاد در سطح خاک مانع از سبز شدن بذر علف‌های هرز می‌شود (شکل ۱)، همانگونه که توسط سایر پژوهشگران نیز مورد توجه قرار گرفته است.

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر زمان خاکورزی بر سطح نهایی برگ، وزن خشک کل و عملکرد دانه ذرت و وزن خشک علف‌های هرز
Table 4- Mean comparison of the effect of time of tillage on final leaf area, total dry weight and kernel yield of corn and weed dry weight

وزن خشک علف‌های هرز (گرم بر متر مربع) Weed dry weight (g.m ⁻²)	عملکرد دانه ذرت (کیلوگرم در هکتار) Corn kernel yield (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک کل ذرت (گرم بر متر مربع) Total dry weight of corn (g.m ⁻²)	سطح نهایی برگ سه بوته ذرت (سانتی‌متر مربع) Final leaf area of three corn crop (cm ²)	زمان خاکورزی Time of tillage
103.1 a	7694 b	577.5 b	25551.2 a*	روز Day
b	7836 a	604.4 a	26053.7 a	شب Night

* میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر ندارند.

In each column means followed by same letters do not differ significantly at $\alpha=1\%$ probability level based on Duncan's multiple range test.



شکل ۱- تأثیر مقادیر مختلف بقایای گندم بر سطح نهایی برگ (الف)، وزن خشک کل (ب) و عملکرد دانه ذرت (ج) و وزن خشک علف‌های هرز (د) میانگین‌های دارای همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارد.

Fig. 1- Effect of different levels of wheat residues on final leaf area (a), total dry weight (b) and yield of corn (c) and weeds dry weight (d)

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

جدول ۵- میانگین مربعات زمان خاکورزی، بقایای گندم و برهم‌کنش آنها بر اجزای عملکرد دانه‌ای

Table 5- Mean of squares of time of tillage, wheat residuals and their interaction on yield component of corn

وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-kernel weight	تعداد دانه در بلال Kernel number per ear	تعداد دانه در ردیف Kernel number per row	تعداد ردیف در بلال Row number in ear	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
0.69 ^{ns}	744.78 ^{**}	20.84 ^{**}	1.83 ^{ns}	3	بلوک Block
603.78 ^{**}	319.88 ^{ns}	21.45 [*]	2.00 ^{ns}	1	زمان خاکورزی Time of tillage (T)
27.53 ^{ns}	262.20 ^{ns}	14.31 ^{ns}	1.33 ^{ns}	3	اشتباه (a) Error (a)
140.61 ^{**}	61.77 [*]	64.19 ^{**}	10.16 ^{**}	3	بقایای گندم Wheat residuals (R)
18.44 ^{ns}	2.23 ^{ns}	2.40 ^{ns}	0.33 ^{ns}	3	T×R
10.08	95.65	4.87	0.69	18	اشتباه (b) Error (b)
4.21	5.29	6.73	6.34		ضریب تغییرات (%) CV (%)

ns و * به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.
ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

گیاه زراعی با علف‌های هرز می‌شود (Emam et al., 2000; Bahrani et al., 2002; Emam & Niknejad, 2011) و در نتیجه انجام عملیات خاکورزی در شب همراه با کاربرد بقایا را می‌توان در کنار سایر روش‌های مبارزه علیه علف‌های هرز توصیه نمود.

هر چند این روش ممکن است به کنترل ۱۰۰ درصد علف‌های هرز در مزرعه منجر نشود، لیکن، از تراکم آن‌ها می‌کاهد. از طرف دیگر، نگهداری بقایا در سطح خاک، سبز شدن گیاهچه‌های علف‌های هرز را به تأخیر می‌اندازد که این موضوع سبب افزایش توان رقابتی

منابع

- Aladesanwa, R.D., and Adigun, A.W. 2008. Evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) live mulch at different spacings for weed suppression and yield response of maize (*Zea mays* L.) in southwestern Nigeria. *Crop Protection* 27: 968-975.
- Anderson, R.L. 2008. Residue management tactics for corn following spring wheat. *Weed Technology* 22: 177-181.
- Bahrani, M.J., Kheradnam, M., Emam, Y., Ghadiri, H., and Assad, M.T. 2002. Effects of tillage methods on wheat yield and yield components in continuous wheat cropping. *Experimental Agriculture* 38: 389-395.
- Bazooobandi, M. Sadabadi Haghighi, R., and Beheshtian Mesgaran, M. 2006. Ecology of Weed in Agricultural and Natural Systems. (Translated). Islamic Azad University Press. pp. 424.
- Dogan, M.N., Unay, A., Boz, O., and Albay, F. 2004. Determination of optimum weeds control timing in maize (*Zea mays* L.). *Turkish Journal of Agricultural and Forest* 28: 349-354.
- Eghtadari Naeini, A., and Ghadiri, H. 2000. Determination of critical period of weed control in maize (*Zea mays*) at Kooshkak and Bajgah locations (Fars province). *Journal of Science and Technology for Agriculture and Natural Resources* 4: 85-93.
- Emam, Y. 2011. Cereal Production. Shiraz University Press, Shiraz, Iran 190 pp. (In Persian)
- Emam, Y., and Niknejad, M. 2011. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. (Translated). Third Edition. Pp. 591.
- Emam, Y., Kheradnam, M., Bahrani, M.J., Asad, M.T., and Ghadiri, H. 2000. The effect of residue management on the grain yield and its components of winter wheat in continue irrigated wheat cropping. *Iranian Journal of Agricultural Science* 31(4): 839-850. (In Persian with English Summary)
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nation Quarterly bulletin of Statistics. Rome, Italy.
- Fisk, J.W., Hesterman, O.B., Shrestha, A., Kells, J.J., Harwood, R.R., Squire, J.M., and Sheaffer, C.C. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Journal of Agronomy* 93: 319-325.
- Ghadiri, H. 2007. Weed Science: Principles and Practices. (Translated). Shiraz University Press. Third edition pp. 700. (In Persian)
- Gerhards, R., Jurosek, P., and Kuhbauch, W. 1997. Tiefengrubbes. Scheibenegge undzwei krumelwalzen. *Forschung Mitteilungen der DFG* 4/97. 14-16.
- Hartwig, N.L., and Ammon. H.U. 2002. 50th Anniversary-invited article cover crops and living mulches. *Weed Science* 50: 688-699.
- Iqbal, J., and Wright, D. 1999. Effect of weed competition on flag leaf photosynthesis and grain yield of spring wheat. *Journal of Agricultural Science* 23: 30-132.
- Juroszek, P., Gerhards, R., and Kuhbauch, W. 2002. Photo control of weed germination of arable annual weeds. *Agronomy and Crop Science* 188: 389-397.
- Khush, G.S. 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. *Genome* 42: 646-655.
- Koocheki, A., and Rezazadeh, Z.B. 2009. Soil Tillage in Agroecosystems. (Translated). Ferdowsi University Press. Mashhad, Iran 437 pp. (In Persian)
- Kuepper, G. 2001. Pursuing conservation tillage systems for organic crop production. [Online]. <http://attra.ncat.org/attra-ub/organicmatters/conservationtillage.html>. (Accessed 20 January 2009).
- Milberg, P., Andersson, L., and Thomson, K. 2000. Large seeded species are independent on light for germination than small- seeded one. *Seed Science Research* 10: 19-104.
- Mousavi Nik. A., Rahimian Mashhadi, H., Jodakhanloo, A., Ghavidel, A., and Jahanian, A. 2008. The effect of day and night tillage on weed emergence. *Pajouhesh & Sazandegi* 78: 194-199. (In Persian with English Summary)
- Mousavi, M.R. 2001. Integrated Management of Weeds. Miad Press, Tehran. First Edition. pp. 460. (In Persian)
- Ranhbar, M., and Samadani, B. 2007. Influence of winter cover crops on weed control and tomato yield. *Pajouhsh & Sazandegi* 74: 24-33. (In Persian with English Summary)
- Ross, H.A., and Hegarty, T.W. 1979. Sensitivity of seed germination and seedling radical growth to moisture stress in some vegetable crop species. *Annals of Botany* 43: 241-250.

25. Thompson, K., and Grime, J.P. 1983. A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. *Journal of Applied Ecology* 20: 141-152.
26. Varsa, E.C., and Hnetkovsky, S. 1993. Effects of Residue Density on Corn Yield Research. (Online). <http://www.fluidfertilizer.com/pastart/pdf/1P16-17.pdf>. (Accessed 19 February 2008].



تأثیر تلقیح قارچ میکوریزا و کود شیمیایی فسفر بر برخی شاخص‌های رشد رقم هاشم گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.)

عصمت محمدی^{۱*}، حمیدرضا اصغری^۲ و احمد غلامی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه میکوریزا به‌عنوان جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی از مهمترین راهبردهای تغذیه‌ای در مدیریت پایدار بوم نظام‌های کشاورزی است. به منظور ارزیابی کارایی مصرف جداگانه و تلفیقی کود زیستی میکوریزا و کود شیمیایی فسفر بر شاخص‌های رشد نخود (*Cicer arietinum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل B_۱ (شاهد)، B_۲ (کود زیستی میکوریزا)، B_۳ (۲۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفر + کود زیستی میکوریزا) و B_۴ (۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر) بود. نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای B_۲ و B_۳ شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و تجمع ماده خشک را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (B_۱) و تلقیح میکوریزا (B_۲) افزایش دادند. حداکثر و حداقل ماده خشک در ۱۱۱ روز بعد از کاشت برای تیمار B_۲ و B_۳ به ترتیب معادل ۸۰۴/۲۴ و ۴۹۰/۵۸ گرم در متر مربع بدست آمد و در تیمار B_۳ ۶۹۸/۴۱ گرم در متر مربع) در مقایسه با شاهد حدود ۴۲/۳۶ درصد بیشتر بود. همچنین تیمار B_۲ در ۹۰ روز بعد از کاشت (مرحله غلاف‌دهی) ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ را به ترتیب ۱۷/۵۹، ۴۹/۱۸ و ۴۸/۷۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین B_۲ و B_۳ وجود نداشت. نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد روش تغذیه تلفیقی کود زیستی و کود شیمیایی در نخود باعث کاهش مصرف کود شیمیایی به میزان ۵۰ درصد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، کود شیمیایی، وزن خشک کل، شاخص سطح برگ

مقدمه

پس از غلات، حبوبات دومین منبع غذایی بشر است (Khoosheki & Banayan Aval, 2007). در این میان گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) با ۴۳/۲۵ درصد تولید، رتبه اول را در کشور دارا می‌باشد و بالغ بر ۶۴۸ هزار هکتار زمین به کشت نخود اختصاص دارد که از آن حدود ۳۳۶ هزار تن تولید حاصل می‌گردد و در اکثر نقاط کشور به استثنای سواحل دریای خزر کشت می‌شود (Majnoun, 2008). نخود از انواع لگوم‌هایی است که در مزارع به-عنوان تأمین‌کننده پروتئین برای غذای دام و مصرف انسان کشت می‌شود. در صد گرم ماده خشک دانه کامل نخود حدود ۲۳ درصد پروتئین، ۶۳/۵ درصد کربوهیدرات وجود دارد و غنی از کلسیم، فسفر

و منگنز می‌باشد (Majnoun Hosseini, 2008). هم اکنون استفاده از کودهای بیولوژیک به‌عنوان یک روش اکولوژیک برای زنده و فعال نگهداشتن سیستم حیاتی خاک مطرح است. به علاوه تأمین عناصر غذایی بصورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت‌های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حفظ و حمایت از سرمایه‌های ملی (خاک و آب) از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد. مصرف غیراصولی و بلندمدت کودهای شیمیایی سبب تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، بر هم زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های محیطی می‌گردد. اگرچه مصرف این کودها برای رفع کامل کمبود برخی از عناصر ضرورت دارد، ولی به هر صورت بهتر است که در حد مکمل کودهای بیولوژیک مورد استفاده و جایگزین گردند. در اکثر نقاط دنیا از جمله کشور ما مصرف بیش از حد مواد شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا در محصولات زراعی باعث افزایش هزینه‌های تولید همراه با تخریب منابع خاکی، آبی و زیستی

۱ و ۲- به ترتیب دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد اکرواکولوژی و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(*)- نویسنده مسئول: Email: esmat.mohammadi63@gmail.com

نسبت به شاهد افزایش داد (Pharudi, 2010). هدف اصلی از این بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی فسفر و جایگزینی آن با کود بیولوژیک میکوریزا در زراعت نخود برای نیل به کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ انجام شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین گردید (جدول ۱). این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل B_۱ (شاهد)، B_۲ (کود زیستی میکوریزا)، B_۳ (۲۵ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل + کود زیستی میکوریزا) و B_۴ (۵۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل) بود. کود زیستی میکوریزای مورد استفاده حاوی خاک، ریشه‌های گیاه شبدر برسم و اندام قارچ میکوریزا *Glomus intraradices* L. بود. در این آزمایش از نخود رقم هاشم استفاده شد. برای اعمال تیمارهای آزمایش در هر ردیف شیاری در سراسر پشته به عمق ۱۰ سانتی‌متر ایجاد نموده و پس از قرار دادن کود فسفر داخل شیار روی آن با خاک پوشانده شد. برای اعمال تیمارهای میکوریزی، مقدار ۱۵ گرم ماده تلقیح قارچی به صورت کپه‌هایی با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر در سه سانتی‌متری پایین بذور قرار داده شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول ۴/۵ متر و عرض ۲/۲۵ متر بود. فاصله ردیف‌ها از هم ۳۵ سانتی‌متر بود و در زمان کاشت تعداد دو عدد بذر نخود به فاصله ۱۵ سانتی‌متر در طول خط کاشت قرار گرفتند. برای جلوگیری از عمل تداخل تیمارهای مورد بررسی یک خط به صورت نکاشت بین کرت‌ها قرار گرفت. کاشت در اسفند ماه انجام شد و طی فصل رشد، عملیات داشت از قییل آبیاری، تنک کردن و کنترل علف‌های هرز انجام شد. اولین نمونه‌برداری، ۶۲ روز پس از کاشت آغاز و نمونه‌برداری‌های بعدی هر یک به فاصله هفت روز صورت گرفت. برای اندازه‌گیری وزن خشک در هر مرحله بوته‌ها به اجزا تقسیم و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون آون قرار گرفتند، سپس وزن آنها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرمی اندازه‌گیری شد. سطح برگ‌ها توسط دستگاه سطح‌سنج برگ^۲ تعیین شد. با اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک برگ، مقادیر شاخص‌های رشد شامل سرعت رشد محصول^۳ (CGR)، سرعت رشد نسبی^۴ (RGR)، شاخص سطح برگ^۵ (LAI) و دوام سطح برگ^۱

شده است. جدی بودن تخریب محیط زیست در اثر کاربرد روش‌های غلط موجب جلب توجه و علاقه‌مندی متخصصان به نظام زراعی سالم و بادوام از نظر اکولوژیکی گردیده است؛ به طوری که امروزه در اکثر محافل علمی صحبت از توسعه سامانه‌های پایدار کشاورزی است (Ardakani, 2009). یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط زیست، فراهم‌سازی شرایط لازم و ضرورت استفاده بیشتر از میکروارگانیسم‌های خاکزی و کودهای زیستی^۱ می‌باشد. بنابراین، با توجه به عملکرد کم گونه بالارزش نخود، هنوز امکان افزایش تولید با روش‌های به نژادی و به‌زراعی وجود دارد (Alimadadi et al., 2010).

از جمله مهمترین کودهای زیستی می‌توان به قارچ‌های میکوریزی آرباسکولار اشاره کرد، قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح جذب ریشه باعث بهبود استقرار گیاه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی مخصوصاً فسفر، روی، مس و نیتروژن می‌شوند (Clark & Zeto, 2000) و در بسیاری موارد علاوه بر افزایش محصول، نقش مهمی در حفظ تعادل اکولوژیک خاک ایفاء می‌کنند (Abbott & Murphy, 2007). ساغری و همکاران (Saghari et al., 2009) گزارش کردند در دو گیاه یونجه یکساله (*Medicago scutellata* L. و *Medicago polymorpha* L.) بین تلقیح میکوریزا به تنهایی، مصرف ۶۰ کیلوگرم کود فسفر و تلقیح آنها بر وزن خشک اندام هوایی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی اختلاف آنها با شاهد معنی‌دار بوده و بر پایه نتایج بدست آمده میزان افزایش عملکرد محصول در تیمار میکوریز و تیمار کود فسفر بیش از ۳۰ درصد بود. در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) نیز میزان تجمع ماده خشک بوته در فاصله ۴۵ تا ۱۰۵ روز پس از کاشت تحت تاثیر کاربرد گونه‌های قارچ میکوریزا قرار گرفت و به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت (Ahmadi, 2011). همچنین رجب زاده مطلق (Rajabzadeh Motlagh, 2011) افزایش وزن خشک اندام هوایی، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ را در اثر تلقیح بذر لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) با میکوریزا گزارش کرد. علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2008) نیز نشان دادند با کاربرد میکوریزا و آزوسپیریوم، میزان مصرف کود شیمیایی ازت و فسفر به میزان ۵۰ درصد در گیاه ذرت کاهش یافت. وبر و همکاران (Weber et al., 1993) بیان کردند در مرحله گلدهی تلقیح میکوریزا وزن خشک اندام هوایی نخود را به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان تلقیح نشده افزایش داد. در تحقیق دیگری تلقیح قارچ *Glomus intraradices* وزن خشک اندام هوایی نخود را نسبت به شاهد افزایش داد (Akhtar & Siddiqui, 2008). در گیاه ذرت، ۶۰ روز بعد از کاشت کاربرد کود فسفر و تلقیح میکوریزا به طور معنی‌داری، سطح برگ، ارتفاع گیاه و وزن خشک اندام هوایی را

2- Leaf Area Meter
3- Crop Growth Rate
4- Relative Growth Rate
5- Leaf Area Index

1- Bio-fertilizer

تجمع ماده خشک (TDM)^۲

بهبود عملکرد نخود از طریق افزایش ماده خشک و افزایش شاخص سطح برگ یا هر دو آنها امکان پذیر است (Soltani, 1999). روند تغییرات ماده خشک در پاسخ به سطوح مختلف کودی در طول فصل رشد از الگوی نسبتاً یکسانی برای تمامی تیمارها تبعیت کرد. با توجه به نتایج، در ابتدای رشد میان تیمارها تفاوتی از نظر وزن خشک کل دیده نشد، ولی از ۶۹ تا ۱۱۱ روز بعد از کاشت اثر تیمارها بر تجمع ماده خشک معنی دار بود (شکل ۲). با توجه به نتایج، گیاهان تیمار B_۳ (مصرف ۲۵ کیلوگرم کود فسفر و میکوریزا) و تیمار B_۴ (۵۰ کیلوگرم کود فسفر) دارای ماده خشک بیشتری نسبت به شاهد و کاربرد میکوریزا بودند. در اوایل رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم جذب نور توسط گیاه ماده خشک پایین بود و با نمو گیاه و توسعه سطح برگ و جذب بیشتر نور ماده خشک افزایش یافت. این روند افزایشی ادامه داشت تا اینکه حداکثر و حداقل میزان ماده خشک در ۱۱۱ روز بعد از کاشت به ترتیب برای تیمار B_۴ (۸۰۴/۲۴ گرم در متر مربع) و برای تیمار B_۱ (۴۹۰/۵۸ گرم در متر مربع) به دست آمد. همچنین تیمار B_۳ (مصرف ۲۵ کیلوگرم کود فسفر و میکوریزا) میزان ماده خشک را ۴۲/۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که با تیمار B_۴ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت، اما تفاوت این تیمار با شاهد در سطح یک درصد معنی دار بود. واکنش مطلوب لگوُم‌ها به کود فسفر به واسطه رشد و نمو، گلدهی و غلاف‌بندی بهتر آنها گزارش شده است (Panwar et al., 1977). همچنین این امر می‌تواند به دلیل افزایش سطح جذب ریشه گیاه به وسیله تلقیح میکوریزا باشد، هیف‌های خارجی میکوریزا می‌توانند عناصر غذایی بیشتری برای گیاه میزبان جذب کنند (Khan et al., 2000). از طرفی، میکوریزا با تولید اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز منجر به افزایش حلالیت فسفر خاک می‌شود و به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Shenoy & Kalagudi, 2005). فرزانه و همکاران (Farzaneh et al., 2009) گزارش کردند تلقیح بذور نخود با میکوریزا وزن خشک کل را به میزان ۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. آنان دلیل این موضوع را افزایش طول تارهای کشنده ریشه و هیف‌های قارچ ذکر کردند و با افزایش رشد ریشه، تجمع ماده خشک با تلقیح میکوریزا بهبود می‌یابد. همچنین در گیاه ذرت مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل (سطح سوم کود فسفر) و تلقیح میکوریزا عملکرد ماده خشک را به میزان ۲۶/۰۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Amirabadi et al., 2009). در گیاه شبدر برسیم نیز مصرف همزمان کود فسفر و تلقیح میکوریزا وزن خشک اندام هوایی را نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش داد و بین مصرف کود به تنهایی و تلقیح آن با میکوریزا تفاوت معنی داری وجود نداشت (Raiesi & Ghollarata, 2006).

(LAD) به ترتیب با استفاده از معادلات (۱) تا (۴) به دست آمد.

$$\text{CGR} = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \times (1/G_A) \quad (۱)$$

$$\text{RGR} = (\ln W_2 - \ln W_1) / (t_2 - t_1) \quad (۲)$$

$$\text{LAI} = (LA_2 + LA_1) / 2 \times (1/G_A) \quad (۳)$$

$$\text{LAD} = (LA_2 + LA_1) / 2 \times (t_2 - t_1) \quad (۴)$$

که در این معادلات، W_1 و W_2 : به ترتیب وزن خشک کل اولیه و ثانویه (گرم در متر مربع)، t_1 و t_2 : زمان نمونه برداری اولیه و ثانویه (روز)، LA_1 و LA_2 : به ترتیب سطح برگ اولیه و ثانویه (سانتی متر مربع) و G_A : سطح زمین (متر مربع) اشغال شده توسط گیاه است. تمام شاخص‌های رشد براساس تاریخ پس از کاشت بیان شده‌اند. برای تجزیه آماری و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار Mstat-C و جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

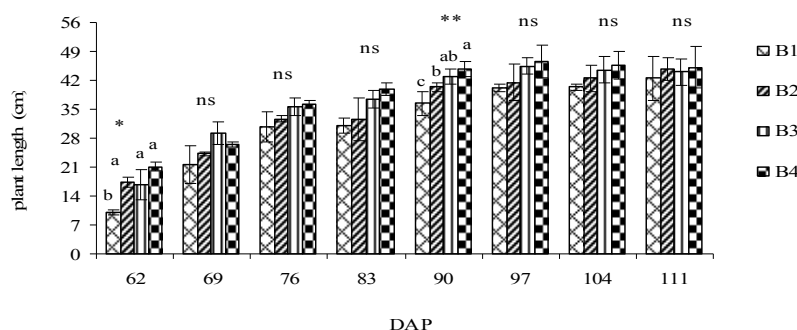
ارتفاع بوته

بررسی روند تغییرات ارتفاع بوته در پاسخ به تیمارهای مختلف در طول فصل رشد نشان داد که ارتفاع بوته نخود در حضور کود میکوریزا و کود فسفر در مقایسه با شاهد افزایش یافت. همچنین اثر تیمارها بر ارتفاع ساقه در ۹۰ روز بعد از کاشت معنی دار بوده و بیشترین ارتفاع بوته به ترتیب برای تیمار B_۴ با ۴۴/۷۵ و B_۱ با ۳۶/۵۰ سانتی متر به دست آمد. تیمار B_۳ (مصرف همزمان ۲۵ کیلوگرم کود فسفر و تلقیح میکوریزا) ارتفاع بوته را نسبت به شاهد به میزان ۱۷/۵۸ درصد افزایش داد که با تیمار B_۴ از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۱). عیدی زاده و همکاران (Eydizadeh et al., 2010) بیان داشتند که حضور کودهای زیستی باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی می‌شود و در حضور مقادیر مناسبی از کودهای شیمیایی این اثرات تشدید می‌شود. همچنین مشاهده شده است که تلقیح میکوریزا باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به ویژه افزایش ریشه‌های جانبی می‌شود (Berta et al., 2002)، در نتیجه با افزایش رشد ریشه آب و مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و این امر موجب بهبود رشد و ارتفاع بوته می‌گردد. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2009) افزایش ارتفاع بوته نخود را در اثر تلقیح میکوریزا گزارش کردند. ویدادا و همکاران (Widada et al., 2007) نیز بیان داشتند که گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) تلقیح شده با میکوریزا دارای ارتفاع بیشتری بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experimental site

کربن آلی O.C (%)	اسیدیته pH	نیتروژن (%) Nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب (mg.kg ⁻¹) Potassium (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg.kg ⁻¹) Absorbable phosphorus (mg.kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	بافت خاک Soil texture	شن (%) Sand (%)	سیلت (%) Silt (%)	رس (%) Clay (%)
0.77	8.10	0.066	149	19	5.68	Clay-Loam	30	42	28



شکل ۱- ارتفاع بوته ذرت در سطوح مختلف تیمار در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)

Fig. 1- Corn plants height on different levels of treatments in different days after planting (DAP)

ns, * and **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, * and **: are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively.

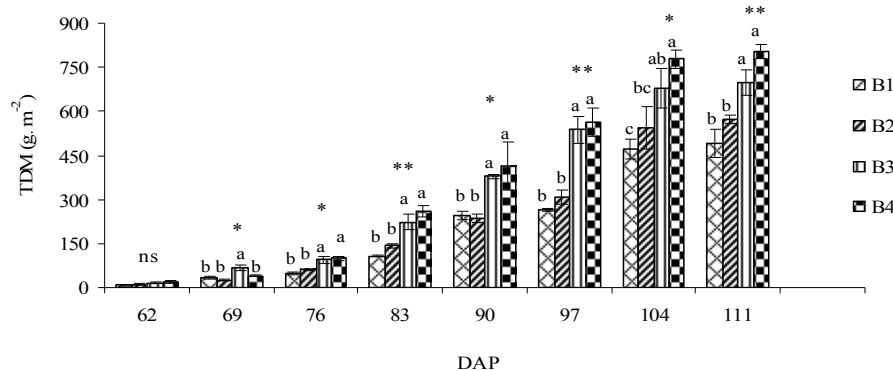
آمار با تیمار B_۴ تفاوت معنی‌داری نداشت. میکوریزا در گیاه لوبیا سطح برگ را ۹/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Thakur & Panwar, 1997). کولومب و همکاران (Colomb et al., 2000) نیز اظهار داشتند با افزایش میزان مصرف فسفر رشد گیاه ذرت تحت تأثیر قرار گرفته، شاخص سطح برگ و فتوسنتز گیاه افزایش یافته و در نهایت، موجب افزایش عملکرد گردید. در سویا نیز بیشترین میزان سطح برگ در تیمار کود سوپرفسفات تریپل به همراه میکوریزا مشاهده شد (Rezvani et al., 2011). در بررسی حاضر نیز با تلفیق کود فسفر و میکوریزا شاخص سطح برگ نسبت به شاهد افزایش چشم‌گیری یافت.

دوام سطح برگ (LAD)

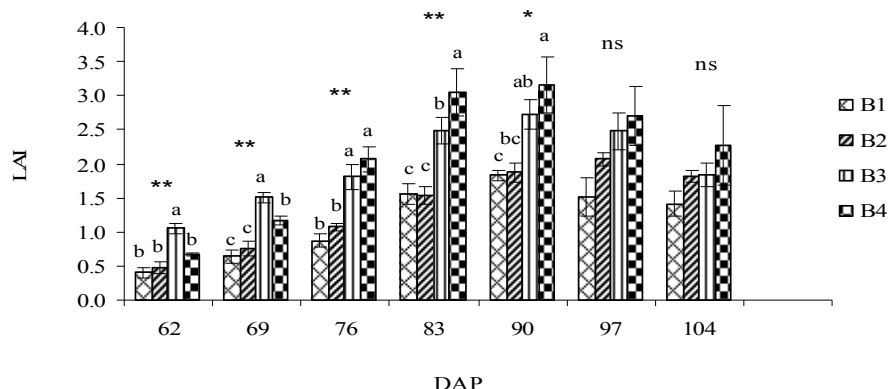
دوام سطح برگ نشان‌دهنده دوام بافت‌های فتوسنتزی جامعه گیاهی است که معمولاً با عملکرد همبستگی بالایی دارد، زیرا هر چه انرژی خورشیدی دریافتی در مدت زمان بیشتری به گیاه برسد ماده خشک بیشتری تولید خواهد شد.

شاخص سطح برگ (LAI)

شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده رشد می‌باشد و همبستگی قوی بین سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی با عملکرد زیستی و دانه‌گزارش شده است (Singh, 1997). تغییرات شاخص سطح برگ در پاسخ به سطوح مختلف تیمارها در طول فصل رشد (شکل ۳) برای تمامی تیمارها روند نسبتاً مشابهی داشته، در ابتدای فصل رشد میزان شاخص سطح برگ کم بوده و با ادامه فصل رشد افزایش یافته تا اینکه در ۹۰ روز بعد از کاشت به حداکثر میزان خود رسید و سپس در انتهای فصل رشد شاخص سطح برگ به علت پیر شدن و ریزش آن‌ها روند نزولی داشت. یافته‌های این آزمایش نشان داد که تیمارهای B_۴ (۵۰ کیلوگرم کود فسفر) و B_۳ (مصرف ۲۵ کیلوگرم کود فسفر و میکوریزا) شاخص سطح برگ را نسبت به شاهد و کاربرد میکوریزا افزایش دادند (شکل ۳). اثر تیمارها بر شاخص سطح برگ از ۶۲ تا ۹۰ روز بعد از کاشت معنی‌دار بود، بیشترین و کمترین میزان LAI در ۹۰ روز پس از کاشت به ترتیب در تیمار B_۴ با ۳/۱۵ و شاهد با ۱/۸۳ مشاهده شد، همچنین تیمار B_۳ شاخص سطح برگ را به میزان ۴۹/۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و از لحاظ



شکل ۲- تجمع ماده خشک ذرت سطوح مختلف تیمار در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)
 Fig. 2- Total dry matter of corn in different levels of treatment in days after planting
 ns, *, **, به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.
 ns, *, **: are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$ respectively.



شکل ۳- شاخص سطح برگ ذرت در سطوح مختلف تیمار در روزهای مختلف پس از کاشت (DAP)
 Fig. 3- Leaf area index of corn in different levels of treatment during days after planting
 ns, *, **, به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.
 ns, *, **: are non-significant and significantly at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$ respectively.

در حضور کود زیستی میکوریزا به تنهایی (B_۲) دوام سطح برگ در مرحله پر شدن دانه در مقایسه با دیگر تیمارها دوام و ماندگاری خود را حفظ کرد (جدول ۲). ماندگاری بیشتر سطح برگ در تیمار کاربرد کود زیستی از طریق ترشح هورمون‌های مختلف رشد قابل توجیه است (Eydizadeh et al., 2010). همچنین گزارش‌هایی وجود دارد مبنی بر اینکه قارچ‌های همزیست میکوریزا سطح برگ را مستقیماً افزایش نمی‌دهند بلکه بر دوام سطح برگ و وزن مخصوص برگ تأثیر می‌گذارند (Valentin et al., 2006; Wright et al., 1998). در مرحله پر شدن دانه اثر تیمار بر دوام سطح برگ معنی‌دار نبود. شاید این موضوع به این دلیل باشد که در گیاه نخود پس از تشکیل غلاف و پر شدن آن بسیاری از برگ‌های قدیمی ریزش می‌کنند.

اثر تیمارها از ۶۲ تا ۹۰ روز بعد از کاشت بر دوام سطح برگ معنی‌دار بود. در بررسی دوام سطح برگ در زمان گلدهی، اثر تیمارها بر دوام سطح برگ معنی‌دار بوده و بیشترین و کمترین مقدار LAD در این مرحله به ترتیب در تیمار B_۴ و B_۱ با مقادیر ۷۵۹۱/۶۹ و ۳۲۰۲/۳۱ سانتی‌متر مربع روز به دست آمد. تیمار B_۴ و B_۳ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲) و تیمار B_۴ دوام سطح برگ را به میزان ۱۰۷/۸۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین محاسبه دوام سطح برگ در مرحله غلاف‌دهی نشان داد که بیشترین دوام سطح برگ در تیمار B_۴ با مقدار ۱۱۵۶۸/۹۱ سانتی‌متر مربع روز به دست آمد، در حالی که تیمار B_۱ با ۶۷۳۸/۳۱ سانتی‌متر مربع روز کمترین دوام سطح برگ را به خود اختصاص داد. نتایج نشان داد که

جدول ۲- اثر تیمارها بر دوام سطح برگ در مراحل مختلف رشد

Table 2- Effect of treatments on leaf area duration in different growth stages

تیمار Treatment	گلدهی (۷۶ روز بعد از کاشت) Flowering (76 DAP ¹)	غلاف‌دهی (۹۰ روز بعد از کاشت) Podding (90 DAP)	پر شدن دانه (۱۰۴ روز بعد از کاشت) Seed filling (104 DAP)
B _۱ شاهد Control	3202.31b*	6738.31c	5201.00a
B _۲ میکوریزا Mycorrhiza	3938.72b	6873.45bc	6676.05a
B _۳ ۲۵ کیلوگرم کود فسفر + میکوریزا 25 kg phosphorus fertilizer + Mycorrhiza	6655.66a	10022.98ab	6769.93a
B _۴ ۵۰ کیلوگرم کود فسفر 50 kg phosphorus fertilizer	7591.69a	11568.91a	8362.70a

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

* In each column means followed by similar letter are not significantly different (LSD: 0.05).

جدول ۳- اثر تیمارها بر سرعت رشد محصول در مراحل مختلف رشد

Table 3- Effect of treatments on crop growth rate in different growth stages

تیمار Treatment	گلدهی (۷۶ روز بعد از کاشت) Flowering (76 DAP)	غلاف‌دهی (۹۰ روز بعد از کاشت) Podding (90 DAP)	پر شدن دانه (۱۰۴ روز بعد از کاشت) Seed filling (104 DAP)
B _۱ شاهد Control	8.41 ^{c*}	2.75 ^a	2.67 ^a
B _۲ میکوریزا Mycorrhiza	11.70 ^{bc}	10.12 ^a	4.04 ^a
B _۳ ۲۵ کیلوگرم کود فسفر + میکوریزا 25 kg phosphorus fertilizer + Mycorrhiza	18.46 ^{ab}	22.65 ^a	-10.47 ^a
B _۴ ۵۰ کیلوگرم کود فسفر 50 kg phosphorus fertilizer	22.76 ^a	21.22 ^a	3.85 ^a

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

* In each column means followed by similar letter are not significantly different (LSD: 0.05).

سرعت رشد محصول (CGR)

سرعت رشد محصول یکی از شاخص‌هایی است که با عملکرد گیاهان زراعی همبستگی بالایی نشان می‌دهد و افزایش وزن ماده خشک یک جامعه گیاهی در واحد سطح زمین و در واحد زمان بوده و معمولاً بر حسب گرم بر متر مربع در روز بیان می‌شود. در مراحل

گلدهی و غلاف‌دهی تیمارهای B_۳ و B_۴ دارای سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به شاهد و میکوریزا بودند (جدول ۳). در زمان گلدهی (۷۶ روز بعد از کاشت) بیشترین و کمترین سرعت رشد محصول به ترتیب در تیمار B_۴ و B_۱ به میزان ۲۲/۷۶ و ۸/۴۱ گرم بر متر مربع در روز بدست آمد، همچنین تیمار B_۳ به طور معنی‌داری CGR را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد، به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، کوتاه بودن روزها و درصد کم نور روند کندی داشت و سپس همراه با افزایش شاخص سطح

1- Day After Planting
2- Crop Growth Rate

قدیمی‌تر است که نشان می‌دهد وزن خشک کل کاهش یافته و زمان برداشت فرا رسیده است. مطالعات نشان می‌دهد که در دسترس بودن یون فسفات باعث مقاومت گیاه در برابر ورس، زودرسی محصول، کیفیت بالاتر، افزایش سرعت نمو گیاهی از سبز شدن تا آغازش گلدهی و گرده‌افشانی گیاه می‌شود (Turk & Tawaha, 2002). همچنین گزارش شده است که در تمام مناطق زیر کشت حبوبات افزایش عملکرد و کوتاه شدن دوره با افزایش مصرف کودهای فسفاته همراه است (Majnoun Hosseini, 2008).

سرعت رشد نسبی (RGR)^۱

سرعت رشد نسبی (RGR) بیان‌کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است. میزان سرعت رشد نسبی پس از جوانه‌زنی به کندی آغاز شده و متعاقب آن به سرعت افزایش می‌یابد و با گذشت زمان و رشد بیشتر گیاه مقدار سرعت رشد نسبی کاهش پیدا می‌کند. سرعت رشد نسبی در طی فصل رشد، مشابه آنچه در سایر گیاهان زراعی معمول است یک روند کلی کاهشی داشت. در اولین نمونه‌برداری (۶۲ روز پس از کاشت) مقدار RGR به علت نفوذ نور بیشتر، سایه اندازی کمتر برگ‌ها و فتوسنتز خالص در بالاترین حد خود قرار داشت و با گذشت زمان کاهش پیدا نمود. چنانچه ملاحظه می‌شود، با گذشت زمان سرعت رشد نسبی گیاه کاهش یافته است (جدول ۴).

برگ به سرعت افزایش یافت و پس از رسیدن به مقدار حداکثر خود (در ۹۷ روز بعد از کاشت) روند کاهشی پیدا کرد، بیشترین و کمترین میزان CGR در ۹۷ روز بعد از کاشت به ترتیب در تیمار B_۲ برابر با ۳۳/۶۴ گرم بر متر مربع در روز و B_۱ برابر با ۲۹/۵۵ گرم بر متر مربع در روز مشاهده شد. در شرایط استفاده از میکوریزا، دسترسی بهتر به آب و مواد غذایی کافی موجب افزایش شاخه‌های جانبی و افزایش برگ و گستردگی کانوپی در گیاه می‌شود، لذا حداکثر سرعت رشد محصول بدست آمد. احمدی (Ahmadi, 2011) اظهار داشت که تلقیح بذره‌های ذرت با میکوریزا سرعت رشد محصول را نسبت به شاهد به میزان ۳۰ درصد افزایش داد. همچنین ویو و همکاران (Wu et al., 2005) گزارش کردند که تلقیح میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار CGR ذرت شد. آنان دلیل افزایش سرعت رشد گیاه را بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاه دانستند. در ادامه فصل رشد با نزدیک شدن به مرحله پر شدن دانه و رسیدگی گیاه، به دلیل توقف رشد رویشی و زرد شدن اندام‌های فتوسنتزکننده، کاهش سرعت فتوسنتز خالص و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه مقدار سرعت رشد گیاه کاهش یافت و حتی در مورد تیمار B_۲ مقدار آن منفی شد. ثمن و همکاران (Saman et al., 2007) بیان داشتند در گیاه نخود کاهش CGR می‌تواند به دلیل پیری و از بین رفتن برگ‌ها که اندام اصلی فتوسنتزکننده گیاه محسوب می‌شوند، باشد و در مراحل آخر رشد مقادیر CGR به دلیل ریزش زیاد برگ‌ها منفی می‌گردد. منفی شدن سرعت رشد محصول در تیمار B_۲ (مصرف ۲۵ کیلوگرم کود فسفر و میکوریزا) به علت ریزش برگ‌های مسن، غیر فعال شدن برگ‌های

جدول ۴- اثر تیمارها بر سرعت رشد نسبی در مراحل مختلف رشد

Table 4- Effect of treatment different level on relative growth rate in different growth stages

تیمار Treatment	گلدهی (۷۶ روز بعد از کاشت) Flowering (76 DAP)	غلاف‌دهی (۹۰ روز بعد از کاشت) Podding (90 DAP)	پر شدن دانه (۱۰۴ روز بعد از کاشت) Seed filling (104 DAP)
B _۱ شاهد Control	0.12 ^{a*}	0.01 ^a	0.005 ^a
B _۲ میکوریزا Mycorrhiza	0.12 ^a	0.04 ^a	0.01 ^a
B _۳ ۲۵ کیلوگرم کود فسفر + میکوریزا 25 kg phosphorus fertilizer + Mycorrhiza	0.12 ^a	0.05 ^a	-0.01 ^a
B _۴ ۵۰ کیلوگرم کود فسفر 50 kg phosphorus fertilizer	0.14 ^a	0.05 ^a	0.005 ^a

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

* In each column means followed by similar letter are not significantly different (LSD: 0.05).

میکوریزا در زراعت نخود می‌توان میزان مصرف کود شیمیایی فسفر را از ۵۰ به ۲۵ کیلوگرم در هکتار رساند بدون اینکه شاخص‌های رشد کاهش معنی‌داری پیدا کند. به عبارت دیگر، می‌توان اظهار داشت برای بهبود شاخص‌های رشد نخود چنانچه از میکوریزا به همراه ۲۵ کیلوگرم استفاده شود با مصرف ۵۰ کیلوگرم تفاوت معنی‌داری نداشته و به این طریق از مصرف کود شیمیایی تا ۵۰ درصد کاسته می‌شود. بنابراین، با تلفیق مناسب کود شیمیایی و کود زیستی ضمن کاهش مصرف کود شیمیایی فسفر، باعث کاهش آلودگی محیط زیست می‌گردد و در نهایت، می‌توان به عملکرد مورد انتظار نیز دست یافت. نتایج این تحقیق در کاربرد کودهای بیولوژیک میکوریزا در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد و پایدار قابل مصرف می‌باشد.

علت کاهش RGR این است که هر چند مقدار وزن خشک گیاه با گذشت زمان افزایش پیدا می‌کند، اما سرعت افزایش به دلیل افزایش نسبت بافت‌های بالغ به بافت‌های مریستمی کاهش می‌یابد. از طرفی، بخشی از این کاهش می‌تواند مربوط به در سایه قرار گرفتن و یا افزایش سن برگ‌های پایین گیاه باشد که باعث کاهش فتوسنتز می‌گردد. اثر تیمارها بر سرعت رشد نسبی در مرحله گلدهی، غلاف‌دهی و پر شدن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۴) و کاربرد میکوریزا و کود فسفر علی‌رغم افزایش ماده خشک و سطح برگ سبب افزایش چندانی در میزان سرعت رشد نسبی نگردید. احمدی (Ahmadi, 2011) گزارش کرد که تلقیح گونه‌های قارچ میکوریزا اثر معنی‌داری بر سرعت رشد نسبی نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد در صورت استفاده از کود بیولوژیک

منابع

- Abbott, L.K., and Murphy, D.V. 2007. Soil Biological Fertility: A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer.
- Ahmadi, J. 2011. Evaluation effect of vermicopost, mycorrhiza and nitroxin on yield and component yield maize. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Thecnology, Shaharood, Iran. (In Persian with English Summary)
- Akhtar, M.S., and Siddiqui, Z.A. 2008. *Glomus intraradices*, *Pseudomonas alcaligenes* and *Bacillus pumilus*: effective agents for the control of root-rot disease complex of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of General. Plant Pathology 74: 53-60.
- Alimadadi, A., Jahansou, M.R., Besharati, H., and Tavakkol Afshari, R. 2010. Evaluating the effects of phosphate solubilizing microorganisms, mycorrhizal fungi and seed priming on nodulation of chickpea. Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences). 24(1): 43-53. (In Persian with English Summary)
- Alizadeh, O., Alizadeh, A., and Khastekhodae, A. 2008. Consideration twin use of mycorrhiza and azospirillum to optimizing of fertilizer application in sustainable corn cultivation. New Findings in Agriculture 3(1): 55-65. (In Persian with English Summary)
- Amirabadi, M., Rajali, F., Ardakani, M.R., and Borji, M. 2009. Effect of *Azotobacter* and mycorrhizal fungi inoculations at different levels of phosphorus on uptake of some mineral elements by forage maize. Iranian Journal of Soil Research (Formerly Soil and Water Sciences) 23(1): 107-115. (In Persian with English Summary)
- Ardakani, M.R. 2009. Ecology. Tehran University Publication, Tehran, Iran 340 pp. (In Persian)
- Berta G., Fusconi A., and Hooker J.E. 2002. In: S. Gianinazzi, H. Schuepp, J. M. Barea and K. Haselwandter (Eds). Arbuscular mycorrhizal modifications to plant root systems: scale, mechanisms and consequences. Mycorrhiza Technology in Agriculture, from Genes to Bioproducts. Basel, Switzerland, Birkhauser Verlag p. 71-85.
- Clark, R.B., and Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutrition 23(7): 867-902.
- Colomb, B., kinivy, J.R., and Debaeke, P. 2000. Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field - grown maize. Agronomy Journal 92(3): 428-435.
- Eydizadeh, K., Mahdavi Damghani, A., Sabahi, H., and Soufizadeh, S. 2010. Effects of integrated application of biofertilizer and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shoushtar. Agroecology 2(2): 292-301. (In Persian with English Summary)
- Farzaneh, M., Wichmann, S., Vierheilig, H., and Kaul, H.P. 2009. The effects of arbuscular mycorrhiza and nitrogen nutrition on growth of chickpea and barley. Pflanzenbauwissenschaft-en 13(1): 15-22.
- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S., and Hayes, W.J. 2000. Plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere 41: 197-207.
- Koocheki, A., and Banayan Aval, M. 2007. Pulse Crops. Publication of Mashhad University of Jihad Daneshgahi, Mashhad, Iran 236 pp. (In Persian)

15. Majnoun Hosseini, H. 2008. Grain legume production. Publication of Tehran University of Jihad Daneshgahi, Tehran, Iran. p. 283. (In Persian)
16. Moradi, S., Besharati, H., Feizi Asl, V., Nadian, H., Karimi, E., and Golchin, A. 2009. Effect of different levels of humidity, mycorrhiza and Rhizobium in germination, flowering time and morphological traits in chickpea. In: 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan, Iran, 12-15 July. p. 243-244. (In Persian)
17. Panwar, K.S., Singh, Y.P., Singh, U.V., and Misra, A.S. 1977. Response of gram, lentil and field pea to inoculation and level of nitrogen and phosphorus. Indian Journal of Agronomy 22: 142-148.
18. Pharudi, J.A. 2010. Effect of mycorrhizal inoculation and phosphorus levels on growth and yield of wheat and maize crops grown on a phosphorus deficient sandy soil. MSc Thesis, Agriculture department, Stellenbosch University, South Africa.
19. Raiesi, F., and Ghollarata, M. 2006. Interactions between phosphorus availability and an AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil. Pedobiologia 50: 413-425.
20. Rajabzadeh Motlagh, F. 2011. Evaluation application of arbuscular mycorrhiza, nitrogen fixing bacteria and nitrogen fertilizer on yield and yield component of *Phaseolus vulgaris*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Iran. (In Persian with English Summary)
21. Rezvani, M., Afshang, B., Gholizadeh, A., and Zaefarian, F. 2011. Evaluation of mycorrhizal fungus and phosphate rock effectiveness on growth and uptake of phosphorus in soybean (*Glycine max* Merr.). Journal of Soil Management and sustainable Production 1(2): 97-118. (In Persian with English Summary)
22. Saghari, M., Barani, H., Asghari H. R., Mesdaghi, M., and Sadravi, M. 2009. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus chemical fertilizer on growth characteristics of two annual medics. Rangeland 3(2): 291-301. (In Persian with English Summary)
23. Saman, M., Sepehri, A., Ahmadvand, G., and Sabaghpour, S.H. 2007. Effect of irrigation at podding and seed filling on growth and yield of chickpea genotypes. Agriculture Research 7(1): 55-72. (In Persian with English Summary)
24. Shenoy, V.V., and Kalagudi, G.M. 2005. Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. Biotechnology Advances 23: 501-513.
25. Singh, S.P. 1997. Chickpea (*Cicer aretinume* L.). Field Crops Research 53: 161-170.
26. Soltani, A., Ghasemi-Golezani, K., Khooie, F.R., and Moghaddam, M. 1999. A simple model for chickpea growth and yield. Field Crops Research, 62: 213-224.
27. Thakur, A.K., and Panwar, J.D.S. 1997. Response of Rhizobium-vesicular arbuscular mycorrhizal symbionts on photosynthesis nitrogen metabolism and sucrose in translocation greengram (*Phaseolus radiates* L.). Indian Journal of Agriculture Sciences 67(6): 245-248.
28. Turk, M.A., and Tawaha, A.R.M. 2002. Impact of seeding rate, seeding date, rate and method of phosphorus application in faba bean (*Vicia faba* Minor.) in the absence moisture stress Biotechnology, Agronomy, Society and Environment 6(3): 171-178.
29. Valentine, A.J., Mortimer, P.E., Lintnaar, A., and Borgo, R. 2006. Drought responses of arbuscular mycorrhizal grapevines. Symbiosis 41(3): 127-133.
30. Weber, E., Saxena, M.C., George, E., and Marschner, H. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza on vegetative growth and harvest index of chickpea grown in northern Syria. Field Crops Research 32: 115-128.
31. Widada, J., Damarjaya, D.I., and Kabirun, S. 2007. In: Velazquez, E., and Rodriguez-Barrueco, C. (eds). The interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on the growth and nutrients uptake of sorghum in acid soil. First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Springer. p. 173-177.
32. Wright, D.P., Scholes, J.D., and Read, D.J. 1998. Effects of VA mycorrhizal colonization on photosynthesis and biomass production of *Trifolium repens* L. Plant, Cell and Environment 21(2): 209-216.
33. Wu, S.C., Cao Z.H., Lib Z.G., Cheunga K.C., and Wonga, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma 125: 155-166.



امکان سنجی استفاده از سوپر جاذب رطوبت به منظور کاهش تنش خشکی وارده به ذرت (*Zea mays* L.) در یک نظام زراعی کم‌نهاد در شرایط مشهد

محسن جهان^{۱*}، نفیسه کمایستانی^۲ و فاطمه رنجبر^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور بررسی اثر سوپر جاذب در کاهش تنش خشکی در گیاه ذرت (*Zea mays* L.)، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. کرت‌های اصلی شامل: (۱) کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، (۲) ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، (۳) عدم مصرف سوپر جاذب و کرت‌های فرعی شامل فواصل مختلف آبیاری (۱۴، ۱۰، ۷ روز بودند). نتایج آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته (۱۴۰/۵ سانتی‌متر)، ماده خشک (۱۴۴/۵ گرم در مترمربع) تحت تأثیر سوپر جاذب قرار گرفت، به‌طوری که بیشترین مقدار آنها از کاربرد سطح دوم سوپر جاذب حاصل شد. ارتفاع بوته، ماده خشک، دمای کانوپی، تعداد ذرت، وزن تر، عملکرد اقتصادی، و وزن صد دانه تحت تأثیر فواصل آبیاری قرار گرفتند و هیچ تفاوت معنی‌داری بین دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز بین ارتفاع بوته، ماده خشک، دمای کانوپی، شاخص برداشت و وزن صدانه وجود نداشت که این نتایج می‌تواند در رابطه با کاهش آب مورد نیاز برای آبیاری ذرت مهم باشد. اثر تیمارهای آبیاری بر شاخص برداشت غیر معنی‌دار بود. برهمکنش بین سوپر جاذب و فواصل آبیاری نشان داد که در سطح دوم سوپر جاذب تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین فواصل آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز در تمام صفات وجود نداشت. اثرات متقابل برای فواصل آبیاری ۷ و ۱۴ روز برای تمامی شاخص‌ها به جز ماده خشک و عملکرد اقتصادی یکسان بود. به نظر می‌رسد که افزایش مصرف سوپر جاذب در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و در نهایت کاهش تنش خشکی موثر بود و افزایش فواصل آبیاری از ۷ به ۱۴ روز هیچ گونه کاهشی در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط مشهد ایجاد نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، عملکرد دانه، دور آبیاری، منطقه نیمه‌خشک، ظرفیت نگهداری آب در خاک

مقدمه

استفاده از سوپر جاذب در پایداری ساختمان خاک و افزایش نفوذ آب در خاک و کاهش فرسایش خاک (Lentz et al., 1998)، کاهش میزان تبخیر از سطح خاک (Setter et al., 2001) افزایش راندمان مصرف آب (Teyel & El-Hady, 1981) افزایش قدرت جوانه‌زنی، افزایش عملکرد گیاه و کاهش نیاز آب آبیاری می‌شوند و به نظر می‌رسد زمانی که سوپر جاذب‌ها با خاک مخلوط می‌شوند سبب حفظ مقدار زیادی آب و مواد مغذی در خاک شده، بنابراین گیاه با کمبود این منابع مواجه نخواهد شد (Islam et al., 2011). جذب سریع آب و حفظ آن بوسیله سوپر جاذب‌ها، بازده جذب آب ناشی از بارندگی را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را کاهش می‌دهد (Allahdadi et al., 2005). زمانیکه آب و مواد مغذی محلول در تماس با پلیمر آب‌دوست قرار می‌گیرند، سبب انبساط مولکولی آن شده و در ادامه وارد ساختار آن می‌شوند (Martin and Ruter, 1993). پلیمرهای سوپر جاذب بی‌خطر و غیرسمی هستند و در نهایت به آب، دی‌اکسید کربن، یون پتاسیم و آمونیوم تجزیه می‌شوند و

استفاده‌ی ناکارآمد از آب باران و آب آبیاری توسط محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از عوامل بسیار مهم در ایجاد بحران آب می‌باشد و کمبود آب به عامل محدود کننده‌ی جدی در تولید محصولات کشاورزی تبدیل شده است. کشور ایران نیز به‌عنوان یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره‌ی زمین با مشکل کم‌آبی مواجه می‌باشد بنابراین جهت مدیریت آب و استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب به منظور افزایش کارایی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی تحقیقات زیادی در حال انجام می‌باشد (Islam et al., 2011).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار، کارشناس ارشد اگرواکولوژی و دانشجوی دکتری اگرواکولوژی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: jahan@um.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

به‌میزان دو برابر مقدار توصیه شده توسط شرکت تولید کننده (۸۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳- عدم استفاده از سوپر جاذب رطوبت، بود. عامل کرت فرعی سه دور آبیاری به‌ترتیب هفت، ۱۰ و ۱۴ روز بود. کشت در تاریخ ۱۳۹۰/۲/۲۲ انجام و همزمان با آماده سازی زمین افزودن سوپر جاذب به خاک صورت گرفت. کلیه عملیات آماده‌سازی زمین توسط کارگر انجام شد. فاصله دو کرت اصلی از یکدیگر ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل پنج خط کاشت با فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف برابر ۲۰ سانتی‌متر بود؛ به طوری که تراکم شش بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. در مرحله جوانه‌زنی تا استقرار کامل گیاه، آبیاری به میزان یکسان و توسط سیستم تحت فشار لوله انجام شد. اعمال تنش در مرحله‌ی ۴-۳ برگی ذرت اعمال شد. در طی فصل رشد، هر ۱۵ روز یک بار از سطحی معادل ۰/۲ متر مربع نمونه‌گیری انجام گرفت و صفاتی مانند ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته‌های برداشت شده تعیین شد. میزان تنش وارده به بوته‌های ذرت با استفاده از ترمومتر مادون قرمز در چند نوبت اندازه‌گیری و ثبت شد. در پایان فصل رشد، عملکرد دانه و بیولوژیک گیاهان تحت تیمارهای مختلف در سطحی به اندازه‌ی یک متر مربع اندازه‌گیری شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Minitab Ver. 16 و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش (جدول ۱) نشان داد که اثر مقادیر متفاوت سوپر جاذب و دور آبیاری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار کاربرد دو برابر مقدار توصیه شده سوپر جاذب به ارتفاع ۱۴۰ سانتی‌متر بود که با دو سطح دیگر اختلاف معنی‌دار داشت و نسبت به تیمار بدون سوپر جاذب ۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته (۱۳۸ سانتی‌متر) در نتیجه‌ی دور آبیاری هفت روز و کمترین ارتفاع بوته (۱۲۸ سانتی‌متر) از دور آبیاری چهارده روز حاصل گردید (جدول ۲). اثرات متقابل مقادیر سوپر جاذب و دور آبیاری به‌کار رفته در آزمایش بر ارتفاع ذرت در جدول ۳ نشان داده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین ارتفاع بوته (۱۴۸/۹ سانتی‌متر) مربوط به استفاده‌ی دو برابر از سوپر جاذب و دور آبیاری ۷ روز بود. علت کاهش ارتفاع گیاه با افزایش فواصل آبیاری را می‌توان ناشی از کافی نبودن میزان آب در دسترس دانست.

ممکن است هیچگونه اثری از آنها در طبیعت باقی نماند (Martin, 1994; Mikkelson, 1997). این پلیمرها می‌توانند رطوبت خاک و کودها را تا ۵ سال بعد از کاربردشان در زمین‌های کشاورزی حفظ کنند (Martin, 1997). آب و مواد غذایی ذخیره شده به آرامی برای رشد گیاه تحت شرایط کمبود آب رها می‌شوند (Yazdani et al., 2007). استفاده از هیدروژل‌های سوپر جاذب به‌عنوان پلیمرهای به‌شدت آبدوست جهت کاهش اثرات مضر تنش خشکی شناخته شده‌اند (Koohestani et al., 2009). نتایج تحقیقات پندی و همکاران (Pandy & Maranvill, 2000) در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت نشان داد که اعمال تنش رطوبتی به‌طور کلی باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، کاهش قطر ساقه و کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. کرناک و همکاران (Krank & Genkoglan, 2003) اذعان داشتند که تنش رطوبتی و کاهش مصرف آب در ذرت باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تنش رطوبتی و کاهش مصرف آب در ذرت باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، قطر ساقه و شاخص سطح برگ و وزن ماده‌ی خشک می‌شود. در آزمایشی روی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) نشان داده شد که تعداد دانه در بوته با کاربرد حداقل مصرف سوپر جاذب تحت تأثیر واقع نشد، اما در سطوح متوسط و بالاتر مصرف سوپر جاذب، به‌ترتیب ۳۱ و ۴۵ درصد تعداد دانه در بوته افزایش پیدا کرد (Mao & Islam, 2011). نتایج آزمایشی دیگر نشان داد که روند افزایش وزن خشک گیاه ذرت تحت تأثیر کاربرد مقادیر پلیمر سوپر جاذب به‌صورت خطی بود که می‌توان آن‌را به بهبود خصوصیات خاک و در نتیجه افزایش رطوبت قابل استفاده در خاک در اثر کاربرد پلیمرهای سوپر جاذب نسبت داد (Moazzen Ghamsari et al., 2009). گزارش شده است که استفاده از هیدروژل‌های سوپر جاذب در گیاه ذرت در سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد دانه، اجزای عملکرد و وزن تر شد (Koohestani et al., 2009).

باتوجه به کمبود آب در بیشتر نقاط ایران و وارد شدن تنش خشکی در اغلب گیاهان زراعی، این آزمایش با هدف بررسی اثرات دور آبیاری (تنش خشکی) و استفاده از پلیمر سوپر جاذب رطوبت روی گیاه ذرت در شرایط مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مورد نظر در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا درآمد. عامل کرت اصلی سطوح سوپر جاذب: ۱- استفاده از سوپر جاذب رطوبت به‌مقدار توصیه شده توسط شرکت تولید کننده (۴۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲- استفاده از سوپر جاذب رطوبت

جدول (۱) - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کاربرد سطوح مختلف سوپر جاذب و دور آبیاری بر برخی صفات ظاهری و عملکرد در گیاه ذرت

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of data resulted from super absorbent and irrigation effects on some corn traits and yield									
وزن صد دانه 100-Seed weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد اقتصادی Economic yield	وزن تر Fresh yield	تعداد بال Cob Number	دمای کانوپی Canopy temperature	ماده خشک Dry matter	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی d.f.
14.72	373.4	38222	46477	1.59	11.11	2961	0.31	286.14	2
24.09ns	67.8ns	16698ns	86026ns	0.48ns	1.04ns	5203*	0.09ns	363.62**	2
5.98	498.4	9721	56253	1.42	2.07	36.7	0.6	180.44	4
66.95**	132.4ns	463381*	959899*	6.25*	3.44*	9933**	0.34ns	216*	2
8.7ns	222.8ns	8814ns	5370ns	1.25ns	1.72ns	1999*	0.23ns	126.51*	4
6.22	145.5	4512	57.520	1.25	0.55	801	0.13	49.43	12

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns: غیر معنی دار

* and **: indicate significant at 5 and 1% probability levels, respectively and ns: non-significant.

بلوک
(Block)

سوپر جاذب
(super absorbent)

خطا A
(Error A)

آبیاری
(Irrigation)

سوپر جاذب × آبیاری
(Irrigation × Super absorbent)

خطا B
(Error B)

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رشدی و اجزای عملکرد گیاه ذرت در سطوح مختلف سوپر جاذب و دور آبیاری
Table 2- Mean comparisons of some corn traits affected by super absorbent and irrigation interval

وزن صدانه (گرم) 100-Seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد				تعداد بال (عدد) Cob (Number)	دمای کانوپی (درجه سانتی- گراد) Canopy temperature (°C)	ماده خشک (گرم بر مترمربع) Dry matter (g.m ⁻²)	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع (سانتی- متر) Plant height (cm)	سوپر جاذب Super absorbent سطح ۰ level 0 سطح ۱ level 1 سطح ۲ Level 2 دور آبیاری Irrigation intervals ۷ روز 7 days ۱۰ روز 10 days ۱۴ روز 14 days
		اقتصادی (گرم بر مترمربع) Economic yield (g.m ⁻²)	وزن تر (گرم بر مترمربع) Fresh weight (g.m ⁻²)	تعداد بال (عدد) Cob (Number)	دمای کانوپی (درجه سانتی- گراد) Canopy temperature (°C)	ماده خشک (گرم بر مترمربع) Dry matter (g.m ⁻²)	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع (سانتی- متر) Plant height (cm)			
19.92 a	55.1 a	584 a	1164 a	4.6 a	35.8 a	96.8 b	2.7 a	129 b*			
20.37 a	50.3 a	506 a	974 a	4.7 a	36.5 a	89.8 b	2.8 a	129 b			
17.33 a	50.4 a	577 a	1028 a	4.3 a	36.3 a	134.5 a	3.0 a	140 a			
21.74 a	56.0 a	793 a	1398 a	5.4 a	35.7 a	144.9 a	3.0 a	138 a			
19.55 ab	51.6 a	534 b	1021 a	4.5 ab	36.9 b	93.5 b	3.0 a	132a			
16.32 b	48.3 a	341 c	747 b	3.7 b	36.0 ab	82.7 b	2.5 a	128 ab			

*برای هر تیمار و در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

*For each factor and in each column, means followed by the same letter(s), are not significantly different based DMR test ($p \leq 0.05$).

افزایش فواصل آبیاری دمای کانوپی نیز افزایش می‌یابد.

وزن تر

نتایج آزمایش بیانگر اثر معنی‌دار تیمار دور آبیاری بر وزن تر بود، در حالی‌که اثر تیمار سوپرجاذب و اثرات متقابل سوپرجاذب و دور آبیاری بر وزن تر معنی‌دار نبود (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که بیشترین (۱۳۹۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین وزن تر (۷۴۷ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب مربوط به آبیاری با دور هفت و چهارده روز بود، به‌طوری‌که با کاهش دور آبیاری از چهارده به هفت روز، وزن تر ۸۷ درصد افزایش یافت. گزارش شده است که تنش خشکی در مرحله رشد رویشی به‌دلیل کاهش سطح برگ و میزان ماده خشک تولید شده، موجب کاهش وزن تر در گیاه ذرت می‌گردد. در اثر تنش خشکی سطح برگ به عبارتی سطح جذب نور خورشید و به‌دنبال آن سطح فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد که در نهایت به کاهش تولید ماده خشک و عملکرد گیاه منجر می‌گردد (Hong-Bo and Li-ye, 2008).

ماده خشک

اثرات ساده‌ی سطوح مختلف سوپرجاذب، دور آبیاری و اثر متقابل سوپرجاذب و دور آبیاری بر مقدار ماده خشک ذرت معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۱). با افزایش مقدار کاربرد سوپرجاذب، میزان ماده خشک افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین ماده خشک (۱۳۴/۵ گرم بر مترمربع) در تیمار دو برابر سوپرجاذب مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد ۳۸ درصد افزایش داشت.

بیشترین ماده خشک در تیمار آبیاری با دور هفت روز (۱۴۴/۹ گرم بر متر مربع) مشاهده گردید (جدول ۲)؛ به‌طوری‌که دور آبیاری هفت روز در مقایسه با دور آبیاری چهارده روز میزان ماده خشک را ۷۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). نتیجه‌ای که از جدول ۲ گرفته می‌شود این است که بسته به شرایط منطقه‌ی کشت، چنانچه از ۱۰ گرم در متر مربع ماده خشکی که دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۱۴ روز، اضافه تولید می‌کند، صرف‌نظر شود، می‌توان دور آبیاری را چهار روز به تأخیر انداخت، بدیهی است که در شرایط محدودیت منابع آبی، ۱۰ گرم بر متر مربع و یا ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار کاهش در ماده‌ی خشک، به ازای چهار روز افزایش در فاصله‌ی بین دو آبیاری کاملاً می‌تواند توجیه‌پذیر باشد.

یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2007) گزارش کردند که افزایش فواصل آبیاری روی گیاه سویا (*Glycine max* L.) به‌دلیل کاهش تقسیم و طول‌شدن سلولی، کاهش رشد و ارتفاع گیاه را به دنبال داشت.

پلیمرهای سوپرجاذب با بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود ساختمان و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه زراعی در شرایط تنش خشکی فراهم می‌کنند (Samavat, 1992)، لذا به‌نظر می‌رسد که سوپرجاذب از طریق افزایش فراهمی آب و مواد غذایی موجود در خاک گیاه سبب افزایش ارتفاع ذرت شد.

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس گویای این مطلب بود که اثرات ساده و متقابل تیمارهای آزمایشی از نظر تأثیر بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۱). با این حال، بیشترین شاخص سطح برگ (۳) مربوط به سطح دو برابر استفاده از سوپر جاذب بود که نسبت به تیمار عدم مصرف سوپرجاذب ۱۱ درصد افزایش نشان داد، هر دو دور آبیاری هفت و ده روز سبب بیشترین شاخص سطح برگ (۳) شدند (جدول ۲). با توجه به جدول ۳ بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۶) مربوط به اثر متقابل مصرف دو برابر سوپرجاذب و دور آبیاری هفت روز بود. مؤذن قمصری و همکاران (Moazzen Ghamsari et al., 2009) گزارش کردند که افزایش شاخص سطح برگ ذرت تحت تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب در دوره‌های مختلف آبیاری ممکن است در نتیجه تداوم پتانسیل فشاری لازم برای رشد برگ‌ها و تقلیل اثر تنش خشکی در گیاه باشد.

دمای کانوپی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر سطوح مختلف سوپرجاذب و اثرات متقابل بین سوپرجاذب و دور آبیاری بر دمای کانوپی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نبود، درحالی‌که اثر دوره‌های مختلف آبیاری معنی‌دار بود. کمترین دمای کانوپی (۳۵/۷ درجه سانتی‌گراد) مربوط به دور آبیاری هفت روز و بیشترین دما (۳۶/۹ درجه سانتی‌گراد) مربوط به دور آبیاری ده روز بود (جدول ۲). با وجود عدم معنی‌داری اثرات متقابل سوپرجاذب و دور آبیاری، کمترین دمای کانوپی (۳۴/۶ درجه سانتی‌گراد) مربوط به تیمار بدون سوپرجاذب با دور آبیاری چهارده روز بود. به‌نظر می‌رسد که خشکی با تأثیر بر هدایت روزنه‌ای سبب کاهش آب درون بافتی برگ‌ها شد که این کاهش آب در گیاه سبب افزایش دمای کانوپی می‌شود و با

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف سوپر جاذب و دور آبیاری بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد در گیاه ذرت
Table 3- Mean comparisons of interaction effects of super absorbent and irrigation on some corn growth criteria and yield

وزن صدانه (گرم) 100-Seed weight (g)	شاخص برداشت (%) Harvest index (%)	عملکرد اقتصادی (گرم بر متر مربع) Economic yield (g.m ⁻²)	وزن تر (گرم بر متر مربع) Fresh weight (g.m ⁻²)	تعداد بال (عدد) Cob (Number)	دمای کانوپی (درجه) Canopy temperature (°C)	ماده خشک (گرم بر متر مربع) Dry matter (g.m ⁻²)	شاخص سطح برگ Leaf area index	ارتفاع پوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تیمار Treatment
23 a	56.02 a	840 a	1553 a	6 a	35.8 a	130.2 ab	2.8 a	132.5 ab	سطح ۰ Level 0 ۷ روز 7 days
19 ab	58.87 a	563 cde	985 bc	4 b	37 a	89.2 b	2.5 a	124.7 b	۱۰ روز 10 days
17.6 ab	50.63 a	350 ef	955 bc	4 b	34.6 a	71.1 b	2.4 a	130.6 a	۱۴ روز 14 days سطح ۱ Level 1
23.9 a	65.17 a	793 a	1234 ab	5 ab	35.8 a	110.2 ab	2.8 a	133.1 a	۷ روز 7 days
19.7 ab	43.87 a	463 cde	1096 b	5 ab	36.8 a	64.3 b	2.8 a	132 ab	۱۰ روز 10 days
17.4 ab	42.06 b	263 f	593 d	4.3 b	36.8 a	94.8 b	2.8 a	123.9 b	۱۴ روز 14 days سطح ۲ Level 2
18.6 ab	46.85 a	746 ab	1406 a	5.3ab	35.5 a	194.3 a	3.6 a	148.9 a	۷ روز 7 days
19.8 ab	52.17 a	576 bcd	982 bc	4.6 b	36.8 a	127 ab	3.1 a	28.5 ab	۱۰ روز 10 days
13.8 b	52.41 a	def 410	695 c	3 c	36.7 a	82.2 b	2.1 a	144 ab	۱۴ روز 14 days

*برای هر اثر متقابل و در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.
*For each interaction and in each column, means followed by the same letter(s) are not significantly different based on DMR test ($p \leq 0.05$).

جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف سوپرچاذب و دور آبیاری (جدول ۳) گویای این مطلب است که بیشترین ($194/3$ گرم بر متر مربع) و کمترین ($64/3$ گرم بر متر مربع) ماده خشک به‌ترتیب مربوط به اثر متقابل دو برابر سوپرچاذب و دور آبیاری هفت روز و اثر متقابل سطح ۱ سوپرچاذب و دور آبیاری ده روز بود. به‌نظر می‌رسد که سوپرچاذب در شرایط تنش برای گیاه مفید واقع شد، اگر چه اختلاف‌ها معنی‌دار نبود.

احتمالاً تنش خشکی سبب کاهش رشد سبزینه‌ای ذرت شد و در تیمار کاربرد سوپرچاذب، این ماده به انتشار مقادیر بیشتری از آب و مواد غذایی از خاک به طرف گیاه کمک کرد. آب و مواد غذایی ذخیره شده جهت رشد زیست‌توده گیاه رها شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. سالار و همکاران (Salar et al., 2005) در پژوهشی اثر سوپرچاذب بر دور آبیاری در کشت خربزه را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که برهمکنش دور آبیاری و میزان سوپرچاذب بر تولید زیست‌توده معنی‌دار شد.

عملکرد اقتصادی

بین سطوح مختلف سوپرچاذب و اثرات متقابل سوپرچاذب و دور آبیاری از نظر تأثیر بر عملکرد اقتصادی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت، در حالی که بین سطوح مختلف دور آبیاری به‌تنهایی تفاوت معنی‌دار ($p \leq 0.05$) وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین بین سطوح مختلف دور آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی (793 کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری هفت روز و کمترین آن (341 کیلوگرم در هکتار) در آبیاری با دور چهارده روز حاصل شد (جدول ۲). در آزمایشی نشان داده‌شد که کمبود آب در طی دوره‌ی گل‌دهی ذرت، عملکرد را تا ۹۰ درصد کاهش می‌دهد (Setter et al., 2001). به‌نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش عملکرد گیاهان در اثر تنش خشکی، دمای زیاد، رطوبت نسبی پایین و در نتیجه زیاد شدن تبخیر و تعرق باشد که خود از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی و عرضه مواد پرورده، سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. العمران و همکاران (Al-Omran et al., 2000) گزارش کردند که با افزایش سطح آبیاری، عملکرد ذرت افزایش یافت. تبریزی (Tabrizi, 2004) در تحقیق خود روی اسفرزه (*Plantago ovata* L.) و پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.) نتیجه گرفت که عملکرد بذر پسیلیوم با افزایش دور آبیاری کاهش یافت.

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات متقابل بین سوپرچاذب و دور آبیاری (جدول ۳) نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی (840 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم کاربرد سوپرچاذب و دور آبیاری هفت روز و کمترین مقدار (263 کیلوگرم در هکتار) مربوط به

سطح یک سوپرچاذب و دور آبیاری ۱۴ روز بود. وجود سوپرچاذب تأثیر چشمگیری در افزایش عملکرد دانه نداشت، با این‌حال اثر متقابل دو برابر سوپرچاذب و دور آبیاری ۱۴ روز نسبت به اثر متقابل عدم مصرف سوپرچاذب و دور آبیاری ۱۴ روز، عملکرد دانه را ۱۷ درصد افزایش داد که به‌نظر می‌رسد سوپرچاذب با قابلیت ذخیره‌سازی و نگهداری آب در خاک در شرایط تنش و کم‌آبی، آب مورد نیاز گیاه را تامین کرد و سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به زمان عدم مصرف سوپرچاذب شد. کوهستانی و همکاران (Koohestani et al., 2009) در آزمایشی روی ذرت نشان دادند که با افزایش میزان تنش خشکی، تأثیر هیدروژل‌های سوپرچاذب بر افزایش عملکرد دانه بیشتر بود. آنها نتیجه گرفتند که اثر پلیمرهای سوپرچاذب در سطوح پایین‌تر رطوبت، محسوس‌تر است.

شاخص برداشت

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی و اثرات متقابل آنها بر شاخص برداشت ذرت بود (جدول ۱)، با این‌وجود، بیشترین شاخص برداشت در سطح دو برابر سوپرچاذب و دور آبیاری هفت روز بود. با توجه به جدول ۳ بیشترین شاخص برداشت در تیمار سطح یک سوپرچاذب و دور آبیاری هفت روز حاصل شد. نتایج آزمایشی نشان داد که استفاده از سوپرچاذب در گیاه ذرت همراه با دو سطح آبیاری عادی و تحت تنش خشکی بر شاخص برداشت اثری نداشت (Moslemi et al., 2011). استر و همکاران (Setter et al., 2001) گزارش کردند که شاخص برداشت ذرت تحت تأثیر تنش خشکی تقریباً ثابت است، زیرا همان‌طور که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد، وزن خشک کل را نیز کاهش می‌دهد، مگر این که تنش شدید باعث کاهش دانه به میزان زیاد گردد و در نتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کند.

وزن صد دانه

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که وزن صد دانه تحت تأثیر سطوح مختلف سوپرچاذب و هم‌چنین اثرات متقابل بین سطوح مختلف سوپرچاذب و آبیاری، واقع نشد، در حالی که تفاوت در سطوح مختلف دور آبیاری به‌تنهایی معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۱). افزایش مقدار کاربرد سوپرچاذب تأثیری بر وزن صد دانه نداشت، ولی با افزایش فواصل آبیاری، وزن صد دانه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن صد دانه ($21/74$ گرم) از تیمار با دور آبیاری هفت روز حاصل شد که نسبت به دور آبیاری چهارده روز، وزن صد دانه را ۳۳ درصد افزایش داد. بیشترین وزن صد دانه ($23/9$ گرم) در سطح یک سوپرچاذب و دور آبیاری هفت روز و کمترین آن ($13/9$ گرم) در سطح

و شاخص سطح برگ به حداقل خود رسید، به‌عبارت دیگر، این نتایج حاکی از آن است که از طریق به‌کارگیری مدیریت‌های زراعی مناسب می‌توان با انجام آبیاری کمتر، محصولی (دانه) برابر با بالاترین میزان آب آبیاری (دور آبیاری هفت روز) برداشت کرد. تفاوت وزن تر بین دو دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز بیشتر از تفاوت عملکرد ماده‌ی خشک بین این دو دور آبیاری بود (شکل ۳)، از سوی دیگر از نظر شاخص برداشت بین این دو سطح آبیاری تفاوت قابل توجهی وجود نداشت، لذا به نظر می‌رسد که دور آبیاری ۱۴ روز اگر چه از مقدار شاخ و برگ گیاه کاست ولی شاخص برداشت آن را تحت تأثیر منفی قرار نداد.

نتیجه‌گیری

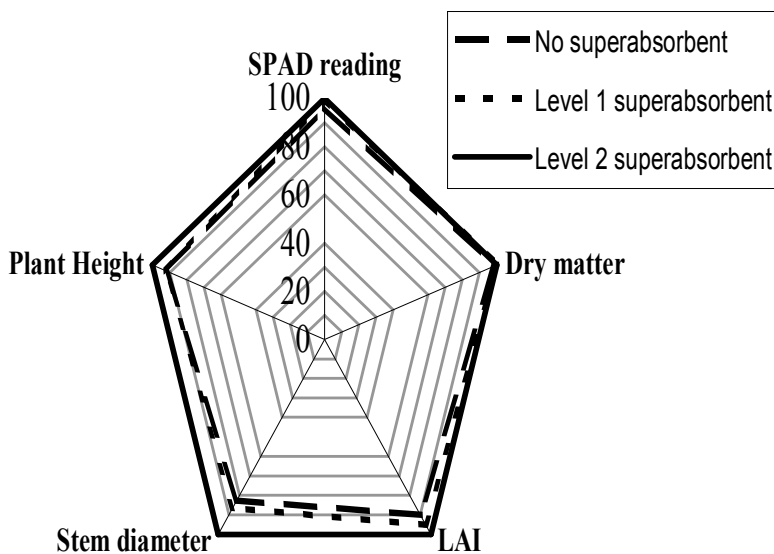
نتایج این پژوهش نشان داد که از نظر تولید ماده‌ی خشک، دمای کانوپی، محتوای رطوبت نسبی، تعداد بلال، وزن تر، شاخص برداشت و وزن صد دانه بین دور آبیاری ۱۰ و ۱۴ روز تفاوت معنی‌دار وجود نداشت که این موضوع از نظر صرفه‌جویی در آب مصرفی قابل توجه می‌باشد. از آنجا که شاخص سطح برگ، شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند، لذا به‌نظر می‌رسد که بخش عمده‌ی اثرات مثبت تیمارها از طریق بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک و بهبود خواص فیزیکی خاک و نیز کاهش میزان تنش وارده به گیاه مجال بروز پیدا کرده‌اند.

دو برابر سوپر جاذب و دور آبیاری چهارده روز حاصل شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که سطوح بالای سوپر جاذب روی وزن صد دانه تأثیری نداشت، درحالی‌که این صفت به‌میزان بیشتری تحت تأثیر تیمار آبیاری واقع شد. وستایج و بوی (Westage & Boyer, 1998) نیز گزارش کردند که که کاهش عملکرد دانه ذرت در شرایط تنش خشکی به‌علت کاهش در وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف بود. به‌نظر می‌رسد که تنش خشکی از رسیدن آب مورد نیاز و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها جلوگیری می‌کند و از طرفی ریزش برگ‌ها و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و کوتاه شدن دوره‌ی تشکیل دانه نیز سبب پروکیده شدن و کاهش وزن صد دانه در ذرت می‌گردد.

اثر ساده‌ی سطوح سوپر جاذب بر برخی ویژگی‌های رشدی ذرت همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود اثر مثبت دو برابر شدن مقدار کاربرد سوپر جاذب بر صفات شاخص سطح برگ، قطر ساقه، ارتفاع بوته و عدد اسپد، نسبت به تیمار بدون سوپر جاذب و سطح ۱ سوپر جاذب بارز بود. اگرچه، از نظر ماده‌ی خشک این تفاوت به حداقل خود رسید.

اثر ساده‌ی سطوح مختلف دور آبیاری بر برخی ویژگی‌های رشدی ذرت

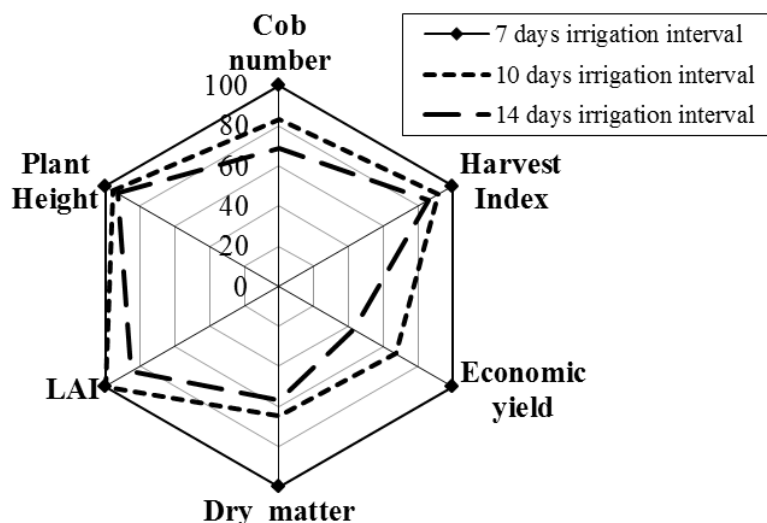
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، تفاوت بین سطوح مختلف دور آبیاری بر صفات عدد اسپد، ارتفاع بوته، شاخص برداشت



شکل ۱- مقایسه‌ی اثر سطوح مختلف سوپر جاذب بر برخی ویژگی‌های رشدی ذرت

مقایسه بر مبنای سطح ۲ کاربرد سوپر جاذب صورت گرفته است.

Fig. 1- Comparison of the effect super absorbent on some growth characteristics of corn
Comparisons were done based on second level of super absorbent application.



شکل ۲- مقایسه اثر سطوح مختلف دور آبیاری بر برخی ویژگی‌های رشدی ذرت

مقایسه بر مبنای دور آبیاری هفت روز صورت گرفته است.

Fig. 2- Comparison of the effect of irrigation interval on some growth characteristics of corn
Comparisons were done based on 7 days irrigation interval.

تنش خشکی در تولید این محصول، کاهش حجم آب آبیاری و حفظ تولید آن در یک سیستم کم‌نهاد را به‌دنبال داشته باشد که این موضوع در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون مشهد که با محدودیت منابع آبی مواجه هستند از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

قدردانی

هزینه‌های انجام این آزمایش توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح پژوه به شماره ۱۷۷۲۴ مصوب ۹۰/۳/۴ تأمین شده است که بدینوسیله قدردانی می‌شود.

نتایج مربوط به اثرات متقابل سوپرجاذب و دور آبیاری حاکی از آن بود که کلیه صفات مورد بررسی در سطح دو کاربرد سوپرجاذب و دور آبیاری ۱۴ روز، تفاوت معنی‌داری با دور آبیاری ۱۰ روز نداشتند. همین موضوع به جز برای عملکرد اقتصادی و تولید ماده خشک برای دور آبیاری ۷ روز در مقایسه با دور آبیاری ۱۴ روز نیز صادق بود. به عبارت دیگر، با افزایش مقدار کاربرد سوپرجاذب، می‌توان فاصله‌ی آبیاری ذرت در منطقه‌ی مشهد را از ۷ به ۱۴ روز افزایش داد، بدون این‌که کاهش معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد آن حاصل شود. به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش در راستای نتایج دیگر محققان، نشان داد که استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب و به‌دنبال آن افزایش فاصله‌ی بین دو آبیاری ذرت می‌تواند ضمن کاهش اثرات

منابع

- Allahdadi, A.B., Ghamsari, M., Akbari, G.A., and Zohourmehr, M. 2005. Study the effect of different levels of super absorbent polymer and irrigation on corn (*Zea mays* L.) growth and yield. 3th Congress on Super Absorbent Hydrogel Application in Agriculture. Research Center for Polymer and Petrochemical of Iran. (In Persian with English Summary)
- Al-Omran, A.M., Sheta, A.S., Falatan, A.M., and Al-Harb, A.R. 2000. Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo* L.) yield and water use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management* 37: 111-112
- Hong-Bo, S., and Li-ye, C. 2008. Water-deficit stress- induced anatomical changes in higher plants. *Current Research in Biology* 331: 215-225.
- Islam, M.R., Xue, X.Z., Mao, S., Ren, C.Z., Eneji, A.E., and Hu, Y.G. 2011. Effects of water-saving superabsorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in oat (*Avena sativa* L.) under drought stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91(4): 680-686.
- Koohestani, S., Asgari, N., and Maghsudi, K. 2009. Study the effect of super absorbent hydrogel on corn (*Zea mays* L.) yield under drought stress. *Journal of Iran Water Research* 5: 71-78.
- Krank, H., and Genkogan, C. 2003. Effects of deficit irrigation on the yield and growth of the succeeding corn crop

- under Harran Plain conditions. Ziraat- Fakultesi-Dergisi, Ataturk Universities 34(2): 117-123.
7. Lentz, R.D., Sojka, R.E., and Robbins, C.W. 1998. Reducing phosphorus losses from surface-irrigated fields: Emerging polyacrylamide technology. Journal of Environmental Quality 27: 305-312.
8. Mao, R., Islam, S., Xue, X., Yang, X., Zhao, X., and Hu, Y. 2011. Evaluation of a water-saving superabsorbent polymer for corn (*Zea mays* L.) production in arid regions of Northern China. African Journal of Agricultural Research 6(17): 4108-4115.
9. Martin, C.A., Ruter, J.M., Robertson, R.W., and Sharp, W.P. 1993. Element absorption and hydration potential of polyacrylamide gels. Communications in Soil Science and Plant Analysis 24(5-6): 539-548.
10. Martin, E.T. 1997. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. Published by the International Fertilizer Industry Association, Paris, France. ISBN 2-9506299-0-3
11. Mikkelsen, R.L. 1994. Using hydrophilic polymer to control nutrient release. Fertilizer Research 38: 53-59.
12. Moazzen Ghamsari, B., Akbari, G., Zohuriyan, A., and Nikniyae, M.G. 2009. Study the yield and growth analysis of forage corn (*Zea mayz* L.) under different level of super absorbent polymer application (super water- A₂₀₀) under drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 3: 1-8. (In Persian with English Summary)
13. Moslemi, Z., Hbib, D., Asgharzadeh, A., Ardakani, M.R., Mohammadi, A., and Sakari, A. 2011. Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under drought stress and normal conditions. African Journal of Agricultural Research 6(19): 4471-4476.
14. Nesmith, D.S., and Ritchie, J.T. 1992. Short and long-term responses of corn to a pre- anthesis soil water deficit. Agronomy Journal 84: 107-113.
15. Pandey, R.K., and Maranvill, J.W. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment II. Shoot growth, nitrogen uptake and water extraction. Agricultural Water Management 46(1): 15-27.
16. Salar, N., Farahpour, M., and Bahari, F. 2005. Study the effect of water absorbent polymer on irrigation interval in melon cultivation. 3th Congress on Super Absorbent Hydrogel Application in Agriculture. (In Persian with English Summary)
17. Samavat, S. 1992. The effect of physical soil amendment on some soil characteristics and plant yield. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Industrial University of Esfahan. (In Persian with English Summary)
18. Setter, T.L., Brian, A., Lannigan, F., and Melkonian, J. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies, abscissic acid and cytokinins. Crop Science 41: 1530-1540.
19. Tabrizi, L. 2004. The effect of drought stress and manure application on quantitative and qualitative characteristics of *Plantago ovata* and *P. psyllium*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
20. Teyel, M.Y., EL-Hady, O.A. 1981. Super gel as a soil conditioner. Acta Horticulturae 119: 247-250.
21. Tohidi-Moghadam, H.R., Shirani-Rad, A.H., Nour-Mohammadi, G., Habibi, D., and Mashhadi-Akbar-Boojari, M. 2009. Effect of super absorbent application on antioxidant enzyme activities in Canola (*Brassica napus* L.) cultivars under water stress conditions. American journal of Agricultural and Biological Sciences 4(3): 215- 223.
22. Westgate, M.E., and Boyer, J.S. 1998. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. Crop Science 26: 951-956.
23. Yazdani, F., Allahdadi, A., Akbari, A., and Behbahani, M.R. 2007. The effect of different levels of super absorbent polymer (Rarawat A200) and different drought level on yield and yield components of soybean. Pajouhesh and Sazandegi in Agronomy and Horticulture 75: 168-174. (In Persian with English Summary)

ارزیابی کیفیت علوفه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* (L.) P.Beauv) در مراحل مختلف رشد

فاطمه ایزدی یزدان آبادی^۱، یوکابد اسماعیل پور اخلمد^۱، آرش امیدی^۲ و محمدعلی بهدانی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور ارزیابی فاکتورهای کیفی علوفه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) در سه مرحله مختلف رشد، آزمایشی در در مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ طراحی و اجرا شد. هدف اولیه آزمایش بررسی اثرات علوفه ارزن دم‌روباهی بر فیزیولوژی دام‌هایی که از این علوفه تغذیه شدند، بود لذا کاشت ارزن بر اساس عرف محل و دانش بومی کشاورزان منطقه انجام و مدیریت زراعی لازم در مورد آن اعمال گردید. در مراحل رشد رویشی، گلدهی و بذردی نمونه‌برداری از ارزن دم‌روباهی انجام و جهت اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی علوفه به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل گردید. در آزمایشگاه پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، فاکتورهای ماده خشک، قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی سلولز و فیبر خام، خاکستر و برخی عناصر معدنی شامل سدیم، پتاسیم و منیزیم اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری آماری ($p < 0.05$) در فاکتورهای ماده خشک، قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی سلولز و فیبر خام، خاکستر، سدیم، پتاسیم و منیزیم ارزن دم‌روباهی (در مراحل مختلف فنولوژیکی وجود دارد. در این گونه گیاهی کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گل‌دهی و بذردی بوده که بالاتر بودن پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، انرژی متابولیسمی و پائین تر بودن دیواره سلولی عاری از همی سلولز و فیبر خام در مرحله رویشی تأکیدی بر این مورد بود. بنابراین، با توجه به پربریگی و خوشخواری این گیاه برای گوسفند و بز، عملکرد مطلوب علوفه آن، قابلیت کشت در مناطق مختلف برای تولید علوفه سبز استفاده از این گونه گیاهی برای برنامه‌های تولید علوفه برای گوسفند و بز توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، فاکتورهای کیفی علوفه، قابلیت هضم ماده خشک، مراحل فنولوژیکی

مقدمه

(Erfanzade, 2001). اصولاً کیفیت علوفه بیانگر ارزش غذایی و مقدار انرژی آن بوده و در حقیقت به مقدار ماده مغذی که حیوان در کوتاه‌ترین مدت ممکن از علوفه بدست می‌آورد، اطلاق می‌شود (Stodart et al., 1975). کیفیت گونه‌های مختلف علوفه‌ای در مکان‌ها و زمان‌های مختلف متفاوت است (Erfanzade, 2001). به طور کلی، می‌توان عوامل مؤثر بر تغییرات کیفیت علوفه را تحت عنوان عوامل محیطی (نور، درجه حرارت، ویژگی‌های خاک، میزان نزولات جوی، ارتفاع از سطح دریا، باد و رطوبت) مرحله رشد و زمان برداشت، تنوع گونه گیاهی، نوع مسیر فتوسنتزی و عوامل مدیریتی تقسیم بندی کرد (Norouzi et al., 2004). ارزن دم‌روباهی (ارزن ایتالیایی) (*Setaria italica* (L.) P.Beauv) دارای دانه‌های خیلی ریز بوده که در بین غلات به غله دانه‌ریز معروف است، این گونه گیاهی در ایران و دیگر کشورهایی که سابقه تاریخی زیادی دارند و همچنین در مناطق گرمسیر به مقدار زیاد کشت می‌گردد (Safari, 2007). قدمت گونه دم‌روباهی ارزن به حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد (Baltensperger, 2001). رشد

تولید مناسب مواد پروتئینی دامی مستلزم تغذیه مناسب و کافی از جنبه کمی و کیفی برای دام‌ها می‌باشد (Arzani, 1994) از طرف دیگر، طراحی جیره غذایی مناسب برای دام‌ها ضمن تأمین رشد مطلوب آن‌ها، صرفه‌جویی اقتصادی زیادی نیز به همراه دارد. تجربه نشان داده است که اگر مقدار عناصر معدنی مورد نیاز در غذای حیوان کافی نباشد، کمبود رشد، عدم باروری و کم شدن فرآورده‌های دامی را بدنبال خواهد داشت. به همین دلیل در اثر عدم توجه به تغذیه مواد آلی و معدنی، همه ساله خسارت هنگفتی به دامداران و در نتیجه به اقتصاد کشور وارد می‌آید (Oursaji et al., 1997). به طور کلی نقش اساسی و فیزیولوژی مواد مغذی بسیار مهم بوده و شناسایی آن‌ها، برای پرورش دام و همچنین تنظیم برنامه غذایی ارزش فراوان دارد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیولوژی دام دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، دانشیار گروه مدیریت بهداشت دام، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه بیرجند

(Email: mabehdani@birjand.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

شرایطی می‌باشد نمونه‌برداری در این تحقیق تنها با توجه به مراحل مختلف رویشی (مرحله رویشی، گلدهی و بذردهی)، و برآورد کیفیت علوفه بر اساس ماده خشک قابل هضم، پروتئین خام، انرژی متابولیسمی، دیواره سلولی عاری از همی سلولز و فیبر خام، خاکستر و برخی عناصر معدنی (سدیم، پتاسیم و منیزیم) صورت گرفت. هدف از این تحقیق تعیین ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی علوفه ارزن دمروباهی به منظور استفاده بهتر در تغذیه دام‌ها و بررسی ترکیبات شیمیایی آن در مراحل مختلف فنولوژیکی بود.

مواد و روش‌ها

الف) موقعیت و خصوصیات منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و سه تکرار در مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در روستای امیرآباد، کیلومتر پنج جاده بیرجند- کرمان در تابستان سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. این منطقه در مختصات عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد. بر اساس آمار سازمان هواشناسی این منطقه با میانگین بارندگی سالانه ۱۷۶ میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت ۱۴- درجه سانتی‌گراد دارای اقلیمی نیمه‌خشک می‌باشد. عملیات تهیه بستر و آماده‌سازی زمین در خردادماه ۱۳۸۹ با انجام عملیات شخم، دیسک و تسطیح زمین (با کمک لولر) صورت پذیرفت. سپس کرت‌هایی با ابعاد ۳×۱۰ متر ایجاد شد، بذور ارزن دمروباهی مورد نیاز به صورت ضدعفونی شده با سموم قارچی مناسب از مرکز تحقیقات خراسان جنوبی تهیه شد و عملیات کاشت به روش دستی و براساس تراکم مورد استفاده در منطقه خراسان جنوبی (حدود ۲۰-۳۰ کیلوگرم برای ارزن‌های علوفه‌ای) در تاریخ ۲۸ خرداد ۱۳۸۹ انجام گرفت. میزان کود مصرفی بر اساس عرف رایج در منطقه خراسان جنوبی (۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار و ۱۰۰-۲۰ کیلوگرم فسفات در هکتار) در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام پذیرفت و بعد از آن به صورت منظم هر ۱۰ روز یکبار در طول دوره رشد صورت گرفت.

ب) نمونه‌برداری و آنالیز شیمیایی: جهت تعیین ارزش غذایی و کیفیت علوفه ارزن دمروباهی در هریک از مراحل رشد رویشی، گلدهی و رسیدن بذر، اقدام به نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی گیاه گردید. بدین صورت که در هر مرحله فنولوژیکی تعداد سه نمونه (تکرار) به‌طور تصادفی از گونه مورد مطالعه تهیه گردید. تمامی نمونه‌ها از یک سانتی‌متری سطح خاک (شامل برگ، ساقه، خوشه و

سرعی، قابلیت تطابق بالا در نواحی گرمسیری، مقاومت نسبی به خشکی و شوری، درصد پروتئین بالا، پربریگی و خوشخوراکی، عدم وجود اسید پروسیک، عملکرد مطلوب علوفه آن، قابلیت کشت در مناطق مختلف برای تولید علوفه سبز و استفاده از اراضی بلااستفاده آن را به عنوان، یک گیاه علوفه‌ای ایده‌آل برای کشت در نواحی گرم و خشک مطرح کرده است (Chambliss et al., 1999; Fribourg, 1995). این گونه گیاهی در ایران در اغلب موارد به عنوان کشت دوم بعد از برداشت گندم و جو کشت شده و با توجه به دوره رشدی کوتاه قبل از رسیدن سرمای پاییزه برداشت می‌شود (Kazemiarbat, 2005). ارزن دمروباهی نسبت به سایر ارزن‌ها به خاک حاصلخیزتری احتیاج دارد، اما گیاه مقاومی است که در بسیاری از مناطق که سایر غلات رشد نمی‌کنند، می‌روید (Karimi, 1995). به علاوه، این گونه در دامنه وسیعی از pH خاک می‌تواند تولید محصول کند (Safari, 2007). ارزن دمروباهی به شوری خاک مقاومت زیادی دارد و به همراه برنج (*Orza sativa* L.) و چاودار (*Secale montanum* L.) شرایط اسیدی را بیش از دیگر غلات تحمل می‌کند (Shekari, 2001). این ارزن بیشتر در استان‌های خراسان جنوبی، کرمان، یزد، مازندران، گلستان و اصفهان کاشته می‌شود و علاوه بر تولید دانه برای پرندگان و استفاده از آرد آن در شیرینی‌پزی، از علوفه تازه و کاه آن در تغذیه دام استفاده می‌شود. پارامترهای مختلفی در ارزیابی علوفه مورد توجه قرار می‌گیرند، ارزانی و همکاران (Arzani et al., 1944) اندازه‌گیری پروتئین خام، ماده خشک قابل هضم و انرژی متابولیسمی را فاکتورهای مناسب در ارزیابی کیفیت علوفه می‌دانند. چن و همکاران (Chen et al 2001) مهمترین عامل در تعیین ارزش غذایی علوفه را مرحله رویشی دانسته‌اند که طی آن بیشترین اختلاف در مقدار دیواره سلولی و پروتئین به وجود می‌آید. مک‌دونالد (Mc Donald, 1995) این تغییرات را ناشی از افزایش بافت‌های ساختمانی گیاه می‌داند، همزمان با افزایش سن گیاه و عبور از مرحله رویشی نسبت ساقه به برگ افزایش می‌یابد. قدکی و همکاران (Ghadaki et al., 1984) گزارش کردند که در مرحله رویشی گیاه مقدار لیگنین، دیواره سلولی عاری از همی سلولز، فیبر خام، فیبر و سلولز کم است ولی همزمان با افزایش سن گیاه و ضخیم‌تر شدن دیواره سلولی آن، بر میزان الیاف خام و لیگنین افزوده می‌شود. می (May, 1988) در تحقیقی که در غرب کانادا بر روی چند گونه بروموس انجام داد، شاخص‌های تعیین کیفیت علوفه را پروتئین خام، هضم‌پذیری ماده خشک و دیواره سلولی عاری از سلولز و همی سلولز بیان کرد. محققین دیگر مانند گارزا (Garza, 1988)، خلیل و همکاران (Khalil et al., 1986)، رازو و شارو (Rhodes & Sharrow, 1990) پروتئین خام، ماده خشک و انرژی متابولیسمی را مناسب‌ترین عوامل جهت ارزیابی کیفیت علوفه بیان کرده‌اند. با توجه به این‌که روند تغییرات کیفیت علوفه، بیشتر مطابق با مراحل رشد گیاه در هر

بذر (در مرحله بذردهی) و به میزان ۳۰۰ گرم برداشت و در پاکت‌های مخصوص قرار گرفته و بلافاصله به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل شدند. نمونه‌ها با استفاده از ترازو توزین شدند و به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب شده و فاکتورهای پروتئین خام با دستگاه کج‌دال، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام به کمک دستگاه تعیین فیبر و با روش بدون نیاز به خاکستری آنکوم، ماده خشک (روش آون)، خاکستر (کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد)، سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم‌فوتومتر و منیزیم به روش نورسنجی جذب اتمی اندازه‌گیری شدند (AOAC, 1992). قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک نمونه‌ها با استفاده از معادله زیر که توسط اودی و همکاران (Oddy et al., 1983) پیشنهاد شد محاسبه گردید:

$$\text{معادله (۱)} \quad \% \text{DMD} = 88.5 - 0.78 \text{ADF} + 2.29 \text{N}$$

که در این معادله، DMD: درصد قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک، N: معرف نیتروژن نمونه‌ها می‌باشد که با ضرب درصد پروتئین خام در عدد ۰/۱۶ محاسبه شده است و ADF: دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز می‌باشد.

انرژی متابولیسمی پس از محاسبه قابلیت هضم‌پذیری ماده خشک از معادله ارائه شده توسط کمیته استاندارد کشاورزی استرالیا محاسبه گردید (معادله ۲).

$$\text{معادله (۲)} \quad \text{ME/D} = \% \text{DMD} \times 0.17$$

انرژی متابولیسمی (ME/D) عبارت است از مقدار انرژی متابولیسمی در یک کیلوگرم علوفه خشک که واحد آن مگاژول می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور نرمال سازی داده‌ها از آزمون کولموگراف اسمیرنوف و نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. آزمون ANOVA یک‌طرفه برای تجزیه داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و میانگین‌های هر مرحله فنولوژیکی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ماده خشک^۱ و درصد هضم‌پذیری ماده خشک^۲ (DMD):

نتایج حاصل از تجزیه گیاه در مراحل مختلف رشد بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بین وزن خشک علوفه تولیدی بود بطوریکه مرحله بذردهی و رشد رویشی به ترتیب با ۳۵/۴۱ و ۲۲ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد ماده خشک را داشتند؛ در حالیکه

علوفه تولیدی مرحله رویشی با ۵۷/۹۱ درصد بیشترین میزان هضم‌پذیری را به خود اختصاص داد و مرحله بذردهی از این نظر در رتبه آخر بود. علوفه تولیدی ارزن در مرحله گلدهی دارای ۵۶/۷۵ درصد هضم‌پذیری بود. میزان ماده خشک این گونه از ۲۲ تا ۳۵/۴۱ درصد متغیر و بیشترین مقدار آن در مرحله بذردهی مشاهده گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین هر سه مرحله رشد گیاه اختلاف آماری معنی‌دار ($p \leq 0.05$) وجود دارد (جدول ۱). در تحقیق حاضر هضم‌پذیری ماده خشک با پیشرفت مراحل رشد گیاه کاهش یافته است به طوری که حداقل مقدار آن در مرحله بذردهی مشاهده گردید. در مورد هضم‌پذیری گیاهان علوفه‌ای، مرحله رشد از عوامل مهم و تأثیرگذار می‌باشد، زیرا قابلیت هضم علوفه بستگی به محتویات داخل سلولی و دیواره سلولی دارد. محتویات داخل سلول عمدتاً از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول که قابلیت هضم بالایی دارند تشکیل شده است، در صورتی که دیواره سلولی از کربوهیدرات‌های ساختمانی تشکیل یافته که قابلیت هضم آن‌ها بر حسب میزان لیگنینی شدن گیاه متغیر می‌باشد. بنابراین، با پیشرفت مرحله رشد گیاه که افزایش نسبت کربوهیدرات‌های ساختمانی را به دنبال دارد قابلیت هضم کاهش می‌یابد. کاهش در قابلیت هضم گیاه در نتیجه کامل شدن دوره رشد منجر به کاهش انرژی قابل متابولیسم و انرژی خالص گیاه می‌گردد (Grant et al., 1997).

انرژی متابولیسمی: نتایج حاصل از بررسی و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مرحله رویشی با میانگین ۹/۸۴ مگاژول بر کیلوگرم بالاترین میزان انرژی متابولیسمی را در بین سه مرحله مختلف رشد گیاه دارا بوده و همچنین این میزان انرژی با انرژی‌های متابولیسمی دو مرحله گل‌دهی با میانگین ۹/۶۴ مگاژول بر کیلوگرم و بذردهی با میانگین نه مگاژول بر کیلوگرم دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد ($p \leq 0.05$) (جدول ۱). بر طبق مطالعات قورچی (Qurchy, 1995) میزان انرژی قابل هضم و انرژی متابولیسمی با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد، چون با افزایش سن گیاه مقدار لیگنین افزایش می‌یابد که لیگنینی شدن مواد گیاهی باعث کاهش عملکرد حیوان در هضم‌پذیری و در نتیجه کاهش انرژی متابولیسمی می‌گردد.

پروتئین خام: مقدار پروتئین‌خام گیاه از ۱۰/۲۳ تا ۱۱/۳۳ درصد متغیر و در مرحله رشد رویشی بالاترین میزان را به خود اختصاص داد. همزمان با پیشرفت رشد و بالغ شدن گیاه از مقدار پروتئین‌خام کاسته شد و کمترین میزان آن در مرحله رسیدن بذر مشاهده گردید. به علاوه مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد پروتئین مرحله رویشی با درصد پروتئین مراحل گل‌دهی و بذردهی دارای اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) است (جدول ۱). اصولاً با ورود گیاه به مرحله زایشی اختصاص پروتئین‌های ذخیره شده در اندام‌های رویشی (برگ و ساقه) به اندام‌های زایشی (بذر) بیشتر می‌شود چرا که گیاه بمنظور بقاء نسل

1- Dry Matter

2- Dry Matter Digestibility

کرده و گزارش نمودند با گذشت زمان و رسیدن گیاه به بلوغ میزان ماده خشک افزایش و میزان پروتئین خام کاهش می‌یابد. آنها عنوان نمودند که کاهش نسبت برگ به ساقه در این دو گیاه با افزایش فاصله برداشت می‌تواند به تجمع بیشتر ترکیبات دیواره سلولی در بافت‌های گیاه، که نتیجه عینی توسعه ساقه در رسیدن به بلوغ است منجر شود.

فیبر خام: میزان فیبر خام در هر سه مرحله مختلف فنولوژیکی و به لحاظ آماری معنی‌دار ($p \leq 0.05$) می‌باشند و همچنین مرحله بذردهی با میانگین $60/75$ درصد بالاترین میزان فیبر خام را به خود اختصاص داد (جدول ۱).

دیواره سلولی منهای همی سلولز (ADF): درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز در گونه مورد بررسی بین $33/40$ تا $38/90$ متغیر بود و بالاترین درصد آن در مرحله رسیدن بذر مشاهده گردید. درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز در این گونه در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با $33/40$ ، $34/70$ و $38/90$ بود و همچنین نتایج نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز دارای اختلاف معنی‌دار آماری ($p \leq 0.05$) می‌باشند (جدول ۱). همانطور که مشخص است با پیشرفت رشد گیاه درصد دیواره سلولی عاری از همی سلولز افزایش یافته است. این امر به این دلیل است که همزمان با افزایش سن گیاه، دیواره سلولی ضخیم‌تر و خشبی‌تر شده و بر میزان فیبر خام و لیگنین آن افزوده می‌شود. این تغییرات اصولاً توسعه کربوهیدرات‌های ساختمانی است که عمدتاً از سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل می‌شوند و با افزایش حجم گیاه برای دوام آن ضروری است. این تغییرات تحت تأثیر دو عامل، افزایش نسبت ساقه به برگ و افزایش کربوهیدرات‌های ساختمانی به موازات افزایش سن گیاه است (Modirshanechi, 2004). رلینگ و همکاران (Relling et al., 2001) در گزارشی میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز را در علف گینه‌ای (*Panicum maximum*) در سه مرحله رویشی، گلدهی و دانه‌دهی تعیین کردند. بر اساس نتایج آنها میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز با پیشرفت بلوغ افزایش یافت. افزایش محتوای فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز وابسته به کاهش قابلیت هضم است. این امر نشان می‌دهد که بهتر است علوفه در مراحل جوان‌تر استفاده شود. همچنین، آیکوبال سلطان و همکاران (Iqbalsultani et al., 2008) در مطالعه خود روی ارزن پادزهری (*Panicum antidotal* L.) میزان فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز را در دو مرحله اولیه رشد و بلوغ، تعیین کردند. نتایج آنها نشان داد که ترکیب ساختاری گیاه (فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی سلولز) از مرحله اولیه رشد تا مرحله بلوغ افزایش و محتوای پروتئین خام در طی زمان کاهش می‌یابد. آنها علت

خود نیازمند تولید بذوری مناسب و با قدرت رویشی بالا برای فصل رشد بعدی می‌باشد، از این رو میزان پروتئین علوفه در مرحله رشد زایشی کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد. بنظر می‌رسد که چنانچه هدف از کشت گونه‌های ارزن استفاده علوفه‌ای و تعلیف دام باشد مصرف علوفه تازه و در مرحله رشد رویشی و یا حداکثر قبل از گلدهی راندامان پروتئین بالاتری داشته باشد.

خاکستر: درصد خاکستر موجود در گیاه مورد بررسی در سه مرحله مختلف رشد به ترتیب برابر با 10 ، $9/50$ و 8 درصد می‌باشد که در این میان مرحله رویشی بالاترین درصد خاکستر را در مقایسه با دو مرحله دیگر دارد به علاوه مقایسه میانگین‌ها وجود اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) را بین مرحله رویشی با بذردهی نشان داد، ولی مرحله رویشی در مقایسه با مرحله گل‌دهی تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱). کیفیت و ارزش غذایی گیاهان علوفه‌ای با پروتئین خام و هضم‌پذیری ماده خشک و انرژی متابولیسمی نسبت مستقیم و با دیواره سلولی عاری از همی سلولز (ADF^1) و فیبر خام (NDF^1) نسبت معکوس دارد. ارزانی (Arzani, 1994) گزارش کرد که جهت تعیین کیفیت علوفه مهمترین فاکتورهایی که باید مورد بررسی قرار گیرند شامل پروتئین خام، انرژی متابولیسمی و هضم‌پذیری ماده خشک می‌باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که مراحل فنولوژیکی گیاه بر کیفیت علوفه تولیدی اثر معنی‌داری داشت به طوری که کیفیت علوفه ارزن دمروباهی در سه مرحله رشد با یکدیگر متفاوت بودند. بدین ترتیب، چنین می‌توان نتیجه گرفت که ارزش غذایی و کیفیت علوفه در مراحل ابتدایی رشد نسبت به مراحل پایانی دوره رشد بالاتر است، زیرا به موازات رشد گیاه، بافت‌های استحکام‌بخش و نگهدارنده مانند اسکله‌رانشیم افزایش می‌یابد، این بافت‌ها بیشتر از کربوهیدرات‌های ساختاری از جمله سلولز، همی سلولز و لیگنین تشکیل شده‌اند که وظیفه حفظ و نگهداری، استحکام‌بخشی به گیاه را داشته و از ورس یا خوابیدگی آن جلوگیری می‌کنند. بنابراین، با کامل‌تر شدن دوره رشد گیاه بر مقدار کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده می‌شود؛ در حالی که غلظت پروتئین با پیشرفت دوره رشد گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین، رابطه معکوسی بین میزان پروتئین و الیاف خام در گیاه مشاهده می‌گردد. به علاوه در مرحله رشد رویشی و ابتدای مرحله گل‌دهی برگ‌ها و ساقه‌ها تازه و سرسبز هستند و ماده خشک کمتری دارند، اما با پیشرفت رشد و بالغ شدن گیاه، بر مقدار کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده شده، در نتیجه درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. سرور و همکاران (sarwar et al., 2006) مقدار پروتئین و ماده خشک را در دو گونه ارزن پادزهری *Panicum antidotal* و *Panicum orientate* در سه مرحله برداشت تعیین

1- Acid Detergent Fiber

2- Nitrogen Detergent Fiber

افزایش ترکیبات ساختاری را افزایش ترکیبات فیبر با افزایش نسبت ساقه به برگ با پیشرفت بلوغ بیان کردند.

محتوی مواد معدنی

سدیم: همانطور که در جدول ۱ مشخص است مقدار سدیم در گونه مورد بررسی همزمان با افزایش سن و بلوغ گیاه کاهش یافته است، در این میان مرحله رویشی با میانگین ۰/۴۶ گرم بر کیلوگرم ماده خشک بالاترین میزان سدیم را داراست و بعد از آن مرحله گلدهی با میانگین ۰/۳۹ گرم بر کیلوگرم ماده خشک و مرحله بذردهی با میانگین ۰/۳۲ گرم بر کیلوگرم ماده خشک قرار دارند. به

علاوه نتایج نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر مقدار سدیم در مقایسه با مرحله دیگر دارای اختلاف معنی دار ($p \leq 0.05$) می باشند (جدول ۱). همزمان با رشد گیاه و عبور از مرحله رویشی مقدار پتاسیم گیاه نیز به تدریج کاهش یافته است و در مرحله رسیدن بذر به حداقل مقدار خود رسید. میزان پتاسیم در گیاه مورد بررسی در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با ۲/۲۲، ۲/۰۱۵ و ۱/۹۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک می باشد و بین مراحل مختلف رشد از نظر مقدار پتاسیم اختلاف معنی دار آماری مشاهده نگردید (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات مراحل فنولوژیکی بر متغیرهای کیفی علوفه ارزن دمروباهی

Table 1- Mean comparison of the effect of different phenological stages on qualitative characteristic of fox tail millet

مرحله رشد گیاه Growth stage			متغیرها Variables
بذردهی Seeding	گلدهی Flowering	رویشی Vegetative	
35.41a	30.11b	22.00c*	ماده خشک (درصد) Dry matter (%)
53.00c	56.75b	57.91a	هضم پذیری ماده خشک (درصد) Dry matter digestibility (%)
9.00c	9.46b	9.84a	انرژی متابولیسمی (مگاژول بر کیلوگرم) Metabolically energy (MJ.kg ⁻¹)
10.23c	10.78b	11.33a	پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)
8.00b	9.50a	10.00a	خاکستر خام (درصد) Crude ash (%)
60.75a	59.73b	56.50c	فیبر خام (درصد) Crude fiber (%)
38.90a	34.70b	33.40c	دیواره سلولی عاری از همی سلولز (درصد) Acid detergent fiber (%)
0.32c	0.39b	0.46a	سدیم (گرم بر کیلوگرم) Sodium (g.kg ⁻¹)
1.95a	2.02a	2.22a	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم) Potassium (g.kg ⁻¹)
1.00b	1.01b	1.23a	منیزیم (گرم بر کیلوگرم) Magnesium (g.kg ⁻¹)

* در هر ردیف میانگین های دارای حروف غیرمتشابه دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

* Average with non-homologous characters in each row are significant difference at 5% level respectively

همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که هر سه مرحله فنولوژیکی از نظر مقدار منیزیم دارای اختلاف معنی دار ($p \leq 0.05$) می باشند (جدول ۱). مواد معدنی روی هضم و متابولیسم خوراک و سایر مواد مغذی اثر دارند، در این رابطه نقش مواد معدنی به عنوان متعادل کننده محیط داخلی شکمبه و میکروارگانیسم های آن

منیزیم: مقدار منیزیم در علوفه ارزن دمروباهی بین ۰/۹۹۸ تا ۱/۲۳۱ گرم بر کیلوگرم ماده خشک متغیر بود و بالاترین مقدار آن در مرحله رویشی مشاهده گردید. مقدار منیزیم در این گونه در سه مرحله رشد به ترتیب برابر با ۰/۹۹۸، ۱/۰۰۶ و ۱/۲۳۱ است و همانطور که مشخص است با پیشرفت رشد گیاه مقدار منیزیم کاهش یافته است.

کاهش می‌یابد که این کاهش اصولاً به واسطه افزایش نسبی در مواد ساختمانی (دیواره سلولی و لیگنین) و ترکیبات ذخیره‌ای نشاسته‌ای گیاه ایجاد می‌شود (Everitt et al., 1982).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج نشان داد که مراحل مختلف رشد روی کیفیت علوفه تولیدی اثر معنی‌داری داشت؛ بطوریکه کیفیت علوفه در مرحله رویشی بیشتر از کیفیت علوفه در مراحل گل‌دهی و بذردهی بود که بالاتر بودن پروتئین خام، قابلیت هضم ماده خشک، انرژی متابولیسمی و پائین‌تر بودن دیواره سلولی عاری از همی سلولز و فیبر خام در مرحله رویشی تأکیدی بر این مورد است. بنابراین، چنانچه هدف از کشت گونه‌های ارزن استفاده علوفه‌ای و تعلیف دام باشد مصرف علوفه تازه و در مرحله رشد رویشی و یا حداکثر قبل از گلدهی به دلیل راندامان بالاتر پروتئین توصیه می‌شود. این گیاه به دلیل علاقه زیاد دام‌ها به خوردن آن (به دلیل خوشخوراکی و پربرگی)، عملکرد بالای علوفه آن و قابلیت تطابق بالا در نواحی گرمسیری، یک گیاه علوفه‌ای ایده‌آل برای کشت در نواحی گرم و خشک مانند بیرجند می‌باشد، و می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح به عنوان علوفه‌ای مناسب در تغذیه دام مورد استفاده قرار گیرد.

بسیار مهم است (Fazaieli, 1991). با افزایش سن گیاهان مقدار خاکستر و مواد معدنی آن‌ها نیز تغییر می‌کند. در نواحی مختلف جهان غلظت مواد معدنی در گیاهان بستگی به اثر متقابل عوامل متعددی از جمله خاک، گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، اقلیم و اثر متقابل عناصر در جذب دارد (Ranjbari, 1994). در مطالعه حاضر میزان خاکستر کل و مواد معدنی مورد بررسی (سدیم، پتاسیم و منیزیم) همزمان با پیشرفت مرحله رشد و بلوغ گیاه کاهش یافته و حداقل این پارامترها در مرحله بذردهی مشاهده می‌گردد. کل میزان خاکستر یا مواد معدنی با با بلوغ گیاه کاهش می‌یابد، که علت آن این است که با رشد گیاه نیاز بافت‌های الیافی افزایش پیدا کرده و بنابراین کربوهیدرات‌های ساختمانی و لیگنین افزایش می‌یابند که خود سبب کاهش خاکستر می‌گردد (Navid Shad & Jaafari Sayyadi, 1999). مرحله بلوغ گیاه اثر مهمی بر میزان مواد معدنی آن دارد. یکی از مهمترین این اثرات کاهش شدید فسفر هم زمان با بالغ شدن گیاه است، در گیاهان جوان مقدار فسفر، پتاسیم و نیتروژن زیاد است، اما در گیاهان بالغ معمولاً عناصر کلسیم، منگنز، بور و آهن در کیلوگرم ماده خشک گیاه زیاد است (Mousavi, 1996). از آنجا که عامل سن روی جذب مواد معدنی مؤثر است و معمولاً بالاترین سرعت جذب مواد معدنی تقریباً در مرحله رویشی گیاه صورت می‌گیرد، لذا مشخص است با افزایش سن گیاه غلظت عناصر معدنی فسفر، منیزیم، سدیم، مس و روی

منابع

1. Abegunde, T.O., Babayemi, O.J., and Akinsoyinu, A.O. 2011. Nutritive value assessment of *Ficuspolita* and *Panicum maximum* at varying proportions using an in vitro Gaz production method in dry and wet seasons, Pakistan Journal of Nutrition 10(1): 35-39.
2. AOAC. 1992. Official methods of analysis. 13th Ed. Assoc. off. Anal. Chem., Washington, D.C. Vol I. No I.
3. Arzani, H., Zohdi, M., Fish, E., Zahedi Amiri, G., Nikkhah, A., and Wester, D. 2004. Phonological effects on forage quality of five grass species. Journal of Range Management 57: 624-629.
4. Arzani, H. 1994. Some aspects of estimating short term and long term rangeland carrying capacity in the western division of New South Wales. PhD dissertation, University of New South Wales, Australia.
5. Sperger, B. 2001. Fox tail and proso millet. p. 182-190. In: Janick (Ed.). Progress in New crop. ASHS Press. Alendria VA. p. 182-190.
6. Chambliss, C.G., Dunavin, Jr.L.S., and Stanely, R.L. 1999. In: C.G. Chambliss (edition) Florida. Forage Hand Book. University of Florida, Cooperative Extension publications. SP253. University of Florida, Gainesville, p. 47-48.
7. Chen, C.S., Wang, S.M., and Chang, Y.K. 2001. Climatic Factors, Acid Detergent Fiber, Natural Detergent Fiber and Crude Protein Contents in digit grass. Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Brazil.
8. Erfanzade, R. 2001. Study of quality changes of pasture forage (*Trifolium repens* L.) in two phonological stages of flowering and seeding. Proceeding of the Second national Seminar on Range and management in Iran. (In Persian)
9. Everitt, J.H., Alaniz, M.A., and Gerbermann, A.H. 1982. Chemical composition of native range grasses growing on saline soils of the South Texas plains. Journal Range of Management 35(1): 43-46.
10. Fazaieli, H. 1991. Determination of Some Chemical Factors and Grosse Energy of Feed resource in Guilan Province, MSc Dissertation of Ranch, University of Tarbiat Modarres, Iran)In Persian with English Summary)
11. Fribourg, H.A. 1995. Summer Annual Grasses. In: Barnes, R.F. et al. (edition) forages. Vol. 1. An introduction to grassland agriculture. 5th ed. Iowa State University Press, Ames. p. 463-472.
12. Garza, A.J., and Fulbright, T.E. 1988. Comparative chemical composition of Armed saltbush and four wing saltbush. Journal of Range Management 14: 401-403.
13. Ghadaki, M.B., Van Soest, P.J., Dowell, M.C., and Malekpour, B. 1984. Composition and In-vitro digestibility of

- rangeland and grasses, legumes, forbs and plant in Iran. Cornell University Ithaca New York 1985. 24 pp.
14. Grant, R., and Anderson, B., and Rosby, R., and Madder, T. 1997. Testing livestock feeds for beef cattle. Dairy Cattle, Sheep and Horses G 89-915.
15. Iqbalsultani, J., Rahim, I.U., Yaqoob, M.A., Nawaz, H., and Hameed, M. 2008. Nutritive value of free rangeland grasses of Northern grasslands of Pakistan. Pakistan Journal of Botany 40(1): 249-258.
16. Karimi, H. 1995. Weed Plants in Iran. First printing, Tehran University Press, Iran. (In Persian)
17. Kazemiarbat, H. 2005. Grain morphology and anatomy. Volume II. First printing, Tabriz University Press, Iran (In Persian)
18. Khalil, J.K., Saxay, W.N., and Heyder, S.Z. 1986. Nutrient composition of atriplex leaves growing in Saudi Arabia. Journal of Range Management 30: 204-217.
19. May, K.W. 1998. Growth and forage quality of three bromus species native to Western Canada. Plant Science 78: 597-603.
20. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. 1995. Animal Nutrition, Longman Scientific and Technical, Fifth edition.
21. Modirshanechi, M. 2004. Production and Management of Forage Plants (Translated). Fourth edition. Razavi Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)
22. Mousavi, M.A. 1996. Determination of Chemical compound and raw energy of live stock and poultry food in Kermanshah Province. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
23. Navidshad, B., and Jaafari Sayyadi, A. 1999. Animal Nutrition (Translated). Sixth edition. Farhange Jamea Publication, Iran. (In Persian)
24. Oddy, V.U., Roberts, G.E., and Low, S.G. 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber and nitrogen content of a feed, common wealth Agriculture Bureux. Australia 295-298.
25. Qurchy, T. 1995. Determination of chemical compositions and digestibility of Dominant plant Isfahan's pastures. MSc Dissertation of Ranch, Faculty of Natural Resources, Technology University of Isfahan, Iran. (In Persian with English Summary)
26. Ranjbari, A.R. 1994. Determination of mineral elements in dominant pasture plants in four major regions of Isfahan Province. , MSc. Dissertation. Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
27. Rashed Mohassel, M.H., Hosseini, M., Abdi, M., and Mollafilabi, A. 1995. Agricultural Crops (Translated). First Publication. Jihad Daneshgahi Mashhad University Press, Mashhad, Iran. (In Persian)
28. Relling, E.A., Niekerk, W.A., Coertze, R.J., and Rethman, N.F.G. 2001. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton The influence of stage of maturity on diet selection, intake and rumen fermentation in sheep. South African Journal of Animal Science 31(2): 85-91.
29. Rhodes, B.D., and Sharrow, S.H. 1990. Effect of grazing by sheep on the quality and quality of forage available to big game in oregon coast range. Journal of Range Management 43: 235-237.
30. Safari, F. 2007. The effect of planting date and shrub density on forage fox tail millet, MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran. (In Persian with English Summary)
31. Sarwar, M., Nisa, M., Khan, M.A., and Mushtaque, M. 2006. Chemical Composition, herbage yield and nutritive value of *Panicum antidotale* and *Pennisetum orientale* for nili buffaloes at different clipping intervals. Asian-Australian Journal of Animal Science 2: 176-180.
32. Shekari, A. 2001. Plant density and planting date on yield and yield components of fox tail millet, MSc dissertation. University of Islamic Azad, Varamin Branch, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
33. Standing Committee on Agriculture. 1990. Feeding standards for Australian livestock ruminants, CSIRO, Australian.
34. Stodart, L.A., Cook, C.V., and Harris, L.E. 1975. Determining the digestibility and metabolically energy of winter range plant by sheep. Journal of Animal Science 11: 578-590.



ارزیابی تأثیر همزیستی با میکوریزا بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس دو گونه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و زنیان (*Carum copticum* L.) تحت تأثیر مقادیر نیتروژن

جواد شباهنگ^۱، سرور خرم دل^{۲*} و رحمت اله قشم^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر همزیستی میکوریزایی و سطوح کود نیتروژن بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و اسانس دو گونه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) و زنیان (*Carum copticum* L.) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. میکوریزا در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح) و کود نیتروژن (بصورت اوره) در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. خاک حاوی میکوریزا (*Glomus intraradices*) به میزان ۲۰۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت، در زیر بذر قرار داده شد. اوره در دو مرحله زمان کاشت و یک‌ماه پس از آن به خاک افزوده شد. صفات مورد بررسی شامل اجزای عملکرد (شامل تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک، دانه وز وزن هزار دانه)، عملکرد بیولوژیک و دانه، شاخص برداشت و محتوی و عملکرد اسانس رازیانه و زنیان بودند. نتایج نشان داد که اثر ساده تلقیح با میکوریزا و نیتروژن بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و محتوی و عملکرد اسانس رازیانه و زنیان معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش ۳۵ و ۸۵ درصدی عملکرد دانه و بهبود ۳۴ و ۳۰ درصدی محتوی اسانس رازیانه و زنیان در مقایسه با شاهد شد. با افزایش مصرف نیتروژن، خصوصیات رشدی هر دو گونه دارویی بهبود و محتوی اسانس کاهش یافت. بطوریکه بیشترین عملکرد دانه رازیانه و زنیان در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب برابر با ۱/۴ و ۰/۸ تن در هکتار و کمترین میزان آن برای تیمار بدون مصرف نیتروژن به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۰/۶ تن در هکتار مشاهده شد. اثر متقابل همزیستی میکوریزایی و سطوح کود نیتروژن معنی‌دار نبود. بطور کلی، تلقیح با میکوریزا بدلیل توسعه سیستم ریشه‌ای و فراهمی عناصر غذایی بویژه فسفر باعث بهبود عملکرد کمی و کیفی هر دو گونه دارویی در مقایسه با شاهد شد. همچنین مصرف نیتروژن نیز با افزایش رشد رویشی، منجر به بهبود فتوسنتز و عملکرد کمی شد، ولی کاهش درصد اسانس را به دنبال داشت.

واژه‌های کلیدی: سیستم ریشه‌ای، فسفر، کشاورزی اکولوژیک، متابولیت ثانویه

مقدمه

می‌باشند (Azizi, 2000). در همین راستا، نتایج برخی تحقیقات (Abd El-Wahab, 2007) نشان داده است فرآیندهای بیوشیمیایی گیاهان دارویی که تعیین‌کننده کمیت و کیفیت است، به محتوی عناصر غذایی خاک بستگی دارد. بنابراین، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد مطلوب گیاه جهت دستیابی به عملکرد قابل قبول امری ضروری می‌باشد.

نیتروژن یکی از اصلی‌ترین عناصر محدودکننده رشد گیاهان محسوب می‌شود (Gliessman, 1997). نتایج مطالعات عبدالوهاب (Abd El-Wahab, 2007) نشان داد که مصرف نیتروژن باعث بهبود رشد رویشی و عملکرد زنیان (*Carum copticum* L.) شد. پیکاکلیا و همکاران (Piccaglia et al., 1993) بیان داشتند که استفاده از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث بهبود خصوصیات رویشی و کاهش محتوی اسانس نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) شد.

اگرچه گیاهان دارویی از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های طبیعی ایران بوده‌اند که این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند، با این‌وجود کاشت این گیاهان در نظام‌های کشاورزی از سابقه چندانی برخوردار نیست. در تولید گیاهان دارویی، علاوه بر شرایط آب و هوایی، عوامل خاک به ویژه عناصر غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد، زیرا عناصر غذایی با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارند، نسبت اندام‌های زایشی به رویشی را تغییر داده و از این طریق بر کمیت و کیفیت محصول مؤثر

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری بوم شناسی زراعی و استادیارگروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

نتایج برخی بررسی‌ها نیز نشان داده است که نیتروژن بطور معنی‌داری باعث افزایش وزن خشک گونه‌های مختلف نعنای شد، در حالی که مصرف این عنصر، کاهش میزان اسانس را به دنبال داشت (Atanasov et al., 1979; Clark & Menary, 1980; Saxena & Sing, 1995). بدین ترتیب، اگرچه نیتروژن یکی از عناصر مؤثر در افزایش تولید گیاهان محسوب می‌شود، ولی مصرف مقادیر بالای این عنصر اثرات نامطلوبی بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی دارد. لذا بایستی میزان مطلوب این عنصر جهت دسترسی به سطح مطلوب عملکرد کمی و کیفی تعیین گردد.

یکی دیگر از عناصر ضروری برای بهبود رشد و دسترسی به عملکرد مطلوب گیاهان دارویی، فسفر می‌باشد. وانس و همکاران (Vance et al., 2003) بیان داشتند که کمبود فسفر باعث کاهش ۳۰-۴۰ درصدی عملکرد شد. ساردانس و همکاران (Sardans et al., 2005) با بررسی فراهمی فسفر بر رشد و گلدهی رزماری (*Rosemarinus officinalis* L.) گزارش کردند که افزایش فسفر باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه شده و تأثیر مثبتی بر گلدهی گیاه داشت. بنابراین، اگر چه استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند باعث بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاهان شود، ولی با توجه به افزایش هزینه‌های تولید، آلودگی‌های زیست محیطی و همچنین تأثیر سوء کودهای شیمیایی بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی، استفاده از کودهای آلی برای بهبود حاصلخیزی خاک مفید بنظر می‌رسد. لذا در سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای به کاربرد کودهای بیولوژیکی شده است. کودهای بیولوژیکی که در قالب میکروارگانیسم‌های خاکریزی و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها به خاک افزوده می‌شوند و رابطه همزیستی با گیاه میزبان برقرار می‌کنند، بدلیل تثبیت نیتروژن، فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی از جمله روی و گوگرد (Manaffee & Kloepper, 1994) موجب رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌شوند. میکوریزا یکی از مهمترین کودهای بیولوژیک است که اثرات مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان همزیست دارد (Harrier & Watson, 2004; Gosling et al., 2006). افزایش سطح فعال سیستم ریشه‌ای برای بهبود جذب آب و عناصر غذایی به ویژه در شرایط کمبود فسفر (Kapoor et al., 2007)، افزایش فتوسنتز (Copetta et al., 2006) و بهبود مقاومت نسبت به بروز تنش‌های محیطی (Feng et al., 2002; Pinior et al., 2007; El-Mougy et al., 2005)، بهبود خصوصیات خاک (Celik et al., 2004) نمونه‌هایی از نقش این نوع قارچ همزیست می‌باشد. کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) گزارش نمودند که تلقیح با میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار تعداد چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه رازیانه (*Fueniculum vulgare*) (Mill. 2006) شد. نتایج مطالعه کوپتا و همکاران (Copetta et al., 2006) نشان داد که ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، زیست توده، طول و

میزان انشعابات جانبی ریشه و محتوی اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تلقیح با سه گونه میکوریزا بهبود یافت. گیوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) نیز بیان داشتند که تلقیح گیاهچه‌های نعنای با میکوریزا قبل از انتقال نشاء، باعث بهبود خصوصیات رویشی گیاه شد. آن‌ها دلیل این امر را به تأثیر مطلوب همزیستی بر بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای نشاهای نعنای مربوط دانستند. نتایج مطالعه کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2002) روی تلقیح دو گونه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) و زنیان نشان داد که همزیستی با میکوریزا بهبود زیست توده هر دو گیاه دارویی را در مقایسه با شاهد به دنبال داشت. راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) نیز دریافتند که همزیستی میکوریزایی باعث بهبود قابل ملاحظه عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martinii* L.) شد. خرم‌دل و همکاران با انجام مطالعات مختلف (Khorramdel et al., 2007; Khorramdel et al., 2010) نیز گزارش کردند که تلقیح میکوریزا (*Glomus intraradices*) و دیگر باکتری‌های محرک رشد با بذر سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) باعث بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد این گیاه دارویی شد؛ بطوریکه بیشترین عملکرد دانه برای تیمار ترکیبی میکوریزا و آروسپیریوم مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) اظهار نمودند که تلقیح با کودهای بیولوژیکی باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) شد.

بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیکی به منظور بهبود حاصلخیزی خاک، بتواند علاوه بر بهبود خصوصیات خاک تأثیرات منفی کودهای شیمیایی را بر خصوصیات کیفی گیاهان دارویی کاهش دهد. در همین راستا، غریب و همکاران (Gharib et al., 2008) با بررسی اثر ترکیبی تعدادی از کودهای بیولوژیکی (شامل آروسپیریوم (*Azospirillum brasilenses*)، ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) و دو گونه باکتری حل-کننده فسفات (*Bacillus polymyxa* و *B. circulans*) در ترکیب با کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه دارویی مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) بیان داشتند که استفاده ترکیبی از تیمارهای کودی باعث بهبود خصوصیات رشدی این گونه دارویی شد که این امر با کاهش نیاز به افزودن بیشتر کودهای شیمیایی و تأثیرات منفی ناشی از مصرف این کودها را بر خصوصیات کیفی مرزنجوش کاهش داد. بنابراین، این آزمایش با هدف بررسی اثر تلقیح با قارچ همزیست میکوریزا و سطوح نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی دو گونه دارویی رازیانه و زنیان در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با هدف بررسی اثر همزیستی میکوریزایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس دو گونه دارویی رازیانه و زنیان تحت تأثیر مصرف مقادیر کود نیتروژن در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی $36^{\circ}15'N$ و ارتفاع ۹۸۵ متر) در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

میکوریزا در دو سطح (با تلقیح و بدون تلقیح) و کود نیتروژن به صورت اوره در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. خاک حاوی میکوریزا (*Glomus intraradices*) به میزان ۲۰۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت، زیر بذر قرار داده شد. عملیات کاشت دو گونه به صورت همزمان، روی ردیف‌هایی با طول سه متر و فاصله بین ردیف و روی ردیف به ترتیب برابر با ۵۰ و ۵ سانتی‌متر انجام شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. کود اوره در دو مرحله همزمان با کاشت و یک‌ماه پس از آن همراه با آب آبیاری به خاک افزوده شد. جهت یکنواختی در سبز شدن گیاهچه‌ها، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد انجام شد. در ضمن به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، آبیاری کرت‌ها و بلوک‌ها به طور کاملاً جداگانه صورت گرفت. علف‌های هرز، در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند. بمنظور تعیین عملکرد بیولوژیک و دانه، عملیات برداشت دو گیاه در زمان زرد شدن برگ‌ها و چترها پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گردید. سپس اندام‌های هوایی در هوای آزاد و سایه خشک و بذرها بوجاری شدند. قبل از برداشت، اجزای عملکرد دو گیاه، شامل تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در بوته، تعداد دانه در چترک و وزن هزار دانه از سطح ۰/۲۵ متر مربع اندازه‌گیری و ثبت شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به بیولوژیک محاسبه گردید. پس از آن، ۲۰۰ گرم از بذر هر گونه انتخاب و محتوی اسانس آن با استفاده از کلونجر اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Minitab-ver 13 تجزیه شدند. از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p \leq 0.05$) و نرم‌افزار MSTAT

C جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده نرم-افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد و عملکرد

اثر تلقیح با میکوریزا بر اجزای عملکرد دو گونه دارویی رازیانه و زنیان معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. همزیستی میکوریزایی اجزای عملکرد هر دو گیاه را در مقایسه با عدم تلقیح بهبود بخشید، به طوری که تلقیح با میکوریزا، تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک و دانه رازیانه را به ترتیب برابر با ۲۵، ۳۶، ۱۴ و ۱۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. میزان بهبود این صفات برای زنیان به ترتیب برابر با ۲۸، ۳۴، ۶۱ و ۳۱ درصد بود (جدول ۲). در شرایط تلقیح با میکوریزا دلیل بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای گیاهان همزیست، دسترسی به منابع موجود به ویژه رطوبت و مواد غذایی همچون فسفر افزایش یافته که در نتیجه به دلیل بهبود رشد، افزایش اجزای عملکرد را به دنبال داشته است. کاپور و همکاران (K Kapoor et al., 2004) نیز افزایش اجزای عملکرد رازیانه تحت تأثیر تلقیح با قارچ میکوریزا را به بهبود شرایط تغذیه‌ای برای بوته‌ها به ویژه افزایش فراهمی فسفر مربوط دانستند. نتایج دیگر بررسی‌ها نیز بهبود اجزای عملکرد برخی گیاهان دارویی همچون سیاهدانه (Khorramdel et al., 2010) و ریحان (Copetta et al., 2006) را در شرایط تلقیح با کودهای بیولوژیکی مختلف به ویژه قارچ میکوریزا تأیید کرده است.

سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد هر دو گونه دارویی رازیانه و زنیان داشت ($p \leq 0.01$). افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب بهبود ۱۵، ۲۴، ۲۱ و ۱۵ درصدی به ترتیب برای تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک و دانه رازیانه شد. میزان این افزایش برای زنیان به ترتیب برابر با ۲۰، ۲۱، ۵۳ و ۳۱ درصد بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد که مصرف نیتروژن به عنوان عاملی موثر در بهبود رشد رویشی گیاهان از طریق افزایش تولید سطح اندام‌های فتوسنتزکننده، باعث افزایش میزان جذب نور و در نتیجه بهبود فتوسنتز شده (Taiz & Zeiger, 2006; Lambers et al., 2008) که این امر در نهایت، اجزای عملکرد هر دو گونه را در مقایسه با شرایط بدون مصرف نیتروژن بهبود داده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical criteria of the soil

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) (dS.m ⁻¹) EC	نیتروژن کل Total N	فسفر قابل دسترس Available P (پی پی ام) (ppm)	پتاسیم قابل دسترس Available K	بافت خاک Soil texture
8.03	1.12	126	5.5	112	لوم - سیلتی Loam-silty

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تلقیح با میکوریزا و سطوح نیتروژن بر اجزای عملکرد رازیانه و زنیان

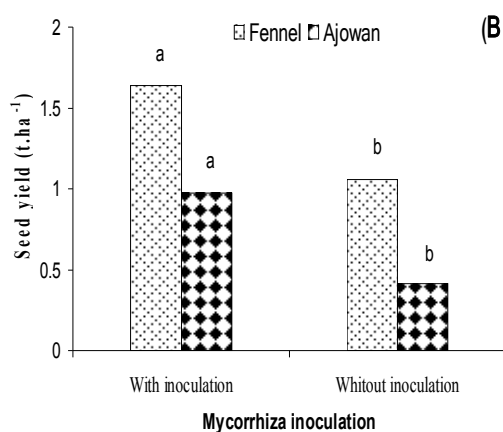
Table 2- Mean comparisons of mycorrhiza inoculation and different nitrogen levels of yield components for fennel and ajowan

رازیانه Fennel						
وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	دانه (تعداد در چترک) Seed (Number.umbellet ⁻¹)	چترک (تعداد در بوته) Umbellet (Number.plant ⁻¹)	چتر (تعداد در بوته) Umbel (Number.plant ⁻¹)	شاخه جانبی (تعداد در بوته) Branch (Number.plant ⁻¹)	تیمار Treatment	
2.92a	7.8a	7.8a	6.3a	4.9a*	با تلقیح With inoculation	میکوریزا Mycorrhiza
2.11b	8.4b	6.8b	4.6b	4.0b	بدون تلقیح Without inoculation	
2.18c	8.6c	6.6c	4.9c	4.1c	0	میزان نیتروژن
2.50b	9.2b	7.3b	5.4b	4.5b	50	(کیلوگرم در هکتار)
2.87a	9.9a	8.0a	6.0a	4.7a	100	Nitrogen level (kg.ha ⁻¹)
زنیان Ajowan						
وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	دانه (تعداد در چترک) Seed (Number.umbellet ⁻¹)	چترک (تعداد در بوته) Umbellet (Number.plant ⁻¹)	چتر (تعداد در بوته) Umbel (Number.plant ⁻¹)	شاخه جانبی (تعداد در بوته) Branch (Number.plant ⁻¹)	تیمار Treatment	
0.27a	14.0a	9.7a	39.2a	4.7a	با تلقیح With inoculation	میکوریزا Mycorrhiza
0.18b	10.7b	6.0b	29.2b	3.6b	بدون تلقیح Without inoculation	
2.5c	10.8c	6.3c	31.5c	3.8c	0	میزان نیتروژن
2.9b	12.0b	7.5ab	34.2b	4.1b	50	(کیلوگرم در هکتار)
3.7a	14.2a	9.7a	37.5a	4.6a	100	Nitrogen level (kg.ha ⁻¹)

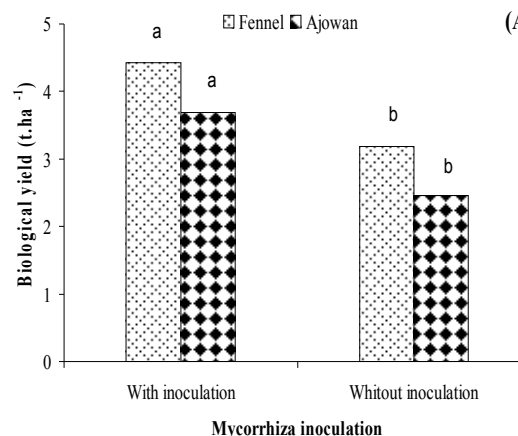
* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، برای هر جزء و هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند (p≤0.05).

* Means with different letters in each column, for each component and each species have not significantly different based on Duncan's test (p≤0.05).

می‌باشد. علاوه بر این، با مقایسه درصد بهبود اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیک و دانه این دو گیاه دارویی در پاسخ به همزیستی با میکوریزا، مشخص است که تلقیح با میکوریزا تأثیر بیشتری بر بهبود رشد زنیان در مقایسه با رازیانه داشته است. چنین به نظر می‌رسد که دلیل این امر احتمالاً مربوط به نیاز بالاتر زنیان در مقایسه با رازیانه به عناصر غذایی قابل دسترس در خاک می‌باشد که این امر، پس از تلقیح با میکوریزا بدلیل واکنش بهتر و بیشتر این گونه دارویی، بهبود عملکرد دانه را به دنبال داشته است.



اثر تلقیح با میکوریزا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک هر دو گونه دارویی رازیانه و زنیان معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. همزیستی میکوریزایی باعث بهبود عملکرد بیولوژیک رازیانه و زنیان به ترتیب برابر با ۳۹ و ۵۰ درصد و بهبود عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۳۵ و ۵۸ درصد در مقایسه با عدم تلقیح شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که همزیستی با میکوریزا به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز (Richter et al., 2006; Copetta et al., 2005)، باعث افزایش راندمان انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن شده که این امر منجر به افزایش عملکرد این گیاهان دارویی شده است. نتایج تحقیق گیوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) نیز مؤید بهبود عملکرد گیاهان تلقیح شده با میکوریزا



شکل ۱- اثر تلقیح با میکوریزا بر (الف) عملکرد بیولوژیک و (ب) اقتصادی رازیانه و زنیان

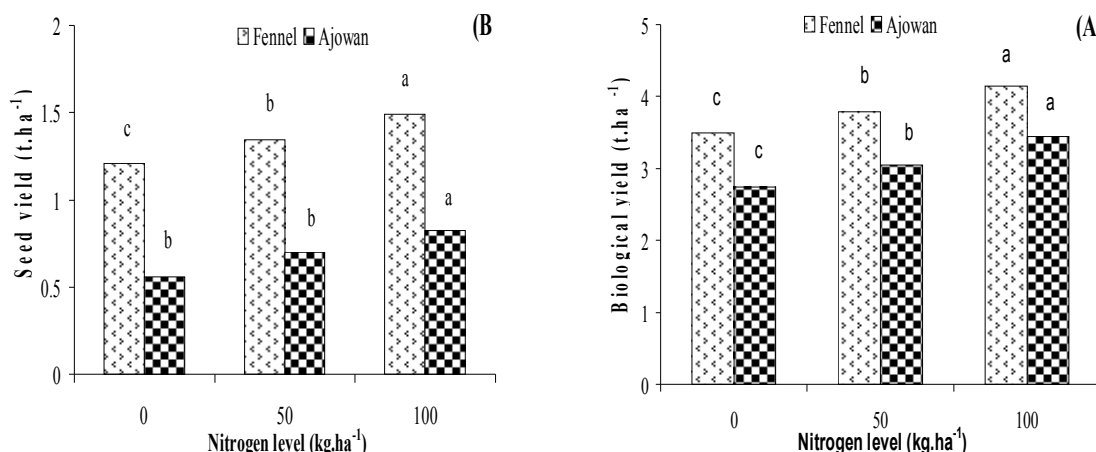
Fig. 1- Effect of mycorrhiza inoculation on (A) biological and (B) seed yield of fennel and ajowan

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($P \leq 0.05$).

Means with different letters in each shape and for each species have significantly different based on Duncan's test ($P \leq 0.05$).

سطوح مختلف مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک و دانه رازیانه و زنیان داشتند ($p \leq 0.01$). افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۱۹ و ۲۶ درصدی عملکرد بیولوژیک رازیانه و زنیان شد (شکل ۲-الف). مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد دانه رازیانه و زنیان را به ترتیب برابر با ۲۳ و ۴۷ درصد در مقایسه با شاهد بهبود داد (شکل ۲-ب). مصرف نیتروژن بدلیل تأثیر بر تحریک رشد رویشی و به ویژه تولید سطح برگ، میزان تولید مواد فتوسنتزی را بهبود داده که افزایش عملکرد این دو گونه دارویی را به دنبال داشته است (Atanasov et

al., 1979; Abd El-Wahab, 2007). برخی تحقیقات نیز بهبود رشد و عملکرد زنیان را در پاسخ به مصرف کود نیتروژن تأیید کرده است (Atanasov et al., 1979; Clark & Menary, 1980; Abd El-Wahab, 2007). همچنین با توجه به واکنش بیشتر زنیان در شرایط مصرف نیتروژن و همزیستی میکوریزایی بنظر می‌رسد که احتمالاً نیاز به عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر در این گیاه دارویی بالاتر از رازیانه می‌باشد که در نتیجه باعث واکنش بیشتر این گونه نسبت به تلقیح با میکوریزا و مصرف نیتروژن شده است.

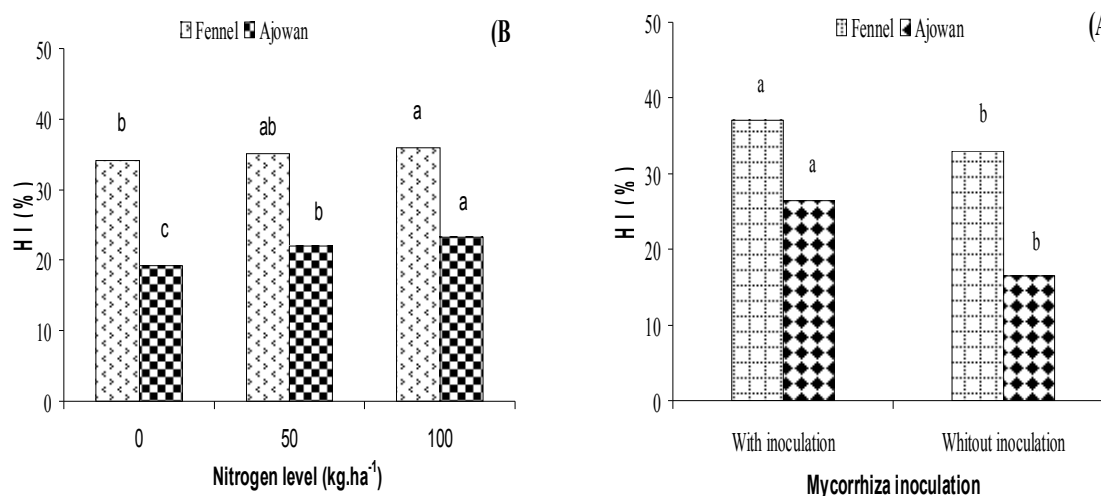


شکل ۲- اثر سطوح نیتروژن بر (الف) عملکرد بیولوژیک و (ب) عملکرد اقتصادی رازیانه و فانیل

Fig. 2- Effect of nitrogen levels on (A) biological yield and (B) seed yield of fennel and ajowan

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($P \leq 0.05$).

Means with different letters in each shape and for each species have significantly different based on Duncan's test ($P \leq 0.05$).



شکل ۳- اثر (الف) تلقیح با میکوریزا و (ب) سطوح نیتروژن بر شاخص برداشت رازیانه و فانیل

Fig. 3- Effect of (A) mycorrhiza inoculation and (B) nitrogen levels on harvest index of fennel and ajowan

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($P \leq 0.05$).

Means with different letters in each shape and for each species have significantly different based on Duncan's test ($P \leq 0.05$).

Gosling et al., 2006; Khorramdel et al., 2007; Khorramdel et al., 2010

سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر شاخص برداشت رازیانه و فانیل داشت. افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث بهبود ۵ و ۲۱ درصدی شاخص برداشت رازیانه و فانیل شد (شکل ۳). اگرچه مصرف نیتروژن باعث بهبود عملکرد دانه و بیولوژیک هر دو گونه دارویی رازیانه و فانیل شد، ولی با توجه به بهبود شاخص برداشت به نظر می‌رسد که میزان افزایش

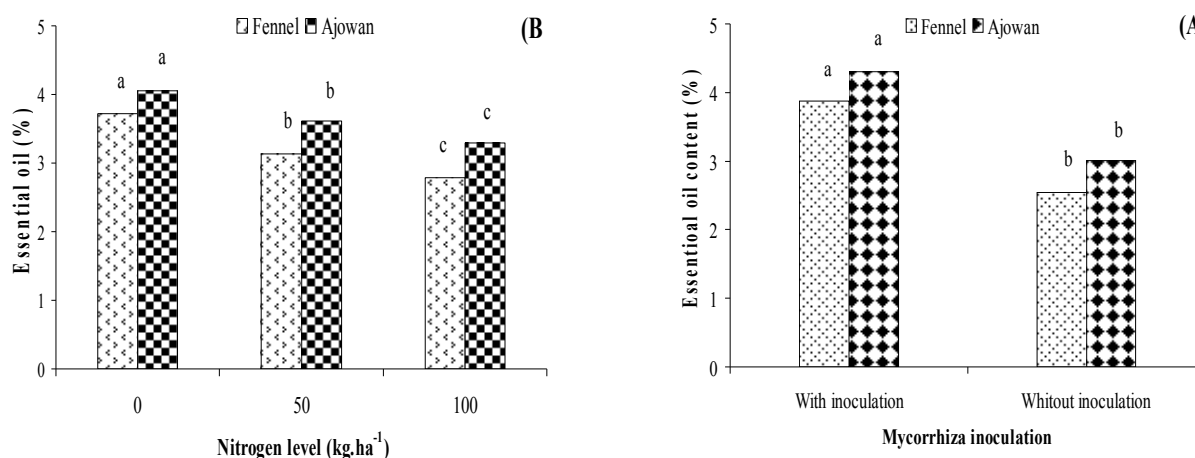
اثر تلقیح با میکوریزا بر شاخص برداشت رازیانه و فانیل معنی‌دار بود. بنظر می‌رسد همزیستی میکوریزایی با تأثیر بیشتر بر بهبود عملکرد دانه از طریق افزایش ذخیره مواد فتوسنتزی در مقایسه با عملکرد بیولوژیک این دو گیاه دارویی موجب افزایش شاخص برداشت شده است؛ بطوریکه تلقیح باعث افزایش شاخص برداشت به ترتیب برای رازیانه و فانیل در مقایسه با عدم تلقیح شد (شکل ۳). نتایج برخی از بررسی‌ها نیز تأثیر مثبت میکوریزا بر خصوصیات کمی گیاهان همزیست را اثبات کرده است (Harrier et al., 2004;)

عملکرد دانه هر دو گونه در پاسخ به مصرف این عنصر ضروری در مقایسه با عملکرد بیولوژیک بالاتر بوده که در نتیجه افزایش این صفت را موجب گردیده است. نتایج برخی بررسی‌ها نیز بهبود رشد و عملکرد تعدادی از گیاهان دارویی را در پاسخ به مصرف کود نیتروژن تأیید کرده است (Atanasov et al., 1979; Clark & Menary, 1980; Abd El-Wahab, 2007).

محتوی و عملکرد اسانس

اثر تلقیح با میکوریزا بر محتوی اسانس رازیانه و زنیان معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$). محتوی اسانس رازیانه و زنیان در شرایط تلقیح با میکوریزا به ترتیب برابر با ۳/۹ و ۴/۳ درصد بود که باعث بهبود ۳۴ و ۳۰ درصدی محتوی اسانس رازیانه و زنیان در مقایسه با شاهد شد (شکل ۴-الف). تلقیح با میکوریزا از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و همچنین تولید برخی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (Copetta et al., 2006; Kapoor et al., 2007) منجر به افزایش درصد اسانس رازیانه و زنیان شده است. درزی و همکاران (Darzi et al., 2008) بیان داشتند که تلقیح با میکوریزا باعث افزایش محتوی اسانس رازیانه (۳/۸۸ درصد) شد. نتایج دیگر بررسی‌ها (Richter et al., 2005; Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007; Darzi et al., 2008; Gharib et al., 2008) نیز بهبود میزان اسانس برخی گونه‌های دارویی را در شرایط تلقیح با انواع ریزوموجوئات خاکزی اثبات کرده است.

سطوح مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر میزان اسانس رازیانه و زنیان داشت. با افزایش کاربرد نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم میزان اسانس رازیانه و زنیان به ترتیب برابر با ۲۴ و ۲۰ درصد کاهش یافت (شکل ۴-ب). نتایج برخی از بررسی‌ها نیز کاهش محتوی اسانس برخی از گونه‌های دارویی از جمله زنیان (Abd El-Wahab, 2007)، ریحان (Alder et al., 1989) و نعناع فلفلی (Clark & Menary, 1980) را در صورت افزایش مصرف فرم‌های مختلف نیتروژن تأیید کرده است.

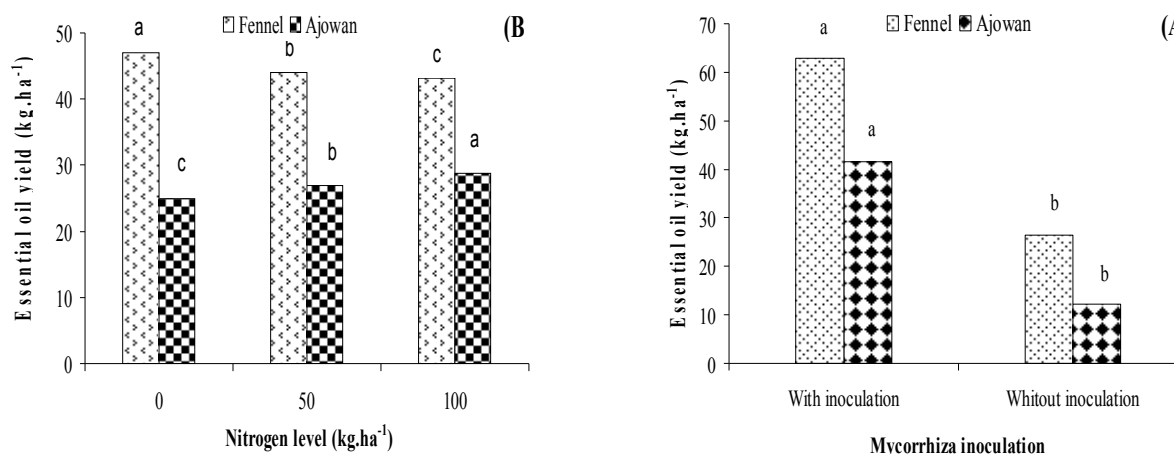


شکل ۴- اثر (الف) تلقیح با میکوریزا و (ب) سطوح نیتروژن بر محتوی اسانس رازیانه و زنیان
Fig. 4- Effect of (A) mycorrhiza inoculation and (B) nitrogen levels on essential oil content of fennel and ajowan

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($P \leq 0.05$).
Means with different letters in each shape and for each species have significantly different based on Duncan's test ($P \leq 0.05$).

گیاهان دارویی را تأیید نموده است (Copetta et al., 2006; Darzi et al., 2008; Gharib et al., 2008).
اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد اسانس رازیانه و زنیان معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم عملکرد اسانس رازیانه هشت درصد کاهش و عملکرد اسانس زنیان ۱۶ درصد افزایش یافت.

اثر تلقیح با میکوریزا بر عملکرد اسانس هر دو گونه دارویی معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود. تلقیح با میکوریزا عملکرد اسانس رازیانه و زنیان را به ترتیب برابر با ۵۷ و ۸۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۵-الف). تلقیح با میکوریزا به دلیل تأثیر مثبت بر بهبود رشد و عملکرد دانه (شکل ۱) و محتوی اسانس (شکل ۴-الف)، در نهایت باعث افزایش عملکرد اسانس هر دو گونه دارویی در مقایسه با شاهد شد. نتایج برخی تحقیقات نیز بهبود عملکرد اسانس تعدادی از



شکل ۵- اثر (الف) تلقیح با میکوریزا و (ب) سطوح نیتروژن بر عملکرد اسانس رازیانه و فانیل
Fig. 5- Effect of (A) mycorrhiza inoculation and (B) nitrogen levels on essential oil yield of fennel and ajowan

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر شکل و برای هر گونه، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن دارند ($P \leq 0.05$).

Means with different letters in each shape and for each species have significantly different based on Duncan's test ($P \leq 0.05$).

کود دامی و کمپوست را مدنظر قرار داد.

نتیجه‌گیری

از آنجا که جذب بهتر آب و عناصر غذایی منوط به وجود سیستم ریشه‌ای گسترده می‌باشد، چنین به نظر می‌رسد که عدم گستردگی سیستم ریشه‌ای رازیانه و فانیل و همچنین پایین بودن محتوای فسفر خاک، زمینه را برای فعالیت بهتر قارچ همزیست میکوریزا فراهم کرده که در نتیجه تلقیح با این قارچ منجر به تولید برخی مواد محرک رشد، توسعه سیستم ریشه‌ای و در نتیجه جذب بهتر عناصر غذایی و به ویژه فسفر شده که در نهایت باعث بهبود رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد اسانس هر دو گونه دارویی رازیانه و فانیل شده است. اگر چه مصرف نیتروژن به دلیل تأثیر مثبت بر رشد و تولید مواد فتوسنتزی باعث افزایش عملکرد دانه شد، ولی کاهش درصد اسانس این دو گیاه دارویی را به دنبال داشت. همچنین به نظر می‌رسد به منظور بهبود رشد گیاهان در شرایط تلقیح با میکوریزا و کودهای بیولوژیکی بهتر است مصرف کودهای آلی نظیر کود دامی را مدنظر قرار داد.

اگرچه با افزایش مصرف نیتروژن رشد رویشی و در نتیجه عملکرد دانه بهبود یافت (شکل ۲-ب)، ولی به دلیل تأثیر منفی نیتروژن بر محتوای اسانس (Abd El-Wahab, 2007; Alder et al., 1989; Clark & Menary, 1980) مصرف این عنصر در نهایت، کاهش عملکرد اسانس را به دنبال داشت. نتایج برخی دیگر از تحقیقات (Abd El-Wahab, 2007; Yang et al., 2005) نیز کاهش نسبی عملکرد اسانس برخی گونه‌های دارویی در شرایط مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه تحت تأثیر منفی این کودها بر تولید متابولیت‌های ثانویه و مواد مؤثره اثبات کرده است.

با توجه به اینکه اثر متقابل همزیستی میکوریزایی و سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن بر هیچ یک از صفات مورد بررسی در دو گونه دارویی رازیانه و فانیل معنی‌دار نبود، بنظر می‌رسد که استفاده ترکیبی از میکوریزا و کودهای شیمیایی به دلیل تأثیر منفی این کود بر کاهش رشد و جمعیت ریزموجودات مفید خاکزی از جمله میکوریزا (Miller & Jackson, 1998)، نمی‌تواند اثرات مطلوبی بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گونه‌های همزیست به همراه داشته باشد، لذا به نظر می‌رسد به منظور بهبود رشد گیاهان در شرایط تلقیح با میکوریزا و کودهای بیولوژیکی بهتر است مصرف کودهای آلی نظیر

منابع

- 1- Abd El-Wahab, A.M. 2007. Effect of nitrogen and magnesium fertilization on the production of (*Trachyspermum ammi* L.) (Ajowan) plants under Sinai conditions. Journal of Applied Sciences Research 3(8): 781-786.
- 2- Alder, P.R., Simon, J.E., and Wilcox, G.E. 1989. Nitrogen form alters sweet basil growth and essential oil content and composition. Horticultural Science 24: 789-790.
- 3- Atanasov, Z., Slavov, S.I., Koseva, D., Decheva, R., and Gargova, N. 1979. Application of single and compound mineral fertilizers to peppermint. Plant Science 1: 61-65.

- 4- Azizi, M. 2000. Study the effect of some environmental and physiological factors on *Hypericum perforatum* L. growth, yield and content of at field and *in vitro* conditions. PhD Thesis of Horticulture, Faculty of Agriculture, Trabiab Modarres University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- 5- Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research* 78(1): 59-67.
- 6- Clark, R.J., and Menary, R.C. 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 31(3): 489-498.
- 7- Clark, R.J., and Menary, R.C. 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 31: 489-498.
- 8- Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza* 16: 485-494.
- 9- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Rejali, F. 2009. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 24(4): 396-413. (In Persian with English Summary)
- 10-El-Mougy, N.S., and Abdel-Kader, M. 2007. Antifungal effect of powdered spices and their extracts on growth and activity of some fungi in relation to damping-off disease control. *Journal of Plant Protection Research* 47(3): 267-278.
- 11-Feng, G., Zhang, F.S., Li, X.L., Tian, C.Y., Tang, C., and Rengel, Z. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza* 12: 185-190.
- 12-Gharib, F.A., Moussa, L.A., and Massoud, O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agriculture and Biology* 10: 381-7.
- 13-Gliessman, S.R. 1997. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Arbor Press 357 pp.
- 14-Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G., and Bending, G.D. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 17-35.
- 15-Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology* 81(1): 77-79.
- 16-Harrier, L.A., and Watson, C.A. 2004. The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Management Science* 60(2): 149-157.
- 17-Kapoor, R., Chaudhary, V., and Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Mycorrhiza* 17:581-587.
- 18-Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 18 (5): 459-463.
- 19-Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology* 93: 307-311.
- 20-Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2007. Application effects of nitrogen and phosphorous biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary)
- 21-Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2007. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(5): 758-766. (In Persian with English Summary)
- 22-Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)
- 23-Lambers, H., Chapin, F.S., and Pones, T.L. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2nd Edition Springer. 604 pp.
- 24-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.). *International Agrophysics* 21: 361-366.
- 25-Manaffee, W.F., and Kloepper, J.W. 1994. Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: "Soil biota management in sustainable farming systems". Eds. By C.E. Paankburst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta, and P.R. Grace. pp. 23-31. CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia.
- 26-Miller, A., and Jackson, L.E., 1998. Survey of vesicular-arbuscular mycorrhizae in lettuce production in relation to management and soil factors. *The Journal of Agricultural Science* 130: 173-182.
- 27-Piccaglia, R., Dellacecca, V., Marotti, M., and Giovannelli, E. 1993. Agronomic factors affecting the yields and the essential oil composition of peppermint (*Mentha X piperita* L.). *ISHS Acta Horticulturae* 344: International

Symposium on Medicinal and Aromatic Plants.

- 28-Pinior, A., Grunewaldt-Stocker, G., Von Alten, H., and Strasser, R.J. 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, praline content and visual scoring. *Mycorrhiza* 15(8): 596-605.
- 29-Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by *Rhizobacteria*, AMF and *Azospirillum* inoculation. *Microbiological Research* 156: 145-149.
- 30-Richter, J., Stutzer, M., and Schellenberg, I. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7th September, Budapest, Hungary.
- 31-Sardans, J., Roda, F., and Penuelas, J. 2005. Effect of water and a nutrient pulse supply on *Rosemarinus officinalis* growth, nutrient content and flowering in the field. *Environmental and Experimental Botany* 53: 1-11.
- 32-Saxena, A., and Sing, J.N. 1995. Effects of irrigation, mulch and nitrogen on yield and composition of corn mint (*Mentha arvensis* L. sub sp. Haplocalyx var. piperascens) oil. *Blackwell Wissenschafts-Verlag-Berlin* 183-188.
- 33-Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*. The Benjamin Publishing Co. 764 pp.
- 34-Vance, C.P., Uhde-Stone, C., and Allan, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptation by plants for securing a non- renewable resource. *New Physiology* 157: 423-447.
- 35-Yang, M.S., Tawaha, A.R.M., and Lee, K.D., 2005. Effects of ammonium concentration on the yield, mineral content and active terpene components of *Chrysanthemum coronarium* L. in a hydroponic system. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 1(2): 170-175.



ارزیابی اولیه برخی کنه‌های اریوفید عامل کنترل بیولوژیکی چند گونه علف هرز مهاجم در شمال شرقی ایران

قربانعلی اسدی^۱، سرور خرم دل^{۱*} و رضا قربانی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر و امن در مدیریت علف‌های هرز مدنظر قرار گیرد. بمنظور دستیابی به روش‌های غیرشیمیایی مبتنی بر بهره‌گیری از اصول اکولوژیک و امکان‌سنجی کنترل بیولوژیکی تعدادی از گونه‌های علف هرز مهاجم با استفاده از کنه‌های اریوفید، مطالعات صحرایی در مناطق مختلف استان‌های خراسان رضوی و شمالی در بهار سال ۱۳۸۹ انجام شد. بمنظور جمع‌آوری کنه‌ها، در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی گونه‌های هرز، ۲۰ بوته کامل همراه با ریشه از داخل خاک خارج و برای بررسی احتمال آلودگی به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج نشان داد که کنه گالزا از مک (Acarina: Eriophyidae) (*A. drabae* Nalepa, 1890) به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی مناسب برای کنترل این گونه هرز معرفی گردید؛ به‌طوری‌که این کنه گالزا با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی و در نتیجه به دلیل تضعیف کردن این گیاه هرز، در نهایت باعث کاهش تعداد بذرها شد. کنه گالزا قندرون (Acarina: Eriophyidae) (*A. chondrillae* (G. Can.)) به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی مناسب برای کنترل گیاه هرز قندرون معرفی گردید، بطوریکه این کنه با حمله به جوانه‌های گل قندرون و تبدیل جوانه‌های زایشی به گال باعث جلوگیری از تشکیل بذر شد. بدین ترتیب، چنین به‌نظر می‌رسد که بتوان از پتانسیل کنه‌های اریوفید اختصاصی برای کاهش آلودگی و کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز و گونه‌های مهاجم بهره جست.

واژه‌های کلیدی: دشمن طبیعی، علف هرز، کنترل غیرشیمیایی، کنه گالزا

مقدمه

نیم قرن گذشته عمدتاً بر حذف و کنترل علف‌های هرز متمرکز شده است (Froude, 2002). با این وجود، تلاش‌های رایج بمنظور حذف این گونه‌های نامطلوب با استفاده از انواع علف‌کش‌های شیمیایی، اگرچه منجر به کاهش رقابت این گونه‌های گیاهی شده است، ولی افزایش آلودگی‌های زیست محیطی، افزایش هزینه‌های تولید، مقاومت تعدادی از گونه‌های علف هرز نسبت به مصرف این مواد شیمیایی، حذف گونه‌های غیرهدف و کاهش تنوع زیستی را نیز به دنبال داشته است (Liebman et al., 2001). علاوه بر این، برخی محققین بر این باورند که علف‌های هرز گونه‌هایی لازم در بوم‌نظام‌های زراعی و طبیعی هستند، به‌طوری‌که عدم حضور آنها منجر به بروز تغییرات جدی در زیستگاه و برهم خوردن روابط و زنجیره‌های غذایی می‌گردد (Albrecht, 2003)، لذا حفظ جمعیت آنها در آستانه مشخص، بایستی مورد توجه قرار گیرد تا حضور آنها بدون تأثیر منفی بر رشد و عملکرد گیاه زراعی بتواند تأثیرات مثبتی بر بقای دیگر موجودات بوم‌نظام داشته باشد. به همین دلیل امروزه توجه به استفاده از انواع روش‌های غیرشیمیایی و راهکارهای سازگار با محیط زیست

علف‌های هرز از طریق رقابت برای جذب نور، آب، عناصر غذایی و فضا باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند و از طریق آلودگی محصول به علف‌های هرز و همچنین افزایش خسارت آفات و بیماری‌ها، کاهش کیفیت محصول را نیز به دنبال دارند (Hobbs & Bellinder, 2004; Rathke et al., 2006; Radosevich et al., 1997). به علاوه، از آنجا که تعدادی از علف‌های هرز در ایجاد کانوپی به مراتب سریع‌تر از گیاه زراعی عمل می‌کنند، در رقابت بسیار موفق‌تر از گیاه زراعی خواهند بود که این امر منجر به کاهش بیشتر رشد و عملکرد آنها می‌گردد (Zimdahl, 1993). بنابراین، انسان همواره درصدد نابودی این گیاهان بوده است. به‌طوری‌که اکثر تحقیقات در

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
* - نویسنده مسئول:
(E-mail: khorramdel@um.ac.ir)

برای مدیریت علف‌های هرز رو به گسترش است. در همین راستا، به منظور دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، توجه به سایر روش‌های مدیریت علف‌های هرز از جمله کنترل بیولوژیکی^۱ افزایش یافته است (Smith et al., 2010).

کنترل بیولوژیکی، روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیک قادر است تا با بکارگیری دشمنان طبیعی^۲ نظیر حشرات و عوامل بیماری‌زای گیاهی، تراکم علف‌های هرز را زیر سطح آستانه زیان اقتصادی نگه دارد (Gooden & Andres, 1999). در واقع، هدف کنترل بیولوژیکی ریشه‌کن کردن^۳ علف‌های هرز نیست، بلکه استقرار عامل کنترل بیولوژیکی در طول زمان و کاهش تراکم آنها به زیر سطح زیان اقتصادی می‌باشد، به‌طوری‌که در توازن جوامع مداخله ننموده و تنوع زیستی نیز کمتر دچار صدمه گردد. علاوه بر این عوامل کنترل بیولوژیکی بر خلاف علف‌کش‌های شیمیایی، باعث افزایش تنش و فشار روی علف‌های هرز شده و در زیستگاه‌های طبیعی مانع رشد و استقرار بیشتر گیاهان هرز و به‌ویژه گونه‌های مهاجم می‌شوند (Wyss, 1997).

اگرچه تنوع دشمنان طبیعی قابل استفاده برای کنترل بیولوژیکی زیاد می‌باشد، ولی برخی محققین (Froude, 2002; Hayes, 2005) بندهایان را بعنوان مهمترین عوامل بیولوژیکی برای کنترل علف‌های هرز معرفی کرده‌اند. در میان بندهایان، معمولاً کنه‌ها به عنوان گونه‌های بسیار مؤثری در کنترل علف‌های هرز مدنظر قرار می‌گیرند. جولین (Julien, 1987) با جمع‌آوری و تهیه فهرستی از بی‌مهرگان گیاه‌خوار مؤثر در زمینه کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز در دنیا، گزارش نمود که ۲۵۹ گونه از بی‌مهرگان معرفی شده‌اند که از این میان ۲۵۶ گونه حشره و پنج گونه کنه گیاهی بوده‌اند. در بین کنه‌های گیاهی، کنه‌های اریوفید^۴ که کنه‌های بسیار ریزی هستند، به میزان زیادی در زمینه کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز، مورد توجه حشره‌شناسان و متخصصان علوم علف‌های هرز قرار گرفته‌اند. کنه‌های اریوفید به دلیل سرعت بالای رشد و تکثیر، قادرند اندام‌های مختلف زایشی و رویشی گیاهان را تخریب کنند. علاوه بر این، از آنجا که این کنه‌ها بسیار ریز هستند و ب راحتی با باد منتشر می‌شوند، لذا دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز می‌باشند (Lindquist et al., 1996; Rosen & Huffaker, 1983). تمام جنس‌ها و گونه‌های مختلف خانواده اریوفید، گیاه‌خوار بوده و ضمن تغذیه از گیاهان مختلف، با ترشح آنزیم‌های بزاقی موجب پیدایش گال و ضایعات دیگری به صورت نمدی و یا زنگار می‌شوند. برخی از گونه‌ها نیز موجب بدشکلی برگ‌ها، غنچه‌ها و

میوه‌های گیاهان مورد حمله می‌شوند. نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که گونه‌های مختلف کنه اریوفید دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز هستند (Smith et al., 2010; Volkov & Izhevskii, 1996).

کریپس و همکاران (Cripps et al., 2006) با مطالعه اثر *Aceria drabae* Nalepa 1890 روی علف هرز از مگ (L. *Lepidum draba*) مشاهده نمودند که نیچ تغذیه‌ای این کنه از گل‌ها و بذر این گونه است. آنها با بررسی دامنه محدود میزبانی این کنه بیان داشتند که این گونه تک‌خوار می‌باشد. اسمیت و همکاران (Smith et al., 2010) امکان‌سنجی کنترل بیولوژیکی تعداد زیادی از گونه‌های هرز را با استفاده از کنه‌های اریوفید مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. لیدفیلد و همکاران (Littlefield et al., 2001) نیز امکان‌سنجی کنترل بیولوژیکی گونه هرز تلخه (*Acroptilon repens* L.) را با استفاده از گونه‌ای از کنه‌های اریوفید (*A. sobhiani* Sukhareva, 2001) مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. ولکون و ایژوسکی (Volkov & Izhevskii, 1996) استفاده از کنه‌های اریوفید از جمله (*Arthrocnodax* sp.) و کنه گالزا (*A. acroptiloni* Shevchenko & Kakalev, 1974) را به‌عنوان راهکاری اساسی در کنترل بیولوژیکی تلخه مدنظر قرار دادند. اسمیت و همکاران (Smith et al., 2007) در مطالعه‌ای دیگر، با بررسی تأثیر کنه‌های اریوفید بر امکان‌سنجی کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز، بر استفاده از آنها به عنوان راهکاری موفق جهت کنترل مؤثر علف‌های هرز تأکید کردند. اسمیت و همکاران (Smith et al., 2009) کنه اریوفید (*A. salsola*) را به‌عنوان عاملی مناسب برای کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز مهاجم *S. australis* و *S. paulsenii* در آمریکای شمالی معرفی کردند. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2011) نیز با بررسی کنترل بیولوژیکی تلخه با استفاده از کنه گالزا (*A. acroptiloni* Shevchenko & Kakalev, 1974) در مطالعات مختلف صحرایی و مزرعه‌ای بیان داشتند که اثر کنه گالزا بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز تلخه معنی‌دار بود. بطوریکه حمله کنه گالزا باعث کاهش ۶۸ درصدی گل تلخه در شرایط طبیعی شد که این موضوع می‌تواند نقش مؤثری بر کاهش تکثیر و انتشار آن گونه در مناطق مختلف داشته باشد.

با توجه به اهمیت حفظ تنوع زیستی و محیط زیست در زمینه علف‌کش‌های شیمیایی از یک طرف و بکارگیری روش‌های مدیریت پایدار علف‌های هرز و احتمال وجود گونه‌های مختلف بندهایان تحت تأثیر شرایط اقلیمی متنوع کشور از طرف دیگر، این تحقیق با هدف شناسایی و معرفی تعدادی از کنه‌های گیاهی مؤثر برای امکان‌سنجی کنترل بیولوژیکی گونه‌های علف هرز از جمله تلخه، از مگ و قندرون (*Condrilla juncea* L.) در شرایط آب و هوایی استان‌های خراسان شمالی و رضوی طراحی و اجرا شد.

- 1- Biological control
- 2- Natural enemies
- 3- Eradication
- 4- Eriophyidae

مواد و روش‌ها

جستجو برای یافتن عوامل کنترل بیولوژیکی روی گونه‌های مورد نظر

به منظور جمع‌آوری کنه‌های عامل کنترل بیولوژیکی روی گونه‌های هرز مورد نظر، بازدیدهای صحرایی در مناطق مختلف استان‌های خراسان رضوی و شمالی در بهار سال ۱۳۸۹ انجام شد. به این منظور، مناطق مختلف دارای شرایط اقلیمی و توپوگرافی نسبتاً متفاوت در مناطق آلوده به علف‌های هرز هدف مورد بازدید قرار گرفت و نمونه‌برداری به منظور جمع‌آوری کنه‌های مرتبط با این گیاهان هرز انجام شد.

جمع‌آوری کنه‌ها در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاهان و از زیستگاه‌های مختلف هر دو استان، در خاک‌ها و شرایط متفاوت آب و هوایی انجام شد. برای این منظور در هر بازدید ۲۰ بوته کامل علف‌های هرز همراه با ریشه از داخل خاک از هر منطقه به‌طور جداگانه جمع‌آوری و پس از شماره‌گذاری و نوشتن کلیه اطلاعات منطقه و ویژگی‌های گیاهی به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال گونه‌های نمونه‌برداری شده به آزمایشگاه، احتمال آلودگی آنها به دقت مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، تمامی اندام‌های رویشی و زایشی گیاهان هرز مورد نظر از جمله ریشه، ساقه، برگ، گل و بذر با استفاده از استرومیکروسکوپ به دقت مورد بررسی قرار گرفت و آلودگی آنها به کنه بررسی شد. لازم به ذکر است که در این بررسی‌ها فرض بر این بود که بیشترین تعداد دشمنان طبیعی، در مرکز تنوع زیستی و یا روی زیرگونه‌های هدف یافت می‌شوند (Julien, 1987). در آزمایشگاه پس از بررسی، در صورت آلودگی بوته‌های جمع‌آوری شده، کنه‌های مربوطه از روی نمونه گیاهی جمع‌آوری و اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. اسلایدهای تهیه شده برای شناسایی به متخصصین مرکز کنترل بیولوژیکی بین‌المللی CABI سوئیس ارسال شد تا نوع کنه شناسایی گردد. سپس بررسی منابع کامل در رابطه با کنه‌های شناسایی شده انجام شد تا کنه‌های پلی‌فاز که آفات سایر گیاهان زراعی و یا درختان میوه باشند حذف شوند. بدین ترتیب، کنه‌هایی که خاص یک گیاه هرز بوده و احتمالاً منوفاژ بودند به عنوان پتانسیل‌های کنترل بیولوژیکی آن گیاهان هرز معرفی و سایر آزمون‌های مربوط به انتخاب عوامل کنترل بیولوژیکی در مراحل بعدی روی آنها انجام شد تا به عنوان عوامل قطعی کنترل بیولوژیکی گیاه هرز مورد نظر معرفی گردند.

ارزیابی کارایی کنه‌های اریوفید، کاندیدای کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز

به منظور ارزیابی کارایی کنه‌های مورد نظر برای معرفی به عنوان عامل مناسب برای کنترل بیولوژیکی، مناطقی که به طور طبیعی به کنه‌های اریوفید آلوده بودند، انتخاب شد. در پایان فصل و قبل از خشک شدن و تخریب بوته‌ها توسط دام، ۲۰ بوته آلوده و ۲۰ بوته سالم از هر یک از گونه‌های گیاهی مورد مطالعه به طور تصادفی انتخاب و خصوصیات رویشی و زایشی آنها نظیر ارتفاع، تعداد گل، بذر، وزن خشک و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد (Eric et al., 2004). داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C بر اساس طرح-پایه بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار^۲ (LSD) نیز جهت مقایسه میانگین‌ها ($p \leq 0.05$) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج شناسایی کنه‌های گیاهی مؤثر در کنترل بیولوژیکی گونه‌های مهاجم مورد بررسی شامل تلخه، ازمک و قندرون به ترتیب در ذیل ارائه شده است.

اثر حمله کنه گالزای تلخه (*Aceria Acarina: Eriophyidae*) (*acrotiloni* Shevchenko & Kakalev, 1974) بر خصوصیات رویشی و زایشی علف هرز

به منظور تعیین ارزیابی کنه گالزا روی کنترل علف هرز تلخه، اثر حمله این کنه اریوفید بر خصوصیات رویشی و زایشی، اندام‌های مختلف و بویژه گل آن به عنوان عاملی مؤثر بر انتشار و پراکندگی آن مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول و شکل ۱ نشان داده شده است.

اثر کنه گالزای تلخه (*Aceria acrotiloni*) بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز تلخه معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۱)، بطوریکه حمله کنه گالزا باعث کاهش قطر ساقه، ارتفاع، تعداد گل، زیست توده تر و خشک تلخه به ترتیب برابر با ۱۹، ۲۵، ۶۸، ۵۸ و ۶۱ درصد شد (شکل ۱). بدین ترتیب، مشخص است که کنه گالزا با کاهش خصوصیات رویشی گیاه هرز تلخه در نتیجه منجر به کاهش تولید زیست توده و تعداد گل این گونه هرز شده است. دی-جامانکیولووا و همکاران (Djamankulova et al., 2008) گزارش نمودند که ارتفاع ساقه و میزان تولید بذر تلخه تحت تأثیر زنبور گالزا^۳ (*Aulacidea acrotilonica*) به ترتیب تا ۲۱ و ۷۵ درصد کاهش یافت. آنها همچنین میزان کاهش زیست توده اندام رویشی تلخه را

2- Least Significant Difference

3- Gall wasp

1- Centre for Agriculture and Biosciences International

تحت تأثیر حمله این حشره ۲۵ درصد در مقایسه با بوته‌های شاهد بیان نمودند. بدین ترتیب، کنه گالزا تلخه *Aceria acroptiloni* (Shevchenko & Kakalev 1974) (Acarina: Eriophyidae) به عنوان بهترین عامل دارای پتانسیل بالا برای کنترل بیولوژیکی گونه هرز تلخه انتخاب شد.

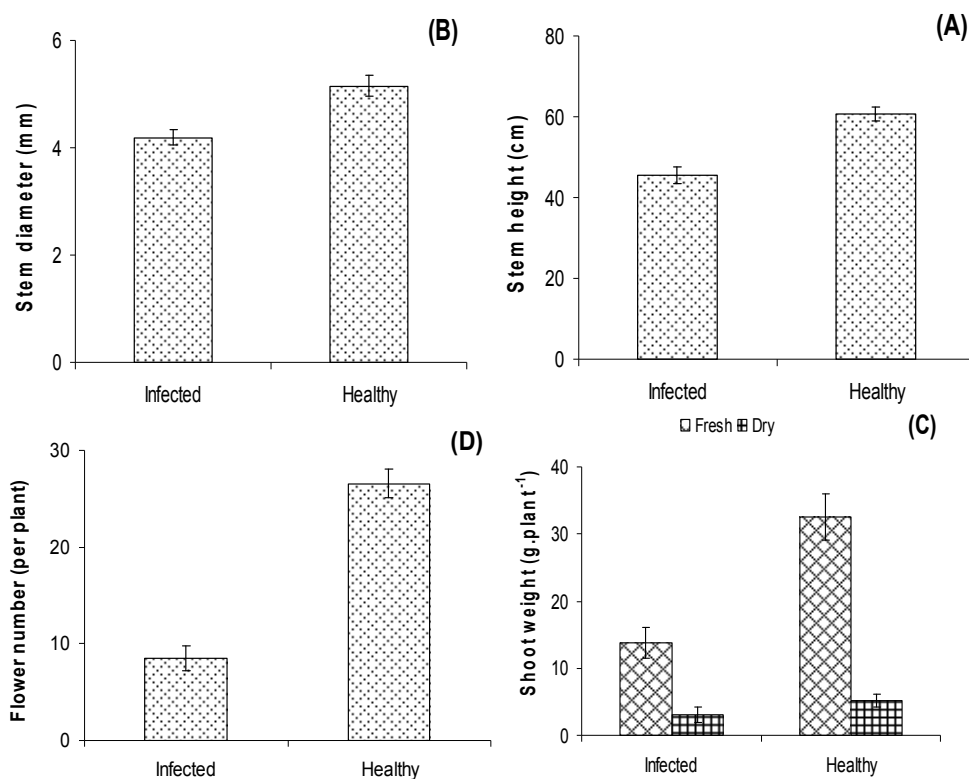
جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گالزا بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز تلخه

Table 1- Analysis variance (mean of squares) of gall mite on Russian knapweed vegetative and reproductive characteristics

تعداد گل	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی	قطر ساقه	ارتفاع ساقه	درجه آزادی	منابع تغییرات
Flower number	Dry shoot weight	Fresh shoot weight	Stem diameter	Plant height	df	S.O.V
3258.025**	638.721**	3516.750**	9.235**	2295.225**	1	تیمار Treatment
118.194	28.475	184.090	0.757	118.030	38	خطا Error
-	-	-	-	-	39	کل Total

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1%.



شکل ۱- اثر کنه گالزا تلخه (*Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kakalev, 1974) بر (الف) ارتفاع و (ب) قطر ساقه، (ج) وزن تر و خشک اندام هوایی و (د) تعداد گل گیاه هرز تلخه

Fig. 1- Effect of gall mite (*Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kakalev 1974) on Russian knapweed (a) stem height, (b) diameter, (c) fresh and dry weight and (d) flower number

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same overlap range for each figure have not significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

اثر حمله کنه گالزای ازمک (*Aceria* (Acarina: Eriophyidae) اثر حمله کنه گالزای ازمک (*drabae* Nalepa 1890) بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز ازمک در شکل ۲ نشان داده شده است.

اثر حمله کنه گالزای ازمک (*Aceria* (Acarina: Eriophyidae) اثر حمله کنه گالزای ازمک (*drabae* Nalepa 1890) بر خصوصیات رویشی و زایشی

علف هرز ازمک

نتایج تجزیه واریانس اثر حمله کنه گالزا بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز ازمک در جدول ۲ ارائه شده است.

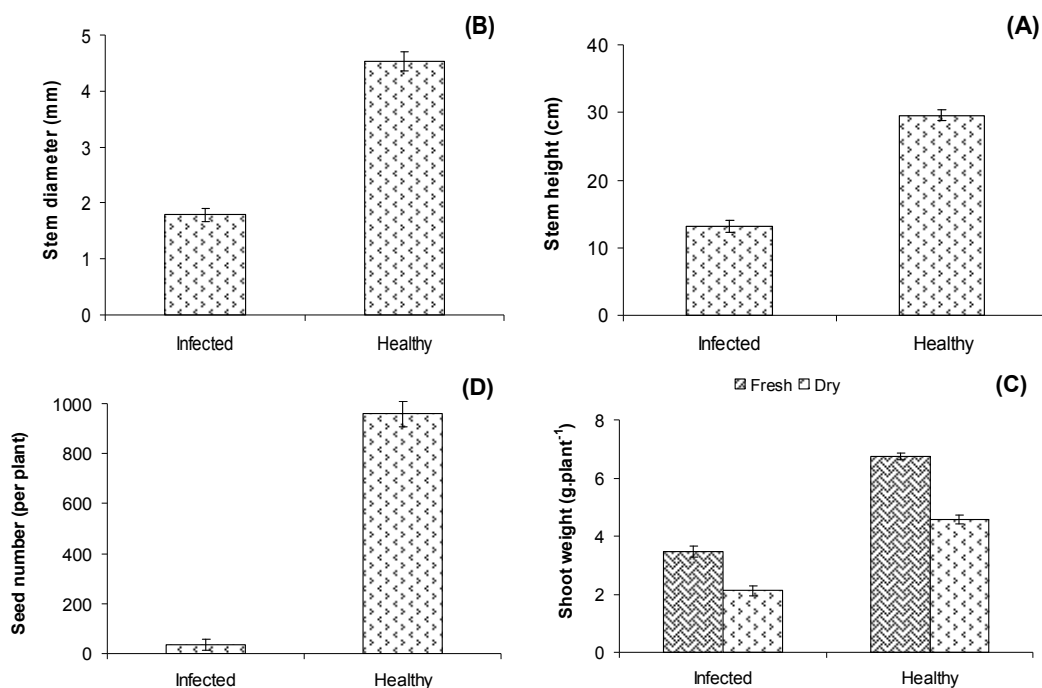
جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گالزا بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز ازمک

Table 2- Analysis variance (mean of squares) of gall mite on hoary cress vegetative and reproductive characteristics

تعداد بذر Seed number	وزن خشک اندام هوایی Dry shoot weight	وزن تر اندام هوایی Fresh shoot weight	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع ساقه Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
9866731.332**	13.312**	225.462**	6.324**	2132.756**	1	تیمار Treatment
3576.443	0.113	0.431	0.112	4.783	38	خطا Error
-	-	-	-	-	39	کل Total

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1%.



شکل ۲- اثر کنه گالزا ازمک (*Aceria drabae* Nalepa 1890) بر (الف) ارتفاع و (ب) قطر ساقه، (ج) وزن تر و خشک اندام هوایی و (د) تعداد بذر گیاه هرز ازمک

Fig. 2- Effect of gall mite (*Aceria drabae* Nalepa 1890) on hoary cress (a) stem height, (b) diameter, (c) fresh and dry weight and seed number

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the same overlap range for each figure have not significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

اثر کنه گالزای از مک (*Acarina drabae*) بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز قندرون معنی دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). درصد کاهش ارتفاع و قطر ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و تعداد بذرهای تولید شده بوته‌های از مک در شرایط حمله کنه گالزا به ترتیب برابر با ۵۵/۲، ۶۰/۵، ۴۸/۶ و ۵۳/۶ درصد در مقایسه با بوته‌های سالم بود (شکل ۲). کنه گالزا با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی از جمله کاهش قطر و زیست توده تر و خشک اندام‌های هوایی از مک، به دلیل تضعیف کردن این گیاه هرز، در نتیجه باعث کاهش تعداد بذر آن شد. بدین ترتیب، با توجه به نتایج حاصل از آزمایش چنین به نظر می‌رسد که کنه گالزا از طریق تأثیر منفی بر رشد اندام‌های رویشی می‌تواند به تدریج باعث کاهش توان رویشی اندام‌های زیرزمینی این گیاه هرز شود. از طرف دیگر، کنه گالزا با عقیم کردن گل‌ها و کاهش تولید بذر در از مک، نیز می‌تواند مانع انتشار و پراکندگی بذر این گیاه هرز به مناطق جدید شود. تالماسیو و همکاران (Talmaciu et al., 2010) درصد حمله به گل آذین از مک با استفاده از کنه (*Aceria drabae*) را ۳۳-۱۵ درصد گزارش و بیان داشتند که از این طریق می‌توان گامی مؤثر در جهت کنترل این گیاه هرز برداشت. بنابراین، کنه گالزا از مک (*Acarina: Eriophyidae*) (*Aceria drabae* Nalepa 1890) به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی مناسب برای کنترل علف هرز از مک معرفی گردید.

اثر حمله کنه گالزای قندرون (*Acarina: Eriophyidae*) (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) بر اندام‌های رویشی و زایشی علف هرز قندرون

نتایج تجزیه واریانس اثر حمله کنه گالزا بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز قندرون در جدول ۳ نشان داده شده است. اثر حمله کنه گالزای قندرون (*Acarina: Eriophyidae*) (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز قندرون در شکل ۳ ارائه شده است.

اثر کنه گالزا بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز قندرون معنی دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۳). درصد کاهش ارتفاع ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد گل و بذر بوته‌های قندرون در شرایط حمله کنه گالزا به ترتیب برابر با ۴۶/۸، ۵۹/۴، ۵۷/۳ و ۶۹/۶ درصد در مقایسه با بوته‌های سالم بود (شکل ۳). بدین ترتیب، نتایج مطالعات انجام شده روی اثر حمله کنه گالزا بر علف هرز قندرون نشان داده است که این کنه با حمله به جوانه‌های گل علف هرز قندرون باعث جلوگیری از تشکیل بذر و تبدیل جوانه‌های زایشی به گال می‌شود. بدین ترتیب، با توجه به کاهش ۵۰ درصدی تولید بذر در بوته‌های آلوده در مقایسه با بوته‌های سالم قندرون تحت تأثیر حمله این کنه گالزا و تبدیل جوانه‌های زایشی به گال، می‌توان استفاده از این کنه گالزا را به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی مناسبی برای کنترل این گیاه هرز و جلوگیری از انتشار و پراکندگی بذر آن به مناطق جدید مدنظر قرار داد. بنابراین، کنه گالزا قندرون (*Acarina: Eriophyidae*) (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی مناسب برای کنترل این گیاه هرز معرفی گردید.

نتیجه‌گیری

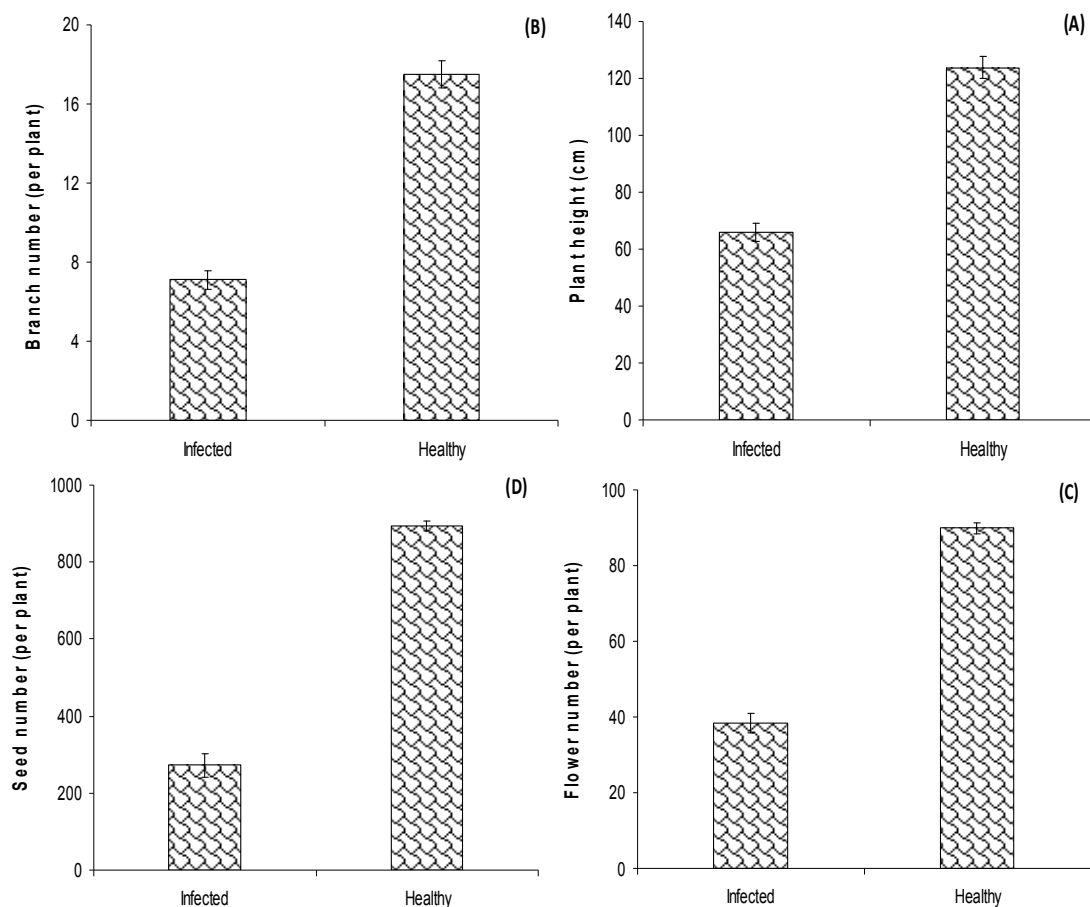
به‌طور کلی، نتایج این مطالعه در تأیید نتایج سایر محققین نشان داد که کنه‌های خانواده اریوفید با توجه به ویژگی‌های خاص و دامنه میزبانی بسیار اختصاصی، عوامل بالقوه بسیار خوبی برای کنترل بیولوژیکی گیاهان هرز بویژه در شرایط آب و هوایی ایران می‌باشند. کنه گالزای تلخه (*Acarina: Eriophyidae*) (*Aceria acroptiloni* (Shevchenko & Kakalev 1974)) با تأثیر منفی بر خصوصیات رویشی آن، کاهش خصوصیات زایشی آن را به دنبال داشت. به نظر می‌رسد که کنه گالزا از یکطرف با کاهش رشد اندام‌های هوایی و در نتیجه کاهش رشد اندام‌های زیرزمینی و از طرف دیگر، با عقیم کردن گل‌ها و عدم تشکیل بذر در تلخه، می‌تواند باعث کنترل این گیاه هرز شود.

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گالزا بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاه هرز قندرون
Table 3- Analysis variance (mean of squares) of gall mite on rush skeletonweed vegetative and reproductive characteristics

تعداد بذر Seed number	تعداد گل Flower number	تعداد شاخه جانبی Branch number	ارتفاع ساقه Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
1940645.000**	13261.250**	352.800**	16762.050**	1	تیمار Treatment
5304.289	42.628	3.411	123.139	38	خطا Error
-	-	-	-	39	کل Total

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1%.



شکل ۳- اثر کنه گالزا قندرون (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) بر (الف) ارتفاع ساقه، (ب) تعداد شاخه جانبی، (ج) تعداد گل و (د) تعداد بذر گیاه هرز قندرون

Fig. 2- Effect of gall mite (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) on rush skeletonweed (a) stem height, (b) branch number, (c) flower number and seed number

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان در هر شکل، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
Means with the same overlap range for each figure have not significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

مناسبی برای کنترل این گیاه هرز و جلوگیری از انتشار و پراکندگی بذر آن به مناطق جدید مدنظر قرار داد. بدین ترتیب، با توجه به تنوع بیولوژیکی بالا تحت تأثیر شرایط اقلیمی متنوع در کشور، در راستای دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، می‌توان از پتانسیل کنه‌های اربوفید برای کنترل بیولوژیکی گونه‌های هرز و مهاجم در انواع اراضی کشاورزی و طبیعی از جمله چراگاه‌ها، مراتع و کلیه رویشگاه‌های طبیعی بهره جست. با این حال از آنجا که استفاده از کنه‌ها در کوتاه مدت باعث کنترل کامل گونه‌های مهاجم نمی‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود تا پس از بررسی‌ها و انجام آزمایش‌های کافی در زمینه دامنه میزبانی کنه‌های ذکر شده، از روش بیولوژیکی برای کنترل این گونه‌های مهاجم بصورت تلفیقی با دیگر روش‌های زراعی و مکانیکی استفاده گردد.

کنه گالزای ازمک (*Aceria drabae* (Acarina: Eriophyidae) (Nalepa 1890) با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی در نهایت کاهش تعداد بذر ازمک را موجب شد. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد که کنه گالزا از طریق تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی و کاهش آنها می‌تواند به تدریج باعث کاهش توان رویشی اندام‌های زیرزمینی این گیاه هرز شود. از طرف دیگر، کنه گالزا با عقیم کردن گل‌ها و کاهش تولید بذر در ازمک، نیز می‌تواند مانع انتشار و پراکندگی بذر این گیاه هرز به مناطق جدید شود. با توجه به کاهش ۵۰ درصدی تولید بذر در بوته‌های آلوده در مقایسه با بوته‌های سالم قندرون تحت تأثیر حمله کنه گالزای قندرون (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) و تبدیل جوانه‌های زایشی به گال، می‌توان استفاده از این کنه را به عنوان عامل کنترل بیولوژیکی

اعتبار این پژوهش از محل پژوهش طرح شماره ۱۵۱۲۹ مصوب
۱۳۸۹/۰۳/۰۳ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد
تأمین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

سپاسگزاری

منابع

- 1- Albrecht, H. 2003. Suitability of arable weed as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 201-211.
- 2- Asadi, G.A., Ghorbani, R., and Khorramdel, S. 2011. Evaluation of biological control of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) by applying flower-eater mite (*Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kakalev 1974) (Acarina: Eriophyidae). *Agroecology* 3(2): 212-222. (In Persian with English Summary)
- 3- Cripps, M.G., Hinz, H.L., Mckenney, J.L., Harmon, B.L., Merickel, F.W., and Schwarzlaender, M. 2006. Comparative survey of the phytophagous arthropod faunas associated with *Lepidium draba* in Europe and the western United States, and the potential for biological weed control. 2006. *Biocontrol Science and Technology* 16(10): 1007-1030.
- 4- Eric, M.C., Janet, K.C., Piper, L.O., and Alfred, F.C. 2004. Biological Control of Invasive Plants in the United States. Oregon State University pp. 345-376.
- 5- Djamankulova, G., Khamraev, A., and Schaffner, U. 2008. Impact of two shoot-galling biological control candidates on Russian knapweed, *Acroptilon repens*. *Biological Control* 46: 101-106.
- 6- Froude, V.A. 2002. Biological control options for invasive weeds of New Zealand protected areas. Science for Conservation, New Zealand Department of Conservation 68 pp.
- 7- Gooden, R.D., and Andres, L.A. 1999. Biological Control of Weeds in Terrestrial and Aquatic Environments. *Handbook of Biological Control*. Academic Press 532 pp.
- 8- Hayes, L. 2005. Biological control agents for weeds in New Zealand: a field guide. Lincoln, Landcare Research. New Zealand Ltd.
- 9- Hobbs, P.R., and Bellinder, R.P. 2004. Weed Management in Less Developed Countries. www.Inforneworld.com
- 10- Julien, M.H. 1987. Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds, 3rd ed. C.A.B. International, 150 pp.
- 11- Liebman, M., Mohler, C.L., and Staver, C.P. 2001. *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press, 532 pp.
- 12- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W., and Bruin, J. 1996. *Eriophyoid Mites—their Biology, Natural Enemies and Control*, vol. 6. Elsevier, Amsterdam.
- 13- Littlefield, J.L., de Meij, A.E., and Sobhian, R. 2001. Potential host range of two Urophora flies and an eriophyid mite for the biological control of Russian knapweed. In: Smith, L. (ed.) *Proceedings, 1st International Knapweed Symposium of the 21st Century*; 2001 March 15–16; Coeur d'Alene, ID. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Albany, California, pp 102–103.
- 14- Radosevich, S.R., Holt, S.J., and Ghersa, C.M. 1997. *Weed Ecology, Implications for Management*. John Wiley, New York 589 pp.
- 15- Rathke, G.W., Behrens, T., and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, ecosystems and Environment* 117: 80-108.
- 16- Rosen, D., and Huffaker, C.B. 1983. An overview of desired attributes of effective biological control agents, with particular emphasis on mites. In: Hoy, M.A., Cunningham, G.L., and Knutson, L. (eds.) *Biological control of pests by mites*. University of California, Agricultural Experiment Station, Special Publication 3304: 2–11.
- 17- Smith, L., Cristofaro, M., de Lillo, E., Monfreda, R., and Paolini, A. 2009. Field assessment of host plant specificity and potential effectiveness of a prospective biological control agent, *Aceria salsolae*, of *Russian thistle*, *Salsola tragus*. *Biological Control* 48: 237-243.
- 18- Smith, L., de Lillo, E., and Amrine Jr, J.W. 2010. Effectiveness of eriophyid mites for biological control of weedy plants and challenges for future research. *Experimental and Applied Acarology* 51: 115–149.
- 19- Smith, L., Sobhian, R., and Cristofaro, M., 2007. Prospects for biological control of Russian thistle (tumbleweed). In: Smith, L., Sobhian, R., Cristofaro, M. (Eds.), *Proceedings of the California Invasive Plant Council Symposium* 10: 74–76.
- 20- Tălmăciu, N., Tălmăciu, M., and Sîrbu, C. 2010. Observations on biological control agents of weeds of natural meadows. *Lucrări Științifice* 53(1): 278-283.

- 21- United States Department of Agriculture (USDA). 2009. Field Release of *Jaapiella ivannikovi* (Diptera: Cecidomyiidae), an Insect for Biological Control of Russian Knapweed (*Acroptilon repens*), in the Continental United States. Environmental Assessment, April.
- 22- Volkov, O.G., and Izhevskii, G.G. 1996. Tetrapod gall mite as a promising phytophage against repent stagger-bush. *Zashchita i Karantin Rastenii* 6: 32-33.
- 23- Wyss, G.S. 1997. Quantitative resistance in the weed-pathosystem *Senesio vulgaris*- *Puccinia logenophorae*. Disertation ETH No. 12129, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 140 pp.
- 24- Zimdahl, R.H. 1993. Fundamentals of Weed Sciences. Academic Press, New York 450 pp.

بررسی عملکرد کمی و کیفی و برخی خصوصیات زراعی آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) در پاسخ به تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف نیتروژن

حمید نظری^۱ و رئوف سید شریفی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی و برخی خصوصیات زراعی آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) در پاسخ به تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد در سطوح مختلف نیتروژن، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژنه در سه سطح (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و تلقیح بذر با باکتری محرک رشد در چهار سطح (عدم تلقیح، تلقیح بذر با/ازتوباکتر کروکوکوم استرین ۵، آزوسپرلیوم لیپوفروم استرین OF و سودوموناس استرین ۱۸۶) بودند. نتایج نشان داد که کود نیتروژنه و باکتری‌های محرک رشد تأثیر معنی‌داری بر روی همه صفات مورد بررسی بجز وزن هزار دانه و قطر ساقه داشت. با افزایش سطوح کود نیتروژنه و کاربرد باکتری‌های محرک رشد عملکرد دانه، ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد پروتئین افزایش یافت. واکنش عملکرد دانه به تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و سطوح کود نیتروژنه یکسان نبود. بیشترین عملکرد به مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تلقیح بذر با/ازتوباکتر تعلق داشت. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که عملکرد دانه در ترکیب‌های تیماری $N_{160} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{80} \times$ تلقیح بذر با/ازتوباکتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بنابراین به منظور افزایش عملکرد دانه در شرایط اقلیمی اردبیل می‌توان پیشنهاد نمود که تلقیح بذر آفتابگردان با/ازتوباکتر در سطح کودی ۸۰ کیلوگرم در هکتار به کار برده شود.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، درصد روغن، سودوموناس، کودهای زیستی، نیتروژن

مقدمه

نیتروژن از مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد و تولید در گیاهان می باشد. کمبود آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بیش از دیگر کودها مطرح می‌باشد، زیرا در این مناطق میزان مواد آلی خاک که عمده‌ترین منبع برای تأمین نیتروژن هستند، به دلایل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای دامی و کود سبز کم است. این مشکل بایستی با استفاده از کودهای نیتروژنی برطرف شود. بررسی‌های امام و همکاران (Emam et al., 2010) نشان داد که با افزایش نیتروژن مصرفی، درصد پروتئین، عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش یافت. گلچین (Golchin, 2002) گزارش نمود که با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق افزایش یافت. ماجدی و خادمی (Majedi & Khademi, 1999) اعلام کردند که در مقادیر بالاتر کود نیتروژنه، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بیشتر شد. این در حالی است که اشینر و همکاران (Scheiner et al., 2002) اظهار داشتند که مصرف زیاد نیتروژن، عملکرد کمی را به دلیل افزایش رشد رویشی و کیفیت دانه‌ها را به دلیل کاهش درصد روغن تحت تأثیر

افزایش روز افزون جمعیت جهان در چند دهه اخیر، محدودیت شدید منابع انرژی غذایی را به دنبال داشته است، در این راستا روغن های خوراکی و کنجاله‌های مقوی پروتئینی که حاصل فرایند روغن کشی هستند، بخشی از غذای روزانه انسان و دام را تشکیل می‌دهند ضمن آنکه از مصارف صنعتی و دارویی نیز برخوردار هستند.

آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) یکی از مهمترین دانه های روغنی است که به دلیل مقاوم بودن در برابر خشکی، سازگاری با شرایط مختلف اقلیمی و خاکی، بالا بودن کیفیت روغن، سالانه در سطح وسیعی از کشور کشت می‌شود (Seyed Sharifi, 2010). این گیاه پر نیاز و کود پذیر بوده و در طول دوره رشدی خود مقادیر قابل توجهی عناصر غذایی از جمله نیتروژن از خاک برداشت می‌کند.

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

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

درصد) گزارش نمودند. بررسی‌های سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) در خصوص تأثیر تلقیح بذر آفتابگردان با/زوتوباکتر در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بذره‌ای تلقیح شده با/زوتوباکتر نسبت به بذره‌ای تلقیح نشده دارای هفت درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. ضمن آن که ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه و بیولوژیک در اثر تلقیح با/زوتوباکتر نسبت به عدم تلقیح از افزایش معنی‌داری برخوردار بود. شاتا و همکاران (Shata et al., 2007) افزایش ۱۵ درصدی عملکرد بیولوژیک را در تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی همراه با کود آلی و زیستی گزارش کردند. فاکس و آرساک (Fages & Arsac, 1991) در آزمایش تأثیر کود زیستی بر پارامترهای رشدی و عملکرد آفتابگردان اظهار داشتند که کاربرد باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد در مقایسه با تیمار شاهد منجر به افزایش عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه شد. در این راستا، تلاش شده است تا عملکرد کمی و کیفی و برخی خصوصیات زراعی آفتابگردان در پاسخ به تلقیح بذر با باکتری‌های PGPR در سطوح مختلف نیتروژن در شرایط اقلیمی اردبیل مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا گردید. اقلیم محل اجرای آزمایش از نوع نیمه خشک سرد می‌باشد. متوسط بارش سالیانه آن بر اساس آمار ۳۰ ساله هواشناسی بین ۲۸۰-۳۰۰ میلی‌متر متغیر است. متوسط دما و میزان بارندگی در طول فصل رشد در جدول ۱ و نتایج حاصل از خصوصیات خاکی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

عملیات تهیه زمین شامل شخم بهاره، دیسک و تسطیح بود. هر واحد آزمایشی شامل پنج ردیف پنج متری با فاصله بین ردیفی ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. کاشت بذر در عمق پنج سانتی‌متری، به صورت هیرم‌کاری و به طریق دستی و با کشت دو بذر در هر کپه در تاریخ ۳۱ اردیبهشت ماه انجام شد. در مرحله چهار برگی نسبت به تنک کردن مزرعه اقدام گردید. در طول دوره رشد هیچ علف‌کش و آفت‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت. آبیاری بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی انجام گرفت. کود نیتروژنه از منبع اوره در سه مرحله (هم‌زمان با کاشت، مرحله ۸-۶ برگی و مرحله رویت طبق) به کار برده شد. رقم مورد استفاده مستر بود که از مرکز تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل کود نیتروژنه در سه سطح (صفر، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع اوره و باکتری-های محرک رشد در چهار سطح (عدم تلقیح، بیوتلقیح بذر با/زوتوباکتر کروکوکوم استرین ۵، آزوسپریلوم لیپوفرورم استرین OF و سودوموناس

قرار می‌دهد. استیر و سیلر (Steer & Seiler, 1990) نیز کاهش درصد روغن را با کاربرد زیاد کودهای نیتروژنه گزارش کردند. امروزه مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد زیاد کودهای شیمیایی به خصوص کود نیتروژنی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آنها موجب شده است که گرایش به نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک بیش از پیش احساس شود. استفاده بالقوه از میکروارگانیسم‌های مفید خاکری همانند باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)^۱ یکی از شیوه‌های بیولوژیکی برای افزایش کمی و کیفی تولید است که می‌توانند با روش‌های مختلف موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند (Alikhani & Saleh Rastin, 2000). این گروه از باکتری‌ها به‌طور طبیعی در خاک‌ها وجود دارند، ولی تعداد و تراکم آنها در خاک پایین است، بنابراین، تلقیح بذره‌ای گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آنها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه منجر به بروز اثر مفید آنها در خاک گردند (Cakmakci et al., 2007a). نتایج بررسی‌های اکبری و همکاران (Akbari et al., 2010) در آفتابگردان نشان داد که بذره‌ای تلقیح شده با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد نسبت به بذره‌ای بدون تلقیح از افزایش نه درصدی عملکرد دانه برخوردار بودند. روستی و همکاران (Roesti et al., 2006) علت احتمالی افزایش عملکرد در پیش تیمار بذر با باکتری‌ها به افزایش جذب مواد غذایی قابل دسترس، افزایش سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه نسبت دادند. اکبری و همکاران (Akbari et al., 2010) گزارش کردند که در بذره‌ای تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد، درصد روغن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت ضمن آنکه عملکرد بیولوژیک نیز از افزایش هشت درصدی در چنین حالتی نسبت به عدم تلقیح برخوردار بود. چاندرااسکا و همکاران (Chandrasekar et al., 2005) افزایش ارتفاع ارزن (*Pennisetum camericum* L.) را بر اثر تلقیح با/زوتوباکتر و آزوسپریلوم همراه با کاربرد اوره گزارش دادند. زاهیر و همکاران (Zahir et al., 2000) افزایش ۵/۸ درصدی ارتفاع بوته ذرت را به واسطه تلقیح آن با/زوتوباکتر و سودوموناس گزارش نمودند. آنان تولید اسید ایندول-۳-استیک به وسیله سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس/زوتوباکتر را عامل افزایش قابل ملاحظه در رشد و عملکرد گزارش کردند. کادر و همکاران (Kader et al., 2002) تلقیح بذر با/زوتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژن را بر ارتفاع نهایی بوته مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. باداوی و آمر (Badawy & Amer, 1977) نیز به افزایش ۲۴ درصدی ارتفاع بوته به واسطه تلقیح بذر با/زوتوباکتر اشاره نمودند. شوکت و ال خواز (Shehata & EL-Khawas, 2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش نمودند. شوکت و همکاران (Shaukat et al., 2006) بیشترین درصد روغن آفتابگردان را در تلقیح بذر با باکتری/زوتوباکتر (۳۰/۳۵ درصد) و سودوموناس (۲۷

جدول ۱- متوسط دما و میزان بارندگی ماهانه منطقه مورد آزمایش طی فصل رشد در سال ۱۳۸۹

Table 1- Minimum and maximum temperatures and rainfall recorded during the period of experiment in 2010

ماه‌های سال	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل دما (درجه سانتی-گراد)	میانگین ماهانه دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین بارندگی ماهانه (میلی‌متر)
	Mean of maximum temperature (°C)	Mean of minimum temperature (°C)	Mean of monthly (°C)	Mean of rainfall (mm)
خرداد	36.97	10.42	26.55	0.48
تیر	40.25	12.19	28.06	0.2
مرداد	39.9	10.68	29.22	0.09
شهریور	37.47	10.41	27.06	0.58

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2- Soil physico-chemical properties at experimental field

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	درصد اشباع	آهک	بافت (درصد)	کربن	نیترژن کل	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)
Sampling depth (cm)	Saturation percentage (%)	Lime (%)	Texture (%)	Carbon (%)	Nitrogen (%)	Available phosphorus (ppm)	Available potassium (ppm)
0-30	46	18.06	سیلتی - لومی	1.71	0.11	20	700

آفتابگردان در جدول ۳ نشان داد که سطوح مختلف نیترژن، بیوتلیق بذر با باکتری‌های محرک رشد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل بر بیشتر صفات مورد بررسی به جزء وزن هزار دانه و قطر ساقه تأثیر معنی داری ($p \leq 0.01$) داشت.

تعداد دانه در طبق

با افزایش سطوح نیترژن، تعداد دانه در طبق افزایش یافت. تعداد دانه در طبق در بذور تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد نسبت به عدم تلقیح به طور معنی‌داری افزایش نشان داد ($p \leq 0.01$) (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در طبق (۱۰۵۰/۶ دانه در طبق) از ترکیب تیماری $N_{16} \times$ زتوباکتر و کمترین آن (۷۷۵/۶ دانه در طبق) از ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری بدست آمد (جدول ۵). این افزایش حدود ۲۶/۱۷ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) نتایج مشابهی را گزارش کردند. آن‌ها افزایش تعداد دانه در طبق را در اثر تلقیح بذر با زتوباکتر هفت درصد گزارش نمودند. حسن‌زاده و همکاران (Hassan et al., 2008) افزایش ۱۷ درصدی تعداد دانه در سنبه جو را تحت تأثیر باکتری محرک رشد برآورد نمودند. رجایی و همکاران (Rajaei et al., 2007) در بذر گندم (*Triticum aestivum* L.) تلقیحی با زتوباکتر اظهار داشتند که در تلقیح بذر با زتوباکتر با وجود اینکه بین مقایسه میانگین ترکیبات تیماری اختلافاتی وجود داشت هر چند که این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

این باکتری‌ها بومی خاک‌های کشور بوده و مایه تلقیح آن‌ها از بخش تحقیقات بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای 10^7 عدد باکتری زنده و فعال بود، استفاده گردید. همچنین از محلول صمغ عربی برای چسبندگی بهتر مایه تلقیح به بذرها به نسبت ۱۰ درصد وزنی حجمی استفاده شد. برای اندازه‌گیری روغن از روش سوکسله و به کمک حلال آلی متانول-کلروفرم (Joshi, et al., 1998) و پروتئین دانه از روش کجلدال استفاده گردید. عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه و عملکرد پروتئین دانه با ضرب کردن درصد پروتئین در عملکرد دانه برآورد گردید. عملکرد دانه از سطحی معادل یک متر مربع از خطوط اصلی هر کرت بعد از حذف اثر حاشیه‌ای برآورد گردید. برای برآورد اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات از جمله قطر ساقه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، ارتفاع بوته و قطر طبق از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه هشت بوته به صورت تصادفی واز بین بوته‌های رقابت‌کننده برداشت و میانگین داده‌های حاصل به‌عنوان ارزش آن صفت در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها به ترتیب از نرم افزارهای SAS ver 9.2 و Excel استفاده کردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر نیترژن و باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات آفتابگردان بر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد
Table 3- Analysis of variance studied characteristics in various levels of nitrogen fertilizer and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria

عملکرد Protein yield	درصد پروتئین Protein percentage	درصد روغن Oil yield	درصد روغن Oil percent age	قطر طبق Head diameter	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	وزن هزار دانه 1000-gram weight	دانه در طبق Seed per head	علاکردانه Gram yield	df	میان S.O.V
2615.97**	0.38**	6930.404**	6.24**	1.97*	1.86**	4.41**	3.04**	4299.71**	42760.091**	2	تکرار Replication
165377.61**	13.05*	906516.75 3**	110.99**	121.5**	954.1**	5.04**	1.21**	156352.74**	1853991.14**	2	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer
22464.62**	5.46**	95846.731 **	25.41**	23.83**	83.78**	10.9**	2.79**	4820.91**	111312.052**	3	باکتری‌های محرک رشد Growth promoting rhizobacteria (b)
37601.26**	4.88**	192205.77 3**	28.104**	30.46**	213.15**	5.1**	1.59**	30025.86**	370427.25**	6	A.B
453.18	0.20	4215.591	5.73	0.436	7.16	3.95	1.705	368.328	1961.156	22	خطا Error

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.
* and ** are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

قطر طبق

به صورت معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳). در بین سطوح کود نیتروژن مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین افزایش را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ترکیب تیماری $\times N_{16}$ / ازتوباکتر دارای بیشترین قطر طبق (۳۱/۸ سانتی‌متر) و ترکیب تیماری $\times N_0$ عدم تلقیح بذر با باکتری دارای کمترین قطر طبق (۲۰/۹۳ سانتی‌متر) بود (جدول ۵). احمد و همکاران (Ahmed et al., 2010) افزایش قطر طبق را در استفاده از کودهای بیولوژیک نسبت به شاهد گزارش نمودند. سلیمان زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) اثر باکتری و اثر متقابل باکتری در سطوح نیتروژن را بر قطر طبق نسبت به شاهد غیرمعنی‌دار گزارش کردند. این در حالی است که شاوکت و همکاران (Shaukat et al., 2006) تأثیر باکتری‌های محرک رشد را بر قطر طبق آفتابگردان معنی‌دار گزارش نمودند.

درصد و عملکرد روغن

افزایش روغن از اهداف اصلی تولید دانه‌های روغنی است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) حاکی از آن است که درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت. اثر ترکیب تیماری $\times N_{16}$ / ازتوباکتر بیشترین محتوی روغن (۵۲/۴۷ درصد) و ترکیب تیماری $\times N_0$ عدم تلقیح بذر با باکتری کمترین محتوی روغن (۴۷/۰۲ درصد) را نشان داد (جدول ۵). تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد تأثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش روغن آفتابگردان داشت (Kasem & EL-Mesilby, 1992). استیر و سیلر (Seiler & 1990) گزارش کردند که با افزایش کاربرد نیتروژن، درصد روغن بذر کاهش می‌یابد. در حقیقت رابطه منفی بین افزایش نیتروژن و درصد روغن وجود دارد. در این آزمایش به نظر می‌رسد که مقدار کود نیتروژن در حدی نبود که بتواند درصد روغن را کاهش دهد. بررسی اکبری و همکاران (Akbari et al., 2010) نشان داد که در تیمار تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد درصد روغن نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است. شهاتا و ال-خاواس (Shehata & El-Khawas, 2003) افزایش معنی‌دار درصد روغن آفتابگردان را با کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش نمودند. شاوکت و همکاران (Shaukat et al., 2006) در تلقیح باکتری‌های محرک رشد با بذر آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که درصد روغن در بیشتر سویه‌های باکتری‌های به کار برده شده افزایش یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر عملکرد و صفات مورد بررسی در آفتابگردان
Table 4- Mean comparison of the effect of nitrogen fertilizer in seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on yield and some characteristics of sunflower

عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) Protein yield (kg.ha ⁻¹)	پروتئین (%) Protein percentage (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg.ha ⁻¹)	روغن (%) Oil percentage (%)	قطر طبق (سانتی متر) Head diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	دانه در طبق Seed per head	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	فاکتورها Factors
571.29 ^c	21.27 ^b	1175.7 ^c	43.76 ^c	22.32 ^c	157.65 ^c	804.1 ^c	2683.61 ^c	عدم مصرف کود No fertilizer application
686.89 ^b	21.68 ^b	1464.95 ^b	46.24 ^b	23.56 ^b	167.51 ^b	937.151 ^b	3165.71 ^b	۸۰ سطوح کود نیتروژن 80 kg.ha ⁻¹
806.072 ^a	23.25 ^a	1725.14 ^a	49.81 ^a	28.35 ^a	175.47 ^a	1031.284 ^a	3462.42 ^a	۱۶۰ کیلوگرم در هکتار 160 kg.ha ⁻¹
633.92 ^c	21.2 ^c	1333.74 ^c	44.48 ^b	22.73 ^d	162.44 ^b	896.964 ^c	2978.84 ^c	عدم تلقیح No inoculation
754.94 ^a	23.09 ^a	1585.31 ^a	48.6 ^a	26.55 ^a	169.3 ^a	953.19 ^a	3248.07 ^a	آزوتوباکتر <i>Azotobacter</i>
683.32 ^b	21.94 ^b	1461.81 ^b	46.74 ^{ab}	24.27 ^c	168.32 ^a	926.65 ^b	3110.12 ^b	آزوسپیریلوم <i>Azospirillum</i>
680.16 ^b	22.03 ^b	1440.2 ^b	46.6 ^{ab}	25.43 ^b	167.44 ^a	919.91 ^b	3078.61 ^b	پسودوموناس <i>Pseudomonas</i>

* Means with similar letters in each column have not significantly different based on LSD test ($P \leq 0.05$).
میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری با هم برای براساس آزمون LSD ندارند ($P \leq 0.05$).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری سطوح مختلف کود نیتروژنه در تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد بر برخی صفات در آفتابگردان
Table 5- Mean comparison of the effect of nitrogen fertilizer in seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria on some characteristics of sunflower

عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار) Protein yield (kg ha ⁻¹)	محتوی پروتئین (%) Protein content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg ha ⁻¹)	محتوی روغن (%) Oil content (%)	قطر طبق (cm) Head diameter (cm)	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	تعداد دانه (تعداد) Seed number (No./head ¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg ha ⁻¹)	باکتری Bacteria	کود Fertilizer
524.37g	20.34a	1057.20i	41.02a	20.93b	152.87g	775.6f	2577.5a*	عدم تلقیح No Inoculation	عدم مصرف کود No fertilizer application
607.21af	21.65cd	1295.24fg	46.2bcd	23.13gh	156.93fg	835.36a	2803.93f	آزوتوباکتر Azotobacter	
575.38f	21.65cd	1160.39hi	43.7da	21.96gh	158.93ef	806.27ef	2657.07g	آزوسپریلوم Azospirillum	
578.01f	21.43cd	1189.96gh	44.13da	23.26f	161.90da	799.18f	2695.94g	پسودوموناس Pseudomonas	
633.27a	21.21de	1343.17f	45.00cde	22.06gh	164.10cd	891.43d	2884.56a	عدم تلقیح No inoculation	80 kg ha ⁻¹
735.63c	22.04bcd	1572.86cd	47.13bcd	24.66da	170.00b	973.62b	3336.93c	آزوتوباکتر Azotobacter	
695.45d	21.71cd	1488.54de	46.46bcd	23.56ef	167.16bc	948.02bc	3202.18d	آزوسپریلوم Azospirillum	
683.25d	21.76cd	1455.23e	46.36bcd	23.95ef	168.77bc	935.54c	3139.15d	پسودوموناس Pseudomonas	
744.15bc	22.05bcd	1600.85cd	47.43bcd	25.20d	170.36b	10.2387a	3374.45c	عدم تلقیح No inoculation	160 kg ha ⁻¹
921.98a	25.59a	1887.81a	52.47a	31.80a	180.97a	1050.6a	3603.35a	آزوتوباکتر Azotobacter	
778.95b	22.46bc	1736.50b	50.05ab	27.30c	178.87a	1025.66a	3471.12b	آزوسپریلوم Azospirillum	
779.21b	22.89b	1675.41bc	49.30abc	29.10b	171.66b	1025.00a	3400.75bc	پسودوموناس Pseudomonas	

* میانگین‌های با حروف مشابه بر مبنای مقایسه اختلاف آماری معنی‌داری با هم برای پارامتر آزمون LSD (p<0.01) دارند.
* Means with similar letters in each column have not significantly different based on LSD test (p<0.01).

درصد و عملکرد پروتئین

اثر اصلی نیتروژن و متقابل آن در باکتری‌های محرک رشد بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). درصد پروتئین دانه در ترکیب تیماری $N_{16} \times$ /زنباکتر نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین درصد پروتئین دانه (۲۵/۵۹ درصد) به ترکیب تیماری $N_{16} \times$ /زنباکتر و کمترین آن (۲۰/۳۴ درصد) به ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت (جدول ۵). زامبر و همکاران (Zamber et al., 1984) افزایش درصد پروتئین دانه گندم را در اثر تلقیح با /زنباکتر به همراه کود نیتروژن گزارش نمودند. در حالی که زاید و همکاران (Zaied et al., 2003) اثر تلقیح زنباکتر را بر درصد پروتئین دانه گندم غیرمعنی‌دار گزارش کردند. مستآجران و همکاران (Mostajeran et al., 2005) در آزمایشی گزارش کردند که تلقیح بذر گندم قبل از کشت سبب افزایش درصد پروتئین می‌شود هر چند که میزان این تأثیر با اثر متقابل رقم زراعی و سویه‌های باکتری همبستگی مستقیمی داشت، ولی در همه شرایط، همیاری باکتری محرک رشد و گندم وضعیت بهتری عرضه نمود. رجایی و همکاران (Rajaei et al., 2007) در آزمایشی بر گندم گزارش کردند که در اثر تلقیح بذور گندم با /زنباکتر، درصد پروتئین دانه به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. عملکرد پروتئین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تلقیح بذر با هر یک از باکتری‌های محرک رشد موجب افزایش عملکرد پروتئین نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین عملکرد پروتئین دانه (۹۲۱/۹۸ کیلوگرم در هکتار) به اثر ترکیب تیماری $N_{16} \times$ /زنباکتر و کمترین آن (۵۲۴/۳۷ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری حاصل گردید (جدول ۶).

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که حداکثر ارتفاع بوته (۱۸۰/۹۷ سانتی‌متر) به ترکیب تیماری $N_{16} \times$ /زنباکتر و کمترین آن (۱۵۲/۸۷ سانتی‌متر) به ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری تعلق داشت (جدول ۶). باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع گیاه و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکرومها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، سهولت جذب مواد غذایی و القای مقاومت سیستماتیک به عوامل بیماری‌زا را افزایش دهند (Burd et al., 2000). چاندرسکا و همکاران (Chandrasekar et al., 2005) افزایش ارتفاع ارزن را بر اثر تلقیح با /زنباکتر و /آزوسپیریوم همراه با کاربرد اوره گزارش دادند. زاهیر و همکاران (Zahir et al., 2000) افزایش ۵/۸ درصدی ارتفاع بوته

بیشترین محتوی روغن (۳۰/۳۵ درصد) به /زنباکتر تعلق داشت. همچنین افزایش محتوی روغن در اثر تلقیح سویه‌های مختلف باکتری در این آزمایش نسبت به شاهد بین ۰/۲۷ تا ۱۸ درصد برآورد گردید که به ترتیب به سویه‌هایی از باکتری سودوموناس و /زنباکتر مربوط می‌شد (Shaukat et al., 2006). بررسی‌های سلیمان زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) نشان داد که عملکرد روغن در اثر /زنباکتر به صورت معنی‌داری افزایش یافت؛ به طوری که بذره‌ای تلقیح شده با /زنباکتر نسبت به بذور تلقیح نشده دارای هفت درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. آن‌ها همچنین گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در عملکرد روغن بین ۱۰۰ درصد کود نیتروژنه توصیه شده (۲/۰۱۵ تن در هکتار) و ۷۵ درصد کود نیتروژنه توصیه شده (۱/۹۸۶ تن در هکتار) وجود ندارد. بنابراین، با اثر مثبت /زنباکتر بر عملکرد روغن می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کودهای بیولوژیک در افزایش عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به کودهای شیمیایی برتری دارد. این نتایج می‌تواند تا اندازه‌ای کشاورزان را در استفاده از کودهای بیولوژیک و به نوعی کشاورزی پایدار ترغیب نماید (Soleimanzadeh et al., 2010).

عملکرد روغن

اثر اصلی و متقابل تیمارهای مورد بررسی عملکرد روغن را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری افزایش داد (جدول‌های ۴ و ۵). با توجه به این که درصد روغن و عملکرد دانه در اثر کاربرد تیمارها افزایش یافت، افزایش عملکرد روغن دور از انتظار نبود. بیشترین عملکرد روغن (۱۸۸۷/۸۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ترکیب تیماری $N_{16} \times$ /زنباکتر و کمترین آن (۱۰۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار) در ترکیب تیماری $N_0 \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری برآورد گردید. البته بین ترکیب‌های تیماری $N_{16} \times$ عدم تلقیح بذر با باکتری و $N_8 \times$ /زنباکتر اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر در عملکرد روغن وجود نداشت (جدول ۵).

بررسی‌های سلیمان زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) در خصوص تأثیر تلقیح بذر آفتابگردان با /زنباکتر در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که عملکرد روغن در اثر تلقیح با /زنباکتر به صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. به طوری که بذره‌ای تلقیح شده با /زنباکتر نسبت به بذور تلقیح نشده دارای هفت درصد عملکرد روغن بیشتری بودند. اثر سطوح کود نیتروژنه بر درصد روغن دانه در این آزمایش معنی‌دار بود. بنابراین، با اثر مثبت /زنباکتر بر عملکرد روغن، به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای بیولوژیک در افزایش عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به کاربرد کودهای شیمیایی مهم باشد.

و افزایش جذب مواد غذایی موجب بهبود رشد گیاه و در نهایت افزایش عملکرد می‌شوند. روستی و همکاران (Roesti et al., 2006) علت افزایش عملکرد توسط باکتری‌های محرک رشد به همراه کود نیتروژنه را به نقش مثبت باکتری در تنظیم و تولید هورمون‌های محرک رشد و توسعه بهتر ریشه گیاه نسبت دادند که با افزایش امکان جذب بیشتر به بهبود عملکرد کمک می‌نماید. نتایج بررسی‌های اکبری و همکاران (Akbari et al., 2010) نشان داد که عملکرد بذره‌ای تلقیح شده آفتابگردان با باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد نسبت به عملکرد بذره‌ای بدون تلقیح از افزایش نه درصدی برخوردار بودند. کلپر و بیجامپ (Kloepper & Beauchamp, 1992) گزارش کردند که عملکرد گندم بین ۳۰ تا ۴۰ درصد در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد افزایش می‌یابد. کلپر و بیجامپ در مطالعات مختلف (1980a,b) *(Oryza sativa L.)*، ذرت (*Zea mays L.*) و نیسکر (*Saccharum officinarum*) در تلقیح با باکتری‌های محرک رشد ۱۰ تا ۳۰ درصد افزایش می‌یابند. زاهیر و همکاران (Zahir et al., 1998) افزایش ۱۹/۸ درصدی عملکرد دانه ذرت را بر اثر تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپریلوم* گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که کاربرد توأم کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد نسبت به مصرف مداوم کودهای نیتروژنه و یا استفاده منفرد از باکتری‌های محرک رشد بیش‌ترین تأثیر را در بهبود صفات مورد بررسی از جمله عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشته است؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و کمترین آن در حالت عدم پرایمینگ بذر و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید، ضمن آنکه عملکرد دانه در ترکیب تیماری $N_{16} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{16} \times$ *ازتوباکتر* اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این بدان معنی است که با مصرف کم کود نیتروژنه همراه با استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌توان به عملکردی معادل ترکیب بالای کود نیتروژنه در حالت عدم تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد دست یافت. به عبارتی، به نظر می‌رسد که با این عمل می‌توان با مصرف کم کود شیمیایی ضمن صرفه جویی در هزینه و امکان کاهش آلودگی احتمالی منابع آب زیرزمینی در اثر آبشویی نیترات، به عملکرد قابل قبولی دست پیدا نمود.

ذرت را به واسطه تلقیح آن با *ازتوباکتر* و *سودوموناس* گزارش نمودند. آن‌ها تولید اسید ایندول-۳-استیک به وسیله سویه‌های مختلف باکتری‌های جنس *ازتوباکتر* را عامل افزایش قابل ملاحظه در رشد و عملکرد گزارش کردند. کادر و همکاران (Kader et al., 2002) تلقیح بذر با *ازتوباکتر* در سطوح مختلف کود نیتروژن را بر ارتفاع نهایی بوته مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. باداوی و آمر (Badawy & Amer, 1977) نیز به افزایش ۲۴ درصدی ارتفاع بوته به واسطه تلقیح بذر با *ازتوباکتر* اشاره نمودند. شایان ذکر است که ارتفاع بوته در ترکیب‌های تیماری $N_{16} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{16} \times$ *ازتوباکتر* در یک گروه قرار داشته و از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۵). این نتایج با یافته‌های سلیمان زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) در مورد تأثیر کود نیتروژنه و *ازتوباکتر* بر ارتفاع آفتابگردان مطابقت داشت.

عملکرد دانه

با افزایش سطوح کود نیتروژنه عملکرد دانه افزایش یافت. روند مشابهی نیز در پیش تیمار بذر با باکتری‌های محرک رشد در مقایسه با عدم تلقیح بذر مشاهده گردید. مقایسه میانگین اثر ترکیب تیماری تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد و سطوح مختلف کود نیتروژنه حاکی از آن است که بیشترین عملکرد دانه (۳۶۰۳/۳۵ کیلوگرم در هکتار) در تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه و کمترین آن (۲۵۷۷/۵ کیلوگرم در هکتار) در حالت عدم تلقیح بذر و بدون مصرف کود نیتروژنه برآورد گردید (جدول ۵). در ضمن عملکرد دانه در ترکیب تیماری $N_{16} \times$ عدم تلقیح با باکتری و $N_{16} \times$ *ازتوباکتر* اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این بدان معنی است که با مصرف کم کود نیتروژنه همراه با استفاده از باکتری‌های محرک رشد می‌توان به عملکردی معادل ترکیب تیماری $N_{16} \times$ عدم تلقیح رسید به عبارتی به نظر می‌رسد که با این عمل می‌توان با مصرف کم کود شیمیایی ضمن صرفه جویی در هزینه و امکان کاهش آلودگی احتمالی منابع آب زیرزمینی در اثر آبشویی نیترات، به عملکرد قابل قبولی دست پیدا نمود. البته سلیمان زاده و همکاران (Soleimanzadeh et al., 2010) اثر ترکیب تیماری کود نیتروژنه و *ازتوباکتر* را بر عملکرد دانه آفتابگردان غیرمعنی‌دار گزارش کردند. آنان دلیل آن را pH خاک و نبودن زمان کافی برای رسیدن به حداکثر فعالیت *ازتوباکتر* نسبت دادند. به نظر می‌رسد که این افزایش عملکرد ناشی از افزایش جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر است که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن، افزایش حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های ریشه

منابع

- 1- Ahmed, A.G., Orabi, S.A., and Gaballah, M.S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. *International Journal of Aca Research* 2(4): 271-277.
- 2- Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2010. Effects of different nutrition systems and biofertilizer (PGPR) on phenology period yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Electronic Journal of Crop Production* 2(3): 119-134. (In Persian with English Summary)
- 3- Alikhani, H., and Saleh Rastin, N. 2000. Necessity of production of bio fertilizers (PGPR) in order to achieve to sustainable agriculture. *Articles of industrial production of bio fertilizers in country*. Agricultural Education Press, Karaj, Iran 370 pp. (In Persian)
- 4- Badawy, F.H., and Amer, S.B. 1977. The effect of inoculation with *Azotobacter* on the growth of wheat and tomato plants. *Libyan Journal of Agriculture* 3: 141-143.
- 5- Burd, G.I., Dixon, D.G., and Glick, B.R. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. *Canadian Journal of Microbiology* 33: 237-245.
- 6- Cakmakci, R.I., Donmez, M.F., and Erdogan, U. 2007a. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on barely seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture* 31: 189-199.
- 7- Chandrasekar, B.R., Ambrose, G., and Jayabalan, N. 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. *Journal of Agriculture Technology* 1: 223-234.
- 8- Emam, Y., Salimi Koochi, S., and Shekoofa, A. 2010. Effect of nitrogen levels on grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigation and rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 321-332 (In Persian with English Summary)
- 9- Fages, J., and Arsac, J.F. 1991. Sunflower inoculation with *Azospirillum* and other Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Plant and Soil* 137: 87-90.
- 10- Golchin, A. 2002. Study of effects of various levels of nitrogen fertilizer on grain yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agricultural Research Center Press of Zanjan, Zanjan, Iran* 50 pp. (In Persian)
- 11- Hassan Zadeh, E., Mazaheri, D., Chaichi, M.R., and Khavazi K. 2008. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon Dar Kavir). *Pajouhesh and Sazandegi* 77: 111-118 (In Persian with English summary)
- 12- Joshi, N.L., Mali, P.C., and Sexena, A. 1998. Effect of nitrogen and sulphur application on yield and fatty acid composition of mustard (*Brassica juncea* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 180: 59-63.
- 13- Kader, M.A., Main, M.H., and Hoque, M.S. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Science* 2: 259-261.
- 14- Kasem, M.M., and EL-Mesilby, M.A. 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower (*Helianthus annuus* L.): I. Growth characters. *Journal of Agricultural Science* 30: 653-663.
- 15- Kloepper, J.W., and Beauchamp, P. 1992. A review of issues related to measuring of plant roots by bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 38: 1219-1232.
- 16- Kloepper, J.W., Leong, L., and Teintze Mand Schroth, M.N. 1980a. Enhanced plant growth by siderophores produced by PGPR. *Nature* 268: 885-886.
- 17- Kloepper, J.W., Schroth, M.N., and Miller, T.D. 1980b. Effect of rhizosphere colonization by Plant Growth Promoting Rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70: 1078-1082.
- 18- Majedi, R., and Khademi, Z. 1999. Effect of placement of potassium and phosphorus fertilization crop yield. *International symposium on balanced fertilization and crop response to potassium*. Soil and Water Research. Tehran, Iran p.3-5. (In Persian with English Summary)
- 19- Mostajeran, A., Amoagaei, R., and Emtiazi, G. 2005. Effects of *Azospirillum* and irrigation water pH on grain yield and protein content in wheat cultivars. *Iranian Journal of Biology* 18(3): 248-260 (In Persian with English Summary)
- 20- Rajaei, H.A., Alikhani, F., and Raiesi, F. 2007. Effect of plant growth promoting potentials of *Azotobacter chroococcum* native strains on growth, yield and uptake of nutrients in wheat. *Journal of Science and Technology of Agricultural Resources*. Isfahan University of Technology 11(41): 285-297. (In Persian with English Summary)
- 21- Roesti, D., Gaur, R., Johri, B., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K., and Aragno, M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio inoculation of Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the Rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil of Biological and Biochemistry* 38: 1111-1120. (In Persian with English Summary)
- 22- Scheiner, J.D., Gutierrez-Boem, F.H., and Lavado, R.S. 2002. Sunflower nitrogen requirement and ¹⁵N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *European Journal of Agronomy* 17: 73-79.
- 23- Seyed Sharifi, R. 2010. *Industrial Plants*. University of Mohaghegh Ardabili and Amidi Tabriz Press, Tabriz, Iran. (Second Edition). P. 107-133. (In Persian)
- 24- Shata, S.M., Mahmoud, A., and Siam, S. 2007. Improving calcareous soil productivity by integrated effect of

- intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Science 3(6):733-739.
- 25- Shaukat, K., Afrasayad, S., and Hasman, S. 2006. Growth responses of *Helianthus annuus* to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. Journal of Agricultural Research 1: 573-581.
- 26- Shehata, M.M., and El-Khawas, S.A. 2003. Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of sunflower yield. Pakistan Journal of Biological Science 6: 1257- 1268.
- 27- Soleimanzadeh, H., Habibi, D.M., Ardakani, R., Paknejad, F., and Rejali, F. 2010. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to inoculation with *Azotobacter* under different nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 7(3): 265-268.
- 28- Steer, B.T., and Seiler, G.I. 1990. Changes in fatty acid composition of sunflower seeds in response to time of nitrogen application, supply rates and defoliation. Journal of Science Food Agriculture 51: 11-26.
- 29- Zahir, A.Z., Arshad, M., and Khalid, A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.
- 30- Zahir, A.Z., Abbas, S.A., Khalid, A., and Arshad, M. 2000. Substrate dependent microbially derived plant hormones for improving growth of maize seedling. Pakistan Journal of Biological Science 3: 289-291.
- 31- Zaied, K.A., Abd-El-Hady, A.H., Afify, A., and Nassef, M.A. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Science 6: 344-358.
- 32- Zamber, M.A., Konde, B.K., and Sonar, K.R. 1984. Effect of *Azotobacter chroococcum* and *Azospirillum brasilense* inoculation under graded levels of nitrogen on growth and yield of wheat. Plant and Soil 79: 61-67.

تأثیر تناوب زراعی بر تراکم و زیست توده علف های هرز و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.)

احمد زارع فیض آبادی^{۱*} و حمید رضا رستم زاده^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به منظور مطالعه پویایی جمعیت علف های هرز گندم تحت تأثیر تناوب های زراعی مختلف در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ روی پروژه پنج ساله با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار شامل هشت نظام تناوبی: (۱) کشت مداوم گندم (۲) گندم-گندم-گندم-کلزا-گندم (۳) گندم-چغندرقد-گندم-چغندرقد-گندم (۴) گندم-سیب زمینی-گندم-سیب زمینی-گندم (۵) گندم-سیب زمینی-گندم-کلزا-گندم (۶) گندم-چغندرقد-گندم-سیب زمینی-گندم (۷) گندم-ذرت علوفه ای-گندم-سیب زمینی-گندم (۸) گندم-ذرت علوفه ای-گندم-چغندرقد-گندم انجام شد. به منظور مقایسه جمعیت و زیست توده علف های هرز از تیمارهای مورد آزمایش نمونه برداری در چهار مرحله رشدی گندم شامل آغاز: پنجه دهی، ساقه دهی، سنبله دهی و مرحله شیر دانه به همراه یادداشت برداری های لازم شامل شناسایی علف های هرز در سطح گونه، تعداد علف های هرز، وزن تر و وزن خشک علف های هرز و همچنین عملکرد دانه گندم برای تیمارهای تناوب زراعی به صورت جداگانه انجام شد. نتایج تجزیه واریانس تناوب زراعی بر تراکم علف های هرز و وزن زیست توده علف های هرز در هر چهار مرحله نمونه برداری در سطح یک درصد معنی دار بود. بیشترین وزن زیست توده علف های هرز در مرحله سوم هم زمان با سنبله دهی گندم بود و بیشترین وزن خشک علف های هرز در هر چهار مرحله در تناوب زراعی، کشت مداوم گندم و کمترین آن در تناوب ۵ و بالاترین تراکم علف های هرز طی چهار مرحله نمونه برداری در تناوب های زراعی ۳، ۷ و ۶ مشاهده شد. عملکرد دانه گندم کلیه تیمارهای تناوبی از افزایش معنی داری نسبت به کشت مداوم گندم بر خوردار بودند و عملکرد تک کشتی گندم، کمتر از عملکرد دانه گندم در شرایط تناوبی آن بود. تراکم، تنوع و وزن زیست توده بیشتر علف های هرز تناوب زراعی کشت مداوم گندم در مقایسه با سایر تناوب های زراعی می تواند تا حد زیادی در کاهش عملکرد دانه گندم این تناوب مؤثر باشد.

واژه های کلیدی: غلات، فراوانی نسبی علف های هرز، نظام های زراعی، وزن خشک

آینده نیز می شوند (Ghorbani et al., 2013).

مقدمه

تناوب های زراعی از طریق فرآیندهای متعددی می توانند جمعیت علف های هرز را تحت تأثیر قرار دهند. در هر سال نوع فعالیت کشاورزی مانند شخم، نوع گیاه زراعی، روش های کنترل علف های هرز و کوددهی، الگوی طبیعی تخریب و فراهمی منابع را دستخوش تغییر قرار می دهند، که این امر بر روند کلونی سازی طبیعی جوامع گیاهی تأثیر گذار است. تغییرات مداوم و منظم در محیط و فعالیت های کشاورزی خط سیر و مسیر تکاملی، سازش (سازگاری) و تغییر گونه های علف های هرز را تغییر می دهد (Poggio et al., 2004). از این رو جمعیت های علف های هرز در طی تناوب های چندساله به طور مشهودی متفاوت خواهد بود (Anderson, 2007). اعمال تناوب زراعی صحیح از توسعه جمعیت علف های هرز جلوگیری کرده و به نگهداری کل جمعیت در زیر سطح آستانه زیان اقتصادی کمک می کند، تناوب زراعی می تواند موجب کاهش تراکم علف های هرز و حفظ

در نظام های کشاورزی ارگانیک روش های زراعی کنترل علف های هرز از مهم ترین ابزار سرکوب علف های هرز می باشند. از آنجایی که در نظام های کشاورزی ارگانیک تکیه برطیف محدودی از ابزار برای کنترل جوامع علف های هرز می باشد، جلوگیری از تولید بذور علف های هرز از اهداف مهم و اصلی در این نظام های زراعی می باشد (Hilt Brunner et al., 2007). روش های زراعی که در جهت مدیریت علف های هرز بکار می روند باعث کاهش ذخایر بذر علف های هرز نیز شده و بدین طریق باعث کاهش مشکلات علف های هرز در

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علف هرز دانشگاه آزاد واحد مشهد

(*)- نویسنده مسئول: Email: azarea.2002@yahoo.com

و بایستی با روش‌های غیر شیمیایی و مخصوصاً روش‌های زراعی مدیریت گردند، بنابراین به منظور بررسی امکان بکارگیری تناوب زراعی به عنوان یک شیوه مدیریتی غیر شیمیایی در کاهش تراکم علف‌های هرز و ارزیابی میزان تأثیرگذاری بر پویایی جمعیت علف‌های هرز این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تناوب‌های زراعی مختلف بر پویایی جمعیت علف‌های هرز و شناسایی علف‌های هرز هر تناوب در مزارع مبتنی بر کشت گندم در اقلیم سرد به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تراکم و وزن زیست‌توده جمعیت علف‌های هرز گندم تحت تأثیر تناوب‌های زراعی مختلف و مدیریت بقایای گیاهی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ روی سال آخر پروژه پنج ساله انجام شد. مزرعه با مختصات ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۲۱ متر از سطح دریا قرار داشته و به سبب دارا بودن زمستان‌های سرد و طولانی با میانگین ۱۳۲ روز یخبندان در سال و همچنین بهار خنک و تابستان‌های معتدل دارای اقلیم سرد بود. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۲۳ میلی متر و حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق آن به ترتیب ۳۶/۵ و ۲۳- درجه سانتی‌گراد بود. این طرح با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار شامل هشت نظام تناوبی: متشکل از محصولات زراعی گندم، چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)، سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) به ترتیب جدول ۱ بود.

تنوع گونه‌ای شده و در نتیجه از غالبیت چند گونه علف هرز جلوگیری کند (Dorado et al., 1999 & Cousens & Croft, 2000). سوانتون و همکاران (Swanton et al., 1999) نیز گزارش کردند که مدیریت شیمیایی علف‌های هرز موجب کاهش تنوع گونه‌ای می‌شود، اما فلور باقیمانده برای بقا و گونه‌های موجود دارای تراکم بسیار بالایی هستند. تناوب زراعی به عنوان یک شیوه مدیریتی غیر شیمیایی مؤثر می‌تواند بر پویایی جمعیت علف‌های هرز تأثیر داشته و تراکم آنها را در مزرعه کاهش دهد. راشد محصل و همکاران (Rashed Mohasel et al., 2005) با مطالعه تراکم گیاهچه‌های علف‌های هرز در تناوب‌های ذرت-جو، زیره-جو و نخود-جو دریافتند که تراکم گیاهچه‌های علف‌های هرز در تناوب ذرت-جو کمتر از دو تناوب دیگر بود. در آزمایشی مشاهده گردید که تناوب‌های ذرت-یولاف-گیاه پوششی (یونجه + چچم)، یولاف-گیاه پوششی-ذرت و گیاه پوششی-ذرت-یولاف دارای اثرات مثبتی بودند در حالی که تناوب-های کشت مداوم ذرت، ذرت-سویا-ذرت و سویا-ذرت-سویا این گونه نبودند و نیز تغییر در سیستم مدیریت مزرعه می‌تواند بر تنوع گونه‌های علف هرز اثرگذار باشد. غالبیت تعداد معدودی از علف‌های هرز با قدرت رقابت بالا در مزرعه می‌تواند تهدیدی برای تولیدات کشاورزی باشد و در این حالت گزینه‌های مدیریتی محدود نیز پیش روی کشاورز نمی‌باشند (Murphy et al., 2006). بیشترین تراکم علف‌های هرز تابستانه در تناوبی مشاهده شد که دو محصول تابستانه در تناوب سه ساله قرار گرفته بودند. در مقابل، جمعیت علف‌های هرز تابستانه در تناوب‌هایی که دارای دو محصول زمستانه بودند یا آیش در تناوب وجود داشت به شدت کاهش نشان داد (Poggio et al., 2004). علف‌های هرز در مزارع گندم ایران و جهان مشکل ساز بوده

جدول ۱- محصولات کشت شده در تناوب‌های زراعی مختلف در طی پنج سال اجرای آزمایش

Table 1- Planted crop in different rotations during five experimental years

شماره تیمار	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال چهارم	سال پنجم	علامت اختصاری
No. of treatments	First year	Second year	Third year	Fourth year	Fifth year	Abbreviation
1	گندم	گندم	گندم	گندم	گندم	WWWWW
2	گندم	کلزا	گندم	کلزا	گندم	WWWCW
3	گندم	چغندر قند	گندم	چغندر قند	گندم	WSWSW
4	گندم	سیب زمینی	گندم	سیب زمینی	گندم	WPWPW
5	گندم	سیب زمینی	گندم	کلزا	گندم	WRWCW
6	گندم	چغندر قند	گندم	سیب زمینی	گندم	WSWPW
7	گندم	ذرت علوفه‌ای	گندم	سیب زمینی	گندم	WMWPW
8	گندم	ذرت علوفه‌ای	گندم	چغندر قند	گندم	WMWSW
	Wheat	Maize	Wheat	Sugar beet	Wheat	

نتایج و بحث

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، تعداد ۲۰ گونه علف هرز شامل شش گونه باریک برگ و ۱۴ گونه پهن برگ مشاهده و ثبت گردید.

تأثیر تناوب زراعی بر فراوانی علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس تناوب‌های زراعی بر تراکم علف‌های هرز در هر چهار مرحله نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در نمونه‌برداری ۱۴۷ روز بعد از کاشت (مرحله اول) بین تناوب‌های زراعی ۷ (WMWPW) و ۸ (WMWSW) با تناوب‌های زراعی ۵ (WRWCW)، ۱ (WWWWW) و ۲ (WWWCW) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین تراکم علف هرز در تناوب زراعی ۷ (WMWPW) به تعداد ۲۵۴ بوته در متر مربع و کمترین تراکم علف هرز در تناوب زراعی ۵ (WRWCW) به تعداد ۱۳۵ بوته در متر مربع مشاهده گردید (جدول ۴). در این مرحله از نمونه‌برداری علف‌های هرز موجود در تناوب زراعی ۷ (WMWPW) شامل هفت بند خوابیده (*Polygonum aviculare* L.)، چچم (*Lolium rigidum* L.) و کاهوی وحشی (*Lactuca Serriola* L.) بودند که علف هرز هفت بند خوابیده در این تناوب بیشترین تراکم در متر مربع را در بین سایر تناوب‌های زراعی دارا بود که به نظر می‌رسد کاشت دو محصول تابستانه سیب زمینی و ذرت علوفه‌ای در تناوب با گندم موجب کاهش تنوع و تراکم علف‌های هرز زمستانه و افزایش تراکم این علف هرز گردیده است. تناوب زراعی ۵ (WRWCW) با دو گونه علف هرز هفت بند خوابیده و چچم کمترین تراکم علف‌های هرز را در بین سایر تناوب‌های زراعی دارا بودند (جدول ۴) که به نظر می‌رسد پیش کاشت کلزا به دلیل خصوصیات آللوپاتیکی در کنترل علف‌های هرز مؤثر بوده است. به نظر می‌رسد هر چه اختلافات بین گیاهان زراعی موجود در یک تناوب بیشتر و تشابهات آنها کمتر باشد این تناوب زراعی در کنترل علف‌های هرز مؤثرتر خواهد بود. تلفیق گیاهان زراعی با پرخه‌های زندگی متفاوت در یک تناوب منجر به تنوع جمعیت علف‌های هرز و مانع غالبیت هر یک از گونه‌ها به تنهایی می‌شود (Nuvarrete & Fernandes, 1996).

بیشترین تراکم علف‌های هرز مرحله دوم (۱۸۵ روز بعد از کاشت) در تناوب زراعی ۳ (WSWSW) به تعداد ۲۷۸ بوته در متر مربع و کمترین تراکم علف هرز در تناوب ۵ (WPWCW) به تعداد ۹۲ بوته در متر مربع مشاهده گردید. جمعیت علف‌های هرز در تناوب زراعی ۳ (WSWSW) شامل ۶ گونه علف هرز بود که گونه هفت بند خوابیده با تراکم ۹۶ درصد فراوانی کل گونه‌های علف‌های هرز بالاترین تعداد بوته را در بین سایر تناوب‌های زراعی دارا بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد کشت چغندر قند در تناوب با گندم و رعایت آیش کوتاه مدت در

ابعاد هر کرت آزمایشی ۲۰×۳۰ متر (۶۰۰ متر مربع) بود و محصولات مختلف در پشته‌هایی با فواصل ۶۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند، جهت رسیدن به تراکم مورد نظر برای هر محصول، تعداد ردیف‌های مناسب درروی هر پشته مشخص شده و کشت در این ردیف‌ها و با فواصل مناسب بین بوته‌ها انجام شد. کشت گندم و کلزا با ماشین کاشت آزمایشی غلات، کشت ذرت و چغندر قند با بذر کار پنوماتیک و سیب زمینی با بذر کار سیب زمینی انجام گرفت. رقم گندم مورد استفاده در این آزمایش لاین C-81-4 و ارقام کلزا، سیب زمینی، چغندر قند و ذرت مورد کشت در تناوب به ترتیب مودنا^۱، سانت^۲، ریزوفورت^۳ و دبل کراس^۴ بودند.

کشت اولیه کلیه تیمارها در پائیز سال ۱۳۸۴ شروع و برای مدت پنج سال ادامه یافت. در سال آخر این آزمایشات، کشت کلیه تیمارها گندم بود که در تاریخ ۸۸/۷/۱۵ کشت انجام شد. کود دهی بر اساس آزمون خاک در زمان‌های مناسب و توصیه شده انجام گرفت، آبیاری نیز بر اساس عرف منطقه و با توجه به نیاز آبی گندم انجام شد. عملیات داشت شامل مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ گندم با استفاده از علف کش آتلاتیس^۵ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار طی یک مرحله در تاریخ ۱۳۸۹/۱/۱۶ انجام شد و قسمتی از کرت‌ها بدون مصرف علف‌کش باقی ماند. به منظور مقایسه جمعیت و زیست-توده علف‌های هرز از تیمارهای مورد آزمایش نمونه‌برداری با استفاده از کوادرات ۵۰×۵۰ سانتی‌متری در چهار مرحله رشدی گندم شامل شروع پنجه دهی (۱۴۷ روز بعد از کاشت)، ساقه‌دهی کاذب (۱۸۵ روز بعد از کاشت)، سنبله‌دهی (۲۱۵ روز بعد از کاشت) و مرحله شیری دانه (۲۲۸ روز بعد از کاشت) انجام شد. در هر تیمار، نمونه‌برداری از سه نقطه به صورت تصادفی انجام و تمامی علف‌های هرز موجود در آن نقاط از سطح خاک برداشت گردید. سپس گونه، تعداد، وزن تر و خشک علف‌های هرز تعیین و ثبت شد. برداشت محصول در نیمه اول مرداد ماه ۱۳۸۹ با کمباین برداشت آزمایشی غلات انجام و سپس عملکرد دانه گندم با رطوبت ۱۰ درصد محاسبه شد. برای انجام محاسبات و تجزیه تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای Mstat-C و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین-ها نیز با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

1- Modena

2- Sante

3- Risofert

4- Double Cross 370

5- Atlantis

کنترل علف‌های هرز یکساله زمستانه و همچنین تشابه چرخه زندگی و نیازهای تغذیه‌ای علف‌های هرز یکساله تابستانه با گیاه زراعی چغندر قند در افزایش تراکم گونه هفت بند خوابیده مؤثر بوده است.

جمعیت علف هرز هفت بند خوابیده در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) در مقایسه با سایر تناوب‌های زراعی کمترین تراکم بوته در متر مربع را دارا بود.

جدول ۲- فهرست علف‌های هرز تناوب‌های مختلف

Table 2- List of observed weed species in the different crop rotation

گونه علف هرز Weed Species	خصوصیات Characteristics			درجه تراکم Crowded degree
	خانواده Family	مسیر فتوسنتزی Photosynthesis path	چرخه زندگی Life cycle	
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	C ₃	Annual	-
<i>Lolium rigidum</i> L.	Poaceae	C ₃	Annual	+
<i>Fumaria vaillantii</i> Loiss	Fumariaceae	C ₃	Annual	-
<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	C ₃	Annual	-
<i>Bromus commutatus</i> Schrad.	Poaceae	C ₃	Annual	-
<i>Hordeum murinum</i> SSP.	Poaceae	C ₃	Annual	-
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	C ₃	Annual	-
<i>Acroptilon repense</i> L.	Asteraceae	C ₃	Perennial	+
<i>Eremopyrum bonaepartis</i> Spreng.	Poaceae	C ₃	Annual	-
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	C ₃	Annual	-
<i>Euclidium syriacum</i> L.	Brassicaceae	C ₃	Annual	-
<i>Goldbachia laevigata</i> M.Bieb.	Brassicaceae	C ₃	Annual	-
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	Poaceae	C ₃	Annual	-
<i>Cardaria draba</i> L.	Brassicaceae	C ₃	Perennial	-
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	C ₃	Perennial	+
<i>Descurainia Sophia</i> L.	Brassicaceae	C ₃	Annual	-
<i>Ceratocephalus falcatus</i> L.	Ranunculaceae	C ₃	Annual	-
<i>Nonnea persica</i> Boiss.	Boraginaceae	C ₃	Annual	-
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	C ₃	Annual	-
<i>Hyoscyamus niger</i> Hyos.	Solanaceae	C ₄	Annual & perennial	-

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف علف‌های هرز و تناوب‌های زراعی

Table 3- Analysis of variance of different traits of weed and rotations

مراحل نمونه‌برداری Sampling stages								درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییر Source of variance
4	3	2	1	وزن خشک Dry matter	وزن خشک Dry matter	تعداد Number	وزن خشک Dry matter		
133.93**	86.29**	243.52**	137.31**	213.31**	17.11**	404.95**	0.633**	7	تناوب زراعی Rotation
24.42	2.47	39.01	6.68	52.68	0.0274	83.68	0.010	14	خطا Error

***, * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار

***, * and ns are significant at 1 and 5 % probability levels and non significant, respectively.

جدول ۴- تراکم جمعیتی گونه‌های مختلف علف‌های هرز موجود در تناوب‌های زراعی (مرحله اول نمونه‌برداری)
Table 4- Different weed species population density existing in rotations (the first sampling stage)

تراکم (تعداد در متر مربع) Density (Number.m ²)								گونه علف هرز Weed Species
تناوب ۸ Rotation 8 WMWSW	تناوب ۷ Rotation 7 WMWPW	تناوب ۶ Rotation 6 WSWPW	تناوب ۵ Rotation 5 WPWCW	تناوب ۴ Rotation 4 WPWPW	تناوب ۳ Rotation 3 WSWSW	تناوب ۲ Rotation 2 WWWCW	تناوب ۱ Rotation 1 WWWWW	
249.32a	250.32a	207.36ab	123.76c	197.28abc	216.44abc	168.56bc	107.24c*	<i>Polygonum aviculare</i> L. هفت بند خوابیده
0.88d	3.68d	3.36d	1.32d	2.20d	2.64d	9.32d	27.52d	<i>Lolium rigidum</i> L. چچم
3.08d	-	-	-	0.44d	-	0.28d	0.28d	<i>Fumaria vaillantii</i> Lois شاتره
-	0.44d	0.28d	-	0.88d	-	0.28d	0.44d	<i>Lactuca serriola</i> L. کاهوی- وحشی
-	-	0.40d	-	-	-	-	-	<i>Bromus commutatus</i> Schrad علف پشمکی
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Chenopodium album</i> L. سلمه تره
-	-	-	-	-	-	0.12d	-	<i>Ceratocephalus falcatus</i> L. گل آفتاب رو
-	-	0.12d	-	0.44d	-	0.12d	-	<i>Nonnea persica</i> Boiss چشم گربه ای
253a	254a	212ab	125c	201abc	219ab	179bc	136c	کل علف‌های هرز

* میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

گیاه زراعی کلزا به عنوان پیش کاشت گندم با خاصیت آلوپاتیکی و ساختار کانوپی اوایل بهار در کاهش نفوذ نور مانع جوانه زنی علف هرز هفت بند خوابیده گردیده است. تناوب کشت مداوم گندم باعث افزایش تراکم علف‌های هرز باریک برگ یکساله زمستانه شامل چچم، علف پشمکی (*Bromus commutatus* Schrad) جو وحشی (*Hordeum murinum* SSP.) و تلخه (*Acroptilon repenes* L.) گردید. این علف‌های هرز خصوصیات مرفولوژیکی نزدیکی با گیاه زراعی گندم داشتند (جدول ۵). درکسن و همکاران (Derksen et al., 1993) نیز نشان دادند که بین نوع گیاه زراعی و فلور علف‌های هرز همراه آن همبستگی وجود دارد و نیز مشخص گردید که نوع گیاه زراعی مهم‌ترین عامل در تعیین نحوه توزیع گونه‌های مختلف علف‌های هرز رایج در گیاهان زراعی مختلف است. در مرحله سوم (۲۱۵ روز پس از کاشت) بیشترین تراکم علف‌های

هرز در تناوب زراعی ۶ (WSWPW) به تعداد ۱۷۱ بوته در متر مربع و کمترین تراکم علف‌های هرز در تناوب زراعی ۲ (WWWCW) به تعداد ۶۹ بوته در متر مربع مشاهده شد. تناوب‌های زراعی ۲ (WWWCW)، ۳ (WSWSW) و ۵ (WPWCW) با تراکم‌های ۷۲، ۷۰ و ۶۹ بوته در متر مربع دارای کمترین تراکم علف هرز اختلاف معنی‌داری با تناوب زراعی ۶ (WSWPW) داشتند. گونه‌های علف هرز در تناوب زراعی ۶ (WSWPW)، شامل هفت بند خوابیده، سلمه تره یکساله تابستانه (*Chenopodium album* L.)، شاتره (*Fumaria vaillantii* Lois)، علف پشمکی، بیابان گندمی یکساله زمستانه (*Eremopyrum bonaepartis* Spreng) و تلخه پایا با رویش زمستانه بود که گونه‌های هفت بند خوابیده و سلمه تره حدود ۹۹ درصد فراوانی کل گونه‌های علف‌های هرز را در تناوب زراعی ۶ (WSWPW) شامل می‌شدند (جدول ۶).

در مرحله سوم (۲۱۵ روز پس از کاشت) بیشترین تراکم علف‌های

جدول ۵- تراکم جمعیتی گونه‌های مختلف علف‌های هرز موجود در تناوب‌های زراعی (مرحله دوم نمونه‌برداری)
 Table 5- Different weed species population density existing in rotations (the second sampling stage)

تراکم (تعداد در متر مربع) Density (Number.m ²)								گونه علف هرز Weed Species
تناوب ۸ Rotation 8 WMWSW	تناوب ۷ Rotation 7 WMWPW	تناوب ۶ Rotation 6 WSWPW	تناوب ۵ Rotation 5 WPWCW	تناوب ۴ Rotation 4 WPWPW	تناوب ۳ Rotation 3 WSWSW	تناوب ۲ Rotation 2 WWWCW	تناوب ۱ Rotation 1 WWWWW	
134.64b	178.64ab	176.56ab	86.2bc	111.08bc	268.44a	98.48bc	101.6bc*	<i>Polygonum aviculare</i> L. هفت بند-خوابیده
-	0.28d	0.28d	-	-	-	-	13.16d	<i>Lolium rigidum</i> L. چچم
4.44d	4.84d	2.92d	2.2d	4d	4.88d	7.2d	2.48d	<i>Fumaria vaillantii</i> Lois. شاتره
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Lactuca serriola</i> L. کاهوی وحشی
-	-	0.12d	2.2d	0.88d	0.88d	1.92d	5.32d	<i>Bromus commutatus</i> Schrad علف پشمکی
1.32d	4.72d	3.52d	1.32d	6.2d	2.64d	0.56d	0.72d	<i>Chenopodium album</i> L. سلمه تره
0.44d	0.72d	0.88d	-	-	0.44d	8.4d	3.96d	<i>Hordeum murinum</i> SSP. جووحشی
-	1.16d	0.28d	-	-	-	-	4.04d	<i>Acroptilon repens</i> L. تلخه
-	-	-	-	-	-	0.12d	-	<i>Ceratocephalus falcatus</i> L. گل آفتاب رو
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Eremopyrum bonaepartis</i> Spreng بیابان گندمی
-	-	-	0.44d	-	-	-	-	<i>Goldbachia laevigata</i> M.Bieb ناخنک
-	-	-	-	-	0.88d	0.12d	-	<i>Cardaria draba</i> L. شاهی وحشی
141ab	190ab	185ab	92b	122b	278a	117b	131b	کل علف‌های هرز

* میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

تابستانه باشد (گندم زمستانه-ارزن) تراکم علف‌های هرز افزایش خواهد یافت.

در مرحله چهارم نمونه‌برداری (۲۲۸ روز پس از کاشت) که همزمان با مرحله شیری گندم بود بیشترین تراکم علف‌های هرز در تناوب زراعی ۷ (WMWPW) به تعداد ۱۵۴ بوته در متر مربع و کمترین تراکم علف‌های هرز در تناوب زراعی ۳ (WSWSW) به تعداد ۷۲ بوته در متر مربع مشاهده شد هر چند تراکم کلی علف‌های هرز در این مرحله نسبت به مراحل اولیه کمتر بود. تناوب زراعی ۷ (WMWPW) متشکل از پنج گونه علف هرز شامل هفت بند خوابیده، سلمه تره، شیر تیغک معمولی (*Sonchus oleraceus*)، علف پشمکی و تلخه بود، تراکم علف‌های هرز یکساله پهن برگ موجود در

در تناوب زراعی ۶ (WSWPW) که دارای دو محصول وجین بهاره شامل چغندر قند و سیب زمینی بوده است فقط دو گونه هفت بند و سلمه باقی مانده و تراکم بالایی را در محصول گندم بعدی این تناوب داشته‌اند. تراکم بالای دو گونه هفت بند و سلمه در این تناوب زراعی ناشی از شرایط رشدی آنها در دو محصول بهاره چغندر قند و سیب زمینی قبلی بوده است. احتمالاً شرایط رشدی تعداد باقیمانده این دو گونه پس از وجین در این دو محصول در شرایط آب و هوایی بهاره خیلی خوب بوده و رشد مناسبی داشته‌اند و در نتیجه تولید بذر زیادی نموده که توانسته است در محصول بعدی گندم تراکم بالایی داشته باشند. اندرسون (Anderson, 2003) دریافت که اگر تناوب محصول شامل یک محصول زمستانه و در ادامه آن یک محصول

کرت‌های تحت تناوب زراعی ۷ (WMWPW) از بقیه تناوب‌ها بیشتر بود (جدول ۷).

جدول ۶- تراکم جمعیتی گونه‌های مختلف علف‌های هرز موجود در تناوب‌های زراعی (مرحله سوم نمونه‌برداری)

Table 6- Different weed species population density existing in rotations (the third sampling stage)

تراکم (تعداد در متر مربع) Density (Number.m ²)								گونه علف هرز Weed Species	
تناوب ۸ Rotation 8 WMWSW	تناوب ۷ Rotation 7 WMWPW	تناوب ۶ Rotation 6 WSWPW	تناوب ۵ Rotation 5 WPWCW	تناوب ۴ Rotation 4 WPWPW	تناوب ۳ Rotation 3 WSWSW	تناوب ۲ Rotation 2 WWWCW	تناوب ۱ Rotation 1 WWWWW		
101.76bc	130.8abc	161.6a	67.08c	92.4bc	59.08c	60.12c	67.4c*	<i>Polygonum aviculare</i> L.	هفت بند
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Lolium rigidum</i> L.	چچم
2.2d	1.76d	1d	0.44d	1.76d	3.08d	2.2d	2.04d	<i>Fumaria vaillantii</i> Lois	شاتره
-	-	-	0.44d	-	-	-	0.28d	<i>Lactuca serriol</i> L.	کاهوی وحشی
-	1.16d	0.12d	-	-	-	3.4d	7.36d	<i>Bromus commutatus</i> Schrad	علف-پشمکی
6.16d	4.84d	6.48d	-	7.08d	7.08d	1.76d	0.72d	<i>Chenopodium album</i> L.	سلمه تره
-	0.88d	0.88d	1.76d	-	-	-	6.64d	<i>Acroptilon repens</i> L.	تلخه
-	0.28d	0.44d	1.32d	0.88d	0.44d	0.72d	3.08d	<i>Eremopyrum bonaepartis</i> Spreng	بیابان گندمی
-	-	-	-	-	-	0.44d	0.12d	<i>Goldbachia laevigata</i> M.Bieb	ناخنک
-	0.12d	-	-	-	-	-	0.28d	<i>Euclidium syriacum</i> L.	دانارک
-	-	-	-	-	-	-	0.28d	<i>Descurainia Sophia</i> L.	خاکشیر-ایرانی
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ceratocephalus falcatus</i> L.	گل آفتاب‌رو
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Cardaria draba</i> L.	شاهی وحشی
-	-	-	0.44d	-	-	-	-	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	پیچک
-	-	-	0.44d	-	-	-	0.12d	<i>Hyos Cyamus niger</i> Hyos	بذرالبنج
-	-	-	-	-	-	0.44d	0.56d	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	دانه تسبیجی
0.44d	-	-	-	-	-	-	-	<i>Poa annua</i> L.	چمن هرز
111bc	140ab	171a	72c	102bc	70c	69c	89bc	کل علف‌های هرز	

* میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

آیش کوتاه مدت موجب کنترل جمعیت علف‌های هرز مقاوم و سازگار به شرایط کشت مداوم گندم گردیده است. تنوع گونه‌های زمستانه موجود در تناوب زراعی کشت مداوم گندم از بقیه تناوب‌ها بیشتر بود و جمعیت علف‌های هرز این تناوب شامل ۸ گونه هفت بند خوابیده، سلمه تره، کاهوی وحشی، علف پشمکی، بیابان گندمی، دانه تسبیحی (*Aegilos triuncialis*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*) و تلخه بود (جدول ۷).

گنجاندن گیاه زراعی سیب زمینی در تناوب به عنوان گیاه پیش کاشت گندم و حاصل خیزی خاک بعد از کاشت سیب زمینی و هم زمانی تاریخ کاشت سیب زمینی با جوانه زنی علف‌های هرز یکساله تابستانه هفت بند خوابیده و سلمه تره و خصوصیات مشابه مورفولوژیکی و استفاده از علف کش‌های انتخابی در افزایش تراکم گونه‌های یکساله تابستانه مؤثر بوده است. جمعیت علف‌های هرز در تناوب زراعی ۳ (WSWSW) شامل ۳ گونه هفت بند خوابیده، سلمه تره و شیر تیغک معمولی بود که تناوب چغندر قند- گندم و رعایت

جدول ۷- تراکم جمعیتی گونه‌های مختلف علف‌های هرز موجود در تناوب‌های زراعی (مرحله چهارم نمونه برداری)
Table 7- Different weed species population density existing in rotations (the fourth sampling stage)

تراکم (تعداد در متر مربع) Density (Number.m ⁻²)								گونه علف هرز Weed Species
تناوب ۸ Rotation 8 WMWSW	تناوب ۷ Rotation 7 WMWPW	تناوب ۶ Rotation 6 WSWPW	تناوب ۵ Rotation 5 WPWCW	تناوب ۴ Rotation 4 WPWPW	تناوب ۳ Rotation 3 WSWSW	تناوب ۲ Rotation 2 WWWCW	تناوب ۱ Rotation 1 WWWWW	
94.2bcd	140.88a	122.92ab	111.08abc	87.52bcd	60.88c	78.48cd	84.56cd*	<i>Polygonum aviculare</i> L. هفت بند خوابیده
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Lolium rigidum</i> L. چچم
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Fumaria vaillantii</i> Lois شاتره
0.88d	-	0.72d	0.44d	-	-	0.12d	0.28d	<i>Lactuca serriola</i> L. کاهوی وحشی
-	0.12d	-	-	-	-	0.56d	5.92d	<i>Bromus commutatus</i> Schrad علف پشمکی
9.76d	12.4d	7.68d	1.76d	7.96d	10.2d	1.88d	3.64d	<i>Chenopodium album</i> L. سلمه تره
-	0.56d	-	-	-	-	-	4.88d	<i>Acroptilon repens</i> L. تلخه
-	-	0.12d	-	-	-	0.12d	1.6d	<i>Eremopyrum bonaepartis</i> Spreng بیابان گندمی
-	-	-	-	-	-	-	1.16d	<i>Aegilops triuncialis</i> L. دانه تسبیحی
0.44d	0.12d	0.88d	-	-	0.44d	-	-	<i>Sonchus oleraceus</i> L. شیر تیغک معمولی
0.88d	-	-	-	-	-	-	0.12d	<i>Convolvulus arvensis</i> L. پیچک
-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Cardaria draba</i> L. شاهی وحشی
106bcd	154a	132ab	113bc	96bcd	72d	81cd	102bcd	کل علف‌های هرز

* میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

اندرسون و همکاران (Anderson et al., 1998) عنوان کردند که ترکیب گونه‌های علف‌های هرز متاثر از نوع گیاه زراعی است که در تناوب قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که گیاهان زراعی مختلف با داشتن خصوصیات متفاوتی هم چون خواص آللوپاتیک، الگوهای مختلف رقابت بر سر منابع و غیره شرایط نامساعدی را برای تکثیر بعضی گونه‌ها پدید می‌آورند. کگود و همکاران (Kegod et al., 1998) نیز اظهار داشتند که نوع گیاه زراعی در تعیین فلور علف‌های هرز تأثیر به‌سزایی دارد به‌طوری‌که باعث می‌شود علف‌های هرزی که سیکل زندگی نزدیکی با گیاه زراعی دارند، غالبیت پیدا کنند.

تأثیر تناوب زراعی بر زیست توده وزن خشک علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس تناوب زراعی بر وزن خشک علف‌های هرز در هر ۴ مرحله نمونه‌برداری در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در مرحله اول هم زمان با شروع پنجه‌زنی (۱۴۷ روز بعد از کاشت) در تناوب زراعی کشت مداوم گندم به میزان ۶/۲۴ گرم در مترمربع و کمترین وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) به میزان ۰/۶۱ گرم در مترمربع مشاهده شد (جدول ۸). بین سایر تناوب‌های زراعی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در این مرحله از نمونه‌برداری رشد علف‌های هرز کند می‌باشد و هنوز وزن زیست توده آن‌ها چندان زیاد نیست. در تناوب زراعی کشت مداوم گندم، چهار گونه علف هرز شامل هفت بند خوابیده یکساله تابستانه، چچم، شاتره و کاهوی وحشی یکساله زمستانه مشاهده شد که گونه چچم بالاترین وزن خشک را در بین تناوب‌های زراعی مختلف دارا بود که همین امر موجب گردید این تناوب زراعی بالاترین وزن خشک را نسبت به سایر تناوب‌های زراعی به خود اختصاص دهد هر چند کشت مداوم گندم در این مرحله کمترین تراکم علف هرز را داشت (جدول ۴). کشت مداوم گندم و مصرف مداوم یک علف کش یا علف کش‌هایی با ساختمان مشابه در طی سالیان متمادی باعث ایجاد فشار انتخابی بر فلور علف‌های هرز و سبب ایجاد تغییر در فلور علف‌های هرز، کاهش تراکم گونه‌های خاص و غالبیت گونه‌های مقاوم با چرخه زندگی زمستانه گردیده است. تناوب زراعی ۵ (WPWCW) شامل دو گونه علف هرز هفت بند خوابیده یکساله تابستانه و چچم یکساله زمستانه، کمترین وزن خشک علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. به نظر می‌رسد حضور گیاهان زراعی سبب زمینی و کلزا در تناوب و کاربرد علف کش‌های انتخابی و ساختار کانوبی و خاصیت آللوپاتی و مدیریت این گیاهان در کنترل علف‌های هرز با چرخه زندگی یکساله زمستانه از جمله چچم، شاتره و کاهوی وحشی مؤثر بوده است.

نتایج مقایسه میانگین زیست توده علف‌های هرز در مرحله دوم

(۱۸۵ روز پس از کاشت) نشان داد که همانند نتایج مرحله اول بین تناوب زراعی کشت مداوم گندم با سایر تناوب‌های زراعی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی کشت مداوم گندم به مقدار ۳۳/۳۶ گرم در مترمربع و کمترین وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) به مقدار ۲/۹۷ گرم در مترمربع مشاهده شد (جدول ۸). جمعیت علف‌های هرز در کرت‌های تحت کشت مداوم گندم متشکل از هفت گونه شامل هفت بند خوابیده، سلمه تره یکساله تابستانه، چچم، شاتره، علف پشمکی، جو وحشی یکساله زمستانه و تلخه پایا با رویش زمستانه بود که چچم، علف پشمکی و تلخه در مقایسه با سایر تناوب‌های زراعی گونه‌های غالب بودند که با توجه به وزن تک بوته بالاتر نسبت به گونه‌های تابستانه، وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی کشت مداوم گندم نسبت به سایر تناوب‌های زراعی بالاتر بود (جدول ۵).

بیشترین وزن خشک علف‌های هرز مرحله سوم (۲۱۵ روز بعد از کاشت) هم زمان با سنبله دهی گندم مشابه دو مرحله قبل در تناوب زراعی کشت مداوم گندم به میزان ۹۳ گرم در متر مربع و کمترین وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) به میزان ۹/۴۴ گرم در متر مربع مشاهده شد (جدول ۸). در این مرحله از نمونه‌برداری تنوع گونه‌ای موجود در تناوب زراعی کشت مداوم گندم از سایر تناوب‌های زراعی بیشتر بود. این تناوب متشکل از ۱۲ گونه علف هرز مختلف شامل هفت بند خوابیده و سلمه تره یکساله تابستانه و شاتره، کاهوی وحشی، علف پشمکی، بیابان گندمی، دانارک (*Euclidium syriacum* L.)، خاکشیر ایرانی (*Descurainia* *Sophia* L.)، بذالینج (*Hyos Cyamus niger*)، دانه تسبیحی یکساله زمستانه و تلخه پایا با رویش زمستانه بود که گونه‌های علف پشمکی و بیابان گندمی و تلخه در بین گونه‌های یکساله و چند ساله زمستانه تناوب‌های زراعی مختلف از تراکم و وزن تک بوته بالاتری برخوردار بودند که این امر موجب تفاوت معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز موجود در تناوب زراعی کشت مداوم گندم با سایر تناوب‌های زراعی گردیده است.

نتایج مرحله چهارم (۲۲۸ روز پس از کاشت) هم زمان با شیری شدن دانه گندم مشابه با سه مرحله قبلی، بیشترین وزن خشک علف هرز در تناوب زراعی کشت مداوم گندم به میزان ۷۶/۸۸ گرم در متر مربع و کمترین وزن خشک علف‌های هرز در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) به میزان ۷/۳۶ گرم در متر مربع مشاهده شد (جدول ۸). تناوب زراعی ۶ (WSWPW) در این مرحله بعد از تناوب زراعی کشت مداوم گندم بیشترین وزن خشک علف‌های هرز را به میزان ۳۷/۸۰ گرم در متر مربع دارا بود و با تناوب‌های زراعی ۸ (WMWSW)، ۴ (WPWPW)، ۲ (WWWCW) و ۵

فصل و دور بعدی کشت، زمینه رشد بهتر علف‌های هرز این تناوب زراعی را فراهم نموده است (Zarea Feizabadi, 2013). تناوب زراعی یکی از روش‌های بهبود کیفیت خاک و همچنین کنترل مؤثر علف‌های هرز است، چرخه زندگی این گیاهان توسط گیاهان زراعی مختلف موجود در تناوب زراعی که نیازهای تغذیه‌ای و مدیریتی متفاوتی دارند مختل می‌شود (Satorre & Ghera, 1987). ایشان در بررسی رابطه ساختار پوشش گیاهی و وزن خشک علف‌های هرز در گندم، چاودار، یونجه و کشت مخلوط چاودار-یونجه اظهار داشتند که ساختار و ترکیب گونه‌ای بسته به نوع الگوی کشت و نوع گیاه زراعی متفاوت بود.

(WPWCW) تفاوت معنی‌داری داشت. در این مرحله از نمونه‌برداری بیشترین تنوع گونه‌های علف‌های هرز در کرت‌های تحت کشت مداوم مشاهده گردید که گونه‌های زمستانه در تناوب زراعی شماره یک در مقایسه با سایر تناوب‌های زراعی از تراکم بالاتری برخوردار بودند (جدول ۷). به نظر می‌رسد که کاشت مداوم گندم سبب بوجود آمدن شرایط محیطی پایدار و افزایش تنوع گونه‌ها با خصوصیات مرفولوژیکی و چرخه زندگی مشابه گندم و همچنین مدیریت یکنواخت کنترل علف‌های هرز و ساختار کانوپی گندم گردیده است. نتایج عناصر باقی‌مانده در خاک تناوب‌های زراعی مختلف هم نشان داد که در کشت مداوم گندم میزان فسفر و پتاسیم باقیمانده در خاک بیشتر از سایر تناوب‌های زراعی بود که فراهمی این عناصر در آخر

جدول ۸- اثر تناوب زراعی بر وزن خشک کل علف هرز در مراحل نمونه‌برداری
Table 8- Effect of rotation on weed total dry matter part in the sampling stage

تناوب Rotation	تراکم (تعداد در متر مربع) Density (No.m ⁻²)			
	مراحل نمونه‌برداری Sampling stages			
	مرحله اول The first stage	مرحله دوم The second stage	مرحله سوم The third stage	مرحله چهارم The fourth stage
تناوب ۱ Rotation 1 WWWWW	6.24a*	33.36a	93a	76.88a
تناوب ۲ Rotation 2 WWWCW	2.16b	7.44b	24.13bc	14.84de
تناوب ۳ Rotation 3 WSWSW	1.27cd	7.93b	14.92bc	28.45bc
تناوب ۴ Rotation 4 WPWPW	0.79d	6.41bc	12.37bc	17.27cde
تناوب ۵ Rotation 5 WPWCW	0.62d	2.97c	9.44c	7.36e
تناوب ۶ Rotation 6 WSWPW	1.83bc	8.32b	31.19b	37.8b
تناوب ۷ Rotation 7 WMWPW	1.31cd	7.93b	23.6bc	26.71bcd
تناوب ۸ Rotation 8 WMWSW	0.85d	6.41bc	18.11bc	22.61cd

* میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

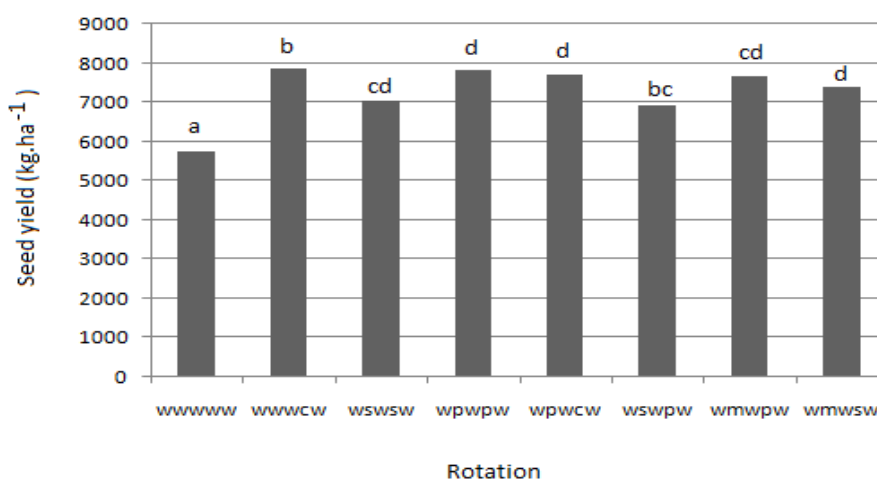
عملکرد دانه گندم

عملکرد دانه گندم کلیه تیمارهای تناوبی از افزایش معنی داری نسبت به کشت مداوم گندم بر خوردار بودند و عملکرد تک کشتی گندم، کمتر از عملکرد گندم در شرایط تناوبی آن بود. به طوری که بیشترین عملکرد دانه برای گیاه پیش کاشت کلزا در تناوب زراعی ۲ (WWWCW) با مقدار ۷۸۵۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه نیز برای گیاه پیش کاشت گندم با مقدار ۵۷۵۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۱). نتایج نیز نشان داد که افزایش عملکرد دانه گندم در تناوبهای زراعی ۲ (WWWCW)، ۳ (WSWPPW)، ۴ (WPWPW)، ۵ (WPWCW)، ۶ (WSWPPW) و ۷ (WMWPW) و ۸ (WMWSW) مورد بررسی در این منطقه سرد به ترتیب مقدار ۳۷، ۲۲، ۳۶، ۳۴، ۲۱، ۳۳ و ۲۹ درصد افزایش نسبت به کشت مداوم گندم داشتند. به نظر می رسد که گیاه پیش کاشت کلزا در تناوب زراعی شماره ۲ (WWWCW) بدلیل بهبود شرایط رشدی از جمله کاهش جمعیت آفات، بیماریها و علفهای هرز و در نتیجه کاهش خسارت آنها تحت تأثیر خاصیت آلوپاتیک در افزایش عملکرد دانه گندم مؤثر بوده است. کشت مداوم گندم که کمترین میزان عملکرد دانه را دارد، دارای بیشترین مقدار زیست توده علف هرز در کلیه مراحل رشد گندم بود. همچنین تیمارهای تناوبی ۶ (WSWPPW) و ۳ (WSWWSW) بعد از کشت مداوم گندم دارای بالاترین مقدار زیست توده علف هرز بودند که این تیمارها نیز از کمترین افزایش عملکرد دانه گندم بر خوردار بودند. جانستون و همکاران (Johnston et al., 2002) گزارش نمودند که عملکرد دانه

گندم کاشته شده پس از کلزا بین ۳۰-۲۴ درصد در مقایسه با شرایط تک کشتی افزایش داشت. اختلاف در ویژگیهای گیاه پیش کاشت (کلزا، سیب زمینی و چغندر قند) با گندم و نیازهای غذایی متفاوت آن ها و استفاده گندم از مزیت های تغذیه ای و زراعی که بعد از کشت کلزا، سیب زمینی و حتی چغندر قند کسب می کند، مهمترین عوامل مؤثر در برتری این تناوبها نسبت به کشت ممتد گندم می باشد. رشد غده های سیب زمینی و چغندر قند در خاک عامل مؤثری در جهت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، بهبود ساختمان خاک و قابلیت دسترسی بیشتر گیاه به آب و عناصر معدنی خاک می باشد (Zare Feizabadi & Koocheki, 2008).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، در مجموع ۲۰ گونه علف هرز (شش گونه باریک برگ و ۱۴ گونه پهن برگ) به عنوان علفهای هرز منطقه جلگه رخ تربت حیدریه ثبت شد که در این میان گونه های هفت بند خوابیده، چچم، شاه تره، علف پشمکی، سلمه تره، تلخه و بیابان گندمی از تراکم بالاتری در مقایسه با سایر گونه ها برخوردار بودند. به طور کلی، نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک علفهای هرز در هر چهار مرحله نمونه برداری در تناوب زراعی کشت مداوم گندم و کمترین مقدار آن در تناوب زراعی ۵ (WPWCW) مشاهده شد، اما در مورد تأثیر تناوب زراعی بر تراکم علفهای هرز روند کاملاً مشابهی یافت نشد.



شکل ۱- اثر تناوب زراعی بر عملکرد دانه گندم

Fig. 1- Effect of rotation on wheat kernel yield

* میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن ندارند ($p \leq 0.05$).* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

هم چنین تیمارهای تناوبی ۶ (WSWPW) و ۳ (WSWSW) بعد از کشت مداوم گندم دارای بالاترین مقدار زیست توده علف‌های هرز بودند که این تیمارها نیز از کمترین افزایش عملکرد دانه گندم برخوردار بودند.

نتایج نشان داد که تناوب زراعی کشت مداوم گندم که از بیشترین وزن خشک علف‌های هرز برخوردار بود دارای تراکم علف هرز کمتری بود و از طرفی، افزایش وزن زیست توده علف هرز در این تناوب زراعی که در کلیه مراحل رشد گندم مشاهده شد باعث کاهش عملکرد دانه به طور معنی داری نسبت به سایر تناوب‌های زراعی شده

منابع

- 1- Anderson, R.L., Stymiest, C.E., Swan, B.A., and Ric Kertsen, R. 2007. Weed community response to crop rotations in western South Dakota. *Weed Technology* 21: 131-135.
- 2- Anderson, R.L. 2003. An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great plains. *Adu Agronomy* 80: 33-62.
- 3- Anderson, R.L., tanaka, D.L., Llack, A.L.B., and Schweizer, E.E. 1998. Weed community and species response to crop rotation, tillage and nitrogen fertility. *Weed Technology* 12: 531-536.
- 4- Cousens, R., and Croft, A. M. 2000. Weed populations and pathogens. *Weed Research* 40: 63-82.
- 5- Derksen, D.A., Lafond, G.P. Thomas, A.G., Loepky, H.A., and Swanton, C.J. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. *Weed Science* 41: 409-417.
- 6- Dorado, J., Delmente, J.P., and Lopex-Fando, C. 1999. Weed seed bank response to crop rotation and tillage in semiarid agroecosystems. *Weed Science* 47: 67-73.
- 7- Ghorbani, R., Mir Alavi, S.V. and Sabet Teimouri, M. 2013. Effect of planting date and crop density of autumn wheat an density and biomass of weed. *Agroecology* 4(4): 294-306. (In Persian with English Summary)
- 8- Hilt Brunner, J., Liedgens, M., Block, L., Stamp, P., and Streit, B. 2007. Legume cover crops as living mulches for winter wheat: components of biomass and the control of weeds. *European Journal Agronomy* 26: 21-29.
- 9- Johnston, A., Tanaka, D., Miller, P., Brandt, S., Nielsen, D., and Lafond, G. 2002. Oil seed crops for semi-arid cropping systems in the northern Great Plains. *Agronomy Journal* 94: 231-240
- 10- Kegod, G.O., Orcella, F.F., and Clay, S. 1999. Influence of crop rotation, tillage and management inputs on weed seed production. *Weed Science* 47: 175-183.
- 11- Murphy, S.D., Clements, D.R., Belaoussoff, S., Kevan, P.G., and Swanton, C.J. 2006. Promotion of weed species diversity and reduction of weed seed banks with conservation tillage and crop rotation. *Weed Science* 54: 69-77.
- 12- Nuvarrete, I., and Fernande, C. 1996. The in flounce of crop rotation and soil tillage on seed population dynamics of Ave nafatua and Avena ludoviciana. *Weed Research* 36: 123-131.
- 13- Poggio, S.L., Satre, E.H., and Delafuente, E.B. 2004. Structure of weed communities occurring in pea and wheat crops in the Rolling Ram pa (Argentina). *Agriculture Ecosystems and Environment* 103: 225-235.
- 14- Rashed Mohassel, M. H., Siahmargoei, A., Nasiri Mahalati, M., Kharaghani, F., and Eshraghi, A. 2005. Effect of rotation on flora, density and distribution of weed seedling. *Agricultural Sciences and Technology* 19(2): 137-146. (In Persian with English Summary)
- 15- Satorre, E.H., and Ghersa, C.M. 1987. Relation ship between canopy structure and weed biomass in different winter crops. *Field Crops Research* 17: 37-43.
- 16- Swanton, C.J., Shrestha, A., Knezevic, S.Z., Roy, R.C., and Ball-Oelho, B.R. 1999. Effect of tillage systems, no cover crop on the composition of weed flora. *Weed Science* 47: 454-461.
- 17- Zare Feizabadi, A., and Koocheki, A. 2008. Investigation of yield and yield components of some conventional and ecological cropping systems of two wheat verities in different rotations. *Iranian Journal of Crop Science* 1(3): 55-63. (In Persian with English Summary)
- 18- Zarea Feizabady, A., and Nori Hossani, M. 2013. Study of organic carbon variation and some soil mineral nutrients in wheat based rotations. *Iranian Journal of Soil Sciences*. (In Press) (In Persian with English Summary)



Effects of different sowing date by some of companion crops on the weeds control, morphological traits and yield of corn (*Zea mays* L.) SC 504

F. Yeganehpour^{1*}, S. Zehtab Salmasi² and M. Valizadeh²

Submitted: 23-05-2011

Accepted: 11-11-2011

Abstract

In order to study the effects of different sowing dates by some of companion crops on the weeds control, morphological traits and yield of corn Sc 504, a field experiment was carried out of Research Field at Tabriz University during 2010 growing season. Treatments were arranged in a factorial experiment using randomized complete blocks design with three replicates. Factors were include four levels of companion crops (clover red (*Trifolium pratense* L.), hairy vetch (*Vicia sativa* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.)) sowing date companion crops with two levels (synchronic cultivation with corn and cultivation 15 days after corn). The result showed that the plant length trait was significantly influenced by companion crops and sowing date interaction, as maximum plant length was observed in synchronized planting corn with clover and minimum plant length was observed in cultivation of hairy vetch in 15 after cultivation of corn. There was significant difference between forage plants for leaf number, as maximum leaf number of plant was observed in the synchronic cultivation of corn with clover. Maximum and minimum grain yield of corn were 4062.9 kg.ha⁻¹ and 3034.2 kg.ha⁻¹ in cultivation of corn with clover and basil respectively. Biomass weed and maximum weed length in the maturity stage of corn were significantly affected by sowing date and companion crops interaction, as maximum and minimum biomass and weed length were significantly in the synchronic cultivation of corn with dill and the concurrent cultivation of corn with clover respectively and this is to rapid growth and high competitive power of clover in the early stage of growth. Also, with increasing of biomass weed and weed length, grain yield of corn linearly reduced. Synchronize cultivation of corn with dill was the best treatment than performance and weed control of other treatments.

Keywords: Biomass of weed, Basil, Clover, Competition, Height of weed

1 and 2- MSc Student and Professor in Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, respectively.

(*-Corresponding author Email: farhoodyeganeh@yahoo.com)



The ecological effects of different loading rates of metalaxyl on microbial biomass in unplanted and planted soils under field conditions

M. Mansourzadeh^{1*} and F. Raiesi²

Submitted: 10-06-2011

Accepted: 11-11-2011

Abstract

Fungicides are most widely used pesticides in Iran and the world. Application of fungicides may affect the populations and activity of soil microorganisms, particularly fungi, with a consequence for soil fertility and crop growth. In the current study, the effects of different levels of metalaxyl on soil microbial biomass carbon (C) and nitrogen (N), microbial biomass C/N ratio and metabolic quotient under field conditions were assessed. Two levels of metalaxyl (30 and 60 kg.ha⁻¹) were applied in planted soils with corn and unplanted calcareous soils, using a split-plots experiment in a completely randomized design with three replications. The C and N contents in soil microbial biomass as well as metabolic quotient were measured at 30 and 90 days after the onset of the experiment. Results showed that in cultivated soils metalaxyl application at 30 kg.ha⁻¹ increased (15-80%) significantly ($p \leq 0.01$) the amounts of microbial biomass C and N at both intervals (except microbial biomass C at 90 days) compared to the control soil (0 kg.ha⁻¹), while in uncultivated soils both microbial biomass C and N reduced by almost 1-34%. Microbial biomass C/N ratios in unplanted soils decreased (15 and 53%) with increasing loading rates of metalaxyl, without a clear effect in cultivated soils. On the other hand, metabolic quotient values reduced (48%) at 30 and 60 kg.ha⁻¹ metalaxyl in corn-cultivated soils when compared to untreated soils while in uncultivated soils metalaxyl rate at 30 kg.a⁻¹ had the greatest values at 30 days, and increased with increasing the levels of metalaxyl at 90 days. In summary, application of metalaxyl can either reduce or increase soil biological indices, and the direction and changes are depended upon the application rate of metalaxyl, time elapsed since metalaxyl application and the presence or absence of plant.

Keywords: Fungicide, Microbial carbon, Metabolic quotient, Nitrogen, Plant's presence or absence

1 and 2- MSc in Soil Biology and Biotechnology and Associate Professor in Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: mahshidmansourzadeh@yahoo.com)



The effects of chemical and biological fertilizers application on forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) yields of different harvests

Y. Raei¹, S.N. Eshaghi Sardrood^{2*} and A. Bagheri Pirouz²

Submitted: 04-02-2012

Accepted: 21-05-2012

Abstract

Management of soil fertility via biological fertilizers inoculation is one of the most important components based on sustainable agriculture. In order to investigate the effects of biological and chemical fertilizers on yield and some morphological traits of forage yield sorghum, a field experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Farm, Agricultural Faculty, Tabriz University during growing season of 2010-2011. The first factor consisted of chemical fertilizer levels of 210 kg.ha⁻¹ urea (100%), 150 kg.ha⁻¹ super phosphate triple (100%), urea (100%)+ super phosphate triple (S.P.T, 100%), urea 50%+ S.P.T. 50%, and control and the second factor comprised biofertilizer levels of biosuper, phosphate Barvar II, biosuper+ phosphate Barvar II and control. The result showed that the sorghum could be produced three harvests during a growth season under Tabriz climatic conditions. Dry forage yield, leaf dry weight and stem dry weight of sorghum in the second harvest were more than other harvests, but the leaf stem ratio at the third harvest was higher than others. At the first harvest, combination of super phosphate triple (100%)+ biosuper+ phosphate Barvar II, at the second harvest, the urea (100%)+ super phosphate triple (100%)+ phosphate Barvar II, and at the third harvest 50% urea+ 50% super phosphate triple+ biosuper+ phosphate Barvar II, increased forage yield, up to 244.6 %, 344.3 % and 121.5 % compared to the control, respectively. Therefore, it was concluded that the sorghum forage yield was increased significantly with integrated application of chemical and bio fertilizers at three harvests compared to chemical and bio fertilizers usage, separately.

Keywords: Biosuper, Fertilizer integrated, Management, Phosphate Barvar II

1 and 2- Associate Professor and Graduated MSc student, Department Eco-physiology and, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, respectively.

(*- Corresponding author Email: Naser.sardrood@yahoo.com)



Evaluation of basil (*Ocimum basilicum* L.) and sesame (*sesamum indicum* L.) yield in different intercropping mixtures via competition indices

A. Motaghian¹, H. Pirdashti^{2*}, V. Akbarpour³, G. Sarajpour⁴, M. Yaghoubi Khangahi¹ and S. Shariatnejad⁵

Abstract

In order to study the possibility of intercropping of basil and sesame, an experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications at the Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University during growing season of 2009-2010. Treatments consisted of different planting ratio, P₁: sole cropping of basil, P₂: 75% basil+ 25% sesame, P₃: 50% basil+ 50 % sesame, P₄: 25% basil+ 75% sesame and P₅: sole cropping of sesame. In this experiment, the 50 % basil+ 50 % sesame and 25% basil+ 75% sesame had the highest intercropping yield (1141.80 and 1098.75 kg.ha⁻¹, respectively) and land equivalent ratio (LER=1.29 and 1.33, respectively). Also, 50 % basil+ 50 % sesame mixture was recorded the highest crowding coefficient ($K_{\text{basil}} = 1.49$), aggressivity value ($A_{\text{basil}} = -0.19$) and nearly 20% yield increases of basil in mix-proportion compared to sole crop. Furthermore, the most of sesame aggressivity value ($A_{\text{sesame}}=0.85$) and 97% sesame yield increases were observed in 25% basil+ 75% sesame mixture compared to sole crop. In conclusion, according to high competition efficacy of sesame plant in mix-cropping the 50% basil+ 50 % sesame and 75% basil+ 25% sesame culture ratio produced the highest yield.

Keywords: Actual yield loss, Aggressivity value, Land equivalent ratio

1, 2, 3, 4 and 5- MSc student and Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Instructor of Horticulture Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, MSc Student of Payam-e-Noor University of Tehran, Karaj Branch, Agronomy Department and MSc Student in the Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

(* - Corresponding author Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)



Evaluation the effects of wheat residues and day or night tillages on weed community and yield of SC 704 corn cultivar (*Zea mays* L.)

R. Moradi Talebbeigi¹, H. Pirasteh-Anosheh², M.J. Ahmadi Lahijani^{3*} and Y. Emam⁴

Abstract

Wheat residues management and modification in tillage time are among suggested practices in weed control. To evaluate the effects of wheat residues and tillage time on weed dry matter and leaf area, corn dry matter and corn grain yield, a study was conducted at Darab Agriculture and Natural Resource College, Shiraz University during growing season of 2008-2009. This experiment was conducted in a split plot arrangement based on randomized complete block design with four replications. Tillage time was considered as main plot at two levels of plowing at day time and during the night and residue rates were sub plot at four levels; 0 (control), 25%, 50% and 75% of left wheat residues (3 t.ha⁻¹). The results showed that the tillage time had significant effects on corn dry matter and corn grain yield and also on weed dry matter. The highest grain yield and dry matter of corn and the lowest weed dry matter was obtained from night tillage treatment. The final number of common lambsquarter (*Chenopodium album* L.), foxtail (*Setaria* spp.) at night tillage treatment was 38.6 and 22% lower than that of day tillage, respectively. These differences were significant at 5% probability level. Final number and dry matter of weed, were reduced significantly ($p \leq 0.01$) by using wheat residues. The interactive effects of tillage and crop residue on measured traits were not significant. It was concluded that to achieve the highest grain yield of corn and to suppress the weed on the similar agro-climatic conditions, night tillage and application of 50% of wheat residues might be recommended.

Keywords: Foxtail, Lambsquarter, Night tillage, Sustainable agriculture

1, 2 and 4- Graduated MSc student, PhD student and Professor, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.

3- PhD student, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

(* - Corresponding author Email: mj.Ahmadi@stu.um.ac.ir)



Effect of mycorrhiza inoculation and phosphorus fertilizer on some growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Hashem cultivar

E. Mohammadi^{1*}, H.R. Asghari² and A. Gholami²

Submitted: 21-02-2012

Accepted: 22-07-2011

Abstract

Application of bio-fertilizers, especially mycorrhiza as substituent or complement of chemical fertilizers is one of the most important strategies for plant nutrition in sustainable management of agro-ecosystems. In order to evaluate the separated and integrated application of mycorrhiza biological fertilizer and phosphorus chemical fertilizers on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.), an experiment was conducted at the Research Station of Faculty Agriculture of Shahrood University of Technology during growing season of 2009-2010 based on a randomized complete block design with four treatments and three replications. Treatments included: B₁ (control), B₂ (mycorrhiza biological fertilizer), B₃ (25 kg.ha⁻¹ phosphorus fertilizer + mycorrhiza biological fertilizer) and B₄ (50 kg.ha⁻¹ phosphorus fertilizer). The results indicated that B₄ and B₃ treatments significantly increased leaf area index, leaf area duration and dry matter accumulation compared with control (B₁) and mycorrhiza (B₂). The maximum and minimum dry matter obtained at 111 days after planting in B₄ and B₁ with 804.24 and 490.58 g.m⁻² respectively and B₃ treatment (698.41 g.m⁻²) increased dry matter 42.36 % compared with control. Also, B₃ treatment increased plant height, leaf area index and leaf area duration 17.59, 49.18 and 48.74 % compared with control respectively after 90 days of planting. In all indices measured statistically there was no significant difference between B₄ and B₃ treatment. Result of the present study indicated integrated application biological fertilizer and chemical fertilizer in chickpea lead to decreasing of 50% in chemical fertilizer application.

Keywords: Bio-fertilizer, Chemical fertilizer, Leaf area index, Total dry matter

1 and 2- MSc Graduated student in Agroecology and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: esmat.mohammadi63@gmail.com)



Assay for applying super absorbent polymer in a low input corn (*Zea mays* L.) production system aimed to reduce drought stress under Mashhad conditions

M. Jahan^{1*}, N. Kamayestani² and F. Ranjbar³

Submitted: 10-06-2011

Accepted: 26-02-2012

Abstract

In order to investigate the effects of super absorbent polymer application on reduction of drought stress to corn, a split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications was conducted at Research Field of Agriculture Faculty of Ferdowsi University of Mashhad during growing season of 2010-11. The main plot treatments were 1) application of 40 kg.ha⁻¹ super absorbent, 2) application of 80 kg.ha⁻¹ super absorbent and 3) no application of super absorbent polymer. Three irrigation intervals (7, 10 and 14 days) assigned to sub plots. The results showed that super absorbent application affected plant height (H), and dry matter production (DM) as the highest of these traits resulted from level 2 of super absorbent application (140.5 cm, and 144.5 g.m⁻², respectively). H, DM, canopy temperature (CT), cob number (N), fresh yield (FY), economic yield (EY) and 100-seed weight affected by irrigation intervals. There was no significant difference between 10 and 14 days irrigation interval as H, DM, CT, harvest Index (HI) and 100-seed weight, these results could be important concerning to reduce used water to irrigate corn. As experimental treatments did not have any effect on Leaf Area Index (LAI), and HI, it seems the positive effects of treatments revealed due to improved soil water holding capacity, soil physical properties improvement and reduction of drought stress. Interaction between super absorbent and irrigation intervals indicates that by level 2 super absorbent applications there are no significant differences between 14 and 10 days irrigation intervals, considering all traits. The same interaction just as before happened for 7 and 14 days irrigation intervals, except of EY and DM. In the other hand, by increasing application of super absorbent it could be possible to increase corn irrigation intervals from 7 to 14 days in Mashhad conditions without any reduction in yield and yield components. In general, these results indicate that super absorbent application could increase soil water holding capacity, reduce drought stress and partially supply corn water requirement during the growing season without any reduction in yield.

Keywords: Harvest index, Irrigation interval, Seed yield, Semi-dry area, Soil water holding capacity

1, 2 and 3 Assistant Professor, MSc in Agroecology and PhD student in Agroecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: jahan@um.ac.ir)



Evaluation of fox tail millet (*Setaria italica*) forage quality in different growth stages

F. Izadi Yazdanabadi¹, U. Esmailpor Akhlamad¹, A. Omid² and M.A. Behdani^{3*}

Submitted: 16-02-2012

Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to evaluate the quantitative factors in fox tail millet (*Setaria italica* L.) under three stages of growth, an experiment was conducted in Birjand during spring and summer of 2010. The preliminary objective was evaluation of fox tail physiological characteristics on animals that feed them. Planting of Foxtail millet was performed according to local practices and endemic knowledge. Sampling was carried out at Vegetative, flowering and seeding stages, then samples transported to laboratory of animal nutrition. After Drying of sampling, dry matter, dry matter digestibility, crude protein, metabolically energy, Acid Detergent Fiber and Nitrogen Detergent Fiber, Ash and some mineral nutrients were measured. The results showed significant differences in measured characteristics in various phonological stages. Forage quality was higher in flowering and seeding stages than in vegetative stage. Dry matter digestibility and metabolically energy were high and NDF and ADF were less in vegetative stage. Because fox tail millet is leafy and palatable by animal at this stage, it's optimum yield is important. Ability to produce Green fodder by this plant and the possibility of cultivation in different regions and its ability to produce forage for livestock, its planting is recommended.

Keywords: Crude protein, Dry matter digestibility, Forage qualitative factors, Phonological stages

1, 2 and 3- MSc Student of animal science University of Birjand, Associate Professor of Animal Health Management Department, Veterinary School, Shiraz University and Associate Professor Agronomy and Plant Breeding Department, Birjand University, Birjand, Iran, respectively.

(* - Corresponding author Email: mabehdani@birgand.ac.ir)



Evaluation of symbiosis with Mycorrhizal on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.) under different nitrogen levels

J. Shabahang¹, S. Khorramdel^{2*} and R. Gheshm¹

Submitted: 16-02-2012

Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to investigate the effects of mycorrhiza symbiosis and different nitrogen levels on yield, yield components and essential oil content and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.), a field experiment was arranged in a factorial based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad during growing season 2009-2010. The first and the second factors were inoculation with mycorrhiza (with and without inoculation) and nitrogen levels as Urea (0, 50 and 100 kg.ha⁻¹), respectively. Inoculated soil with 200 g mycorrhiza (*Glomus intraradices*) was applied at planting time. Urea was used in two stages such as plating time and one month after that. Criteria such as yield components (including number of branch, umbel, umbellet, seed and seed weight), biological and seed yield, harvest index and essential oil content and yield of fennel and ajowan were measured. Results showed that yield components, seed yield, biological yield, harvest index, essential oil content and yield of fennel and ajowan were affected by mycorrhiza and nitrogen level. Mycorrhiza increased fennel and ajowan seed yield (with 35 and 85%, respectively) and essential oil content (with 34 and 30%, respectively). The highest and the lowest 1000-seed weight of fennel and ajowan observed in inoculation (2.9 and 0.3 g) and control (2.1 and 0.2 g), respectively. Nitrogen improved all growth characteristics and decreased essential oil content. There were not significant differences between mycorrhiza and nitrogen interaction. Inoculation with mycorrhiza enhanced root development and hence availability of nutrients, particularly phosphorus. Also, nitrogen is the cause of increase of photosynthesis rate and duration which promote growth and yield, but it declined essential oil content of two species.

Keywords: Ecological agriculture, Phosphorus, Root system, Secondary metabolite

1 and 2- PhD student in Agroecology and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

(*- Corresponding author Email: khorrandel@um.ac.ir)



A primary evaluation on Eriophyid mites as biological control agents of some invasive weed species in Northeast of Iran

G.A. Asadi¹, S. Khorramdel^{1*} and R. Ghorbani²

Submitted: 16-02-2012

Accepted: 21-07-2012

Abstract

Weed biocontrol by using Eriophid mites could be a safe and efficient strategy. In order to find an ecological non-chemical approach for controlling of weeds, and studying the possibility of using Eriophyid mites, field surveys were conducted in Razavi Khorasan and North Khorasan Provinces during spring 2010. Collecting of mites was carried out at all of the vegetative and reproductive stages of these target weeds. Twenty plants of each species were selected and transferred to laboratory after each sampling. The results showed that gall mite (*Aceria drabae* Nalepa 1890) (Acarina: Eriophyidae) is a suitable biocontrol agent for controlling hoary cress. It decreased shoot growth and seed number. Gall mite (*Aceria chondrillae* (G. Can.)) (Acarina: Eriophyidae) was able to prevent seed set and reproductive buds of rush skeletonweed, it could be considered as a potential promising biocontrol agent. Since, Eriophyid mites were able to reduce vegetative and reproductive characteristics of studied weed species, these could be considered as a potential promising biological control agents for using in ecological agriculture.

Keywords: Gall mite, Natural enemy, Non-chemical control, Weed

1 and 2- Assistant Professor and Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

(* - Corresponding author Email: khorrandel@um.ac.ir)



Study of qualitative and quantitative yield and some agronomic characteristics of sunflower (*Helianthus annus* L.) in response of seed inoculation with PGPR in various levels of nitrogen fertilizer

H. Nazarly¹ and R. Seyed Sharifi^{2*}

Submitted: 16-02-2012

Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to study the qualitative and quantitative yield and some agronomic characteristics of sunflower (*Helianthus annus* L.) in response to seed inoculation with PGPR under various levels of nitrogen fertilizer, a factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications in field experimental University of Mohaghegh Ardabili during growing season of 2009-2010. Factors were nitrogen fertilizer in three levels (0, 80 and 160 kg N ha⁻¹) as urea and seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria in four levels containing, without inoculation (as control), seed inoculation with *Azotobacter chroococcum* strain 5, *Azospirillum lipoferum* strain OF, *Pseudomonas* strain 186. Results indicated that nitrogen levels and seed inoculation with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) had significant effects on all of characteristics studied (except grain 1000 weight and stem diameter). Grain yield, plant height, head diameter, seed number per head, yield and oil percentage, yield and protein percentage increased with increasing of nitrogen fertilizer and application of seed inoculation with PGPR. Response of grain yield wasn't the same for various levels of nitrogen fertilizer and seed inoculation with PGPR. The highest grain yield belonged to application of 160 kg N ha⁻¹ and seed inoculation with *Azotobacter*. Means comparison showed that treatment compounds N₁₆₀ × without inoculation with PGPR and N₈₀ × seed inoculation with PGPR *Azotobacter* had similar grain yields. Thus, it can be suggested that in order to increasing of grain yield seed should be inoculated with *Azotobacter* bacteria × 80 kg N/ha in conditions of Ardabil region.

Keywords: *Azotobacter*, Bio fertilizer, Nitrogen, *Pseudomonas*, Oil percentage

1 and 2- MSc student and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, respectively.
(*-Corresponding author Email: Raouf_ssharifi@yahoo.com)



Effects of crop rotation on weed density, biomass and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.)

A. Zareafeizabadi^{1*} and H. R. Rostamzadeh²

Submitted: 19-02-2012

Accepted: 21-07-2012

Abstract

In order to study the weed populations in wheat, under different crop rotations an experiment was carried out at Agricultural Research Station of Jolgeh Rokh, Iran. During growing season this project was done in five years, based on Randomized Complete Bloch Design with three replications, on Crop rotations included: wheat monoculture for the whole period (WWWWW), wheat- wheat- wheat- canola- wheat (WWWCW), wheat- sugar beet- wheat-sugar beet- wheat (WSWSW), wheat- potato- wheat- potato- wheat (WPWPW), wheat- potato- wheat- canola- wheat (WPWCW), wheat- sugar beet- wheat- potato- wheat (WSWPW), wheat- maize- wheat- potato- wheat (WMWPW), wheat- maize- wheat- sugar beet- wheat (WMWSW). Data analysis was done in fifth year. Weed sampling was done at four growth stages of wheat, including tillering, shooting, heading and soft dough stage of grains. Density, dry and fresh weight of each weed species per unit area, besides wheat grain yield were determined. All analysis of variances for traits related to weed were statistically significant ($p \leq 0.01$). The highest weed biomass was obtained in heading stage of wheat, and the greatest weed dry matter in all four growth stages was achieved in WWWWW rotation and the least one in WMWSW rotation. The highest weed density in different growth stages was achieved in rotations 7, 3, and 6. Wheat grain yield in all crop rotation treatments had a significant increase compared to monoculture. It seems that, yield reduction of wheat monoculture is related to weed density, its population and higher weed biomass in this treatment.

Keywords: Cereals, Cropping systems, Dry matter, Weed relative frequency

1 and 2- Associate Professor, Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and MSc student in Weed Science student, Azad University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

(*- Corresponding author Email: azarea.2002@yahoo.com)