نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۶۲-۱۵۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 151-162

اثر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر پویایی بانک بذر در مزارع چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)

آسیه سیاهمرگویی[۱*]، علیرضا کوچکی[۲]، مهدی نصیری محلاتی[۲] و سعید مهقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

این آزمایش بمنظور بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر پویایی بانک بذر چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل دیسک+ علف‌کش‌فن‌مدیفام، دیسک+ علف‌کش‌فن‌مدیفام+ تناوب، دیسک+ کوالتیواسیون‌بین‌ردیف، دیسک+ کوالتیواسیون‌بین‌ردیف+ تناوب، علف‌کش‌متامیترون+ علف‌کش‌فن‌مدیفام، علف‌کش‌متامیترون+ علف‌کش‌فن‌مدیفام+ تناوب، علف‌کش‌متامیترون+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف، علف‌کش‌متامیترون+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف+ تناوب و شاهد (عدم کنترل علف‌های هرز) بود. تمامی عملیات کاشت، داشت و برداشت چغندرقند طبق عرف منطقه انجام شد. نمونه‌برداری از جمعیت بانک بذر به روش خوشه‌ای و در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر در دو مرحله (قبل از کاشت و قبل از برداشت چغندرقند) انجام گرفت. در سال اول آزمایش بیشترین تراکم بذر علف‌های هرز در تیمار شاهد (۳۸۳/۸ بذر در کیلوگرم خاک) و کمترین آن در تیمار وجین+فن مدیفام (۵۲/۵ بذر در کیلوگرم خاک) دیده شد. در سال دوم آزمایش، بیشترین تراکم بذر علف هرز بعد از شاهد (۱۰۸۰ بذر در کیلوگرم خاک) در تیمار متامیترون+فن مدیفام با ۹۴۱/۲ بذر در کیلوگرم خاک مشاهده شد. کمترین تراکم بذر نیز در تیمار وجین ۳۱۹ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد. در هر دو سال آزمایش تراکم علف‌های هرز در عمق ۱۰-۰ بیش از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر بود. در سال زراعی اول تراکم بذور در مرحله دوم ۲/۲ برابر مرحله اول و در سال زراعی دوم تراکم بذور در مرحله دوم۱/۷ برابر مرحله اول بود. در هر دو سال آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین ذخیره بانک بذر در ابتدا و انتهای فصل رشد وجود داشت (به ترتیب در سال اول و دوم، R^2=۰/۷۶ و R^2= ۰/۶۵). همچنین بین ذخیره بانک بذر سال اول و دوم آزمایش(R^2=۰/۷۱) و فراوانی بانک بذر و فراوانی گیاهچه (R^2=۰/۷۷) نیز همبستگی بالایی وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: پویایی بانک بذر، تراکم گیاهچه، همبستگی گیاهچه و بذر

مقدمه

با اطلاع از برخی خصوصیات اکولوژیک و بیولوژیک علف‌های‌هرز، می‌توان در توسعه راهکارهایی که جنبه‌های محیطی را در کنترل علف‌های هرز در نظر می‌گیرند، مفید است (Zimdahl, 1995). در این میان بانک بذر خاک شاخصی از وضعیت جمعیت علف‌های هرز در گذشته و حال بوده و اثرات تجمعی سالیان متوالی مدیریت خاک و گیاه زراعی را منعکس می‌کند. بنابراین اطلاع از برخی خصوصیات بانک بذر علف‌های هرز می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریت تلفیقی با هدف کاهش مصرف علف‌کش مفید باشد (Rahman et al., 2001).

از آنجا که همبستگی بالایی بین گیاهچه‌های جوانه‌زده در آزمایشگاه با بذرهای جدا شده از خاک وجود دارد، لذا می‌توان با برآورد ذخیره بانک بذر علف‌های هرز ، پتانسیل تهاجم آنها را پیشگویی کرد (Rahman et al., 2001; King et al., 1986). ویلسون و همکاران (Wilson et al., 1985) عنوان نمودند که تراکم علف‌های هرز در یک مزرعه را می‌توان از طریق مشاهدهٔ علف‌های هرز سال قبل و همچنین بررسی بانک بذر پیش از کاشت محصول تعیین کرد. این محققین نشان دادند که در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، تراکم علفهای هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، دم روباهی زرد (*Setaria glauca*)، تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*) و استریگا (*Striga asiatica* L.)، در فصل پاییز با تراکم آنها در بهار سال بعد همبستگی داشت. همچنین در بین گونه‌های مشاهده شده در این محصول، تراکم گیاهچه خرفه (*Portuluca oleraceae*) و سلمه‌تره (*Chenopodium album*)،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، استاد دانشگاه فردوسی مشهد و دانش آموخته دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: E-mail: Siahmargue@yahoo.com)

بیشترین همبستگی را با تعداد بذر موجود در خاک، پیش از کاشت داشتند.

پیشگویی جمعیت علف‌های هرز با استفاده از بانک بذر، بایستی موقعیت و فراوانی علف‌های هرز را به خوبی تعیین کند. روابط مکانی بین بانک بذر و جمعیت گیاهچه‌ای سلمه‌تره و علف‌های چمنی یکساله را در دو سیستم مدیریتی بدون شخم و شخم با گاوآهن برگردان‌دار مورد بررسی قرار دادند. تراکم بذور سلمه در بانک بذر خاک در شرایط شخم با گاو آهن برگردان‌دار نسبت به سیستم بدون شخم بیشتر بود، اما تراکم علف‌های چمنی یک‌ساله در سیستم بدون شخم بیشتر از شرایط شخم با گاوآهن برگردان‌دار بود (Cardina et al., 1996).

رحمان و همکاران (Rahman et al., 2001) نیز عنوان کردند که برآورد بانک بذرعلف‌های هرز برای کشاورزان مفید بوده و می‌توان از آن در برنامه‌های مدیریتی علف‌های هرز استفاده کرد. نامبردگان چنین اظهار داشتند که با استفاده از این راهکار می‌توان با تنظیم تاریخ کاشت از محدوده حداکثر جوانه‌زنی علف‌های هرز فاصله گرفت و با کاشت ارقام مناسب‌تر، راهکارهای مؤثرتری را در برنامه کنترل این گیاهان جای داد.

این آزمایش بمنظور بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بر رفتار بانک بذر و همبستگی آنها با گیاهچه علف‌های هرز در محصول چغندرقند در شرایط آب و هوایی مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو آزمایش جداگانه در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از:

۱) علف‌کش‌متامیترون (گلیتکس)+علف‌کش‌فن‌مدیفام (بتانال)
۲) علف‌کش‌متامیترون+علف‌کش‌فن‌مدیفام+ تناوب (گندم-ذرت-چغندرقند)
۳) علف‌کش‌متامیترون (گلیتکس)+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف
۴) علف‌کش‌متامیترون (گلیتکس)+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف+ تناوب (گندم-ذرت-چغندرقند)
۵) دیسک+ علف‌کش‌فن‌مدیفام (بتانال)
۶) دیسک+علف‌کش‌فن‌مدیفام (بتانال)+ تناوب (گندم-ذرت-چغندرقند)
۷) دیسک+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف
۸) دیسک+کولتیواسیون‌بین‌ردیف +تناوب (گندم-ذرت-چغندرقند)
۹) گیاه‌پوششی+ علف‌کش‌فن‌مدیفام (بتانال)
۱۰) گیاه‌پوششی+ کولتیواسیون‌بین‌ردیف
۱۱) وجین
۱۲) علف‌کش‌فن‌مدیفام (بتانال)+ وجین
۱۳) شاهد (عدم کنترل علف‌های هرز)

کلیه عملیات کاشت، داشت و برداشت چغندرقند منطبق بر عرف منطقه انجام شد. در تیمار تناوب، در سال اول آزمایش، بعد از پیاده کردن نقشه طرح، عملیات کشت گندم در پاییز انجام شد و پس از برداشت گندم (رقم فلات)، تا شروع یخبندان ذرت علوفه‌ای (رقم نیمه زودرس۳۷۰) کشت شد. در بقیه کرت‌ها، عملیات کشت چغندرقند طبق عرف منطقه (فواصل ردیف، ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته هفت سانتی‌متر) در کرت‌هایی به ابعاد ۱۰×۵ متر انجام شد و عملیات مدیریتی مورد نظر در آن پیاده گردید. در این آزمایش از جو (رقم سهند) به عنوان گیاه پوششی استفاده شد. بدین منظور عملیات کاشت جو (در تراکم بالا) در پاییز سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ انجام و یک هفته قبل از کاشت چغندرقند، بوته‌های جو کف‌بر شده و روی ردیف‌های کاشت چغندرقند قرار گرفت و سپس علمیات کاشت چغندر قند در داخل جو انجام شد.

ارزیابی ترکیب و تراکم گونه‌های مختلف علف‌های هرز : نمونه برداری از جمعیت علف‌های هرز در سه مرحله قبل از اعمال تیمار، بعد از اعمال تیمار و قبل از برداشت چغندرقند انجام شد. به این منظور کوادرات‌هایی به ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر بصورت تصادفی در داخل کرت‌های آزمایشی قرار گرفت (در هرکرت سه نمونه) و علف‌های هرز موجود در هر کوادرات به تفکیک گونه شمارش شد.

ارزیابی بانک بذر علف‌های هرز: از آنجاکه عملیات خاک‌ورزی، خاک را حداکثر تا عمق ۲۰ سانتی‌متری تحت تأثیر قرار می‌دهد (بستگی به ادوات مورد استفاده در خاک‌ورزی دارد)، انتظار می‌رود، بانک بذرموجود در خاک نیز تا این اعماق تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین برای نمونه‌برداری از بانک بذر، از دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر و به روش خوشه‌ای انجام گرفت. در هر کرت، سه نقطه بطور تصادفی انتخاب و در هر نقطه سه بار از اعماق مورد نظر (۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتیمتر) نمونه‌گیری صورت گرفت. سپس نمونه‌های برداشته شده با هم مخلوط و به تفکیک درون کیسه پلاستیکی ریخته و به آزمایشگاه منتقل گردید.

برای ارزیابی بانک بذر از روش جداسازی[1] استفاده شد. بعد از نرم کردن کلوخه‌ها و اختلاط کامل آنها، از هر نمونه خاک ۱۰۰ گرم جدا و با استفاده از الک‌های ۱، ۰/۵ و ۰/۱ و فشار ملایم آب شسته شدند. در مرحله بعد با استفاده از استریومیکروسکوپ بذور علف‌های هرز از سنگ‌ریزه جدا شده و شمارش و شناسایی آنها در حد گونه انجام شد.

نمونه‌گیری در هر دو سال زراعی در دو مرحله، بعد از آماده سازی بستر (قبل از کاشت) و انتهای فصل رشد (قبل از برداشت چغندرقند)

1- Seed extraction

انجام گرفت. بنابراین، در هر مرحله نمونه برداری ۱۴۴ نمونه (در انتهای دو سال آزمایش ۵۷۶=۴× ۱۴۴ نمونه) تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار Minitab ver.13 تجزیه و نمودارها نیز توسط نرم‌افزارExcel رسم شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تراکم نسبی بذور گونه‌های مختلف علف هرز (عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر) در تیمارهای مختلف، در مراحل مختلف نمونه‌برداری در دو سال آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

همانطور که مشخص است، بطور کلی طی دو سال آزمایش ۱۳ گونه بذر علف‌هرز در تیمارهای مختلف مشاهد شد. از بین گونه‌های مذکور نه گونه پهن‌برگ، چهار گونه باریک‌برگ، ۱۲ گونه یک‌ساله و یک گونه چندساله وجود داشت. غالبیت گونه‌های یک‌ساله در بانک‌بذر علف‌های هرز توسط بسیاری از محققین گزارش شده است. خرقانی و همکاران (Kharghani et al., 2004) با بررسی علف‌های هرز در محصولات زراعی مختلف دریافتند که تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله در لوبیا (۹۰/۷۳ درصد)، آیش (۹۵/۰۷ درصد)، ذرت (۹۳/۴۶ درصد) و چغندرقند (۸۷/۱۷ درصد) بیش از سایر گونه ها بود. سیمپسون و همکاران (Simpson et al., 1989) نشان دادند که بطور متوسط ۹۵ درصد بذوری که به بانک بذر وارد می‌شوند، مربوط به علف‌های هرز یک‌ساله بوده و تنها ۴درصد آنها ناشی از علف‌های هرز چندساله می‌باشد.

در مرحله اول نمونه‌برداری در سال اول آزمایش سه گونه تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retrofelexus*)، علف هفت‌بند (*Polygonum aviculare*) و تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) گونه های غالب در اکثر تیمارهای آزمایشی بودند، اما در مرحله دوم نمونه‌برداری گونه‌های بیشتری غالبیت را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

در سال دوم آزمایش و در مرحله اول نمونه‌برداری سه گونه تاج خروس ریشه قرمز، سلمه تره و علف هفت‌بند بیشترین تراکم را در تیمارهای مختلف به خود اختصاص دادند. در مرحله دوم نمونه برداری سلمه‌تره، سوروف و علف هفت‌بند گونه‌های غالب در اکثر تیمارهای آزمایشی مشاهده شده بودند(جدول ۲). معمولا بانک بذر مزارع کشاورزی دارای تعداد زیادی از بذور گونه‌های مختلف هستند، ولی فقط تعداد اندکی از آنها ۷۰ تا ۹۰ درصد بانک بذر خاک را در بر می‌گیرند (Koocheki et al., 2001). باسکین و باسکین (Baskin & Baskin., 1998) و فنر (Fenner, 1995) اظهار داشتند که از میان گونه‌های مختلف علف‌هرز موجود در بانک بذر، برخی گونه‌ها به عملیات مدیریتی موجود مقاومت نشان می‌دهند و با سیستم‌های کاشت سازگاری یافته و حدود ۹۰-۷۰ درصد تراکم کل بانک بذر را شامل شده و مهم‌ترین علف‌های مزرعه را تشکیل می‌دهند. بررسی جمعیت علف‌های هرز چغندرقند نشان داد که گونه تاجریزی سیاه با ۶۶/۲۳ درصد تراکم کل غالب‌ترین گونه در بین گونه‌های مشاهده شده بود (Kharghani et al., 2004).

فراوانی بذر علف‌های‌هرزدر تیمارهای مختلف در سال اول آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین تراکم بذر علف‌های هرز بعد از تیمار شاهد (۳۸۳/۸ بذر) در تیمارهای متامیترون+فن مدیفام و گیاه پوششی+فن مدیفام هر کدام با ۱۵۳/۷ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد. اگرچه این تیمارها با تیمار متامیترون+کولتیواسیون بین ردیف با ۱۵۰/۸ بذر در کیلوگرم خاک، تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تراکم بذر نیز در تیمار وجین+فن مدیفام با ۵۲/۵ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد.

در سال دوم آزمایش، بیشترین تراکم بذر علف‌هرز بعد از شاهد (۱۰۸۰ بذر در کیلوگرم خاک) در تیمار متامیترون+ فن مدیفام با ۹۴۱/۲ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد. کمترین تراکم بذر نیز در تیمار وجین ۳۱۹ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد (شکل ۲). چنین به نظر می‌رسد که علاوه بر تیمار وجین، تیمارهای متامیترون+ فن مدیفام+ تناوب، دیسک+کولتیواسیون بین ردیف+ تناوب و وجین+ فن مدیفام نقش مؤثری در کاهش ذخیره بانک بذر داشته باشد.

همانگونه که شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد تراکم بذور علف‌های هرز در تیمارهای تحت تناوب در مقایسه با تیمارهای مشابه بدون تناوب، پایین‌تر بود. این امر نشان می‌دهد که اهمیت تناوب زراعی را به عنوان یک راهکار مناسب در کاهش تراکم بانک بذر یادآوری می‌کند. در این میان تیمار دیسک+کولتیواسیون بین ردیف+تناوب در مقایسه با سایر تیمارهای تحت تناوب نقش مؤثرتری در کاهش فراوانی بذور در هر دو سال زراعی داشت. واضح است که کشت مداوم گیاه زراعی باعث تکرار و یکنواختی عملیات زراعی و بدنبال آن کاهش تنوع علف‌هرز و غالب شدن تعداد محدودی از گونه‌ها می‌شود، اما تناوب زراعی امکان کاربرد علف‌کش‌های مختلف را در یک قطعه زمین زراعی فراهم می‌کند و بدین ترتیب تراکم گونه‌های مختلف علف‌هرز را کاهش می‌دهد. محققین نشان دادند که تناوب زراعی بدلیل کاهش تولید بذر علف‌های هرز و ایجاد تنوع در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی و تغییر گونه‌ای علف‌های هرز در کاهش ذخیره بانک بذر خاک مؤثر است (Booth et al., 2003) علیمرادی و همکاران (Alimoradi et al., 2010) نیز با بررسی تاثیر تناوب زراعی بر بانک بذر نشان دادند که تراکم بذور علف‌های هرز موجود در کرت‌های تحت کشت مداوم گندم نسبت به تناوب‌های دیگر بیشتر بود.

در این تناوب نسبت بالاتری از بذور در لایه سطحی تجمع یافت، در حالیکه اجرای تناوب‌های ذرت-گندم و چغندرقند-گندم، سبب کاهش تراکم بذور بانک بذر و توزیع یکنواخت آنها در پروفیل خاک گردید.

جدول ۱- تراکم نسبی بذر گونه‌های مختلف علف‌های هرز در عمق ۲۰-۰ سانتی‌مترخاک در سال اول اجرای آزمایش (۸۶-۱۳۸۵)

Table 1- Relative density of weeds seed in soil depth of 0-20 cm in the first studied year (2006-2007)

نمونه‌برداری مرحله اول

The first sampling

Control	W + Fhen	W	Cov + cul	Cov + Fhen	Dic + Cul +R	Dic + Cul	Dic + Fhen +R	Dic + Fhen	Met + Cul + R	Met + Cul	Met + Fhen+R	Met + Fhen	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	تاج‌خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*
12	41	11	24	13	7	67	10	13	30	28	21	72	تاج‌خروس ایستاده*Amaranthus retrofelexus*
1	2	0	39	4	7	11	0	17	11	5	7	0	کلزای هرز *Brassica kaber*
5	13	11	14	17	7	0	10	0	6	26	0	14	سلمه تره *Chenopodium album*
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	علف خرچنگ *Digitaria sangeonalis*
13	3	0	0	0	0	0	10	7	0	0	0	0	سوروف *Echinochloa crus-galli*
36	27	27	24	17	53	0	10	13	45	8	50	0	علف هفت بند *Polygonum aviculare*
11	0	18	0	13	0	0	0	7	0	0	0	0	خرفه *Portuluca oleracea*
6	0	0	0	9	14	0	0	7	3	0	0	0	دم روباهی زرد *Setaria glauca*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	دم روباهی *Setaria* sp.
3	8	20	0	17	14	11	48	13	6	27	7	0	تاجریزی سیاه *Solanum nigrum*
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	شیرتیغی *Sonchus oleraceus*
1	3	13	0	4	0	11	0	0	0	0	7	14	گندمک *Stellaria media*
2	5	0	0	4	0	0	10	24	0	0	7	0	سایر گونه‌ها Other species
244	80	56	43	58	37	45	5	57	87	82	70	48	تراکم کل Total density

نمونه‌برداری مرحله دوم

The second sampling

1	0	0	5	1	6	0	23	3	0	3	5	7	تاج‌خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*
12	38	29	23	9	46	27	22	30	6	16	4	39	تاج‌خروس ایستاده*Amaranthus retrofelexus*
1	6	3	3	4	6	3	3	3	3	2	6	0	کلزای هرز *Brassica kaber*
11	12	9	10	9	21	24	17	23	22	2	18	17	سلمه تره *Chenopodium album*
3	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	علف خرچنگ *Digitaria sangeonalis*
8	0	3	15	13	4	5	0	12	3	23	4	3	سوروف *Echinochloa crus-galli*
41	6	6	10	49	7	3	14	0	25	8	21	5	علف هفت بند *Polygonum aviculare*
1	0	20	8	0	0	19	1	3	0	5	21	12	خرفه *Portuluca oleracea*
4	3	0	8	4	2	5	0	19	7	24	0	5	دم روباهی زرد *Setaria glauca*
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	دم روباهی *Setaria* sp.
13	21	6	10	5	7	3	6	2	25	13	20	2	تاجریزی سیاه *Solanum nigrum*
2	6	6	0	0	0	3	3	1	0	3	0	2	شیرتیغی *Sonchus oleraceus*
0	6	17	10	5	0	8	2	0	4	0	3	1	گندمک *Stellaria media*
0	0	3	0	1	2	0	9	3	6	1	0	0	سایر گونه‌ها Other species
519	**85**	**88**	**100**	**250**	**101**	**93**	**91**	**146**	**85**	**220**	**93**	**260**	**تراکم کل Total density**

Met+Fhen: علف‌کش متامیترون+علف‌کش فن‌مدیفام، Met+Fhen+R: علف‌کش متامیترون+علف‌کش فن‌مدیفام+تناوب، Met+Cul: علف‌کش متامیترون+کولتیواسیون بین‌ردیف، Met+Cul+R: علف‌کش متامیترون+کولتیواسیون بین‌ردیف+تناوب، Dic+Fhen: دیسک+علف‌کش فن‌مدیفام، Dic+Fhen+R: دیسک+علف‌کش فن‌مدیفام+تناوب، Dic+Cul: دیسک+کولتیواسیون بین‌ردیف، Dic+Cul+R: دیسک+کولتیواسیون بین‌ردیف+تناوب، Cov+Fhen: گیاه پوششی+ علف‌کش فن‌مدیفام، Cov+cul: گیاه پوششی+کولتیواسیون‌بین‌ردیف، W: وجین، W+Fhen: وجین+ علف‌کش فن‌مدیفام و Check: شاهد.

Met: Metamitron herbicide, Fhen: Fhenmedifam herbicide, R: rotation, Cul: cultivation, Dic: disk, Cov: cover crop and W: weeding.

جدول ۲- تراکم نسبی گونه‌های مختلف علف‌های هرز درعمق ۲۰-۰ سانتی‌مترخاک در سال دوم اجرای آزمایش (۸۷-۱۳۸۶)

Table 2- Relative density of weeds seed in soil depth of 0-20 cm in the second studied year (2007-2008)

نمونه‌برداری مرحله اول

The first sampling

Check	W + Fhen	W	Cov + cul	Cov + Fhen	Dic + Cul +R	Dic + Cul	Dic + Fhen +R	Dic + Fhen	Met + Cul + R	Met + Cul	Met + Fhen+R	Met + Fhen	
3	29	2	2	2	1	1	6	5	3	1	1	4	تاج‌خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*
28	3	14	14	22	32	29	20	18	23	32	12	30	تاج‌خروس ایستاده*Amaranthus retrofelexus*
0	2	1	1	0	2	4	3	2	3	2	7	0	کلزای هرز *Brassica kaber*
14	14	26	24	10	17	13	19	17	18	17	31	23	سلمه تره *Chenopodium album*
1	3	0	10	0	3	0	8	3	1	1	3	2	علف خرچنگ *Digitaria sangeonalis*
9	2	1	5	2	9	6	3	3	3	2	7	5	سوروف *Echinochloa crus-galli*
23	9	2	16	41	12	16	29	27	17	12	17	13	علف هفت بند *Polygonum aviculare*
7	8	23	1	2	7	9	3	4	9	1	6	12	خرفه *Portuluca oleracea*
3	6	1	12	2	2	6	1	4	4	7	4	3	دم روباهی زرد *Setaria glauca*
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	دم روباهی *Setaria* sp.
10	7	12	12	11	9	9	6	7	12	13	8	4	تاجریزی سیاه *Solanum nigrum*
0	1	1	2	1	2	1	3	1	2	4	0	0	شیرتیغی *Sonchus oleraceus*
0	12	4	1	2	0	2	0	8	1	3	50	2	گندمک *Stellaria media*
1	3	1	2	3	7	3	0	2	4	6	0	0	سایر گونه‌ها Other species
816	290	283	476	643	293	272	288	465	350	375	249	818	تراکم کل Total density

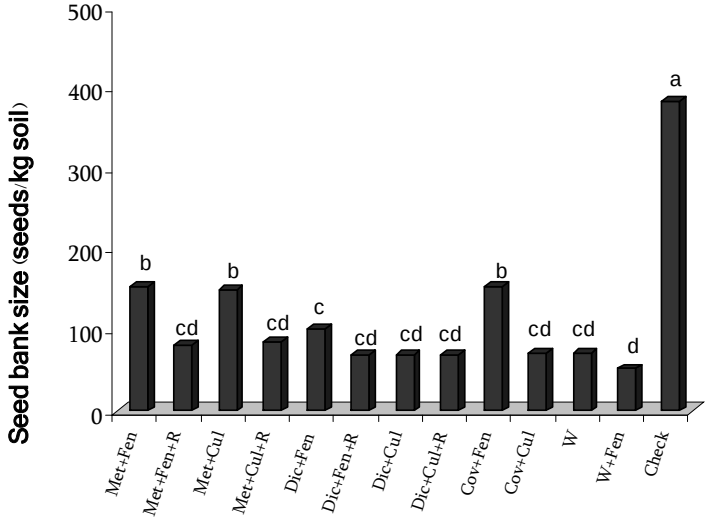
نمونه‌برداری مرحله دوم

The second sampling

1	1	1	3	2	1	1	3	1	0	0	0	4	تاج‌خروس خوابیده *Amaranthus blitoides*
14	15	12	8	16	9	16	12	8	16	5	6	13	تاج‌خروس ایستاده*Amaranthus retrofelexus*
1	3	5	1	1	1	1	0	1	3	2	1	0	کلزای هرز *Brassica kaber*
12	25	13	11	14	32	16	11	11	18	8	7	17	سلمه تره *Chenopodium album*
1	9	2	5	0	1	7	4	7	1	7	2	5	علف خرچنگ *Digitaria sangeonalis*
25	5	5	16	20	14	15	61	22	16	24	32	22	سوروف *Echinochloa crus-galli*
4	12	11	14	24	20	16	5	23	18	16	21	12	علف هفت بند *Polygonum aviculare*
4	12	20	6	2	3	10	2	2	14	16	3	10	خرفه *Portuluca oleracea*
3	1	0	5	5	7	2	0	4	6	4	2	4	دم روباهی زرد *Setaria glauca*
12	2	15	16	7	6	11	1	15	0	13	19	5	دم روباهی *Setaria* sp.
2	10	7	9	8	5	5	1	3	5	4	7	4	تاجریزی سیاه *Solanum nigrum*
0	0	1	2	0	1	1	0	1	1	1	1	0	شیرتیغی *Sonchus oleraceus*
0	4	4	3	1	0	0	1	1	1	1	1	1	گندمک *Stellaria media*
0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	سایر گونه‌ها Other species
1344	**385**	**356**	**720**	**905**	**396**	**674**	**616**	**803**	**811**	**1090**	**537**	**1065**	**تراکم کل Total density**

Met+Fhen: علف‌کش متامیترون+علف‌کش فن‌مدیفام، Met+Fhen+R: علف‌کش متامیترون+علف‌کش فن‌مدیفام+تناوب، Met+Cul: علف‌کش متامیترون+کولتیواسیون بین‌ردیف، Met+Cul+R: علف‌کش متامیترون+کولتیواسیون بین‌ردیف+تناوب، Dic+Fhen: دیسک+علف‌کش فن‌مدیفام، Dic+Fhen+R: دیسک+علف‌کش فن‌مدیفام+تناوب، Dic+Cul: دیسک+کولتیواسیون بین‌ردیف، Dic+Cul+R: دیسک+کولتیواسیون بین‌ردیف+تناوب، Cov+Fhen: گیاه پوششی+ علف‌کش فن‌مدیفام، Cov+cul: گیاه پوششی+کولتیواسیون‌بین‌ردیف، W: وجین، W+Fhen: وجین+ علف‌کش فن‌مدیفام و Check: شاهد.

Met: Metamitron herbicide, Fhen: Fhenmedifam herbicide, R: rotation, Cul: cultivation, Dic: disk, Cov: cover crop and W: weeding.

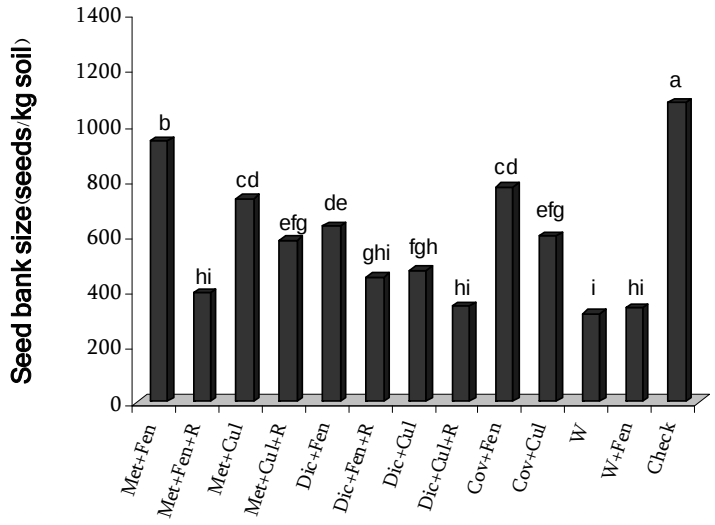


شکل ۱- تراکم بذر علف‌های هرز (تعداد در کیلوگرم خاک) در تیمارهای مختلف در سال زراعی اول (۸۶-۱۳۸۵)

Fig. 1- Density of weeds seed (number/kg soil) in different treatments in the first studied year (2006-2007)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

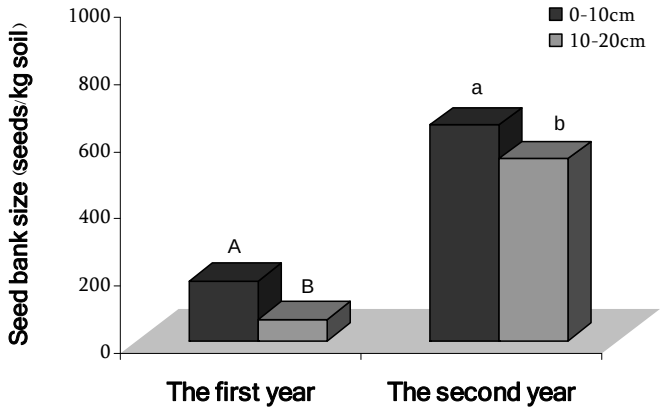


شکل ۲- تراکم بذرعلفهای هرز (تعداد در کیلوگرم خاک) در تیمارهای مختلف در سال زراعی دوم (۸۷-۱۳۸۶)

Fig. 2- Density of weeds seed (number/kg soil) in different treatments in the second studied year (2007-2008)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



شکل ۳- تراکم بذر علف‌های‌هرز در دو عمق مختلف در سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶

Fig. 3- Density of weeds seed in different depths in the first and second years (2006-2007 and 2007-2008)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

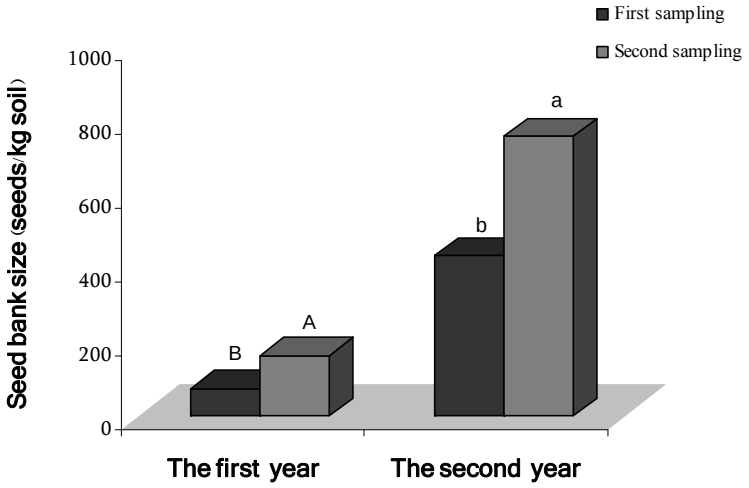
Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

تراکم علف‌های هرز در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتیمتر خاک در دو سال آزمایش در شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مذکور ملاحظه می‌شود در هر دو سال آزمایش تراکم علف‌های هرز در عمق ۱۰-۰ سانتیمتر بیش از عمق ۲۰-۱۰ سانتی‌متر بود. در سال اول آزمایش در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱۷۶ و ۶۲ بذر در کیلوگرم خاک دیده شد. در سال دوم آزمایش بعلت ریزش زیاد بذر توسط بوته‌های علف هرز در سال اول، در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر، ۶۴۰ بذر در کیلوگرم خاک و در عمق۲۰-۱۰ سانتی متر، ۵۳۹ بذر در کیلوگرم خاک مشاهده شد. همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می شود در سال اول ۷۴درصد بذور در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متر و ۲۶ درصد در لایه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر و در سال دوم ۵۴ درصد بذور در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر و ۴۶ درصد بذور در لایه ۲۰-۱۰ سانتی‌متر توزیع شده بود. به نظر می‌رسد که عملیات آماده‌سازی بستر در سال دوم آزمایش تاثیر زیادی در انتقال بذور به لایه‌های پایینی خاک و توزیع یکنواخت‌تر آن داشته است. ویکز و سامرهلدر (Wicks & Somerhalder, 1971) توزیع بذر در پروفیل خاک را در دو روش آماده سازی بستر به روش متداول و حداقل(کشت پشته‌ای) مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که در روش متداول ۲۵ درصد بذور و در روش کشت پشته‌ای ۵۰ درصد بذور در لایه ۷-۰ سانتیمتری خاک قرار گرفتند. نکته قابل تأمل آن است که اگرچه بذرها قادرند در تمام قسمت‌های پروفیل خاک گسترش یابند، بیشترین جوانه‌زنی بذور در نزدیکی سطح خاک به وقوع می پیوندد. تحقیق مشابه در مورد یولاف (*Avena sativa* L.) نشان داد که اکثر گیاهچه‌های این گیاه از بذوری که در لایه ۱۰سانتیمتری بالای خاک قرار دارند، منشأ می‌گیرند (Holroyd, 1964).

همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود تراکم بذور علف‌های هرز در هر دو عمق نمونه‌برداری در سال دوم در مقایسه با سال اول افزایش یافته است. این امر پایین بودن کارایی مدیریت‌های اعمال شده در کنترل علف‌های هرز و مطلوب بودن شرایط برای تولید بذر توسط آنها را تأیید می‌کند.

اثر مرحله نمونه‌برداری بر تراکم بذور علف‌های هرز در دو سال آزمایش از نظر آماری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. در سال زراعی اول تراکم بذور در مرحله دوم ۲/۲ برابر مرحله اول و در سال زراعی دوم تراکم بذور در مرحله دوم۱/۷ برابر مرحله اول بود.

رابطه رگرسیونی بین فراوانی بذر در مرحله‌های دوم نمونه‌برداری به عنوان تابعی از فراوانی بذر در مرحله اول نمونه‌برداری در سال اول و دوم آزمایش در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. در هر دو سال آزمایش، همبستگی معنی‌داری بین اندازه بانک بذر در ابتدا و انتهای فصل رشد وجود داشت (به ترتیب در سال اول و دوم، R^2=۰/۷۶ و R^2 =۰/۶۵)، اما شیب خط در سال دوم (۰/۹۸) در مقایسه با سال اول (۱/۹۸) کاهش یافت (شکل‌های ۵ و ۶). به بیان ساده‌تر، در سال اول در مرحله اول نمونه‌برداری برای هر گونه به ازای هر بذر موجود در بانک بذر، ۱/۹۸ بذر در مرحله دوم دیده شد، اما این رقم در سال دوم به ۰/۹۸ بذر کاهش یافت.



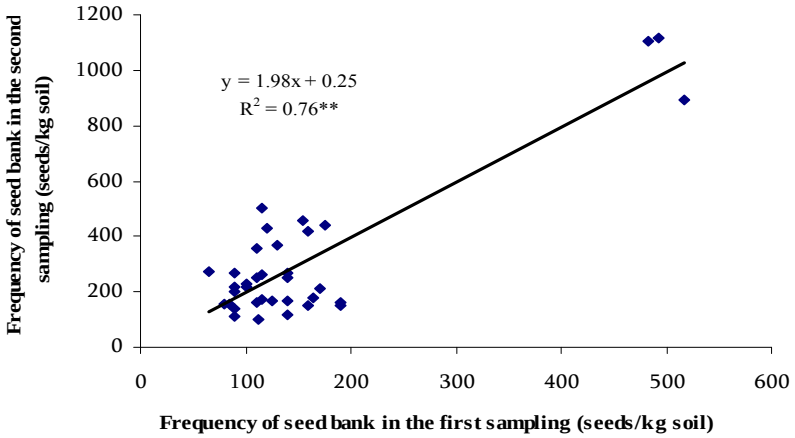
شکل ٤- تراکم بذر علف‌های‌هرز در دو مرحله نمونه‌برداری در سال‌های زراعی ٨٦-١٣٨٥ و ٨٧-١٣٨٦

Fig. 4- Density of weeds seed in two stages of sampling in the first and second years (2006-2007 and 2007-2008)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

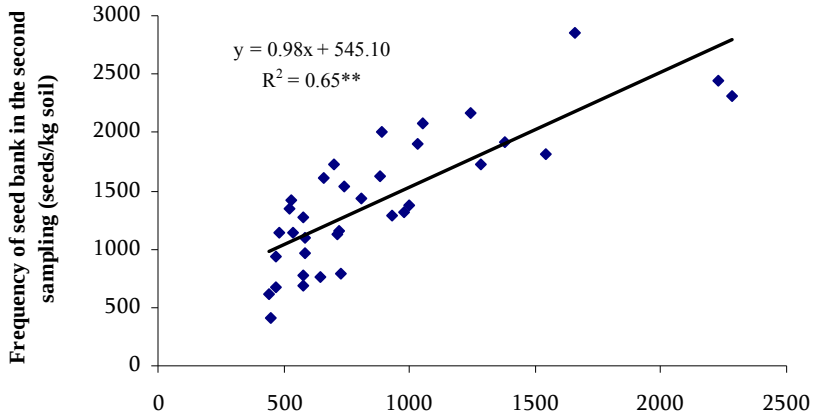
Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

در سال دوم به دلیل افزایش تعداد گونه‌ها و تراکم هر کدام از آنها در مقایسه با سال اول، رقابت درون گونه‌ای علف‌های هرز افزایش یافته که نتیجه آن کاهش تولید بذر توسط هر کدام از گونه‌ها در سال زراعی دوم بود. بررسی رابطه بین اندازه بانک‌بذر ابتدا و انتهای فصل رشد در سه نظام کم، متوسط و پرنهاده، با استفاده از آنالیز رگرسیون نشان داد که شیب خط رگرسیون در سه نظام مذکور، به ترتیب ۰/۷۷، ۰/۵۴ و ۰/۴۷درصد بود. بر اساس این نتایج در نظام پرنهاده به ازای هر بذر در ابتدای فصل رشد، ۰/۴۷ بذر در بانک بذر انتهای فصل رشد وجود داشت (Koocheki & Nassiri Mahallati, 2006). از نظر این محققین مصرف علفکش‌ها در این نظام نقش مؤثری در کنترل علف‌های هرز و کاهش تولید بذر توسط آنها داشته است.



شکل ٥- رابطه رگرسیونی بین فراوانی بذر در مرحله دوم و مرحله اول نمونه‌برداری در سال زراعی اول (٨٦-١٣٨٥)

Fig. 5- Regression relation between seed frequency in the first and second sampling in the first studied year (2006-2007)

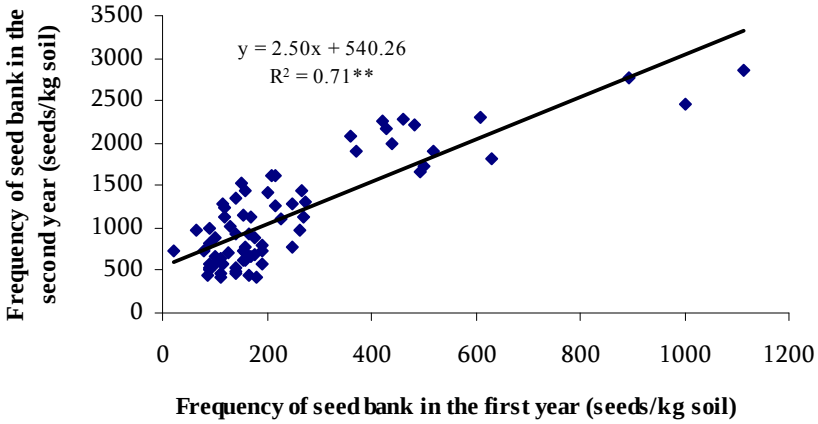


شکل ٦- رابطه رگرسیونی بین فراوانی بذر در مرحله دوم و مرحله اول نمونه‌برداری در سال زراعی دوم (۸۷-۱۳۸٦)

Fig. 6- Regression relation between seed frequency in the first and second sampling in the second studied year (2007-2008)

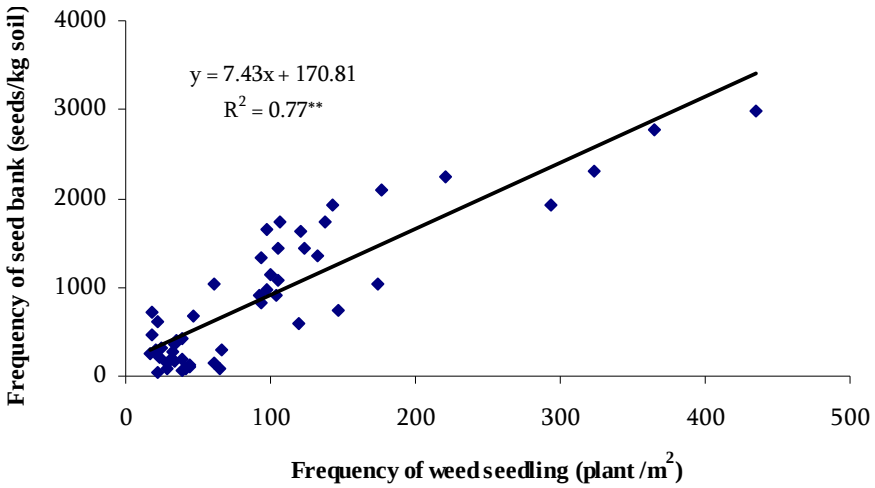
رابطه رگرسیونی بین فراوانی بذر در سال دوم آزمایش به عنوان تابعی از فراوانی بذر در سال اول آزمایش در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مذکور ملاحظه می‌شود، بین اندازه بانک بذر سال اول و دوم آزمایش همبستگی بالایی (R^2=۰/۷۱) وجود داشت. بررسی شیب خط نشان می‌دهد که اندازه بانک‌بذر در انتهای سال دوم آزمایش، ۲/۵ برابر اندازه آن در سال اول آزمایش شده است. بدیهی است که هر نوع عمل مدیریتی که ظهور، تولید مثل و تکمیل چرخه زندگی علف‌های هرز را دچار اختلال کند، باعث تغییر ساختار بانک بذر علف‌های هرز نیز خواهد شد (Koocheki & Nassiri Mahallati, 2006). در مطالعه حاضر اعمال مدیریت‌های خاص، بدلیل عدم تاثیر قابل توجه برخی از این مدیریت‌ها در کنترل علف‌های‌هرز، شرایط مناسب برای تولید بذر توسط آنها فراهم شده و در سال دوم تولید بذر بصورت چشمگیری افزایش یافته است.

رابطه رگرسیون بین فراوانی بانک بذر به عنوان تابعی از فراوانی گیاهچه در طی دو سال آزمایش در شکل ۸ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود همبستگی بالایی بین اندازه بانک بذر و فراوانی گیاهچه وجود داشت (R^2=۰/۷۷). تحقیقات مختلف نیز نشان داده است که همبستگی بالایی بین گیاهچه‌های جوانه‌زده در آزمایشگاه با بذرهای جدا شده از خاک وجود دارد (Rahman et al., 2001; King et al., 1986; Wilson et al., 1985).



شکل ۷- رابطه رگرسیونی بین فراوانی بذر در سال اول و دوم آزمایش (۸٦-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸٦)

Fig. 7- Regression relation between seed frequency in the first and second years (2006-2007 and 2007-2008)



شکل ۸- رابطه رگرسیونی بین فراوانی بانک بذر به عنوان تابعی از فراوانی گیاهچه در طی دو سال آزمایش (۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶)

Fig. 8- Regression relation between seed and seedling frequencies in the first and second years (2006-2007and 2007-2008)

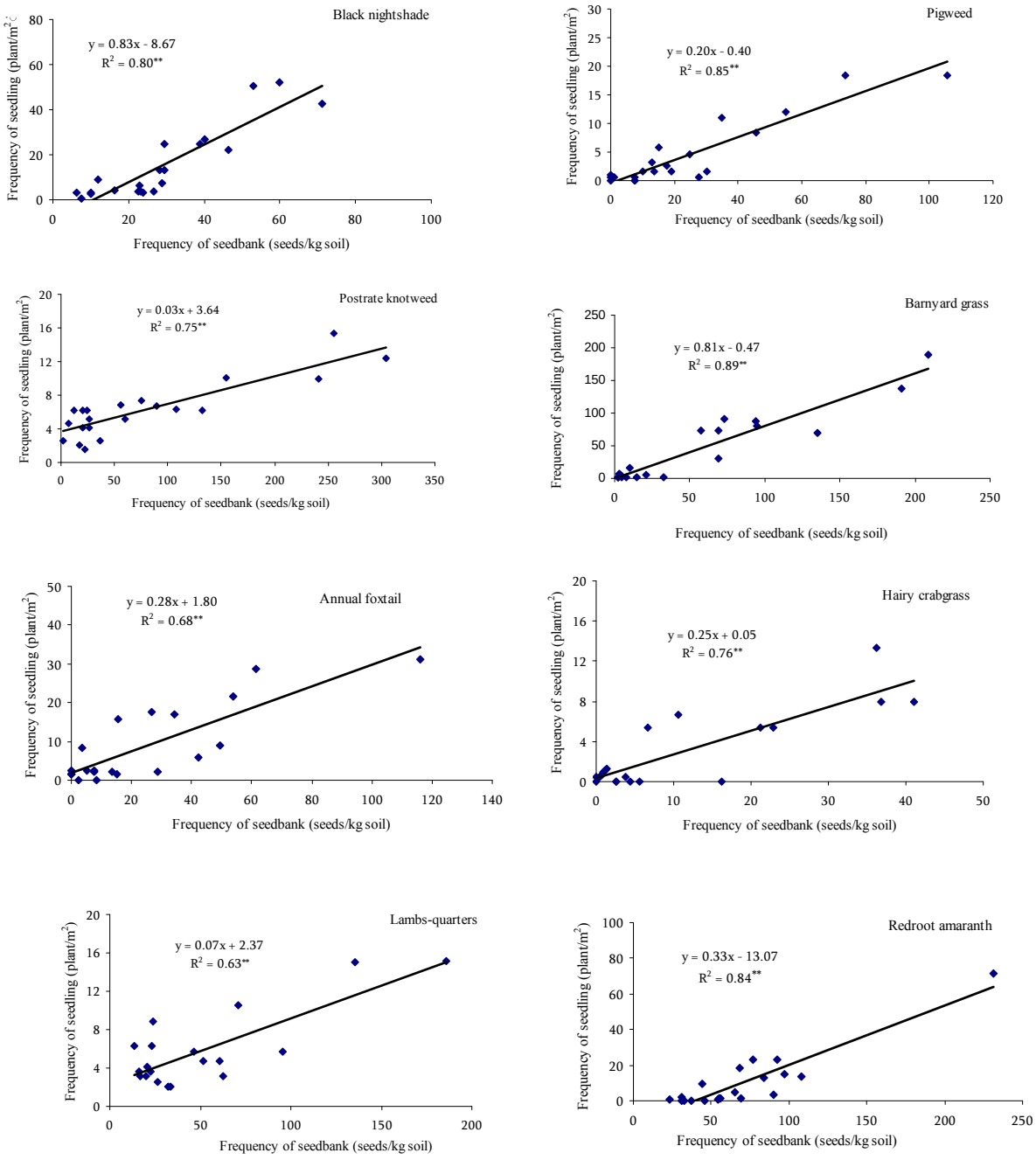
رابطه بین فراوانی گیاهچه مهم‌ترین گونه‌های مشاهده شده (شامل علف هفت‌بند، تاجریزی سیاه، علف خرچنگ، دم روباهی، خرفه، سوروف، تاج خروس و سلمه‌تره) به عنوان تابعی از فراوانی بذر آنها در در طی دو سال آزمایش در شکل ۹ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود که بین فراوانی گیاهچه‌ها و تراکم بذر آنها، همبستگی بالایی وجود داشت (۰/۸۹ تا R^2=۰/۶۳). بیشترین و کمترین همبستگی بین گیاهچه و بذر، مربوط به سوروف و سلمه‌تره به ترتیب با R^2=۰/۸۹ و R^2=۰/۶۳ بود.

بنظر می‌رسد که در بین گونه‌های فوق الذکر، چهار گونه سوروف، خرفه، تاج خروس و تاجریزی سیاه پتانسیل خوبی برای پیشگویی تراکم آنها با استفاده از اطلاعات مربوط به بانک بذرشان داشته باشند. بررسی رابطه بانک بذر و جمعیت علف‌های هرز چغندرقند نشان داد که بیشتر علف‌های هرزی که در طول فصل رشد در مزرعه مشاهده شدند، مشابه گونه‌هایی بودند که قبلاً در بانک بذر مورد شناسایی قرار گرفته بود. در بین گونه‌های مشاهده شده، با افزایش تعداد بذر گونه تاج خروس در بانک‌بذر، تراکم آن نیز در طی دوره رشد چغندرقند افزایش یافت (Abdollahhian Noghabi et al., 2010).

ویلسون و همکاران (Wilson et al., 1985) عنوان نمود که تراکم علف‌های هرز در یک مزرعه را می‌توان از طریق مشاهدهٔ علف‌های هرز سال قبل و همچنین بررسی بانک بذرپیش از کاشت محصول تعیین کرد. ضرایب تعیین برای گونه‌های بالا محدوده‌ای از ۰/۴۶ (تاج خروس ایستاده) تا ۰/۹۷(سوروف) را در بر داشت. در میان گونه‌های فوق‌الذکر، خرفه و سلمه‌تره بیشترین همبستگی را با تعداد بذر موجود در خاک پیش از کاشت را داشتند. مطالعات مختلف نشان داده است که همبستگی زیادی بین تعداد بذر موجود در خاک با تعداد گیاهچه‌های جوانه‌زده وجود دارد. این امر نشان می‌دهد که برآورد ذخیره بانک بذرعلف‌های هرز می‌تواند در تخمین تراکم آنها در فصل زراعی بسیار کاربردی باشد Rahman et al., 2001; King et al., (1986) ذکر این نکته ضروری است که تخمین ترکیب و تراکم علف‌های هرز به کشاورزان کمک می‌کند تا روش‌های مناسب کنترل را در زمان و مکان خاص بکار گیرند و از این طریق می‌توان هزینه کاربرد علف‌کش‌ها را کاهش دهد (Wilson et al., 1985).

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای وجین، وجین+فن‌مدیفام، متامیترون+ فن‌مدیفام+ تناوب و دیسک+ کولتیواسیون بین‌ردیف+ تناوب نقش مؤثری در کاهش ذخیره بانک بذر علف‌های هرز داشت. همچنین تراکم بذر علف‌های هرز در تیمارهای دارای تناوب در مقایسه با تیمارهای مشابه و بدون تناوب، پایین‌تر بود. این امر بر بکارگیری تناوب زراعی به عنوان یک راهکار مناسب در کاهش تراکم بانک‌بذر، تأکید می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که بین فراوانی بذر علف‌های هرز در سال اول و دوم همبستگی بالایی وجود داشت. علاوه بر این بین فراوانی گیاهچه علف‌های هرز و فراوانی بانک بذر آنها نیز همبستگی قابل قبولی وجود داشت. چنین بنظر می‌رسد که مطالعه بانک بذرو تخمین تراکم علف‌های هرز، می‌تواند کمک زیادی در انتخاب بهترین راهکار مدیریتی نماید.



۹- رابطه رگرسیونی بین فراوانی بانک بذر گونه‌های مختلف علف هرز به عنوان تابعی از فراوانی گیاهچه آنها

Fig. 9- Regression relation between seed and seedling frequencies of different weed species in first and second years (2006-2007and 2007-08)

منابع

1- Abdollahhian Noghabi, M., Roham, R., and Akbari, N. 2010. Proper quadrate type in the study of relationship between seed bank and weed density in sugar beet crop. The Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress. Babolsar, Iran, 17-18 February p. 14-17. (In Persian with English Summary)

2- Alimoradi, L., Rashed Mohassel, M.H., Khazaee, H., and Ahmadian Yazdi, A. 2010. Crop rotation effects on different weed species appearance. The Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress. Babolsar, Iran, 17-18 February, p. 224-226. (In Persian with English Summary)
3- Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography and Evaluation of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, California.
4- Booth, B.D., Murphy, S.D., and Swanton, C.J. 2003. Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. CABI Publication. 303 pp.
5- Cardina, J., Sparrow, D.H., and Mccoy, E.L. 1996. Spatial relationships between seed bank seedling population of common lambsquarters (*Chenopodium album*) and annual grasses. Weed Science 44: 298-308.
6- Fenner, M. 1995. Ecology of seed banks. In: Seed Development and Germination. Kiget, J., and Galili, G. (Eds.). p. 507-528. New York, Marcel Dekker.
7- Holroyd, J. 1964. The emergence and growth of *Avena fatua* from different depths in the soil. Proceedings of the 7th British Weed Control Conference 2: 621-627.
8- Kharghani, F., Rashed Mohasel, M.H., and Nassiri Mahallati, M. 2004. Evaluation of weed population in different crop rotations and fallow treatments. Iranian Journal of Field Crops Research 1(2): 190-197. (In Persian with English Summary)
9- King, R.P., Lybecker, D.W., Schweizer, E.E., and Zimdahl, R.L. 1986. Bioeconomic modelling to simulate weed control strategies for continuous corn (*Zea mays*). Weed Science 34: 972–979.
10- Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2006. Effects of different input levels on weed seed bank in wheat fields of Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 3(1): 89-102. (In Persian with English Summary)
11- Koocheki, A., Zarif Ketabi, H., and Nakh Forosh, A. 2001. Ecological Approach for Weed Management. Ferdowsi University of Mashhad Publication. Iran 455 pp. (In Persian)
12- Rahman, A., James, T.K., and Grbvac, N. 2001. Potential of weed seed banks for mapping weed: a review of recent New Zealand research. Weed Biology and Management 1: 89-95.
13- Simpson, R.L., Leck, M.A., and Parker, V.T. 1989. Seed Banks: General Concepts and Methodological Issue. In: M.A., Leck, Parker, C.V.T., and Simpson, R.L. (Eds.). Ecology of Soil Seed Banks.
14- Wicks, G.A., and Somerhalder, B.R. 1971. Effect of seedbed preparation for corn on distribution of weed seed. Weed Science 19: 666-676.
15- Wilson, R.G., Kerr, E.D., and Nelson, L.A. 1985. Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed Problems. Weed Science 33: 171–175.
16- Zimdahl, R.L. 1995. Weed science in sustainable agriculture. American Journal Alternative Agriculture 10: 138–142.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۷۱-۱۶۳

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 163-171

تأثیر بقایای گندم، یونجه، ذرت، سویا و پنبه بر محتوای پتاسیم خاک و جذب آن در گندم (*Triticum aestivum* L.)

فریده اکبری[1*]، کامبیز پوری[1]، بهنام کامکار[2] و سیّد مجید عالیمقام[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

مدیریت بقایای گیاهان زراعی یکی از ارکان اصلی پایدارسازی سیستم‌های کشاورزی است. به کارگیری بقایای گیاهی در عرصه کشاورزی به عنوان کودآلی، نقش به سزایی بر مقدار عناصر در خاک و قابلیت دسترسی عناصر برای گیاه در خاک و در نهایت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی دارد. به منظور بررسی تأثیر مدیریت مختلف بقایای گیاهی در تأمین پتاسیم مورد نیاز گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و هفت تیمار شامل پنج تیمار بقایای گیاهی (پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه)، کود اوره به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد انجام گرفت. بقایای گیاهی پس از تعیین نسبت کربن به نیتروژن (C:N) به‌اندازه‌ی کوچکتر از پنج میلی‌متر خرد و با خاک مخلوط شدند. پتاسیم قابل عصاره‌گیری خاک در فاصله ۴۹، ۸۳، ۹۹، ۱۲۷ و ۱۶۵ روز پس از شروع آزمایش با استفاده از روش عصاره‌گیری استات آمونیوم استخراج شد. نتایج نشان داد که اثر تیمار بقایای مختلف در آزادسازی پتاسیم تنها در مرحله گرده‌افشانی معنی‌دار بود. بیشترین غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن مربوط به تیمار بقایای یونجه، گندم و ذرت به ترتیب ۱۶۶۳، ۱۶۳۷/۶ و ۱۵۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار خاک و کمترین غلظت پتاسیم مربوط به تیمار بقایای پنبه، اوره و شاهد به ترتیب ۱۴۷۲/۶، ۱۴۲۵/۴ و ۱۲۱۵ کیلوگرم در هکتار خاک مشاهده شد. با بررسی روند جذب پتاسیم در گیاه مشخص شد که بیشترین میزان پتاسیم جذب شده در گیاه (۳۶/۶۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) طی ۸۳ روز اول (مرحله ساقه‌رفتن) و در تیمار بقایای یونجه که بیشترین آزاد سازی پتاسیم (۲۳۷۵/۷ کیلوگرم در هکتار) نیز از این بقایا صورت گرفت، رخ می‌دهد. از آن‌جاکه بخش عمده پتاسیم جذب شده توسط گیاه در کاه و کلش باقی می‌ماند، لذا به نظر می‌رسد که استفاده از بقایای گیاهی می‌تواند به عنوان یک نهاده آلی و درون مزرعه‌ای با قابلیت‌های متفاوت مدنظر قرار گیرد. به طور کلی، نتایج تحقیق نشان داد که بقایای یونجه در تأمین پتاسیم برای گیاه گندم در بین بقایای مورد مطالعه بهتر بوده و بقایای گندم و ذرت (بدون اختلاف معنی‌دار) در رده بعدی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: استات آمونیوم، کاه و کلش، مرحله رشد، نهاده درون مزرعه‌ای

مقدمه

پتاسیم یکی از عناصر ضروری و پر مصرف برای گیاهان است. مقدار جذب پتاسیم توسط گیاه از جذب هر عنصر مغذی دیگری به غیر از نیتروژن بیشتر بوده و در بعضی از گیاهان حتی از جذب نیتروژن نیز بیشتر می‌باشد (Malakouti & Homaee, 1995). با وجود آن‌که میزان کلسیم قابل جذب در خاک‌های مختلف معمولاً حدود ۱۰ برابر میزان پتاسیم قابل جذب در خاک است، اما برعکس مقدار پتاسیم گیاه معمولاً ۱۰ برابر کلسیم می‌باشد و این مطلب نشان‌دهنده قدرت انتخابی شدید گیاه نسبت به عنصر پتاسیم و میزان نیاز بالای گیاه به این عنصر می‌باشد (Malakouti & Homaee, 1995; Maene, 2001).

پتاسیم معمولاً به صورت منابعی از کودهای شیمیایی، بقایای محصولات و کودهای آلی به خاک اضافه می‌شود. مقدار پتاسیمی که باید برای رشد مطلوب محصولات استفاده شود، به مقدار پتاسیم خاک، میزان کاربرد پتاسیم، شدت فرسایش و آبشویی، مقدار استفاده از عناصر دیگر، نوع و مقدار محصول تولید شده در واحد زمان و بخشی از محصول برداشت شده بستگی دارد (Bertsch & Thomas, 1985).

در بعضی از محصولات بخش زیادی از پتاسیم در کاه وجود دارد، در محل‌هایی که کاه و باقیمانده‌های محصول برای سوخت و یا اهداف دیگر مصرف می‌شوند تخلیه پتاسیم خاک به‌ویژه اگر باقیمانده محصول از مزرعه برداشت و به شکل کود آلی برگردانده نشود سریع

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: E-mail: akbarifarideh@gmail.com)

است (Whitbread et al., 2000; Pretty & Stangel, 1985). برگرداندن بقایای محصولات بعد از برداشت به خاک، مقادیر قابل‌توجهی پتاسیم قابل جذب برای گیاه فراهم می‌کند (Mubarak et al., 2003; Fageria et al., 1990). فاگریا و فی & Fageria (Ghyie, 1999) گزارش کردند که حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از پتاسیم کل در بخش‌های رویشی غلاتی نظیر گندم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza Sativa* L.) باقی می‌ماند. از اینرو، بازگرداندن کاه و کلش غلات به خاک اثر معنی‌داری بر چرخه پتاسیم در سیستم گیاه و خاک خواهد داشت. دی‌داتا و میکلسن (De Datta & Mikkelsen, 1985) گزارش کردند که به ازای هر تن کاه و کلش برنجی که به خاک برگردانده می‌شود ۲۸ کیلوگرم پتاسیم در هر مترمربع آزاد می‌شود. ویتبرد و همکاران (Whitbread et al., 2000) بیان نمودند که در استرالیا نوسانات پتاسیم خاک زمانی که بقایای کاه به خاک برگردانده می‌شود ۸+ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و زمانی که بقایای کاه از مزرعه خارج می‌شوند این تعادل به ۱۰۲- کیلوگرم پتاسیم در هکتار می‌رسد.

مدیریت بقایای گیاهان زراعی یکی از ارکان اصلی تولید در کشاورزی و به ویژه سیستم کاشت دوگانه است. کشاورزان اغلب در چگونگی مدیریت بقایای گیاهی این دغدغه را داشته‌اند که کمترین تأثیر منفی را بر عملکرد و کشت و کار گیاهان بعدی به جای گذارد. به همین دلیل از دیر باز روش‌هایی چون سوزاندن بقایای گیاهی، باقی گذاردن بقایا بر سطح خاک (مالچ کلشی)، جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه و شخم بقایا در خاک مطرح بوده است. متأسفانه به‌علت عدم آگاهی و یا نداشتن امکانات لازم و ضرورت‌های زندگی به‌جز استفاده محدود از این مواد، رفتار کشاورزان و صاحبان اراضی و دامداران با بقایای گیاهی اصولی و منطقی نیست. برای سهولت کار گاهاً حاصل کار طبیعت را که باید در چرخه تولید و تکامل خاک و شبکه‌ها، زنجیره‌ها و سطوح غذائی اکوسیستم‌های زراعی قرار گیرد، به غلط شخم‌زده و تحت تأثیر چرای مفرط قرار می‌دهند و یا می‌سوزانند. علی‌رغم افزایش عناصر غذایی خاک در اثر سوزاندن بقایای گیاهی، اکثر تحقیقات انجام شده حاکی از اثرات نامطلوب این روش بر خصوصیاتی چون مواد آلی و قابلیت نفوذپذیری خاک است که در دراز مدت پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی را به خطر خواهد انداخت (Alberta, 1995; Due Preez et al., 2001). سوزاندن بقایای گیاهی باعث تلفات ۸۰ درصدی نیتروژن، ۲۵ درصدی فسفر، ۲۱ درصدی پتاسیم و ۴۰ تا ۶۰ درصدی گوگرد شده و سبب از بین رفتن میکروارگانیسم‌های خاک می‌شود (Gangwar et al., 2006).

با توجه به نقش بقایای گیاهی به عنوان یک نهاده درون مزرعه‌ای در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله پتاسیم و اهمیت گیاه گندم به عنوان یکی از محصولات پر تولید کشور و مشکلات خاک‌های استان گلستان به واسطه بافت لومی -رسی در تأمین پتاسیم، این مطالعه با هدف مقایسه توان بقایای مختلف در تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در زمین شماره ۱ دانشکده‌های علوم کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا قرار دارد. این شهرستان دارای آب و هوایی معتدل با میانگین بارندگی سالانه ۴۲۱/۷ میلی‌متراست که بیشترین مقدار ریزش باران در فواصل ماه‌های مهر و بهمن صورت می‌گیرد. میانگین دمای سالانه هوا ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد با دمای حداقل ۹/۵ درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه و دمای حداکثر ۲۹/۵ درجه در شهریور ماه می‌باشد. جهت اجرای طرح، پس از انتخاب قطعه زمین مورد نظر و قبل از اجرای آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). بر این اساس بافت خاک لومی-رسی-سیلتی تعیین شد.

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و هفت تیمار شامل پنج تیمار بقایای گیاهی شامل پنبه، گندم، سویا، یونجه و ذرت، کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره و شاهد (بدون کود و بقایا) اجرا شد. محاسبات میزان بقایا بر اساس نسبت کربن به نیتروژن (C:N) بقایا و مقدار کود اوره مورد نیاز برای ممانعت از غیرمتحرک شدن نیتروژن در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی (مقدار نیتروژن مبنا ۹۰ کیلوگرم بر اساس روش کجلدال) به روش فاکتور نیتروژن محاسبه گردید (Barbarick, 2010).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

Table 1- Soil physical and chemical properties

رس (درصد) Clay (%)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	درصد مواد خنثی شونده Neutralized materials (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) EC ($dS.m^{-1}$)
38	0.1	0.95	25	78	1.3

نسبت C:N بقایا نیز اندازه‌گیری شد و در این راستا کربن آلی به روش والکی و بلک (Walkly & Black, 1934) و اندازه‌گیری نیتروژن به روش میکروکجلدال (Bremner, 1996) صورت پذیرفت. همانگونه که در بالا نیز بیان شد، بقایای گیاهی مورد استفاده در این طرح آزمایشی شامل پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه بود که از محصولات زراعی رایج در منطقه محسوب می‌شوند. این بقایا از مزارع کشاورزی شهرستان آق‌قلا جمع‌آوری شدند. نمونه‌های بقایای گیاهی تماماً از بخش‌های هوایی گیاه برداشت شدند. سپس به مدت چند روز در هوای آزاد قرار گرفتند و جهت تعیین درصد رطوبت، ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه قرار داده شدند. درصد رطوبت بقایای پنبهریال ذرت، گندم، سویا و یونجه به ترتیب ۲۰، ۱۸، ۱۲، ۱۴ و ۱۴ درصد تعیین شد.

سپس به منظور یکنواخت شدن اندازه، بقایا به کمک آسیاب به قطر کمتر از پنج میلی‌متر خرد شدند. با توجه به این‌که در این طرح میزان نیتروژن پایه ۹۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد (Soltani et al., 2010) و با توجه به نسبت C:N بقایای گیاهی، مقدار بقایایی که برای آزادسازی این مقدار نیتروژن در خاک مورد نیاز است، به همراه مقدار کود معدنی نیتروژن جهت ممانعت از غیرمتحرک‌سازی محاسبه و به خاک اضافه شد. لازم به ذکر است که به دلیل تعیین نادرست نسبت C:N بقایای سویا و استفاده از این مقدار در محاسبه کود مورد نیاز، مقدار نیتروژنی که به بقایای سویا داده شد بیشتر از مقدار معمول بود، لذا تیمار سویا به دلیل افزایش مقدار نیتروژن اضافه شده ناشی از برآورد غلظ C:N آن در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار نگرفت.

وزن بقایای مورد نیاز از هر گیاه برای پنبه، ذرت، گندم، سویا و یونجه به ترتیب معادل ۶۴۶۷/۳۷، ۵۹۸۸/۰۵، ۵۶۲۱/۹، ۵۸۲۴ و ۵۹۷۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد و مقدار کود نیتروژن معدنی مورد نیاز برای این گیاهان به ترتیب معادل ۶۶/۱۶، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۵۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار (برحسب اوره) برآورد شد. سپس مقدار بقایای مورد نیاز و کود اوره محاسبه شده مخلوط و با شخم و دیسک با عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شدند.

زمین به صورت شمالی– جنوبی به کرت‌هایی به عرض سه و طول چهار متر کرت‌بندی شد. برای ایجاد تراکم مطلوب فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱/۵ سانتی‌متر در نظرگرفته شد تا تراکم ۳۳۰ بوته در متر مربع حاصل شود. گندم (رقم N۸۰۱۹) در تاریخ چهارم دی ماه سال ۱۳۸۷ کاشته شد. ضدعفونی بذر، قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین تیرام انجام شد. گیاهان در طول فصل رشد دوبار آبیاری شدند.

مراحل فنولوژی گیاهان شامل پنجه‌زنی، ساقه‌رفتن، خوشه‌رفتن، گرده‌افشانی، رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی برداشت در طی فصل رشد و با استفاده از روش کدبندی (Zadox et al., 1974) ثبت گردید. اساس پایش و ثبت مراحل فنولوژیک گیاه در مزرعه بر اساس نشان‌گذاری ۱۰ بوته از ابتدای فصل رشد و ثبت مراحل بر اساس استاندارد ۵۰ درصد هر مرحله صورت پذیرفت.

برای اندازه‌گیری میزان پتاسیم موجود درخاک، در مرحله پنجه‌زنی (۸۷/۱۱/۲۰)، ساقه‌رفتن (۸۷/۱۲/۲۷)، خوشه‌رفتن (۸۸/۱/۱۳)، شروع گرده‌افشانی (۸۸/۲/۱۰) و رسیدگی فیزیولوژیک (۸۸/۳/۱۸) در طول دوره رشد از عمق ۲۰ –۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد. جهت اندازه‌گیری پتاسیم موجود در خاک به روش استات‌آمونیوم مقدار پنج گرم خاک عبور داده شده از الک دو میلی‌متری توزین و در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد، سپس ۵۰ میلی‌لیتر استات‌آمونیوم ۰/۵ نرمال به آن اضافه کرده و بعد از شیک کردن از صافی عبور داده شد. مقدار پتاسیم محلول با دستگاه فلیم‌فتومتر بعد از قرائت استانداردها مورد سنجش قرار گرفت (صفر استاندارد روی صفر دستگاه فلیم فتومتر و حداکثر استاندارد روی صد دستگاه قرار داده شد). منحنی استاندارد رسم و سپس از روی آن مقدار پتاسیم محلول نمونه‌ها محاسبه شد (Page et al., 1982).

به منظور اندازه‌گیری پتاسیم موجود در بافت برگ دو گرم از بافت گیاه در کوره و در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت شش ساعت (تبدیل شدن به خاکستر سفید) حرارت داده شد. پس از خنک‌شدن ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک دو مولار روی خاکستر گیاه اضافه و در حمام «بن ماری» و دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد (تا ساطع شدن بخار سفید رنگ) قرار داده شد. در مرحله‌ی بعد محلول با کاغذ واتمن صاف شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در مرحله‌ی آخر میزان پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر در شعله‌ی آبی قرائت شد (Emami, 1996).

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده در ارتباط با غلظت پتاسیم خاک نشان داد که اثر بقایای مختلف گیاهی در آزادسازی پتاسیم تنها در مرحله خوشه‌رفتن معنی‌دار بود (جدول ۲). عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سایر مراحل نموّ می‌تواند بیانگر این باشد که توان بقایای گیاهی مورد استفاده از نظر آزادسازی پتاسیم در خاک، تقریباً مشابه است.

بیشترین غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن مربوط به تیمار بقایای یونجه، گندم و ذرت به ترتیب ۱۶۶۳، ۱۶۳۷/۶ و ۱۵۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار خاک و کمترین غلظت پتاسیم مربوط به تیمار بقایای شاهد، اوره و پنبه به ترتیب ۱۲۱۵، ۱۴۲۵/۴ و۱۴۷۲/۶کیلوگرم در هکتار خاک بود (جدول ۳).

در مراحل پنجه‌روی، ساقه‌روی، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک روند تغییرات غلظت پتاسیم در طی زمان در تمامی تیمارهای بقایای پنبه، گندم، یونجه، شاهد و اوره مشابه بود.

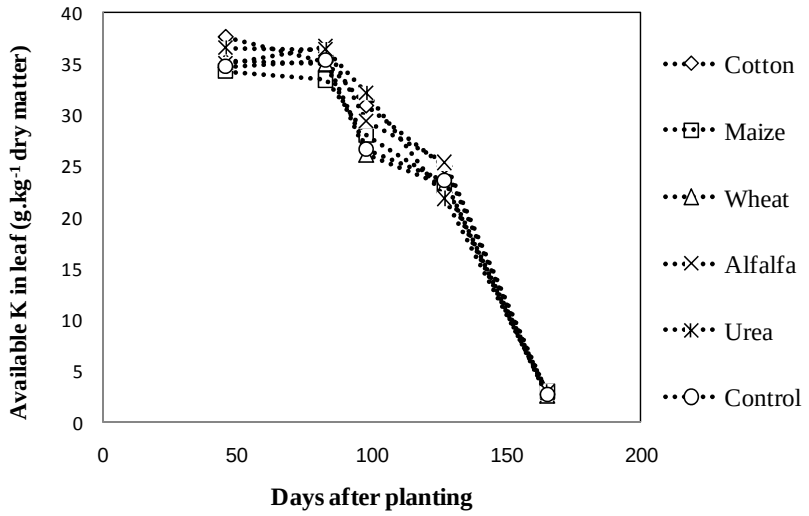
جدول ۲- تجزیه واریانس پتاسیم موجود درخاک (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مورد آزمون

Table 2- Potassium analysis of variance present in soil (kg.ha^{-1}) in studied treatments

منابع تغییرات	درجه آزادی	پنجه‌روی	ساقه‌رفتن	خوشه‌رفتن	گرده افشانی	رسیدگی فیزیولوژیک
S.O.V	DF	Tillering	Stem elongation	Booting	Anthesis	Physiological ripening
Replication	3	75389.53	504977.4	52071.13	3654.43	380438.8
Treatment	6	45493.31 ^{ns}	34185.31 ^{ns}	160294.6*	5588.79 ^{ns}	144578.6 ^{ns}
Error	18	125627.5	189155.9	173713.7	11353.88	174335.9
Total	27	-	-	-	-	-

ns و * به ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

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



شکل ۱- روند جذب پتاسیم برگ گندم تحت تاثیر بقایای گیاهی مختلف

Fig. 1- The trend of K absorption under the influence of different plant residues

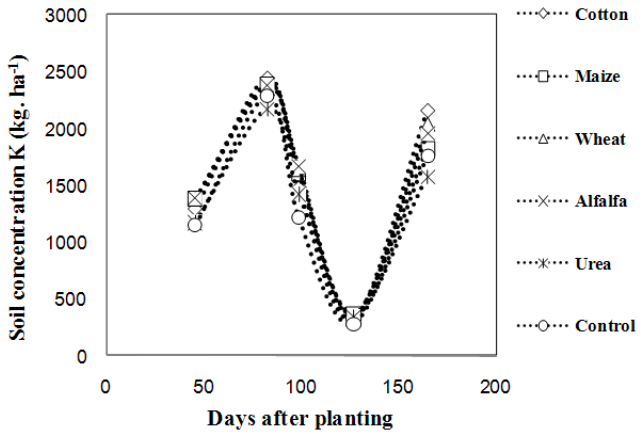
با بررسی روند جذب پتاسیم در گیاه مشخص شد که بیشترین میزان پتاسیم جذب شده در گیاه در طی ۸۳ روز اول و در تیمار بقایای یونجه که بیشترین آزاد سازی پتاسیم نیز از این بقایا صورت گرفت، رخ می‌دهد (شکل ۱). از آنجا که فعالیت‌های جذبی گیاه تا مرحله خوشه‌رفتن و گرده‌افشانی ادامه دارد که این مراحل مصادف با کاهش پتاسیم قابل جذب در خاک می‌باشد، بعد از مرحله گرده افشانی میزان جذب در گیاه کاهش یافت و با افزایش غلظت پتاسیم در خاک همراه بود (شکل ۲).

روند کاهش غلظت پتاسیم در برگ در سایر منابع نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Fageria & Gheyi, 1999). مطالعه انجام شده روی دو گیاه برنج آپلند (*Oryza Sativa* L.) و لوبیا (*Phasaeolous vulgaris* L.) نشان داد که غلظت پتاسیم بافت‌های هوایی با گذشت فصل رشد کاهش یافت. به عنوان مثال، مقدار کاهش در لوبیا معادل ۰/۲۳ گرم پتاسیم در کیلوگرم ماده خشک اندام هوایی به ازای هر روز گذشت از فصل رشد بود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که از مرحله گرده‌افشانی روند تجمع پتاسیم در بافت برگ با شیب ۰/۳۸ گرم پتاسیم بر کیلوگرم ماده خشک برگ به ازای هر روز رشد کاهش یافت. به منظور تعیین شیب کاهش پتاسیم برگ به ازای هر روز رشد یک معادله غیرخطی دوتکه‌ای (معادله ۱) به داده‌های تغییرات غلظت پتاسیم در کیلوگرم ماده خشک برگ در برابر روز پس از کاشت معادلات (۱) و (۲) برازش داده شد (شکل ۳).

معادله (۱) $Y= a+bx \quad if \quad x>x_0$

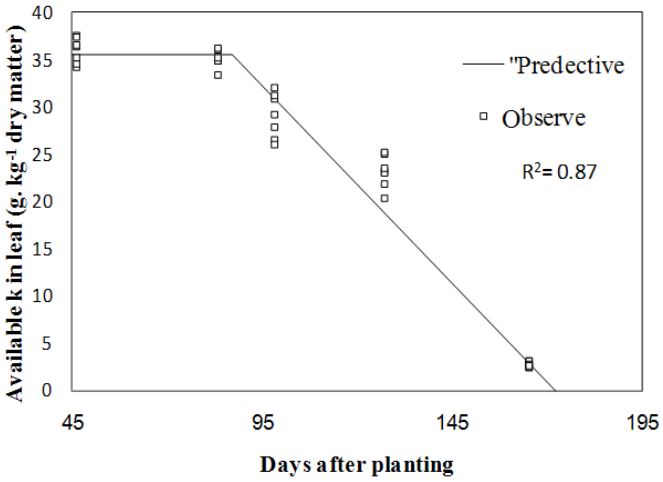
معادله (۲) $Y=a+bx_0 \quad if \quad x<x_0$

افزایش جذب پتاسیم رابطه مستقیمی با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه دارد که خود وابسته به جذب نیتروژن در گیاه است. افزایش عرضه نیتروژن در خاک در شرایط استفاده از بقایای گیاهی در مرحله ساقه‌روی گندم به ویژه در قالب نیتراتی توسط کامکار و همکاران (Kamkar et al., 2009) گزارش شده است که می‌تواند بیانگر روابط مثبتی بین جذب یون پتاسیم با دیگر عناصر از جمله نیتروژن باشد.



شکل ۲- روند تغییرات غلظت پتاسیم خاک (کیلوگرم در هکتار) در تیمارهای مورد آزمون

Fig. 2- The trend of soil K concentration (kg.ha^{-1}) in studied treatments



شکل ۳- تغییرات غلظت پتاسیم برگ در طی زمان

Fig. 3- Changes of leaf K concentration (g.kg^{-1}) during the time

روئیز و رومرو (Ruiz & Romero, 2002) روابط مثبتی را بین جذب عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر گزارش کردند. دیب و واچ (Dibb & Welch, 1976) بیان کردند افزایش جذب پتاسیم سبب تسریع جذب یون‌های NH_4^+ و کاهش NH_3^+ می‌گردد. کم شدن غلظت پتاسیم قابل جذب خاک در مرحله چهارم از دوره رشد گندم (گرده‌افشانی) مصادف با حداکثر جذب آن در گیاه بود. در مطالعه حاضر بیشترین پتاسیم آزاد شده در خاک مربوط به تیمار بقایای یونجه بوده است. بقایای یونجه کمترین نسبت C:N و بیشترین مقدار پتاسیم (جدول ۴) را در بین تیمارهای مورد استفاده دارا می‌باشد. بر اساس گزارش‌های موجود (Fageria & Gheyi, 1999) عمده K^+ تجمع یافته در غلاتی نظیر ذرت و برنج در شاخساره هوایی آن تجمع می‌یابد و مقدار کمی به دانه انتقال می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که اختلاط کاه غلات با خاک، احتمالاً تأثیر بسزایی روی باز چرخش پتاسیم در سیستم خاک- گیاه دارد. نتایج مطالعات نشان داده است که محتوای پتاسیم بقولات در مقایسه با غلات بیشتر است، ولی معمولاً عملکرد شاخساره‌ها در غلات بیشتر از بقولات است (Whitbread et al., 2000; Singh, 2003).

افزایش غلظت پتاسیم خاک در مرحله ساقه‌روی و گرده‌افشانی در گیاه مطابق با افزایش دما از ۷/۵ به ۱۲ درجه سانتی‌گراد (مرحله ساقه‌رفتن) و ۱۳/۱ به ۲۱/۷۴ درجه‌سانتی‌گراد (مرحله گرده افشانی) بود (شکل ۴)، چرا که افزایش دما باعث تسریع در فرآیند معدنی‌شدن و افزایش رهاسازی پتاسیم می‌گردد (Tisdal et al., 1985).

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت پتاسیم خاک (کیلوگرم در هکتار) در شرایط استفاده از بقایای پنبه، ذرت، گندم، یونجه، اوره و شاهد

Table 3- Mean comparisons of soil K concentration ($kg.ha^{-1}$) in the treatments of using residues of cotton, maize, wheat, alfalfa, urea and control

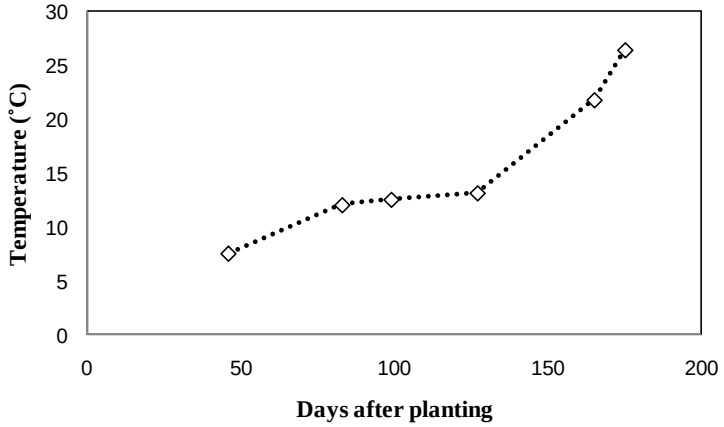
Physiological ripening رسیدگی فیزیولوژیک	Anthesis گرده‌افشانی	Booting خوشه‌رفتن	Stem elongation ساقه‌رفتن	Tillering پنجه‌روی	Treatment تیمار
2156.3 a (+22.7)	316.09 a(+12.23)	1472.6 ab (+21.2)	2442.8 a(+6.9)	1291.2 a(+12.2)*	پنبه Cotton
1818.9 a(+3.5)	368.68 a(+3.09)	1592.3 ab(+31.5)	2386.6 a (+4.4)	1378.3 a(+19.68)	ذرت Maize
2038.4 a (+15.9)	315.19 a(+11.9)	1637.6 ab(+34.78)	2352 a (+2.9)	1380.1 a (+19.84)	گندم Wheat
1951.3 a(+11.3)	355.45 a(+26.2)	1663 ab(+36.87)	2375.7 a (+3.9)	1383.7 a(+20.1)	یونجه Alfalfa
1581.4 a (-10)	347.47 a(+23.37)	1425.4 ab(+17.3)	2170.8 a(-4.9)	1173.3 a(+1.8)	اوره Urea
1757.3 a (0)	281.64 a(0)	1215 b (0)	2258 a (0)	1151.6 a (0)	شاهد Control

* اعداد داخل پرانتز درصد اختلاف از شاهد هستند.

* The values in brackets show the difference with control treatment.

فرآیند معدنی‌شدن در خاک در دمای ۱ درجه‌سانتی‌گراد زیر صفر شروع شده و زمانی که دما به ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالای صفر می‌رسد، بر سرعت معدنی شدن مواد افزوده می‌شود و در دمای ۳۰- ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالای صفر سرعت این فرایند به اندازه ۲/۵ تا ۳ برابر افزایش می‌یابد. با افزایش دمای خاک فعالیت‌های متابولیکی گیاه افزایش می‌یابد که با افزایش رشد و فعالیت ریشه‌ها همراه است. افزایش دمای خاک همچنین موجب افزایش سرعت انتشار پتاسیم در محلول خاک و به دنبال آن افزایش جذب پتاسیم توسط ریشه گیاه می‌گردد (Bertsch & Thomas, 1985).

از دیگر عوامل مؤثر در تجزیه بقایای گیاهی می‌توان به ترکیب بقایای گیاهی نظیر نسبت C:N (Recous et al., 1995)، میزان نیتروژن کل (Frankenberger & Abdelmajed, 1985)، میزان کربن محلول در بقایا (Kuo & Sunjo, 1998; Oglesby & Fownes, 1992)، سلولز (Bending et al., 1998) و یا میزان لیگنین (Muller et al., 1998) بقایا اشاره کرد. در این مطالعه بقایای گندم با داشتن نسبت C:N بالا (۶۰/۴۷) به کندی تجزیه شده که با مطالعه ادوارد و همکاران (Edward et al., 1998) مطابقت دارد. آن‌ها مشاهده کردند که تجزیه بقایای سویا در مقایسه با بقایای گندم در مراحل اولیه خیلی سریع اتفاق می‌افتد که می‌تواند به اختلاف در مقدار N محلول و نسبت C:N در این بقایا مربوط باشد.



شکل ٤- روند تغییر میانگین دمای متناظر با مراحل نمونه برداری طی دوره‌های مختلف رشد

Fig. 4- The trend of mean temperature corresponding to each given sampling during various growing stages

جدول ٤- مقدار پتاسیم موجود در بقایای گیاهان پنبه، ذرت، گندم ویونجه
Table 4- Amount of available K in residues of cotton, maize, wheat and alfalfa

بقایا Residue	پنبه Cotton	ذرت Maize	گندم Wheat	یونجه Alfalfa
مقدار اولیه پتاسیم بقایا (گرم در کیلوگرم) Primary amount of residue ($kg.ha^{-1}$)	0.140	0.301	0.312	0.460

ادوارد و همکاران (Edward et al., 1998) در مطالعات خود مشاهده کردند که اختلاف اندکی در روند تجزیه بقایای ذرت و گندم دیده می‌شود و بقایای سویا سریع‌تر تجزیه می‌شوند. بررسی غلظت پتاسیم در مرحله خوشه‌رفتن نشان داد که در دو تیمار بقایای گندم و ذرت (به ترتیب با نسبت C:N معادل ۶۰/۴۷ و ۴۹/۶۲) و درصد لیگنین بالا (به ترتیب ۱۴ و ۷ درصد) و بالا بودن مقدار اولیه پتاسیم در این بقایا (به ترتیب ۰/۳۱۲ و ۰/۳۰۱ گرم در کیلوگرم، جدول ۴) پتاسیم آزاد شده در خاک نسبت به دیگر بقایا افزایشی بوده است (جدول ۳). این موضوع نشان می‌دهد که بقایای گندم و ذرت دیر تجزیه‌تر بوده و به همین دلیل فعالیت‌های میکروبی جهت تجزیه ترکیبات پلی‌ساکاریدی آن‌ها تا انتهای فصل رشد ادامه دارد.

بالا بودن غلظت پتاسیم قابل جذب در خاک در تیمار بقایای یونجه در مرحله خوشه‌رفتن می‌تواند به دلیل بالا بودن مقدار اولیه پتاسیم موجود در بقایای یونجه (جدول۴) باشد، چرا که پتاسیم بعد از نیتروژن بیشترین عنصر غذایی مورد نیاز یونجه است. این عنصر به عنوان تنظیم کننده و کاتالیزور، نقشی اساسی در رشد یونجه ایفا می‌کند (Mikkelsen, 2005). حد بحرانی پتاسیم در یونجه حدود ۱/۷۵ درصد در ماده خشک گیاهی است. مقدار این عنصر در یونجه با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد (Narayanasamy, 2010 & Roshani). مقدار پتاسیم در قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت است، به‌طوری که در ساقه حداکثر و در برگ بیشتر از ریشه می‌باشد. یونجه مانند سایر بقولات علوفه‌ای نیاز پتاسیمی بالایی دارد (Mikkelsen, 2005) و با برداشت محصول زیاد، مقادیر قابل توجهی پتاسیم از خاک خارج می‌شود. بنابراین با بازگرداندن بقایای یونجه به خاک می‌توان تا حد زیادی نیاز پتاسیمی محصول بعدی را تأمین نمود. کمتر بودن غلظت پتاسیم قابل جذب در شاهد می‌تواند تأکیدی بر توانایی بقایا در فراهم کردن بخشی از میزان پتاسیم مورد نیاز گیاه باشد.

حد کفایت پتاسیم در بافت گیاه در گندم و بر اساس غلظت پتاسیم در پهنک برگ در مرحله پنجه‌زنی معادل ۴۲-۳۴ گرم در کیلوگرم بافت گزارش شده است و این در حالی است که حداکثر غلظت پتاسیم در بافت گیاه که در مراحل ساقه‌رفتن و گرده افشانی به ثبت رسید در حد آستانه قرار دارد و مابقی فصل رشد این مقدار کاهش یافته است. غلظت آستانه پتاسیم برای مرحله ظهور سنبله و بر اساس پتاسیم کل بافت معادل ۳۰-۱۵ گرم بر کیلوگرم بافت گزارش شده است (Fageria, 1997). با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده روی برگ به نظر می‌رسد که علیرغم اعمال بقایا در خاک هنوز پتاسیم لازم برای تأمین نیاز گیاه کافی نبوده است. سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2010) گزارش کردند که برای تأمین پتاسیم مورد نیاز گیاه گندم و برای حصول عملکرد مطلوب به حداقل ۳۵۰ کیلوگرم K_2O نیاز است، لذا نتایج این تحقیق مبین این است که علاوه برکاربرد بقایا احتمالاً به کاربردن سایر منابع کود پتاسیمی نیز برای تأمین کمبود پتاسیم نیاز است، اما بدون شک بقایای گیاهی نیز می‌توانند به عنوان یک مدیریت با اثرات کوتاه تا بلند مدت در تأمین نیاز گیاه به پتاسیم مؤثر باشند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اگر چه استفاده از بقایای گیاهی به عنوان نهاده‌های درون مزرعه‌ای یکی از مدیریت‌های مهم جهت پایدارسازی نظام‌های کشاورزی به شمار می‌رود، امّا تعیین ترکیب و مقدار بقایای مورد استفاده و نحوه کاربرد آن‌ها در مزرعه به دلیل بر همکنش عوامل مختلف مدیریتی، اقلیمی، خاکشناسی و نظایر آن به سادگی امکان‌پذیر نیست. ضرورت ارائه روش‌های دقیق‌تر و با خطای کمتر در ارزیابی توان زیستی خاک در بازگرداندن منابع غذایی موجود در بقایا نیز در این زمینه احساس می‌شود. برخلاف نیتروژن مطالعات اندکی در تعریف بهترین زمان مصرف پتاسیم انجام شده است، ولی بدون شک بهترین گزینه برای افزایش کارآیی مصرف این عنصر این است که پتاسیم زمانی در خاک در دسترس قرار گیرد که گیاه به آن نیاز داشته باشد.

طبق مطالعات انجام شده (Fageria, 1990; Fageria & Gheyi, 1999) حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد کل محتوای پتاسیم در شاخساره‌های رویشی غلاتی نظیر گندم و برنج باقی می‌ماند. بازچرخش پتاسیم در شرایطی که بقایا در سطح مزرعه باقی می‌ماند و یا سپس با خاک ترکیب می‌شوند به شدت افزایش می‌یابد (De Datta & Mikkelsen, 1985). بنابراین با مدیریت بهینه بقایای گیاهان مختلف از غلات گرفته تا حبوبات می‌توان به افزایش کارآیی اکولوژیک سامانه‌های کشاورزی کمک کرد. داسیلوا و ریتچی (Da Silva & Ritchey, 1982) نیز در مطالعه روی پنج گیاه زراعی به این نتیجه رسیدند که بازگرداندن کاه این گیاهان به زمین نیاز آن‌ها به پتاسیم را به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داده است، با توجه به

نتایج این تحقیق و با توجه به نیاز بالا به ایـن ترکیـب مهـم (معـادل ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (Soltani et al., 2010) به نظر می‌رسد کـه مدیریت بقایای گیـاهی جایگـاه بسـیار مهمـی در پایدارسـازی بـوم-نظام‌های کشاورزی داشته باشد.

منابع

1- Alberta, E. 1995. Stubble Burning. Columbia Basin Agricultural. Research. Annual Report 105-109.
2- Barbarick. K.A. 2010. Colorado State University. Organic materials as nitrogen fertilizers. Www.Ext Colostate.Edu/ Pubs/Crops/00546. pdf.
3- Bertsch, P.M., and Thomas, G.W. 1985. Potassium status of temperate region soils. In: Potassium in Agriculture, Munsone, R.D. (Eds), 131-162. Madisonn, WI: ASA, CSSA, and SSSA.
4- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen– Total. In: D.L. Sparks Et Al (Eds.), Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Sssa. Asa. Madison. W.U. Canadian Journal Microbiology 21: 314-322.
5- Da Silva, J.E., and Ritchey, K.D. 1982. Potassium Fertilization of Cerrado Soils. In: Potassium in Brazilian Agriculture, Yamada, T. (Ed.), 323-338. Piracicaba, So Paulo: Brazilian Potassium and Phosphate Association.
6- De Datta, S.K., and Mikkelsen, D.S. 1985. Potassium Nutrition of Rice. In: Potassium in Agriculture, D. Munson. (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 665-699.
7- Dibb, D.W., and Welch, L.F. 1976. Corn growth as affected by ammonium vs. nitrate absorbed from soil. Agronomy Journal 68: 89-94.
8- Dibb, D.W., and Thompson, W.R. 1985. Interaction of Potassium with other Nutrients. In: Potassium in agriculture, R. D. Munson. (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 515-533.
9- Due Preez, C.C., Kotze, E., and Steyn, J.T. 2001. Long term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid plinthosol. Soil and Tillage Research 63: 25-33.
10- Edward, J.H., Thurlow, D., and Eason, J. 1998. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean and wheat. Agronomy Journal 80: 76-80.
11- 11-Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis. Soil Chemistry Research, Training and Promotion of Agriculture, 982 Magazine.
12- Fageria, N.K., and Gheyi, H.R. 1999. Efficient Crop Production. Campina Grande, Brazil: Federal University of Paraiba.
13- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Jones, C.A. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops, 2nd Edition. New York: Marcel Dekker.
14- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Edward, D.G. 1990. Soil-Plant Nutrient Relationships at Low pH Stress. In: Crops as enhancers of nutrient use, V.C. Baligar and R.R. Duncan (Eds.), 475-507. New York: Academic Press.
15- Frankenberger, W.T.J., and Abdelmajid, H.M. 1985. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of legominous crops incorporated in to soil. Plant and Soil 87: 257-271.
16- Gangwar, K.S., Singh, K.K., Sherma, S.K., and Tomar, O.K. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic Plains. Soil and Tillage and Research 88: 242-252.
17- Kamkar, B., Movahedi Naeini, S.A., and Safahani Langroudi, A. 2009. The effects of soil nitrate and ammonia and wheat yield. Final Research Report, 89-3-231. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. (In Persian)
18- Kuo, S., and Sainju, U.M. 1998. Nitrogen mineralization and availability of mixed leguminous and non-leguminous cover crop residues in soil. Biology and Fertility of Soils 22: 310–317.
19- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. New York: Academic Press. 110 pp.
20- Maene, L. 2001. Global potassium fertilizer situation: current use and perspectives. In: Pasricha N.S., and Bansal S.K. (ed.) Potassium for Sustainable Crop Production. Proceeding of International Symposium on Role of Potassium In: Nutrient Management for Sustainable Crop Production In India. Pp. 21-33. 3-5 December, New Delhi, India. Potash Research Institute, Gurgaon.
21- Muller, M.M., Sundman, V., Soininvaara, O., and Merilainen, A. 1988. Effects of chemical composition on the release of N from agricultural plant material decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils 6: 78–83.
22- Mubarak, A.R., Rosenani, A.B., Anuar, A.R. and Zauyah, D.S. 2003. Effect of incorporation of crop residues on a maizegroundnut sequence in the Humid tropics. I. Yield and nutrient uptake. Journal Plant Nutrition 26: 1841–1858.
23- Malakouti, M.J., and Homaee, M. 1995. Soil Fertility in Arid Regions. Tarbiate Modarres University Press. 580 pp. (In Persian)
24- Mikkelsen, R.L. 2005. Managing phosphorus and potassium for maximum alfalfa yield and quality. Potash &

Phosphate Institute (PPI) and the Potash & Phosphate Institute of Canada (Ppic). 655 Engineering Drive, Suite 110 Norcross, Ga 30092-2837.
25- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structure stability mechanisms and implication for management. Plant and Soil 76: 319–337.
26- Oglesby, K.A., and Fownes, J.H. 1992. Effects of chemical composition on the release of nitrogen from agricultural plant materials decomposing in soil under field conditions. Biology and Fertility of Soils 6: 78-83.
27- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological. American Society of Agronomy and Soil Science Society 64: 918-926.
28- Pretty, K.M., and Stangel, P.J. 1985. Current and future use of world potassium. In: Potassium and Phosphate Association Potassium in Agriculture, R.D. Munson (Ed.). Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA 515-533.
29- Recous, S.D., Darwis, S., and Mary, B. 1995. Soil Inorganic N availability: effect on maize decomposition. Soil Biology and Biochemistry 37: 359-374.
30- Roshania, G.A., and Narayanasamy, G. 2010. Determination of kinetic parameters for potassium uptake by wheat at different growth stages. International Journal of Plant Production 4(1): 33-40.
31- Ruiz, J.M., and Romero, L. 2002. Relation between potassium fertilization and nitrate assimilation in leaves and fruits of cucumber (*Cucumis Sativa*) plants. Annual Applied of Biology 104: 241-245.
32- Singh, Y. 2003. Crop Residue Management in Rice- Wheat System, Addressing Resource Conservation Issues in Rice–Wheat Systems of South Asia, A Resource Book, Rice Wheat Consortium for Indo-Gangetic Plains (CIMMYT), March 2003.
33- Soltani, A., Torabi, B., Ghaleshi S., and Zeinali, E. 2010. Analysis yield constraints with comparative performance analysis (CPA) method in Gorgan. Research Report 89-3-265. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran. (In Persian)
34- Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. Soil and Fertilizer Potassium. Ch. 7. In: S.L. Tisdale, W.L. Nelson., and Beaton, J.D. (Eds.), Soil Fertility and Fertilizers, 4th Ed. Macmillan, New York, 249-291.
35- Walkly, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.
36- Whitbread, A.M., Blair, G.J. and Lefroy, R.D.B. 2000. Managing legume leys, residues and fertilizers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia. Soil Tillage Research 54: 63–75.
37- Waling, I., Van, W., Houba, G., and Van Der Lee, J. 1989. Soil and Plant Analysis, a Series of Syllali. Part 7. Plant Analysis Procedures. Washeng. Agricultural University. 96 pp
38- Zadox, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth of cereals. Weed Research 415-421.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۸۰-۱۷۲

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 172-180

تأثیر کمّیت و کیفیت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت (*Zea maize* L.) در شرایط گلخانه

مرتضی گلدانی[1*] و مهدی نصیری محلاتی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

تغییرات کمّی و کیفی نور خصوصیات رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بطوریکه جهت انجام فتوسنتز مناسب، نور با شدت زیاد لازم است. تأثیر کمّیت و کیفت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت (*Zea maize* L.)، در آزمایشی گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. تیپ‌های رشدی ذرت شامل هیبرید زودرس (۳۷۰) و هیبرید دیررس (۷۰۴) در سه شرایط نور ی شامل نور طبیعی، نور اضافی به مدت دو ساعت و شرایط کاهش کمی و کیفی نور (شرایط پرده) در طول مدت رشد در یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در جعبه‌هایی به ابعاد ۵۰×۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو رقم سطح برگ با طولانی‌تر شدن دوره نور تا ۲۸ روز پس از کاشت افزایش یافت و پس از آن نسبت به شرایط نور طبیعی کاهش نشان داد، ولی وزن خشک برگ و ساقه با طولانی‌تر شدن دوره نور تا مرحله زایشی افزایش یافت. نسبت طول به عرض برگ در تیمار نور اضافی تا برگ هفتم افزایش یافت، ولی سپس کاهش نشان داد. و در شرایط شدت نور کم نسبت طول به عرض برگ بیشتر شد. میزان کلروفیل با طولانی‌تر شدن دوره نور تا ظهور برگ ششم (۴۲ روز پس از کاشت) افزایش یافت، ولی پس از آن تا مرحله زایشی کاهش نشان داد، البته میزان کلروفیل در هر دو رقم در شرایط پرده نسبت به دو شرایط نوری دیگر کم شد. ارتفاع گیاه و شاخص ورس در هر دو رقم با ازدیاد نور افزایش یافت. بطورکلی، سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه، ارتفاع و شاخص ورس در هر سه تیمار نور در رقم زودرس کمتر بود. این بررسی نشان داد که افزایش نور بیش از حد طبیعی منجر به افزایش وزن خشک گیاه ذرت می‌شود. به طوری که رقم دیررس با طول دوره رشد طولانی‌تر نور بیشتری جذب کرده که منجر به افزایش وزن خشک شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، سطح برگ، شاخص ورس، میزان کلروفیل، وزن خشک

مقدمه

انرژی حاصل از نور تأمین کننده رشد گیاهان است. در طبیعت گیاهان این نور را از خورشید دریافت می‌کنند. بدین ترتیب در گلخانه ممکن است به افزودن نور مصنوعی جهت تأمین نور کافی برای رشد گیاه احتیاج باشد. انواع مختلفی از نورهای مصنوعی وجود دارد که با تغییر در طیف نور ایجاد می‌شود و فرآیند فتوسنتز هم در نور طبیعی و هم در نور مصنوعی امکان پذیر می‌باشد (Rostaee, 1996). لامپ سدیمی دارای پایداری طولانی و طیف قوی زرد – قرمز است. لامپ‌های سدیمی انتخاب مناسبی برای گیاهان گلدار است. ترکیب نور متال هالید و سدیم طیف نوری وسیعی را ارائه می‌دهد که در شرایط کافی نبودن نور طبیعی از آن استفاده می‌شود (Rostaee, 1996; Kafi et al., 2000).

مقدار استفاده برگ از نوری که دریافت می‌کند به شدت و کیفیت نور، فاصله برگ از منبع، رنگیزه‌های موجود در برگ و همچنین مدت تابش نور و سن برگ، ساختار برگ و مقدار کلروفیل آن بستگی دارد (Kafi et al., 2000). کلروفیل‌متر سبزینگی برگ را خیلی سریع اندازه‌گیری می‌کند و عدد آن بطور مستقیم با مقدار کلروفیل برگ مرتبط است (Piekelk et al., 1997). از جمله عوامل مؤثر بر عدد کلروفیل‌متر تفاوت تابش، تراکم گیاهی، رقم و وضعیت مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن است که منجر به تغییر رنگ برگ‌ها می‌شود (Tood et al., 2005).

شدت نور بر فرآیندهای داخلی گیاه تأثیر می‌گذارد. برای مثال، پدیده‌های فتومورفوژنز وابسته به نور، معمولاً تحت تأثیر نورهای با شدت کم قرار می‌گیرند، ولی جهت انجام فتوسنتز مطلوب نور با شدت

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: morteza_goldani@yahoo.com)

زیاد لازم است (Emam & Seghateslami, 2005). بین شدت نور و شدت فتوسنتز یک رابطه مثبت افزایشی وجود دارد و از نظر تئوری، فتوسنتز در هر شدت نوری هر چند ناچیز انجام می‌گیرد، ولی در عمل در شدت‌های نور کم تنفس بر فتوسنتز پیشی می‌گیرد (Kafi et al., 2000). حداقل شدت نور لازم برای فتوسنتز مفید ۵۳۸۰ تا ۱۰۷۶۰ لوکس می‌باشد که در این حالت تبادل گازی فتوسنتز بیشتر از تبادل گازی تنفس می‌باشد (Koocheki & Nassiri, 1992). تجمع ماده خشک فصلی، انتگرال میزان جذب تراکم جریان فوتون فتوسنتزی به وسیله کانوپی گیاه زراعی و کارایی تبدیل تراکم جریان فوتون فتوسنتزی جذب شده به ماده خشک می‌باشد (Zamani & Koocheki, 1995). شاخص سطح برگ در ذرت از زمان کاشت تا زمان ظهور تاسل بصورت تصاعدی افزایش می‌یابد و در مرحله کاکلدهی به حداکثر می‌رسد. از این به بعد با پیشرفت رشد بطرف رسیدگی فیزیولوژیکی، به علت پیری برگ‌ها کاهش می‌یابد. کارایی مصرف نور نیز از زمان کاکلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی کاهش می‌یابد بهبود تجمع ماده خشک را می‌توان به افزایش جذب، توزیع بهتر در درون کانوپی و سرعت فتوسنتز بالاتر برگ نسبت داد (Rahimian & Banayan, 1997). نتایج برخی مطالعات انجام شده در شرایط گلخانه نشان داده است (King, 1994; Galston, 1994) که بیان ژن تحت کنترل نور بوده و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوریکه کیفیت نور سلول‌های مزوفیلی و غلاف آوندی را تحت تأثیر قرار داده و باعث نمو کلروپلاست می‌شود (Eskins et al., 1985). نتایج مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که سه خصوصیت رنگ، شدت و طول مدت نور بر رشد گیاه مؤثر است، به طوری‌که نسبت نور قرمز به قرمز دور متأثر از طول مدت و جریان فوتون تیمارهای نور بوده و نمو و تولید آنتوسیانین را بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mancinelli, 1990). در بررسی اثر شدت نور بر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گزارش شده است که در سه شرایط شدت نور ۹۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۲۰۰۰ فوت کندل، میانگین ارتفاع گیاهان به ترتیب ۸/۶۴، ۶/۱۹ و ۲/۶۶ سانتی‌متر بدست آمد (Debchaudhury, 2005). در آزمایش دیگر، گیاهان گلرنگ در سه گروه (هر گروه پنج گیاه) به فاصله ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر از منبع نور مصنوعی قرار گرفتند، نتایج نشان داد که نزدیکترین گروه به نور دارای بیشترین ارتفاع بود و برگ‌ها و گلبرگ عریض‌تر نسبت به دو گروه دیگر بودند و گیاهان دورتر از منبع نور فتوسنتز ناکافی و رشد ضعیف داشتند. با توجه به اهمیت کمّیت و کیفیت نور بر رشد گیاهان، این تحقیق به منظور تأثیر کمّیت و کیفیت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم زودرس و دیررس ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی واقع در پردیس دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. به منظور حفظ ثبات در محیط ریشه از محیط کشت مخلوط خاک، خاکبرگ و کود گاوی پوسیده به نسبت ۱:۱:۳ استفاده شد. کشت در جعبه‌هایی به ابعاد ۵۰ ×۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. هر جعبه شامل دو ردیف کاشت بود. عملیات کاشت در نیمه اول خرداد و در عمق حدوداً پنج سانتی‌متر خاک انجام شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول و دوم به ترتیب شامل دو رقم (V_1 = رقم دیر رس (S.C. 704) و V_2= رقم زودرس (S.C. 370)) و سه سطح نور (نور طبیعی (نور مستقیم خورشید در طول رشد گیاه)، نور اضافی به مدت دو ساعت توسط لامپ سدیمی (بعد از غروب آفتاب) و شرایط کاهش کمی و کیفی نور با استفاده از پرده (به طوری که در طول مدت رشد گیاه از نور مستقیم خورشید جلوگیری شد) بود. شدت تشعشع فعال فتوسنتزی[1] (PAR) توسط دستگاه نورسنج اندازه‌گیری شد، در مرحله شروع رشد زایشی (نه برگی) میزان PAR توسط تشعشع سنج اندازه گیری شد و به ترتیب برای لامپ‌های سدیمی، شرایط نور طبیعی و شرایط پرده ۳۳۳۰، ۱۰۳۰۰۰ و ۳۷۰۰۰ ماکرومول بر متر مربع بر ثانیه متغیر بود.

برای تعیین ارتفاع بوته در مرحله تاسل دهی، سه بوته بطور تصادفی انتخاب و برای تعیین شاخص ورس، در مرحله تاسل‌دهی از میانگره سوم پایین بوته‌ها سه سانتی‌متر جدا شده پس از خشک کردن آنها در دمای ۷۵ سانتی‌گراد آون به مدت ۴۸ ساعت و توزین آنها، مقایسه شاخص ورس در تیمارهای مختلف براساس وزن خشک بدست آمده، انجام شد. تعیین سطح برگ (با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ)، وزن خشک برگ و ساقه از زمان سبز شدن به فاصله ۱۴ روز با نمونه‌گیری از سه بوته (در چهار مرحله) انجام شد. اندازه‌گیری طول و عرض برگ‌ها و ثبت عدد کلروفیل برگ‌ها (توسط دستگاه کلروفیل‌متر) در زمان ظهور و کامل شدن برگ‌ها انجام شد.

محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Mstat– C انجام و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر کمیت و کیفیت نور بر ارتفاع بوته ذرت

اختلاف ارتفاع بوته در شرایط طبیعی، در شرایط نور اضافی

1- Photosynthesis active radiation

توسط لامپ سدیمی و در شرایط پرده به ترتیب ۱۸۳، ۱۹۷ و ۱۵۹ سانتی‌متر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۱). بر همکنش رقم و نور از نظر ارتفاع بوته نشان دادکه بیشترین ارتفاع (۱۸۳ سانتی‌متر) در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی در رقم دیررس ۷۰۴ و کمترین (۱۶۵ سانتی‌متر) آن در رقم زودرس ۳۷۰ در شرایط پرده به دست آمد (جدول ۱).

ارتفاع بوته تحت تأثیر طول دوره رشد رویشی، و فتوپریود می‌باشد و حداکثر ارتفاع در مرحله پایانی گرده‌افشانی تاج گل بدست می‌آید (Kafi et al., 2000). نتایج آزمایشی (Mancinelli, 1990) نشان داده است که گیاهانی که تنها در معرض نور لامپ سدیمی قرار داشتند در مقایسه با گیاهان در معرض طیف کامل نور کوچکتر و کوتاهتر بودند. به نظر می‌رسد که با افزایش دوره نوری (با استفاده از نور مصنوعی) و افزایش طول دوره رشد، میزان فتوسنتز در گیاه بیشتر شده و علاوه بر افزایش جثه، ارتفاع گیاه نیز زیاد می‌شود.

اثر کمیت و کیفیت نور بر شاخص ورس ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظرشاخص ورس معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱)، به طوریکه بیشترین و کمترین شاخص ورس به ترتیب در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی (۰/۸۱ گرم) و در شرایط پرده (۰/۳۵ گرم) بدست آمد (جدول ۱). اثر متقابل رقم و نور از نظر شاخص ورس معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، به طوری که بیشترین شاخص ورس برای رقم دیرس ۷۰۴ در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی (۱/۹۶ گرم) و کمترین آن در شرایط پرده برای رقم زودرس ۳۷۰ (۳۲/ ۰گرم) بود (جدول ۱). از جمله عواملی که شاخص ورس را تحت تأثیر قرار می دهد، طول دوره رشد، تشعشع، آب و عناصر غذایی است به طوری که با افزایش طول دوره رویشی در ارقام دیررس و دریافت تشعشع بیشتر، گیاه بزرگتر شده و قطر ساقه بیشتری برخوردار خواهد بود (Zamani & Koocheki, 1995; Zamani & Najafi, 1995).

برای استحکام ساقه و افزایش وزن خشک ساقه در بوته نیاز به دریافت و جذب تشعشع مطلوب می‌باشد. به نظر می‌رسد که با کاهش دریافت تشعشع و عدم تخریب نوری اکسین، میانگره‌ها نازکتر شود. بطوریکه بوته‌ها در شرایط نور ضعیف تردارای قطر ساقه کمتر، ضعیف‌تر و حساس‌تر به خوابیدگی هستند (Dwyer, 2003).

اثر کمیت و کیفیت نور بر الگوی تجمع ماده خشک ذرت

روند تجمع ماده خشک در برگ و در ساقه (شکل ۱) در تیمارهای نور برای دو رقم دیررس و زودرس نشان داد که از زمان سبز شدن تا شروع مرحله زایشی روند تجمع ماده خشک برای تمام تیمارها افزایشی بود، ولی بعد از مرحله زایشی روند تجمع ماده خشک در برگ‌ها کاهش یافت. به طوری که در تیمار نور اضافی کاهش وزن خشک کمتر بود.

جدول ۱ - بر همکنش نور و رقم برارتفاع و شاخص ورس ارقام زودرس و دیر رس ذرت در گلخانه

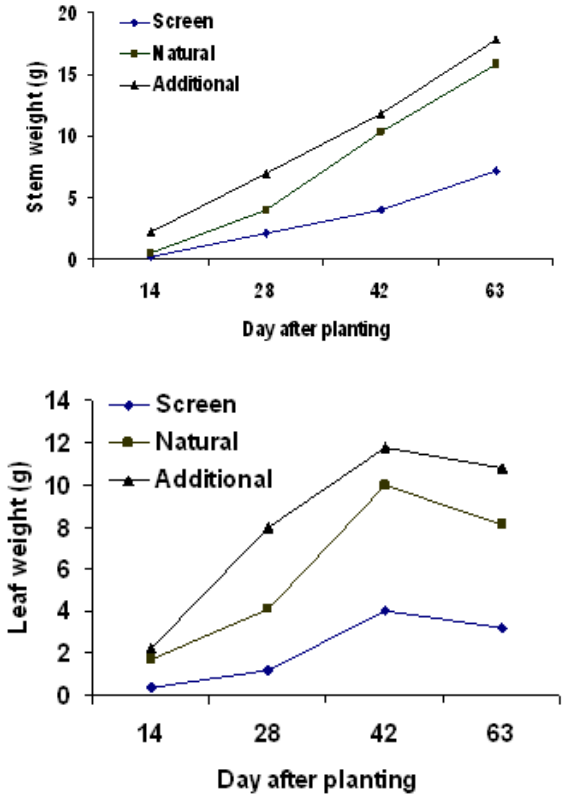
Table 1- The interaction of light and cultivars on plant length and Lodging index of late and early season cultivars of maize in the green house

شاخص ورس (گرم) Lodging index (g)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Length plant (cm)	Treatment تیمار
0.77	183.00	L_1
0.81	197.00	L_2
0.35	159.00	L_3
0.78	19.00*	LSD (0.05)
0.79	158.00	V_1
0.49	140.00	V_2
1.06	162.00	L_1V_1
0.50	140.00	L_1V_2
1.96	183.00	L_2V_1
0.65	149.00	L_2V_2
0.38	129.00	L_3V_1
0.32	131.00	L_3V_2
0.17	27.00	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

احتمالاً دلیل کاهش کمتر وزن خشک، تأخیر در ریزش برگ‌ها به علت افزایش نور و اتکاء بیشتر گیاه به فتوسنتز جاری باشد. اختلاف تجمع ماده خشک در تیمارهای مختلف نور معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود، به طوری که بیشترین تجمع ماده خشک برگ در تیمار نور اضافی (۱۲ گرم دربوته) و کمترین آن برای تیمار پرده (چهار گرم در بوته) بدست آمد. حداکثر و حداقل تجمع ماده خشک در ساقه به ترتیب ۱۷ گرم در بوته و ۱۰ گرم در بوته بود (شکل ۱). تا قبل از ظهور گل‌تاجی روند تغییرات ماده خشک گیاه مشابه بود. احتمالاً با افزایش سن گیاه پس از گرده‌افشانی مقداری از مواد محلول برگ بتدریج به قسمت‌های دیگر انتقال می‌یابد، بویژه برگ‌هایی که رو به زردی می‌روند، بخشی از نیتروژن غیرساختمانی خود را به اندام‌های دیگر بویژه به دانه منتقل می‌کنند که این امر با کاهش نور (کاهش دوره نوری) شدت می‌گیرد. صالحی (Salehi, 2005) اظهار داشت که پیری زودرس برگ‌ها، افت شدیدتر فتوسنتز جاری و انتقال مجدد بیشتر برای پرشدن دانه‌ها با کاهش نور منجر به کاهش شدیدتر وزن خشک بخصوص در ساقه می‌شود. در بین ارقام و تیمارهای نور، افزایش وزن خشک ساقه تا زمان برداشت ادامه داشت و بیشترین وزن خشک برگ تا ابتدای دوره پرشدن دانه و سپس کاهش نشان داد که مؤید آن است که انتقال مجدد مواد احتمالاً عمدتاً از برگ تأمین شده است نه از ساقه. بنظر می‌رسد که علت کاهش وزن برگ بیشتر در انتهای رشد برای تیمار پرده نسبت به تیمارهای دیگر نشاندهنده اتکاء بیشتر گیاه به انتقال مجدد است. طی آزمایشی سرعت رشد، میزان فتوسنتز و زیست توده گیاهان در شرایط نور کامل نسبت به نور فلورسانس بیشتر بود و تعداد زیادی از گیاهان که تنها در معرض نور فلورسانس بودند به علت کمبود مواد فتوسنتزی و کمبود مولکول‌های ساختمانی از بین رفتند (Mancinelli, 1990). به نظر می‌رسد که یکی از علل افزایش زیست توده در شرایط نور اضافی، فراهمی نور مطلوب (افزایش دوره نوری) جهت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی است.



شکل ۱- اثر نور بر وزن ساقه و برگ گیاه ذرت در شرایط نور طبیعی، نور اضافی و پرده

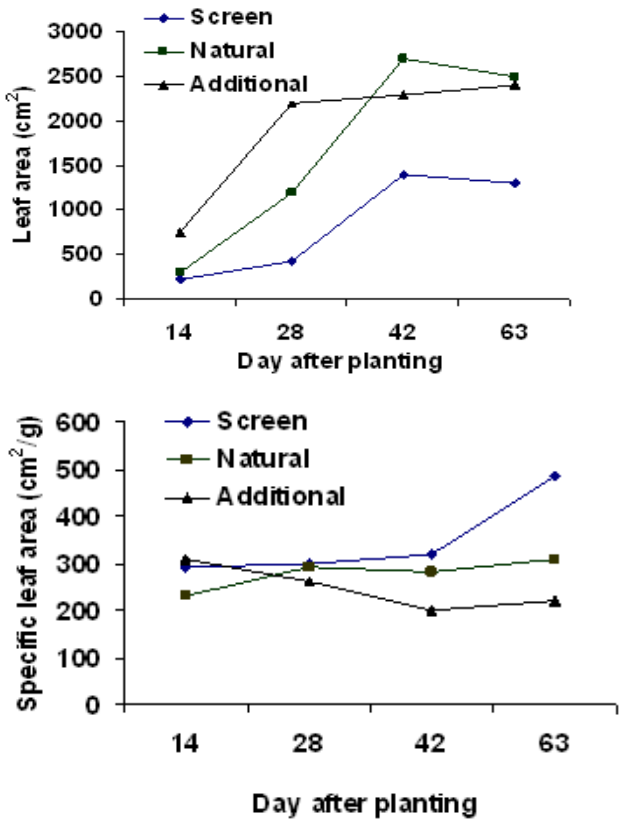
Fig. 1- The effect of light on stem and leaf weight of maize in natural light, additional light and screen conditions

اثر کمّیت و کیفیت نور بر سطح برگ ذرت

بیشترین سطح برگ در تیمار نور طبیعی (۲۸۳۳ سانتی‌متر مربع)، نور اضافی (۲۲۱۳ سانتی‌متر مربع) و پرده (۱۶۳۷ سانتی‌متر مربع) بدست آمد (شکل ۲). سطح برگ و دوام سطح برگ متأثر از میزان نور می‌باشد، به طوری که با افزایش شدت نور سطح برگ، دوام سطح برگ و زیست توده گیاه افزایش می‌یابد (Sarmadnia & Koocheki, 1990). برخی محققین (Zamani & Koocheki, 1995; King, 1994) اظهار داشتند زمانی‌که گیاه در معرض افزایش نور (توسط نور مصنوعی) قرار می‌گیرد، نسبت به تیمار نور طبیعی از رشد و زیست توده بیشتری برخوردار هستند. از طرفی دیگر، در شرایط کمبود مواد فتوسنتزی (در شرایط کمبود نور) سرعت گسترش سطح برگ کمتر از سرعت زوال آنها است و مقدار مواد ذخیره کربوهیدرات گیاه به نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد، ولی مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد گیاه افزایش می‌یابد (Beheshti et al., 2002; Ajam & Bahrani, 2000). لذا در شرایط نور اضافی و افزایش زیست توده گیاه قادر نخواهد بود که کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد کامل گیاه را فراهم کند، در نتیجه گسترش سطح برگ متوقف می‌شود (King & David, 1994; Teiel, 2007; Salehi, 2005). در این مطالعه نیز با مصرف کود اوره به میزان ۵۰ کیلو گرم در هکتار به عنوان کود سرک، روند کاهشی سطح برگ در تیمار نور اضافی متوقف شد (شکل ۲).

اثر کمّیت و کیفیت نور بر نسبت طول به عرض برگ ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظر نسبت طول به عرض معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود، به طوری که در روند رشد گیاه بیشترین نسبت در شرایط پرده و کمترین آن در شرایط نور طبیعی حاصل شد، ولی اختلاف بین تیمارهای طبیعی و نور اضافی معنی‌دار نبود (جدول ۴).



شکل ۲ - اثر نور بر سطح برگ و سطح ویژه برگ گیاه ذرت در شرایط نور طبیعی، نور اضافی و پرده

Fig. 2- The effect of light on maize leaf area and specific leaf area in natural light, additional light and screen conditions

نسبت طول به عرض برگ در دو رقم تحت تأثیر تیمارهای مختلف نور قرار نگرفت، ولی در روند رشد اثر متقابل رقم و نور از نظر نسبت طول به عرض برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. به طوری که حداکثر و حداقل آن به ترتیب در تیمار پرده و رقم زودرس بدست آمد (جدول ۴). در شرایط پرده که شدت نور کاهش می‌یابد، عرض برگ نسبت به طول برگ‌ها بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت، بنظر می‌رسد که کاهش سطح برگ در تیمار نوری شرایط پرده بیشتر تحت تأثیر کاهش عرض برگ بودکه با کاهش طول دوره رشد درگیاه زودرس عرض برگ کاهش بیشتری نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳). کاهش سطح برگ در شرایط نور تکمیلی پس از دوره زایشی، احتمالاً مربوط به کافی نبودن شدت تشعشع لامپ‌ها و همزمان سایه اندازی برگ‌ها در کانوپی در مراحل انتهایی رشد و در نتیجه قرار گرفتن فتوسنتز کانوپی در زیر نقطه جبرانی و کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها و مواد پروتئینی باشد (Galsto, 1994). همانطور که در جدول‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود تأثیر نور کم برطول برگ‌ها بیشتر در برگ‌های بالایی است که احتمالاً نشاندهنده آنست که گیاه در مراحل ابتدایی رشد نسبت به کاهش نور به دلیل نیاز کمتر به مواد فتوسنتزی، واکنش کمتری نشان می‌دهد. بنظر می‌رسد که افزایش طول برگ یکی از استراتژی‌های رسیدن به منبع نور و قرار دادن برگ در معرض نور بیشتر است، به عبارت دیگر، تغییر ساختار کانوپی در جهت قرار دادن حداکثر سطح برگ در معرض نور می‌باشد.

اثر کمّیت و کیفیت نور بر میزان کلروفیل ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظر میزان کلروفیل معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، به طوری که در روند رشد گیاه بیشترین میزان در شرایط نور اضافی بدست آمد و کمترین آن در شرایط پرده حاصل شد (جدول۵). میزان کلروفیل برگ در دو رقم تحت تأثیر تیمارهای مختلف نور قرار گرفت و در روند رشد گیاه میزان کلروفیل در رقم دیررس بیشتر بود (جدول۵). اثر متقابل تیمارهای مختلف نور ورقم از نظرمیزان کلروفیل معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۵)، به طوری که حداکثر آن به ترتیب در تیمار نور اضافی و رقم دیررس و حداقل آن در شرایط پرده و رقم زودرس بدست آمد. نتایج برخی تحقیقات نشان داده‌اند (Hoel & Solhaug, 1998; Dana & Guamet, 2004; Tood et al., 2005) که تفاوت میزان تشعشع از طریق تغییر در آرایش کلروپلاست درون سلول‌های گیاهی مقادیر کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوریکه علاوه بر اینکه در شرایط شدت نور کم میزان کلروفیل کاهش یافته و سبزینه‌گی برگ‌ها نیزکمتر می‌شود، کلروپلاست‌ها هم عمود بر زاویه تابش و موازی دیواره سلولی قرار می‌گیرند که این نیز باعث تغییر در مقادیر کلروفیل‌متر می‌شود.

جدول ۲- بر همکنش نور و رقم بر نسبت طول برگ ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 2- The interaction between light and cultivar on leaves length (cm) of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
76	71	60	63	47	31	25	16	9	L_1
84	84	76	65	52	36	25	12	6	L_2
82	84	75	59	52	26	24	12	5	L_3
4.50	4.90	6.60	7.20	5.02	3.90	2.20	1.80	0.47*	LSD (0.05)
84	84	74	62	51	25	25	15	6.7	V1
77	76	66	62	49	24	24	12	6.4	V2
80	79	68	61	49	33	27	18	9.8	L_1V_1
72	63	51	65	45	29	24	13	8.3	L_1V_2
92	90	80	61	53	26	25	13	5.2	L_2V_1
76	78	73	68	50	26	24	11	6.1	L_2V_2
82	83	75	62	52	26	25	13	5.2	L_3V_1
82	86	76	54	51	26	22	11	5.0	L_3V_2
6.40	7.10	9.30	10.50	7.10	5.50	3.10	2.60	0.67	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ۳ - بر همکنش نور و رقم بر نسبت عرض برگ ارقام زودرس و دیررس ذرت

Table 3- The interaction between light and cultivars on leaves width (cm) of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
6.70	5.30	4.10	4.30	3.10	2.50	1.90	1.50	1.10	L_1
7.30	5.70	4.70	4.00	3.40	2.50	1.60	1.20	1.30	L_2
7.30	5.10	4.00	3.10	3.00	2.20	1.70	1.20	1.50	L_3
0.53	0.7	0.74	0.40	0.22	0.20	0.19	0.18	0.10*	LSD (0.05)
7.50	5.50	4.40	3.80	2.20	2.50	1.80	1.40	1.40	V_1
6.70	5.20	4.10	3.80	2.10	2.30	1.70	1.30	1.20	V_2
7.30	6.20	4.80	4.80	3.40	2.60	2.10	1.50	1.20	L_1V_1
6.20	4.40	3.30	3.80	2.80	2.30	1.80	1.40	1.00	L_1V_2
7.30	5.20	4.20	3.20	3.20	2.50	1.70	1.30	1.50	L_2V_1
7.00	6.20	5.20	4.80	3.30	2.50	1.60	1.20	1.20	L_2V_2
7.70	5.20	4.30	3.30	3.20	2.50	1.60	1.30	1.50	L_3V_1
7.00	5.00	3.80	3.00	2.80	2.10	1.60	1.20	1.50	L_3V_2
0.75	0.99	1.04	0.6	0.21	0.28	0.27	0.26	0.15	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ٤- بر همکنش نور و رقم بر نسبت طول به عرض برگ ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 4- The interaction between light and cultivars on leaves length/ width ratio of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
11	14	15	15	15	13	13	11	8	L_1
12	15	17	17	15	15	15	10	4	L_2
11	17	19	19	17	16	15	10	3	L_3
1.16	1.69	1.66	1.02	1.4	1.49	1.21	1.12	0.53*	LSD (0.05)
11	16	17	17	16	14	14	11	5	V_1
12	15	17	17	16	15	14	10	6	V_2
11	13	15	13	14	13	12	12	8	L_1V_1
12	14	15	17	17	13	14	10	8	L_1V_2
12	17	19	19	17	15	15	11	3	L_2V_1
11	13	14	14	14	15	15	10	5	L_2V_2
11	16	18	19	17	15	15	11	3	L_3V_1
12	18	20	19	18	17	14	10	3	L_3V_2
1.64	2.40	2.35	1.44	1.97	1.12	1.72	1.58	0.75	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ٥ - بر همکنش نور و رقم بر میزان کلروفیل ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 5- The interaction between light and cultivars on leaf chlorophyll amount of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
43	43	42	41	40	31	30	30	30	L1
42	40	42	46	44	39	38	34	34	L2
39	39	40	39	36	35	31	30	31	L3
3.3	3.3	3.0	4.7	4.1	2.3	4.4	4.4	6.2*	LSD (0.05)
43	42	43	44	41	36	34	35	36	V_1
40	40	41	40	37	34	31	25	31	V_2
47	46	46	44	43	34	32	34	34	L_1V_1
40	41	40	38	37	28	27	25	25	L_1V_2
43	40	42	49	47	40	39	37	36	L_2V_1
43	41	42	43	42	38	37	30	32	L_2V_2
40	40	40	40	34	36	32	34	38	L_3V_1
38	39	40	38	31	34	30	26	36	L_3V_2
4.7	4.7	4.2	6.65	5.8	3.24	6.25	6.21	8.7	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

منابع

1- Ajam, H., and Bahrani, M.J. 2000. Effects of planting patterns and density on yield and yield components of two corn hybrids. Agricultural Sciences and Technology Journal 12(1): 53-59.

2- Beheshti, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. Seed and Plant 18 (4): 417-431. (In Persian with English Summary)

3- Dana, E., and Guiamet, M.J. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. Agronomy 24: 41-46.

4- Debchaudhury, S. 2005. Sunless sunflower: how the intensity of artificial light affect the growth of sunflower plants. California State Science Fair.

5- Dwyer, L.M. 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on Plant growth and grain yield of maize. Canadian Journal of Plant Science 83: 241-248.

6- Emam, Y., and Seghateleslami, M.J. 2005. Crop Yield. Shiraz Daneshgahi Publication 376 pp. (In Persian)

7- Eskins, K., Duysen, M., Dybas, L., and McCarthy, S. 1985. Light quality effects on corn chloroplast development. Agricultural of Research Service 77: 29-34.

8- Galston, A.W. 1994. Life Processes of Plant. The Scientific American Library, New York. 205-220 pp

9- Hoel, B.O., and Solhaug, K.A. 1998. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Mhnolate SPAD 502 leaf chlorophyll meter. Annals of Botany 82: 386-392.

10- Kafi, M., Lahootee, M., Zand, E., Shareefee, H.R., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Iran 289-300 pp. (In Persian)

11- King, D.A. 1994. Influence of light level on the growth and morphology of sampling in a Panamanian forest. American Journal of Botany 81(8): 948-957.

12- Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 1992. Crop Ecology. Jihad Daneshgahi. Publication, Iran 256-285pp. (In Persian)

13- Mancinelli, L. 1990. Interaction between light quality and light quantity in the photoregulation of antocyanin production. Plant Physiology 92: 1191-1195.

14- Piekelk,W.P., Lingenfelter, D., Beegle, D., and Fox, H. 1997. The early season chlorophyll meter test for corn. Agronomy Facts 53. http://cropsoil.psu.edu/extension/facts/agronomy-facts-53

15- Rahimian, H., and Banayan, M. 1997. Genetic Improvement of Field Crops. Jihad Daneshgahi Publication, Iran 145-156 pp. (In Persian)

16- Rostaee, A.1996. LES Cultures Vegetales Hors Sol. Jihad Daneshgahi Publication. 300-330 pp (In Persian)

17- Salehi, B. 2005. Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. SC 704) in Mianeh. Iranian Journal of Crop Sciences 6(4): 383-395. (In Persian with English Summary)

18- Sarmadnia, G. H., and Koocheki, A. 1990. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Iran p. 25-30. (In Persian)

19- Teitel, M. 2007. The effect of screened opening on greenhouse microclimate. Agriculture and Forest Meteorology 143: 159-175.
20- Todd, A., Peterson, T.M., Blackmer, D.D., Francis, J., and Schepers, S. 2005. Using a chlorophyll meter to improve N management; Soil Scientist G93-1171-A.
21- Zamani, G., and Koocheki, A. 1995. The effect of planting pattern and density on light interception, yield and yield components of maize cultivar. Agricultural Sciences and Technology Journal 2(2): 17-30. (In Persian with English Summary)
22- Zamanian, M., and Najafi, A. 2002. Assessment of row spacing and plant density effects on silage yield and morphological characters of corn (SC 704). Seed and Plant 18(2): 200-214. (In Persian with English Summary)

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۹۰-۱۸۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 181-190

بررسی تغییرات ماده خشک و عملکرد گندم در دوره‌های خشکسالی و ترسالی با کمک داده‌های ماهواره‌ای MODIS در استان اصفهان

غلامعلی کمالی[1*]، حسین مؤمن‌زاده[2] و مجید وظیفه دوست[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

علم سنجش از دور و تولیدات ماهواره‌ای حاصل از این تکنیک نوین از جایگاه خاصی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی برخوردار می‌باشد. در این تحقیق، میزان تولیدات گیاهی گندم در استان اصفهان برای یک سال تر (۸۴-۱۳۸۳) و یک سال خشک (۸۰-۱۳۷۹) از داده‌های ماهواره‌ای مادیس استخراج گردید. بدین منظور ۶۸ تصویر تولیدات ماهواره‌ای مودیس مر بوط به انعکاس سطحی زمین (MOD09GA) و دمای سطح زمین LST (MOD11A2) با فواصل زمانی هشت روزه استخراج گردید. با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای شاخص گیاهی NDVI و دمای سطح زمین، میزان تنش آبی در هر فاصله زمانی برآورد گردید. همچنین توزیع مکانی جذب فعّال تابش فتوسنتزی (APAR)، با استفاده از شاخص گیاهی NDVI و داده-های هواشناسی برآورد گردید. در نهایت ماده خشک تجمعی، بعنوان بازخوردی از عملکرد گندم، پس از محاسبه APAR، راندمان استفاده از نور خورشید و نیز تنش آبی در دوره‌های زمانی مورد نظر محاسبه گردید. سپس ماده خشک بدست آمده با کمک شاخص برداشت به عملکرد تبدیل شد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که بطور کلی در دوره تر سالی تولیدات گندم در سطح استان اصفهان ۱/۴ برابر نسبت به دوره خشکسالی افزایش یافته است. نتایج نشان داد که شهرستان‌های آران و بیدگل، فلاورجان، اردستان بیشترین کاهش و اصفهان بیشترین افزایش ماده خشک را در این مدت داشته‌اند. با تعمیم این الگوریتم به سایر استان‌های کشور می‌توان نسبت به ارائه الگوهای پیش بینی عملکرد گندم قبل از برداشت محصول در مقیاس کشوری اقدام نمود.

واژه‌های کلیدی: تابش فعّال فتوسنتزی، ماده خشک گیاهی، سنجش از دور

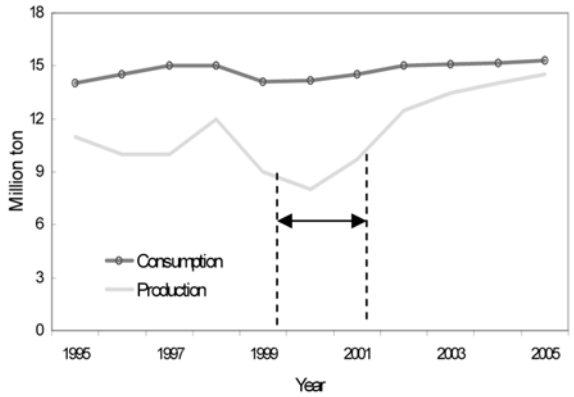
مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از محصولات استراتژیک و اساسی کشورهای دنیا و همچنین تأمین کننده اصلی جیره غذائی مردم ایران و قسمت اعظم پروتئین و کالری مورد نیاز افراد جامعه به حساب می آید، اما با توجه به روند رو به ازدیاد جمعیت کشور و افزایش نیاز به مصرف مواد غذایی، مشکل اساسی جامعه کنونی اطلاع دقیق از میزان تولیدات گیاهی گندم و ایجاد تعادل در واردات و صادرات این محصول استراتژیک می‌باشد (Wheat Project Implemented, 2005). بطور مثال، در شکل (۱) میزان تولید و مصرف گندم کشور از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ نشان داده شده است (FAO, 2005). در سال ۲۰۰۰ که سال خشکی بوده میزان تولید گندم در کشور به حداقل میزان خود یعنی در حدود هشت میلیون تن رسیده است، میزان تقاضا و مصرف گندم در حدود ۱۴ میلیون تن بوده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد اختلاف چشمگیری بین میزان تولید و مصرف مشاهده می‌شود و اهمیت پیش بینی میزان عملکرد به منظور ایجاد امنیت غذایی بیش از پیش احساس می‌شود، چرا که کشور ما در یک منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و تغییرات آب و هوایی به شدت میزان تولیدات گیاهی گندم که بصورت دیم و آبی کشت می‌شود را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

نیل به این اهداف مستلزم استفاده وسیع از تصاویر ماهواره‌ای است. تورشند و جوستیک (Towrshend & Justice, 1986) با پردازش NDVI[4] حاصل از ماهواره NOAA[5] به آنالیز این پارامتر در قاره آفریقا پرداختند.

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم پایه، گروه هواشناسی، دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه هواشناسی و استادیار دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: a.kamali@srbiau.ac.ir

4- Normalized difference vegetation index
5- National oceanic and atmospheric administration



شکل ۱- تولید و مصرف گندم کشور از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵

Fig. 1- Production and consumption of wheat from 1995 to 2005

تصاویری که این دو به کار بردند دارای بزرگنمائی 8^{km} بود (Towrshend et al., 1986). بعد از این دو محقق، تحقیقات بسیاری با بکارگیری همین روش ولی با استفاده از داده‌های ماهواره-های مختلف به انجام رسید. سپس گسترش این علم طی زمان در زمینه‌های گوناگون خدمات کشاورزی شامل روش‌های پهنه‌بندی اقلیمی محصولات کشاورزی، برآورد تبخیر و تعرق گیاهان، بررسی خسارات پدیده‌های زیان بخش جوی و پیش بینی عملکرد محصولات کشاورزی نظیر ذرت، برنج، گندم و غیره توسعه یافت (Mirbagheri, 2004).

بطور کلی، سنجش از دور می‌تواند به عنوان یک منبع مفید اطلاعاتی در بسیاری از فعّالیت‌ها و تحقیقات کشاورزی مطرح باشد. از کاربردهای مهم دیگر این سیستم در فعّالیت‌های کشاورزی می‌توان به تعیین حدود پراکنش گیاهان زراعی و تخمین سطح زیرکشت آنها، فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و تخمین آن، ارزیابی محل‌هایی که گیاهان زراعی در آن کشت می‌شوند، بررسی خاک و تولید نقشه‌ها، بررسی منابع آبی و تهیه نقشه به منظور آبیاری بهینه، تولید نقشه‌های پوشش گیاهی اشاره نمود (Mirbagheri, 2004).

در تحقیقی که توسط اسدی راشد و همکاران (Asadi Rashed et al., 2004-2005) با عنوان «تفسیر پروفیل تغییرات NDVI سنجنده MODIS در کلاس‌های مختلف نقشه پوشش گیاهی» در دشت قزوین انجام شده به بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI به عنوان نماد سبزینه گیاه پرداخته و آنرا به عنوان یک مرجع تفسیر تصاویر ماهواره ای معرفی کرده‌اند (Asadi Rashed et al., 2004).

در تحقیق دیگری ثنایی نژاد و همکاران (Sanaei Nejad et al., 2007) تحقیقی با عنوان «مطالعات تغییرات طیف بازتابی مزارع گندم در مشهد با استفاده از تصاویر MODIS» انجام داده‌اند. در این تحقیق علم سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای یکی از روش‌های جدید و مؤثر در زمینه تحقیقات کشاورزی معرفی شده است. سنجنده های موجود روی ماهواره‌های مختلف طیف‌های بازتابی پوشش گیاهان را ثبت می‌نماید. از این داده‌ها می‌توان برای شناسایی نوع گیاه، وضع سلامت گیاهان و برآورد عملکرد آنها استفاده کرد. ماهواره TERA[1] با داشتن پنج سنجنده فرصت مناسبی را برای بررسی زمین، اقیانوس و اتمسفر فراهم آورده است. مودیس[2] یکی از این پنج سنجنده است. این سنجنده دارای سی شش باند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر است. از شاخص‌های گیاهی سنجنده مودیس در پایش تابش‌های فعّال فتوسنتزی، تغییرات پوشش گیاهی، وضعیت سلامت و مساحت زیر کشت گیاهان مختلف استفاده می‌شود. در این مقاله تصاویر باند قرمز (۶۷۰-۶۲۰ نانومتر) و باند مادون قرمز نزدیک (۸۷۶-۸۴۱ نانومتر) سنجنده مودیس با دوره زمانی ۱۶ روزه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار می‌گیرند. از این تصاویر مزارع کشت گندم زمستانه واقع در دشت مشهد در فصل زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ استخراج شده است. با استفاده از روش‌های پردازش تصویر، مقادیر رقومی[3] (DN) پیکسل‌های موجود روی تصاویر استخراج گردیده و در این تحلیل استفاده شدند. نتایج نشان داد که در اوایل و اواخر فصل رشد گندم بین دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک، همبستگی مثبتی (با ضریب همبستگی ۰/۶۹ و ۰/۷۰) وجود داشته و مقدار شاخص NDVI کاهش (۰/۲۴ در خرداد و ۰/۱۸ در اوایل آبان) می‌یابد. این ارتباط در اوایل فصل رشد وجود نداشته و از طرفی افزایش چشمگیری (۰/۵) در شاخص NDVI مشاهده شد. همچنین علیرغم وجود پوشش گندم، در اواخر فصل رشد، کاهش

1- Topfree equal rights association
2- Moderate-resolution imaging spectroradiometer (MODIS)
3- Digital number

چشمگیری در میزان بازتاب باند مادون قرمز نزدیک دیده می‌شود. بنابراین، می‌توان از رابطه بین باند قرمز و و مادون قرمز نزدیک همراه با شاخص NDVI در مدیریت کشاورزی دقیق مانند پیش بینی مراحل فنولوژیک گندم، برآورد عملکرد گندم و پایش وضعیت سلامت گندم استفاده کرد (Sanaei Nejad et al., 2007).

پژوهش دیگری در منطقه مرکزی اتار پرادش غربی[1] (UP) هندوستان با کمک پانزده تصویر بازتابش سطحی از سنجنده مودیس با گام‌های هشت روزه و سطح سه تولیدات و همچنین استفاده از داده‌های هواشناسی انجام گردید. در این تحقیق از مدل مونتیث[2] برای برآورد ماده خشگ گیاهی با استفاده از برآورد جذب تابش فعّال فتوسنتزی جذب شده[3] (APAR) حاصله از شاخص NDVI ماهواره مودیس استفاده شده است. علاوه بر آن داده‌های هواشناسی و خروجی مراحل مختلف راندمان استفاده از نور بکار گرفته شده است. سپس جهت تبدیل ماده خشک زنده به عملکرد از شاخص برداشت حاصل شده از نمونه گیری‌های منظم و تصادفی محصول نهایی استفاده شده است. اعتبارسنجی مدل مونتیث با عملکردهای مشاهداتی اداره اقتصاد نشان داد که عملکرد گندم می‌تواند برای تقریباً ۶۰ درصد از نمونه‌ها با انحراف نسبی کمتر از ۵۰ درصد برآورد شود. ضمناً در ارزیابی که از مدل ارزیابی عملکرد مذکور به عمل آمد مشخص گردید، در مناطقی که ساختار آبیاری بهتری دارند نتایج مطلوب و همگن‌تری حاصل می‌شود. جهت برآورد عملکرد مزارع گندم در مزارع غرب اتار پرادش باید فعّالیت‌های آینده بر پایه یکپارچه‌سازی تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا باشد (Patel et al., 2006).

در مطالعه دیگری توسط باستیانسن و همکاران (Bastiaanssen et al., 2003) بر روی محاسبه جذب تابش فعّال فتوسنتزی (APAR) و تنش آبی با اعمال کردن الگوریتم بیلان انرژی[4] (SEBAL) بر روی داده‌های ماهواره‌ای NOAA انجام شد، تغییرات ماده خشک روی سطح زمین را در منطقه ایندوس باسین پاکستان برآورد شد. محاسبات در محیط GIS با استفاده از ۲۰ تصویر اندازه گیری شده ماهواره به روش رادیومتری با قدرت تفکیک بالای پیشرفته[5] (AVHRR) برای یک دوره یک ساله انجام گرفت. اعتبار سنجی بوسیله اطلاعات جمع آوری شده از سطوح انجام گرفت و نتایج بدست آمده همبستگی بسیار خوبی با داده‌های مشاهداتی داشت. بطوریکه پیش بینی‌ها با خطای ۵۲۵، ۶۱۶، ۵۵۱، ۱۳۴۸۴ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب برای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oriza sativa* L.)، پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) و نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) صورت گرفت (Bastiaanssen et al., 2003).

پژوهش دیگری که توسط یانسونگ بائو و همکاران (Yansong Bao et al., 2008) در کشور چین برای برآورد گندم زمستانه با استفاده از داده‌های سنجش از دور و با قدرت تفکیک طیفی و مکانی-های متنوع انجام شد نشان داد که با استفاده از ماده خشک[6] می‌توان وضعیت رشد گیاهان را بررسی نمود و بنابراین می‌توان چنین بیان نمود که ماده خشک شاخص مهمی جهت پایش و مونیتورینگ رشد گیاهان می‌باشد. برآورد ماده خشک گندم زمستانه این تحقیق با استفاده از داده‌های میدانی با قدرت تفکیک مکانی[7] بالای تصاویر لندست TM انجام شد. در نهایت، برای برآورد زیست توده گندم از داده‌های سنجش از دور، اندازه گیری‌های روزمره میدانی در طول دوره‌ای که ماهواره لندست از روی منطقه مورد مطالعه عبور می‌کرد انجام شد. در ضمن در طول تحقیق از پنج تصویر لندست به ترتیب در مراحل سبز شدن، پنجه زنی، ساقه‌دهی، گلدهی و پر شدن دانه گرفته و تهیه شد. سپس زیست توده گندم در هر مرحله اندازه گیری شد. بر اساس تصاویر Landsat[8] TM و MODIS شاخص‌های طیفی مانند NDVI، RDVI[9]، EVI[10]، MSAVI[11]، NDWI[12] محاسبه شدند. در همان زمان داده‌های میدانی با قدرت تفکیک بالا[13] جهت محاسبه تفاوت نرمال موجود در شاخص‌های طیفی، جذب طیفی و پارامترهای انعکاسی بکار گرفته شدند. سپس ضریب همبستگی بین ماده خشک گندم و پارامترهای طیفی مکان‌های آزمایشی محاسبه شدند. بر طبق ضریب همبستگی، پارامترهای طیفی مطلوب‌تر برای برآورد ماده خشک گندم تعیین شدند. مناسب‌ترین روش برای برقراری ارتباط نسبت بین مدل‌های ماده خشک گندم و پارامترهای طیفی بهینه بکار گرفته شد. در پایان مدل‌ها برای برآورد ماده خشک گندم بر اساس داده‌های لندست TM و مودیس استفاده شد. حداکثر همبستگی برآورد زیست توده ۶۶/۴۰۳ گرم بر متر مربع بود (Yansong Bao et al., 2008).

در مجموع، هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات میزان پوشش گیاهی، ماده خشک گیاهی و عملکرد پیش بینی شده در دو سال خشک و تر در استان اصفهان می باشد.

1- Uttar pradesh
2- Monteith model
3- Absorbed photosynthetical active radiation
4- Surface energy balance algorithm for land
5- Advanced very high resolution radiometer

6- Biomass
7- Resolution
8- Land sat (ellite)
9- Remote digital video inspection
10- The enhanced vegetation index
11-. Modified soil-adjusted vegetation index
12- Normalized difference water index
13- Hyperspectral

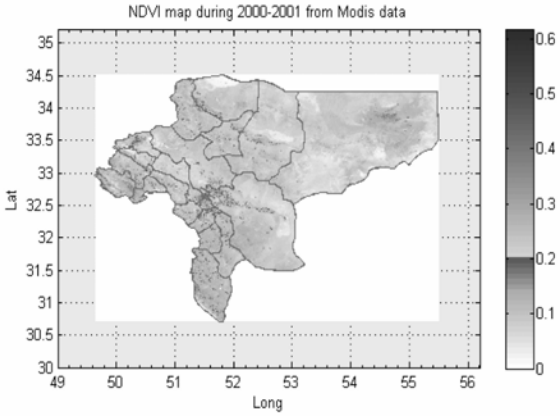
مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده شامل داده‌های هواشناسی حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا و ساعت آفتابی می‌باشد. داده‌های مذکور برای دو سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰۴) از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد. آمار سطح زیر کشت و عملکرد مشاهداتی برای دو سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰۴) از آرشیو وزارت جهاد کشاورزی تهیه گردید. نقشه کاربری اراضی با دقت ۱:۱۰۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان تهیه شد. داده‌های ماهواره‌ای این تحقیق محصولات سطح نه سنجنده مودیس می‌باشند که شامل باندهای یک و دو انعکاسی (MOD09) و ۳۱ و ۳۲ حرارتی[1] (MOD11) سنجنده مودیس ماهواره ترا می‌باشند. داده‌های مذکور از سایت ناسا دانلود شده است. از ویژگی‌های داده‌ای سطح نه مودیس این است که تصحیحات اتمسفریک و رادیومتریک بر روی آنها انجام شده است و لذا به همین دلیل در این تحقیق تنها پردازش‌های اولیه شامل تصحیحات هندسی بر روی آنها انجام شده است.

از باندهای انعکاسی ۱ و ۲ که به ترتیب همان باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می‌باشند، شاخص گیاهی NDVI با استفاده از نرم افزار MATLAB با استفاده از معادله (۱) استخراج گردید:

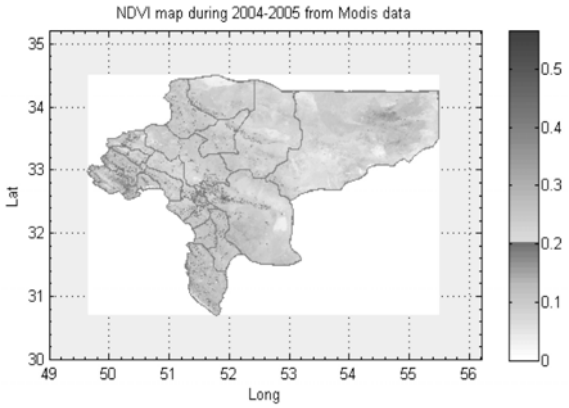
معادله (۱) NDVI= [(باند (۲) – باند (۱)) / (باند (۲) + باند (۱))]

نقشه‌های NDVI حاصله دو سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰۴) در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.



شکل ۲- نقشه پوشش گیاهی استان اصفهان در سال خشک (۲۰۰۰-۲۰۰۱)

Fig. 2- Distribution of plant coverage over Isfahan province in 2000-1 dry year



شکل ۳- نقشه پوشش گیاهی استان اصفهان در سال تر (۲۰۰۵-۲۰۰٤)

Fig. 3- Distribution of plant coverage over Isfahan province in 2004- 2005 wet year

برای اجرای پیش بینی عملکرد از معادلات PAR از مونتیس (Monteith et al., 1972)، راندمان استفاده از نور خورشید فیلد[2] و همکاران (Field et al, 1995) و معادله محاسبه تنش آبی استفاده شد. از مدل PAR تابش فعّال فتوسنتزی و نهایتاً جذب فعّال فتوسنتزی (APAR) محاسبه شده است. معادله فیلد با استفاده از داده‌های هواشناسی ساعت آفتابی، حداقل دمای هوا، حداکثر دمای هوا ایستگاه‌های هواشناسی استان اصفهان و خروجی معادله تنش آبی (Λ) راندمان استفاده از نور خورشید (ε) را محاسبه می‌نماید. سپس با استفاده از نقشه کاربری اراضی استان اصفهان میزان ماده خشک در مزارع کشت آبی و دیم محاسبه گردید. جزئیات و مراحل انجام محاسبات و فرمول‌های مورد استفاده در الگوریتم به ترتیب ذیل ذکر می‌باشد:

ماده خشک تجمعی (B_{act}) از ابتدای رویش و ایجاد سبزینه گیاهی تا اواخر مرحله خوشه‌دهی گیاه گندم از طریق معادله ذیل محاسبه گردید (Bastiansen et al., 2003):

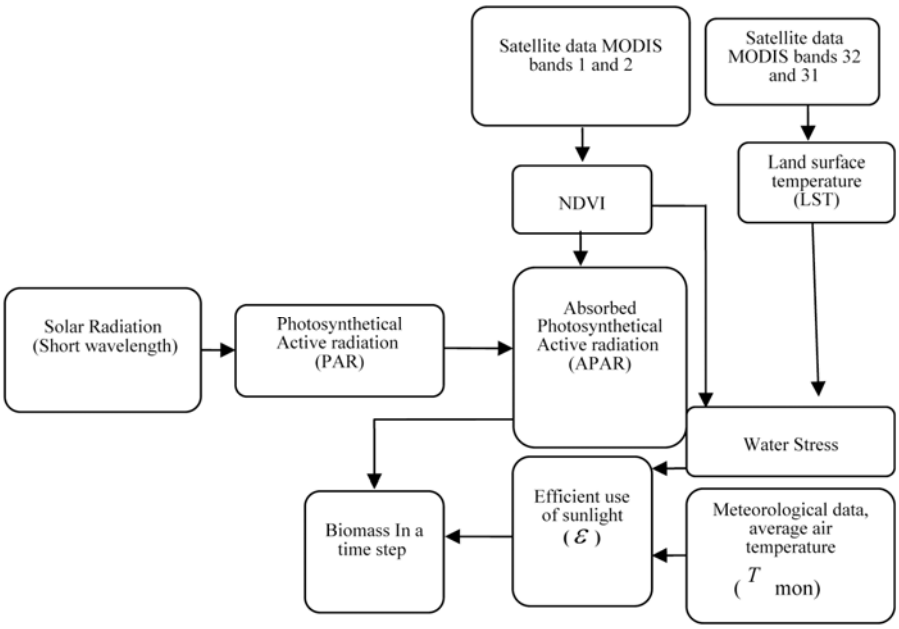
معادله (۲) $$B_{act}^{total} = \varepsilon \sum (APAR(t)\, t) \quad (Kgm^{-2})$$

در این معادله، B_{act}^{total}: میزان ماده خشک تجمعی در بالای اراضی خشک در دوره زمانی t، ε: ضریب راندمان استفاده از نور خورشید و t: در مدت زمان که ماده خشک تجمع یافته در روی زمین قرار گرفته است، می‌باشد.

با توجه به تغییراتی که ممکن است در ارتباط با عملکرد دانه وجود داشته باشد، باید به مقادیر ε (راندمان استفاده از نور خورشید)، کل ماده خشک، کل تولیدات خالص، ریشه‌ها و رشد سایر انواع محصولات توجه ویژه‌ای داشت (Bastiansen et al., 2003). مراحل انجام محاسبات در شکل (۴) نمایش داده شده است.

1- LST

2- Field



شکل ٤- مراحل محاسبه ماده خشک گیاهی با استفاده از تلفیق داده‌های هواشناسی و ماهواره ای در یک گام زمانی (Bastiansen et al., 2003)

Fig. 4- Stages of calculation dry plant material, using a combination of meteorological and satellite data in a special period of time (Bastiansen et al., 2003)

بدین ترتیب، برای محاسبه ماده خشک تجمعی ابتدا APAR تجمعی و سپس مدل راندمان استفاده از نور (ε) محاسبه گردید.

مقادیر APAR، مقدار کل تابش در دسترس برای فتوسنتز را در شرایطی که همه برگ‌ها در برابر تابش خورشید قرار گیرند، بیان می-کند. ترجیحاً این یک مقدار نظری است برای اینکه برگ‌ها تابش خورشیدی را انتقال و بازتاب می‌کنند. فقط بخشی از تابش فعّال فتوسنتزی به وسیله کانوپی (جذب تابش فعّال فتوسنتزی) از تعادل تابش یک برگ نتیجه می‌شود برای محاسبه جذب تابش فعّال فتوسنتزی (APAR) تجمعی به ترتیب ذیل اقدام شد:

محاسبه جذب تابش فعّال فتوسنتزی (APAR):

برای محاسبه APAR ابتدا PAR بر اساس معادله (۳) ابتدا از معادله (۴) محاسبه گردید.

معادله (۳) $\mathrm{APAR} = f\mathrm{PAR}.\ \mathrm{PAR}$

معادله (۴) $PAR = C_1 .\quad K_{day}^{\downarrow}$

تابش فعّال فتوسنتزی بخشی از انرژی ورودی خورشیدی است و با قابلیت دید، ضخامت اپتیکی، مقدار ذرات معلق در هوا، آئروسل‌ها و مقدار ازن تغییر می‌کند. برای شرایط میانگین ۲۴ ساعته مقدار تقریبی ۴۵ تا ۵۰ درصدی برای $\frac{PAR}{K}$ قابل قبول است. واحد تابش فعّال فتوسنتزی وات بر متر مربع می‌باشد. مقدار C_1 بطور قراردادی برابر ۰/۴۸ در نظر گرفته شده است. در ادامه برای محاسبه ماده خشک تجمعی، مدل راندمان استفاده از نور(ε) با استفاده از معادله (۵) محاسبه گردید.

معادله (۵) $\varepsilon = \varepsilon' \cdot T_1 \cdot T_2 \cdot W$

شایان ذکر است مقدار ε' بطور قراردادی برای گیاهان سه کربنه برابر ۲/۵ و برای گیاهان چهارکربنه مقدار آن ۴ است. پارامترهای T_1 و T_2 مطابق معادله‌های (۶) و (۷) به روش ذیل محاسبه گردیدند.

معادله (۶) $T_1 = 0.8 + 0.002 \cdot T_{opt} - 0.005 \cdot T_{opt}^2$

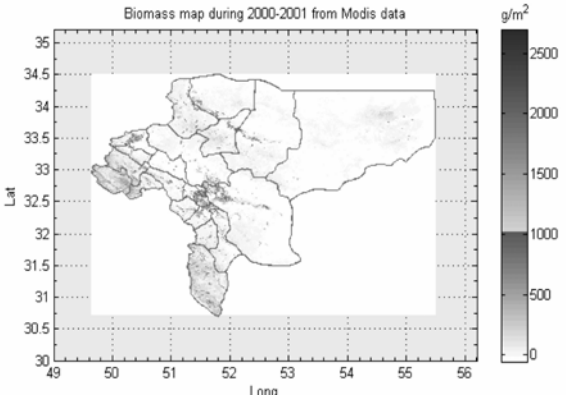
معادله (۷) $T_2 = 1.185 \cdot \frac{1}{1+\exp(0.2 \cdot T_{opt} - 10 - T_{mon})} \cdot \frac{1}{1+\exp(-0.3\, T_{opt} - 10 - T_{mon})}$

در این معادلات، $T_{opt}(^{\circ}C)$: میانگین دمای هوا در طول دوره یک ماه از حداکثر شاخص سطح برگ یا NDVI و $Tmon$: میانگین ماهیانه دمای هوا می‌باشد.

پارامتر کسر تبخیر (Λ) یا تنش آبی مطابق معادله (۸) از مدل بیلان انرژی محاسبه گردید.

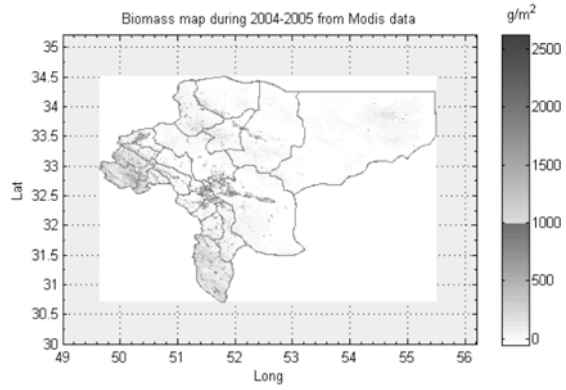
معادله (۸) $\Lambda = 1-(LST-LSTmin) / (LSTmax-LSTmin)$

در نهایت، حاصل کار ماده خشک تجمعی (*Bact*) می‌باشد. نقشه ماده خشک استان اصفهان در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است.



شکل ۵- نقشه ماده خشک گندم استان اصفهان در سال خشک ۲۰۰۰-۲۰۰۱

Fig. 5- Distribution of wheat dry material in Isfahan in 2000-2001 dry year



شکل ٦- نقشه ماده خشک گندم استان اصفهان در سال تر ۲۰۰۵-۲۰۰٤

Fig. 6- Distribution of wheat dry material in Isfahan in 2004-2005 wet year

با استفاده از شاخص برداشت[1] (HI) ۳۳، ۳۷/۵، ۴۲ و ۵۵ درصد عملکرد بذر برای شهرستان‌های مختلف استان محاسبه گردید. در ادامه میزان عملکرد محاسبه شده به صورت شهرستان به شهرستان با داده‌های مشاهداتی عملکرد وزارت جهاد کشاورزی مقایسه گردید. شایان ذکر است که بطور میانگین شاخص برداشت گندم در ایران بین ۳۳ تا ۴۲ درصد متغیر بوده و در موارد خاص به ۵۵ درصد می‌رسد (Nourmohammadi et al., 2003).

نتایج و بحث

بررسی روند تغییرات شاخص گیاهی NDVI در سال‌های خشک و تر در استان اصفهان

پوشش گیاهی در طول یک فصل رشد بواسطه تغییر فصل دچار تغییرات زیادی می‌شود. هر پوشش گیاهی دارای یکسری خصوصیات فیزیولوژیک بوده که متناسب با آن در طول فصول مختلف تغییر می‌کند. شایان ذکر است که تغییرات پوشش گیاهی در طول یک فصل به عنوان یکی از خصوصیات آن پوشش مطرح است که قابلیت تفکیک آن را از دیگر پوشش‌ها فراهم می‌سازد. شاخص های پوشش گیاهی می‌توانند به عنوان نمادی از پوشش گیاهی تلقی گردند. لذا بررسی تغییرات NDVI در طی یک سال می‌تواند نماینده تغییرات پوشش باشد (Asadi Rashed et al., 2004).

نمودار پوشش گیاهی شهرستان اصفهان، متعلق به سال خشک با خطوط ممتد در شکل ۷ نشان داد که با آغاز سبز شدن مزارع گندم میزان پوشش گیاهی در این شهرستان افزایش یافته است و به تدریج با سرد شدن هوا میزان پوشش گیاهی در بعضی مواقع ثابت یا کم شده است و مجدداً با گرم شدن هوا بر میزان پوشش گیاهی منطقه افزوده گردیده است، تا جائیکه در هفتم آوریل این میزان به حدود ۰/۶ رسید. در ادامه با برداشت گندم شاخص NDVI در اوایل ماه جولای به حداقل رسیده است و مجدداً با آغاز کشت ثانویه، روند افزایشی پوشش گیاهی ادامه یافته است.

در سال تر (۲۰۰۵-۲۰۰۴) نیز همانگونه که در شکل ۷ با خط چین مشخص شده است، روند تغییرات پوشش گیاهی تقریباً همانند سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) می‌باشد. بطوریکه با سرد شدن هوا سیر نزولی منحنی تغییرات پوشش گیاهی اتفاق افتاده است و مجدداً با گرم شدن هوا منحنی سیر صعودی داشته است. با برداشت گندم منحنی به سمت پائین نزول کرده است. با آغاز کشت ثانویه، میزان سبزینه مجدداً افزایش یافته است (شایان ذکر است که روند یکباره افزایشی پوشش گیاهی در هشتم نوامبر احتمالاً به دلیل نوفه[2] در تصاویر ماهواره است). با توجه به اینکه روند تغییرات پوشش گیاهی نمودار حاصله از مدل تقریباً مشابه آنچه در طبیعت اتفاق می‌افتد می‌باشد، بدین ترتیب، می‌توان چنین نتیجه گرفت که الگوریتم محاسبه میزان ماده خشک به کار گرفته در این تحقیق از اعتبارسنجی نسبتاً مناسبی برخوردار است.

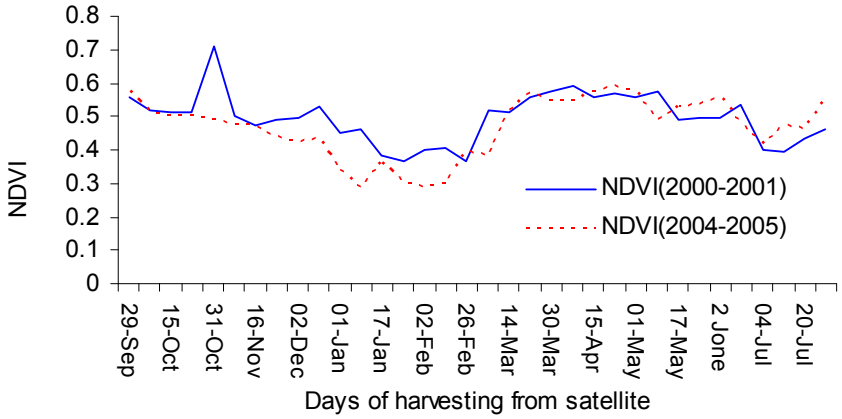
تغییرات میزان عملکرد تجمعی پیش بینی شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در سال خشک

تغییرات میزان عملکرد تجمعی پیش بینی شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در سال خشک در شکل ۸ نشان داده شده است. با توجه به ماههای سال، روند تغییرات میزان ماده خشک تغییر یافته است.

بطوریکه در ماههای سپتامبر و اکتبر که مقارن با زمان آماده سازی اراضی کشاورزی جهت کشت گندم می‌باشند و زمین‌ها عاری از پوشش گیاهی هستند میزان ماده خشک افت پیدا کرده است.

1- Harvest index

2- Noise



شکل ۷- پروفیل تغییرات پوشش گیاهی شهرستان اصفهان در دو سال زراعی خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰٤)

Fig. 7- Profile of plant coverage changes of Isfahan in two dry (2000-2001) and wet (2004-2005) years

با آغاز جوانه‌زنی و رویش بذرهای گندم و افزایش میزان سبزینگی میزان ماده خشک از اواخر ماه نوامبر افزایش یافته است. در زمستان به دلیل سرد شدن هوا میزان ماده خشک تقریباً ثابت مانده است. مجدداً با گرم شدن هوا روند افزایش ماده خشک از اوایل فوریه آغاز شده است. همانطور که در شکل ۸ نشان داده شده است میزان ماده خشک در تاریخ ۱۵ آوریل در شهرستان گلپایگان به مقداری حدود ۲۸۰۰۰ کیلو گرم بر روز است. در ادامه به دلیل آمدن برف در بعضی نقاط و پوشیده شدن اراضی کشت گندم یا ابری بودن آسمان در پاره‌ای از نقاط، در روز ۲۳ آوریل شاهد نوفه می‌باشیم که به یکباره از میزان ماده خشک کاسته است، ولی به دلیل استفاده از تعداد تصاویر بالا در این تحقیق این خطا در تصویر و روز بعدی به تاریخ اول می (تصاویر هشت روزه هستند) جبران شده است. به تدریج در شهرستان‌های مختلف با توجه به اقلیم‌های متفاوت و همچنین دیررس یا زودرس بودن ارقام مختلف گندم آبیاری مزارع گندم متوقف گردیده است و برگ‌های گندم شروع به زرد شدن کرده‌اند. در نتیجه از میزان سبزینگی و به دنبال آن از میزان ماده خشک نیز کاسته شده است. البته با برداشت گندم این مقدار به حداقل رسیده است. مجدداً با انجام کشت ثانویه که در شهرستان‌های مختلف با توجه به نوع اقلیم متفاوت می‌باشد، (غالباً کشت گیاهانی نظیر ذرت، برنج و... می‌باشد) میزان ماده خشک در ماه جولای افزایش یافته است.

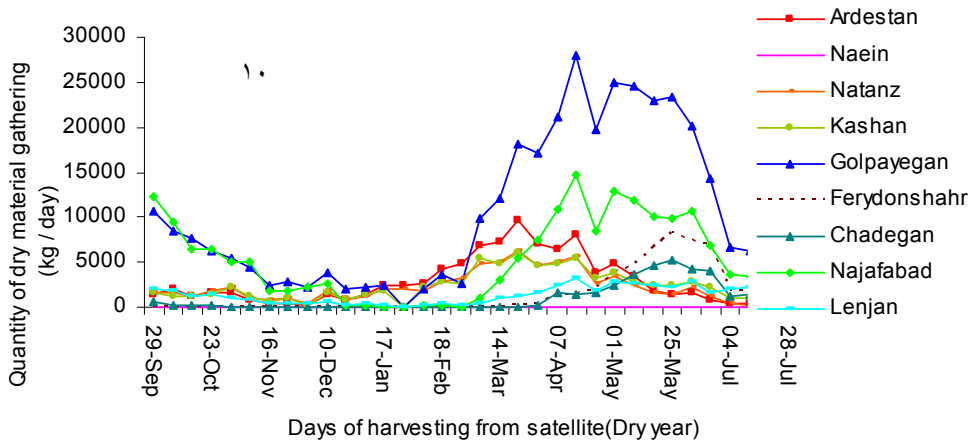
تغییرات میزان ماده خشک تجمعی پیش بینی شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در سال تر

تغییرات میزان ماده خشک تجمعی پیش بینی شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در سال تر در شکل ۹ نشان داده شده است. با توجه به ماههای سال، روند تغییرات میزان ماده خشک تغییر یافته است. بطوریکه در اوایل فصل پائیز که مقارن با زمان آماده سازی اراضی کشاورزی جهت کشت گندم می‌باشند و زمین‌ها عاری از پوشش گیاهی هستند، میزان ماده خشک افت پیدا کرده است. با آغاز جوانه‌زنی و رویش بذرهای گندم و افزایش میزان سبزینگی میزان ماده خشک از اوایل ماه نوامبر افزایش یافته است. در زمستان به دلیل سرد شدن هوا میزان ماده خشک تقریباً ثابت مانده است. مجدداً با گرم شدن هوا روند افزایش ماده خشک از تاریخ ۲ فوریه آغاز شده است. همانطور که در شکل ۹ نشان داده شده، میزان ماده خشک در تاریخ اول می در شهرستان گلپایگان به حدود ۳۰۰۰۰ کیلو گرم بر روز است. که این مقدار در مقایسه با سال خشک از نظر مقدار ماده خشک بیشتر شده است. همچنین زمان رسیدن به حداکثر میزان ماده خشک در شهرستان گلپایگان در سال تر ۲۳ آوریل بوده است که این زمان در سال خشک در تاریخ ۱۵ آوریل بوده است که این موضوع حاکی از گرمای هوا و در نتیجه کوتاه شدن دوره رشد گندم در اثر خشکسالی است.

در ادامه منحنی تغییرات روند میزان ماده خشک تجمعی، احتمالاً به دلیل ریزش برف در بعضی از نقاط و پوشیده شدن اراضی گندم یا ابری بودن آسمان در پاره‌ای از نقاط، در روز ۱۷ می و ۱ ژوئن به شدت نزول یافته که سبب ایجاد نوفه در تصاویر ماهواره و در نتیجه به شدت از میزان ماده خشک کاسته شده است. شایان ذکر است به دلیل استفاده از تعداد تصاویر بالا در این تحقیق این خطا در تصویر و روز بعدی به تاریخ ۲۵ می (تصاویر هشت روزه هستند) جبران شده است. بتدریج در شهرستانهای مختلف با توجه به اقلیم های متفاوت و همچنین دیررس یا زودرس بودن ارقام مختلف گندم آبیاری مزارع گندم متوقف گردیده است و برگ‌های گندم شروع به زرد شدن کرده‌اند. در نتیجه از میزان سبزینگی کاسته شده است و در نتیجه از میزان ماده خشک نیز کاسته شده است. با برداشت گندم این مقدار به حداقل رسیده است. مجدداً با انجام کشت ثانویه که در شهرستان‌های مختلف با توجه به نوع اقلیم (گرم یا سردتر بودن شهرستان‌های مختلف نسبت به یکدیگر) متفاوت می‌باشد، (غالباً کشت گیاهانی نظیر ذرت، برنج و... می‌باشد) میزان ماده خشک در تیر ماه افزایش داشته است.

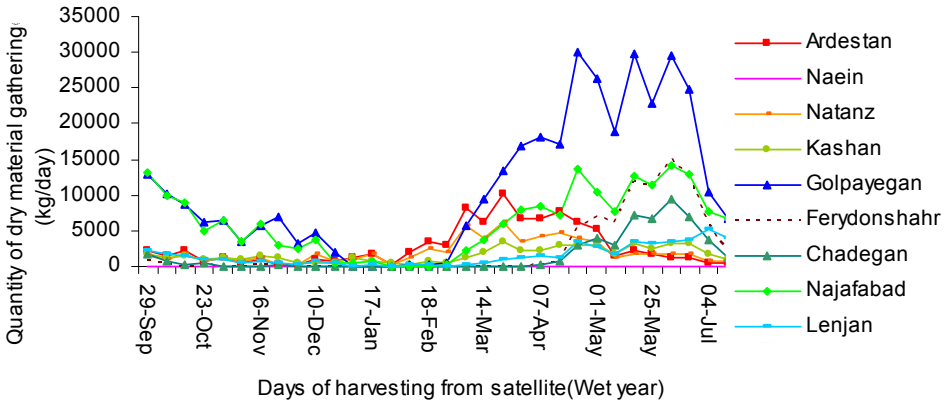
در شکل ۱۰ میزان ماده خشک گیاهی دو سال خشک و تر بصورت میله‌های دارای هاشورهای لوزی شکل قرمز و میله‌های دارای هاشورهای مربعی زرد رنگ نشان داده شده است. همچنین میله‌های ساده سبز رنگ تفاوت میزان ماده خشک را طی این دو سال نشان می‌دهد. همانگونه که در شکل ۱۰ ملاحظه می‌گردد در شهرستان‌های لنجان، نجف آباد، چادگان، فریدون شهر و گلپایگان میزان ماده خشک در سال تر افزایش یافته است و در شهرستان‌های اردستان، کاشان، نائین و نطنز میزان ماده خشک در سال تر کاهش داشته است.

احتمالاً علت این کاهش و افزایش ماده خشک به دلیل نوع منبع تأمین آب این شهرستان‌ها می‌باشد. شهرستان‌هایی که منبع تأمین آب آنها رودخانه زاینده رود بوده است به دلیل تر سالی افزایش ماده خشک داشته‌اند. شهرستان‌هایی که منبع تأمین آب آنها چاه یا قنات بوده است و به دلیل خشک سالی‌های هیدرولوژی سال خشک هنوز خشک سالی ادامه داشته است، همچنان شاهد کاهش میزان ماده خشک هستیم.



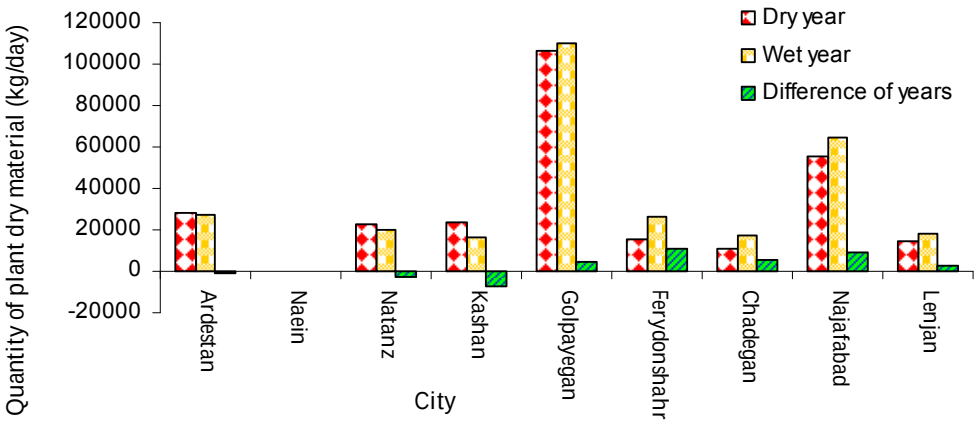
شکل ۸- مقایسه تغییرات روند میزان ماده خشک تجمعی پیش بینی شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در استان اصفهان سال زراعی خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰)

Fig. 8- Comparison of trend changes of farming a gathering of forecasted dry material in harvesting days in Isfahan province in 2000-2001 agricultural dry years taken by satellite



شکل ۹- مقایسه تغییرات روند میزان ماده خشک تجمعی پیش بینی شده شده در روزهای برداشت تصاویر ماهواره در استان اصفهان سال زراعی تر (۲۰۰۵-۲۰۰٤)

Fig. 9- Comparison of trend changes of farming a gathering of forecasted dry material in harvesting days in Isfahan province in 2004-5 agricultural wet years taken by satellite



شکل ۱۰- مقایسه تغییرات میزان ماده خشک گیاهی در د و سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰٤)

Fig. 10- Comparison of quantity of plant dry material in 2000-2001 dry and 2004-2005 wet years

مقایسه عملکرد پیش بینی شده دو سال خشک و تر با شاخص برداشت ۳۷/۵ درصد

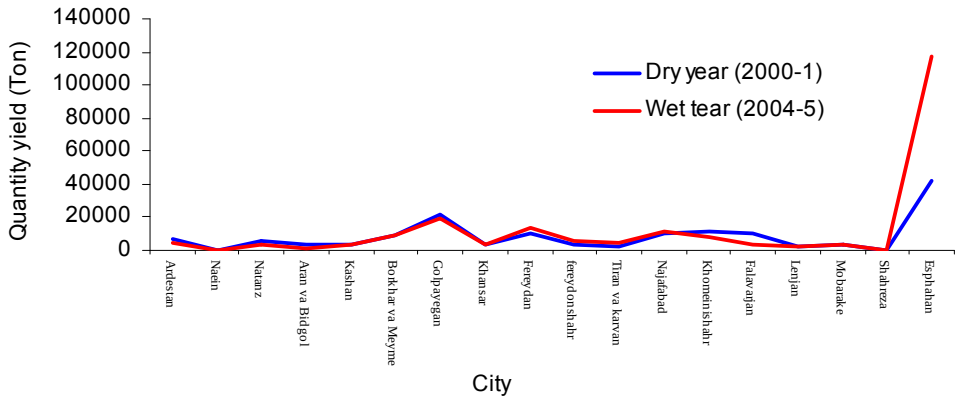
پس از محاسبه میزان ماده خشک گیاهی با استفاده از شاخص برداشت متوسط ۳۷/۵ درصد میزان متوسط عملکرد، تخمین زده شده است. شایان ذکر است که شاخص برداشت ۳۷/۵ درصد متوسط شاخص برداشت گندم کشور می‌باشد و از میانگین شاخص برداشت حداقل ۳۳ درصد و شاخص برداشت حداکثر ۴۲ درصد اعلام شده از سوی آمارهای رسمی کشور حاصل شده است (Nourmohammadi et al., 2003). لذا شاخص برداشت ۳۷/۵ درصد بعنوان میانگین محاسبات شاخص برداشت محاسبات در نظر گرفته شده است. مجموع عملکرد پیش بینی شده در استان اصفهان با استفاده از این شاخص در سال تر به میزان حدود ۱/۴ برابر نسبت به عملکرد پیش بینی شده سال خشک افزایش یافته است. با توجه به شکل ۱۱ چنین به نظر می‌رسد که نوع منبع تأمین آب در افزایش و کاهش میزان عملکرد نقش مستقیم داشته است. بطوریکه در بعضی از شهرستان‌ها که منبع تأمین آب آنها رودخانه زاینده رود بوده است در سال تر شاهد افزایش عملکرد گندم و در شهرستانهایی که بوسیله منابع دیگری تغذیه شده‌اند، شاهد کاهش عملکرد بوده‌ایم. بطور مثال، در شکل ۱۱ این افزایش عملکرد به وضوح در شهرستان اصفهان مشاهده می‌شود و علت آن آبگیری مجدد رودخانه زاینده رود در سال ۰۵-۲۰۰۴ بوده است. در شهرستان‌هایی که منبع تأمین آب آنها منابعی غیر از رودخانه زاینده رود مانند منابع زیر زمینی بوده است، به دلیل اثرات خشکسالی هیدرولوژی سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و ادامه اثرات آن در سال‌های بعدی هنوز شاهد کاهش عملکرد در این شهرستان‌ها هستیم.

نتیجه گیری

با توجه به بررسی روند تغییرات شاخص گیاهی NDVI، مشاهده شد که تغییرات پوشش گیاهی که بواسطه تغییر فصول مختلف ایجاد می‌شود، می‌تواند به عنوان یک عامل تفسیر نقشه‌های پوشش گیاهی به کار آید. استفاده از شاخص NDVI به عنوان نماد سبزینه گیاه می‌تواند تغییرات پوشش گیاهی را مشخص نماید. با بکارگیری NDVI می‌توان تحولات صورت گرفته در طول دوره رشد را تفسیر نمود. همچنین از بررسی تغییرات شاخص گیاهی NDVI مشاهده شد که روند کلی تغییرات شاخص گیاهی NDVI با آنچه در طبیعت اتفاق می‌افتد تقریباً هماهنگ می‌باشد. بطوریکه با کاهش دما و آغاز فصل سرد میزان شاخص گیاهی NDVI کاهش و با افزایش دما و ورود به فصول گرم روند تغییرات شاخص گیاهی NDVI افزایشی بوده است. این مهم نشان داد که NDVI حاصل از الگوریتم تحقیق مذکور، از دقت و صحت مناسبی برخوردار است. از مقایسه و بررسی روند تغییرات ماده خشک استحصال شده شده در دو سال تر وخشک مشاهده شد که الگوریتم بکار گرفته شده در این تحقیق نسبتاً با آنچه در طبیعت اتفاق افتاده است، هماهنگ می‌باشد و از نظر اعتبارسنجی در حد قابل قبولی می‌باشد. از تحلیل و مقایسه تغییرات میزان NDVI و نهایتاً ماده خشک استحصال شده از آن در دو سال تر و خشک، ملاحظه شد میزان ماده خشک گندم در سال تر حدود ۱/۴ از ماده خشک گندم سال خشک افزایش داشته است.

سپاسگزاری

از سازمان هواشناسی جهت تأمین برخی از هزینه‌های مالی این مقاله تشکر می‌گردد.



شکل ۱۱- مقایسه میزان عملکرد پیش بینی شده در دو سال خشک (۲۰۰۱-۲۰۰۰) و تر (۲۰۰۵-۲۰۰٤)

Fig. 11- Comparison of functional forecasting of quantity in 2000-2001 dry and 2004-2005 wet years

منابع

1- Wheat Project Implemented. 2005. Research and Education, Education Vice and mobilization human resource, Office of Technology Training, 2th Publication of Publishing Agricultural Training, Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, Iran. (In Persian)

2- Sanainejad, S.H., Shahtahmaseby, A.R., Sadrabadi Haghighy, R., and Kelarestany, V.K. 2007. Variations students of reverse spectrum of wheat farms in Mashhad province, using MODIS illustrations. Sciences and Techniques of Agriculture Magazine, 12th year 45: 11-19. (In Persian)

3- Nourmohammadi, V., Siadat, S.A., and Kashani, A. 2003. Grain's Cultivation, Ahvaz Shahid Chamran University Publication, Iran 446 pp. (In Persian)

4- Asadi Rashed, H., Mirbagheri, V., and Sadeghi Naini, A. 2007. Profile interpretation of NDVI, MODIS Sensor in different levels of plant coverage Map. Geomatics 2007 Conference.

5- Mirbagheri, V. 2004 Estimation of Zanjan State face wheat function, using illustrations of MODIS and SPOT Satellite, Zabol University, Iran. (In Persian)

6- FAO. 2005. The State of Food Insecurity in the World, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

7- Patel, N.R., Mohammed, A.J., and Rakhesh, D. 2006. Modeling of Wheat Yields Using Multi-temporal Terra/MODIS Satellite Data. Geocarto International 21(1): 43 – 50

8- Towrshend, J.R.G., and Justice, C.O. 1986. Analysis of dynamics of African vegetation using the Normalized Difference Vegetation Index.

9- Bastiaanssen, W.G.M., and Samia, A. 2003 A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. Agriculture, Ecosystems and Environment 94: 321–340.

10- Bao, Y., Gao, W., Gao, Z. 2008. Estimating winter wheat biomass based on LANDSAT TM and MODIS data" Front. Earth Science 3(1): 118–128.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۹۷-۱۹۱

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 191-197

برآورد دماهای کمّینه، بهینه و بیشینه جوانه‌زنی بذر کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) با استفاده از مدل پنج- پارامتری بتا

سمیرا صبوری‌راد[۱*]، محمد کافی[۲]، احمد نظامی[۳] و محمد بنایان اول[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی یکساله، شورزی و مقاوم به تنش خشکی است که می‌تواند با آب شور آبیاری شده و منبع ارزشمندی برای تولید علوفه در اکوسیستم‌های تحت تنش خشکی و شوری باشد. به منظور ارزیابی رفتار جوانه‌زنی بذر کوشیا مطالعه‌ای تحت شرایط کنترل شده در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارزیابی واکنش جوانه‌زنی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵،۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و۴۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور تاریک با متوسط رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد صورت گرفت. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دمای ۲۰ تا ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان رسیدن به ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دماهای ۱۰-۵ درجه سانتی‌گراد و دماهای۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی نیز به ترتیب در دمای ۱۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. بر اساس تخمین مدل پنج- پارامتری بتا، دماهای کمینه، بهینه و بیشینه برای کوشیا به ترتیب ۳/۴، ۲۵ و ۴۳/۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. به طور کلی، بذرهای این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، دماهای کاردینال، سرعت جوانه‌زنی

مقدمه

درجه حرارت عامل مهم تنظیم کننده جوانه‌زنی بذرهای در اکوسیستم‌های زراعی فاریاب است (Garacia-Huidobro et al., 1982). جوانه‌زنی بذر هر گیاه که در گستره دمایی خاصی صورت می‌گیرد، تحت عنوان درجه حرارت های کاردینال پیشنهاد شده است (Bewley & Black, 1994). در این گستره، دماهای کمینه[۴] (T_b)، بهینه[۵] (T_o) و بیشینه[۶] (T_c) قرار دارد که برای ارائه مدل پیش بینی جوانه‌زنی بذرهای سه جزء مذکور لازم می‌باشند. در حقیقت در دماهای پایینتر از دمای کمینه (T_b) و بالاتر از دمای بیشینه (T_c) جوانه‌زنی رخ نمی‌دهد (Ramin, 1997). دلیل عدم جوانه‌زنی در دمای بالاتر از دمای بیشینه تغییر ماهیت پروتئین‌ها، عدم کارکرد مناسب غشای پلاسمایی سلول و اثرات متقابل ایجاد شده با آب است (Bradford, 2002).

به طور کلی، برای اغلب گیاهان، سرعت نمو در دمای پایه در حد صفر است و با افزایش دما تا دمای بهینه افزایش می‌یابد ولی در دماهای بالاتر از آن افت شدیدی نشان می‌دهد (Mwale et al., 1994). برای بذرهای اکثر گیاهان، دمای بهینه و حداکثر جوانه‌زنی به ترتیب بین ۳۰- ۱۵ و ۴۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Copeland & McDonald, 1995).

متغیرهای درجه حرارت کاردینال به طور معمول به صورت نرمال یا لگاریتم نرمال درون یک جمعیت بذری مشخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Jordan & Haferkamp, 1989). مدل‌های ریاضی متعددی برای توصیف الگوی جوانه‌زنی در واکنش به درجه حرارت ارائه شده‌اند (Ellis & Butcher, 1988; Covell et al., 1986).

برخی از این مدل‌ها برای پیش بینی واکنش جوانه‌زنی تجمعی بکار می‌روند و قادر به پیش بینی درجه حرارت‌های کاردینال و ضرایب مدل برای مقایسه توده‌های بذری نیز می‌باشند (Hardegree & Phartyal et al., 2003; Winstral, 2006). برخی محققین، رابطه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: samira_ssr@yahoo.com)

4- Base Temperature
5- Optimum Temperature
6- Ceiling Temperature

بین دما و سرعت جوانه‌زنی را بصورت خطی گزارش کرده‌اند و لذا برای توصیف رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی از رگرسیون خطی استفاده می‌شود (Ramin, 1997). شاخص درصد جوانه‌زنی روزانه از بهترین شاخص‌ها برای محاسبه درجه حرارت پایه از طریق رگرسیون می‌باشد (Wiese & Binning, 1987). همچنین مشخص شده ضرایب مدل‌های درجه حرارت کاردینال با فرآیندهای فیزیولوژیکی خاصی همبستگی دارد (Allen, 2003). عکس زمان مورد نیاز برای تکمیل یک مرحله رشد و نمو با سرعت رشد و نمو بستگی دارد. رابطه خطی معکوسی بین زمان مورد نیاز برای رسیدن به یک میزان مشخص جوانه‌زنی و درجه حرارت در طی جوانه‌زنی وجود دارد (Jami Al-Ahmadi & Kafi, 2007). مدل خطوط متقاطع (Jami Al-Ahmadi & Kafi, 2007; Kocabas, 1999; Kamkar et al., 2006) و مدل ۵-پارامتری بتا دو سری از مدل‌های رگرسیونی هستند که در برخی مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Yin, 1996). تبریزی و همکاران (Tabrizi et al., 2007) برروی ارزیابی مدل‌های مختلف جوانه‌زنی در دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) نشان دادند که در مقایسه با سایر مدل‌ها (مانند مدل خطوط متقاطع) مدل پنج- پارامتری بتا بهترین برازش را برای جوانه‌زنی بذرهای توده طبیعی داشته است.

کوشیا (*Kochia scoparia* L. Schard) گیاهی دو لپه، علفی و با متابولیسم C_4 از گیاهان خانواده چغندریان است (Fischer et al., 2000). درجه حرارت‌های ثابت بالا از جوانه‌زنی بذر این گیاه ممانعت می‌کند و در درجه حرارت‌های سرد تا متوسط واکنش جوانه‌زنی بهتری از خود نشان می‌دهد (Everitt et al., 1983).

بررسی رومو و هافرکمپ (Romo & Haferkamp, 1987) نشان داد که دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کوشیا را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. جامی‌الاحمدی و همکاران (Jami al-ahmadi et al ., 2005) در آزمایشی برروی کوشیا (اکوتیپ بیرجند) با استفاده از مدل خطوط متقاطع مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه برای جوانه‌زنی را به ترتیب ۴/۴، ۲۵ و ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد برآورد کردند. در ارتباط با واکنش جوانه‌زنی کوشیا نسبت به دما تحقیقات اندکی انجام شده است و نتایج حاصله نیز بر اساس مدل‌های مورد استفاده در مورد گیاهان زراعی بوده است. لذا از آنجا که کوشیا گیاهی بومی است و مراحل اهلی سازی آن به صورت گسترده‌ای در حال انجام است (Jami al-ahmadi et al., 2005)، با وجود آن بذرهای مورد استفاده در آزمایشات هنوز از توده‌ها و نمونه‌های بومی بدست می‌آید، هدف از این تحقیق علاوه بر تعیین دامنه حرارتی مناسب جوانه‌زنی و شناسایی رابطه بین دما و سرعت جوانه‌زنی بذرهای کوشیا، مقایسه مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه کوشیا به وسیله مدل پنج- پارامتری بتا[1] (FPB) نسبت به مدل خطوط متقاطع نیز بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش تحت شرایط آزمایشگاهی در سال ۱۳۸۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارزیابی واکنش جوا نه‌زنی در دماهای ثابت ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور تاریک با متوسط رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد صورت گرفت.

بذرهای اکوتیپ سبزوار کوشیا پیش از قرار گرفتن در پتری دیش با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار شستشو شدند. در هر تکرار از ۲۵ بذر سالم در پتری دیش با قطر هشت سانتی‌متر استفاده شد. کف پتری دیش‌ها با کاغذ صافی (واتمن شماره ۱) پوشانده شد و روی بذرهای نیز یک عدد کاغذ صافی دیگر قرار گرفت. پس از قرار دادن بذرهای در پتری‌دیش‌ها جهت ایجاد رطوبت از آب مقطر به مقدار کافی استفاده گردید. جهت جلوگیری از اثرات منفی تبخیر آب، پتری دیش‌ها در داخل پلاستیک قرار داده شده و سر آن کاملاً بسته شد. سپس بذرهای به ژرمیناتور با دمای مربوطه و شرایط بدون نور منتقل گردید. ضمن اینکه جهت کنترل دقیق‌تر دما یک دماسنج دیجیتالی اضافی در ژرمیناتور تعبیه شد و حداکثر نوسان بیش از ۱± درجه سانتی‌گراد، در طی دوره ثبت شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده، پس از ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، به صورت روزانه به مدت ۱۴ روز متوالی انجام و بذرهای جوانه زده پس از شمارش و ثبت، از پتری‌دیش‌ها خارج شدند. معیار جوانه‌زنی بذرهای، خروج ریشه‌چه و قابل رؤیت بودن آن در نظر گرفته شد (Jordan & Haferkamp, 1989). درصد جوانه‌زنی نهایی در هر درجه حرارت محاسبه شد. جهت محاسبه سرعت جوانه‌زنی، زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی با استفاده از درون‌یابی خطی بین درصد جوانه‌زنی روزانه از منحنی جوانه‌زنی تجمعی محاسبه شد (Covell et al., 1986). سپس سرعت جوانه‌زنی بر اساس عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی مشاهده شده، محاسبه گردید (Adam et al, 2007). با استفاده از مدل رگرسیونی ۵-پارامتری بتا بین سرعت جوانه‌زنی به عنوان متغیر وابسته (محور Y) و درجه‌حرارت به عنوان متغیر مستقل (محور X)، درجه حرارت‌های کاردینال با استفاده از معادلات (۱) و (۲) بدست آمد (Yin, 1996).

معادله (۱) $$f= \exp(\mu)\,(T-T_b)^{\alpha}\,(T_m-T)^{\beta}$$

معادله (۲) $$To=(\alpha\,T_m+\beta\,T_b)/(\alpha+\beta)$$

1- Five Parameters Beta Model

که در این معادلات، f: سرعت جوانه‌زنی (۱/ روز)، T: درجه حرارت (^{0}C)، T_b، T_oو T_m: به ترتیب دماهای کمینه، بهینه و بیشینه و β، α و μ: به عنوان ضرایب رگرسیون در نظر گرفته شدند. جهت تجزیه آماری از نرم افزار SAS ver. 9.1 و جهت برازش مدل رگرسیونی از نرم افزار Sigma Plot version 7.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

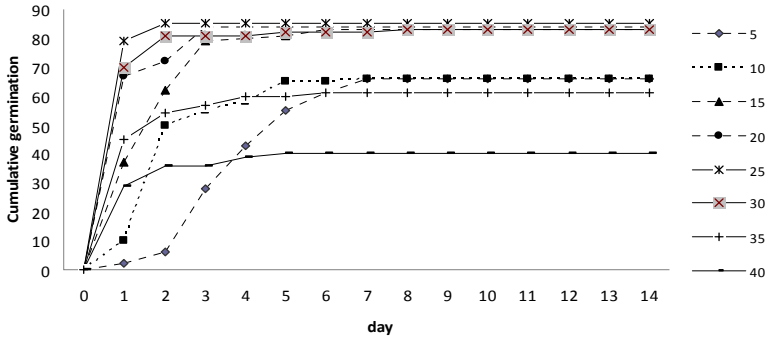
روند جوانه‌زنی تجمعی بذرهای کوشیا در واکنش به دما نشان‌دهنده الگوهای متفاوت جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های مختلف است. در طی ۲۴ ساعت اولیه بیشترین و کمترین بذرهای جوانه‌زده به ترتیب در دماهای ۲۵، ۳۰، ۲۰ و ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شدند (شکل ۱). در ۱۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان بذرهای جوانه‌زده شده در ۹۶ ساعت اولیه مشاهده شد و پس از آن روند ثابتی را نشان داد. در دمای ۲۰ و۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب زمان رسیدن به حداکثر میزان جوانه‌زنی ۷۲ و ۴۸ ساعت اولیه بود. در تمامی سطوح دمایی در روز ششم ثبات نسبی مشاهده شد و تعداد کمی از بذرهای حتی پس از گذشت از روز ششم آزمایش جوانه زدند (شکل ۱).

بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۱). در دامنه دمایی ۱۵تا۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) را نشان ندادند، اما درصد جوانه‌زنی در این گستره دمایی با درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵–۱۰ درجه سانتی‌گراد و نیز ۳۵–۴۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) داشت (شکل ۲). به طور کلی، دما به دلیل اثر آن بر خواب، سرعت جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه بذرهای گیاهان مختلف، درصد جوانه‌زنی نهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bradford, 2002).

نتایج این مطالعه نشان داد هرچند که درصد جوانه‌زنی کوشیا در دماهای ۱۰– ۵ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری کمتر از دماهای ۳۰–۱۵ درجه سانتی‌گراد است، ولی با این وجود بیش از ۵۰ درصد بذرهای در در دماهای ۵ و۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه زدند و به نظر می‌رسد که بذرهای این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی هستند. کمترین درصد جوانه‌زنی نهایی در ۴۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. رومو و هافرکمپ (Romo & Haferkamp, 1987) گزارش کردند که در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کوشیا کاهش معنی‌داری نشان داد. یانگ و همکاران (Yong et al., 1981) جوانه‌زنی نژادهای مختلف (L.) *Kochia prostrata* Schard را بین درجه حرارت‌های ۵۰–۵ درجه سانتی‌گراد (با فاصله پنج درجه سانتی‌گراد) مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که جوانه‌زنی برای تمام نژادها در ۲۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر بود، ولی با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی گراد جوانه‌زنی کاهش یافت. جامی الاحمدی و همکاران (Jami al-hmadi et al., 2005) نیز نشان دادند که بذرهای کوشیا درگستره دمایی ۳۵– ۸ درجه سانتی‌گراد به طور متوسط ۸۵ درصد جوانه زدند.

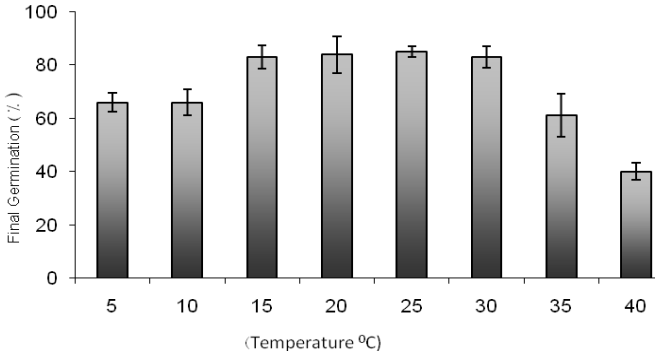
سرعت جوانه‌زنی نیز روندی مشابه درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت‌های مورد مطالعه داشت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی مطابق بالاترین درصد جوانه‌زنی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (شکل ۲ و ۳). میانگین سرعت جوانه‌زنی در دامنه‌ای از درجه حرارت‌های ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۴ در روز بود.

گزارشات متعدد حاکی از اثر افزایشی دما تا نقطه‌ای خاص بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای می‌باشند (Bannayan et al., 2006; Hardegree & Winstral, 2006). افزایش درجه حرارت علاوه بر کاهش سرعت جوانه‌زنی، می‌تواند زوال بذر را نیز به همراه داشته باشد (Hardegree, 2006). برخی مطالعات حاکی از آن است که به طور معمول با افزایش دما سرعت جوانه‌زنی حداقل در یک دامنه دمایی مناسب به طور خطی افزایش می‌یابد، ولی در دماهای بالاتر از آن افت شدیدی نشان می‌دهد (Mwale et al., 1994).



شکل ۱- جوانه‌زنی تجمعی کوشیا در تیمارهای حرارتی مختلف به مدت ۱۴ روز

Fig. 1- Kochia cumulative germination at different temperature treatments during 14 days



شکل ۲- جوانه زنی نهایی کوشیا در تیمارهای حرارتی مختلف به مدت ۱٤ روز

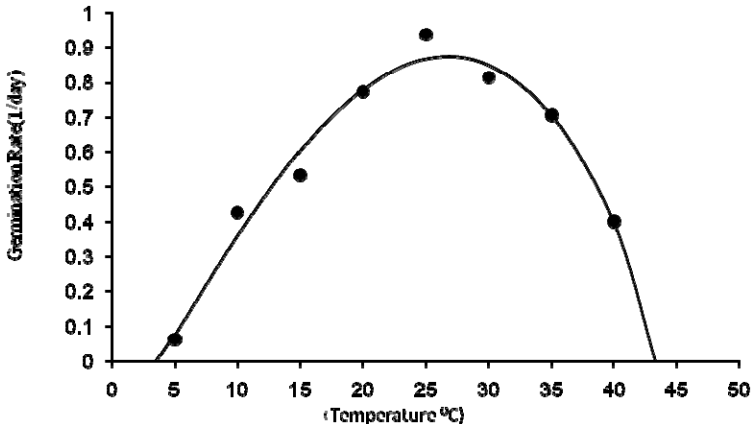
Fig. 2- Kochia final germination at different temperature treatments for 14 days

میانگین‌های دارای دامنه همپوشانی یکسان، براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌داری (p≤۰/۰۵) ندارند.

There are no significant differences (p≤0.05) between averages with similar overlap ranges according to standard error.

بر اساس تخمین مدل پنج- پارامتری بتا، مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه به ترتیب ۳/۴، ۲۵ و ۴۳/۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد (شکل ۳). جهت نشان دادن دقت مدل مورد استفاده مقادیر خطای باقیمانده برای سرعت جوانه‌زنی در شکل ۴ ارائه شده است.

جامی الاحمدی و همکاران (Jami al- ahmadi et al., 2005) نیز در آزمایشی روی کوشیا (اکوتیپ بیرجند) با استفاده از مدل خطوط متقاطع مقادیر دماهای کمینه، بهینه و بیشینه را به ترتیب ۴/۴، ۲۵ و ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد گزارش کردند. بنابراین اختلافات مشاهده شده بین این دو آزمایش علاوه بر استفاده از مدل متفاوت به دلیل دقت و ماهیت خاص خود می‌تواند ناشی تفاوت در نوع اکوتیپ (در این آزمایش، سبزوار) باشد. آدام و همکاران (Adam et al., 2007) بیان داشتند که واکنش جوانه‌زنی به دما می‌تواند در میان گونه‌ها و حتی توده های درون یک گونه متفاوت باشد. تبریزی و همکاران (Tabrizi et al.,2007) با ارزیابی مدل‌های مختلف جوانه زنی برروی دو توده زراعی و طبیعی آویشن خراسانی نشان دادند که مدل پنج- پارامتری بتا بهترین برازش را در خصوص بذرهای توده طبیعی این گیاه دارد.

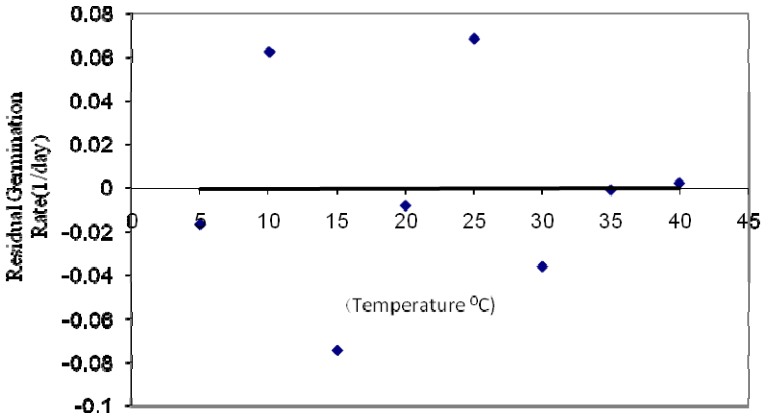


شکل ۳ - نمودار رابطه دما و سرعت جوانه‌زنی کوشیا (برای تعیین دمای کاردینال)

R^2=۹۰٪

Fig. 3- Temperature and germination rate relationship in kochia (to evaluate cardinal temperature)

R^2=90%



شکل ٤- مقادیر خطای باقیمانده برای سرعت جوانه‌زنی در مدل پنج - پارامتری بتا
Fig. 4- Residual error for germination rate in Five Parameters Beta Model

خان و همکاران (Khan et al., 2001) با بررسی اثر رژیم‌های حرارتی مختلف بر جوانه‌زنی کوشیا دریافتند که درجه حرارت تأثیر معنی‌داری بر جوانه زنی داشت و در درجه حرارت‌های بالاتر سرعت جوانه‌زنی بیشتر بود.

تغییر در زمان رسیدن به درصد خاصی از جوانه‌زنی عامل مهمی در واکنش جوانه‌زنی بذرهای نسبت به عوامل محیطی و حتی تنش-های محیطی است. لذا به منظور شناخت کمی اثر دما بر روند جوانه-زنی، زمان رسیدن به ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی، با استفاده از درون یابی خطی بین درصد جوانه‌زنی روزانه از منحنی جوانه‌زنی تجمعی محاسبه شد (جدول ۱).

در بین سطوح مختلف دما طولانی‌ترین زمان جهت رسیدن به ۲۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی در دماهای ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و تیمارهای دمایی ۲۰و ۳۰ درجه سانتی گراد بذرهای زمان کمتری را برای ۵۰ و۲۰ درصد جوانه‌زنی نیاز داشتند. زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی روند متفاوتی را با دو زمان دیگر داشت، به طوریکه در گستره دمایی ۱۰-۵ و ۴۰-۳۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذرهای تحت هیچ شرایطی به ۸۰ درصد نرسید و به عبارت دیگر طولانی‌ترین و کمترین زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی به ترتیب در دمای ۱۵ و ۲۵درجه سانتی‌گراد مشاهده شد (جدول ۱). در حقیقت خارج از محدوده دمایی مطلوب برای جوانه‌زنی، زمان رسیدن به درصدهای مختلف جوانه‌زنی افزایش یافته است. به عنوان مثال، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد زمان رسیدن به ۸۰ درصد جوانه‌زنی تنها در حدود ۶ ساعت بیشتر از زمان رسیدن به ۲۰ درصد جوانه‌زنی بوده است، درصورتی که در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد این زمان به حدود ۶۰ ساعت افزایش یافت. در همین راستا قنبری و همکاران (Ghanbari et al., 2005) نشان دادند که در شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی در محدوده دمای بهینه نسبت به سایر تیمارهای دمایی کمتر بوده است. لذا به نظر می‌رسد که از زمان‌های رسیدن به درصد خاصی از جوانه‌زنی بتوان جهت پیشگویی واکنش نسبت به عوامل محیطی سود برد. توپ و همکاران (Tobe et al., 2000) با بررسی روی گیاه هالوفیت *Kalidium capsicum* از خانواده چغندریان نشان دادند که اگرچه در پنج درجه سانتی‌گراد هیچ بذری جوانه نزد، اما افزایش درجه حرارت سبب جوانه‌زنی بسیار سریع شد. با افزایش درجه‌حرارت تا حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و با افزایش بیشتر دما تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد اندکی افزایش یافت و در ۴۰ درجه سانتی گراد جوانه‌زنی تقریبا متوقف شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که این گیاه در محدوده دمایی وسیعی قادر به جوانه‌زنی است. افزایش دما از حد بهینه بیش از کاهش دما از این حد سبب کاهش درصد جوانه‌زنی شد. همچنین خارج از محدوده دمایی مطلوب برای جوانه‌زنی، سبب افزایش زمان رسیدن به درصدهای مختلف جوانه‌زنی بذرهای کوشیا شد. از آنجا که کوشیا تحمل بالایی نسبت به تنش خشکی و شوری دارد (Romo & Haferkamp, 1987) و نیز با توجه به قابلیت کشت آن به عنوان گیاه علوفه‌ای، تلاش‌هایی جهت اهلی‌سازی این گیاه در حال انجام است (Jami al-ahmadi et al., 2005) و لذا چنین به نظر می‌رسد که از این گیاه می‌توان به عنوان گیاهی جدید در اکوسیستم‌های تحت تنش استفاده کرد.

جدول ۱- زمان رسیدن به ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد جوانه‌زنی کوشیا (ساعت) در سطوح مختلف دما

Table 1- Time to reach 20, 50 and 80 germination percentage in kochia (hour) at different temperature levels

دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (^{0}C) / درصد جوانه‌زنی Germination (%)	5	10	15	20	25	30	35	40
20	66.3	30.9	15.1	14.1	18.4	16.6	16.2	19.7
50	109	49.6	35.8	20.1	20.7	20.6	26.2	-
80	-	-	76	31	24.2	28.6	-	-

منابع

1- Adam, N.R., Dierig, D.A., Coffelt, T.A., and Wintermeyer, M.J. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Indian Journal of Crops and Production 25: 24-33.

2- Allen, P.A. 2003. When and how many? Hydrothermal models and the prediction of seed germination. New Phytologist 158: 1-3.

3- Bannayan, M., Nadjafi, F., Rastgoo, M., and Tabrizi, L. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran. Journal Seed Technology 28: 80-86.

4- Bewley, J.D., and Black, M. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, 2nd ed. Plenum Press, New York, USA.

5- Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science 50: 248-260.

6- Copeland, L.O., and McDonald, M.B. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Publication Chapman and Hall, USA.

7- Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H., and Summerfield, R.J. 1986. The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. I. A comparison of chickpea, lentil, soybean and cowpea at constant temperatures. Journal of Experimental Botany 37: 705-715.

8- Ellis, R.H., and Butcher, P.D. 1988. The effects of priming and natural differences in quality amongst onion seed lots on the response of the rate of germination to temperature and the identification of the characteristics under genotypic control. Journal of Experimental Botany 39: 935-950.

9- Everitt, J.H., Alaniz, A., and Lee, J.B. 1983. Seed germination characteristic of *Kochia scoparia*. Journal of Range Management 36: 646-648

10- Fischer, A.J., Messersmith, C.G., Nalewaja, J.D., and Duysen, M.E. 2000. Interference between spring cereals and *Kochia scoparia* related to environment and photosynthetic pathway. Agronomy Journal 92: 137-181.

11- Ghanbari, A., Rahimian Mashhadi, H., Nassiri Mahallati, M., Kafi, M., and Rastgoo, M. 2005. Ecological aspects of *Glycyrrhiza glabra* germination response to temperature. Iranian Agronomy Research Journal 3: 263-275. (In Persian with English Summary)

12- Garacia-Huidobro, J., Monteth, J.L., and Squire, J.R. 1982. Time temperature and germination of pearl millet. Journal of Experimental Botany 33: 288-296.

13- Hardegree, S. 2006. Predicting germination response to temperature. I. Cardinal temperature models and subpopulation-specific regression. Annals Botany 97: 1115-1125.

14- Hardegree, S.P., and Winstral, A.H. 2006. Predicting germination response to temperature. II. Three dimensional regression, statistical gridding and iterative-probit optimization using measured and interpolated subpopulation data. Annals Botany 98: 403-410.

15- Jami al-ahmadi., M., Kafi, M., Koocheki, A., Nasiri, M., and Rezvani, P. 2005. Study some ecophysiological aspects kochia (*Kochia scoparia)* as a new forage in desert and saline regions. PhD Thesis Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

16- Jami Al-Ahmadi, M., and Kafi, M. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia*. Journal of Arid Environments 68: 308-314.

17- Jordan, G.L., and Haferkamp, M.R. 1989. Temperature responses and calculated heat units for germination of several range grasses and shrubs. Journal Range Management 42: 41-45.

18- Kamkar, B., Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Rezvani Moghaddam P. 2006. Cardinal temperatures for

germination in three millet species (*Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum* and *Setaria italica*). Asian Journal of Plant Sciences 5: 316-319.

19- Khan, M., Gul, A., and Weber, D.J. 2001. Influence of salinity and temperature on germination of *Kochia scoparia*. Wetlands Ecology Management 9: 483-489.

20- Kocabas, Z., Craigon, J., and Azam-Ali, S.N. 1999. The germination response of *Bambara* groundnut (*Vigna sublerrannean* (L) Verdo) to temperature. Seed Science and Technology 27: 303 -313.

21- Mwale, S.S., Azam-Ali, S.N., Clark, J., Bradley, R.G., and Chatha, M.R. 1994. Effect of temperature on the germination of sunflower (*Helianthus annus* L.). Seed Science and Technology 22: 565-571.

22- Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S., Rawat, M.S., and Joshi, G. 2003. The influences of temperatures on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus wallichiana*). Seed Science and Technology 31: 83-93.

23- Ramin, A.A. 1997. The influence of temperature on germination of taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. spp. iranicum W.). Seed Science and Technology 25: 419-426.

24- Romo, J.T., and Haferkamp, M.R. 1987. Forage *Kochia* germination response to temperature, water stress and specific ions. Agronomy Journal 79: 27-30

25- Tabrizi, L., Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M., and Rezvani, P. 2007. Germination behavior of cultivated and natural stand seeds of Khorasan thyme (*Thymus transcaspicus* Klokov) with application of regression models. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 249-257. (In Persian with English Summary)

26- Tobe, K., Li, X., and Omasa, K. 2000. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum*. Annals Botany 85: 391-396.

27- Wiese, A.M., and Binning, L.K. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. Weed Science 35: 177-179

28- Yin, X. 1996. Quantifying the effects of temperature and photoperiod on phenological development to flowering in rice. Ph.D. Thesis, Wageningen. Agricultural University. The Netherland. 173 pp.

29- Young, J.A., Evan, R.A., Steven, R., and Everet, R.L. 1981. Germination of *Kochia prostrata* seed. Agronomy Journal 73: 957-961.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۰۷-۱۹۸

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 198-207

مقایسه سودآوری کشت محصولات ارگانیک و متعارف (مطالعه موردی پنبه در استان خراسان رضوی)

ابوالفضل قدیری مقدم[۱] و امین نعمتی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

با توجه به تقاضای روزافزون نسبت به محصولات کشاورزی ارگانیک، آگاهی از هزینه‌ها و سودآوری تولید محصولات ارگانیک می‌تواند کمک فراوانی به برنامه‌ریزان بخش کشاورزی و به ویژه کشاورزان جهت تصمیم‌گیری به تولید آن نماید. در این مطالعه تلاش شد تا با استفاده از داده‌های مقطعی حاصل از ۲۵۳ پنبه‌کار استان خراسان رضوی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸، هزینه و سودآوری محصول پنبه در دو حالت متعارف و ارگانیک مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کودهای آلی در سال‌های مختلف، کشش کود حیوانی افزایش و در نتیجه آن تولید پنبه ارگانیک نیز افزایش می‌یابد. همچنین سودآوری محصول پنبه ارگانیک پس از شش سال بیش از محصول متعارف می‌شود و نیز سودآوری پنبه ارگانیک در دوره گذار با نرخ فزونی قیمتی (γ=۰/۱۵) پس از دوره گذار ۱/۶۶ برابر سودآوری پنبه متعارف خواهد شد. با توجه به یافته‌ها، حمایت از کشاورزان در سال‌های اولیه کشت ارگانیک (دوره گذار) چه به صورت انگیزه مالی و چه به صورت ارائه خدمات ترویجی در جهت ترغیب و تشویق آنان به افزایش تولید محصولات ارگانیک و تعیین قیمت خرید تضمینی پنبه ارگانیک از سوی دولت به عنوان پیشنهاد ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: پنبه ارگانیگ، پنبه رایج، دوره گذار

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه به ویژه ایران، پایین بودن کیفیت از نظر طول مدت انبارداری و پایین بودن ارزش غذایی آنها به علت کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی است. در ایران میزان این مواد در درون محصولات کشاورزی غیراصولی و غیرعلمی می‌باشد (Motesharezadeh & Malakuti, 2001). آمار رسمی فائو نشان می‌دهد که میزان مصرف سموم حشره‌کش مورد استفاده در بخش کشاورزی ایران از ۱۵۸۴ هزارتن در سال ۱۹۹۰ به ۷۱۲۰ هزارتن در سال ۲۰۰۷ رسیده است، به طوری که در طی این دوره نرخ رشد میزان مصرف حشره‌کش ۳۴۹/۵ درصد بوده است (FAO, 2010)T در حالی که در کشورهای پیشرفته، میزان مواد شیمیایی در محصولات غذایی بسیار پایین و در بسیاری از موارد تمایل به تولید مواد غذایی بدون استفاده از نهاده‌های شیمیایی رو به افزایش است. توصیه‌های متخصصان سلامت غذایی و هشدارهای کارشناسان محیطزیست در رابطه با خطرات فراوان باقیمانده‌ی غیرمجاز کود و سموم شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی غیرارگانیک و انتقال آن در طی فرایند مصرف به بدن انسان و آلودگی‌های خطرناک طبیعت از جمله آلوده‌کردن آب‌های زیرزمینی و هوا به خوبی نشان می‌دهد که کشاورزی ارگانیک باید به عنوان یکی از اولویت‌ها در بخش کشاورزی، بیش از پیش مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. در این راستا، کشاورزی ارگانیک به عنوان یکی از مهمترین سیستم‌های کشاورزی جایگزین، برای تولید مواد غذایی سالم، بدون هرگونه مواد شیمیایی و با کیفیت بالا مورد توجه قرار گرفته است (Sharma, 2005).

کشاورزی ارگانیک (زیستی) شاخه‌ای از کشاورزی پایدار است که در آن هیچ‌گونه مواد شیمیایی مصنوعی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و تمام مراحل تولید، فرآوری و بازاریابی این نوع محصولات دارای استانداردهای خاصی است. در کشاورزی ارگانیک تأکید بیشتری بر استفاده از نهاده‌های درون مزرعه‌ای و طبیعی همانند کود سبز، کود

۱و ۲- به ترتیب استادیار گروه حسابداری دانشکده علوم اداری و اقتصاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: amin_nemati63@yahoo.com

دامی، بقایای گیاهی، تناوب زراعی، کشت مخلوط و غیره می‌شود و محصول سالم با کیفیت مطلوب و طبیعی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد (Koocheki et al., 2006). نیاز رو به گسترش برای محصولات ارگانیک، توسعه تجارت بین‌المللی این فرآورده‌ها را در پی دارد، به نحوی که کشورهایی که از جهاتی فاقد تقاضای داخلی برای محصولات ارگانیک اما به لحاظ اقلیمی در وضعیت مناسب هستند، به منظور ایجاد و تأمین بازارهای صادراتی به تولید آن اقدام می‌کنند (Clark et al., 1999)، اما با این وجود، مطالعات انجام شده در ارتباط با تغییر عملکرد در فرایند تبدیل از کشاورزی رایج به کشاورزی ارگانیک نشان می‌دهد که میزان کاهش عملکرد محصولات در فرایند گذار به کشاورزی ارگانیک، به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل و نگرانی کشاورزانی است که در مرحله تصمیم برای پذیرش کشاورزی ارگانیک می‌باشند (Ghorbani et al., 2009). اگرچه نمی‌توان با قاطعیت در مورد تغییرات عملکرد با توجه به نتایج ضد و نقیض آزمایش‌ها و مطالعات پژوهشی مختلف گزارش شده در این خصوص نظر داد (Mahmoudi et al., 2008).

مطالعات مختلف همچنین نشان می‌دهد که پس از یک میزان کاهش اولیه محصول، عملکرد محصولات ارگانیک می‌تواند با افزایش قابل ملاحظه‌ای به سطح یکسان با محصول متعارف می‌رسد (Eyhom et al., 2007; Pawar, 2007). مطالعات دیگر نشان دادند که عملکرد محصول ارگانیک حتی ۲۱ درصد بالاتر از محصول متعارف خواهد شد (Blaise, 2006). از سوی دیگر مزارع ارگانیک به میزان ۴۰ تا ۶۵ درصد کمتر از نیروی کار ساعتی برای مدیریت آفات و عملیات کودپاشی استفاده می‌کنند (Eyhorn et al., 2007; Allwood et al., 2006). همچنین مطالعات نشان می‌دهد که هزینه‌های متغیر تولید برآورده شده در تولید پنبه ارگانیک ۲۰-۱۳ درصد کمتر از تولید پنبه متعارف بوده، و در مجموع مزارع پنبه ارگانیک معمولاً به میزان ۲۰-۱۰ درصد درآمدی بالاتر از پنبه متعارف را دارا خواهند بود (Riple & Singh, 2010). بنابراین در مجموع، با توجه به نتایج مثبت ابعاد زیست‌محیطی و اقتصادی تولید پنبه ارگانیک در مطالعات مختلف اشاره شده، ارائه برنامه‌ریزی راهبردی اصولی که بتواند وضعیت تولید محصولات ارگانیک در دوره گذار را مورد بررسی قرار دهد، بسیار مهم و ضروری خواهد بود.

پنبه و صنایع نساجی محور اقتصادی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته محسوب می‌شود. پنبه در بیش از ۱۰۰ کشور جهان و در ۳۳ میلیون هکتار کشت می‌شود، که ۵/۲ درصد ارضی قابل کشت جهان را تشکیل می‌دهد. در واقع بیشترین سطح کشت پس از غلات و سویا در جهان به پنبه تعلق دارد. بر اساس آمار موجود، سهم پنبه از میزان فروش سموم به کشاورزان پنبه‌کار در جهان از ۱۱ درصد در سال ۱۹۸۸ به ۲/۶ درصد در سال ۲۰۰۹ رسیده است که نشان دهنده کاهش قابل ملاحظه میزان سموم مصرفی در تولید پنبه در سال‌های اخیر می‌باشد. پنبه ارگانیک یکی از ضرورت‌های مهم تولیدی است که در حال حاضر اکثر کشورهای بزرگ تولیدکننده پنبه در جهان از قبیل آمریکا، چین، هند و پاکستان به آن اهمیت و توجه ویژه‌ای دارند. اگرچه در حال حاضر تولید جهانی پنبه ارگانیک به دلیل وضعیت بحرانی اقتصاد جهانی از سرعت زیاد برخوردار نیست، ولی همچنان به رشد خود ادامه می‌دهد.

آمار و اطلاعات موجود نشان می‌دهد که میزان تولید پنبه ارگانیک در سراسر جهان از ۷۴۸۲ تن در سال زراعی ۹۶-۱۹۹۵ به ۱۸۰۰۰۰ تن در سال زراعی ۹-۲۰۰۸ با نرخ رشدی معادل ۲۳۰۵/۷۷ درصد در طول کل دوره مورد بررسی افزایش یافته است (Ferringo, USDA, 2009; 2006). همچنین اطلاعات برآورد جهانی میزان خرده‌فروشی پنبه ارگانیک نشان می‌دهد که مقدار آن از ۲۴۵ میلیون دلار در سال ۲۰۰۱ به ۲۶۱۸ میلیون دلار در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است (Klein, 2006). اهمیت تولید پنبه ارگانیک و لزوم توجه آن به حدی است که در شصت و هشتمین نشست سالیانه کمیته مشورتی بین‌المللی پنبه (ICAC)[1] که در هفتم سپتامبر سال ۲۰۰۹ میلادی در آفریقای جنوبی با محوریت "نقش پنبه در توسعه اقتصادی و تأمین امنیت غذایی در دوران بحران اقتصاد جهانی" برگزار گردید یکی از محورهای اساسی آن بحث پیرامون مسائل پیش‌روی سیاستگزاران و بازرگانان پنبه در موقعیت کنونی جهان و سهم پنبه ارگانیک در تأمین امنیت غذایی بوده است (Report of Country Cotton Cooperative Union, 2010).

در ایران نیز پنبه با ۲۳/۶۹ درصد سهم در سطح برداشت پس از محصول کلزا رتبه دوم در بین محصولات صنعتی را به خود اختصاص داده است (Statistical Yearbook of Khorasan Razavi Province, 2008) و با سطح زیرکشت ۱۲۴۴۳۲ هکتار، نهمین محصول زراعی آبی کشور در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ بوده و پیش از انقلاب اسلامی نیز از اقلام مهم صادراتی به شمار آمده و بیشترین درآمد ارزی را پی از نفت به همراه داشته است (Elyasi Bakhtiari, Nehzati, 1999; 1993).

استان خراسان رضوی با سطح زیرکشت ۴۷۱۶۲ هکتار پنبه و با ۳۷/۹ درصد سهم در برداشت در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ به عنوان عمده‌ترین مناطق تولید این محصول (رتبه اول) در کشور به شمار می‌آید (Statistical Yearbook of Khorasan Razavi Province, 2007). به دلیل سازگاری و مساعد بودن اقلیم این استان در تولید محصول صنعتی پنبه، این محصول رتبه چهارم در سطح زیرکشت را پس از محصولات گندم، جو و چغندرقند در استان به خود اختصاص داده است.

مطالعات مختلفی از جمله برمفیلد و همکاران (Brumfield et

1- International Cotton Advisory Committee (ICAC)

al., 2000)، گاندوماس (Gundogmus, 2006) و جانسی و فرناندز-کرنجو (Janse & Fernandez-Cornejo, 2001) نشان دادند که میزان تولید محصولات مورد مطالعه در کشت ارگانیک نسبت به کشت متعارف کاهش می‌یابد. همچنین کشت این محصولات به صورت ارگانیک هزینه تولید را افزایش می‌دهد. لذا قیمت این محصولات بین ۵ تا ۱۶ درصد بیشتر از محصولات معمولی می‌باشد. شادبولت و همکاران (Shadbolt et al., 2004) در مطالعه خود بر روی محصولات لبنی ارگانیک نشان دادند که هزینه تولید این محصولات در مقایسه با محصولات متعارف بین ۲۲ تا ۳۷ درصد افزایش می‌یابد. به همین دلیل قیمت این محصولات نیز ۱۵ تا ۲۲ درصد بیش از محصولات متعارف خواهد بود. زوواکاس و همکاران (Tzouvelekas et al., 2001) نشان دادند میزان تولید روغن زیتون ارگانیک ۲۹ درصد کمتر از روغن زیتون معمولی می‌باشد، لذا قیمت آن ۲۰ درصد بیشتر از روغن معمولی خواهد بود. کشت زیتون ارگانیک در مقایسه با کشت رایج هزینه تولید را ۱۱ درصد و درآمد مزرعه را ۴/۶ درصد کاهش می‌دهد. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2008) نشان دادند که میزان محصول پنبه ارگانیک در حدود ۳۲ درصد کمتر از محصول غیر ارگانیک خواهد بود. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2011) در مطالعه‌ای دیگر نیز نشان دادند که در قیمت‌های بالاتر از ۱۲/۵ درصد و هزینه نیروی‌کار کمتر از ۱۵ درصد سودآوری گندم به حالت قبل از تبدیل بر می‌گردد و سودآوری تضمین می‌شود.

اگرچه در طول سال‌های اخیر به کشاورزی ارگانیک توجه زیادی شده است، اما با وجود اقدام صحیح و مناسب دولت در جهت حذف یارانه‌های سموم شیمیای با هدف حرکت به سمت کشاورزی پایدار، آمار رسمی ارائه شده نشان می‌دهد که تنها ۵ درصد از کشاورزان در کشور اقدام به کشت محصولات ارگانیک می‌نمایند، که این رقم بسیار ناامیدکننده می‌باشد (Malek Saeidi et al., 2009). از سوی دیگر از بعد عملیاتی نیز، اطلاعات ناچیزی در زمینه هزینه‌ها و مخاطرات احتمالی تبدیل کشاورزی متعارف به کشاورزی ارگانیک در اختیار است و در این زمینه مطالعات اندکی در داخل کشور صورت گرفته است.

بنابراین با توجه به سیاست‌ها و راهبردهای کنونی دولت در جهت افزایش آگاهی بخشی کشاورزان نسبت به تولید محصولات ارگانیک و در نتیجه آن تقاضای روزافزون برای مصرف محصولات ارگانیک، آگاهی از روند هزینه‌ها و سودآوری کشت این روش تولیدی می‌تواند کمک فراوانی در بلندمدت به گسترش نظام کشاورزی پایدار در کشور نماید. از این رو با توجه به اهمیت و جایگاه مطرح شده محصول صنعتی پنبه در استان خراسان رضوی، لازم است با برآورد هزینه‌ها و درآمد حاصل از تبدیل کشاورزی متعارف به کشاورزی ارگانیک در سطح محصول و نیز پیش‌بینی آن در دوره گذار، تصویری از آینده درآمدی تولید این محصول را به برنامه‌ریزان، سیاستگذاران و به ویژه کشاورزان به منظور اتخاذ سیاست‌ها و راهبردهای کوتاه‌مدت و بلندمدت حمایتی و تشویقی ویژه، در زمینه گسترش و تولید هر چه بیشتر این نوع محصول کشاورزی در استان ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

داده‌ها- جامعه آماری این مطالعه، کلیه پنبه‌کاران استان خراسان‌رضوی می‌باشند، با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و بهره‌گیری از رابطه کوکران (Cochran, 1976)، حجم نمونه کل در این مطالعه ۲۵۳ تعیین شد. بنابراین ۲۵۳ نفر از پنبه‌کاران استان خراسان رضوی از بین کشاورزان شهرستان‌های سبزوار، نیشابور، رشتخوار، سرخس و بردسکن به طور تصادفی انتخاب شده و اطلاعات مورد نیاز به صورت مقطع زمانی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ جمع‌آوری شد. معیار انتخاب این پنج شهرستان سهم بالای سطح زیرکشت و تولید پنبه در استان بوده است. نکته حائز اهمیت این مطلب است که در این مطالعه تعداد ۲۵۳ نفر از کشاورزان نمونه به طور مساوی از پنج شهر مذکور انتخاب نشده‌اند، بلکه به تناسب میزان سطح زیرکشت و تولید پنبه، تعداد نمونه‌ها در پنج شهرستان متفاوت بوده است. به عنوان مثال، چون شهرستان سبزوار با سطح زیرکشت ۱۰۲۵۹ هکتار، از بیشترین سطح زیرکشت پنبه در استان برخوردار بوده، بنابراین بیشترین تعداد نمونه‌ها (۴۵ نمونه) مربوط به این شهرستان بوده است. تعداد نمونه‌های انتخاب شده در سایر شهرستان‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

الگوی تجربی- در این مطالعه از الگوی تدوین شده توسط مطالعه قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2008) استفاده و پس از آن برای برآورد هزینه و سودآوری پنبه ارگانیک مورد استفاده قرار گرفت. برای دستیابی به هدف مطالعه یعنی برآورد هزینه و سودآوری کشت پنبه ارگانیک در دوره گذار و پس از آن با استفاده از الگوی تدوین شده، سهم نهاده کودها و سموم شیمیایی مصرفی در تولید پنبه معمولی از فرایند تولید خارج شد تا محصول پنبه ارگانیک حاصل شود، زیرا بر اساس تعریف، کشاورزی ارگانیک، یک نظام تولیدی است که از مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد و افزودنی‌های خوراک دام، اجتناب می‌ورزد (Koocheki, 2004). با فرض کاهش n درصدی عملکرد پنبه ارگانیک و آگاهی از عملکرد پنبه معمولی، میزان تولید پنبه ارگانیک به صورت زیر برآورد شد (Ghorbani et al., 2008):

جدول ۱- تخصیص کل نمونه‌ها در هر شهرستان استان خراسان رضوی

Table 1- Allocation of total sample in each city of Khorasan Razavi province

نام شهرستان City	سطح زیرکشت پنبه (هکتار) Cotton acreage (ha)	سهم از کل (درصد) Share of total (percent)	تعداد نمونه‌ها Total samples
سبزوار Sabzevar	10259	32.4	82
نیشابور Neyshabour	7400	23.3	59
رشتخوار Roshtkhar	7120	22.4	56
سرخس Sarakhs	3950	12.5	32
بردسکن Bardeskan	2980	9.4	24
کل Total	31709	100	253

منبع: سالنامه آماری خراسان رضوی، ۱۳۸۷

Source: Statistical Yearbook of Khorasan Razavi province in 2008.

معادله (۱) $$Y_{OP} = Y_{CP} - 0.342 \times Y_{CP}$$

که در این معادله، Y_{OP}: نشان‌دهنده میزان عملکرد پنبه ارگانیک در هر هکتار و Y_{CP}: بیانگر میزان عملکرد پنبه رایج (غیرارگانیک) در هر هکتار می‌باشد. کاهش ۳۴/۲ درصدی عملکرد پنبه ارگانیک، در دوره گذار بسته به میزان استفاده از نهاده‌های جایگزین کودها و سموم شیمیایی جبران خواهد شد، به نحوی که پس از دوره گذار میزان محصول ارگانیک تولیدی در واحد سطح می‌تواند بر محصول متعارف فزونی یابد. به منظور برآورد هزینه و سودآوری محصول پنبه ارگانیک در سال پایه، دوره گذار و پس از آن از الگوی مطالعه قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2010) استفاده شده است. با فرض عدم استفاده از نهاده‌های کود و سموم شیمیایی (q_{FE}, q_{PO})، سودآوری مجازی محصول ارگانیک در سال پایه (π_{OP}) که میزان عملکرد آن با استفاده از معادله (۱) معادل Y_{OP} کیلوگرم در هکتار برآورد شده است به صورت زیر خواهد بود:

معادله (۲) $$\pi_{OP} = Y_{OP} \times P_{OP} - (TVC_{CP} - TVC_{FE} - TVC_{PO})$$

معادله (۳) $$\pi_{OP} = Y_{OP} \times P_{OP} - TVC_{OP}$$

که در آن (P_{OP})[1] نشان‌دهنده قیمت محصول پنبه ارگانیک و (TVC_{CP}، TVC_{FE} و TVC_{PO}) به ترتیب هزینه‌های متغیر تولید پنبه رایج (غیرارگانیک)، کودها و سموم شیمیایی می‌باشد. رابطه بین قیمت محصول ارگانیک (زیستی) و قیمت محصول متعارف (P_{CP})[2] به صورت زیر خواهد بود:

معادله (۴) $$P_{OP} = (1+\gamma) \times P_{CP}$$

که در این معادله، γ: نرخ (درصد) فزونی قیمت محصول ارگانیک نسبت به محصول متعارف می‌باشد که با استفاده از ترجیحات مصرف‌کنندگان به دست می‌آید. در واقع با استفاده از مطالعات میدانی و بررسی تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان بالقوه و بالفعل و نیز بررسی هزینه‌های تولید محصولات زیستی می‌توان γ را به دست آورد. که در این مطالعه، پنج سناریوی مختلف برای ضریب (γ) در نظر گرفته شد که مقادیر آن بین صفر تا ۰/۱۵ می‌باشد. به عنوان مثال، (γ=۰) بیانگر برابری قیمت محصول زیستی و متعارف خواهد بود که عمدتاً به دلیل کاهش تولید محصول زیستی نسبت به محصول متعارف کمتر اتفاق می‌افتد (Ghorbani et al., 2011).

افزایش عملکرد محصول ارگانیک در دوره گذار مستلزم استفاده بیشتر از کود حیوانی می‌باشد که به صورت افزایش میزان کشش کود حیوانی به اندازه مقدار ثابت k_1 در هر سال از رابطه $\frac{\alpha \times k_1 \times tc_{an}}{e_{an}}$ که در آن α با توجه به سال‌های دوره گذار و پس از آن اعداد ۱ تا n را به خود اختصاص می‌دهد (Ghorbani et al., 2010).

محاسبه سودآوری پنبه ارگانیک در دوره گذار به صورت زیر می‌باشد:

معادله (۵) $$\pi_{OP_t} = Y_{OP_t} \times P_{OP} - TVC_{OP} + TVC_{an_t}$$

که در این معادله، t: نشان دهنده سال‌های دوره گذار می‌باشد. π_{op_t}: سودآوری مجازی محصول زیستی در سال t، P_{OP}: قیمت محصول زیستی، TVC_{OP}: هزینه‌های متغیر تولید محصول زیستی در سال پایه و TVC_{an_t}: هزینه کود حیوانی در سال t می‌باشد.

به منظور قابل مقایسه بودن هزینه‌ها و سودآوری محصول پنبه

1- Organic Price
2- Conventional Price

ارگانیک با تولید پنبه در شرایط کنونی فرضیاتی از قبیل ثبات قیمت نهاده‌ها و ستاده (پنبه) در طول گذار، ثبات تکنولوژی، عدم تغییر دیدگاه کشاورزان در مصرف نهاده‌ها، مبارزه بیولوژیکی و مکانیکی با آفات و بیماری‌ها و افزایش یکنواخت محصول در دوره گذار در نظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به هزینه‌های متغیر تولید یک هکتار پنبه متعارف در استان خراسان رضوی، میانگین قیمت و عملکرد پنبه متعارف در استان در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ از سازمان جهاد کشاورزی گرفته شده است. هزینه‌های متغیر تولید یک هکتار پنبه ارگانیک نیز در شرایط مشابه و با در نظر گرفتن فرض مربوطه در این مطالعه، از طریق پرسشنامه و از نمونه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید.

جدول ۲- عملکرد اقتصادی محصول پنبه متعارف و ارگانیک در هکتار در سال پایه (ارقام: ریال)

Table 2- Performance economic of conventional and organic cotton products in the base acres (Currency: Rial)

متغیر Variable	پنبه ارگانیک Organic cotton	پنبه معمولی (متعارف) Conventional cotton
میزان عملکرد محصول (کیلوگرم بر هکتار) Product yield ($kg.ha^{-1}$)	1468.1	2231.1
هزینه‌های متغیر **Variable costs**		
بذر Seed	2283867.5	2283867.5
کودهای شیمیایی: **Chemical fertilizers:**	0	560253.9
کود نیتروژنه Nitrogen fertilizer	0	294132.5
کود فسفاته Phosphate fertilizer	0	209185.4
پتاسه Potash	0	45904.8
سایر کودهای شیمیایی Other chemical fertilizers	0	11031.2
کود حیوانی Animal manure	150000	150000
سموم شیمیایی: Chemical pesticides:	0	606447.8
حشره‌کش Insecticide	0	443796.3
علف‌کش Herbicide	0	96666.7
قارچ‌کش Fungicide	0	52903.2
سایر سموم شیمیایی Other chemical pesticides	0	13081.6
هزینه نیروی‌کار خانوادگی **Family labor cost**	21930	21930
هزینه نیروی‌کار روزمزد **Wage labor cost**	3637655.5	3637655.5
هزینه آبیاری **Irrigation costs**	57550	57550
هزینه ماشین‌آلات **Machinery cost**	757395.1	757395.1
کل هزینه‌های متغیر **Total variable cost**	6908398.1	8075099.8
سود ناخالص **Gross profit**	-1517214.3	117945.6

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Computing research

نتایج و بحث

جدول ۲ میزان عملکرد و هزینه‌های متغیر در هکتار پنبه متعارف و ارگانیک را نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات این جدول، اولاً عملکرد پنبه ارگانیک در سال پایه به میزان ۳۴/۲ درصد کمتر از پنبه معمولی می‌باشد، ثانیاً هزینه‌های متغیر کشت پنبه ارگانیک به علت حذف نهاده‌های کودها و سموم شیمیایی از قبیل کود ازته، کود فسفاته، پتاس، حشره‌کش، علف‌کش، قارچ‌کش و سایر کودها و سموم شیمیایی نسبت به پنبه معمولی کمتر می‌باشد، اما با این وجود، سودآوری پنبه متعارف، به دلیل دارا بودن عملکرد بالاتر نسبت به پنبه ارگانیک بیشتر است. نهاده ماشین‌آلات نیز به عنوان یکی از عوامل موثر در تولید به صورت کل ساعات کارکرد در مزرعه در نظر گرفته شده است. این مقدار در برگیرنده ساعات کارکرد ماشین‌آلات به منظور شخم، آماده‌سازی، بذر و کودپاشی، همچنین مراحل داشت (سله‌شکنی و وجین) و موارد برداشت ماشینی بوده است. نتایج جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که درآمد کل حاصل از تولید پنبه ارگانیک در سال پایه، کل هزینه‌های متغیر تولید را تحت پوشش قرار نداده، از این رو سود ناخالص تولید پنبه ارگانیک در سال پایه منفی (۱۵۱۷۲۱۴/۳-) شده است. در حالی که سودآوری ناخالص تولید پنبه متعارف در سال پایه مثبت شده است.

با توجه به متفاوت بودن هزینه‌های تولید پنبه ارگانیک و متعارف، سهم هزینه‌های هر یک از عوامل تولید از محل کل هزینه‌ها به دست آورده شده است. اطلاعات جدول ۳ مقایسه متوسط سهم هر یک از عوامل تولید از کل هزینه‌های متغیر را در دو محصول پنبه ارگانیک و متعارف نشان می‌دهد. بر اساس اطلاعات جدول، از آنجا که در فرایند تولید پنبه ارگانیک، از نهاده‌های کود و سموم شیمیایی استفاده نمی‌شود، لذا سهم هر یک از کودها و سموم شیمیایی در هزینه‌های متغیر تولید پنبه ارگانیک صفر می‌باشد، در حالی که در تولید پنبه متعارف کودهای شیمیایی ۶/۹۴ درصد و سموم شیمیایی ۷/۵۱ درصد از کل هزینه‌های متغیر تولید را به خود اختصاص داده‌اند. که در مجموع ۱۴/۴۵ درصد از کل هزینه‌های متغیر در تولید پنبه متعارف مربوط به سموم و کودهای شیمیایی می‌باشد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، سهم نیروی کار روزمزد بالاترین درصد را در تولید پنبه ارگانیک (۵۲/۷ درصد) و متعارف (۴۵/۰۳ درصد) به خود اختصاص داده است و از این رو فن‌آوری کاربر در تولید پنبه ارگانیک و متعارف حاکم می‌باشد. همچنین هزینه نهاده نیروی کار خانوادگی با سهم (۰/۳۱ درصد) و هزینه مربوط به نهاده سایر کودها و سموم شیمیایی مصرفی کمترین سهم را به ترتیب در تولید پنبه ارگانیک و پنبه متعارف در سال پایه دارد.

نتایج برآورد سودآوری مجازی پنبه ارگانیک در سال پایه بر اساس سناریوهای پنج‌گانه نرخ فزونی قیمت پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف در جدول ۴ نشان داده شده است. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که با افزایش نرخ فزونی قیمت پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف (γ)، قیمت و در نتیجه سود ناخالص پنبه ارگانیک افزایش می‌یابد. به طوری که با در نظر گرفتن فرضیات مورد نظر در این مطالعه، سودآوری مجازی (سود ناخالص) پنبه ارگانیک به ازای نرخ (γ=۰) در سال پایه از عدد (۱۵۱۷۲۱۴/۳- ریال) به عدد (۷۰۸۶۱۱/۸- ریال) به ازای نرخ فزونی قیمت (γ=۰/۱۵) رسیده است.

در مجموع نتایج این جدول نشان می‌دهد که در پنج سناریوی مورد بررسی در سال پایه اگرچه سود ناخالص حاصل از تولید پنبه ارگانیک با افزایش ضریب (γ) روندی افزایش داشت، اما همچنان سود ناخالص محصول پنبه ارگانیک در سال پایه همچنان منفی بوده است. این برآورد در واقع مؤید نتایج مطالعات برمفیلد و همکاران (Brumfield et al., 2000)، گاندوماس (Gundogmus, 2006) و جانسی و فرناندز-کرنجو (Janse & Fernandez-Cornejo, 2001) که همگی این مطالعات بر کاهش میزان عملکرد پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف در سال‌های اولیه اتفاق نظر داشته‌اند، می‌باشد.

یکی از نهاده‌های موثر بر به منظور جبران کاهش عملکرد پنبه ارگانیک در دوره گذار، افزایش میزان مصرف نهاده‌های جایگزین کودها و سموم شیمیایی از جمله کودهای بیولوژیک (شامل کود حیوانی، کمپوست، کود سبز و سایر کودهای آلی) می‌باشد. به منظور برآورد تأثیر کودهای آلی در تولید پنبه ارگانیک، کشش کود حیوانی در یک دوره شش ساله محاسبه گردید. در سال پایه میزان استفاده از کود حیوانی در تولید پنبه ارگانیک و متعارف یکسان در نظر گرفته شد، اما بعد از سال پایه، میزان مصرف کودهای آلی بصورت روندی افزایشی در تولید پنبه ارگانیک در نظر گرفته شد.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که با افزایش مصرف کودهای آلی در سال‌های مختلف، کشش کود حیوانی افزایش و در نتیجه آن تولید پنبه ارگانیک نیز افزایش می‌یابد. هزینه کود آلی، میزان عملکرد پنبه ارگانیک در سال‌های مختلف دوره گذار و کشش کود حیوانی در جدول ۵ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد کشش کود حیوانی از مقدار ۰/۰۵۲ در سال پایه به ۰/۱۷ در سال ششم رسید و در نتیجه آن میزان عملکرد پنبه ارگانیک نیز از ۱۴۶۸/۱ کیلوگرم در هکتار به ۱۷۸۱ کیلوگرم در هکتار با نرخ ۲۱/۳ درصد افزایش یافته است.

جدول ۳- متوسط سهم هر یک از عوامل تولید از کل هزینه‌های متغیر در محصول پنبه ارگانیک و متعارف (درصد)

Table 3- The average share of each factor of the total production costs in the product variable organic and conventional cotton (percent)

متغیر Variable	پنبه ارگانیک Organic cotton	پنبه غیرارگانیک Conventional cotton
بذر Seed	33.06	28.3
کودهای شیمیایی: **Chemical fertilizers:**	0	6.94
ازته Nitrogen	0	3.64
فسفاته Phosphate	0	2.59
پتاسه Potash	0	0.57
سایر کودهای شیمیایی Other chemical Fertilizers	0	0.14
کود حیوانی Animal manure	2.17	1.86
سموم شیمیایی: **Chemical pesticides:**	0	7.51
حشره‌کش Insecticide	0	5.5
علف‌کش Herbicide	0	1.2
قارچ‌کش Fungicide	0	0.65
سایر سموم شیمیایی Other chemical Pesticides	0	0.16
هزینه نیروی‌کار خانوادگی **Family labor cost**	0.31	0.27
هزینه نیروی‌کار روزمزد **Wage labor cost**	52.7	45.03
هزینه آبیاری **Irrigation costs**	0.86	0.71
هزینه ماشین‌آلات **Machinery cost**	10.9	9.38
کل **Total**	**100**	**100**

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Finding research

جدول ٤- نتایج برآورد سودآوری مجازی ناخالص پنبه ارگانیک در سال پایه بر اساس سناریوهای قیمتی (ارقام: ریال)

Table 4- Estimation results of organic cotton in gross virtual profitability based on price scenarios (Currency: Rial)

γ	قیمت محصول متعارف Conventional crop price (p_{cp})	قیمت محصول ارگانیک Organic crop price (p_{op})	سودآوری مجازی محصول ارگانیک Organic crop virtual profitability (π_{op})
0	3672.2	3672.2	-1517214.3
5	3672.2	3855.8	-1248725.8
7.5	3672.2	3947.6	-1112926.5
10	3672.2	4039.4	-978155
15	3672.2	4223.0	-708611.8

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Computing Research

جدول ۵- نتایج برآورد سهم کود حیوانی در هزینه پنبه ارگانیک در دوره گذار

Table 5- Results of estimated share of animal fertilizer in organic cotton costs in the transition period

سال Year	هزینه کود حیوانی (ریال در هکتار) Animal fertilizer cost (Rial.ha^{-1})	میزان عملکرد پنبه (کیلوگرم) Cotton yield (kg)	کشش کود حیوانی Animal fertilizer elasticity
Base	150000	1468.1	0.052
1	201923.1	1616.0	0.07
2	259615.3	1648.0	0.09
3	317307.7	1680.0	0.11
4	375000	1712.0	0.13
5	432692.3	1747.0	0.15
6	490384.6	1781.0	0.17

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Computing Research

جدول ٦- نتایج برآورد سودآوری پنبه ارگانیک در دوره گذار مربوط به سناریوهای پنج گانه

Table 6- Organic cotton profitability estimation results in the transition period related to the five scenarios

سال Year	سود ناخالص (ریال) Gross profit (Rial)				
	Scenario 1 (γ=۰)	Scenario 2 (γ=۰/۰۵)	Scenario 3 (γ =۰/۰۷۵)	Scenario 4 (γ =۰/۱)	Scenario 5 (γ=۰/۱۵)
1	-1286078.9	-989364.7	-870679.1	-692650.6	-395936.5
2	-11108760	-808286.4	-687250.5	-505696.8	-203107.1
3	-935673.2	-627208	-503821.9	-318742.9	-10277.7
4	-760470.3	-446129.6	-320393.4	-131789	182551.7
5	-574250.8	-253483.8	-125177	67283.2	388050.3
6	-391703.6	-64693.8	66110.1	262316	589325.7

منبع: محاسبات تحقیق

Source: Computing Research.

اطلاعات جدول برآورد سودآوری پنبه ارگانیک در طول دوره گذار را در هر یک از سناریوهای ۵ گانه نشان می‌دهد. نتایج نشان می دهد که سود ناخالص مجازی تولید پنبه ارگانیک در سال اول تا سوم از سناریوی یک تا سناریوی پنج منفی می‌باشد که این نتیجه نشان می-دهد در طول این دوره سه ساله همچنان به دلیل عملکرد نسبتاً پایین پنبه ارگانیک سود ناخالص منفی شده است. در سال چهارم دوره گذار، سود ناخالص پنبه ارگانیک فقط در سناریوی پنج یعنی در حالتی که نرخ فزونی قیمت پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف برابر ۰/۱۵=γ می‌باشد مقدار مثبت می‌باشد.

نتایج برآورد سودآوری پنبه ارگانیک دردوره گذار مربوط به سناریوی ۳ (۰/۰۷۵ =γ) در جدول نشان می‌دهد که در صورتی که نرخ فزونی قیمت پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف ۷/۵ درصد باشد سودآوری کشت پنبه ارگانیک افزایش می‌یابد، اما پس از دوره گذار به میزان ۷۰/۱۵ درصد کمتر از پنبه معمولی می‌باشد. همچنین در سناریوی چهار نتایج نشان‌دهنده آن است که با افزایش قیمت پنبه ارگانیک به ۴۰۳/۹۴ تومان، سودآوری آن پس از دوره گذار به میزان ۱۸/۴۰ درصد بیشتر از پنبه رایج می‌باشد. نتایج برآورد سودآوری پنبه ارگانیک در دوره گذار در حالتی ۰/۱۵=γ که قیمت آن ۱۵ درصد بیش از پنبه معمولی می‌باشد نشان می‌دهد که سودآوری پنبه ارگانیک پس از دوره انتقال ۱/۶۶ برابر سودآوری پنبه متعارف خواهد شد.

پیشنهادات

با توجه به یافته‌های مطالعه و با در نظر گرفتن فرضیات اشاره شده، به نظر می‌رسد که سودآوری محصول پنبه ارگانیک پس از شش سال بیش از محصول متعارف می‌شود. با توجه به این الگو پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

با توجه به نتایج مربوط به مطالعات متعدد در خصوص کاهش میزان تولید پنبه ارگانیک نسبت به پنبه متعارف در سال‌های اولیه دوره گذار، به منظور ترغیب و تشویق کشاورزان به تولید پنبه ارگانیک، حمایت از کشاورزان در سال‌های اولیه کشت ارگانیک (دوره انتقال)، چه به صورت انگیزه‌های مالی و چه به صورت ارائه خدمات ترویجی و غیره در افزایش تولید محصول پنبه ارگانیک مؤثر خواهد بود. بنابراین توصیه می‌شودکه در دوران انتقال، برنامه‌ریزی لازم برای حمایت مالی، ترویجی و تأمین نهاده‌های غیرشیمیایی صورت گیرد تا

ضمن کاهش مشکلات زیست محیطی، تخریب منابع طبیعی و غیره ناشی از مصرف بالای سموم شیمیایی در تولید پنبه متعارف، کاهش تولید مجدداً جبران گردد.

عمدتاً بسیاری از کشاورزان به پنبه ارگانیک به عنوان یک ابزار کاهش ریسک می‌نگرند، ولی اهمیت تولید پنبه ارگانیک استفاده از نهاده‌های کمتر به منظور برقراری تعادل و موازنه با میزان هزینه تولید محصول می‌باشد. از اینرو، غالباً کشاورزان خرده‌پا و با حداقل منابع به سراغ کشت ارگانیک می‌روند و در حقیقت این کشت در نواحی حاشیه‌ای بهتر جواب می‌دهد، بنابراین پیشنهاد می‌گردد تا کشاورزان خرده‌پا نیز به عنوان گروه‌های هدف برای حمایت‌های دولتی در خصوص تولید محصولات ارگانیک مورد توجه قرار گیرند.

حضور مروجین متخصص در مزارع کشاورزان و برگزاری کلاس‌های مختلف آموزشی و نمایش مزارع تولید پنبه ارگانیک نمونه به کشاورزان (آموزش در مزرعه)، موثرترین شکل ارتباط با کشاورزان خرده‌پا است. از این رو پیشنهاد می‌شود تا فعالیت‌های ترویج و تحقیقات کشاورزی با حمایت دولتی در این خصوص بیش از پیش همراه گردد.

تعیین قیمت خرید تضمینی محصول پنبه ارگانیک از سوی دولت نقش موثری در ایجاد انگیزه برای کشاورزان به تولید این محصول خواهد داشت، از این رو پیشنهاد می گردد به منظور کاهش ریسک کشاورزان و تشویق کشاورزان به تولید پنبه ارگانیک، قیمت خرید تضمینی محصول از سوی دولت تعیین گردد.

منابع

1- Allwood, J., Laursen, S.E., de Rodriguez, C.M., and Bocken, N.M.P. 2006. Well Dressed. University of Cambridge Press, Cambridge 84 pp.
2- Blaise, D., Rupa, T.R., and Bonde, A.N. 2004. Effect of organic and modern method of cotton cultivation on soil nutrient status. Communications in Soil Science and Plant Analysis 35: 1247–1261.
3- Brumfield, R.G., Rimal, A., and Reiners, S. 2000. Comparative cost analyses of conventional, integrated crop management, and organic methods. Horticulture Technology 10(4): 785-793.
4- Clark, S., Klonsky, K., Livingston, P., and Temple, S. 1999. Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming system in California's Sacramento valley. American Journal of Alternative Agriculture 14(3): 109-121.
5- Cochran, W.G. 1976. Sampling Techniques. John Willey and Sons, New York 428 pp.
6- Elyasi Bakhtiari, T. 1993. Factors affecting the supply response of cotton in Iran. Proceedings of 2nd Symposium on Agricultural Policy, Shiraz University, Iran p. 213-227. (In Persian)
7- Eyhorn, F., Mader P., and Ramakrishnan M. 2007. The viability of cotton based organic farming systems in India. International Journal of Agricultural Sustainability 5: 25–38.
8- FAO. 2010. Resources STAT, Pesticides Consumption. Available at Web site http://faostat.fao.org
9- Ferringo, S. 2006. Organic Cotton Fiber Report, Organic Exchange, Berkeley, CA.
10- Ghorbani, M., Darijani, A., Mahmoudi, H., and Mirakabad, H.Z. 2008. A Model for pre-estimation of cotton organic in Iran (case study in Khorasan Province). Asian Journal of Plant Science 11: 13-17.
11- Ghorbani, M., Koocheki, A., and Mahmoodi, H. 2009. Estimation of virtual yield organic wheat: (case study of Khorasan province). Journal of Environmental Science 6(3): 23-30. (In Persian with English Summary)
12- Ghorbani, M. 2010. Virtual Profit Model of Agricultural Products. Research Project of Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
13- Ghorbani, M., Rajabzadeh, M., and Zare Mirakabad, H. 2011. Estimation model the virtual profit of organic wheat in transition period (case study of Khorasan Razavi Province). Agroecology Journal in Press. (In Persian with English Summary)
14- Gundogmus, E. 2006. A comparative analysis of organic and conventional dried apricot production on small households in Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 5: 98-103.
15- Janse, S., and Fernandez-Cornejo, J. 2001. The economics of organic farming in the U.S: The cost of tomato production. American Agriculture Economics Association Annual Meeting 9: 1-9.
16- Klein, C.R. 2006. Organic Cotton Market Report; An In-Depth Look at a Growing Global Market. Organic Exchange, Berkeley, CA.
17- Koocheki, A. 2004. Organic agriculture: Opportunity and challenges. Cultural Science Letter 24-25: 55-95.
18- Koocheki, A., Gholami, A., Mahdavi Damghani, A.M., and Tabrizi, L. 2005. Handbook of Organic Farming. Mashad: Ferdowsi University of Mashhad Press, Iran 385 pp. (In Persian)
19- Mahmoudi, H., Mahdavi Damghani, A.M., and Liaghati, H. 2008. An Introduction to Organic Agriculture. Mashad: Jihad-Daneshgahi Press, Iran. 292 pp.
20- Malek Saeidi, H., Ajili, A.A., and Rezaei Moghadam, K. 2009. Factors affecting knowledge of agricultural experts Agriculture Organization of Khuzestan province towards organic farming. Journal of Agricultural and Development Economics Research 40(2): 81-91. (In Persian with English Summary)

21- Motesharezadeh, B., and Malakuti, M.J. 2001. Importance of equilibrium consumption of fertilizers to increase yield and promoting quality of agricultural products. Zeytun 151: 9-12. (In Persian)
22- Nehzati, S.B. 1999. Estimation of cotton production function and evaluate the factors affecting the per hectare yield. Journal of Agricultural Economics and Development 27: 119-138. (In Persian with English Summary)
23- Pawar, C. 2007. Organic Farming: Generality, Status, Definition, Methodology and Benefits. Shree Vivekanand Training and Research Institute, Mandvi.
24- Reports of Country Cotton Cooperative Union. 2010. Available at Web site http://www.unicot.org
25- Riple, A., and Singh, R. 2010. A value chain analysis of the organic cotton industry: the case of UK retailers and Indian suppliers. Journal of Ecological Economics 69(11): 2292-2302.
26- Shadbolt, N., Kelly, T., and Holmes, C. 2004. Organic dairy farming: cost of production and profitability. AFBMN Network Conference 10.
27- Sharma, A.K. 2005. A Handbook of Organic Farming. Agro Bios, India.
28- Statistical Yearbook of Khorasan Razavi Province in 2007.
29- Tzouvelekas, V., Pantzios, C.J., and Fotopoulos, C. 2001. Technical efficiency of alternative farming systems: The case of Greek organic and conventional olive-growing farms. Department of Economics, University of Crete, 74100 Rethymno, Crete Greece: 549-569.
30- United States Department of Agriculture (UADA). 2009. Trade statistics USDA reports, 2000-2009: Available from http://www.fas.usda.gov/cotton/circular/2002/05/table01.pdf,
http://www.fas.usda.gov/cotton/circular/2006/08/table01.pdf,
http://www.fas.usda.gov/cotton/circular/2009/March/cottonfull0309.pdf.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۱۸-۲۰۸

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 208-218

کنترل بیولوژیکی تلخه (*Acrptilon repens* L.) با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* (Acari: Eriophyidae) (Shevchenko & Kacalev)

قربانعلی اسدی[۱]، رضا قربانی[۲] و سرور خرم‌دل[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

تلخه (*Acroptilon repens* L.) علف هرزی چندساله از خانواده کاسنی است که در صورت مناسب بودن شرایط، به علف هرز غالب تبدیل می‌شود. بمنظور دست‌یابی به روش غیرشیمیایی مبتنی بر اصول اکولوژیک و امکان سنجی کنترل بیولوژیکی آن با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kacalev (Acari: Eriophyidae) مطالعات صحرایی و مزرعه‌ای به ترتیب در مناطق مختلف استان خراسان شمالی و مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شیروان در بهار سال ۱۳۸۹ انجام شد. مطالعات مقدماتی شامل جمع‌آوری، شناسایی و ارزیابی تأثیر حشرات، نماتدها و عوامل بیماری‌زا بر رشد رویشی و زایشی گیاه هرز تلخه بود. در آزمایش‌های صحرایی، مناطق طبیعی آلوده به کنه گلخوار شناسایی و در پایان فصل رشد، ۲۰ بوته آلوده و ۲۰ بوته سالم انتخاب و ارتفاع، تعداد گل، وزن خشک و وزن تر آنها اندازه گیری شد. در آزمایش مزرعه‌ای، ۴۰ بوته دارای مرحله رشدی نسبتاً یکسان و فاصله حدود یک متر مربع از یکدیگر در قطعه زمینی آلوده به تلخه انتخاب شدند. همچنین ۴۰ بوته شامل ۲۰ بوته سالم و ۲۰ بوته آلوده دارای ریشه از منطقه آلوده به کنه گلخوار جمع آوری و داخل گلدان کاشته و با حفظ فاصله یک متر در بین بوته‌های موجود به طور تصادفی کاشته شدند. پس از استقرار، بوته‌های شاهد با استفاده از کنه کش سمپاشی و سایر بوته‌ها طی سه مرحله با کنه‌هایی که از منطقه آلوده طبیعت جمع‌آوری شده بودند آلوده شدند. بعد از استقرار بوته‌های انتقال یافته و قبل از آلوده‌سازی، ارتفاع و قطر ساقه و بعد از پایان فصل رشد و رسیدن بذر نیز ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل، وزن تر و وزن خشک بوته اندازه‌گیری و ثبت شد. داده‌ها بر اساس طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی تجزیه شدند. نتایج بررسی دامنه میزبانی نشان داد که کنه گلخوار از هیچ کدام از گیاهان خانواده کاسنی بجز تلخه تغذیه نکرده و بر روی آنها تخمریزی هم نمی‌کند. اثر کنه گلخوار بر خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در شرایط طبیعی و مزرعه معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود. بطوریکه حمله کنه گلخوار باعث کاهش تعداد گل تلخه برابر با ۶۸ درصد در شرایط طبیعی شد. در شرایط مزرعه‌ای، درصد کاهش تعداد گل بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی ۵۹ درصد و برای بوته‌های انتقال یافته ۱۱ درصد بود. کنه گلخوار با کاهش خصوصیات رویشی و زایشی تلخه، باعث کاهش تعداد گل این علف هرز شد. بدین ترتیب، چنین بنظر می‌رسد که در راستای دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، بتوان از پتانسیل کنه گلخوار برای کاهش آلوده سازی وکنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه در مزارع بهره جست.

واژه‌های کلیدی: بیوکنترل، دشمن طبیعی، علف هرز، کنه گلخوار

مقدمه

علف‌های هرز همچنان یکی از مشکلات اصلی در کشاورزی امروزی می‌باشند، بطوریکه نتایج برخی از بررسی‌ها (Zimdahal, 1992) کاهش ارزش سالانه محصولات کشاورزی را تحت تأثیر این گونه‌های ناخواسته ۱۵-۱۲ درصد برآورد کرده است. بدین ترتیب، اکثر تحقیقات در نیم قرن گذشته عمدتاً بر کنترل علف‌های هرز متمرکز شده است (Froud-Williams, 2002). با این وجود، تلاش‌های رایج بمنظور کنترل علف‌های هرز با استفاده از انواع علف کش‌های شیمیایی، اگرچه منجر به کاهش رقابت این گونه‌های گیاهی و در نتیجه افزایش عملکرد شده است، ولی آلودگی محیط زیست، افزایش هزینه‌های تولید، افزایش مقاومت تعدادی از گونه‌های علف هرز نسبت به علف‌کش‌ها، حذف گونه‌های غیرهدف و کاهش تنوع زیستی را نیز به دنبال داشته است (Hobak et al., 2003; Liebman et al., 2001). در همین راستا، بمنظور دستیابی به اصول

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استادیار، دانشیار و فارغ التحصیل دکتری اکولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(* نویسنده مسئول: E-mail: su_khorramdel@yahoo.com)

کشاورزی اکولوژیک، توجه به سایر راهکارهای مدیریت علف‌های هرز از جمله کنترل بیولوژیکی[1] افزایش یافته است.

کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز، روشی است که ضمن رعایت اصول اکولوژیک قادر است تا با بکارگیری دشمنان طبیعی[2] نظیر حشرات، کنه‌ها و عوامل بیماری‌زای گیاهی، تراکم آنها را زیر سطح زیان اقتصادی نگه دارد (Gooden & Andres, 1999). عوامل کنترل بیولوژیکی می‌توانند شامل گونه‌های مختلف حشرات، قارچ‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها و نماتدها باشد (Lym & Zollinger, 1995) که با استفاده از آنها میزان زادآوری، رشد علف‌های هرز کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش قدرت رقابت گیاهان هرز با گیاهان زراعی شده و جمعیت آنها را زیر سطح آستانه زیان اقتصادی نگه می‌دارند (Eric et al., 2004). هدف از کنترل بیولوژیکی ریشه کن کردن[3] علف‌های هرز نیست، بلکه استقرار عامل بیولوژیکی در طول زمان و کاهش تراکم علف‌های هرز به زیر سطح زیان اقتصادی می‌باشد، بطوریکه در توازن جوامع چندان مداخله ننموده و تنوع زیستی نیز کمتر دچار صدمه گردد. بنابراین، عوامل کنترل بیولوژیکی نمی‌توانند همانند علف کش‌ها باشند، بلکه این عوامل در واقع، باعث افزایش تنش و فشار روی علف‌های هرز شده و در زیستگاههای طبیعی مانع استقرار بیشتر گیاهان مهاجم می‌شوند (Wyss, 1997).

اگرچه اثر کنترل بیولوژیکی نسبت به سایر روش‌های کنترل، آهسته‌تر نمایان می‌شود (Ghorbani et al., 2005; Montazeri, 2004)، ولی راهکاری ارزان قیمت در این زمینه محسوب می‌شود (Goeden & Andres, 1999). در همین راستا، مطالعات منتظری (Montazeri, 2004) هزینه کنترل بیولوژیکی و کاربرد علف کش‌های شیمیایی را به ترتیب ۱/۸ و ۲۰-۱۵ دلار برآورد کرد. مراحل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز تا معرفی عامل شامل بررسی منابع و مطالعه رده‌بندی گیاه هرز هدف (شامل جمع‌آوری اطلاعات در مورد گیاه هرز، حشرات اختصاصی و دشمنان طبیعی مرتبط با آن)، انجام جستجوهای خارجی در مناطق بومی گیاه هرز هدف (به منظور جمع‌آوری حشرات، کنه‌ها و یا عوامل بیماریزای گیاهی به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی روی گیاه هدف و گزینش بر اساس تخصص میزبانی، نوع خسارت و علائم ایجاد شده روی گیاه هرز) و ارزیابی بیولوژی، تخصص میزبانی و کارایی عوامل کاندیدای کنترل بیولوژیکی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بر گیاه هرز مورد نظر (انجام آزمایش در منطقه بومی علف هرز و شرایط قرنطینه و مناطق وارد شده و به دنبال آن رهاسازی عامل بیولوژیکی همراه با ارائه خلاصه نتایج آزمایشات) هستند (Asadi, 2009).

تلخه (*Acroptilon repens* L.) گیاه هرزی چندساله از خانواده کاسنی است که در شرایط مختلفی همچون شرایط مرتعی، آبی و دیم قابل رشد بوده و در صورت مناسب بودن شرایط، به علف هرز غالب تبدیل می‌شود. وجود مواد آللوپاتیک در ریشه و برگ تلخه باعث ممانعت از جوانه‌زنی و کاهش رشد گونه‌های مرتعی می‌گردد که کاهش تولید علوفه و تنوع زیستی را به دنبال دارد. عصاره تلخه دارای برخی مواد آللوپاتیک می‌باشد که علاوه بر ایجاد اختلال در رشد گیاهان زراعی، باعث بروز اختلالات عصبی در گونه‌های حیوانی همچون اسب‌ها می‌شود (Alford et al., 2007; Jacobs & Denny, 2006; United States Department of Agriculture, 2009). جاکوبس و دنی (Jacobs & Denny, 2006) سطح زمین‌های آلوده شده به این علف هرز را در مونتانا ۱۹۶۰۰ هکتار برآورد کردند. تلخه علف هرز غالب مزارع حبوبات دیم از جمله نخود (*Cicer arientinum* L.) و عدس (*Lens culinaris* L.) و غلات دیم چون گندم (*Triticum aestivum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) در مناطق مختلف استان خراسان شمالی و بویژه شیروان محسوب می‌شود.

با توجه به اهمیت این علف هرز، اقدامات زیادی به منظور کنترل و پیشگیری از گسترش آن انجام گرفته است، با این وجود نتایج برخی از مطالعات انجام شده روی کنترل این گیاه نشان داده است که روش‌های رایج برای کنترل آن چندان مؤثر نبوده و معمولاً هزینه‌بر می‌باشد. لذا چنین بنظر می‌رسد که کنترل پایدار و مؤثر این گیاه هرز مستلزم ادغام روش‌های کنترل مکانیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، مدیریت مطلوب مزرعه و مقابله با مرحله رویشی این گیاه هرز می‌باشد. جاکوبس و دنی (Jacobs & Denny, 2006) استفاده از نماتد (*Mesoanguina* (*Subanguina*) *picridis*) را برای کنترل بیولوژیکی تلخه گزارش کردند. بورشیر (Bourchier, 2008) کنترل این گونه هرز را با استفاده از *Aulacidea acroptilonica* در کانادا بیان نمود. نتایج برخی دیگر از مطالعات نیز *Aulacidea acroptilonica* (Hymenoptera: Cynipidae) Djamankulova et al., 2008) و *Jaapiella ivannikovi* (Diptera: Cecidomyiidae) (Djamankulova et al., 2008; United States Department of Agriculture, 2009) را به عنوان حشراتی مناسب برای کنترل بیولوژیکی تلخه در ایالات متحده نشان داده است.

نتایج برخی از بررسی‌ها نشان داده است که گونه‌های مختلف کنه‌های اریوفید (Acari: Eriophyidae) دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز هستند (Andres, 1983; Boczek, 1995; Boczek & Petanović, 1996; Briese & Cullen, 2001; Cromroy, 1977, Cromroy, 1983; Cullen & Briese, 2001; Gerson et al., 2003;

1- Biological control
2- Natural enemies
3- Eradication

(Petanović, 1996; Rosenthal, 1996; Smith et al., 2010). 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 بوسیله باد منتشر می‌شوند، دارای پتانسیل بالایی برای استفاده به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی هستند (Briese & Cullen, 2001; Lindquist et al., 1996; Rosen & Huffaker, 1983). اسمیت و همکاران (Smith et al., 2010) امکان سنجی کنترل بیولوژیکی تعدادی از گونه‌های هرز (از جمله *Aceria* sp.، *Floracarus perrepae*، *Cecidophyes rouhollahi*، *Leipothrix dipsacivagus* و *L. knautiae*) را با استفاده از کنه‌های اریوفید مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. لیدلفیلد و همکاران (Littlefield et al., 2001) امکان کنترل بیولوژیکی تلخه را با استفاده از گونه‌ای کنه اریوفید (*A. sobhiani*) مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. کووالو و همکاران (Kovalev et al., 1975) و همچنین ولکو و ایژوسکی (Volkon & Izhevskii, 1996) استفاده از کنه‌های اریوفید از جمله *Arthrocnodax* sp. و کنه گلخوار (*A. acroptiloni*) (Acari: Eriophyidae) را به عنوان راهکاری اساسی در کنترل بیولوژیکی تلخه مد نظر قرار دادند.

تعیین دامنه میزبانی یکی از ضرورت‌های کنترل بیولوژیکی علف‌های هرز می‌باشد (Schaffner, 2001) که برای شناسایی خطرات احتمالی و پیشگیری از اثرات غیرقابل پذیرش عوامل کنترل بیولوژیکی روی گیاهان غیرهدف استفاده می‌شود (Louda et al., 2005). یکی از معیارهای مهم انتخاب عوامل مناسب کنترل بیولوژیکی تک‌میزبانه بودن و عدم احتمال تبدیل به آفت شدن برای سایر گیاهان غیر هدف می باشد. تعیین دامنه میزبانی زمان و هزینه‌های احتمالی مربوطه را در فرآیند غربالگری عوامل احتمالی کاهش می‌دهد (Asadi, 2009).

عوامل بسیاری در انتخاب و بهره‌برداری دشمن طبیعی از گیاه نقش دارند. محدودیت‌های فیلوژنی، ژنتیکی، فیزیولوژیکی، رفتاری و اکولوژیکی، تعیین کنندهٔ دامنه میزبانی موجود زنده می‌باشند. انتخاب و بهره برداری از میزبان، شامل مجموعه‌ای از رفتارهای پیچیده است. در بسیاری از موارد نه تنها موجود زنده نیاز به تعیین گیاه میزبان و غالباً بافت‌های خاص آن دارد، بلکه باید زیستگاه میزبان را هم شناسایی کند. لذا بعد از انتخاب، میزبان باید برای تغذیه، تولید مثل و در نتیجه رشد و نمو عامل بیولوژیکی مناسب باشد (Jacob & Bries, 2003). به علت پیچیدگی فرآیند انتخاب برای حشرات که ناشی از مرفولوژی، فیزیولوژی و مکانیسم‌های شیمیایی خاص گیاه میزبان می‌باشد، در این آزمایش بخشی از فرآیند تعیین دامنه میزبانی حشرات، شامل گزینش برای تخم ریزی و تغذیه انجام شد. برای تعیین دامنه بالقوه میزبانی یک حشره گیاهخوار غالباً پرسش‌های زیادی مطرح است، اما این موضوع تا حد زیادی از نظر اهمیت اقتصادی یا محیطی وابسته به میزبان هدف و رابطه فیلوژنتیکی آن با گیاهان می‌باشد (Gourlay & Hill, 2006).

با توجه به اهمیت روش کنترل بیولوژیکی در کنترل علف‌های هرز و شرایط اقلیمی کشور به واسطه تنوع گونه‌های گیاهی و غنای گونه‌های مفید در بین بندپایان و احتمال وجود گونه‌های گیاهخوار، بمنظور تمرکز روی عوامل کنترل بیولوژیکی مؤثر روی بذر علف هرز تلخه، این آزمایش با هدف بررسی امکان کنترل بیولوژیکی تلخه با استفاده از کنه گلخوار *Aceria acroptiloni* Shevchenko & (Kacalev) (Acari: Eriophyidae) در شرایط آب و هوایی شیروان طراحی و اجرا شد. همچنین بمنظور بررسی دامنه میزبانی از ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

الف) جستجو برای یافتن عوامل کنترل بیولوژیکی

پیش از آغاز جستجو برای یافتن دشمنان طبیعی گیاه هرز تلخه، اطلاعات جامع در مورد زیست شناسی گونه‌های مختلف جنس تلخه، شرایط جوی زیستگاههای مختلف، عوامل بیماریزا و گیاهخواران تلخه جمع‌آوری گردید. به منظور جمع آوری و شناسایی عوامل کنترل بیولوژیکی تلخه از میان بندپایان گیاهخوار، نماتدها و عوامل بیماری‌زای مرتبط با این گیاه هرز، مطالعات صحرایی در مناطق مختلف استان خراسان شمالی از اوایل بهار سال ۱۳۸۹ شروع شد. جستجو در رویشگاههای طبیعی انجام گرفت. به این منظور سه منطقه دارای شرایط اقلیمی و توپوگرافی نسبتاً متفاوت در مناطق آلوده به این علف هرز در اطراف شهرستان‌های شیروان، بجنورد و اسفراین با فاصله حداقل ۶۰ کیلومتر از یکدیگر انتخاب و به فاصله ۱۰ روز در طول فصل بهار و تابستان بازدید و نمونه گیری به منظور جمع آوری بندپایان، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زای مرتبط با این گیاه هرز انجام شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، احتمال آلودگی آنها مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی‌ها فرض بر این بود که بیشترین تعداد دشمنان طبیعی، در مرکز تنوع زیستی و یا روی زیرگونه‌های هدف یافت شوند (Julien, 1987). البته از آنجا که دشمنان طبیعی ممکن است بر گونه‌های مختلف یک جنس و حتی جنس‌های دیگر نیز تأثیر داشته باشند (Harris, 1991)، لذا تمام گونه‌ها و زیرگونه‌های جنس تلخه برای جمع‌آوری عوامل کنترل هدف بررسی‌های صحرایی قرار گرفتند. جمع‌آوری حشرات در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه و از زیستگاه‌ها، خاک‌ها و شرایط آب و هوایی مختلف انجام شد.

برای این منظور در هر بازدید ۲۰ بوته کامل همراه با ریشه از داخل خاک از هر منطقه، جمع‌آوری و پس از شماره‌گذاری و نوشتن کلیه اطلاعات به آزمایشگاه منتقل شد. سپس تمامی اندام‌های آن از

جمله ریشه، ساقه، برگ، گل و بذر و عوامل تغذیه کننده از هر یک از اندام‌های آن مورد بررسی و یادداشت‌برداری قرار گرفت. لازم به ذکر است که در صورت مشاهده لارو حشرات روی اندام‌های گیاهی، لاروها در محیط دارای غذای مصنوعی پرورش داده و پس از تبدیل شدن به حشره بالغ و اتاله شدن، جهت تشخیص به متخصصین سیستماتیک حشرات ارسال شدند.

ب) آزمون تعیین دامنه میزبانی کنه گلخوار

بمنظور تعیین دامنه میزبانی کنه گلخوار، ۱۰ گونه از خانواده کاسنی (جدول ۱) و از هر گونه ۱۰ بوته انتخاب و در زمینی به مساحت ۱۰۰ متر مربع شامل ۱۰۰ کرت به ابعاد (۱×۱ متر) کاشته شدند. بعد از استقرار گیاهان در زمین، از ۱۵ اردیبهشت تا ۳۰ خرداد ماه سه بار به فاصله هر ۱۵ روز یک بار انتقال کنه روی گیاهان کاشته شده انجام شد و به فاصله ۱۰ روز بعد از هر نوبت آلوده‌سازی بوته‌های کاشته شده برای احتمال تغذیه و تخم ریزی کنه‌ها به دقت بررسی شدند (BBCA, 2008).

جدول ۱- دامنه میزبانی کنه گلخوار در ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی

Table 1- Host range of flower-eater mite in 10 plant species from Aceraceae family

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name
Acroptilon repens L.	تلخه Hardheads
Carthamus tinctorius L.	گلرنگ Safflower
Centaurea depressa L.	گل گندم Depressed cornflower
Centaurea iberica L.	گل گندم (شش بر تیغ) Iberian knapweed
Centaurea squarrosa L.	گل گندم خاردار Squarrose knapweed
Cichorium intybus L.	کاسنی Common chicory
Cirsium arvense L.	خارلته Canada thistle
Cynara scolymus L.	آرتیشو Artichoke pictures
Echinacea purpurea L.	سرخارگل Coneflower
Silybum marianum L.	خار مریم Marian thistle

ج) **ارزیابی** کارآیی کنه گلخوار به عنوان کاندیدای کنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه

به منظور ارزیابی کارآیی کنه گلخوار گیاه هرز تلخه روی کنترل این گیاه هرز، زمینی به مساحت ۱۰۰ مترمربع (ابعاد ۱۰×۱۰ متر) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شیروان که به طور طبیعی آلوده به گیاه هرز تلخه شده بود، در اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ انتخاب شد. بعد از سبز شدن بوته‌ها، ۴۰ بوته تقریباً یکنواخت و دارای مرحله رشدی نسبتاً یکسان با فاصله حدود یک متر مربع از یکدیگر انتخاب و بقیه بوته‌های سبز شده حذف شدند. همچنین ۴۰ بوته کامل تلخه شامل ۲۰ بوته سالم و ۲۰ بوته آلوده دارای ریشه از منطقه آلوده به کنه گلخوار جمع‌آوری و داخل گلدان کاشته و پس از آبیاری گلدان‌ها و اطمینان از سبز شدن بوته‌ها در گلدان، به قطعه زمین انتخاب شده منتقل و با حفظ فاصله یک متر در بین بوته‌های موجود به طور تصادفی کاشته شدند. بدین ترتیب، در مجموع ۸۰ بوته موجود در قطعه زمین انتخاب شده در قالب چهار تیمار شامل ۲۰ بوته سبز شده در محل (به عنوان شاهد) و ۲۰ بوته دیگر به عنوان تیمار آلوده‌سازی مشخص شدند. از ۴۰ بوته انتقال یافته نیز ۲۰ بوته به عنوان شاهد و ۲۰ بوته دیگر به عنوان تیمارهای آلوده‌سازی شماره‌گذاری شدند. پس از استقرار بوته‌های انتقال یافته، بوته‌های شاهد شامل ۲۰ بوته تلخه موجود در زمین و۲۰ بوته انتقال یافته با استفاده از کنه‌کش سمپاشی و سایر بوته‌ها شامل ۲۰ بوته آلوده منتقل شده و ۲۰ بوته موجود در زمین، طی سه مرحله با کنه‌های انتقال داده شده از منطقه آلوده در طبیعت آلوده شدند (Eric et al., 2004). بعد از استقرار بوته‌های انتقال یافته و قبل از آلوده‌سازی، ارتفاع و قطر ساقه و بعد از پایان فصل رشد و رسیدن بذر نیز ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد گل، وزن تر و وزن خشک بوته اندازه‌گیری و ثبت شد.

در آزمایشی دیگر، مناطقی که به طور طبیعی به کنه گلخوار تلخه آلوده بودند در مناطق مورد مطالعه شناسایی و به منظور ارزیابی کارایی این کنه گیاهخوار بر کنترل گیاه هرز هدف (تلخه) در پایان فصل و قبل از خشک شدن و تخریب بوته‌ها توسط دام، ۲۰ بوته آلوده و ۲۰ بوته سالم به طور تصادفی از بین بوته‌های آلوده و سالم با رعایت فاصله یک متر در قالب دو تیمار بین بوته‌ها انتخاب و ارتفاع، تعداد گل، وزن خشک و وزن تر آنها اندازه‌گیری شد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C بر اساس طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی تجزیه و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[1] (LSD) نیز جهت مقایسه میانگین‌ها ($p\geq ۰/۰۵$) استفاده شد.

نتایج و بحث

جمع‌آوری حشرات، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زا از روی تلخه در مطالعات صحرایی

بررسی‌ها و نمونه‌برداری‌های متعدد از مزارع، باغات، مراتع، حاشیه

1- Least Significant Difference

رودخانه‌ها و کلیه رویشگاه‌های گیاه هرز تلخه انجام شد. سپس کلیه حشرات، نماتدها و سایر عوامل بیماری‌زای مرتبط جمع‌آوری و شناسایی شدند که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. حشرات کامل بر اساس اصول مربوطه نگهداری و مراحل نابالغ تا بلوغ (داخل غذای مصنوعی) پرورش داده و پس از آن برای شناسایی به متخصصین (مرکز CABI در سوییس) ارسال شدند که نتیجه آن جمع‌آوری بیش از هفت گونه بود که پنج گونه از پنج خانواده حشرات با تلخه در ارتباط بودند. علاوه بر این هفت گونه حشره، یک عامل زنگ قارچی، نماتد و یک عامل بیماری‌زا نیز شناسایی شدند (جدول ۲).

نحوهٔ انتخاب مؤثرترین عامل کنترل بیولوژیکی از میان عوامل جمع‌آوری شده[1]

انتخاب مناسب‌ترین و مؤثرترین عامل کنترل بیولوژیکی که قادر به استقرار و سازگاری با شرایط آب و هوایی منطقه باشد، از مهمترین مراحل کنترل بیولوژیک است. این عامل باید توانایی کنترل مؤثر تلخه را داشته و از طرف دیگر، خطری برای سایر گیاهان غیرهدف نداشته باشد. بنابراین از بین عوامل مختلف مشاهده شده (جدول ۱) عواملی که چرخه زندگی آنها مطابق با چرخه زندگی تلخه باشد، گونه مورد نظر قادر به تغذیه و تولید مثل روی سایر گونه‌ها نباشد و قابلیت تحمل شرایط آب و هوای گرم و خشک در فصل تابستان و آب و هوای سرد در فصل زمستان را برای شرایط ایران داشته باشد، می‌تواند به عنوان عامل بیولوژیکی مناسب برای کنترل تلخه مدنظر قرار گیرد. البته اگرچه سودمندی و اثرگذاری عامل کنترل بیولوژیکی به عوامل متعددی بستگی دارد و رابطه بین عامل بیولوژیک، گیاه میزبان و محیط بسیار پیچیده و دقیق است، ولی بر اساس تجربیات بدست آمده از مشاهدات مزرعه‌ای و گلخانه‌ای، از بین عوامل مختلف جمع‌آوری شده از روی گیاه هرز تلخه از مناطق مختلف استان خراسان شمالی کنه گلخوار به عنوان بهترین عامل دارای پتانسیل بالا برای کنترل بیولوژیکی تلخه انتخاب شد و مراحل بعدی فرآیند معرفی عامل مناسب کنترل بیولوژیکی برنامه‌ریزی و اجرا گردید.

جدول ۲- مهمترین حشرات، نماتدها و عوامل بیماری‌زای تلخه جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان خراسان شمالی

Table 2- Most important insects, nematodes and pathogens of Russian knapweed collected from different regions of North Khorasan

نام گونه Species name	نوع ارتباط با تلخه Types of relationship with Russian knapweed	مناطق جمع‌آوری Collection areas
Aceria acroptiloni (Acari: Eriophyidae)	تغذیه از گل Feeding from flower	روستای قلعه‌چه شیروان Ghaleche village
Aulacida acroptilonica Beliz (Hymenoptera, Cynipidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	مرتع گلول Golul pasture
Cassida rubiginosa Müller (Coleoptera: Chrysomelidae)	تغذیه از برگ Feeding from leaf	مزرعه دانشکده College farm
Cochylimorpha nomadana Erschoff (Lepidoptera: Tortricoidae)	تغذیه از ریشه Feeding from root	روستای حمید Hamid village
Larinus bardus Gylh (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	گردنه اسدلی اسفراین Asadli mountain
Larinus jaceae (F.) (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	گردنه اسدلی اسفراین Asadli mountain
Miccotrogus picirostris (F.) (Coleoptera: Curculionidae)	تغذیه از ساقه Feeding from stem	روستای خانلق شیروان Shirvan Khanlogh village
Urophora kasachstanica Richter (Diptera: Tephritidae)	تغذیه از بذر Feeding from seed	شیروان و بجنورد Shirvan & Bojnord
Mycoplasma diseases (Mycoplasmatales: Mycoplasmataceae)	تغذیه از اندام‌های هوایی Feeding from shoots	لوجلی Loogli
Puccinia acroptili (Pucciniales: Pucciniaceae)	تغذیه از برگ و ساقه Feeding from stem and lesf	شیروان، بجنورد و اسفراین Shirvan, Bojnord & Esfarayen
Subanguina picridis (Tylenchida: Anguinidae)	تشکیل گال روی ساقه، برگ‌ها و طوقه Gall formation on stem, leaf and crown	سد شیروان Shirvan dam

1- Choosing best potential biocontrol agent

بررسی دامنه میزبانی کنه گلخوار

نتایج آزمون دامنه میزبانی کنه گلخوار از نظر تغذیه و تخم‌ریزی روی ۱۰ گونه از گیاهان خانواده کاسنی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون دامنه میزبانی کنه گلخوار از نظر تغذیه و تخم‌ریزی روی ۱۰ گونه گیاهی از خانواده کاسنی

Table 3- Results of flower-eater mite host range based on nourishment and eggs laid on 10 species of Asteraceae family

نام علمی Scientific name	تغذیه Nourishment	تخم‌ریزی Eggs laid
Acroptilon repens	+	+
Carthamus tinctorius	-	-
Centaurea depressa	-	-
Centaurea iberica	-	-
Centaurea squarrosa	-	-
Cichorium intybus	-	-
Cirsium arvense	-	-
Cynara scolymus	-	-
Echinacea purpurea	-	-
Silybum marianum	-	-

نتایج بازدیدها و مطالعات صحرایی و مزرعه‌ای نشان داد که کنه گلخوار از هیچ کدام از گیاهان خانواده کاسنی بجز گونه هدف تلخه تغذیه نکرده و روی آنها تخمریزی هم نمی‌کند (جدول ۳). بدین ترتیب، با توجه به تک میزبانه بودن کنه گلخوار، مشخص است که احتمال آفت شدن این عامل کنترل بیولوژیکی برای سایر گیاهان غیرهدف هم وجود ندارد، با این حال پیشنهاد می‌شود که آزمایش دامنه میزبانی بر روی تعداد بیشتری از گیاهان خانواده کاسنی و گیاهان با اهمیت اقتصادی و گیاهان در حال انقراض ایران تکرار گردد.

اثر حمله کنه گلخوار روی خصوصیات رویشی و زایشی علف هرز تلخه

به منظور تعیین کارایی و ارزیابی کنه گلخوار روی کنترل علف هرز تلخه، اثر این کنه روی خصوصیات رشدی تلخه در بستر طبیعی و مزرعه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

الف) شرایط طبیعی

نتایج تجزیه واریانس اثر حمله کنه گلخوار بر تعدادی از خصوصیات رویشی و زایشی علف هرز تلخه در شرایط طبیعی در جدول ۴ نشان داده است.

اثر کنه گلخوار بر قطر، ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه و تعداد گل تلخه در آزمایشات صحرایی در شکل ۱ ارائه شده است. اثر کنه گلخوار بر کلیه خصوصیات مورد بررسی تلخه در شرایط طبیعی معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۴)، بطوریکه حمله کنه گلخوار 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). کنه گلخوار با کاهش رشد رویشی و ارتفاع تلخه در نتیجه کاهش زیست توده و تعداد گل تلخه را به دنبال داشت. دی‌جامانکیولووا و همکاران (Djamankulova et al., 2008) گزارش نمودند که ارتفاع ساقه و میزان تولید بذر تلخه تحت تأثیر زنبور گال‌زا[1] (*Aulacidea acroptilonica*) به ترتیب تا ۲۱ و ۷۵ درصد کاهش یافت. آنها میزان کاهش زیست توده اندام رویشی تلخه را تحت تأثیر حمله این حشره ۲۵ درصد در مقایسه با بوته‌های شاهد بیان نمودند.

ب) شرایط مزرعه‌ای

نتایج تجزیه واریانس اثر کنه گلخوار بر خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ٤- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گلخوار بر کنترل گیاه هرز تلخه در شرایط طبیعی

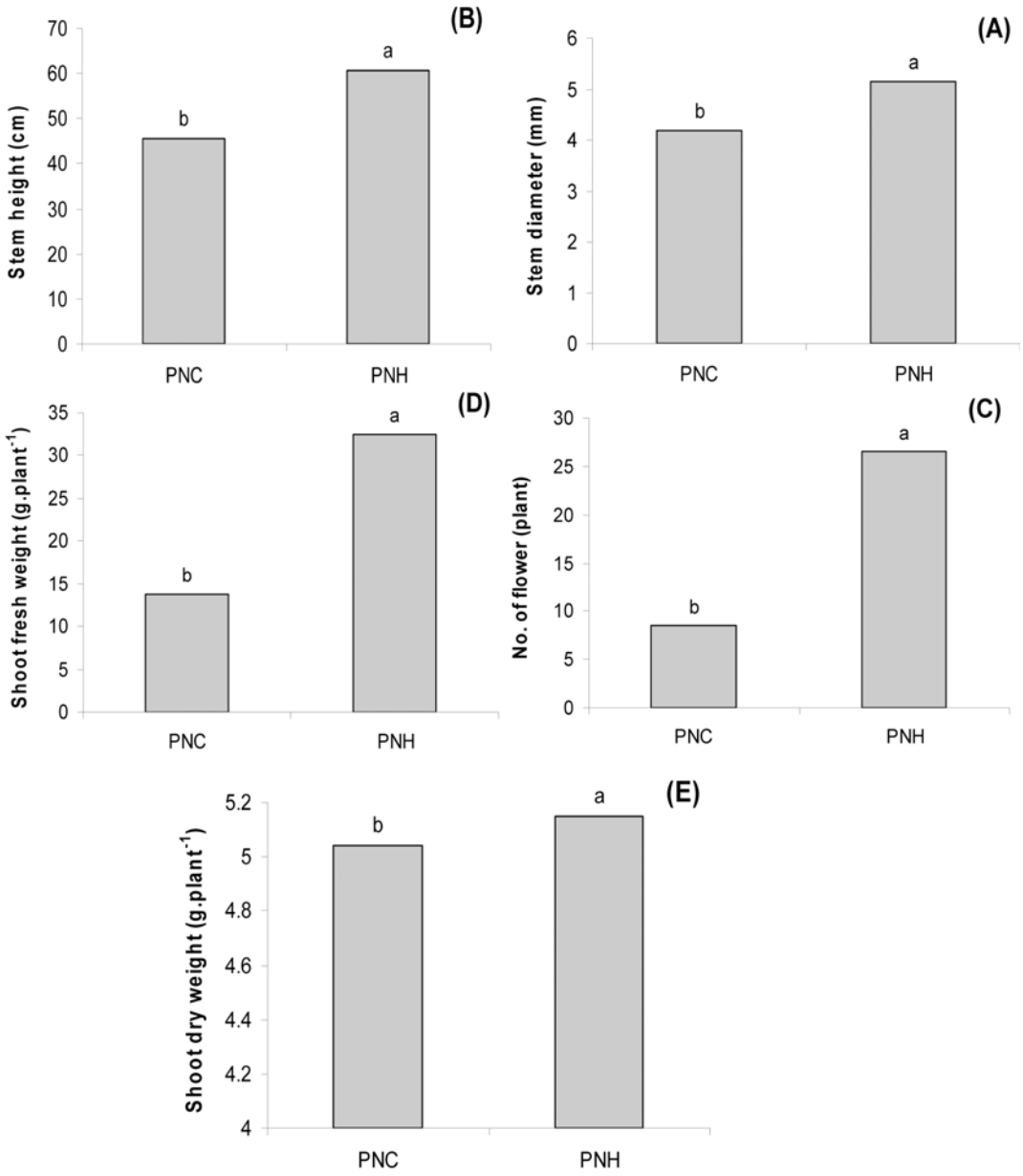
Table 4- Analysis variance (mean of squares) of effect of flower-eater mite on Russian knapweed in nature

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع Height	تعداد گل Flower No.	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight
تیمار Treatment	1	9.235**	2295.225**	3258.025**	3516.750**	638.721**
خطا Error	38	0.757	118.030	118.194	184.090	28.475
کل Total	39	-	-	-	–	–

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

** is significant at 1%.

1- Gall wasp



شکل ۱- اثر کنه گلخوار بر (الف) قطر ساقه (میلی‌متر)، (ب) ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)، (ج) تعداد گل (در بوته)، (د) زیست توده تر و (ه) وزن خشک ساقه (گرم در بوته) گیاه هرز تلخه در آزمایشات صحرایی

Fig. 1- Effect of flower-eater mite on (a) stem diameter (mm), (b) height (cm), (c) flower No. (per plant), (d) fresh weight and (e) dry weight (g) of Russian knapweed in field survey

PNC: بوته‌های آلوده در شرایط طبیعت و PNH: بوته‌های سالم در شرایط طبیعت

PNC: Infected plants in nature conditions and PNH: Healthy plants in nature conditions

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD test (α=0.05).

جدول ۵- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر کنه گلخوار بر کنترل گیاه هرز تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای

Table 5- Analysis variance (mean of squares) of effect of flower-eater mite on Russian knapweed in field experiments

منابع تغییرات	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع Height	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع Height	تعداد گل Flower No.	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight
تیمار	7.531**	676.325**	12.386**	282.2450**	1321.660**	846.280**	216.210**
خطا	0.517	30.106	0.740	36.087	116.458	38.794	10.938
کل	-	–	–	–	–	–	–

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

** is significant at 1%.

اثر کنه گلخوار بر قطر، ارتفاع، وزن تر و خشک ساقه و تعداد گل تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای در شکل ۲ ارائه شده است.

اثر کنه گلخوار بر کلیه خصوصیات رویشی و زایشی تلخه در شرایط مزرعه‌ای معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۵)، حمله کنه گلخوار باعث کاهش ۱۱ درصدی قطر ساقه بوته‌های تلخه موجود در شرایط طبیعی قبل از مرحله آلوده سازی و کاهش ۲۱ درصدی آن در پایان فصل رشد شد. در حالیکه این کاهش برای بوته‌های تلخه انتقال یافته در دو مرحله قبل از آلوده سازی و پایان فصل رشد به ترتیب برابر با ۲۷ و ۳۰ درصد بود (شکل ۲- الف). کنه گلخوار ارتفاع ساقه تلخه-های موجود در شرایط طبیعی را در دو مرحله قبل از آلوده‌سازی و پایان دوره رشد به ترتیب ۱ و ۷ درصد و ارتفاع بوته‌های انتقال یافته را به ترتیب ۳۵ و ۱۶ درصد کاهش داد (شکل ۲-ب). درصد کاهش تعداد گل، زیست توده تر و خشک بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی به ترتیب برابر با ۵۹، ۴۹ و ۵۲ درصد بود، درحالیکه برای بوته‌های انتقال یافته به ترتیب برابر با ۱۱، ۵۴ و ۵۰ درصد بود (شکل ۲- ج، د و ه). حمله کنه گلخوار با تأثیر منفی بر خصوصیات رویشی علف هرز تلخه کاهش خصوصیات زایشی و تعداد گل این علف هرز را موجب شد. بدین ترتیب، چنین به نظر می‌رسد که کنه گلخوار از طریق کاهش رشد اندام‌های هوایی می‌تواند به تدریج باعث کاهش توان رویشی اندام‌های زیرزمینی این گیاه هرز شود. از طرف دیگر، کنه گلخوار از طریق عقیم کردن گل‌ها و عدم تشکیل بذر در تلخه، می‌تواند مانع انتشار و پراکندگی بذر این گیاه هرز به مناطق جدید شود. در نهایت به نظر می‌رسد که استفاده از کنه گلخوار با تأثیر منفی بر رشد اندام-های هوایی و زیرزمینی می‌تواند در مناطق آلوده به تلخه کنترل آن را موجب شود. دی‌جامانکیولووا و همکاران (Djamankulova et al., 2008) کاهش طول ساقه تلخه را تحت تأثیر حمله پشه گالزا[1] (*Jaapiella ivannikovi*) تا ۲۱ درصد و کاهش زیست توده اندام هوایی این گیاه هرز را تحت تأثیر این حشره تا ۲۴ درصد گزارش کردند.

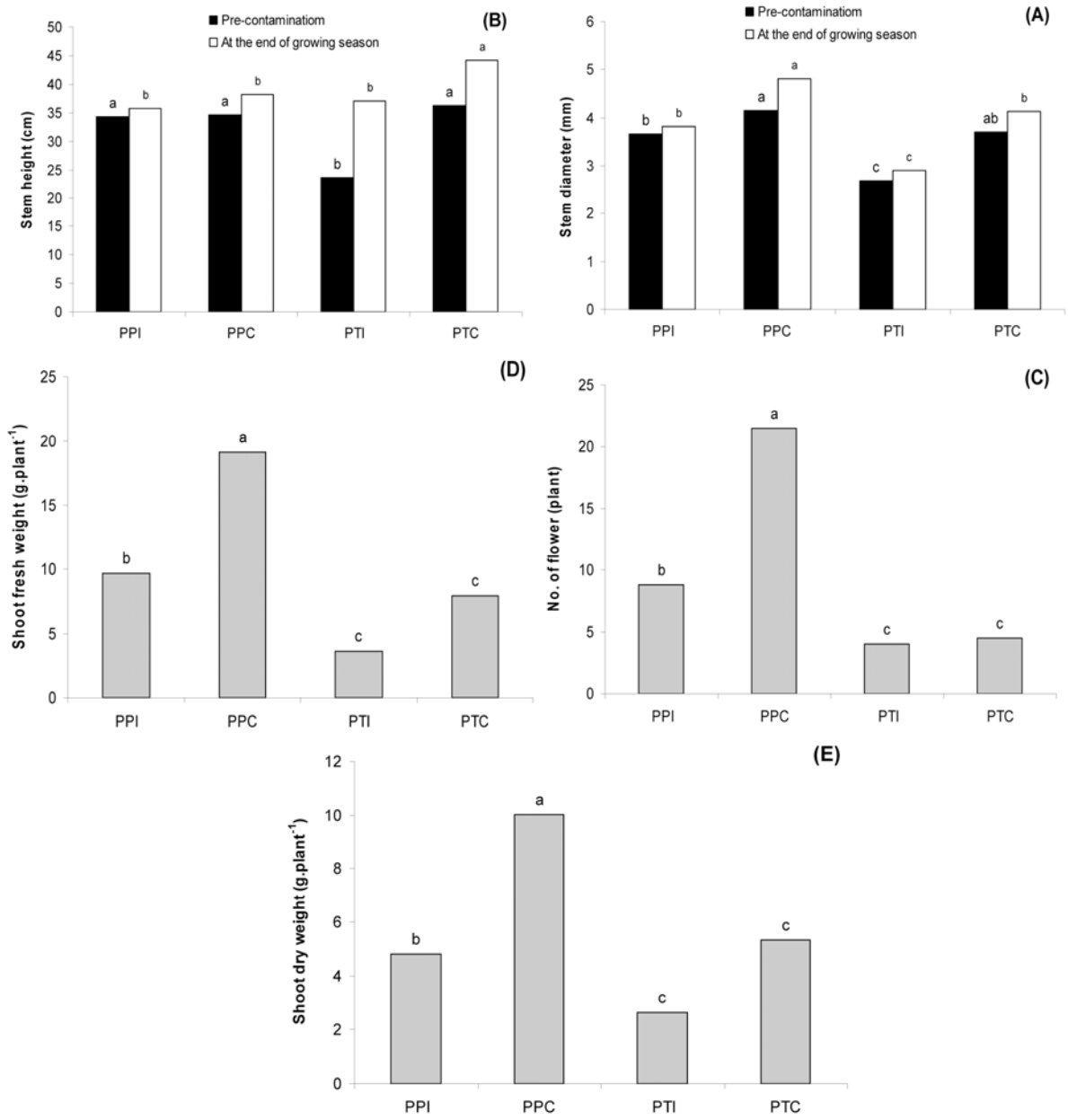
نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که کنه گلخوار بدلیل تک میزبانه بودن گونه‌ای مناسب برای کنترل بیولوژیکی تلخه می‌باشد. حمله کنه گلخوار با تأثیر منفی بر ارتفاع و خصوصیات رویشی گیاه هرز تلخه کاهش خصوصیات زایشی و تعداد گل این علف هرز را در شرایط طبیعی و مزرعه به دنبال داشت. بطوریکه حمله کنه گلخوار باعث کاهش تعداد گل تلخه برابر با ۶۸ درصد در شرایط طبیعی شد. در شرایط مزرعه‌ای، درصد کاهش تعداد گل بوته‌های تلخه در شرایط طبیعی ۵۹ درصد و برای بوته‌های انتقال یافته ۱۱ درصد بود. به نظر می‌رسد که کنه گلخوار از یکطرف به دلیل 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، در نهایت باعث کنترل این گیاه هرز شود. در نهایت به نظر می‌رسد که استفاده از کنه گلخوار با تأثیر منفی بر رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی می‌تواند در مناطق آلوده به تلخه کنترل آن را موجب شود. بدین ترتیب، در راستای دستیابی به اصول کشاورزی اکولوژیک، می-توان از توان بالقوه کنه گلخوار برای کنترل بیولوژیکی علف هرز تلخه در مزارع بهره جست. با این حال از آنجا که استفاده از کنه باعث کنترل کامل تلخه در کوتاه مدت نمی‌شود، لذا پیشنهاد می‌شود تا پس از بررسی‌ها و انجام آزمایش‌های کافی در زمینه دامنه میزبانی کنه گلخوار، از روش بیولوژیکی برای کنترل تلخه بصورت تلفیقی با دیگر روش‌های زراعی و مکانیکی استفاده گردد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر در اختیار قرار دادن هزینه‌های این پژوهش در قالب پروژه شماره ۱۵۱۳۰ قدردانی می‌شود.

1- Gall midge



شکل ۲- اثر کنه گلخوار بر (الف) قطر ساقه (میلی‌متر)، (ب) ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)، (ج) تعداد گل (در بوته)، (د) زیست توده تر و (ه) وزن خشک ساقه (گرم در بوته) گیاه هرز تلخه در آزمایشات مزرعه‌ای

Fig. 2- Effect of flower-eater mite on (a) stem diameter (mm), (b) height (cm), (c) flower No. (per plant), (d) fresh weight and (e) dry weight (g) of Russian knapweed in field experiments

PPI: بوته‌های آلوده موجود در شرایط طبیعی، PPC: بوته‌های شاهد موجود در شرایط طبیعی، PTI: بوته‌های انتقال یافته آلوده و PTC: بوته‌های انتقال یافته شاهد

PPI: Infected plants in nature conditions, PPC: Control plants in nature conditions, PTI: Transplanted plants as infected plant and PTC: Transplanted plants as control

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letters are significantly different based on LSD test (α=0.05).

منابع

1- Alford, E.R., Perry, L.G., Qin, B., Vivanco, J.M., and Paschke, M.W. 2007. A putative allelopathic agent of Russian knapweed occurs in invaded soils. Soil Biology and Biochemistry 39: 1812–1815.
2- Andres, L.A. 1983. Considerations in the use of phytophagous mites for the biological control of weeds. 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: 53–60.
3- BBCA, 2008. Biotechnology and Biological Control Agency, Bi-annual Report 2007–2008. In co-operation with USDA ARS European Biological Control Laboratory - Montpellier, France.
4- Asadi, G.A. 2009. Evaluation biological control of Canada thistle (*Circium arvense*) applying native insects in agro-ecosystems. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
5- Boczek, J. 1995. Eriophyid mites (Acari: Eriophyoidea) as agents of biological weed control. In: Kropczynska, D., Boczek, J., and Tomczyk, A. (eds.) The Acari, Physiological and ecological aspects of *Acari*-host relationships. Oficyna Dabor, Warszawa, pp. 601–606.
6- Boczek, J.H., and Petanović, R. 1996. Eriophyid mites as agents for the biological control of weeds. In: Moran, V.C., and Hoffmann, J.H. (eds.) Proceedings of the IX international symposium on biological control of weeds, 19–26 January 1996, Stellenbosch, South Africa, University of Cape Town, p. 127–131.
7- Bourchier, R.S. 2008. Supplemental petition for cage-and open-field-release of the gall wasp *Aulacidea acroptilonica* (Hymenoptera: Cynipidae) for biological control of Russian knapweed in Canada. Agriculture and Agri-Food Canada Lethbridge Research Centre, AB.
8- Briese, D.T., and Cullen, J.M. 2001. The use and usefulness of mites in biological control of weeds. In: Halliday, R.B., Walter, D.E., Proctor, H.C., Norton, R.A., and Colloff, M.J. (Eds.) Acarology: Proceedings of the 10th international congress. CSIRO Publishing, Melbourne p. 453–463.
9- Cromroy, H.L. 1977. The potential use of eriophyoid mites for control of weeds. In: Freeman T.E. (ed.) Proceedings of the IV International Symposium on Biological Control of Weeds, University of Florida, Gainesville, Florida, p. 294–296.
10- Cromroy, H.L. 1983. Potential use of mites in biological control of terrestrial and aquatic weeds. 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: 61–66.
11- Cullen, J.M., and Briese, D.T. 2001. Host plant susceptibility to Eriophyid mites used for weed biological control. In: Halliday, R.B., Walter, D.E., Proctor, H.C., Norton, R.A., and Colloff, M.J. (eds) Acarology: Proceedings of the 10th International Congress. CSIRO Publishing, Melbourne, p. 342–348.
12- 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.
13- 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 p. 345-376.
14- Froud-Williams, R.J. 2002. Weed Competition. In: "Weed Management Handbook" (R.L. Naylor Ed.). p. 16-38. Blackwell Science.
15- Gerson, U., Smiley, R.L., and Ochoa, R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK p. 117–126.
16- Ghorbani, R., Leifert, C., and Seel, W. 2005. Biological control of weeds with antagonistic plant pathogens. Advances in Agronomy 86: 628-633.
17- Gooden, R.D., and Andres, L.A. 1999. Biological Control of Weeds in Terrestrial and Aquatic Environments. Handbook of Biological Control. Academic Press.
18- Gourlay, A.H., and Hill, R. 2006. Host specificity of *Cassida rubiginosa* Mull. (Coleoptera: Chrysomelidae) and Apion onopordi Kirby (Coleoptera: Apionidae), potential control agent for California thistle (*Circium arvense*) in New Zealand. Landcare Research Control Report; LC0506/096. 25 pp.
19- Harris, S. 1991. Classical biocontrol of weeds: its definition, selection of effective agents and administrative-political problems. Canadian Entomologist 123: 827-849.
20- Hobak, W., Kerri, W., Skinner, M., and Leon, G. 2003. Exotic Species Curriculum for Agricultural Problem-Solving Education. Kearney, University of Nebraska.
21- Jacob, H.S., and Briese, D.T. 2003. Improving the selection, testing and evaluation of weed biological control agents. Proceedings of CRC for Australian Weed Management Biological Control Weeds Symposium and Workshop, 13 September, 2002, Perth, West Australia CRC for Australian Weed Management. Technical Series, No. 7.
22- Jacobs, J., and Denny, K. 2006. Ecology and management of Russian knapweed [*Acroptilon repens* (L.) DC]. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Invasive Species Technical Note No. MT-7.

23- Julien, M.H. 1987. Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds, 3nd ed. C.A.B. International 150 pp.
24- Kovalev, O.V., Shevchenko, V.G., and Danilov, L.G. 1975. *Aceria acroptiloni*, sp. n. (Acarina: Tetrapodili), a promising phytophage for the biological control of Russian knapweed [*Acroptilon repens* (L.) DC.]. Entomol Rev, Apr/June 1974 (Translate 1975) 53(2): 25–34.
25- Liebman, M., Mohler, C.L., and Staver, C.P. 2001. Ecological Management of Agricultural Weeds. Cambridge University Press 532 pp.
26- Lindquist, E.E., Sabelis, M.W., and Bruin, J. 1996. Eriophyoid Mites–their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 6. Elsevier, Amsterdam.
27- 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.
28- Louda, S.M., Rand, T.A., Arnett, A.E., Mc Clay, A.S., Shea, K., and Mc EEachern, A.K. 2005. Evaluation of ecological risk to populations of a threatened plant from an invasive biocontrol insect. Ecological Applications 15: 234-249.
29- Lym, R.G., and Zollinger, R. 1995. Perennial and biennial thistle control. North Dakota State University Extension Service Publication, W-799.
30- Montazeri, M. 2004. Weed science findings: with a special perspective on biological control. Agriculture Research and Education Organization, Iran. (In Persian)
31- Petanović, R. 1996. Eriphyoid mites (Acari: Eriophyoidea) agents of biological control of weeds-basis for application and so far experiences. Zast Bilja 47(4): 277–300.
32- 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.
33- Rosenthal, S.S. 1996. *Aceria*, *Epitrimerus* and *Aculus* species and biological control of weeds. In: Lindquist E.E., Sabelis, M.W., and Bruin, J. (eds.) Eriophyoid mites–their biology, natural enemies and control, vol 6. Elsevier, Amsterdam, pp. 729–739.
34- Schaffner, U. 2001. Host range testing of insects for biological weed control: how can be better interpreted. Bioscience 51: 951-959.
35- 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.
36- 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.
37- 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.
38- 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.
39- Zimdahl, R.L. 1992. Weed impact on weed, maize and other temperate crops. Proceeding of the 1st International Weed Control Congress. 7-21 February, Melbourne, Australia.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۲۶-۲۱۹

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 219-226

اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.)

محمود رمرودی[1*]، مهدی کیخاژاله[2]، محمد گلوی[1]، محمد جواد ثقه‌الاسلامی[3] و رضا برادران[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی عکس‌العمل گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) نسبت به مصرف شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی در شرایط کم آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. رژیم آبیاری در سه سطح (I_1: شاهد یا آبیاری معمول، I_2: قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و I_3: قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی) بعنوان کرت‌های اصلی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در پنج سطح (S_1: شاهد یا عدم‌محلول‌پاشی، S_2: آهن با غلظت چهار در هزار، S_3: روی با غلظت سه در هزار، S_4: منگنز با غلظت چهار در هزار و S_5: مخلوط کامل آنها) بعنوان کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه بطور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه از رژیم آبیاری کامل بدست آمد، بطوریکه کاهش عملکرد دانه در تیمارهای قطع یک نوبت آبیاری قبل و بعد از گلدهی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۴/۹ و ۲۰/۱ درصد بود. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک و دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه معنی‌دار بود و تیمار محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوری‌که عملکرد آن ۲۲/۱۲ درصد بیشتر از شاهد بود. اگرچه درصد موسیلاژ و شاخص تورم از نظر آماری تحت تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفتند، ولی بیشترین درصد و عملکرد موسیلاژ به تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و بیشترین میزان شاخص تورم به تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی تعلق داشت. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سبب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک و عملکرد موسیلاژ اسفرزه گردید، بطوری‌که بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری کامل و محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تعداد سنبله، رژیم آبیاری، شاخص تورم، عملکرد دانه، موسیلاژ

مقدمه

کشور ایران با تنوع اقلیمی و وجود گونه‌های گیاهی زیاد، بستر بسیار مناسبی برای کشت و پرورش گونه‌های با ارزش دارویی و نادر است. از آنجا که محصول نهایی در زراعت گیاهان دارویی دست‌یابی به متابولیت‌های ثانویه (مواد مؤثره دارویی) می‌باشد، بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد کمی و کیفی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) یکی از گیاهان مهم داروئی خانواده بارهنگ (Plantaginaceae) می‌باشد که بذرهای آن سرشار از ترکیبات لعابی به نام موسیلاژ است و در صنایع داروسازی، غذایی، کاغذسازی و صنعت نفت استفاده می‌شود. اسفرزه سیستم ریشه‌ای ضعیف و سطحی دارد، ولی مقاومت نسبتاً خوبی نسبت به شرایط کم آبی دارد (Zahoor et al., 2004).

یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب، کم آبیاری است که طی آن به گیاه اجازه داده می‌شود مقداری تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل نماید (Wang et al., 2001). هدف اصلی در کم آبیاری، افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاهش عرضه آب کافی برای گیاه در مرحله‌ای است که تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد ندارد (Pannu & Singh, 1993). بروز تنش کم آبی در مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحلهٔ زایشی به علت کاهش طول دورهٔ فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه است که این امر ناشی از پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ و نیز کاهش سهم انتقال

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار دانشگاه زابل، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار دانشگاه آزاد بیرجند
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: m_ramroudi@yahoo.com

مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه بوده و موجب کاهش عملکرد به سبب کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (Goksoy et al., 2004; Bannayan et al., 2008). موسیلاژ اسفرزه جزو متابولیت‌های ثانویه می‌باشد. میزان تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی واقع می‌شود، بطوری‌که تنش رطوبتی عامل مؤثری در افزایش برخی ترکیبات طبیعی در گیاهان دارویی می‌گردد (Baher et al., 2002).

عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند. ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند (Ravi et al., 2008). کمبود این عناصر گاهی بعنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌توانند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می‌تواند وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشد (Movahhedy-dehnavy et al., 2009).

مصرف برگی عناصر ریزمغذی به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاه نیز می‌شوند (Whitty & Chambliss, 2005). نتایج تحقیقات متعدد حاکی از تأثیر مثبت کاربرد ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاهان زراعی و دارویی می‌باشد (Babhulkar et al., 2000; Mosavi et al., 2007). نتایج بررسی حیدری همکاران (Heidari et al., 2008) در محلول‌پاشی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) با ترکیبی از عناصر اسید بوریک (۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی (۲۵ کیلوگرم در هکتار) و سکوسترین (۱۵ کیلوگرم در هکتار)، افزایش وزن خشک و میزان عملکرد اسانس را گزارش کردند. تأثیر مثبت ریزمغذی‌ها بر عملکرد ماده خشک ممکن است به دلیل افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفواینول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد. بر در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل در گیاهان نقش مؤثری نقش دارند (Sharafi et al., 2002; Ravi et al., 2008).

در مطالعه‌ای، تأثیر مثبت ژریم آبیاری و کودهای نیتروژن و فسفر بر گیاه دارویی اسفرزه گزارش شده است (Patel & Sadaria, 1996). بر اساس نتایج تحقیق کوچکی و همکاران (Kochaki et al., 2004) واکنش عملکرد و ویژگی‌های کیفی دو گونه دارویی اسفرزه و پسیلیوم (*P. psyillum* L.) تحت تأثیر دوره آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان دادند و بیشترین عملکرد دانه در اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب در فواصل آبیاری ۲۰ و ۱۰ روز بدست آمد، در حالی‌که بیشترین میزان شاخص تورم در تیمار آبیاری با فاصلهٔ ۳۰ روز حاصل شد. نتایج تحقیقی نشان داد که تأثیر چهار و پنج نوبت آبیاری بر عملکرد دانهٔ اسفرزه تفاوت معنی‌داری نداشت (Ganpat et al., 1992). طبق نتایج تحقیق پوریوسف (Pouryusf, 2007) کاهش تعداد و مقدار آبیاری، درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه اسفرزه را بطور معنی‌دار افزایش داد.

اسفرزه از جمله گیاهان دارویی است که با شرایط آب و هوایی سیستان سازگاری دارد (Galavi et al., 2008)، کمبود آب آبیاری یکی از معضلات کشاورزی در منطقه مزبور می‌باشد. به نظر می‌رسد که بررسی تأثیر کم آبیاری بر گیاهان زراعی و دارویی از جمله اسفرزه بویژه توأم با تأثیر کاربرد شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی بتواند افق‌های جدیدی را در استفاده کارآمد از آب و عناصر غذایی فراهم نماید. لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه تحت شرایط کم‌آبیاری در شرایط آب و هوایی زابل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۱ درجه و۳۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریا در خاک شنی لومی اجرا گردید. اقلیم منطقه گرم و خشک با فصل خشک تابستانه می‌باشد. متوسط دمای سالیانه ۲۱/۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالانه ۵۵ میلی‌متر و میزان تبخیر سالیانه بین ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌متر و اسیدیته خاک برابر هشت می‌باشد.

آزمایش بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. رژیم آبیاری در سه سطح I_1: شاهد یا آبیاری معمول، I_2: قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و I_3: قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بعنوان کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی در پنج سطح S1: شاهد یا عدم محلول‌پاشی، S_2: آهن با غلظت چهار در هزار (سولفات آهن)، S_3: روی با غلظت سه در هزار (سولفات روی)، S_4: منگنز با غلظت چهار در هزار (سولفات منگنز) و S_5: مخلوط کامل آنها بعنوان کرت‌های فرعی بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی انجام شد.

زمین محل اجرای آزمایش در بهار به عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد و سپس عملیات دیسک‌زنی و تسطیح در پاییز انجام گرفت. هر کرت ۷/۵ متر مربع وسعت داشت که بصورت درهم کشت گردید. میزان بذر بر حسب هشت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. عملیات داشت در طی فصل رشد به موقع انجام گرفت و وجین علف‌های هرز در طول دوره رشد با دست صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری ارتفاع، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و وزن هزار دانه در مرحله رسیدگی

فیزیولوژیک ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت فرعی انتخاب گردید. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و دانه یک متر مربع از وسط هر کرت برداشت گردید. شاخص برداشت پس از خشک شدن عملکرد در هوای آزاد، از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ×۱۰۰ محاسبه شد. شاخص تورم و درصد موسیلاژ بذر به روش شارما و کول (Sharma & Koul, 1986) در آزمایشگاه تعیین شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های کمّی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اگر چه که تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد پنجه در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی با کاهش تعداد آبیاری، بتدریج از ارتفاع بوته کاسته شد، بطوری‌که آبیاری کامل بیشترین ارتفاع بوته و قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی، کمترین آن را در بین رژیم‌های آبیاری دارا بودند (جدول ۲). روند داده‌ها نشان داد که بوته‌های محلول‌پاشی شده با منگنز نسبت به سایر تیمارها از ارتفاع بوتهٔ بالاتری برخوردار بودند (جدول ۲). افزایش ارتفاع بوته اسفرزه با کاربرد کودهای آلی و شیمیایی توسط برخی از محققین (Singh et al., 2003; Yadav et al., 2002) نیز گزارش شده است.

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد که با کاهش تعداد آبیاری، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله تغییر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که عدم تفاوت تعداد پنجه در بوته و طول سنبله بدلیل اعمال تیمارها در پایان مرحله رویشی باشد. محدودیت آبی در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی بر تعداد سنبله در بوته اثر داشته که نسبت به شاهد کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) مبنی بر کاهش طول سنبلهٔ اسفرزه تحت شرایط کم آبیاری مطابقت دارد. تعداد پنجه در بوته و طول سنبله تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روند خاصی را نشان ندادند. در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین طول سنبله از تیمار محلول‌پاشی با منگنز بدست آمد (جدول ۲).

اجزای عملکرد

تأثیر رژیم آبیاری بر تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار شد، اما تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی فقط بر تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه

Table 1- Analysis of variance for plant height, number of tiller per plant, spike length, number of spike per plant, number seed per spike and 1000-seed weight of *Plantago ovata*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه در بوته Number of tiller per plant	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000- seed weight
		7.88	0.06	0.68	0.09	11.41	0.03
رژیم آبیاری Irrigation (I)	2	12.13	0.03	0.18	25.85**	107.23*	0.09**
خطای a Error (a)	6	8.11	0.13	0.57	1.19	14.59	0.007
محلول‌پاشی ریزمغذی Microelement foliar (M)	4	0.14	0.13	0.10	4.94	251.95**	0.07*
محلول‌پاشی ریزمغذی × رژیم آبیاری I × M	8	0.75	0.08	0.04	2.44	5.10	0.004
خطای b Error (b)	36	1.68	0.012	0.14	2.82	49.94	0.021
ضریب تغییرات CV (%)	–	5.82	10.89	11.55	7.72	8.89	8.33

** و * معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

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

با کاهش تعداد آبیاری، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، به طوری‌که بیشترین تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله از تیمار آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی بدست آمد. افزایش محدودیت آبی در مراحل قبل از گلدهی موجب کاهش تعداد سنبله در بوته می‌شود، اما اگر تنش خشکی بعد از گلدهی و گرده‌افشانی اعمال شود، اثری بر تعداد سنبله در بوته نداشته و تعداد دانه در سنبله و طول سنبله را کاهش می‌دهد (Gonzales et al., 1999). محدودیت آبی در طول مراحل زایشی از طریق اختلال در عمل گرده‌افشانی و کاهش طول دورهٔ آن موجب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (Shonfeld et al., 1998; Patra et al., 1999).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد، بطور غیرمعنی‌دار موجب افزایش تعداد سنبله در بوته شدند (جدول ۲). در حالیکه محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله در مقایسه با شاهد گردید. در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، بیشترین تعداد دانه در سنبله از محلول‌پاشی با روی بدست آمد که با تیمار محلول-پاشی با آهن در یک گروه آماری قرار گرفت. تیمارهای شاهد، محلول‌پاشی با منگنز و مخلوط کامل از این نظر در گروه آماری دیگری قرار گرفتند (جدول ۲).

با کاهش تعداد آبیاری، وزن ۱۰۰۰ دانه به تدریج کاهش یافت. بین رژیم آبیاری کامل و تیمارهای قطع آبیاری قبل و بعد از گلدهی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، ولی تفاوت وزن ۱۰۰۰ دانه بین تیمارهای قطع یک نوبت آبیاری قبل و بعد از گلدهی از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد که پایین بودن وزن ۱۰۰۰ دانه در رژیم کم آبیاری می‌تواند در نتیجهٔ محدودیت آبی ناشی از قطع آبیاری در مراحل بعد از گلدهی باشد که به شدت قدرت منبع و توان ساخت یا انتقال مواد فتوسنتزی را کاهش می‌دهد.

جدول۲-اثر رژیم های آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه

Table 2- Effect of irrigation regimes and micronutrient spraying on yield and yield components of *Plantago ovata*

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه در بوته Number of tiller per plant	طول سنبله Spike length (cm)	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight (g)
آبیاری معمول Normal irrigation	22.97a*	3.14a	3.35a	26.63a	81.69a	1.82a
قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی One time lack of irrigation before flowering	21.43a	3.08a	3.16a	24.54b	77.08b	1.74b
قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی One time lack of irrigation after flowering	22.40a	3.14a	3.27a	24.81b	79.72b	1.69b
شاهد Control	22.20a	3.23a	3.27a	24.22a	73.94b	1.63b
آهن Fe	22.19a	3.14a	3.31a	25.88a	84.07a	1.73ab
روی Zn	22.21a	3.20a	3.15a	25.42a	84.42a	1.80a
منگنز Mn	22.46a	2.97a	3.38a	25.47a	77.20b	1.83a
مخلوط عناصر ریزمغذی Mixture of those elements	22.25a	3.07a	3.19a	25.63a	7786b	1.74ab

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

*Means with the same letters in each column haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بطور معنی‌دار افزایش یافت، بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه مربوط به تیمار محلول پاشی با منگنز و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۲). چنین نتیجه‌ای بر اثر عرضه عناصر غذایی، ممکن است بدلیل افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باشد.

عملکرد بیولوژیک و دانه

تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک و دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). با کاهش تعداد آبیاری عملکرد بیولوژیک اسفرزه به طور قابل توجهی کاهش یافت. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۱۱/۵۰ درصد کاهش داشت (جدول ۴). محدودیت آبی در مراحل مختلف نموی موجب کاهش سطح برگ، کاهش جذب نور، فتوسنتز جاری و تولید مواد پرورده می‌شود که منجر به کاهش میزان تجمع مادهٔ خشک کاهش می‌گردد (Fereres et al., 1998; Bannayan et al., 2008).

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را افزایش دادند. بالاترین عملکرد بیولوژیک از محلول‌پاشی با روی حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۷/۹۱ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

تحت تأثیر کاهش تعداد آبیاری، عملکرد دانه به شدت کاهش یافت. رژیم آبیاری کامل بیشترین عملکرد دانه و قطع یک نوبت بعد از گلدهی کمترین را داشتند. میزان کاهش عملکرد دانه نسبت به آبیاری کامل ۲۰/۱۴ درصد بود (جدول ۴). بروز تنش کم آبی طی مراحل مختلف نموی بویژه در مرحلهٔ زایشی به علت کاهش طول دورهٔ فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه و همچنین کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه، موجب کاهش عملکرد می‌شود (Patra et al., 1999).

بنابراین برای حصول عملکرد دانه مناسب تأمین آب مورد نیاز برای گیاه طی دورهٔ کوتاه گرده‌افشانی تا مرحلهٔ پر شدن دانه ضروری می‌باشد. بر اساس مطالعه یاداو و همکاران (Yadav et al., 2002) سیستم‌های ارگانیک و تلفیقی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه داشتند.

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد عملکرد دانه را بطور بسیار معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین عملکرد دانه از محلول پاشی با روی و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴).

جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد موسیلاژ، شاخص تورم و عملکرد موسیلاژ اسفرزه

Table 3- Analysis of variance for seed and biological yield, HI, mucilage percent, turgid index and mucilage yield of *Plantago ovata*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد موسیلاژ Mucilage percent	شاخص تورم Turgid index	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield
		6033.0	28266.9	4.16	6.19	0.56	639.6
Irrigation (I) خطای a	2	80561.4*	546423.9*	6.31	0.62	0.76	1878.4
Error (a) محلول‌پاشی ریزمغذی	6	11824.7	67808.2	2.77	2.17	1.37	419.4
Microelement foliar (M) محلول‌پاشی	4	20558.7**	129870.2*	5.55	0.83	0.51	795.8*
ریزمغذی × رژیم آبیاری I × M	8	390.2	1855.5	2.92	0.30	0.78	13.6
خطای b Error (b)	36	5141.01	48631.9	3.46	1.78	0.54	258.2
ضریب تغییرات CV (%)	-	13.28	13.49	5.64	8.06	7.07	17.93

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

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

وجود آهن در گیاه باعث افزایش فتوسنتز و از این طریق باعث افزایش کربوهیدرات‌ها و مواد پروتئینی می‌شود و از آنجایی که در

نهایت ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد، می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. همچنین عنصر روی سبب افزایش عملکرد و اجزاء آن می‌شود، می‌تواند به همراه آهن باعث افزایش عملکرد دانه شوند (Leilah et al., 1990). کاربرد کودهای شیمیایی و بویژه کودهای دامی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، دانه و موسیلاژ اسفرزه می‌شوند (Patel & Sadaria, 1996; Singh et al., 2003).

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفت (جدول ۳). بالاترین شاخص برداشت از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از رژیم قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی بدست آمد (جدول ۴). این امر ممکن است به این دلیل باشد که هر چند در اثر محدودیت آبی عملکرد بیولوژیک و دانه هر دو کاهش می‌یابند، امّا کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط کم‌آبیاری کمتر از کاهش عملکرد دانه بود. کاهش ۱۱/۵ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با کاهش ۱۴/۵۸ درصدی عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی نیز مؤید این مطلب است. پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) نیز گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری بدلیل افت شدید عملکرد دانه، شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین شاخص برداشت از محلول‌پاشی با منگنز و کمترین شاخص برداشت از تیمار شاهد حاصل گردید، هر چند که این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۴).

به نظر می‌رسد که این امر در نتیجهٔ اختصاص مقدار بیشتری از مواد پرورده به دانه‌ها در مقایسه با اندام‌های رویشی در اثر کاربرد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باشد. بالاتر بودن درصد افزایش عملکرد دانه در مقایسه با درصد افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر محلول‌پاشی نیز این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۴).

ویژگی‌های کیفی

درصد موسیلاژ و شاخص تورم تحت تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفتند (جدول ۳). با کاهش تعداد آبیاری، درصد موسیلاژ روند افزایشی داشت، بطوری‌که از ۱۶/۳۴ درصد تحت رژیم آبیاری کامل به ۱۶/۶۶ درصد در رژیم قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی افزایش یافت (جدول ۴).

جدول٤-اثر رژیم های آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی اسفرزه

Table 4- Effect of irrigation regimes and micronutrient spraying on yield and yield quality of *Plantago ovata*

تیمارها Treatments	عملکرد دانه Teed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪) HI (%)	شاخص تورم Turgid index (ml)	درصد موسیلاژ Mucilage percent	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield (kg.ha-1)
آبیاری معمول Normal irrigation	610.74a*	1813.61a	33.62a	10.25a	16.34a	100.37a
قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی One time lack of irrigation before flowering	521.64b	1604.94b	33.53a	10.31a	16.66a	86.91a
قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی One time lack of irrigation after flowering	487.90b	1487.22b	32.84a	10.62a	16.62a	81.51a
شاهد Control	472.60b	1455.33b	32.54a	10.22a	16.14a	76.21b
آهن Fe	549.30a	1682.21a	32.57a	10.55a	16.77a	92.88a
روی Zn	577.18a	1716.02a	33.58a	10.67a	16.76a	96.68a
منگنز Mn	568.20a	1681.71a	33.88a	10.22a	16.59a	94.31a
مخلوط عناصر ریزمغذی Mixture of those elements	533.18a	1641.02a	32.41a	10.32a	16.43a	87.86ab

*میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

*Means in each column having at least a common letter are not significantly different

همچنین با کاهش تعداد آبیاری، شاخص تورم دانه نیز روند صعودی داشت، بطوری‌که بیشترین شاخص تورم از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی حاصل شد، گر چه تفاوت معنی‌داری با سایر رژیم‌های آبیاری نداشت (جدول ۴). پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ کاهش و درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه افزایش یافتند، آنها نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین شاخص تورم دانه و درصد موسیلاژ وجود دارد، بطوری‌که با افزایش درصد موسیلاژ، شاخص تورم نیز افزایش یافت. این امر نشان‌دهندهٔ عکس العمل این گیاه در برابر محدودیت آبی است که منجر به افزایش تولید موسیلاژ در پوستهٔ دانه می‌شود.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) حاکی از تأثیر مثبت تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه در مقایسه با شاهد می‌باشد، اگر چه این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. کمترین درصد موسیلاژ به تیمار شاهد و بیشترین درصد آن به تیمار محلول-پاشی با آهن تعلق داشت که در مقایسه با شاهد حدود ۳/۷۵ درصد افزایش نشان داد. در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، بیشترین شاخص تورم دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی با روی بود (جدول۴). پریهارو و سینگ (Parihar & Singh, 1995) گزارش کردند که کاربرد کودهای شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه نداشتند. با توجه به اینکه میزان تورم دانه بیشتر به دلیل خاصیت تورمی بالای موسیلاژ دانه می‌باشد، لذا انتظار می‌رود، در بذرهایی که از درصد موسیلاژ بالاتری برخوردارند، از شاخص تورم دانه بالا نیز برخوردار باشند. بالا بودن شاخص تورم دانه تحت رژیم کم آبیاری و تیمارهای محلول پاشی ممکن است به همین علت باشد. نتایج برخی بررسی‌ها (Zahoor et al., 2004; Singh et al., 2003) نیز کیفیت بذر اسفرزه تحت تأثیر درصد موسیلاژ و شاخص تورم آن می‌باشد. هر چقدر بذور از درصد موسیلاژ و شاخص تورم بیشتری برخوردار باشند کیفیت آنها نیز بالاتر خواهد بود.

اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار نبود، اما تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر آن معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد آبیاری، عملکرد موسیلاژ دانه نیز کاهش یافت. بیشترین عملکرد موسیلاژ مربوط به رژیم آبیاری کامل بود و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۱۸/۷۸ درصد کاهش داشت (جدول ۴). با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ بطور معنی‌داری کاهش یافت و علت این امر را کاهش شدید عملکرد دانه در اثر کم‌آبیاری عنوان کردند (Patra et al., 1999).

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی-دار عملکرد موسیلاژ را افزایش داد. محلول پاشی با روی بیشترین عملکرد موسیلاژ را داشت که تفاوت آن با تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه به اینکه عملکرد موسیلاژ حاصلضرب عملکرد دانه و درصد موسیلاژ می‌باشد، لذا علت اصلی بالا بودن عملکرد موسیلاژ در این تیمارها، بالا بودن عملکرد دانه می‌باشد. برخی محققین کاربرد کودها را در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه مؤثر دانسته‌اند (Singh et al., 2003; Parihar & Singh, 1995). بر همکنش رژیم آبیاری و تیمارهای محلول‌پاشی بر هیچ‌یک از ویژگی‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود (جداول ۱ و ۳).

نتیجه‌گیری

برتری عملکرد دانه و موسیلاژ در تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد، بیانگر تأثیر سودمند محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی میباشد. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان چنین بیان کرد که کشت اسفرزه با کاربرد شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی، تحت رژیم کم‌آبیاری بدلیل تولید عملکرد دانه و موسیلاژ مناسب، از موفقیت خوبی برخوردار است.

منابع

1- Babhulkar, P.S., Dinesk, K., Badole, W.P., Balpande, S.S., and Kar, D. 2000. Effect of Sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science 48: 541-543.
2- Baher, Z.F., Mirza, M., Ghobani, M., and Rezaii, M.B. 2002. The Influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavor Fragrance Journal 17: 275-277.
3- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Indian Journal of Crops Production 27: 11-16.
4- Fereres, E., Orgaz, F., and Villalobos, F.L. 1998. Crop productivity in water-limited environments. In: Proceedings of the Fifth ESA Congress, Nitra, the Slovak Republic, p. 317–318.
5- Galavi, M., Ramroudi, M., and Mansouri, S. 2008. Effect of sowing dates on yield, yield components and quality of Isabgol (*Plantago ovata*) in Sistan region. Pajouhesh and Sazndegi 77: 135-140. (In Persian with English Summary)
6- Ganpat S., Ishwar, S., and Bhati, D.S. 1992. Response of blond psyllium *(Plantago ovata)* to irrigation and split

application of nitrogen. Indian Journal of Agronomy 37: 880-881.
7- Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dagustu, N. 2004. Responses of safflower *(Carthamus tinctorius* L.*)* to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research 87: 167-178.
8- Gonzales, A., Matin, I., and Ayerbe, L. 1999. Barley yield in water stress conditions: the influence of precocity, somatic adjustment and stomata conductance. Field Crops Research 62: 23-34.
9- Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H., and Dadpoor, M.R. 2008. The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24: 1-9. (In Persian with English Summary)
10- Leilah, A.A., Badawi, M.A., Moursy. E.L., and Attia, A.N. 1990. Response of Soybean plants to foliar application of zinc different levels of nitrogen. Journal of Agricultural Sciences Mansoura University 13: 556-563.
11- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2004. Organic cultivation of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium* in response to water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 2(1): 68-78. (In Persian with English Summary)
12- Mosavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato *(Solanum tuberosum* L.*)*. Asian Journal of Plant Science 6: 1256-1260.
13- Movahhedy-dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products 30: 82-92.
14- Pannu, P.K., and Singh, D.P. 1993. Effects of irrigation on water use, water–use efficiency, growth and yield of mung bean. Field Crops Research 31: 87-100.
15- Parihar, G.N., and Singh, R. 1995. Response of psyllium *(Plantago ovata)* to nitrogen and phosphorus fertilization. Indian Journal of Agronomy 40: 529-531.
16- Patel, B.S., and Sadaria, S.G. 1996. Influence of irrigation, nitrogen and phosphorus on yield, nutrient uptake and water-use efficiency of blond psyllium *(Plantago ovata)*. Indian Journal of Agronomy 41: 136-139.
17- Patra, D.D., Anwar, M., Singh, S., Prasad, A., and Singh, D.V. 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress condition. Recent Advances in management of arid ecosystem. Proceeding of Symposium Held in Indiam, March 1997. pp. 347-350.
18- Pouryousf, M. 2007. The effect of soil fertilizing systems (organic and inorganic) on nutrients content, yield, yield components and mucilage of isabgol (*Plantago ovata*) under different irrigation regimes. PhD. Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
19- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). Karnataka Journal Agriculture Science 32: 382-385.
20- Sharma P.K., and Koul, A.K. 1986. Mucilage in seeds *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmachology 17: 289-295.
21- Shonfeld, M.A., Jaohnson, R.C., Carver, B.F., and Mornhiveg, D.W. 1998. Water relations in winter wheat as drought resistance Indicator. Crop Science 28: 529-531.
22- Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, M., and Pourmirza, A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage com cultivars in Urmia. Soil and Water 12: 85-94.
23- Singh, D., Chand, S., Anvar, M., and Patra, D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol *(Plantago ovata)* in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 25: 414-419.
24- Wang, H., Zhang, L., Dawes, W.R. and Liu, C. 2001. Improving water use efficiency of irrigated crops in the North China Plain-measurements and modeling. Agriculture and Water Management 48: 151–167.
25- Whitty, E.N., and Chambliss, C. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. 21 pp.
26- Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadva, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol *(Plantago ovata)*. Journal of medicinal and aromatic Plant Science 25: 668-671.
27- Zahoor, A., Ghafor, A., and Muhammad, A. 2004. *Plantago ovata*- A crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Introduction of Medicinal Herbs and Spices as Crops Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Pakistan.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۳۲-۲۲۷

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 227-232

تأثیر کاشت گیاهان پوششی و مدیریت خاکپوش بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

عباداله مؤیدی شهرکی[1*]، مجید جامی الاحمدی[2]، محمد علی بهدانی[2] و سهراب محمودی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاشت گیاهان پوششی و مدیریت خاکپوش بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸- ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک-های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. سه نوع مدیریت خاکپوش به عنوان فاکتور اصلی (برگرداندن گیاهان پوششی به خاک، برداشت گیاه پوششی و برداشت + خاکپوش سطحی) و سه سطح گیاه پوششی (تریتیکاله، ماشک معمولی و مخلوط تریتیکاله و ماشک) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تیمار شاهد بدون گیاه پوششی نیز با چهار تکرار در کنار آزمایش اصلی قرار داده شد. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف مدیریت خاکپوش بر روی تعداد طبق در بوته و عملکرد کل تأثیر معنی‌داری از نظر آماری داشته است، به طوری که بیشترین تعداد طبق در تیمار خاکپوش سطحی و حذف بقایا به‌دست آمد. بیشترین مقدار عملکرد نیز در تیمار مخلوط دو گیاه پوششی تریتیکاله و ماشک معمولی به همراه خاکپوش سطحی (۲۲۰۲/۹ کیلوگرم در هکتار) و تریتکاله + خاکپوش سطحی (۱۹۹۳/۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد در تیمارهای ذکر شده نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۲۲/۴۹ و ۱۰/۴۸ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: خاکپوش، کشاورزی پایدار، ماده آلی

مقدمه

علی‌رغم وجود پتانسیل‌های فراوان در تولید دانه‌های روغنی در کشور، بخش اعظمی از روغن مصرفی هم اکنون از خارج وارد می‌شود. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش سطح زندگی، تقاضا برای مصرف روغن‌های خوراکی در حال افزایش می‌باشد و از اینرو توسعه کشت دانه‌های روغنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به دلیل تنوع آب و هوایی در ایران امکان کشت بسیاری از دانه‌های روغنی وجود دارد. در این رابطه کشت گیاهان دانه روغنی نظیر گلرنگ (*Carthamus tinctorious L.*) که از نظر کیفیت روغن دانه و دارویی مهم هستند، دارای اهمیت است (Naseri, 1996; Naraki, 1998). کیفیت برتر روغن و تحمل یا مقاومت بیشتر گلرنگ نسبت به سایر دانه‌های روغنی به شرایط نامساعد محیطی نظیر خشکی (Nasr et al., 1978) و شوری (Naseri, 1996)، دلیل بسیار خوبی برای تحقیقات بیشتر در مورد این گیاه می‌باشد.

نظام‌های کشاورزی مبتنی بر مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی و تأکید بیش از حد بر افزایش تولیدات ضمن بر هم زدن توازن و تعادل اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی و کاهش حاصلخیزی خاک موجب شده تا در دو دهۀ اخیر تأکید بیشتری بر بکارگیری روش‌های کشاورزی پایدار شود (Sedaghati, 1992). مفهوم کشاورزی پایدار در زراعت به مجموعه و دامنه‌ای از فعالیت‌ها مانند مدیریت تلفیقی کنترل آفات و بکارگیری تکنیک‌های خاص مدیریت زراعی اطلاق می‌شود که موجب پایداری نظام زراعی نیز می‌شود (Absher, 2000). از جمله این راهکارها استفاده از گیاهان پوششی به خصوص گیاهان خانواده حبوبات به منظور تثبیت نیتروژن و تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان بعد از آن در تناوب می‌باشد. افزایش و کاهش عملکرد گیاهان زراعی در سیستم‌های همراه با خاکپوش گزارش شده است. در یک آزمایش، هنگامی که قبل از نشاءکاری کاهو (*Lactuca sativa* L.) خاکپوش لوبیای چشم بلبلی (*Vigna*

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: ebadollah@yahoo.com)

unguiculata L.) با خاک مخلوط شد بالاترین عملکرد کاهو بدست آمد (Ngougio et al., 2003). این عملکرد در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ به ترتیب ۱۵ تن در هکتار و ۱۶/۴ تن در هکتار در تیمارهایی که از خاکپوش استفاده شده بود به دست آمد که می‌تواند به علت توانایی تثبیت نیتروژن و افزایش حاصلخیزی خاک توسط لوبیای چشم بلبلی باشد. همچنین در مطالعات دیگری گزارش شده است که عملکرد کل میوه مرغوب گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) در کرت‌های همراه با خاکپوش نسبت به کرت‌های بدون خاکپوش بیشتر بود. عملکرد گوجه‌فرنگی با افزایش خاکپوش تا حد ۷/۵ تن در هکتار بیشتر شد و بعد از آن افزایش معنی‌داری در عملکرد با افزایش خاکپوش دیده نشد (Hudu et al., 2002; Akintoye et al., 2005). در آزمایشی دیگر نیز عملکرد گوجه فرنگی که با خاکپوش بقایای ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) و مخلوط چاودار (*Secale cereal* L.) و ماشک کاشته شد بود با عملکرد گوجه فرنگی که در زمین بدون خاکپوش کاشته شده بود، مقایسه شد. در دو سال از سه سال آزمایش، خاکپوش‌های گیاهان پوششی عملکرد گوجه فرنگی بیشتری و میوه‌های درشت تری نسبت به زمین بدون خاکپوش داشتند (Abdul-Baki et al., 1993). گرچه در ارزیابی استفاده از گیاه پوششی برای گوجه فرنگی تفاوتی در عملکرد گوجه فرنگی بین دو تیمار گیاه پوششی و کود شیمیایی مشاهده نشد ((Stivers & Sheehan, 1991). متوسط عملکرد چهار ساله ذرت بعد از دو گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و چاودار به ترتیب ۱۴/۴۵ و ۹/۷۷ تن بر هکتار به دست آمد. در تیمار شاهد متوسط عملکرد چهار ساله ذرت ۹/۴۵ تن بر هکتار بود (Kue & Jellum, 2002).

بر اساس نتایج لال (Lal, 1988) عملکرد دانه ذرت، سویا و لوبیای چشم بلبلی تحت تأثیر سطوح خاکپوش کاه وکلش برنج (*Oriza sativa* L.) قرار گرفتند و در مقدار بقایای چهار تن در هکتار بیشترین عملکرد را داشتند. ویکس و همکاران (Wicks et al., 1994) نتیجه گرفتندکه عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.) به ازای افزایش هر ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار پسماند گندم پنج تا هشت درصد افزایش یافت. گزارش شده است که عملکرد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در بقایای یونجه و شبدر زیرزمینی بیشتر بود (Campiglia et al., 2009). گزارش شده است که باقی‌گذاشتن کامل بقایای گندم زمستانه و ذرت در سطح خاک (عدم خاک‌ورزی) و کاشت هر دو گیاه گندم و ذرت در این مقدار بقایا باعث بهبود رشد، عملکرد گیاه زراعی و کارایی مصرف آب شد (Jin et al., 2009). بهرانی و همکاران (Bahrani et al., 2007) کاهش رشد و عملکرد ذرت را در مقدار ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بقایای گندم زمستانه را نسبت به شاهد (بدون بقایا) و مقدار بقایای ۱۲۵۰، ۲۵۰۰ و ۳۷۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند و بیشترین عملکرد دانه در مقدار بقایای ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. در آزمایشی دیگر، تأثیر پسماندهای ماشک گل خوشه‌ای، ماشک زراعی، چچم، یولاف زراعی (*Avena sativa* L.)، چاودار، گندم و شبدر برسیم بر عملکرد فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) به‌صورت مخلوط با خاک مورد بررسی قرار گرفت (Isik et al., 2009). آن‌ها نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد در پسماند ماشک گل خوشه‌ای حاصل شد. در آزمایش دیگری دو نوع سیستم مدیریتی (کاشت بذر بدون شخم در داخل بقایای گیاهی و یا کاشت در درون بقایای گیاهی مخلوط شده با خاک) بقایای گیاهان غلات که شامل گیاهان چاودار، یولاف زراعی و جو بهاره بودند، بر روی عملکرد ذرت شیرین و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بررسی شد (Peachay et al., 2004). نتایج نشان داد که کاشت بدون شخم در داخل بقایای گیاهی عملکرد دانه کاهش پیدا کرد.

ویدال و باومن (Vidal & Bauman, 1996) نتیجه گرفتند که با افزایش پسماند سطحی گندم از صفر تا ۱۲ تن بر هکتار در زراعت سویا (*Glycine max* L.)، عملکرد آن با افزایش سطوح پسماند بیشتر شده بود. با توجه به اینکه در مناطق خشکی مانند بیرجند اثر گیاهان پوششی بر عملکرد گیاه روغنی گلرنگ کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر کاشت گیاهان پوششی و مدیریت خاکپوش بر روی اجزای عملکرد و عملکرد گیاه گلرنگ بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد که در آن مدیریت خاکپوش به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (برداشت + حذف بقایا، برداشت + خاکپوش سطحی، برگرداندن گیاهان پوششی به خاک) و گیاهان پوششی در سه سطح (تک کشتی تریتیکاله، تک کشتی ماشک معمولی، مخلوط تریتیکاله و ماشک معمولی)، همراه با یک بار وجین علف‌های هرز پس از کاشت گیاه گلرنگ (رقم محلی اصفهان) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تیماری شاهد بدون گیاه پوششی نیز در کنار آزمایش اصلی همراه با یک بار وجین علف‌های هرز در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت ۳×۶ متر و فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در اوایل آبان ماه تهیه زمین صورت گرفت و برای کاشت آماده شد. گیاهان پوششی در ۲۰ آبان ماه با دست و در دو طرف پشته‌ها کشت گردیدند. مقدار بذر مصرفی برای تریتیکاله ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، برای ماشک معمولی ۵۰ کیلوگرم در هکتار ومخلوط دو گیاه (تریتیکاله و ماشک معمولی) به ترتیب ۱۰۰ و ۲۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد. در اردیبهشت سال

۱۳۸۸ قبل از کشت گیاه گلرنگ گیاهان پوششی به روش‌های زیر برداشت شدند:

برداشت گیاهان پوششی و بیرون بردن آنها از کرت‌های آزمایشی،
برداشت گیاهان پوششی و باقی گذاردن آنها در کرت‌ها،
برگرداندن گیاهان پوششی به خاک.

بعد از این عملیات بذرهای گلرنگ در اوایل اردیبهشت روی پشته‌های موجود از قبل در دو تیمار برداشت گیاه پوششی و خاکپوش سطحی و پشته‌های ایجاد شده در تیمار برگرداندن بقایا به خاک، با دست و با تراکم بالا کشت و در مرحله ۴-۲ برگی برای رسیدن به تراکم مورد نظر (۲۵۰ هزار بوته در هکتار) تنک شدند. در پایان فصل رشد (اوایل شهریور ماه سال ۱۳۸۸) از هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای به میزان ۱۰ متر مربع برداشت و اجزای عملکرد (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰۰ دانه) و عملکرد مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تجزیه واریانس و کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel و Sigma-plot استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف مدیریت خاکپوش بر روی تعداد طبق در بوته در سطح احتمال ۱ درصد و بر عملکرد گلرنگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود؛ در حالی که اثر معنی داری بر روی تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰۰ دانه گیاه گلرنگ نداشت. این مسئله در حالی اتفاق افتاد که تیمارهای گیاهان پوششی و اثر متقابل گیاهان پوششی و مدیریت خاکپوش بر هیچکدام از صفات اندازه گیری شده از گیاه زراعی اثر نداشت و از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). همان طوری که مشاهده می‌شود بیشترین تعداد طبق در بوته در تیمار خاکپوش سطحی به‌دست آمد، هرچند از نظر آماری هیچ اختلافی بین این تیمار و تیمار برداشت بقایا وجود نداشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد که کنترل مناسب علف‌های هرز در این تیمارها باعث رشد مناسب گیاه گلرنگ شده و در نتیجه افزایش طبق در بوته حاصل شده است. همچنین به دلیل اینکه بقایای گیاهی در سطح خاک می‌توانند به کاهش آبشویی عناصر غذایی خاک کمک کنند، احتمال می‌رود که نقش اساسی در افزایش تعداد طبق در بوته داشته است. در همین رابطه (Tajbakhsh et al., 2005) بیان کردند که وجود پسماندهای گیاهی در سطح خاک به کاهش آبشویی عناصر غذایی خاک کمک کرده و ضمن بهبود ساختمان فیزیکی خاک می‌تواند در کنترل علف‌های هرز نیز مؤثر باشد. با توجه به اینکه گیاهان پوششی در زمان گلدهی کامل برداشت شدند، بنابراین تیمارهای مربوط به گیاه تریتیکاله و مخلوط دو گیاه پوششی دارای زیست توده بیشتری بودند. این مسئله می‌تواند به حفظ بهتر رطوبت در خاک کمک کند. دیکر و همکاران (Dieker et al., 1994) بیان داشتند که عملکرد دانه ذرت کاشته شده پس از گیاهان پوششی دیر از بین برده شده (در زمان گلدهی کامل) در مقایسه با گیاهان پوششی زود نابود شده بیشتر بود، این موضوع احتمالاً به این دلیل بوده است که خاکپوش بیشتر منجر به حفظ رطوبت و افزایش نیتروژن قابل دسترس می‌شود.

جدول ۱- میانگین مربعات برای اجزای عملکرد و عملکرد گیاه گلرنگ تحت تأثیر گیاهان مختلف پوششی و مدیریت‌های متفاوت خاکپوش

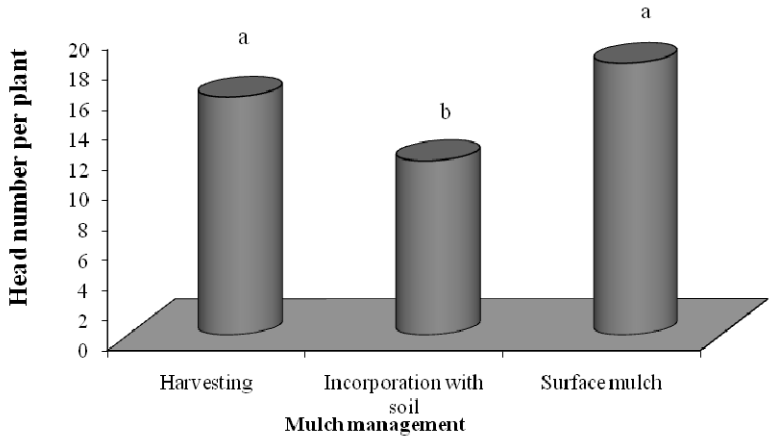
Table 1- Mean of squares for yield and yield components of safflower as affected by different cover crops and mulch managements.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد طبق در بوته Head No. per plant	تعداد دانه در طبق Grain No. per head	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	3	14.62^{ns}	45.51^{ns}	12.75^{*}	382205.47^{*}
مدیریت مالچ (A) Management mulch (A)	2	130.75^{**}	63.02^{ns}	6.89^{ns}	3024220.89^{*}
خطای کرت فرعی Main error	6	9.15	43.43	2.51	39729.04
گیاه پوششی (B) Cover crop (B)	2	6.58^{ns}	84.77^{ns}	5.53^{ns}	76498.23^{ns}
مدیریت مالچ×گیاه پوششی A×B	4	21.83^{ns}	32.81^{ns}	1.25^{ns}	82508^{ns}
خطای فرعی Sub error	18	11.67	34.54	6.70	103423.6

ns، * و **: به ترتیب نشاندهنده غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند.

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

عملکرد کل نیز تحت تأثیر تیمارهای مدیریت خاکپوش قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین عملکرد در تیمار خاکپوش سطحی به‌دست آمد، در حالی که هیچ اختلاف معنی داری از نظر آماری بین تیمارهای حذف بقایا و برگرداندن بقایا به خاک مشاهده نشد (شکل ۲). دلایل متعددی برای این موضوع وجود دارد که از جمله می‌توان به کنترل مناسب علف‌های هرز به وسیله‌ی پسماندها، حفظ رطوبت کافی در زیر لایه پسماند و نوسانات کمتر دمایی اشاره کرد. در این رابطه بیان شده است که افزایش عملکرد می‌تواند به علت سرکوب علف‌های‌هرز و کاهش دمای ریشه (Schonbeak & Evanylo, 1998) و نگهداشتن رطوبت کافی که باعث افزایش فعالیت میکروبی، افزایش تحرک موادغذایی و استفاده محصول برای رشد مطلوبترشان شود، باشد (Schonbeak & Evanylo, 1998; Dahiya et al., 2007). خاکپوش‌ها می‌توانند باعث افزایش مشارکت منافذ بزرگ در محدوده ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر در لایه ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک شوند و بین افزایش خلل و فرج خاک و عملکرد گیاه زراعی همبستگی وجود دارد (Glab & Kulig, 2008).

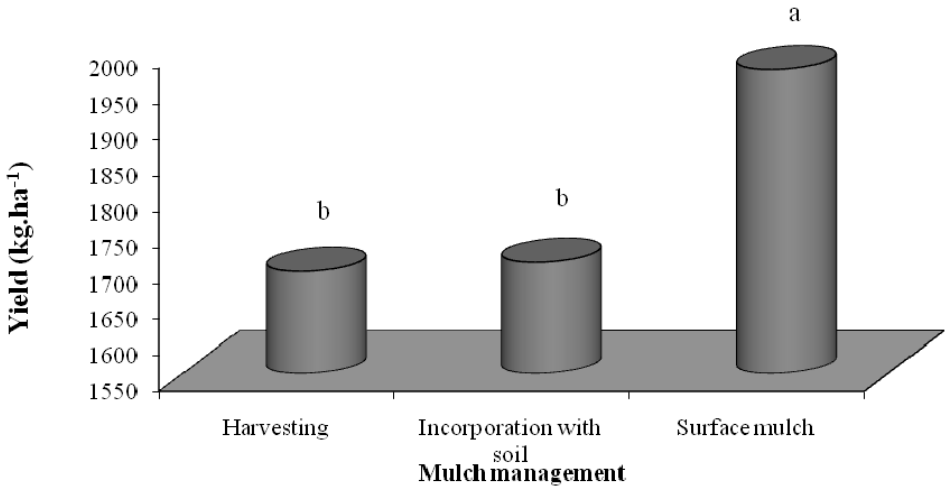


شکل ۱- تأثیر تیمارهای مدیریت خاکپوش بر روی تعداد طبق در بوته گیاه گلرنگ

Fig. 1- Influence of different mulch managements on head no. per plant in safflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test (α=0.05).



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مدیریت خاکپوش بر روی عملکرد گیاه گلرنگ

Fig. 2- Influence of different mulch managements on seed yield of safflower

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test (α=0.05).

تیسدال و عبدالبیکی (Teasdal & Abdul-Baki, 1998) بیان کردند که ممکن است عملکرد بعضی از گیاهان تحت تأثیر گیاهان پوششی و بقایای آنها قرار نگیرند. دلایل زیادی برای این مساله ذکر کرده‌اند که از جمله آنها می‌توان به آبیاری زیاد مزرعه و بارندگی‌های شدید که باعث آبشویی نیتروژن تثبیت شده در خاک و همچنین آبشویی مواد شیمیایی دگرآسیب می‌شود، اشاره کرد. آبشویی مواد دگرآسیب باعث افزایش موج جوانه زنی علف‌های هرز می‌شود که در نهایت موجب کاهش عملکرد خواهد شد (Teasdal & Abdul-Baki, 1998).

مقایسه میانگین‌ها بین تیمارهای مختلف آزمایشی و تیمار شاهد بر روی صفات تعداد طبق در بوته و عملکرد گلرنگ حاکی از اختلاف بین آنها می‌باشد. بیشترین تعداد طبق در بوته در تیمار مخلوط دو گیاه پوششی تریتیکاله و ماشک معمولی به همراه خاکپوش سطحی به‌دست آمد. بیشترین مقدار عملکرد نیز در تیمار مخلوط دو گیاه پوششی تریتیکاله و ماشک معمولی به همراه خاکپوش سطحی و تریتکاله + خاکپوش سطحی به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد در تیمارهای ذکر شده نسبت به شاهد به ترتیب برابر با ۲۲/۴۹ و ۱۰/۴۸ درصد بود (جدول ۲). احتمالاً مخلوط بقولات با گیاه پوششی گندمیان به دلیل تولید زیست توده مناسب و کنترل نسبی علف‌های هرز باعث افزایش تعداد طبق در گیاه شده است. می‌توان بیان کرد که مخلوط گیاهان پوششی بقولات و غلات با هم سبب فراهمی نیتروژن و به تبع آن افزایش عملکرد گیاه زراعی می‌شود. چنانکه (Blevins et al., 1990) افزایش عملکرد ذرت و سورگوم را پس از کاشت مخلوط چاودار و ماشک گل خوشه‌ای گزارش کرده‌اند. می‌توان بیان کرد که کنترل مناسب علف‌های هرز و همچنین تثبیت احتمالی نیتروژن توسط گیاه ماشک معمولی باعث افزایش عملکرد در این تیمارها شده است. در همین رابطه (Abdul-Baki & Teasdal, 1993) بیان کردند که عملکرد گوجه فرنگی پس از مخلوط چاودار با ماشک گل خوشه‌ای نسبت به تک‌کشتی ماشک گل خوشه‌ای افزایش چشمگیری داشت.

به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که در راستای کشاورزی پایدار استفاده از سیستم‌های زراعی جدید همچون سیستم‌های شخم کاهشی و بدون شخم، استفاده از گیاهان پوششی و بقایای آنها امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نیز به‌خوبی نشان می‌دهد که خصوصیات کمی عملکرد گیاه زراعی گلرنگ تحت تأثیر پسماندهای گیاه پوششی قرار گرفت و شاهد افزایش عملکرد در تیمارهای گیاهان پوششی به همراه خاکپوش سطحی بودیم. لذا استفاده مؤثر و کارآمد از این سیستم‌ها گامی اساسی در جهت پیشبرد کشاورزی پایدار به حساب می‌آید.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها برای اجزای عملکرد و عملکرد گلرنگ بین تیمارهای مختلف آزمایشی و تیمار شاهد

Table 2- Mean of squares for yield and yield components of safflower as affected by different mulch treatments

تیمار Treatment	تعداد طبق در بوته Head no. per plant	تعداد دانه در طبق Grain no. per head	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)
تریتیکاله + خاکپوش سطحی Triticale + surface mulch	18.50 ab*	38.50 a	29.45 a	1993.80 ab
ماشک معمولی + خاکپوش سطحی Common vetch + surface mulch	15.75 abc	35.50 ab	31.10 a	1721.77 b
مخلوط تریتیکاله و ماشک معمولی + خاکپوش سطحی Intercropping triticale and common vetch + surface mulch	20.00 a	31.75 abc	29.75 a	2202.90 a
تریتیکاله + برگرداندن به خاک Triticale + incorporation with soil	13.25 cd	31.75 abc	28.47 a	1744.60 b
ماشک معمولی + برگرداندن به خاک Common vetch + incorporation with soil	9.25 d	36.50 ab	30.32 a	166.05 b
مخلوط تریتیکاله و ماشک معمولی + برگرداندن به خاک Intercropping triticale and common vetch + incorporation with soil	12.25 cd	30.50 abc	30.30 a	1702.75 b
تریتیکاله + برداشت بقایا Triticale + harvesting	14.50 bc	37.25 ab	28.45 a	1690.97 b
ماشک معمولی + برداشت بقایا Common vetch + harvesting	18.00 ab	29.00 bc	29.02 a	1717.22 b
مخلوط تریتیکاله و ماشک معمولی + برداشت بقایا Intercropping triticale and common vetch + harvesting	15.00 bc	27.75 bc	28.42 a	1666.90 b
شاهد Control	16.50 abc	23.75 c	30.22 a	1798.30 ab

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* Means with different letters in each column are significantly different based on LSD test (α=0.05).

منابع

1- Abdul-Baki, A.A., and Teasdal, J.R. 1993. A no-tillage tomato production system using hairy vetch and subterranean clover mulches. Horticulture Science 28: 106-108.
2- Absher, W. 2000. Current Challenges for Agricultural Development. [On-Line].Available:*http://www.uky.edu/Agriculture/AgPrograms/main/pretty1b.gtm*
3- Akintoye, H.A., Agbeyi, E.O., and Olaniyan, A.B. 2005. The effect of live mulches on tomato (*Lycopersicon esculentum*) yield under tropical conditions. Journal of Sustainable Agriculture 26: 27-37.
4- Bahrani, M.J., Raufat, M.H., and Ghadiri, H. 2007. Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system. Soil and Tillage Research 94: 305-309.
5- Blevins, R.L., Herbek, J.H., and Frye, W.W. 1990. Legume cover crops as a N source for no-till corn and grain sorghum. Agronomy Journal 82: 769-772.
6- Campiglia, E., Paolini, R., Colla, G., and Mancinelli, R. 2009. The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. Field Crops Research 112: 16–23.
7- Dahiya, R., Ingwersen, J., and Streck, T. 2007. The effect of mulching and tillage on water and temperature regimes of a loess soil: experimental findings and modeling. Soil and Tillage Research.96: 52- 63.
8- Dekker, A.M., Clark, A.J., Meisinger, J.J., Mulford, F.R., and McIntosh, M.S. 1994. Legume cover crop contribution to no-tillage corn production. Agronomy Journal 86: 126-135.
9- Glab, T., and Kulig, B. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). Soil and Tillage Research 99: 169- 178.
10- Hudu, A.I., Futuless, K.N., and Gworgwor, N.A. 2002. Effect of mulching intensity on the growth and yield of irrigated tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and weed infestation in semi- arid zone of Nigeria. Journal of Sustainable Agriculture 21: 37- 45.
11- Isik, D., Kaya, E., Ngouajio, M., and Mennan, H. 2009. Weed suppression in organic pepper (*Capsicum annuum* L.) with winter cover crops. Crop Protection 28: 356–363.
12- Jin, H., Qingjie, W., Hongwen, L., Lijin, L., and Huanwen, G. 2009. Effect of alternative tillage and residue cover on yield and water use efficiency in annual double cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research 104: 198–205.
13- Kuo, A., and Jellum, E.J. 2002. Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn yield. Agronomy Journal 94: 501-508.
14- Lal, R. 1998. Mulching effects on Runoff, soil erosion, and crop response on alfisols in western Nigeria. Journal of Sustainable Agriculture 11: 135-153.
15- Naraki, F. 1998. Safflower Production. Research and Promotion Journal of Oilseeds. Kohkiloyeh va Buirahmad Research Center Press, Iran. (In Persian)
16- Naseri, F. 1996. Oilseeds. Astan Ghods Razavi Press, Iran. p.: 280-360. (In Persian)
17- Nasr, H.G., Katkhoda, N., and Taninit, L. 1978. Effect of N fertilization and population rate spacing on safflower yield and other characterestic. Agronomy Journal 70: 683-685.
18- Ngouagio, M., Mcgiffen, Jr M.E., and Hutchinson, C.M. 2003. Effect of cover crop and management system on weed populations in lettuce. Crop Protection 22: 57- 64.
19- Peachay, R.E., William, R.D., and Mallory-Smith, C. 2004. Effect of no-till or conventional planting and cover crops residues on weed emergence in vegetable row crop. Weed Technology 18: 1023-1030.
20- Schonbeck. W.M., and Evanylo, G.K. 1998. Effects of mulches on soil properties and tomato production II. Plant-available nitrogen, organic matter input, and tilt- related properties. Journal of Sustainable Agriculture. 13: 83- 100.
21- Sedaghati, M. 1992. Sustainable agriculture systems and its role in conservation and use of natural resources. Collection articles of 6th Scientific Congress of Iran Agriculture Extension. Iran, Theran, Agriculture Extension Organization. p. 15-29. (In Persian)
22- Stivers, L.J., and Sheehan, C. 1991. Meeting the nitrogen need of processing tomatoes through winter cover cropping. Journal of Agricultural Production 4: 330-335.
23- Tajbakhsh, M., Hasanzadeh, A., and Darvishzadeh, B. 2005. Green manuring in sustainable agriculture. Jihad Daneshgahi Publication, Oromieh, Iran 215 pp. (In Persian)
24- Teasdal, J. R., and Abdul-Baki, A. A. 1998. Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. Horticultural Science 33: 1163- 1166.
25- Vaughan, J.D., and Evanylo, G.K. 1998. Corn response to cover crop species, spring desiccation time, and residue management. Agronomy Journal 90: 536- 544.
26- Vidal, R.A., and Bauman, T.T. 1996. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. Weed Science 44: 939- 943.
27- Wicks, G.A. Crutchfield, D.A., and Burnside, O.C. 1994. Influence of wheat (*Triticum aestivum*) straw mulch and metolacholor on corn (*Zea mays*) growth and yield. Weed Science 42: 141-147.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۴۴-۲۳۳

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 233-244

تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش شوری

بهاره پارسا مطلق[۱]، سهراب محمودی[۲*]، محمد حسن سیاری زهان[۲] و مهدی نقی‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاهان از طریق بهبود جذب عناصر غذایی می‌تواند باعث واکنش مثبت گیاهان به ویژه در شرایط تنش شوری شود. به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا و کود فسفر بر میزان غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط آبیاری با آب شور، آزمایشی گلدانی در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری با چهار سطح (۵۰۰ [شاهد]، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر)، کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و قارچ میکوریزا در سه سطح (قارچ‌های گونه *Glomus mosseae* و *Glomus intradices* و شاهد بدون قارچ) بود. نتایج نشان داد که همراه با افزایش شوری، غلظت کلروفیل‌های a و b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها، پتاسیم، کلسیم و فسفر برگ در مرحله گلدهی کاهش یافت، اما در مقابل غلظت سدیم و نسبت Na/K افزایش پیدا کرد. در بین صفات مورد بررسی، قارچ‌های میکوریزا بر غلظت کلسیم برگ و کلروفیل a تأثیر معنی‌داری نداشتند. اثر متقابل کود فسفر و شوری نیز بر غلظت کلروفیل b، غلظت سدیم و فسفر برگ معنی‌دار بود. در بین دو گونه قارچ مورد استفاده، گونه‌ی *G. intraradices* عملکرد بهتری در افزایش غلظت کلرفیل و بهبود تغذیه‌ای گیاه لوبیا در شرایط تنش شوری داشت. در نتیجه می‌توان چنین بیان داشت که در شدت‌های پایین تنش شوری، مصرف کود فسفر به همراه قارچ‌های میکوریزا در لوبیا می‌تواند از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و غلظت رنگیزه های فتوسنتزی در کاهش اثرات منفی تنش شوری مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: شوری آب، کلروفیل، کود زیستی

مقدمه

در بین تنش‌های محیطی، شوری مشکل حادی است، که در حدود دو میلیون کیلومتر مربع از زمین‌های قابل استفاده در کشاورزی را تحت تأثیر خود قرار داده است و از این رو عامل محدود کننده بزرگی در تولید گیاهان لگوم در سراسر دنیا به شمار می‌رود. از طرفی افزایش شور شدن زمین‌های کشاورزی به‌طور وسیعی مورد انتظار است، به طوریکه ۳۰ درصد اراضی در ۲۵ سال آینده و بالغ بر ۵۰ درصد آنها در سال ۲۰۵۰ به دلیل توسعه شوری از گردونه تولیدات کشاورزی خارج می‌شوند (Wang et al., 2003). گیاهان در محیط شور با دو عامل اصلی مواجه هستند، یکی املاح زیاد موجود در محلول خاک که پتانسیل اسمزی خاک را پایین می‌آورد و باعث کاهش جذب و کمبود آب در گیاه می‌شود (Marschner, 1986) و دیگری زیادی یون‌های سدیم و کلر که موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله پتاسیم، کلسیم، آمونیوم و نیترات شده و نیز از فعالیت آنزیم‌ها کاسته و ساختار غشا را بر هم می‌زند (Greenvay & Munns, 1980; Lacan & Durand, 1996). این اثرات شامل کاهش فعالیت‌های متابولیکی گیاه از جمله فتوسنتز شده و از رشد گیاهان در محیط‌های شور می‌کاهد (Marschner, 1986).

در بسیاری از نظام‌های کشاورزی، کمبود فسفر پس از نیتروژن به عنوان اساسی‌ترین عامل در تولید محصولات زراعی مطرح شده است (Mosali et al., 2006). فلچر و همکاران (Fletcher et al., 2008) گزارش دادند که در بیش از ۳۰ درصد مناطق دنیا کمبود فسفر موجب محدودیت کشت محصولات می‌شود. در کنار مصرف نامتعادل کودهای فسفره، در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک به علت بالا بودن pH و غلظت زیاد یون کلسیم، عناصر غذایی مانند فسفر (که قابلیت جذب آنها وابسته به pH است) به صورت نامحلول

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و مربی دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: E-mail: smahmodi@yahoo.com)

درآمده و از دسترس گیاه خارج می‌شود (Harmsen et al., 2001). بازده کودهای فسفاته در چنین مناطقی معمولاً پایین بوده و مقدار جذب شده آنها بوسیله گیاه در سال اول، فقط ۵ تا ۲۰ درصد می‌باشد، بنابراین، گیاه همواره با کمبود این عناصر مواجه است (Malakuti, 1996). در این راستا استفاده از فناوری‌های جدید در زمینهٔ استفاده از کودهای زیستی بویژه به‌منظور مدیریت فسفر خاک اهمیت زیادی دارد. کاربرد خاکی فسفات به دلیل پایین بودن فسفر قابل جذب به تنهایی نمی‌تواند نیازهای بخش کشاورزی امروز را تأمین کند و باید با توجه به منابع جدید و استفاده از روش‌های مختلف به منظور افزایش کارایی و انحلال ترکیبات کم محلول فسفات توجه شود که معمولاً این روش‌ها شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌باشند (Chabot et al., 1996).

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی زیادی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (Sharma, 2002). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید. برای غلبه بر مشکل شوری خاک‌ها راهکار زیستی یکی از راهکارهای اساسی است که باید مورد توجه قرار گیرد (Katergi, 1994). در این بین می‌توان به قارچ‌های میکوریزا، اشاره کرد. قارچ‌های میکوریزا آربسکولار[1] نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان در شرایط شور دارند به نحوی که بعضی آنها را به عنوان اصلاح کنندگان زیستی[2] خاک‌های شور می‌نامند (Singh et al., 1997). قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکهٔ هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب[3] ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی بویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی، مس افزایش داده و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شوند (Marschner & Dell, 1994). با افزایش مصرف آب شور در کشاورزی، مصرف کود و بهبود تغذیه گیاهان در شرایط شور مورد توجه قابل ملاحظه‌ای قرار گرفته است (Omidbeigi, 2000). اطلاعات موجود نشان می‌دهدکه تحمل به نمک در گیاهان زراعی با تغییر سطح حاصلخیزی خاک تغییر می‌نماید و گیاهان در سطح حاصلخیزی پایین با دریافت کود کافی در برابر شوری مقاومت نشان می‌دهند (Feigin, 1985). با توجه به محدودیت جذب فسفر در مناطق گرم و خشک، به دلیل آهکی بودن خاک‌ها، انتظار می‌رود که بتوان با استفاده از قارچ مایکوریزا به یک نوآوری در خصوص افزایش جذب فسفر در خاک‌های شور و کاهش مصرف بی‌رویه کودهای فسفره دست یافت. با توجه به حساسیت گیاه لوبیا به تنش شوری، در این مطالعه اثرات میکوریزایی شدن لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و استفاده از مقادیر مختلف کود فسفر در میزان کاهش اثرات تنش شوری از طریق بررسی میزان غلظت عناصر غذایی و رنگیزه‌های فتوسنتزی این گیاه، مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل شوری آب آبیاری با چهار سطح (۵۰۰ [شاهد]، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و قارچ میکوریزا در سه سطح (قارچ‌های گونه *Glomus mosseae* و *Glomus intradices* و شاهد بدون قارچ) بود. خاک مورد استفاده در این آزمایش از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه شده بود. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مقدار EC ۲/۲ دسی زیمنس بر متر، pH ۷/۸ و درصد نیتروژن و کربن آلی خاک به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۲۹ درصد بود. همچنین مقادیر فسفر قابل دسترس، پتاسیم قابل دسترس،آهن، روی و منیزیوم خاک به ترتیب ۱۲، ۲۵۰، ۲/۲، ۴/۸ و ۳/۱ پی‌پی‌ام بود.

دمای محیط گلخانه ۱۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد (روز/شب) با فتوپریود ۱۲ ساعت تنظیم شد. به منظور ضد عفونی بذور و جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی قارچی، بذرهای لوبیا (رقم اختر) به مدت دو دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد قرار گرفتند، سپس به ترتیب توسط آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند. برای انجام این آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۶ سانتی متر و ارتفاع ۲۸ سانتی‌متر استفاده شد. برای ایجاد زهکش، در ته گلدان سوراخ هایی تعبیه و سپس در کف گلدان تا ارتفاع دو سانتی‌متری شن دانه درشت شسته شده ریخته و بقیه حجم گلدان با خاک پر شد. در هر گلدان مقدار ۲/۵ کیلوگرم خاک با مشخصات ذکر شده به همراه سطوح کود فسفر (۰-۱۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) به صورت محلول، مخلوط شد. برای اعمال تیمار قارچ‌های میکوریزا، قبل از کاشت، خاک رویی گلدان به اندازه سه تا چهار برابر عمق کاشت بذر کنار زده و مقدار ۵۰ گرم قارچ به خاک گلدان اضافه شد. آبیاری گلدان ها بر اساس ظرفیت زراعی هر روز با آب غیرشور به مدت ۲۰ روز انجام شد و برای اعمال تیمار شوری بعد از ۲۰ روز از تاریخ کاشت، آبیاری با تیمارهای آب شور و بر اساس ظرفیت زراعی صورت گرفت.

اندازه‌گیری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوییدها) بر اساس روش لیچتنتالر(Lichtenthaler, 1987) انجام گرفت. بر اساس این روش ۰/۲ گرم بافت تازه برگی (از

1- Arbuscular mycorrhizal fungi (AM)
2- Bio-ameliorators
3- Kinetic

برگ‌های میانی گیاه در مرحله گلدهی) با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن و در هاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد ساییده شد. سپس محتوای هاون چینی بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ که در قیف شیشه‌ای قرار داشت ریخته و صاف شد. سپس محلول با افزودن استن ۸۰ درصد به ۱۵ میلی لیتر رسانده شد. سپس سه میلی لیتر از این محلول که حاوی کلروفیلa و b وکاروتنوئیدها بود در کووت ریخته شد و شدت جذب آن در طول موج‌های ۶۶۳/۲ (کلروفیل a)، ۶۴۶/۸ (کلروفیل b) و۴۷۰ (کاروتنوئیدها) نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر[1] قرائت و غلظت این رنگیزه‌ها با استفاده از معادلات ۱ تا ۴ محاسبه گردید (Lichtenthaler, 1987).

معادله (۱) $Chl_a\ (mg.ml^{-1}) = (12.5\times A_{663.2})-(2.79\times A_{646.8})$

معادله (۲) $Chl_b\ (mg.ml^{-1}) = (21.51\times A_{646.8})-(5.1\times A_{663.2})$

معادله (۳) $Chl_T\ (mg.ml^{-1}) = Chl.a + Chl.b$

معادله (۴) $Car\ (mg.ml^{-1}) = ((1000\times A_{470})-(1.8\times Chl_a)-(85.02\times Chl_b))/198$

که در این معادلات، Chl_a، Chb، Chl_T و Car: به ترتیب غلظت کلروفیل a، کروفیل b، کل کلروفیل و کاروتنوییدها (شامل کاروتن و گزانتوفیل‌ها) و $A_{663.2}$، $A_{646.8}$ و A_{470} به ترتیب نشان دهنده‌ی شدت جذب در طول موج‌های ۶۶۳/۲ (کلروفیل a)، ۶۴۶/۸ (کلروفیل b) و ۴۷۰ (کاروتنوئیدها) نانومتر می‌باشند.

برای اندازه گیری غلظت عناصر معدنی گیاه (سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم و فسفر) نمونه‌های برگ لوبیا (جمع آوری شده در مرحله گلدهی گیاه) به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد خشک شدند. سپس دو گرم (وزن خشک) بافت گیاهی برداشته و به مدت ۲۴ ساعت در ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد قرار داده شد تا هضم اسیدی انجام شود. بشر حاوی مخلوط مورد نظر برای تکمیل هضم اسیدی و خارج شدن گاز دی اکسید نیتروژن (خرمایی رنگ) روی هیتر قرار داده شد، سپس بشر را از روی هیتر برداشته و نمونه های سرد شده با آب دیونیزه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسیده و فیلتر شد. اندازه گیری فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر، و بقیه عناصر توسط دستگاه فلیم فتومتر[2] با روش نشر شعله‌ای و کوره گرافیتی[3] انجام شد.

جهت محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه و تحلیل آنها به کمک نرم افزار آماری SAS ver. 9.1، مقایسه میانگین به روش آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام و اشکال نیز توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

1- UV Visible Array S2100 Diod Model
2- Fame 110 series
3- GTA 110 series, Varian Company, Model SpectrAA220, Made in Australia

نتایج و بحث

غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری بر غلظت کلروفیل a ($p\leq$۰/۰۱)، اثر شوری، قارچ میکوریزا و اثر متقابل آنها بر غلظت کلروفیل b ($p\leq$۰/۰۱) اثر شوری ($p\leq$۰/۰۱) و قارچ میکوریزا ($p\leq$۰/۰۵) بر غلظت کل کلروفیل (a+b) و اثر شوری، قارچ میکوریزا ($p\leq$۰/۰۱) و اثر متقابل آنها ($p\leq$۰/۰۵) بر غلظت کاروتنوئیدهای برگ لوبیا در مرحله گلدهی معنی‌دار بود، ولی کود فسفر و اثر متقابل آن با دیگر فاکتورهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی لوبیا نداشت (جدول ۱).

غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها با افزایش سطوح شوری آب آبیاری کاهش یافت. غلظت کلروفیل a، در سطح شوری خفیف (۲۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) با ۳/۸۷ درصد افزایش نسبت به شاهد به شکل معنی‌داری افزایش یافت، ولی در سطوح شوری سوم و چهارم به ترتیب ۱۵/۳۴ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۱ الف). علت افزایش در غلظت کلرفیل در دامنه‌های کم تنش شوری را راجکان و همکاران (Rajcan et al., 1999)، مکانیسم‌های تحمل به تنش از قبیل کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت برگ دانستند. به اعتقاد آنها شوری در محدوده‌های کم می‌تواند باعث افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ شود. لیکن با افزایش بیش از حد شوری و اثرات سوء آن بر ساختار کلروفیل و در نتیجه تخریب کلروپلاست‌ها، میزان کلروفیل کاهش می‌یابد (Cramer, 2002). اشرف (Ashraf, 1989) نیز افزایش معنی‌دار غلظت کلروفیل a را در سطوح شوری پایین، به حساسیت این رنگیزه به تنش نسبت داد.

اثر متقابل شوری و قارچ مایکوریزا بر غلظت کلروفیل b معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، بطوری‌که تیمار با قارچ‌های میکوریزا در تنش شوری تا سطح ۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلروفیل b نداشت، ولی تیمارهای میکوریزایی در سطوح شوری ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر غلظت این کلروفیل را به ترتیب ۸/۵ و ۱۲ درصد نسبت به تیمارهای غیرمیکوریزایی افزایش دادند (شکل ۲). تیمارهای میکوریزایی و همچنین کاربرد کود فسفر تأثیری روی غلظت کلروفیل a نداشتند، ولی میزان کلروفیل b را تحت تنش شوری افزایش دادند، البته در سطوح بالای شوری افزودن کود فسفر تأثیری در میزان کلروفیل b ایجاد نکرد (شکل ۳). خاوازی نژاد و همکاران (Khavazi Nejad et al., 2003) نیز در بررسی کاربرد کود فسفر در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) بیان داشتند اثر کود فسفر بر رنگیزه‌های فتوسنتزی این گیاه جزیی بود. ممکن است یکی از جمله دلایل کاهش غلظت کلروفیل در تنش شوری در گیاهان غیرمیکوریزایی تداخل نمک با سنتز کلروفیل باشد (Giri & Mukerji, 2004). علت احتمالی دیگر در مورد کاهش غلظت کلروفیل می‌تواند اثرات آنتاگونیستی یون سدیم بر جذب

منیزیم باشد (Alam,1994). از آنجا که قارچ‌های میکوریزا بـه جـذب منیزیم در گیاه کمک می‌کنند، می‌تواننـد سـنتز کلروفیـل را افـزایش دهند (Giri et al., 2002).

اندازه‌گیری محتوی کلروفیل a و b نشان داد که اگر چـه غلظـت هر دو تحت تاثیر شوری کاهش می‌یابند، ولی کلروفیل a حسـاس‌تـر بود. با این حال تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار ۱۹ و ۵۰ درصدی کلروفیل کل به ترتیب در سطوح شوری ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر نسبت به شاهد شـد (شـکل ۱- ب). اشـرف (Ashraf, 1989) به این نتیجه رسید که تـأثیر شـوری بـر میـزان کلروفیـل بـا متوقف کردن آنزیم خاصی که مسئول سنتز رنگدانه‌های سبز در گیـاه می‌باشد در ارتباط است.

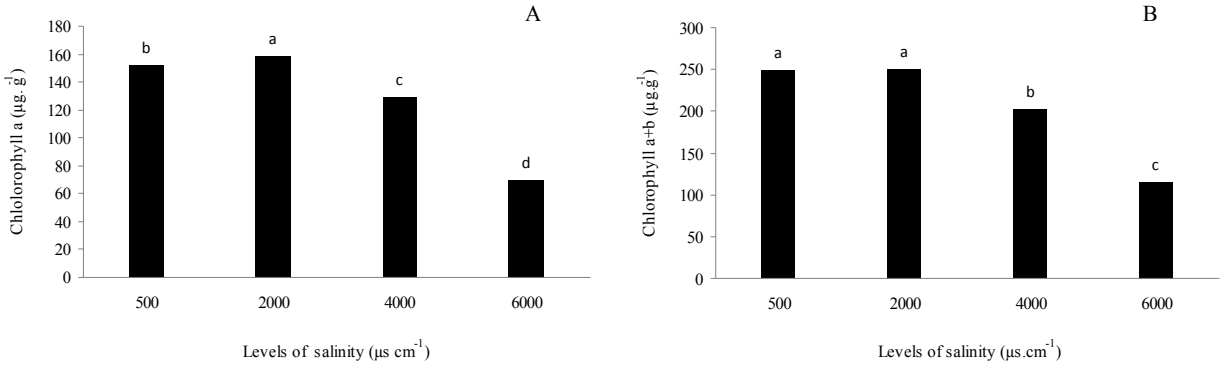
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، مجموع کلروفیل a + b و کاروتنوئیدهای برگ لوبیا

Table 1- Analysis of variance (means of squares) for concentrations of chlorophyll a, b, a+b and carotenoids in bean leaves

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu g.g^{-1}$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu g.g^{-1}$)	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b ($\mu g.g^{-1}$)	کارتنوئیدها Carotenoides ($\mu g.g^{-1}$)
شوری Salinity	3	44273.6 **	14664.9 **	108847.5**	2141.2 **
قارچ Fungi	2	30.4 ns	251.1 **	401.4 *	12.3**
فسفر Phosphorus	2	63.1 ns	23.1 ns	140.6 ns	1.0 ns
شوری × قارچ Salinity × fungi	6	45.6 ns	60.4 **	104.3 ns	25.9 *
شوری × فسفر Salinity × phosphorus	6	122.7 ns	122.7 ns	143.4 ns	11.2 ns
قارچ × فسفر Fungi × phosphorus	4	18.1 ns	18.1 ns	42.1 ns	9.3 ns
شوری × قارچ × فسفر Salinity × fungi × phosphorus	12	32.7 ns	32.7 ns	73.9 ns	8.7 ns
خطا Error	72	97.3	97.3	112.6	8.9
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		7.8	5.0	5.2	5.3

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

ns, * and ** are no significant and significant on probability of 5 and 1%, respectively.

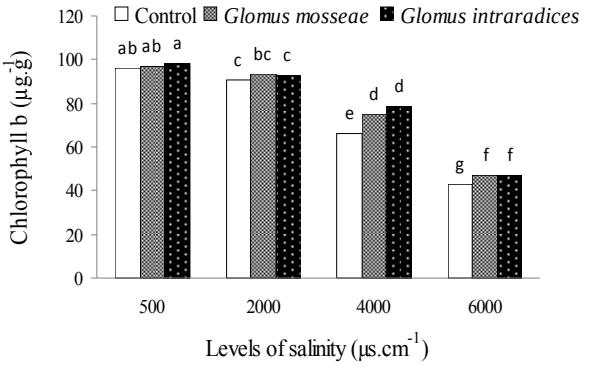


شکل ۱- اثر تنش شوری بر غلظت کلروفیل a (A) و کلروفیل a+b (B) در لوبیا

Fig. 1- Effect of salinity stress on concentrations of chlorophyll a (A) and chlorophyll a+b (B) in bean

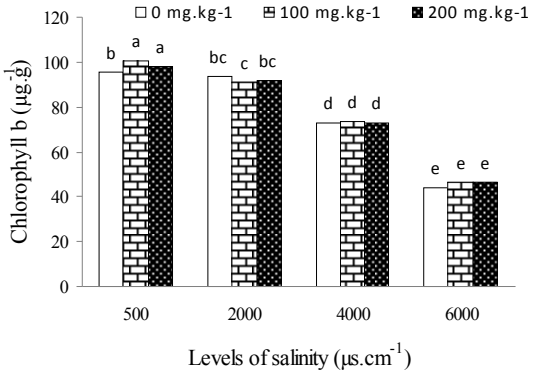
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α= 0.05).



شکل ۲- اثر متقابل تنش شوری و میکوریزا بر غلظت کلروفیل b در لوبیا

Fig. 2- Interaction effect of salinity stress and mycorrhizal fungi on concentration of chlorophyll b in bean



شکل ۳- اثر متقابل تنش شوری و کود فسفر بر میزان غلظت کلروفیل b لوبیا

Fig. 3- Interaction effect of salinity stress and phosphorus fertilizer on concentration of chlorophyll b in bean

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α = 0.05).

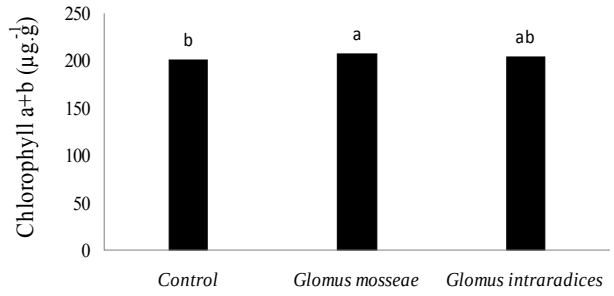
در مطالعاتی که توسط پزشکی و چمبرز (Pezeshki & Chambers,1986)، انجام گرفت نیز با افزایش شوری از صفر تا ۱۰۰ میلی مولار کلرور سدیم تغییراتی در میزان کلروفیل برگ‌ها مشاهده نشد، ولی با افزایش بیش از این مقدار شوری میزان کلروفیل به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش غلظت کلروفیل تحت تنش شوری در گیاه لوبیای معمولی پیش از این نیز گزارش شده است (Petolino & Leone, 1980).

اثر قارچ‌های میکوریزا بر غلظت کلروفیل کل معنی‌دار شد ($p\leq ۰/۰۵$)، بطوری‌که قارچ *G. mosseae* توانست غلظت کلروفیل کل را ۳/۰۷ درصد و به شکل معنی‌داری نسبت به شاهد غیر میکوریزی افزایش دهد. البته این غلظت با غلظت کلروفیل کل هنگام کاربرد قارچ *G. intraradices* از نظر آماری یکسان بود (شکل ۴). تاسانگ و مایوم (Tasang & Maum, 1999) گزارش کردند که گیاه *Strophostyles helvala* تلقیح شده با گونه *G. mosseae* به‌طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی، ریشه و کلروفیل بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی داشت. همچنین در فلفل (*Piper nigrum* L.) تلقیح شده با قارچ *G. intraradices* کلروفیل a وb بطور معنی‌داری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی افزایش یافت (Demir, 2004).

اثر متقابل شوری و قارچ‌های میکوریزا بر غلظت کاروتنوئیدهای بتاکاروتن و گزانتوفیل برگ معنی‌دار شد ($p\leq ۰/۰۵$) (شکل ۵). در تیمار شوری شاهد، قارچ *G. mosseae*، ۵/۵ درصد کاروتنوئیدهای برگ را نسبت به شاهد افزایش داد، ولی غلظت کاروتنوئیدهای برگ هنگام کاربرد هر دو گونه قارچ میکوریزا از نظر آماری یکسان بود. در شوری ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر قارچ *G. intraradices* به ترتیب ۲/۱ و ۴/۸ درصد باعث افزایش این رنگیزه‌ها نسبت به شوری شاهد شد با این حال در سطح شوری ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر نیز تفاوتی بین گونه‌ها و شاهد بدون قارچ وجود نداشت (شکل ۵). این موضوع می‌تواند ناشی از کاهش احتمالی فعالیت قارچ‌های میکوریزا در سطح بالای شوری باشد. خاوازی نژاد و همکاران (Khavazi Nejad et al., 2003)، نیز در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، افزایش معنی‌دار رنگیزه بتاکاروتن (کاروتنوئید) را در شوری ۵۰ میلی مولار نسبت به شاهد (صفر) مشاهده کردند.

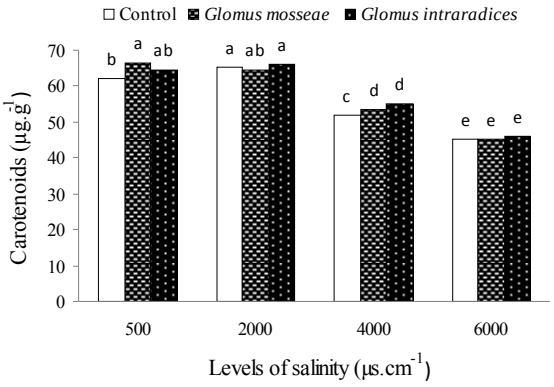
غلظت عناصر غذایی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های آزمایش اثر تنش شوری بر غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، فسفر و نسبت سدیم به پتاسیم برگ، اثر قارچ میکوریزا بر صفات فوق به جز کلسیم و اثر کود فسفر بر غلظت سدیم و فسفر برگ معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۱$). اثر متقابل شوری و قارچ میکوریزا نیز بر غلظت تمام عناصر اندازه گیری شده به جز کلسیم معنی‌دار بود ($p\leq ۰/۰۱$)، با این حال اثر متقابل شوری و کود فسفر فقط بر غلظت سدیم ($p\leq ۰/۰۱$) و فسفر برگ ($p\leq ۰/۰۵$) معنی‌دار شد (جدول ۲).



شکل ٤- اثر گونه‌های قارچ میکوریزا بر غلظت کلروفیل a+b لوبیا

Fig. 4- Effect of different mycorrhizal fungi species on total concentration of chlorophyll in bean



شکل ٥- اثر متقابل تنش شوری و گونه‌های قارچ میکوریزا بر غلظت کاروتنوئیدهای لوبیا

Fig. 5- Interaction effect of salinity stress and mycorrhizal fungi on concentration of carotenoids in bean

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α= 0.05).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم، فسفر و نسبت سدیم به پتاسیم برگ لوبیا

Table 2- Analysis of variance (means of squares) for concentrations of Na, K, Ca, P and Na/K ratio in bean leaves

منابع تغییر Source of variations	df	Na (mg.g^{-1})	K (mg.g^{-1})	Ca (mg.g^{-1})	P (mg.g^{-1})	Na/K ratio
شوری Salinity	3	31.46 **	378.85 **	16.11 **	2.14 **	0.45 **
قارچ Fungi	2	0.11 **	15.87 **	0.55 ns	0.39 **	0.30 **
فسفر Phosphorus	2	0.27 **	0.001 ns	0.25 ns	0.22 **	0.008 ns
شوری × قارچ Salinity × Fungi	6	0.08 **	4.20 **	0.14 ns	0.25 **	0.08 **
شوری × فسفر Salinity × Phosphorus	6	1.17 **	0.03 ns	1.02 ns	0.06 *	0.005 ns
قارچ × فسفر Fungi × Phosphorus	4	0.03 ns	0.01 ns	0.07 ns	0.04 ns	0.001 ns
شوری × قارچ × فسفر Salinity × Fungi × Phosphorus	12	0.02 ns	0.05 ns	0.57 ns	0.03 ns	0.001 ns
خطا Error	72	0.02	0.68	1.28	0.03	0.02
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		2.4	4.61	6.67	21.91	14.92

** ، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

ns, * and ** are no significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

غلظت سدیم

اثر تنش شوری، قارچ‌های میکوریزا و اثر متقابل آنها بر میزان غلظت سدیم برگ معنی‌دار بود (p≤۰/۰۱). گیاهان آبیاری شده با شوری ۵۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر به ترتیب کمترین و

بیشترین غلظت سدیم برگ را داشتند (شکل ۶). قارچ‌های میکوریزا در سطح شوری شاهد و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر، تأثیر معنی‌داری بر کاهش جذب سدیم نداشتند، ولی در سطوح شوری ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر میزان سدیم برگ لوبیا را به ترتیب ۳/۸۸ و ۴/۳۶ درصد کاهش دادند. در مورد تأثیر میکوریزایی شدن گیاه بر جذب و غلظت عناصر مختلف نتایج متفاوتی گزارش شده است. فلاحیان و همکاران (Fallahiyan et al., 2005) در آزمایش خود بر روی گیاه پسته (*Pistacia vera* L.) هرچند به این نتیجه رسیدند که در سطوح مختلف شوری غلظت سدیم در اندام هایی هوایی در حضور قارچ میکوریزا و غیاب آن افزایش می‌یابد، اما غلظت سدیم در گیاهان میکوریزایی در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزایی کمتر بود.

آنها یکی از عوامل بهبود رشد گیاهان میکوریزایی در محیط های شور در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزایی را پایین تر بودن غلظت یون سدیم در این گیاهان و جلوگیری از ایجاد غلظت سمی سدیم در هنگام کاربرد میکوریزا ذکر کردند. منصوری و همکاران (Mansouri et al., 2007)، در این باره اظهار کردند که قارچ‌های میکوریزا با نگه داشتن سدیم در ریشه گیاه میزبان، باعث کاهش ورود آن به اندام‌های هوایی گیاه شده و از این طریق موجب مقاومت گیاه در شرایط شور می‌شوند.

باتوجه به نتایج مقایسه میانگین، بین سطوح مختلف فسفر در سطح شوری شاهد و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر، اختلاف معنی‌داری از نظر کاهش جذب سدیم وجود نداشت، ولی افزایش فسفر در سطوح شوری ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر، غلظت سدیم را به ترتیب ۹/۰۱ و ۴/۵۴ درصد کاهش داد (شکل ۷). افزایش سدیم در اندام هوایی گیاه در سطوح بالای شوری احتمالاً به علت بالا بودن مقدار یون محلول سدیم در خاک بوده است، در حالیکه افزایش فسفر به طور غیرمستقیم باعث افزایش جذب کاتیون-های کلسیم و منیزیم می‌گردد که ممکن است باعث کاهش جذب سدیم توسط گیاه شود (Plaut & Grieve, 1988). در آزمایش قولرعطا و همکاران (Ghollar-Ata et al., 2008)، با بررسی اثر شوری و کود فسفر در شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinnum* L.)، مشخص شد که غلظت سدیم اندام هوایی گیاه در سطح کم فسفر، ۵۵ درصد بیشتر از سطح زیاد آن بود. البته در آزمایش حاضر افزایش کود فسفر در سطح شوری ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر نتوانست تأثیری در کاهش غلظت سدیم لوبیا داشته باشد که می‌تواند ناشی از اختلال در فرایند جذب فسفر در سطوح شوری بالا باشد.

غلظت پتاسیم

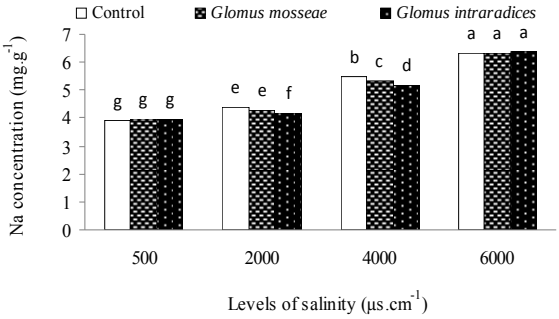
اثر تنش شوری، قارچ مایکوریزا و اثرات متقابل آنها بر غلظت عنصر پتاسیم برگ لوبیا معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). قابلیت دسترسی پتاسیم با کاهش محتوای آب خاک در گیاه کاهش می‌یابد که منجر به کاهش تحرک K^+ تحت شرایط خشکی و شوری می‌شود. بنا به نظر برخی محققین، غالبیت یون سدیم در سطوح بالای شوری از جذب پتاسیم توسط گیاه جلوگیری نموده و باعث کاهش تجمع یون پتاسیم در گیاه می‌شود (Oertli, 1999). برنستین و آیرز (Bernstein & Ayers, 1953)، نیز با مطالعه بر روی پنج گونه هویج (*Daucus carrota* L.) مشاهده نمودند که با افزایش شوری مقدار تجمع پتاسیم در گیاه کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که کاهش پتاسیم در اثر شوری به دلیل رقابت عناصر سدیم و پتاسیم برای جذب است. گرینوی و مانز (Greenvay & Munns, 1980) نیز اثر رقابتی برای جذب این عناصر را تأیید کردند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که شوری و قارچ میکوریزا به ترتیب سبب کاهش و افزایش پتاسیم می‌شود، به‌طوریکه بالاترین مقدار پتاسیم گیاه در شوری شاهد به همراه قارچ *G. intraradices* (۲۲/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین مقدار آن در شوری ۶۰۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در تیمار میکوریزایی و غیرمیکوریزایی حاصل شد (۱۳/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (شکل ۸). به نظر می‌رسد که افزایش قابلیت گیاه در جذب فسفر توسط قارچ‌های میکوریزا در شرایط تنش شوری باعث افزایش جذب پتاسیم شده باشد.

این در واقع یکی از مکانیسم‌های قارچ‌های میکوریزا در بهبود مقاومت گیاه به شوری و کاهش سمیت یون سدیم در آن می‌باشد. پاس و همکاران (Poss et al.,1985)، به این نتیجه دست یافتند که در گیاه پیاز (*Allium cepa* L.)، میکوریزایی شدن ریشه باعث افزایش غلظت پتاسیم در شاخه‌ها و جوانه‌های تحت تنش شوری می‌شود.

نسبت سدیم به پتاسیم

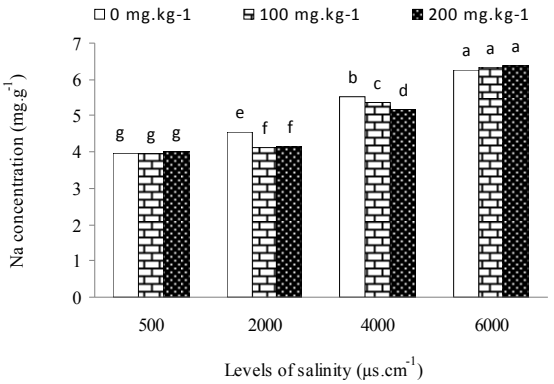
اثر تنش شوری، قارچ مایکوریزا و اثرات متقابل آنها بر نسبت غلظت سدیم به پتاسیم برگ لوبیا نیز معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). با افزایش سطح شوری از شاهد به ۲۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر نسبت غلظت سدیم به پتاسیم به ترتیب ۱۰، ۴۰ و ۵۸ درصد افزایش یافت و کمترین و بیشترین میزان این نسبت به ترتیب در شرایط شوری ۵۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۹).

در آزمایش فرشید و همکاران (Farshid et al., 2009)، این نسبت در گندم (*Triticum sativum* L.) ۲۹ درصد بود. به اعتقاد آنها هر چه این نسبت بیشتر باشد تحمل گیاه به شوری کمتر است.



شکل ٦- اثر متقابل تنش شوری و گونه های قارچ میکوریزا بر غلظت سدیم برگ لوبیا

Fig. 6- Interaction effects of salinity stress and mycorrhizal fungi species on concentration of Na in bean leaf



شکل ۷- اثر متقابل تنش شوری و کود فسفر بر غلظت سدیم برگ لوبیا

Fig. 7- Interaction effects of salinity stress and phosphorus fertilizer on concentration of Na in bean leaf

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α = 0.05).

محمد و همکاران (Mohmmad et al., 2003) نیز اعلام کردند که همبستگی زیادی بین نسبت سدیم به پتاسیم و مقاومت به شوری در گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) وجود دارد، بطوریکه با افزایش شوری در گیاه جو، غلظت سدیم محتوی بافت افزایش و میزان پتاسیم، کاهش می‌یابد.

جوانمردی و همکاران (Javanmardi et al., 2000)، علت افزایش این نسبت در تنش شوری را در خربزه (*Cucumis melo* L.) به اثر متقابل یون سدیم بر جذب یون پتاسیم و حامل‌های انتقال دهنده این دو یون نسبت دادند. قارچ‌های میکوریزا باعث کاهش نسبت سدیم به پتاسیم برگ لوبیا شدند، ولی این کاهش در سطوح مختلف شوری متفاوت بود. (شکل ۹). گیاهان میکوریزایی شده با هر دو گونه قارچ در سطح شوری شاهد، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر به ترتیب ۵/۲، ۹/۵ و۸/۴ درصد کاهش غلظت Na/K را در برگ خود، نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی تجربه کردند، ولی در شوری ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بین گیاهان میکوریزایی و غیرمیکوریزایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۹).

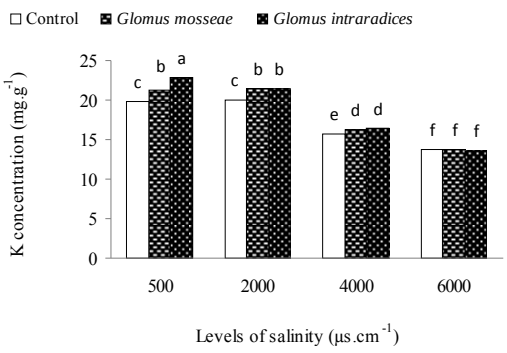
غلظت کلسیم

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تنها شوری سطح بالا سبب کاهش معنی‌دار کلسیم برگ شد ($p\leq$۰/۰۱)، به‌طوریکه بالاترین مقدار کلسیم (۱۷/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک بوته) در شاهد مشاهده شد که با میزان آن در سطوح دوم و سوم شوری تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن نیز در شوری ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر به میزان ۱۵/۸ میلی گرم در گرم وزن خشک بوته حاصل شد (شکل۱۰). شوری همانند پتاسیم موجب تخلیه سلول از کلسیم می‌شود، در چنین شرایطی نفوذپذیری غشا افزایش می‌یابد (Greenvay & Munns, 1980)، که می‌تواند به علت کاهش پایداری غشاءسلول در اثر کمبود کلسیم باشد (Cramer & Lauchli, 1991).

از طرفی دیگر، به دلیل عدم تعادل عناصر غذایی تحت تنش شوری قابلیت دسترسی گیاه به کلسیم کاهش می‌یابد (Cramer et al., 1988). هو و اسکمیدهالتر (Hu & Schmidhalter, 1997) نیز گزارش کردند که تنش شوری، غلظت کلسیم برگ گندم را کاهش داد، ولی یک سال بعد با تکرار آزمایش به این نتیجه رسیدند که بین تیمارهای شوری و شاهد تفاوتی از نظر غلظت کلسیم برگ گندم وجود ندارد (Hu & Schmidhalter, 1998). در آزمایشی توسط منصور و همکاران (Mansour et al., 2005)، شوری مقدار پتاسیم و کلسیم را در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) کاهش و مقدار سدیم و کلر آن را افزایش داد.

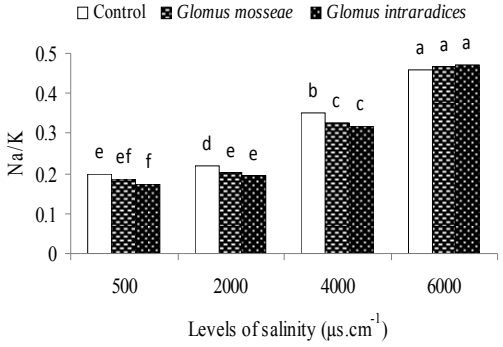
غلظت فسفر

بیشترین میزان فسفر مربوط به شوری شاهد بود که با سطح ۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر اختلاف آمری معنی‌داری نداشت. اثر متقابل شوری و قارچ مایکوریزا نیز بر غلظت فسفر برگ معنی‌دار بود. در سطوح مختلف شوری هر دو تیمار قارچ میکوریزا غلظت فسفر برگ را افزایش دادند، ولی این میزان در دو سطح بالای شوری از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱۱).



شکل ۸- اثر متقابل تنش شوری و گونه های قارچ میکورزا بر غلظت پتاسیم برگ لوبیا

Fig. 8- Interaction effects of salinity stress and mycorrhizal fungi species on concentration of K in bean leaf



شکل ۹- اثر متقابل تنش شوری و گونه های قارچ میکورزا بر نسبت سدیم به پتاسیم برگ لوبیا

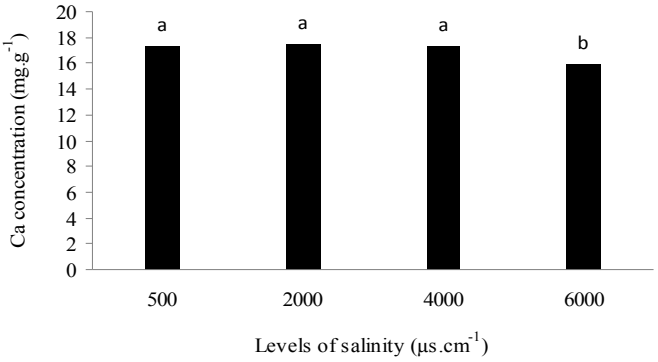
Fig. 9- Interaction effects of salinity stress and mycorrhizal fungi species on Na/K concentration of bean leaf

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α= 0.05).

فلاحیان و همکاران (Fallahiyan et al., 2005) نیز از نتایج آزمایش خود بر روی گیاه پسته دریافتند که غلظت فسفر در اندام هوایی گیاهان میکوریزایی به استثنای شوری بالا در سایر شرایط از گیاهان غیرمیکوریزایی بالاتر بود. گزارش‌های موجود در خصوص واکنش محتوای فسفر گیاه نسبت به تنش شوری نتایج متنوعی را نشان می‌دهد. غلظت فسفر در بافت‌های گیاهی در شرایط تنش شوری به سرعت کاهش می‌یابد، زیرا یون های فسفات با یون کلسیم خاک‌های تحت تنش به سرعت رسوب کرده و از دسترس گیاهان خارج می‌گردند. با این حال قارچ میکوریزا می‌تواند اثر مثبتی را بر غلظت فسفر در گیاهان تحت شرایط تنش داشته باشد (Giri et al., 2002). در این آزمایش غلظت فسفر برگ در سطح شوری شاهد، ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر، تحت تأثیر گونه قارچ میکوریزا قرار نگرفت، ولی در سطح شوری ۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر قارچ *G. intraradices* با ۷/۲۲ درصد افزایش در غلظت فسفر برگ لوبیا، نسبت به گونه دیگر برتری نشان داد. با توجه به نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که گونه *G. intraradices* در شرایط تنش خفیف شوری عملکرد بهتری داشته باشد. به‌نظر می‌رسد که افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر به دلیل انتشار از طریق میسلیوم‌های میکوریزایی مرتبط با بافت‌های درونی ریشه و تشکیل یک سیستم جذب اضافی مکمل سیستم ریشه‌ای گیاه باشد که بهره برداری از حجم بیشتر خاک را ممکن می‌سازد که ریشه‌های تغذیه کننده به آن دسترسی ندارند (Alizadeh, 2007). ماهاور و الوک (Mahaveer & Alok, 2000) گزارش کردند که تلقیح پیاز (*Allium cepa* L.) با قارچ های میکوریزا موجب افزایش معنی‌دار فسفر اندام هوایی نسبت به گیاهان تلقیح نشده گردید. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های قبلی که مکانیسم اصلی برای افزایش بردباری به شوری در گیاهان میکوریزایی را بهبود جذب فسفر می‌دانند سازگار است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و کود فسفر بر غلظت فسفر برگ لوبیا نیز نشان داد کود فسفره تنها تا شوری ۲۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر تاثیر مثبتی بر افزایش جذب فسفر داشت، ولی در سطوح بالای شوری (۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی-متر) تأثیری بر غلظت فسفر برگ نداشت (شکل ۱۲). این موضوع می‌تواند به دلیل رسوب فسفر و عدم توانایی گیاه در جذب آن در سطوح شوری بالا باشد. با افزایش شوری خاک غلظت فسفر هم در گیاهان میکوریزایی و هم در گیاهان غیرمیکوریزایی کاهش یافت. تحقیقات مارشنر و دل (Marschner & Dell, 1994) نشان داد که تأثیر قارچ‌های میکوریزا روی رشد گیاه از طریق افزایش جذب مواد معدنی مخصوصاً مواد کم تحرکی مانند روی، مس و فسفر است. این نتایج حاکی از آن است که افزایش فسفر قابل جذب خاک از طریق مصرف بهینه کودهای شیمیایی فسفره و یا استفاده از قارچ‌های میکوریزا به منظور افزایش مقاومت و جذب فسفر در شرایط متوسط تنش شوری سبب بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه می‌شود.

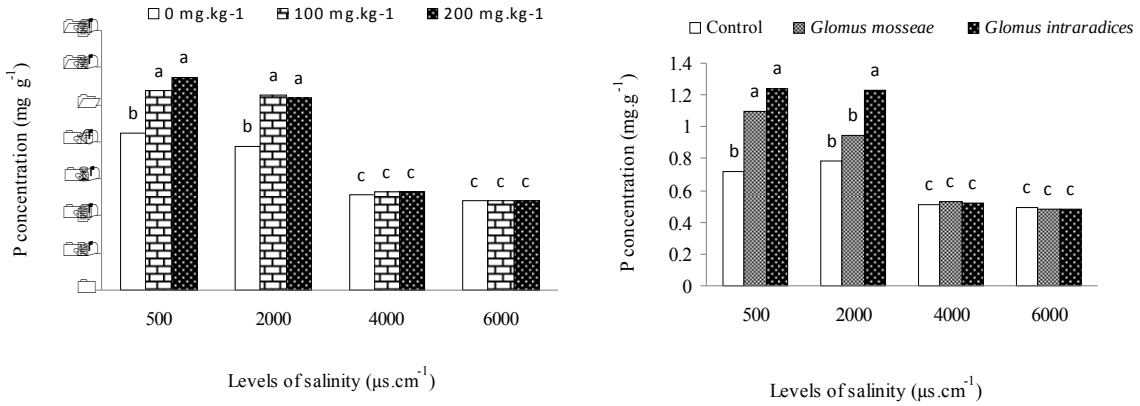


شکل ۱۰- اثر تنش شوری بر غلظت کلسیم برگ لوبیا

Fig. 10- Effect of salinity stress on concentration of Ca in bean leaf

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α = 0.05).



شکل ۱۱- اثر متقابل تنش شوری و گونه های قارچ میکوریزا بر غلظت فسفر برگ لوبیا

Fig. 11- Interaction effects of salinity stress and mycorrhizal fungi species on concentration of P in bean leaf

شکل ۱۲- اثر متقابل تنش شوری و کود فسفر بر غلظت فسفر برگ لوبیا

Fig. 12- Interaction effects of salinity stress and phosphorus fertilizer on concentration of P in bean leaf

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر شکل بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each figure, the means with similar letters have no significant difference based on LSD test (α= 0.05).

منابع

1- Alam, S.M. 1994. Nutrient Uptake by Plant under Stress Condition. In: Pessarakali, M. (ed.) Handbook of Plant Stress. Dekker, New York, p. 227-246.

2- Alizadeh, A. 2007. The effect of Mycorrhizal in moisture different condition on uptake nutrition elements in Maize. Journal of Research in Agriculture 3(1): 101-108. (In Persian with English Summary)

3- Ashraf, M. 1989. The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram *(Vigna mungo* L.). Plant and Soil 205-210.

4- Bernstein, L., and Ayers, A.D. 1953. Salt tolerance of five varieties of carrots. Processing American Society of Horticulture Science 61: 360-366.

5- Chabot, R., Antoun, H., and Cescas, M.P. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate-solubilizing of *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli. Plant and Soil 184: 311–321.

6- Cramer, G.R., Epstein, E., and Lauchli, A. 1988. Kinetics of root elongation of maize in response to short-term

exposure to NaCl and elevated calcium-concentration. Journal of Experimental Botany 39: 1513–1522.
7- Cramer, G.R. 2002. Response of abscisic acid mutant of *Arabidopsis* to salinity. Functional Plant Biology 29: 561-567.
8- Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological, growth parameters of pepper. Turkish Journal of Biology 28: 85-90.
9- Feigin, A. 1985. Fertilization management of crops irrigated with saline water. Plant and Soil 82: 285-300.
10- Ghollar-Ata, M., Raeesi, F., and Nadian, H. 2008. Salinity and phosphorus interactions on growth, yield and nutrient uptake in berseem clover (*Trifolium alexandrinnum* L.). Research in Agronomy (9)1: 117-125. (In Persian with English Summary)
11- Farshid, R., Zamani, G.R., and Behdani, M.A. 2009. The effect of salinity and methods of Nitrogen application fertilizer on yield and yield component of wheat. (*Triticum sativum* L.). MSc Thesis of Agronomy. Faculty of Agriculture. Birjand University, Iran. (In Persian with English Summary)
12- Fletcher, A.L., Moot, D.J., and Stone, P.J. 2008. Solar radiation and canopy expansion of sweet corn in response to phosphorus. European Journal of Agronomy 29: 80-87.
13- Fallahiyan, F., Abbaspur, H., Fahimi, H., and Khavazi Nejad, R.A. 2005. The effect of Endomycorrhizal on mineral nutrition of pistachio (*Pistacia vera* L.) growth, under salinity stress. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) 67: 82-86. (In Persian with English Summary)
14- Giri, B., Kapoor, R., and Mukerji, K.G. 2002. VA mycorrhizal techniques/VAM technology in establishment of plants under salinity stress condition. In: Mukerji, K.G., Manoracheir, C., and Singh, J. (eds) Techniques in mycorrhizal stueies Kluwer, Dordrecht. Pp. 313-327.
15- Giri, B., and Mukerji, G.K. 2004. Mucorrhiza inoculate alleviates salt stress in *Sesbania aegyptica* and *sesbania grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza 14: 307-312
16- Greenvay, H., and Munns, R. 1980. Mechanism of salt tolerance of non-halophytes. Plant Physiology 31:149-190.
17-vHu, Y., and Schmidhalter, U. 1997. Interactive effects of salinity and macronutrient level on wheat composition. Journal of Plant Nutrition 20: 1169–1182.
18- Hu, Y., and Schmidhalter, U. 1998. Spatial distributions and net deposition rates of mineral elements in the elongating wheat (*Triticum aestivum* L.) leaf under saline soil conditions. Planta 204: 212–219.
19- Javanmardi, J., Lessani, H., and Kashi, A. 2000. Effect of different Levels of sodium chloride on absorption and transportation of some elements in five native of Iran melon (*Cucumis melo* L.) cultivars. Iranian Journal of Agricultural Science 32: 31-40. (In Persian with English Summary)
20- Katergi, N. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agricultural Water Management 26: 81-91.
21- Khavazi Nejad, R.A., Fahimi, H., and Moeini, M. 2003. Effect of phosphorus application on resistance to salinity in sunflower (*Heliantus Annus* L.). Basic Science 13(50): 4155-4167. (In Persian with English Summary)
22- Lacan, D., and Durand, M. 1996. Na-K exchange at the xylem/symplast boundary. Plant Physiology 110: 705-711.
23- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Methods of Enzymology 148: 350-380.
24- Mahaveer, P.S., and Alok, A. 2000. Enhanced growth and productivity following inoculation with indigenous AM fungi in four varieties of onion (*Allium cepa* L.) in an Alf soil. Biological Agriculture and Horticulture 18: 1-14.
25- Malakuti, M.J. 1996. Sustainable Agriculture and increase yield with optimization use of fertilizer in Iran. Agric. Inst. Publications. Karaj, Iran. p. 78-101. (In Persian with English Summary)
26- Mansour, M.M., Salama, F.Z., Ali, M., and Abou Hadid, A.F. 2005. Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivars differing in salt tolerance. General Applied of Plant Physiology 31(1-2): 29-41.
27- Mansouri, H., Ahmadi Moghadam, A., and Rohani, N. 2007. Responses of mycorrhiza and Non-mycorrhizal bean plants to salinity stress. Iranian Journal of Biology (1): 80-88. (In Persian with English Summary)
28- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic press London. p. 76-94.
29- Marschner, H., and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil 159: 89-102.
30- Mohmmad, M., Malkawi, H., and Shibili, R. 2003. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley on soils with different levels of salts. Journal of Plant Nutrition 26(1): 125-137.
31- Mosali, J., Desta, K., Teal, K.R., Freeman, K.W., Martin, K.L., Lawles, J., Raun, W.R., and Oertli, J.J. 1992. Nutrient management under water and salinity stress. In: Proceedings of the International Symposium of Nutrient management for sustained productivity. Department of Soil Science. Punjab Agricultural University. Ludhiana, India p. 138-165.
32- Omidbeygi, R. 2000. Production and Processing of Medicinal Plants. Publication of Astan Qods Razavi p. 114-127. (In Persian)
33- Petolino, J.F., and Leone, I.A. 1980. Saline aerosol: some effects on the physiology of *Phaseolus vulgaris* (cultivar

Toporop). Phytopathology 70: 225-232.
34- Pezeshki, S.R. and chambers, J.L. 1986. Effect of soil salinity on stomatal conductance and photosynthesis of green ash. Canadian Journal for Research 16: 569-573.
35- Plaut, Z., and Grieve, C.M. 1988. Photosynthesis of salt stressed maize as influenced by Ca:Na ratio nutrient solution. Plant and Soil 105: 283-286.
36- Poss, E., Pond, J.A., and Menge Jarrell, W.M. 1985. Effect of salinity on mycorrhizal onion and tomato in soil with and without additional phosphate. Plant and Soil 88: 307-319.
37- Rajcan, I., Dwyer, L.D., and Tollenaar, M. 1999. Note on relationship between leaf soluble carbohydrate and chlorophyll concentration in maize during leaf senescence. Field Crops Research 63: 13-17.
38- Sharma, A.K. 2002. A Handbook of Organic Farming. Agrobios, India. Pp. 627.
39- Singh, R.P., Choudhary, A., Gulati, A., Dahiya, H.C., Jaiwal, P.K., and Sengar, R.S. 1997. Response of plants to salinity in interaction with other abiotic and factors. In: Jaiwal P.K., Singh, R.P., and Gulati, A. (Eds.) Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Science Publishers, Enfield, N.H. Pp. 25–39.
40- Tasang, A., and Maum, M.A. 1999. Mycorrhizal fungi increase salt tolerance of *Strophostyles helvola* in coastalforedunes. University of Waterloo, Canada. Plant Ecology 144: 159–166.
41- Wang, W., Vinocur, B., and Altman, A. 2003. Plants responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta, Heidelberg 218 (1): 1-14.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۵۳-۲۴۵

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 245-253

کارایی مصرف آب در کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L. var. *styriac*) با نخود (*Cicer arietinum* L.) و عدس (*Lens esculenta* Moench.) در سطوح مختلف مصرف نیتروژن

محمود خرمی وفا[1*]، نسرین افتخاری نسب[2]، کیومرث صیادیان[3] و عبدالله نجفی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

با وجود آنکه ممکن است اختلافات فیزیولوژیک و مرفولوژیک بین اجزای مخلوط به افزایش کارایی مصرف آب منجر شود، بیشتر پژوهش‌های چند کشتی بر روی عملکرد متمرکز شده است. بطوریکه کارایی استفاده از منابع تولید (آب، نور و مواد غذایی) کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. ضمن اینکه تعیین محدوده مصرف بهینه نیتروژن به عنوان یکی از عوامل بهبود دهنده کارایی مصرف آب اهمیت ویژه‌ای در پایداری کشاورزی دارد. آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در تکرار اجرا شد. تیمارها عبارت از چهار سطح مختلف نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره به عنوان فاکتور اصلی و سه سیستم مختلف کاشت شامل کشت خالص کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo* L. var. *styriac*)، کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی همراه با چهار ردیف نخود (*Cicer arietinum* L.) و کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی همراه با چهار ردیف عدس (*Lens esculenta* Moench.) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق کدوی تخمه کاغذی داشت، ولی اختلاف معنی‌داری در مقدار کل آب مصرفی، کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق در بین کشت خالص و مخلوط مشاهده نشد. با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار کشت مخلوط بر کل آب مصرفی، کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با دو گیاه نخود و عدس بدون نگرانی از افزایش میزان مصرف آب قابل پیشنهاد است.

واژه‌های کلیدی: چندکشتی، کشاورزی پایدار، منابع تولید

مقدمه

آب یکی از مهمترین منابع مورد نیاز جامعه بشری است و موضوع چگونگی حفظ این منبع حیاتی و بهره‌برداری از آن، یکی از مهمترین چالش‌های قرن حاضر است. از اینرو، محدودیت منابع آب قابل استفاده، مهمترین مانع در توسعه کشاورزی پایدار در بخش وسیعی از کشور به شمار می‌رود. بنابراین توجه به افزایش کارایی مصرف آب بویژه در بخش کشاورزی (بزرگترین مصرف کننده آب) در برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ضروری بنظر می‌رسد (Montajabi & Vaziri, 2004). کارایی مصرف آب [4] که در سازگاری گیاهان به شرایط خشکی نقش عمده‌ای دارد، تحت تأثیر مدیریت آب، خاک و گیاه است. راندمان آبیاری در ایران نزدیک به ۳۲ درصد و کارایی مصرف آب ۰/۷ کیلوگرم عملکرد اقتصادی در مترمکعب است و برای خودکفایی لازم است که کارایی مصرف آب به حدود ۱/۳ کیلوگرم در مترمکعب برسد (Ghaemi & Hasanabadi, 2003).

از دیدگاه زراعی، کارایی مصرف آب از دو مؤلفه اصلی تشکیل شده است (Hashemi-Dezfuli, 1994). جزء اول که جزء بیولوژیکی است مقدار ماده خشک تولیده شده به ازاء هر واحد تعرق را نشان می‌دهد و گاهی از آن به عنوان کارایی تعرق نام می‌برند. جزء دوم که مدیریتی است، بخشی از کل آبی را که به مصرف تعرق رسیده مشخص می‌سازد.

۱، ۲ و ۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه و مربی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان کرمانشاه
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: Khoramivafa@gmail.com

4- Water use efficiency (WUE)

مدیریت آب، خاک و گیاه به دلیل تأثیر عمیقی که بر شدت تبخیر و تعرق دارد عامل مهمی در بهینه سازی کارایی مصرف آب است. هر مدیریتی که تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد عملکرد و کارایی مصرف آب را بالا خواهد برد. علاوه بر مدیریت آب، مدیریت کود نیز تأثیر شایانی در افزایش کارایی مصرف آب دارد. در مناطق خشک و نیمه خشک، کشت مخلوط می‌تواند کارایی مصرف آب یا حفاظت آب در خاک را بهبود دهد (Fortin et al., 1994) مدیریت آبیاری به عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار بر کارایی مصرف آب نسبت به سایر نهاده‌ها شناخته شده است (Karimi et al., 2006).

در رابطه با مصرف آب در چند کشتی، اصل تولید رقابتی و رقابت اجزای چند کشتی برای دستیابی به آب نقش کلیدی و اهمیت فرآوانی دارد. به نحوی که با انتخاب نامناسب اجزای چند کشتی، به ندرت گونه‌ها محیط را به سود یکدیگر تغییر خواهند داد و به این دلیل محدودیت رطوبت در این چنین ترکیب‌های نادرست به غلبه یک محصول بر محصول دیگر منجر و باعث خسارت اقتصادی می‌شود (Zhang & Li, 2003). در واقع وقتی یک سیستم تولید محصول، مطلوب است که از منابع به طور بهتری استفاده شود.

الگوهای جذب آب در گیاهانی که به صورت مخلوط کشت می‌شوند با کشت خالص متفاوت است (Mohsenabadi et al., 2008). جذب آب توسط یک محصول به ظرفیت ریشه ای آن و توزیع ریشه در نیم‌رخ خاک بستگی دارد. محصولاتی که سیستم ریشه‌ای عمیق دارند ممکن است سیستم ریشه‌ای عمیق‌تری تولید کنند (Francis, 1989).

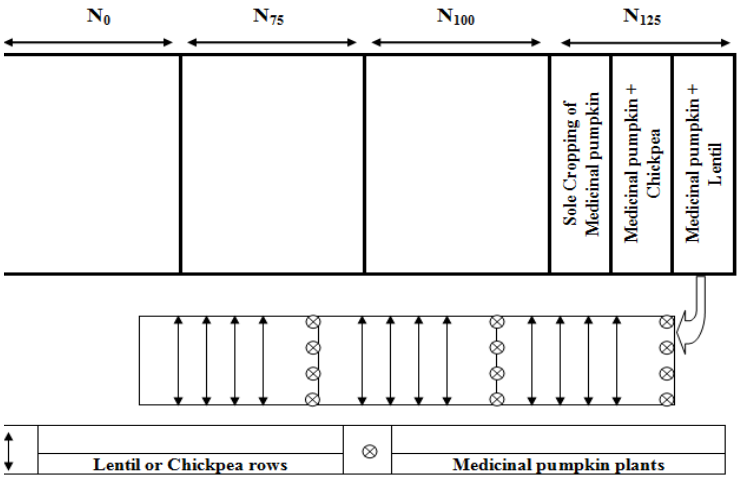
بیشتر پژوهش‌های چند کشتی بر روی عملکرد متمرکز شده است و کارایی استفاده از منابع (آب، نور و مواد غذایی) کمتر بحث شده است. واقعیت این است که کارایی مصرف آب در مخلوطها ۹۹-۱۸ درصد بیشتر از کشت خالص است (Morris & Garrity, 1993)، زیرا در چند کشتی، گیاهان از آب به خوبی استفاده می‌کنند و کارایی مصرف آب نسبت به کشت خالص بالا می‌رود (Davis et al., 1986). با اینحال، در این خصوص گزارش‌های متفاوتی ارائه شده است. برای نمونه عدم تأثیر معنی‌دار کشت مخلوط بر کارایی مصرف آب در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) با ماشک (*Vicia villosa* L.) (Mohsenabadi et al., 2008) و یا نخود (*Cicer arietinum* L.) با گندم (*Triticum aestivum* L.) (Jahansooz et al., 2007)، کاهش کارایی مصرف آب در مخلوط سوییچ گراس (*Panicum virgatum* L.) با گون (*Astragalus onobrychis* L.) (Xu et al., 2008) و در مقابل افزایش کارایی مصرف در کشت مخلوط بادام زمینی (*Arachis hypogea* L.) با ارزن انگشتی (*Eleusine coracana* L.) (Rankulatile et al., 1998) گزارش شده است. اگرچه نیتروژن و رطوبت خاک از منابع اصلی محدودکننده در کشت‌های مخلوط هستند، ولی اطلاعات مربوط به سودمندی کشت مخلوط درباره بکارگیری بهتر و اصلاح شده از این منابع و اثبات سازوکارهای درگیر در این رابطه هنوز شناخته نشده است (Rankulatile et al., 1998). از اینرو، هدف این آزمایش مقایسه کارایی مصرف آب در کشت خالص کدوی تخمه کاغذی و مخلوط آن با نخود و عدس و همچنین بررسی اثرات مصرف نیتروژن بر این اختلاف بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ (میانگین بارندگی و دما به ترتیب ۳۳۵/۵ میلی‌متر و ۱۴/۶۰ درجه سانتی‌گراد) در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات حاصلخیزی آب خاک ماهیدشت کرمانشاه (۲۶ - ۴۶ شرقی و ۸´ - ۳۴ شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۶۵ متر، با آب و هوای معتدل و اقلیم نیمه خشک در معیار کوپن) به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. pH خاک مکان آزمایش ۷/۸ و بافت آن لوم رسی بود. چهار سطح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره به عنوان عامل اصلی و سه سیستم مختلف کاشت شامل کشت خالص کدوی تخمه کاغذی) کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی همراه با چهار ردیف نخود و کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی همراه با چهار ردیف عدس به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند (شکل ۱).

کشت نخود (رقم بیونیج) و عدس (رقم محلی) به صورت ردیفی روی پشته‌ها در ۱۸ اسفند ماه و کشت کدوی تخمه کاغذی در محل داغاب پشته‌ها، در نیمه اردیبهشت ماه در زمینی که قبلاً آیش بود، صورت گرفت. ابعاد کاشت برای سه گیاه کدوی تخمه کاغذی، نخود و عدس به ترتیب ۲۵۰×۴۰، ۳۰×۵ و ۳۰×۳ سانتی‌متر و مساحت واحدهای آزمایشی کشت خالص و مخلوط ۵×۳ متر مربع بود. واحدهای آزمایشی شامل سه ردیف (پشته با طول دو و عرض ۲/۵ متر) بودند که پشته میانی برای نمونه‌برداری‌ها و دو پشته دیگر به همراه نیم متر از ابتدا و انتهای پشته میانی بعنوان حاشیه در نظر گرفته شدند (شکل ۱). تیمارهای نیتروژن در مقادیر ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم به سه قسمت مساوی تقسیم و در سه مرحله کاشت، گلدهی، میوه‌دهی کدوی تخمه کاغذی به صورت نواری و از منبع کودی اوره مصرف شدند.

وجین علف‌های هرز برای نخود، عدس و کدو تنها در یک مرحله (مرحله چهار برگی کدو) صورت گرفت. برای مبارزه با کرم پیله‌خوار نخود در مرحله گلدهی سمپاشی صورت گرفت. در مورد عدس و کدوی تخمه کاغذی آفتی مشاهده نشد و سمپاشی نیز صورت نگرفت.



شکل ۱- نمایش چگونگی ترتیب تیمارها
Fig. 1- Illustration of treatments arrangement

در طول انجام آزمایش یا پس از اتمام آن صفاتی چون ظرفیت زراعی[1]، کل آب مصرفی و همچنین آب مصرف شده در تیمارهای خالص کدوی تخمه کاغذی و مخلوط آن با نخود و عدس در سطوح مختلف مصرف نیتروژن، عملکرد دانه و بیولوژیک کدوی تخمه کاغذی، کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه و بیولوژیک و کارایی تبخیر و تعرق[2] محاسبه گردید.

برای تعیین حجم آب ورودی به هر کرت، از کنتور حجمی دو اینچی (ABAR) استفاده شد و برای برآورد ظرفیت زراعی از روش ایجاد حوضچه در داخل مکان اجرای آزمایش (۳۰ درصد حجمی یا یک سوم اتمسفر) و و برای تعیین نقطه پژمردگی دائمی[3] از کاشت بذر آفتابگردان در گلدان پلاستیکی و آبیاری آن تا مرحله شش برگی (۱۸ درصد حجمی) استفاده شد (Alizadeh, 2006). برای تعیین میزان رطوبت وزنی خاک، دو نمونه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری توسط مته و به صورت روزانه از هر پشته گرفته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۱۰-۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس با استفاده از معادله ۱ زیر مقدار درصد وزنی رطوبت خاک محاسبه شد:

معادله (۱) $$\text{درصد رطوبت حجمی} = \frac{\text{وزن خاک مرطوب} - \text{وزن خاک خشک}}{\text{وزن خاک خشک}}$$

نیاز آبی گیاه کدوی تخمه کاغذی طبق معادلات ذیل محاسبه شد. برای تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل از داده‌های تشتک کلاس A و ضرایب تشتک (K_P) استفاده شد (معادله ۲).

معادله (۲) $$ET_P = K_P \times E_{pan}$$

ضرایب تشتک تبخیر برای منطقه کرمانشاه و در ماه های مختلف سال به شرح زیر بود (جدول ۱) (Ghamarnia et al., 2010).

ETc (تبخیر و تعرق واقعی گیاه) از معادله (۳) بدست آمد. در این معادله مقادیر مختلف Kc برابر با ۰/۵، ۱ و ۰/۸ در مراحل مختلف ابتدائی، میانی و انتهائی رشد در نظر گرفته شد (Allen et al., 1998).

معادله (۳) $$ET_C = K_C \times ET_O$$

آبیاری کدوی تخمه کاغذی بعد از کاشت تا انتهای برداشت (اواخر مهر ماه) در بیست مرحله صورت گرفت. در هر نوبت آبیاری بعد از ورود آب به هر کرت آزمایشی انتهای آنها کاملاً مسدود گردید و حجم آب ورودی به کنتور خوانده شد. با توجه به اینکه در این تحقیق نحوه انتقال آب به کرت‌های آزمایشی از طریق لوله‌ها پلاستیکی صورت گرفت. راندمان آبیاری به طور متوسط ۸۰ درصد در نظر گرفته شد و حجم آب مورد نیاز در هر بار آبیاری نیز با استفاده از معادله (۴) محاسبه گردید.

معادله (۴) $$V = \frac{ET_C \times A}{\text{راندمان آبیاری}}$$

که در این معادله، V: حجم آب در هر نوبت آبیاری، A: مساحت هر کرت و Etc: تبخیر و تعرق واقعی گیاه است.

کارایی مصرف آب از حاصل تقسیم عملکرد دانه کدوی تخمه کاغذی (کیلوگرم در هکتار) بر مقدار آب مصرفی در طول فصل رشد و بدون احتساب مقدار بارندگی محاسبه شد (Ehdaie & Waines,

1- Field Capacity
2- Evapo-transpiration Efficiency (ETE)
3-Permanent Wilting Point (PWP)

.(1994

جدول ۱- ضرایب تشتک تبخیر (K_P) در ماه های مختلف منطقه کرمانشاه (Ghamarnia et al., 2010)

in Kermanshah region (Ghamarnia et al., 2010))K_P(Table 1- The monthly different pan coefficients

	آپریل April	می May	ژوئن June	جولای July	آگوست August	سپتامبر September	اکتبر October	نوامبر November
k_{pan}	0.8	0.78	0.8	0.76	0.75	0.73	0.69	0.63
Et_{pan}	1.54	3.04	5.41	8.44	8.74	4.41	1.60	0.27

معادله (۵) $\frac{\text{عملکرد}}{\text{کل آب مصرفی}}$ =کارایی مصرف آب (WUE)

کارایی تبخیر و تعرق نیز از رابطه زیر محاسبه شد (Ehdaie & Waines, 1994).

معادله (۶) $\frac{\text{کل عملکرد بیولوژیک}}{\text{کل آب مصرفی}}$ =کارایی تبخیر و تعرق (ETE)

پیش از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16.0 صورت گرفت که با توجه به نرمال بودن آنها تبدیلی انجام نشد. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار Mstat-C و مقایسه میانگین‌ها در سطوح احتمال پنج و یک درصد بوسیله آزمون دانکن صورت گرفت. همبستگی بین صفات توسط نرم افزار SPSS 16.0 انجام شد.

نتایج و بحث

مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق کدوی تخمه کاغذی داشت، ولی بر کل آب مصرفی تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین اختلاف معنی‌داری در مقدار کل آب مصرفی،کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق در بین سیستم‌های مختلف کاشت (کشت خالص و مخلوط) مشاهده نشد (جدول ۲).

مقایسه میانگین کل مصرف آب در بین سیستم‌های کاشت و در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که بیشترین آب مصرفی به کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با عدس و کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با نخود در سطح شاهد (بدون نیتروژن) مربوط بود (شکل ۲).

کمترین کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق با مصرف صفر و ۷۵ کیلو گرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. این موضوع ممکن است بخاطر اثر افزایشی نیتروژن بر عملکرد دانه کدوی تخمه کاغذی باشد (جدول ۳).

بطوریکه بیشترین کارایی مصرف آب همانند عملکرد دانه با مصرف ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۳). مشابه با نتایج بدست آمده در این آزمایش، برخی پژوهشگران نیز افزایش کارایی مصرف آب را در پی افزایش عملکرد گزارش کرده‌اند (Karimi et al., 2006; Howell et al., 1996). بیشترین کارایی تبخیر و تعرق نیز روندی نسبتاً مشابه با کارایی مصرف آب داشت (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای کارایی مصرف آب کدوی تخمه کاغذی

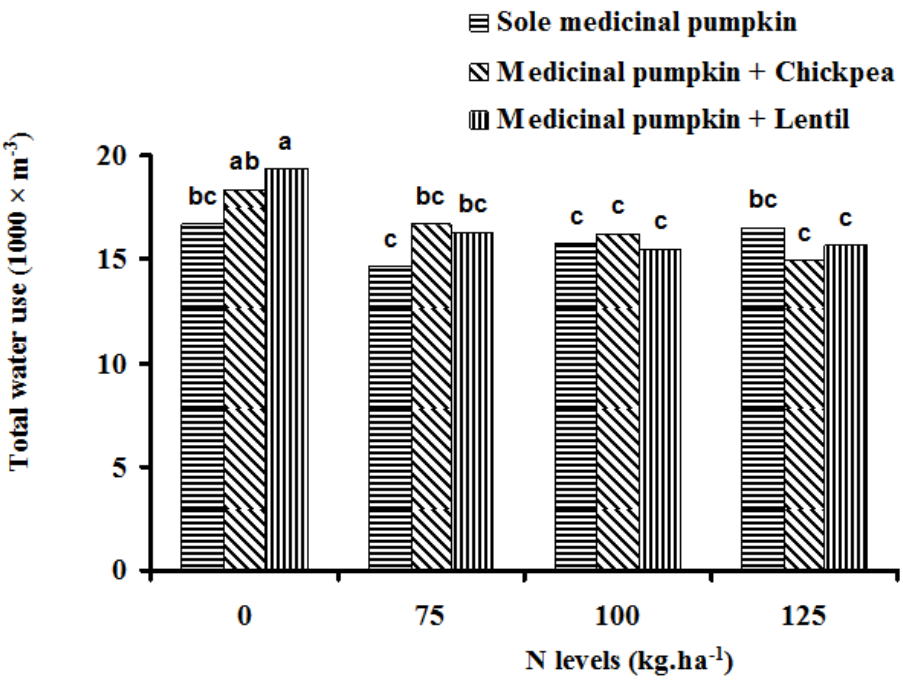
Table 2- ANOVA (mean squares) for Water use efficiency of Medicinal pumpkin

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	کل آب مصرفی TWU	کارایی مصرف آب دانه WUEG	کارایی مصرف آب بیولوژیک WUEB	کارایی تبخیر و تعرق ETE
تکرار Replication	2	9013323.48	0.00001425	0.00102233	0.001
نیتروژن Nitrogen	3	12117693.68 ^{ns}	0.00058847**	0.03143281**	0.041*
خطای اصلی Error A	6	4858594.73	0.00005536	0.00855193	0.008
سیستم کاشت Cropping system	2	2004873.82 ^{ns}	0.00009675 ^{ns}	0.00197258 ^{ns}	0.004 ^{ns}
نیتروژن× سیستم کاشت N×Cropping system	6	2892999.58 ^{ns}	0.00007308 ^{ns}	0.01630895**	0.02**
خطای فرعی Error B	16	1226409.305	0.00008179	0.00244903	0.003
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		6.76	29.37	0.00102233	16.87%

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

TWU: Total Water Use, WUES: Water Use efficiency based on grain, WUEB: Water Use efficiency based on biological yield and ETE: Evapo-transpiration Efficiency.



شکل ۲- کل آب مصرفی کدوی تخمه کاغذی در کشت خالص و مخلوط با نخود و عدس در سطوح مختلف نیتروژن

Fig. 2- Total water use in sole cropping of medicinal pumpkin and intercropped with chickpea and lentil at different N levels

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different at α=5% probability level based on Duncan test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق کدوی تخمه کاغذی و نسبت برابری زمین

Table 2- Mean comparison of N effect on seed yield, WUE and evapo-transpiration efficiency of medicinal pumpkin and land equivalent ratio

نسبت برابری زمین LER	کارایی تبخیر و تعرق (کیلو گرم بر متر مکعب در هکتار) ETE ($kg.m^{-3}.ha$)	کارایی مصرف آب بیولوژیک (کیلو گرم بر متر مکعب در هکتار) WUEB ($kg.m^{-3}.ha$)	کارایی مصرف آب دانه (کیلو گرم بر متر مکعب در هکتار) WUEG ($kg.m^{-3}.ha$)	عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم بر هکتار) BY ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلو گرم بر هکتار) GY ($kg.ha^{-1}$)	کل آب مصرفی (متر مکعب) TWU (m^3)	سطوح مصرف نیتروژن (کیلو گرم بر هکتار) Nitrogen levels ($kg.ha^{-1}$)
1.64	0.2 b	0.16b	0.01 b	3628b	261.8b	18120a*	0
2.18	0.29 ab	0.24ab	0.02 b	4608ab	314.5b	15910a	75
1.39	0.35 a	0.28a	0.03 a	5552a	488.3 a	15790a	100
1.60	0.34 a	0.29a	0.03 a	5464a	488.1 a	15700a	125

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

at α=5% based on Duncan. * Means with similar letters in each column are not significantly different

GY: Grain yield, BY: Biological yield, WUEG: Water Use efficiency based on grain yield, WUEB: Water Use efficiency based on biologic yield, ETE: Evapo-transpiration efficiency (the precipitation was not evaluated) and LER: land equivalent ratio.

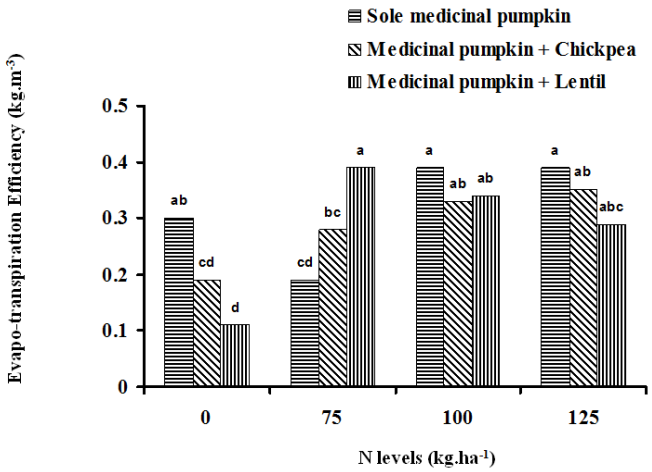
تأثیر مثبت مصرف متعادل نیتروژن بر کارایی مصرف آب در پژوهش‌های دیگری چون مخلوط ماشک و جو (Mohsenabadi et al., 2008)، ذرت (*Zea mays* L.) (Karimi, 2006)، گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) (Farahmand et al., 2005)، کلزا (*Brassica napus* L.) (Daneshvar et al., 2008)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (Mahey et al., 1989)، کتان (*Linum usitatissimum* L.) (Omidbaigi et al., 2001) گزارش شده است.

نتایج همچنین نشان داد که کارایی مصرف آب در کشت خالص کدوی تخمه کاغذی و مخلوط آن با نخود و عدس تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). همانند یافته‌های این آزمایش، در کشت مخلوط جو با ماشک (Mohsenabadi et al., 2008) و یا کشت مخلوط

نخود با گندم (Jahansooz et al., 2007) نیز عدم تأثیر معنی‌دار کشت مخلوط بر کارایی مصرف آب گزارش شده است. در مقابل، کارایی مصرف آب در کشت مخلوط سویچ گراس با گون در مقایسه با کشت خالص آنها کاهش یافت (Xu et al., 2008)، ولی در کشت مخلوط بادام زمینی با ارزن انگشتی کارایی مصرف آب افزایش نشان داد (Rankulatile et al., 1998). بطور کلی، افزایش کارایی مصرف آب در کشت مخلوط به کاهش تبخیر آب از سطح خاک (بخاطر وجود پوشش بیشتر روی زمین نسبت به کشت خالص (Rankulatile et al., 1998) نسبت داده شده است. از آنجا که دو گیاه نخود و عدس از لحاظ تاریخ کاشت با کدوی تخمه کاغذی اختلاف زمانی داشتند و مدت زمان کمی همراه آن بودند، لذا پوشش بیشتری نسبت به کشت خالص کدوی تخمه کاغذی ایجاد نکردند و درنتیجه تأثیری بر کاهش تبخیر از سطح خاک نداشتند. با این وجود کشت مخلوط با عدس و نخود، کارایی مصرف آب کدوی تخمه کاغذی را کاهش نداد چراکه در برخی آزمایش‌ها گزارش شده است عدم وجود تاج پوشش مناسب در اوایل فصل و کاهش تعرق و افزایش تبخیر، کاهش کارایی مصرف آب را در پی خواهد داشت (Jahansooz et al., 2007).

به نظر می‌رسد که نیتروژن در مقایسه با سیستم‌های کاشت تأثیر بیشتری بر روی کارایی مصرف آب برای دانه داشته است (جدول ۳). کمترین کارایی تبخیر و تعرق در کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با عدس و کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با نخود درسطح شاهد (بدون کود) و کشت خالص کدوی تخمه کاغذی در سطح ۷۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل ۳). تأثیر کود نیتروژن بر کارایی تبخیر و تعرق مشهود است که می‌توان در افزایش رشد رویشی و در پی آن افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه را به نقش کود نیتروژن نسبت داد، به خاطر این مسأله است که در مقادیر بالای مصرف نیتروژن (۱۲۵–۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) کارایی تبخیر و تعرق کشت خالص کدوی تخمه کاغذی با کشت مخلوط آن با نخود و عدس اختلاف معنی‌داری نداشت. در واقع نیتروژن کاهش عملکرد بیولوژیک کدوی تخمه کاغذی ناشی از کشت مخلوط را جبران کرد. از اینرو، کارایی تبخیر و تعرق کشت مخلوط و کشت خالص در این سطح تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۳).

نتایج همبستگی ساده صفات مورد مطالعه نشان‌دهنده همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه با کارایی مصرف آب و کارایی تبخیر و تعرق بود (r=۰/۹۹) (جدول ۴). نتایج پاکنژاد و همکاران (Paknejad et al., 2009) در مورد همبستگی بالا بین عملکرد دانه و کارایی مصرف آب ارقام گندم با نتایج بدست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. از سویی دیگر، کارایی مصرف آب با کل آب مصرفی رابطه منفی و معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). در واقع با افزایش کل آب مصرفی، کارایی مصرف آب کدوی تخمه کاغذی نیز کاهش یافت. گرچه آب عامل بسیار مؤثر بر عملکرد محصول است، ولی کارایی مصرف آن با افزایش آب آبیاری رابطه مستقیم و خطی ندارد و حداکثر عملکرد، همواره عملکرد اقتصادی نبوده و به معنای حداکثر کارایی مصرف آب نیست (Montajabi & Vaziri, 2004).



شکل ۳- کارایی تبخیر و تعرق کدوی تخمه کاغذی در کشت خالص و مخلوط با نخود و عدس در سطوح مختلف مصرف نیتروژن

Fig. 3- Evapo-transpiration efficiency of medicinal pumpkin in sole and intercropped with chickpea and lentil at different N levels

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different at α=5% probability level based on Duncan test.

افزایش مصرف آب باعث کاهش کارایی مصرف آب برای عملکرد ریشه و قند استحصالی چغندرقند شد (Hoseinpur et al., 2006). در آزمایشی، کارایی مصرف آب سویا (*Glycine max* L.) با کاهش آب آبیاری به شکل معنی‌داری افزایش یافت (Ghajar

(Sepanlou & Bahmanyar, 2004).

عملکرد دانه، عملکرد تر میوه و عملکرد بیولوژیک با کل آب مصرفی رابطه‌ای منفی داشتند، ولی تنها رابطه عملکرد بیولوژیک با کل آب مصرفی معنی‌دار بود (جدول ۴). این در حالی بود که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با کارایی تبخیر و تعرق همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۴). در واقع آنچه باعث شده است که کارایی تبخیر و تعرق تحت تأثیر قرار بگیرد عملکرد دانه و عملکرد میوه‌ها بوده است، زیرا همبستگی بین کارایی تبخیر و تعرق با کل آب مصرفی مشاهده نشد.

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، کارایی مصرف آب کدوی تخمه کاغذی پایین است. از آنجا که این گیاه دارای میوه‌های بزرگی است (به طور متوسط ۲/۵–۱/۵کیلوگرم)، لذا بخش زیادی از آب مصرفی برای تشکیل میوه‌ها مصرف می‌شود. بنابراین درصورت محاسبه کارایی مصرف آب بر اساس میوه، مقدار آن به حدود ۱/۵–۱ خواهد رسید(جدول ۳). همچنین دوره رشد نسبتاً طولانی کدوی تخمه کاغذی نیز باعث می‌شود میزان از دست رفتن آب نیز در طی همین دوره به مراتب بیشتر بوده و کارایی مصرف آب کاهش یابد. مشابه با این گزارش شده است که ارقام دیررس کلزا بخاطر مصرف بیشتر آب، کارایی مصرف کمتری نسبت به ارقام زودرس دارند (Schott, 1994). در مورد گیاه کدوی تخمه کاغذی، با مصرف بهینه نیتروژن و انتخاب بذر مناسب می‌توان کارایی مصرف آب را افزایش داد. هرچند شرایط جوی نیز بر میزان کل آب مصرفی تأثیر بسزایی دارد. برای نمونه در سال‌های خشک، بواسطه تبخیر و تعرق بالا، مصرف آب افزایش می یابد. از نظر استانهیل (Stanhill, 1986) عوامل آب، دی اکسیدکربن، دمای هوا، گونه گیاهی، مسیر فتوسنتزی گیاه، رفتار روزنه‌ای گیاه، اندازه و ساختمان و آرایش برگ‌ها، خصوصیات خاک و عوامل اقتصادی تولید که بر کارآیی مصرف آب تأثیر می‌گذارند.

نتیجه‌گیری

با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن، می‌توان با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بالاترین عملکرد و کارایی مصرف آب رسید. نتایج آزمایش نشان داد که با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار کشت مخلوط بر کل آب مصرفی، کشت مخلوط کدوی تخمه کاغذی با دو گیاه نخود و عدس بدون نگرانی از افزایش میزان مصرف آب قابل پیشنهاد است. اگرچه کارایی مصرف آب این گیاه پایین است، اما چون از لحاظ اقتصادی سودمندی بسیار مناسبی دارد، لذا می‌توان کشت آن را برای مناطقی که محدودیت آب ندارند توصیه کرد. پیشنهاد می‌شود در آزمایش‌های تکمیلی، بمنظور تعیین دقیق میزان آب مورد نیاز برای دستیابی به حداکثر عملکرد و همچنین تشخیص اینکه کدامیک از دو عامل آبیاری یا مصرف بهینه نیتروژن بیشترین تأثیر را بر کارایی مصرف آب خواهد داشت، تیمارهای آبی مورد بررسی قرار گیرند

جدول ۳ - ضرایب همبستگی ساده بین کارایی مصرف آب کدوی تخمه کاغذی و صفات مرتبط با آن

Table 3- Simple correlation coefficient between WUE of medicinal pumpkin and related traits

صفات Traits	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(۱) کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مربع در هکتار) (1) WUE ($kg.m^{-3}.ha$)	1					
(۲) کارایی تبخیر و تعرق (کیلوگرم بر متر مربع در هکتار) (2) ETE ($kg.m^{-3}.ha$)	$^{**}0.85$	1				
(۳) کل آب مصرفی (متر مکعب) (3) TWU (m^3)	$^{*}-0.63$	-0.55^{ns}	1			
(۴) عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) (4) SY ($kg.ha^{-1}$)	$^{**}0.99$	$^{**}0.85$	-0.55^{ns}	1		
(۵) عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) (5) BY ($kg.ha^{-1}$)	$^{**}0.79$	$^{**}0.99$	-0.42^{ns}	$^{**}0.81$	1	
(۶) عملکرد تر میوه (کیلوگرم در هکتار) (6) YLF ($kg.ha^{-1}$)	$^{**}0.71$	$^{**}0.81$	-0.37^{ns}	$^{**}0.74$	$^{**}0.8$	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

سپاسگزاری

بدیهی است بدون الطاف الهی و همکاری دوستان (که تعداد آنها کم نیست) انجام این آزمایش امکان‌پذیر نبود. از اینرو، نگارندگان وظیفه خود می دانند ضمن شکرگزاری از آفریننده یکتا، صمیمانه از کلیه افرادی که آنها را یاری کرده‌اند، سپاسگزاری کنند.

منابع

1- Alizadeh, A. 2006. Soil-Water-Plant Relationships. Astan Quds Razavi, Imam Reza University Publication, Iran, 484 pp. (In Persian)
2- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapo-transpiration-guidelines for computing crop water requirements (Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
3- Daneshmand, A.R., Shirani-Rad, A.H., Noormohammadi, G.H., Zarei, G., and Daneshian, J. 2007. Effect of water stress and different levels of nitrogen fertilizer on seed yield and its components, nitrogen uptake and water use and nitrogen utility efficiency in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 8 (4): 323-342. (In Persian with English Summary)
4- Daneshvar, M., Tahmasebi Sarvestani, Z., Modares Sanavy, S.A.M., and Shirani Rad, A.H. 2008. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on agronomical and physiological traits of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15(4): 56-68. (In Persian with English Summary)
5- Davis, J.H.C., Woolley, J.N., and Moreno, R.A. 1986. Multiple Cropping with Legumes and Starchy Roots. MacMillan Publishing Company New York. pp. 82-110.
6- Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1994. Growth and transpiration efficiency of efficiency of near isogentic lines for high in spring wheat. Crop Science 34: 1443-1451
7- Farahmand, A.R., Farhad, H., Liaghat, A.M., and Kashi, A.K. 2005. Investigation of the effectiveness of irrigation water regimes and nitrogen amount on yield and water use efficiency of tomato. Journal of Soil and Water Science 19(2): 263-270. (In Persian with English Summary)
8- Fortin, M.C., Culley, J., and Edwards, M. 1994. Soil water, plant growth, and yield of strip-intercropped corn. Journal of Production Agriculture 7: 63–69.
9- Francis, C.A. 1989. Biological efficiencies in multiple cropping systems. Advances in Agronomy 42: 1-36.
10- Ghaemi, A., and Hasanabadi, Z. 2003. View of water resources and pressure irrigation. In: Proceedings of the 3rd regional conference on irrigation and drainage in Khuzestan Province. pp. 9-20. (In Persian)
11- Ghajar Sepanlou, M., and Bahmanyar, M.A. 2004. Effects of irrigation cut-off time on growth, grain yield, water use efficiency and harvest index of soybean cultivars in Mazandaran. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khazar 2(2): 79-89. (In Persian with English Summary)
12- Ghamarnia, H., Ghobadi, M., Miri, A., and Jafarizadeh, M. 2010. Evaluation of crop coefficient and water requirements of *Nigella sativa* in arid and semi arid regions. 3rd Irrigation and Drainage Network Management National Conference, Ahvaz, Iran, 20-21 February.
13- Hashemi-Dezfouli, A.S. 1994. Concept of water use efficiency. Pajouhesh & Sazandegi 25: 34-37. (In Persian with English Summary)
14- Hoseinpur, M., Sorushzadeh, A., Agha- alikhani, M., Taleghani, D.F., and Khoramian, M. 2006. The Effect of irrigation in spring on water use efficiency and yield of autumn sown sugar beet. Journal of Sugar beet 22(2): 35-51. (In Persian with English Summary)
15- Howell, T.A., Evett, S.R., Tolk, J.A., Schneider, A.D., and Steiner, J.L. 1996. Evapo-transpiration of corn-southern high plains. In: Proceeding of the Conference on International Evapo-transpiration and irrigation Schedule. ASAE, San Antonio, TX, PP. 381-387
16- Jahansooz, M.R., Yunusa, I.A.M., Coventry, D.R., Palmer, A.R., and Eamus, D. 2007. Radiation- and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. Journal of Central European Agriculture 26: 275-282.
17- Karimi, A., Homaee, M., Moezardalan, M., Liyaghat, A. M., and Raiesi, F. 2006. Effect of fertigation on yield and water use efficiency on corn in a tape irrigation system. Journal of Agricultural Science (Islamic Azad University) 12 (3): 561-575. (In Persian with English Summary)
18- Mahey, R.K., Baldev, S., and Randhawa, G.S. 1989. Response of safflower to irrigation and nitrogen. Indian Journal of Agronomy 34: 21-23.
19- Mohsenabadi, G.R., Jahansooz, M.R., Chaichi, M.R., Rahimian Mashhadi, H., Liaghat, A.M., and Savaghebi, G.R. 2008. Evaluation of barley–vetch intercrop at different nitrogen rates. Journal of Agricultural Science and Technology 10: 23-31.

20- Montajabi, N., and Vaziri, J. 2004. Effects of irrigation scheduling on yield and water use efficiency of wheat in Golpaygan. Journal of Soil and Water Science 18(1): 56-62. (In Persian with English Summary)
21- Morris, R.A., and Garrity, D.P. 1993. Resource capture and utilization in intercropping water. Field Crops Research 34: 303-317.
22- Omidbaigi, R., Tabatabaei, S.M.F., and Akbari, T. 2001. Effects of N fertilizers and irrigation on the productivity (growth, seed yield, and active substances) of linseed. Iranian Journal of Agricultural Science 32(1): 53-64. (In Persian with English Summary)
23- Paknejad, F., Jami AL-Ahmadi, M., Vazan S., and Ardakani, M.R. 2009. Effects of water stress at different growth stages on yield and water use efficiency of some wheat cultivars. Electronically Journal of Crop Science 2 (3): 17-36. (In Persian with English Summary)
24- Rankulatile, H., Homma, K., Horie, T., Kurusa T., and Inamura, T. 1998. Land equivalent ratio of groundnut-finger millet intercrops as affected by plant combination ratio, and nitrogen and water availability. Plant Production Science 1(1): 39-46.
25- Schott, J.J., Bar-Hen, A., Monod, H., and Blout, F. 1994. Competition between winter rape cultivars under experimental conditions. Cahiers Agricultures 3 (6): 377-83.
26- Stanhill, G. 1986. Water use efficiency. Advances in Agronomy 39: 53-85.
27- Xu, B.C., Li, F.M., and Shan, L. 2008. Switch grass and milk vetch intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China: Aboveground biomass and water use efficiency. European Journal of Agronomy 28: 485–492.
28- Zhang, F., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient-use efficiency. Plant and Soil 248: 305–312.

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۶۴-۲۵۴

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 254-264

تأثیر گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا در تغییرات فیتوهورمونی سویا (*Glycine max* L.) با کاربرد انواع قارچ‌کش‌های نانو، بیولوژیک و شیمیایی

سیده مریم سیفی*[۱]، علی کاشانی[۲]، محمد رضا اردکانی[۳]، فرهاد رجالی[۴]، مهدیه تیماج‌چی[۱] و مریم عباسیان[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی واکنش قارچ‌های میکوریزا به انواع قارچ‌کش و تغییر تعادل هورمونی گیاه سویا (*Glycine max* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار با دو عامل شامل انواع قارچ‌کش‌ها در چهار سطح: شیمیایی، نانوسیلور، بیولوژیک (*Bacillus subtilis*) و عدم مصرف، سه گونه قارچ میکوریزا شامل *G. mosseae*، *G. etunicatum* و *G. intraradices* و عدم مصرف به عنوان شاهد انجام گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده، دو عامل قارچ‌کش وگونه‌های قارچ میکوریزا تأثیر معنی‌دار بر میزان هورمون‌های جیبرلین، اکسین و سیتوکنین و درصد کلونیزاسیون ریشه نشان دادند ($p\leq$۰/۰۱). اثر متقابل قارچ‌کش و میکوریزا در تغییر هورمون‌ها نیز معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. در تلقیح سویا با هر سه گونه قارچ‌های میکوریزا اکسین، جیبرلین و سیتوکنین افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد نشان دادند. درصدکلونیزاسیون نیز با تلقیح گونه *G. intraradices* نسبت به شاهد ۳۵/۳۳ درصد افزایش یافت. با کاربرد انواع قارچ‌کش‌ها سطح هورمون‌ها کاهش معنی‌دار در مقایسه با شاهد نشان داد. کاربرد باکتری *Bacillus subtilis* به عنوان قارچ‌کش بیولوژیک، سبب کاهش کلونیزاسیون ریشه به میزان ۴۴/۱۲ درصد در مقایسه با شاهد شد. با کاربرد هر یک از انواع قارچ‌کش‌ها و تلقیح توام با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا، غلظت هورمون‌ها کاهش یافت. که ناشی از اثر سوء قارچ‌کش‌ها بر همزیستی میکوریزایی است. با این وجود، گونه *G. intraradices* بیشترین مقاومت را در برابر قارچ‌کش بیولوژیک نشان داد و سطح سیتوکنین در این ترکیب تیماری نسبت به تیمار تلقیح این گونه وعدم مصرف قارچ‌کش دو درصد افزایش داشت. مقدار هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکنین با تلقیح گونه *G. etunicatum* و مصرف قارچ‌کش بنومیل به ترتیب با ۵۳/۵۸، ۶۳ و ۸۵/۲۳ درصد کاهش در مقایسه با تیمار تلقیح این گونه و عدم مصرف قارچ‌کش در پایین‌ترین سطح بود. با کاربرد قارچ‌کش نانوسیلور، گونه *G. mosseae* حساسیت بیشتری را در مقایسه با دو گونه دیگر نسبت به این قارچ‌کش نشان داد. در کل، سنتز فیتوهورمون‌ها در گیاه که به واسطه همزیستی با قارچ میکوریزا تحریک می‌گردد، تحت تنش کاربرد قارچ‌کش‌ها به شدت کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: اکسین، جیبرلین، سیتوکنین،کلونیزاسیون، نانوسیلور

مقدمه

همزیستی میکوریزایی در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی به طور گسترده‌ای وجود دارد. پاسخ رشدی گیاه میزبان به همزیستی میکوریزایی ممکن است بسیار قابل توجه باشد، اما تغییرات فیزیولوژیکی مؤثر بر این پاسخ‌ها نسبتاً ناشناخته مانده‌اند (Wayman, 1980). هورمون‌های گیاهی به عنوان سیگنال‌های مولکولی در طول استقرار همزیستی میکوریزایی ایفای نقش می‌کنند (Barker & Tagu, 2000). روابط پیچیده بین ریشه میزبان و قارچ میکوریز آرباسکولار نیاز به تغییر دائم در علائم و سیگنال‌هایی دارد که به نوبه خود تغییرات متابولیکی و نموی را در این رابطه دو جانبه تنظیم می‌کند (Gianinazii-pearson, 1996). بررسی‌ها نشان داده است که قارچ‌های میکوریزا قادر به تولید و آزادسازی هورمون‌های گیاهی از جمله سیتوکنین‌ها می‌باشند که می‌توانند بر رشد گیاهان تأثیر بگذارند و این تأثیر مستقل از اثر این همزیستی روی جذب عناصری مانند فسفر است (Hajiboland et al., 2005). در اثر تلقیح قارچ‌های میکوریزا آرباسکولار، انتقال مواد فتوسنتزی از اندام هوایی میزبان به سمت ریشه‌ها افزایش می‌یابد. در واقع اندام‌های قارچ به عنوان مخزن دریافت کربوهیدرات‌های فتوسنتزی گیاه عمل کرده که سبب تحریک فعالیت فتوسنتزی به میزان بیشتری می‌گردد که این

۱، ۲، ۳ و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، استاد مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب کشور
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: maryamseafy@yahoo.com

خود به دلیل افزایش تولید هورمون جیبرلین در گیاه میزبان است (Demir, 2004). اسلنکیز (Slankis, 1973) بیان کرد که تغییرات رشدی گیاه می‌تواند به دلیل تولید فیتوهورمون‌های ترشحی توسط قارچ‌های اکتومیکوریزایی باشد. آلن و همکاران (Allen et al. 1980) گزارش کردند که میزان سیتوکنین در ریشه و برگ‌های گیاه *Bouteloud gracilis* تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت. آلن و همکاران (Allen et al., 1982)، افزایش معنی‌دار در جذب فسفر و آب و فتوسنتز را در گیاه *Bouteloud gracilis* مربوط به اثر همزیستی میکوریزا می‌دانند که بسیاری از این پاسخ‌ها توسط تغییر سطح هورمون‌ها تنظیم می‌شود. در آزمایشی نشان داده شد که غلظت سیتوکنین در گیاهان همزیست با قارچ میکوریزا افزایش می‌یابد (Tagu & Barker, 2000). در همزیستی تنباکو (*Nicotiana tabacum* cv. Xanthi nc) با قارچ میکوریزا گونهٔ *Glomus intraradices* دیده شد که غلظت جیبرلین و سیتوکنین تغییر می‌کند (Shaul-Keinan et al., 2002). درآزمایشی نشان داده شد که در یونجه (*Medicago sativa* cv. Aragon) غیر میکوریزایی غلظت هورمون سیتوکنین بالاست، ولی در مواجه با تنش خشکی، مقدار آن به شدت در گیاه کاهش می‌یابد. در حالی که میزان این هورمون در گیاهان همزیست با قارچ میکوریزا در شرایط تنش خشکی حفظ می‌گردد (Goicoechea et al.,1995). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که در ریشه‌های جوان گیاه *Arabidopsis thaliana* همزیست شده با قارچ میکوریزا، میزان هورمون اکسین بالا می‌باشد، ولی با افزایش سن ریشه گیاه تلقیح شده با قارچ میکوریزا میزان اکسین کاهش می‌یابد که بیانگر اثر قارچ میکوریزا در تبدیل ایندول تری استیک اسید[1] (IAA) به ترکیبات غیرفعال است (Vadossery et al., 2008). در سویا (*Glycine max* L.) سطح ایندول تری استیک اسید در ریشه‌های تلقیح شده با قارچ میکوریز آرباسکولار نسبت به شاهد بالاتر بود (Meixner et al., 2005). اکسین شکل‌گیری ریشه را کنترل می‌کند و خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی را افزایش می‌دهد و تمامی این فعالیت‌ها بر شکل‌گیری و اثرات همزیستی میکوریزا مؤثر است. با روش‌های زیست‌سنجی مشخص شده است که عصاره حاصل از کشت خالص قارچ میکوریزا گونه *G. mosseae* حاوی ترکیبات هورمونی جیبرلین، اکسین و سیتوکنین است. نتایج این آزمایشات در واقع پاسخی به این سئوال بود که بخشی از ترکیبات هورمونی نظیر سیتوکنین ناشی از فعالیت میکوریزا می‌باشد (Barea et al., 1982). با برقراری همزیستی میان گیاه و قارچ میکوریزا تعادل هورمونی جدیدی در پاسخ به همزیستی در گیاه ایجاد می‌شود که این تغییر در تعادل هورمونی جهت تنظیم کلونیزاسیون قارچی برای گیاه ضروری است (Shaul-Keinan et al., 2002). با گسترش کلونیزاسیون قارچ و رشد هیف‌های آن، جذب عناصر و انتقال آنها از خاک به سمت ریشه‌های میزبان افزایش می‌یابد. در این صورت می‌توان انتظار افزایش عملکرد دانه در گیاه را نیز داشت. برخی عوامل نظیر قارچ‌کش‌ها بر متابولیسم گیاه از طرق مختلف اثر می‌گذارند و با تغییر ترشحات ریشه‌ای رابطه همزیستی میکوریزایی با گیاه نیز دستخوش تغییر می‌شود (Hause et al., 2007). عوامل تنش‌زا مانند، تنش خشکی و کاربرد قارچ‌کش‌ها که بر کلونیزاسیون قارچی مؤثرند و می‌توانند ریشه گیاه همزیست را نیز تحت تأثیر قرار دهند، احتمالاً بر تعادل هورمونی گیاه اثرگذار می‌باشند. لذا به منظور بررسی تغییرات هورمونی در اثر کاربرد قارچ‌کش‌ها بر کارایی همزیستی میکوریزایی و واکنش رشدی گیاه سویا آزمایشی مزرعه‌ای انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی کرج واقع در ماهدشت اجراء شد. عامل اول شامل انواع قارچ‌کش‌ها در چهار سطح شاهد (F_0)، شیمیایی (بنومیلF_1)، نانوسیلور (F_2) و بیولوژیک (F_3) (*Bacillus subtilis*) و عامل دوم شامل قارچ میکوریزا در چهار سطح شاهد (M_0)، *Glomus mosseae* (M_1) و *G. etunicatum* (M_2) و *G. intraradices* (M_3) در نظر گرفته شد. قبل از آماده سازی زمین از عمق ۳۰cm-۰ خاک و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری مرکب انجام گرفت. بافت خاک لوم – شنی با pH=۷/۵ بود. نیتروژن به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، فسفات به مقدار نصف میزان توصیه شده، ۷۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم، براساس نتایج آزمون خاک، در سطح مزرعه توزیع گردید. هرکرت آزمایشی شامل چهار ردیف کشت سویا به فاصله ۰/۵ و طول شش متر بود. قارچ‌های میکوریزا مورد استفاده در این تحقیق از اراضی گندم دیم کشور جداسازی و در ماسه استریل به مدت چهار ماه در کشت گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) در موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تکثیر و تولید گردید و به میزان دو گرم از زاد مایه (شامل ماسه به عنوان حامل، ریشه آلوده گیاه سورگوم، هیف قارچی و اسپور) به گونه‌ای که به ازای هر بذر ۲۰۰-۱۵۰ اندام فعال قارچ در نظر گرفته شد و در شیارهای مخصوص کاشت بذر در عمق چهار سانتی‌متری قرارداده شد. قارچ‌کش بنومیل (F_1) با غلظت یک در هزار و قارچ‌کش بیولوژیک (F_3) با نام تجاری بیوسوبتیل حاوی باکتری *Bacillus subtilis* به میزان سه درصد در هر لیتر با غلظت دو در هزار و قارچ‌کش نانو (F_2) به صورت کلوئید ۲۰۰۰ لیتری حاوی چهار گرم نانو ذرات نقره در هر لیتر با غلظت ۶۰ppm (میلی‌گرم در کیلوگرم) تهیه و به صورت مصرف بذری، برای هر تیمار جداگانه محاسبه و توسط آب فشان با بذور در سایه کاملاً آغشته گردید. کاشت بذر سویا رقم ویلیامز به صورت دستی با ایجاد

1- Indol-3-acetic acid (IAA)

شیار بر روی پشته در ۲۷ اردیبهشت انجام گرفت. بوته‌ها به فاصله پنج سانتی‌متر روی ردیف در مرحله V_1 و V_2 تنک شدند. کود سرک به میزان ۵۰ و ۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره در دو نوبت در سطح مزرعه توزیع شد. جهت نمونه برداری برای اندازه‌گیری هورمون‌ها در مرحله گلدهی (R_2) از دو خط وسط هر کرت با حذف یک متر حاشیه، دو بوته به طور تصادفی انتخاب و با ریشه از خاک خارج شد. بوته‌ها به تفکیک ریشه و اندام هوایی داخل کیسه پلاستیکی گذاشته و اتیکت‌گذاری گردید. بلافاصله نمونه‌ها به داخل یخدان منتقل و به آزمایشگاه ارسال شد. جهت تعیین غلظت هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکنین در برگ گیاه از دستگاه کروماتوگرافی مایع[1] (HPLC) استفاده و به روش ایزوکراتیک جداسازی انجام شد. این کار طبق روش شنگجی و مینگیو–دینگ (Shengjie & Mingyu-Ding, 2008) انجام گرفت. برای تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه در مرحله گلدهی که کلونیزاسیون قارچی به بالاترین سطح می‌رسد نمونه‌برداری صورت گرفت، بعد از آبیاری و رسیدن به ظرفیت زراعی از دومین خط هر کرت با حذف حاشیه، پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و پروفیلی به ابعاد ۳۰ سانتی‌متر اطراف ریشه زده شد. خاک اطراف ریشه‌ها به خوبی شسته شد و از پنج بوته هر تیمار از نقاط مختلف سیستم ریشه‌ای، ریشه‌های موئین جدا شد و جهت رنگ آمیزی آنها محلول ۱۰ درصد هیدروکسید پتاسیم (KOH) به آن افزوده و در اتوکلاو با فشار ۱۵ atm و دمای ۱۲۱سانتی‌گراد به مدت پنج دقیقه قرار داده شد. پس از سرد شدن ریشه‌ها، ۸–۶ مرتبه با آب مقطر شسته شدند. عملیات رنگبری با آب اکسیژنه قلیائی به مدت ۱۵ دقیقه صورت پذیرفت، بعد از ۵–۴ بار آبکشی، جهت اسیدی کردن، ریشه‌ها درون محلول اسید کلریدریک (HCl) یک درصد به مدت سه دقیقه فرو برده شد. پس از خالی کردن اسید کلریدریک، ریشه را با محلول رنگ‌آمیزی تریپان بلو با غلظت یک درصد به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه آغشته کرده، سپس ریشه‌ها از رنگ خارج و در محلول لاکتوگلیسرول بدون رنگ غوطه‌ور شد تا رنگ اضافی خارج گردد (Philips & Hyman, 1970). برای تعیین کلونیزاسیون ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شد و ۵۰ قطعه بر روی پتری دیش مشبک شده به ابعاد یک سانتی‌متری به طور تصادفی پخش و با روش Gridline Intersect Method درصد کلونیزاسیون ریشه اندازه‌گیری شد (Giovannetti & Mosse, 1980). تجزیه آماری توسط نرم افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر قارچ‌کش‌ها بر درصد کلونیزاسیون ریشه و هورمون‌های رشدی (اکسین، جیبرلین و سیتوکنین) معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). اثر متقابل قارچ‌کش و میکوریزا بر میزان فیتوهورمون‌ها ($p\leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود. در حالی که این اثر بر درصد کلونیزاسیون معنی‌دار نبود. میان گونه‌های مختلف قارچ میکوریز نیز اختلاف معنی‌دار از نظر درصد کلونیزاسیون ریشه و میزان فیتوهورمون‌ها مشاهده گردید ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر قارچ میکوریزا و انواع قارچ‌کش بر صفات مورد مطالعه در سویا

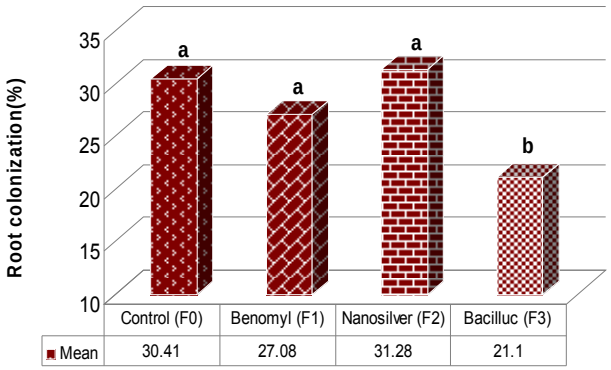
Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for mycorrhiza fungi and fungicides on studied traits in soybean

منابع تغییرات S.O.V.	میانگین مربعات MS				
	درجه آزادی df	کلونیزاسیون Colonization	اکسین AX	جیبرلین GA	سیتوکنین CK
بلوک Block (R)	3	28.30 ns	5.140 ns	5.540 ns	1.52 ns
میکوریزا Mycorrhiza (M)	3	256.34**	9626.84**	1135.12**	1347.10**
قارچ‌کش Fungicide (F)	3	340.57**	25886.93**	4099.50**	5671.22**
میکوریزا × قارچ‌کش M×F	9	74.41 ns	831.98 **	112.12**	255.38**
خطای آزمایش Error (E)	45	54.88	47.59	6.49	2.57
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	26.96	2.53	2.41	1.72

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار

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

1- High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)

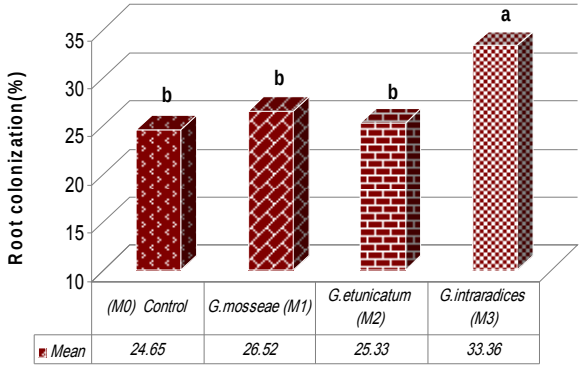


شکل ۱- اثر قارچ کش بر درصد کلونیزاسیون ریشه در سویا

Fig. 1- Effect of fungicide on soybean root colonization

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



شکل ۲- اثر قارچ میکوریزا بر درصد کلونیزاسیون ریشه در سویا

Fig. 2- Effect of mycorrhiaz fungicide on soybean root colonization

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

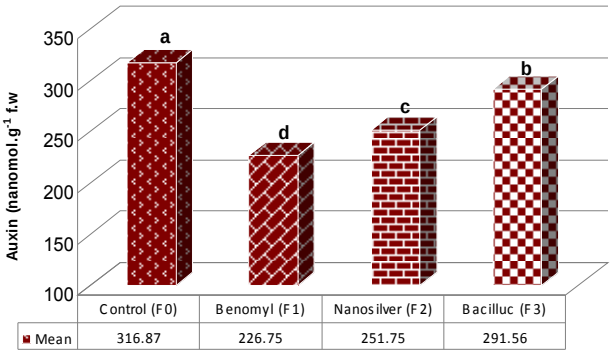
Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

الف) اثر قارچ میکوریزا و قارچ‌کش بر درصد کلونیزاسیون ریشه سویا

در بررسی گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا (شکل ۱) نشان داده شد که درصد کلونیزاسیون ریشه با تلقیح گونه *G. intraradices* نسبت به دو گونه *G. etunicatum* و *G. mosseae* به ترتیب ۳۱/۷۰ و ۲۶/۵۲ درصد بالاتر بود. بین دو گونه *G. etunicatum* و *G. mosseae* نیز از نظر درصد کلونیزاسیون ریشه سویا (*Glycine max* L.) اختلاف معنی‌دار وجود نداشت و براساس نتایج می‌توان چنین اظهار نمود که گونه *G. intraradices* مناسب‌ترین گونه جهت همزیستی با سویا می‌باشد. سایر محققان نیز این نتیجه را تأیید می‌کنند (Subramanian, 1995; Tufenkci et al., 2005). عدم وجود اختلاف آماری بین کلونیزاسیون تیمار شاهد (M_0) و تیمارهای کاربرد گونه‌های *G. mosseae* و *G. etunicatum* بیانگر حضور جمعیت قارچ میکوریزا به صورت بومی در خاک محل آزمایش می‌باشد و این که گونه‌های خالص *G. etunicatum* و *G. mosseae* در مقایسه با آن جمعیت بومی که احتمالاً گونه‌های مخلوط قارچ میکوریزا می‌باشد، در کلونیزه کردن میزبان برتری نداشتند. گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا از لحاظ برقراری همزیستی با ریشه‌های گیاه توانایی متفاوتی را نشان دادند که این موضوع در گزارشات متعددی دیده شده است (Gholami et al., 1999; Boucher et al., 1999). با توجه به خصوصیات پوست و اپیدرم ریشه میزبان، گونه *G. intraradices* به خوبی ریشه سویا را کلونیزه کرده است. البته بر طبق آزمایشات اکامپو و همکاران (Ocampo et al., 1980) برخی ترکیبات بازدارنده در درون سلول‌های ریشه میزبان وجود دارد که از

شکل‌گیری همزیستی میکوریزایی ممانعت می‌کند کـه احتمـالاً گونـه *G. intraradices* حساسیت کمتری به این ترکیبات نشان داده است. البته فاکتورهای فیزیکی ریشه مانند حجم تارهای کشنده و سـاختمان اپیدرم نسبت به فاکتورهای شـیمیایی از قبیـل مـواد ترشـحی نقـش بیشتری دارند، علاوه بر آن عناصر قابل دسـترس، pH خـاک و نـوع میزبان نیز نقش مهمی را در تعیین اثر بخشی گونه‌های مختلف دارد.

با توجه به شـکل ۲ بـا کـاربرد بـاکتری *B. subtilis* بـه عنـوان قارچ‌کش بیولوژیک، کلونیزاسیون ریشه نسبت بـه شـاهد (F_0) ۴۴/۱۲ درصد کاهش یافت، در حالی که اثر قارچ‌کش‌های نانوسیلور و بنومیل بر کلونیزاسیون نسبت به شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و در یک گروه آماری قرار گرفتند. هر چند کاهش ۱۲/۲۹ درصدی کلونیزاسیون قارچی توسط مصرف بنومیل را باید مدنظر قـرار داد. ایـن کـاهش در سایر آزمایشـات نیـز گـزارش شـده اسـت (Samarbakhsh et al., 2009; Aggarwal et al., 2005). قارچ‌کش نانوسیلور اثری منفی بر کلونیزاسیون میکوریزی نداشت. حتی با مصرف آن، کلونیزاسیون سـه درصد نسبت به شاهد (F_0) افزایش در پی داشت، لیکن این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

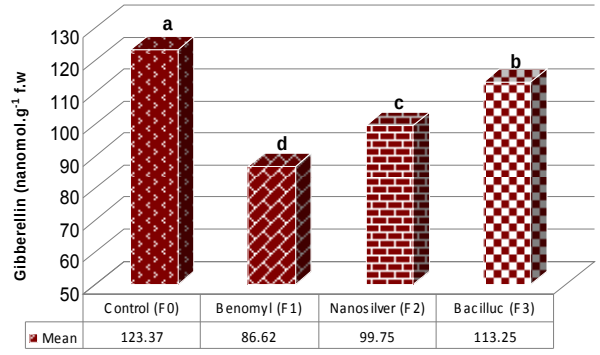


شکل ۳- اثر قارچ کش بر میزان هورمون اکسین در سویا

Fig. 3- Effect of fungicide on auxin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

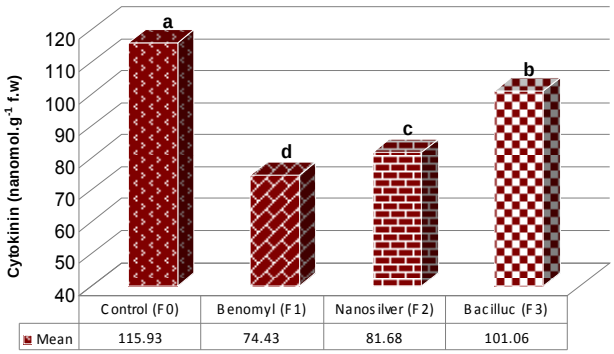


شکل ٤- اثر قارچ کش بر میزان هورمون جیبرلین در سویا

Fig. 4- Effect of fungicide on gibberellin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



شکل ۵- اثر قارچ کش بر میزان هورمون سیتوکنین در سویا

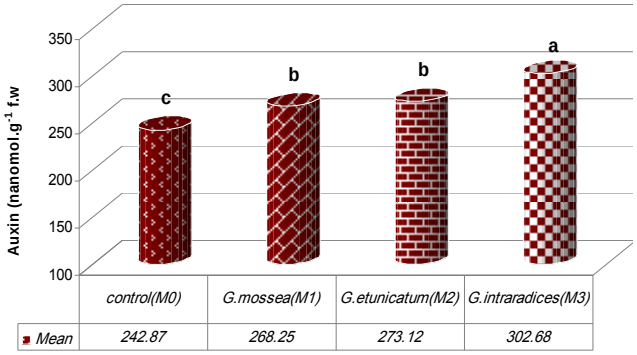
Fig. 5- Main effect of fungicide on cytokinin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

ب) اثر قارچ میکوریزا و قارچکش بر تغییرات فیتوهورمونی سویا

با کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف میزان هورمون‌های رشدی در مقایسه با عدم کاربرد قارچ‌کش کاهش یافت، به طوری‌که قارچ‌کش بنومیل بیشترین کاهش را (۳۹/۷۴، ۴۲/۴۲ و ۵۵/۷۵ درصد) در هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکنین نسبت به تیمار شاهد (F_0) نشان داد (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

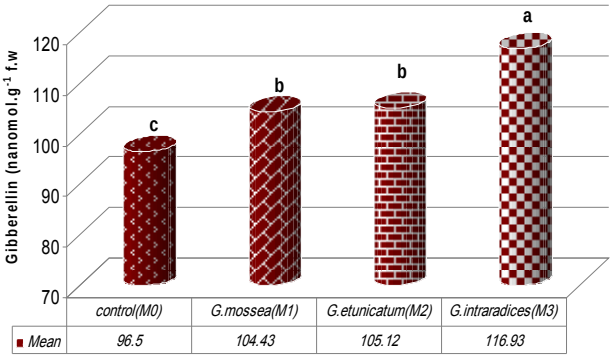


شکل ٦- اثر قارچ میکوریزا بر میزان هورمون اکسین در سویا

Fig. 6- Effect of mycorrhiza fungi on auxin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

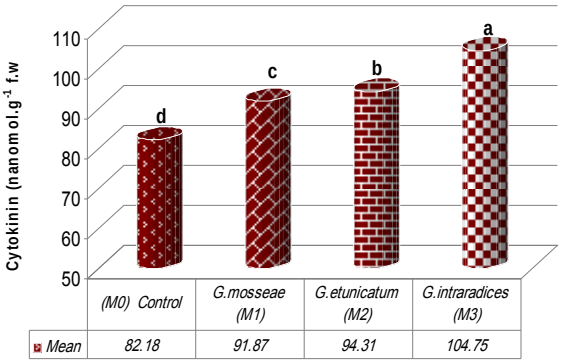


شکل ۷- اثر قارچ میکوریزا بر میزان هورمون جیبرلین در سویا

Fig. 7- Effect of mycorrhiza fungi on gibberellin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



شکل ۸- اثر قارچ میکوریزا بر میزان هورمون سیتوکنین در سویا

Fig. 8- Effect of mycorrhiza fungi on cytokinin concentration of soybean

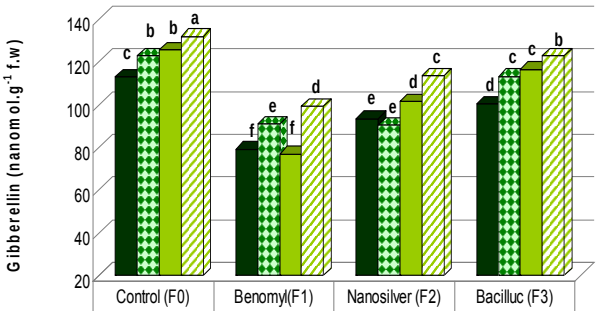
میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا باعث افزایش میزان هورمون‌ها نسبت به شاهد شدند. این در حالی است که بیشترین افزایش در هورمون‌های اکسین و جیبرلین و سیتوکنین توسط تلقیح ریشه با گونه *G. intraradices* به ترتیب به مقدار ۱۷/۶۲، ۲۱/۲۴ و ۲۷/۴۶ درصد نسبت به عدم مصرف میکوریزا ایجاد گردید که محققان دیگر نیز این نتایج را تأیید می‌کنند (Ludwig-Müller et al., 1997؛ Fitze et al., 2005) (شکل‌های ۶، ۷ و ۸).

تلقیح گونه *G. intraradices* و عدم مصرف قارچ‌کش (F_0M_3) بیشترین مقدار هورمون‌های اکسین و جیبرلین و با کاربرد قارچ‌کش بنومیل همراه با گونه *G. etunicatum* (F_1M_2) کمترین مقدار هورمون‌های اکسین و جیبرلین و سیتوکنین را به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار غلظت هورمون سیتوکنین در تیمار تلقیح گونه *G. etunicatum* بدون مصرف قارچ‌کش (F_0M_2) به دست آمد (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱).

با کاربرد گونه *G. mosseae* بدون مصرف قارچ‌کش، هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکنین به ترتیب ۱۸/۲۱، ۸/۸۴ و ۲۷/۷۲ درصد و با گونه *G. etunicatum* ۱۹/۰۳، ۱۱/۰۶ و ۳۰/۰۵ درصد و در تلقیح *G. intraradices* ۲۴/۴۹، ۱۶/۸۱ و ۲۲/۷۹ درصد در مقایسه با شاهد (F_0M_0) افزایش یافتند که با یافته‌های سایر محققان منطبق است (Daft & Ramakrishna et al., 2001؛ Allen et al., 1980-1982; Okusanya, 1973).



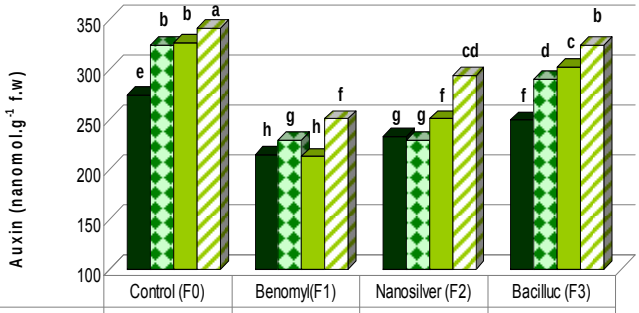
	Control (F0)	Benomyl(F1)	Nanosilver (F2)	Bacilluc (F3)
(M0) control	113	79.25	93.5	100.25
(M1) G.mosseae	123	91	90.5	113.25
(M2) G.etunicatum	125.5	77	101.5	116.5
(M3) G.intraradices	132	99.25	113.5	123

شکل ۹- اثر متقابل قارچ میکوریزا و قارچ کش بر میزان هورمون جیبرلین در سویا

Fig. 9- Interaction effect of mycorrhiza fungi and fungicide on gibberellin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



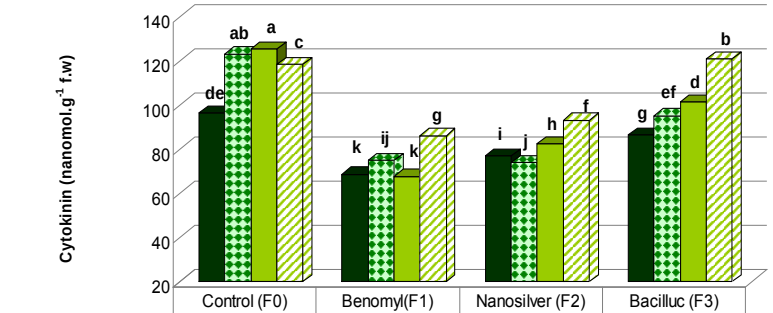
	Control (F0)	Benomyl(F1)	Nanosilver (F2)	Bacilluc (F3)
(M0) Control	274.5	214.75	232.75	249.5
(M1) G.mosseae	324.5	229	229.5	290
(M2) G.etunicatum	326.75	212.75	250.75	302.25
(M3) G.intraradices	341.75	250.5	294	324.5

شکل ۱۰- اثر متقابل میکوریزا و قارچ کش بر میزان هورمون اکسین در سویا

Fig. 9- Interaction effect of mycorrhiza fungi and fungicide on auxin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.



	Control (F0)	Benomyl(F1)	Nanosilver (F2)	Bacilluc (F3)
(M0) Control	96.5	68.75	77	86.5
(M1) G.mosseae	123.25	75	74	95.25
(M2) G.etunicatum	125.5	67.75	82.5	101.5
(M3) G.intraradices	118.5	86.25	93.25	121

شکل ۱۰- اثر متقابل قارچ میکوریزا و قارچ کش بر میزان هورمون سیتوکنین در سویا

Fig. 10- Interaction effect of mycorrhiza fungi and fungicide on cytokinin concentration of soybean

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters in each component haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

افزایش هورمون‌های رشد به خصوص سیتوکنین با تلقیح قارچ‌های میکوریزا، احتمالاً به دلیل تولید آن توسط قارچ میکوریزا و انتقال آن به سمت میزبان می‌باشد، زیرا قارچ‌های میکوریزا موادی را تولید می‌کنند که جلوی بازدارنده‌های سیتوکنین در گیاه را می‌گیرد و گیاه به دلیل بهتر شدن جذب مواد غذایی و برخی سیگنال‌ها که به علت رابطه همزیستی با قارچ ایجاد می‌گردد مقدار بیشتری سیتوکنین تولید می‌کند (Allen et al., 1980). به علاوه هورمون سیتوکنین باعث افزایش جذب و مصرف فسفر می‌شود و این افزایش میزان فسفر بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی مؤثر است. با کاربرد قارچ‌کش بنومیل، گونه *G. etunicatum* تأثیر معنی‌دار بر میزان هورمون‌ها نسبت به تیمار کاربرد بنومیل بدون تلقیح قارچ میکوریزا (F_1M_0) نداشت. این در حالی است که دو گونه *G. intraradices* و *G. mosseae* همراه با قارچ‌کش بنومیل، اکسین را به میزان ۱۶/۶۴ و ۶/۶۳ درصد و جیبرلین را به میزان ۲۵/۵۳ و ۱۴/۸۲ همچنین سیتوکنین را به مقدار ۲۹/۴۵ و ۹/۰۹ درصد نسبت به تیمار F_1M_0 افزایش دادند که این افزایش توسط گونه *G. intraradices* به میزان بیشتری بود. مصرف قارچ‌کش بنومیل و یا نانوسیلور به تنهایی کاهش میزان هورمون‌ها را نسبت به شاهد (F_0M_0) به دنبال داشت. احتمالاً قارچ‌کش بنومیل با اختلال در شکل‌گیری آرباسکول و کاهش فعالیت متابولیکی قارچ میکوریزا از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم سوکسینات دهیدروژناز بر تولید هورمون توسط میکوریزا اثر سوء داشته و باعث کاهش آنها گردیده است که برخی از محققین نیز این نظر را بیان داشته‌اند (Kjoller & Rosendahl, 2000; Kough et al., 1987). کاربرد دو گونه *G. etunicatum* و *G. intraradices* همراه با قارچ‌کش نانوسیلور میزان هورمون‌ها را نسبت به تیمار کاربرد قارچ‌کش نانوسیلور بدون تلقیح قارچ میکوریزا (F_2M_0) افزایش داد، در حالی که گونه *G. mosseae* توأم با این قارچ‌کش کاهش ناچیزی را نسبت به تیمار F_2M_0 نشان داد. میزان هورمون‌ها در تیمار کاربرد قارچ‌کش نانوسیلور بدون تلقیح قارچ میکوریزا نسبت به شاهد (F_0M_0) کاهش یافت. احتمالاً کاربرد نانوسیلور در غلظت ۶۰ ppm (میلی‌گرم در کیلوگرم) اثر سوء بر گیاه داشت، ولی با کاربرد دو گونه *G. etunicatum* و *G. intraradices* این اثر تخریبی تا حدی جبران شده، در واقع قارچ میکوریزا به عنوان سد دفاعی برای گیاه عمل کرده است (Rostami & Shahsavar, 2009). با کاربرد قارچ‌کش *B. subtilis* و هر یک از گونه‌های قارچ میکوریزا هورمون‌ها نسبت به تیمار کاربرد قارچ‌کش بیولوژیک بدون تلقیح قارچ میکوریزا (F_3M_0) افزایش یافتند. به طوری که *G. intraradices* بیشترین افزایش به میزان ۳۰، ۲۲/۶۹ و ۳۹/۸۸ درصد وگونه *G. mosseae* کمترین افزایش به میزان ۱۶/۲۳، ۹۶/۱۲ و ۹/۸۲ درصد را به ترتیب در هورمون‌های اکسین، جیبرلین و سیتوکنین سبب شد. بنا به نظر فلاح و همکاران (Fallah et al., 2006) احتمالاً گونه *G. mosseae* نسبت به ترشحات لیپوپپتیدی ضد قارچی و خاصیت آنتی بیوتیکی *B. subtilis* حساسیت بیشتری داشت، به طوری که میزان هورمون‌ها در این ترکیب تیماری نسبت به دو گونه دیگر پایین‌تر می‌باشد. اکسین و جیبرلین در تلقیح هر یک از سه گونه با این باکتری نسبت به حالت عدم تلقیح باکتری کاهش یافت. در حالی که مقدار سیتوکنین در تلقیح همزمان *G. intraradices* و باکتری، در مقایسه با عدم کاربرد باکتری و این گونه قارچ (F_0M_3) افزایش

یافت. کاربرد این قارچ‌کش و عدم مصرف میکوریزا، کاهش هورمون‌ها را نسبت به شاهد (F_0M_0) در پی داشت (شکل‌های ۹، ۱۰ و ۱۱).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق آشکار گردید که با کاربرد گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا، تولید و تجمع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین در برگ‌های گیاه سویا نسبت به شاهد بیشتر شد، به طوری که بالاترین سطح هر سه هورمون با تلقیح گونه *G. intraradices* به دست آمد. بنابراین همزیستی میکوریزایی می‌تواند غلظت هورمون‌های گیاه را از نظر کمی تغییر دهد. از آنجا که ایندول تری بوتیریک اسید[1] (IBA) کلونیزاسیون قارچی را از طریق افزایش تعداد ریشه‌های فرعی که محل مطلوب کلونیزاسیون است، در مراحل اولیه رشد تغییر می‌دهد (Fitze et al., 2005) می‌توان افزایش کلونیزاسیون توسط تلقیح قارچ *G. intraradices* را به افزایش اکسین نسبت داد (Ludwig-Müller & Güther, 2007). کلونیزاسیون ریشه در این تیمار نسبت به شاهد بدون تلقیح قارچ میکوریزا و دو گونه دیگر به میزان بیشتری رخ داد. با گسترش کلونیزاسیون قارچی احتمالاً، جذب عناصر و انتقال آنها از خاک به سمت ریشه‌های میزبان افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، با افزایش تقاضای مخزن، فتوسنتز گیاه جهت تأمین کربوهیدرات بیشتر نیز افزایش می‌یابد که این اثر را می‌توان به دلیل تولید و افزایش سطح سیتوکنین در گیاه مربوط دانست. از آنجایی که قارچ‌های میکوریزا سبب افزایش تقاضای کربوهیدرات توسط ریشه‌ها می‌گردند، لذا جریان کربوهیدرات به سمت ریشه افزایش می‌یابد که علت آن، افزایش تولید جیبرلین در حضور قارچ‌های میکوریزا می‌باشد. کاربرد قارچ‌کش‌ها سبب کاهش غلظت هر سه هورمون گردید. از آنجایی که باکتری *Bacillus subtilis* خود توانایی تولید هورمون‌ها را دارد کاهش سطح هورمون‌ها با تلقیح این باکتری به عنوان قارچ‌کش بیولوژیک به میزان کمتری بود. البته کاهش سطح هورمون سیتوکنین با مصرف این قارچ‌کش نسبت به دو هورمون دیگر بیشتر بود. احتمالاً باکتری با تولید یک سری مواد بازدارنده می‌تواند مانع تولید هورمون در گیاه شود (Xiao et al., 2008). کلونیزاسیون نیز با مصرف این قارچ‌کش نسبت به شاهد و قارچ‌کش‌های نانوسیلور و بنومیل کاهش نشان داد. در صورت مصرف هر نوع از قارچ‌کش‌ها بدون تلقیح قارچ میکوریزا، هر سه هورمون نسبت به شاهد کاهش زیادی داشتند، اما گیاهان همزیست با قارچ میکوریزا توانستند سبب افزایش سطح هورمون‌ها شوند که بیانگر نقش مهم این قارچ‌ها در حفظ میزان هورمون‌ها در برگ می‌باشد، ولیکن در صورت مصرف بنومیل، گونه *G. etunicatum* و در صورت مصرف نانوسیلور، گونه *G. mosseae* تا حدی حساسیت نشان دادند که سبب کاهش هر سه هورمون در این ترکیبات تیماری گردیده است. هرچند این کاهش در هورمون‌های اکسین و جیبرلین از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، به طوری که با شاهد خود در یک گروه آماری قرار گرفتند. به این وسیله می‌توان اظهار داشت که سنتز هورمون‌ها به وسیله گیاه توسط همزیستی میکوریزایی تحریک می‌شود. هر چند این پدیده تحت تأثیر اثرات انواع قارچ‌کش واقع شده است. در صورت تأیید نتایج این تحقیق در مطالعات بعدی می‌توان توصیه نمود که برای ضدعفونی بذر سویا مناسب‌ترین نوع قارچ‌کش، بیولوژیک می‌باشد و در صورتی که با قارچ‌های میکوریزی به خصوص گونه *G. intraradices* به صورت همزمان تلقیح گردد کمترین اثر سوء از نظر کاهش سطح هورمون‌های رشدی در گیاه را در مقایسه با دیگر قارچ‌کش‌ها به دنبال خواهد داشت. هر چند هنوز به درستی نمی‌توان به نقش دقیق قارچ‌کش‌ها بر روابط هورمونی قارچ و گیاه اشاره نمود.

منابع

1- Aggarwal, A., Sharma, D., Parkash, V., Sharma, S., and Gupta, A. 2005. Effect of bavistin and dithane M-45 on the mycorrhizae and rhizosphere microbes of sunflower. Helia 28(42): 75-88.

2- Allen, M.F., Moore Jr., T.S., and Christensen, M. 1980. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokinin increases in the host plant. Canadian Journal of Botany 58: 371–374.

3- Allen, M.F., Moore Jr., T.S., and Christensen, M. 1982. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. II. Altered levels of gibberellin-like substances and Abscisic Acid in the host plant. Canadian Journal of Botany 60: 468–471.

4- Barea, J.M., and Azcon-Aguilar, C. 1982. Production of plant growth regulating substances by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Applied Environmental Microbiology 43: 810–813.

5- Barker, S.J., and Tagu, D. 2000. The roles of Auxins and Cytokinins in mycorrhizal symbiosis. Journal of Plant Growth Regulation 19: 144–154.

6- Boucher, A., Delpe, Y., and Charest, C. 1999. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization of four species of *Glomus* on physiological responses of maize. Journal of Plant Nutrition 22(485): 783-797.

1- Indol-3-butric acid

7- Daft, M.J., and Okusanya, B.O. 1973. Effect of endogene mycorrhiza on plant growth. New Phytologist 72: 1333-1339.
8- Demir, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameter of pepper. Turkish Journal of Biology 28: 85-90.
9- Fallah, A., Besharati, H., and Khosravi, H. 2006. Soil microbiology. Aeej Publication, Iran. 179 pp. (In Persian)
10- Fitze, D., Wiepning, A., Kaldorf, M., and Ludwig-Müller, J. 2005. Auxins in the development of an arbuscular mycorrhizal symbiosis in miaze. Journal of Plant Physiology 162: 1210–1219.
11- Gholami, A., Koochaki, A., Mazaheri, D., and Ghalavand, A. 1999. Evaluating the effect of different species of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) on growth characteristic of *Zea mays*. Iranian Journal of Crop Sciences 1(3): 47-54. (In Persian with English Summary)
12- Gianinazzi-Pearson, V. 1996. Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbiosis. Plant and Cell 8: 1871-1883.
13- Giovannetti, M., and Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques to measure Vesicular-arbuscular infection in roots. New Phytologist 84: 489-500.
14- Goicoechea, N., Dolezal, K., Antolin, M.C., Strnad, M., and Sanchez-Diaz, M. 1995. Influence of mycorrhiza and *Rhizobium* on Cytokinin content in drought – stressed alfalfa. Journal of experimental Botany 46(291): 1543-1549.
15- Hajibolandi, R., Barzegar, R., and Asgharzadeh, N.A. 2005. Studying the effect of mycorrhiza on root morphology and rhizosphere's pH in rice with rizobox system. The Proceeding of 9th Iranian Soil Science Congress, Tehran, 28-31 August. (In Persian with English Summary)
16- Hause, B., Mrosk, C., Isayenkov, S., and Strack, D. 2007. Jasmonates in arbuscular mycorrhizal interactions. Phytochemistry 68: 101–110.
17- Hayman, D.S. 1980. Mycorrhiza and crop production. Nature (London) 287: 487-488.
18- Kjoller, R., and Rosendahl, S. 2000. Effect of fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi: different responses in alkaline phosphatase activity of external and internal hyphe. Biological Fertility of Soils 31: 361-365.
19- Kough, J.L., Gianinazzi- Pearson, V., and Gianianazzi, S. 1987. Depress metabolic activity of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi after fungicide applications. New Phytologist 106: 707-715.
20- Ludwig-Müller, J., Kaldorf, M., Sutter, E.G., and Epstein, E. 1997. Indole-3-butyric acid (IBA) is enhanced in young maize (*Zea mays* L.) roots colonized with the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. Plant Science 125: 153–162.
21- Ludwig-Müller, J., and Güther, M. 2007. Auxins as signals in arbuscular mycorrhiza formation. Plant Signaling and Behavior 2(3): 194–196.
22- Meixner, C., Ludwig-Müller J., Miersch, O., Gresshoff, P., Staehelin, C., and Vierheilig, H. 2005. Lack of mycorrhizal auto regulation and phytohormonal changes in the supernodulating soybean mutant nts1007. Planta 222: 709–715.
23- Ocampo, J.A., Martin, J., and Hayman, D.S. 1980. Influence of plant interactions on vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. I. Host and non-host plants grown together. New Phytologist 84: 27-35.
24- Philips, J., and Hayman, D.S. 1970. Improved procedure for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158-161.
25- Ramakrishna, T.V., Hegde, V., and Sreenivasa, M.N. 2001. Induction of rooting and root growth in black pepper cutting (*Piper nigrum* L.) with the inoculation of arbuscular mycorrhiza. Scientia Horticulture 92: 339-346.
26- Rostami, A.A., and Shahsavar, A. 2009. Nano-silver particles eliminate the in vitro contamination of olive mission explants. Journal of Plant Science 8: 505-509.
27- Samarbakhsh, S., Rejali, F., Ardakani, M.R., Paknejad, F., and Mir-Ansari, M. 2009. The combined effects of fungicides and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) growth and yield under field conditions. Journal of Biological Science 9(4): 372-376.
28- Shaul-Keinan, O., Gadkar, V., Ginzberg, I., Grünzweig, J.M., Chet, I., Elad, Y., Wininger, S., Belausov, E., Eshed, Y., Atzmon, N., Ben-Tal, Y., and Kapulnik, Y. 2002. Hormone concentrations in tobacco roots change during arbuscular mycorrhizal colonization with *Glomus intraradices*. New Phytologist 154: 501–508.
29- Shengjie, H., and Mingyu Ding, J.Z. 2008. Simultaneous determination of gibberellic acid, Indol-3-acetic acid and abscisic acid in wheat extract by solid- phase extraction and liquid chromatography. Talonta 76: 798-802.
30- Subramanian, K.S. 1995. Influence of arbuscular mycorrhizae on the metabolism of maize under drought stress. Mycorrhiza 5: 273-278.
31- Tufenkci, S., F., Sonmez, R.I., and Gaziolgu, S. 2005. Effects of arbuscular mycorrhiza fungus inoculation and phosphorous and nitrogen fertilization on some plant growth parameters and nutrient content of chickpea. Journal of Biological Science 5(6): 738-743.
32- Vadassery, J., Ritter, C., Venus, Y., Camehl, I., Varma, A., Shahollari, B., Novak, O., Strnad, M., Ludwig-Muller, J., and Oelmuller, R. 2008. The role of Auxins and Cytokinins in the mutualistic interaction between *Arabidopsis* and *Piriformospora indica*. The American Phytopathological Society 21(10): 1371-1383.
33- Xiao, X., Chen, H., Chen, H., Wong, J., Ren, C., Wu, L. 2008. Impact of *Bacillus subtilis* JA, a biocontrol strain of fungal plant pathogens, on arbuscular mycorrhiza formation in *Zea mays*. World Journal or Microbial Biotechnology 24: 1133-1137.

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 265

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 265

Effect of integrated weed management systems on seed bank of weeds grown in sugar beet (*Beta vulgaris* L.)

A. Siahmarguee[1*], A. Koocheki[2], M. Nassiri Mahallati[2] and S. Mahghani[3]

Submitted: 16-08-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

To compare the effects of different weed management methods on seed bank of weeds grown in sugar beet (*Beta vulgaris* L.), a field experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2006, 2007 and 2008. The experiment designed as a complete randomized block with three replications. The treatments including: disk+ fhenmedifham, disk+ fhenmedifham+ rotation, disk+ cultivation, disk+ cultivation+ rotation, metamitron+ fhenmedifham, metamitron+ fhenmedifham+ rotation, metamitron+cultivation, metamitron+ cultivation+ rotation, covercrop+ fhenmedifham, covercrop+ cultivation, weeding , weeding+ fhenmedifham and control. Soil samples were taken (in the base of clustering method) in two depths of 0-10 cm and 10-20 cm, at two stages, early season and late season. Results showed that at the first experiment highest and lowest seed bank size obtained in control plots (383 seeds per kg of soil) and weeding+fhenmedifham (52 seeds per kg soil). At the second year maximum and minimum seed bank size were observed in control and weeding treatment with 1080 and 319 seeds/kg soil, respectively. In two years, seed bank size in 0-10 cm depth was more than 10-20 cm depth. In the first and second years seed bank size at late season compare to early season was 2.2 and 1.7 times, respectively. In two years, significant coefficients were observed in seed bank size at early season and late season (R^2=0.76 and R^2=0.65). There were significant correlations between seed bank size in the first and second year (R^2=0.71) and between seed bank size and frequency of seedling (R^2=0.77).

Keywords: Density of seedling, Frequency of seed, Seed and seedling coloration

1, 2 and 3- Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran. Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad and Graduate student in Agronomy of Tabriz University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Siahmargue@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 266

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 266

Effect of wheat, alfalfa, corn, soybean and cotton residues on soil potassium content and its absorption by wheat (*Triticum aestivum* L.)

F. Akbari[1]*, K. Poori[1], B. Kamkar[2] and S.M. Alimagham[1]

Submitted: 19-08-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Crop residues management is one of the most important factors to sustain agro-ecosystems. Application of plant residues as organic fertilizers has functional role on the amount of soil elements, their availability for crops and finally yield obtained. In order to investigate the effect of different crop residues and their management on providing wheat potassium requirement, a four-replicated field experiment was carried out as a completely randomized block design on wheat (*Triticum aestivum* L.). Five plant residues with different C:N ratio (including cotton، soybean, alfalfa, wheat and corn) in companion with pure urea and control treatment (without residue or fertilizer) were incorporated as<5 mm particles seze. The rate of residues and required nitrogen to avoid immobilization were calculated by determination of C:N ratio and nitrogen factor to provide 90 kg $N.ha^{-1}$. Soil extractable potassium was evicted by ammonium acetate extraction procedure after 49, 83, 99, 127, 165 and 175 days from beginning of experiment. The results showed that the effect of different residues on potassium release was significant just in booting growth stage. The highest concentration of K in booting stage belonged to alfalfa, wheat and corn residues (with corresponding values of 1663, 1637.6 and 1592.3 $kg.ha^{-1}$ soil respectively) while the lowest values belonged to cotton residue, urea and control (1472.6, 1425.4 and 1215 $kg.ha^{-1}$ soil, respectively). Assessing trend of potassium (K) uptake showed that the most K uptake in plants (36.62 $g.kg^{-1}$) occurred during the first 83 days (stem elongation) and in residue alfalfa treatment that the most K release (2375.7 $kg.ha^{-1}$) was also from those residues. Therefore, it seems that crop residues could be considered as potential internal inputs for agro-ecosystems with different capabilities. Generally, our results revealed that alfalfa residue is the best option to provide potassium for wheat plants and corn and wheat (with not-significant difference) were ordered after alfalfa.

Keywords: Ammonium acetate, Growth stage, Inside- field input, Straw

1 and 2- MSc Student and Assistant Prof. Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: akbarifarideh@gmail.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 267

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 267

The effect of light quality and quantity on morphological and physiological traits of maize (*Zea maize* L.) cultivars in greenhouse conditions

M. Goldani[1]* and M. Nassiri Mahallati[2]
Submitted: 21-08-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

In order to study the effect of light quality and quantity on morphological and physiological characteristics of two late and early maize (*Zea maize* L.) S.C., an experiment was conducted in greenhouse conditions, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2008. The experiment was carried out factorial based on randomized complete block design with six treatments and three replications. Different light conditions (including natural light, additional two hours lighting after sunset, and reduction of the quality and quantity of light conditions during plants growth, were investigated. The results indicated that leaf area in both maize hybrids increased by light measured until 28 days, and then decreased compared to the natural lighting conditions. In comparison with natural light conditions the dry mater of leaf and stem was increased by adding light until flowering stage. Leaf area and dry weight was reduced in both hybrids with decreasing lighting conditions. Leaf length to width ratio increased by adding the lighting measure till the seventh leaf appearance and later on reduced. This ratio increased with reduction of light duration. Chlorophyll content increased by adding light duration till the sixth leaf appearance. The chlorophyll content of two hybrids in screen conditions decreased compared to other conditions. In general, leaf area, stem and leaf dry weights, height and lodging index of short season hybrid was lower than long season hybrids. The present study showed that extending light duration resulted in increasing of the dry weight and development stage of maize.

Keywords: Chlorophyll content, Dry weight, Height, Leaf area, Lodging index

1 and 2- Assistant Prof. and Prof. from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: morteza_goldani@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 268

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 268

Study of wheat yield production over Esfahan province during periods of dry and wet years using MODIS satellite data

G.A. Kamali[1*], H. Momenzadeh[2] and M. Vazife Doust[3]

Submitted: 26-08-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Technique of remote sensing and its satellite products has many implementations in agricultural science and national resources. In this study, wheat yield in Esfahan province, Iran, were derived from MODIS satellite data over periods of 2000-2001(dry year) and 2004-2005 (wet year). For this purposes, 68 MODIS products of surface reflectance (MOD09GA) and land surface temperature LST (MOD11A2) over Esfahan in 8-day time step were collected. By using satellite data of LST and vegetation index NDVI, the amount of water stress during each time steps were estimated from a linear relation. Spatial distributions of active photosynthesis absorb radiation (APAR) were also estimated using NDVI index and meteorological data. Finally, cumulative dry matter as indicator of wheat yield was calculated using APAR, light use efficiency and water stress in each time. Actual biomass by using harvest index, converted to grain yield. The results indicated that the amount of dry matter in wet year (2004-2005) was 1.4 times of predicted production in the dry year (2000-2001). Isfahan city had the highest amount of increase and cities of Bigdel, Felavarjan, Ardestan showed the highest decrease in wheat yield production. Good trend of predicted yield with the observation data indicated a promise for application of this procedure for annual yield prediction before harvesting time in large regional scale.

Keywords: Absorbed photosynthetical active radiation, Biomass, Remote sensing

1, 2 and 3- Associated Prof., and MSc Student of Agrometeorology of Department Meteorology, Science and Research Branch, Islamic Azad University and Assistant Prof., of Gilan University, Iran, respectively.
(*-Corresponding author E-mail: a.kamali@srbiau.ac.ir)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 269

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 269

Evaluation of base, optimum and ceiling temperature for (*Kochia scoparia* L. Schard) with application of Five-Parameters-Beta Model

S. Sabouri Rad[1*], M. Kafi[2], A. Nezami[3] and M. Bannayan Aval[3]

Submitted: 03-09-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Kochia (*Kochia scoparia* L. Schard) is an annual, halophyte and drought resistant plant, that it can be irrigated with saline water and a valuable source for forage under drought and saline ecosystems. In order to evaluate germination characteristics of kochia, an experiment was conducted at Physiology laboratory of Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2009. This experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. Germination was evaluated at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C under dark germinator with 50-60 percentage relative humidity. The results showed that the highest germination percentage was obtained at 20-30°C and the lowest obtained at 40°C. The longest and the shortest period to 20 and 50 germination percentage were recorded to 5-10°C and 20-30°C, respectively. The longest and the shortest period to 80 percentage germination were belonging to 15 and 30°C, respectively. Based on Five Parameters Beta model, base, optimum and ceiling temperatures for kochia estimated 3.4, 25 and 43.3°C, respectively. However, seed of this plant is able to germinate in wide temperature range.

Keywords: Cardinal temperature, Germination percentage, Germination rate

1, 2 and 3- PhD Student in Crop Physiology, Prof., and Associated Prof., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(* Corresponding author E-mail: samira_ssr@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 270

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 270

Comparison of the profitability of conventional and organic crops (case study of cotton in Khorasan Razavi province)

A. Ghadiri Moghaddam[1] and A. Nemati[2*]

Submitted: 03-09-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Regard to increasing demand for organic agricultural products, awareness of costs and profitability of organic products can help to decision planners of agricultural sector, and particularly farmers. This study has tried to calculate cost and profitability of cotton product in two different conventional and organic ways (procedure) of production using 253 cross-sectional data from Khorasan Razavi cotton farmers during 2008 to 2009. The results showed with an increase in organic fertilizers consumption a year, animal fertilizer elasticity and consequently organic production cotton were increased. Also organic cotton profitability after six years was more than conventional products and organic cotton profitability in the transition period with increasing rate of price ($\gamma = 0.15$) after the transition period 1.66 will be the profitability of conventional cotton. According to the findings, supporting farmers in organic cultivation initial year (transition) either by financial incentives or extension services to encourage them to increase organic production and determination price of cotton organic guarantee purchase by the government as proposed were suggested.

Keywords: Conventional cotton, Organic cotton, Transition period

1 and 2- Assistant Prof., Dept. of Accounting, College of Economic and Administrative Sciences and Graduated Student, Dept. of Agricultural Economic, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Amin_nemati63@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 271

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 271

Evaluation of biological control of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) by applying flower-eater mite (*Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kacalev) (Acari: Eriophyidae)

G.A. Asadi[1], R. Ghorbani[2] and S. Khorramdel[3*]

Submitted: 16-09-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) is a perennial weed of Aceraceae that is becoming a dominant weed in suitable conditions. In order to find an ecological non-chemical approach for controlling Russian knapweed and studying the possibility of using flower-eater mite (*Aceria acroptiloni* Shevchenko & Kacalev) (Acari: Eriophyidae), a series of studies including field survey and field experiments were conducted in North Khorasan province, Agricultural Research Station of Shirvan College during spring 2010. Preliminary studies included collecting, identifying and screening of insects as biocontrol agents for Russian knapweed were carried out. In field survey studies, contaminated natural regions by flower-eater mite were recognized. At the end of growing season, 20 health and infested plants were selected and their height, flower number, shoot fresh weight and shoot dry weight were measured afterwards. In the field experiment, 40 similar plants with about one meter away from each other were selected. In addition, 40 plants (20 infected and 20 healthy plants) were transplanted to the pots, and then planted in a land with a distance of about 100 cm. After establishment, control plants were sprayed with an acaricide 20 shoots each that used as 'control' and 20 shoots that infested with the mite were randomly selected. Russian knapweed shoots infested with the mite *Aceria acroptiloni* in a natural infestation were collected and observed under the binocular for the presence of the mite. The infested shoots were put in small vials filled with water, and transfer one shoot beside each of the 20 shoots that were selected for mite infestation. Mite infestation of the test shoots after two weeks was checked and in case the test shoots did not show signs of mite attack after four weeks, plants were infested again. As soon as the Russian knapweed leaves start wilting (when the green colour disappears), all 40 shoots were cut at the ground level. Each shoot put in a separate envelope, and the envelope labeled. In the laboratory, shoot height, fresh shoot weight, dry shoot weight, number of flower heads, numbers of seeds were recorded. The results showed that the mite did not feed from all plants except on Russian knapweed. Application of mite reduced the number of flowers by 68% in natural conditions. In the field conditions, it could reduce the number of flowers by 59% in the nature plants and 11% in transplanted plants. Since this mite was able to reduce vegetative and reproductive organs of Russian knapweed, it could be considered as a potential promising biological control agent for using in ecological agriculture.

Keywords: Biocontrol, Flower-eater mite, Natural enemy, Weed

1, 2 and 3- Assistant Prof., Associate Prof. and PhD graduated student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: su_khorramdel@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 272

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 272

The effect of various micronutrient foliar applications and irrigation regimes on quantitative and qualitative yields of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.)

M. Ramroudi[1]*, M. Keikha Jaleh[2], M. Galavi[3], M.J. Seghatoleslami[4], and R. Baradran[4]
Submitted: 25-09-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

The responses of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) to micronutrient foliar application under low irrigation condition were investigated. The experiment was carried out in Agricultural Research Farm of Zabol University, Iran, during growing season of 2007-2008. The experiment was conducted in spilt plot using randomized complete block design with four replications. Three irrigation regimes defined as normal irrigation, one time lack of irrigation before flowering and one time lack of irrigation after flowering were used as the main plots. Five levels of micronutrient foliar application including: control unit, four ppt of Fe, three ppt of Zn, four ppt of Mn, and a mixture of these elements were considered as subplots. The results indicated that the seed and biological yield, seed number per spike, spike number per plant and thousand seed weight were significantly affected by irrigation regimes. The maximum seed yield obtained in control plots with normal irrigation. The seed yield diminish in treatments of one time lack of irrigation before flowering and one time lack of irrigation after flowering was 14.9 and 20.1 percentage, respectively. The seed and biological yield, mucilage yield, seed number per spike and thousand seed weight were significantly affected by micronutrient foliar application. The maximum seed yield was observed in Zn treatment with 22.12% yield more than control. The maximum mucilage yield and percent were found in the treatment of one time lack of irrigation before flowering and the maximum turgid index in treatment of one time lack of irrigation after flowering. The micronutrient foliar application showed positive effect on seed, biological, and mucilage yields. The maximum seed yield was obtained in normal irrigation with micronutrient foliar application.

Keywords*:* Irrigation regime, Mucilage, Seed yield, Spike number, Turgid index

1, 3 , 2 and 4- Assistant Prof. and Associated Prof., Faculty of Agriculture, Zabol University, MSc student and Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Azad University of Birjand, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: m_ramroudi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 273

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 273

I nfluence of cover crops and mulch management on yield and yield components and in safflower (*Carthamus tinctorius* L.*)*

E. Moayedi Shahraki[1]*, M. Jami Al-Ahmadi[2], M.A. Behdani[2] and S. Mahmoodi[2]
Submitted: 25-09-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

In order to evaluate the effect of cover crops and mulch management on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), a study was conducted as split-plot based on a complete randomized block design with four replications during 2008-2009. The mulch managements as main factor were consisted of three levels including incorporation of cover crops with soil, harvesting + removing, and harvesting + surface mulch, and three cover crops were considered as subplots (triticale, common vetch, and intercropping triticale + common vetch). Also, a non cover crop was considered as control beside the experiment. The result showed that there was a significant difference between different mulch managements for heads per plant and seed yield. The highest head no. per plant was observed in surface mulch and harvesting treatments. Also, the highest safflower seed yield was observed in mixture of triticale + common vetch and triticale + surface mulch treatments. The plants in intercropped triticale + common vetch and triticale + surface mulch treatments produced 22.49 and 10.48 percent more seed yield than control, respectively.

Keywords: Mulch, Organic matter, Sustainable agriculture

1 and 2- MSc Student in Agroecology, and Associate Prof., Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: mebadollah@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 274

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 274

Effect of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on concentration of leaf nutrients and photosynthetic pigments of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress condition

B. Parsa-Motlagh[1], S. Mahmoodi [2]*, M.H. Sayyari-Zahan[2] and M. Naghizadeh[3]

Submitted: 13-10-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

In order to investigate the effect of Mycorrhizal fungi and phosphorus fertilizer on concentration of leaf nutrients and photosynthetic pigments of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in condition of irrigation with saline water, an experiment was conducted based on completely randomized design with three replications in greenhouse of Bahonar University of Kerman, Iran during 2010. The studied factors were water salinity (500 (control), 2000, 4000 and 6000 $\mu s.cm^{-1}$), phosphorus fertilizer (0, 100 and 200 $mg.kg^{-1}$ soil) in form of Triple super phosphate and mycorrhizal fungi with three levels (*Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* and no fungi (control)). The results showed that the concentrations of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoeids, K, Ca and P were decreased with increasing of salinity levels. But salinity increased the concentration of Na and Na/K ratio. Mycorrhizal fungi had no significant effect on concentration of Ca and chlorophyll a. The interaction of salinity and phosphorus fertilizer on concentration of chlorophyll b, Na and P was significant. Results demonstrated that *Glomus intraradices* had better effect on improvement of photosynthetic pigments concentration and concentration of nutrition elements. In low levels of salinity stress, use of Mycorrhizal fungi with phosphorus fertilizer, can reduce the negative effects of salt by increasing of concentration of photosynthetic pigments and nutrition elements.

Keywords: Biological fertilizer, Chlorophyll, Salinity of irrigation water

1, 2 and 3- Post graduated student of Agroecology, Assistant Prof., of Birjand University and Lecturer of Bahonar University of Kerman, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: smahmodi@yahoo.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 275

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 275

Water use efficiency in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *styriac*)/ chickpea (*Cicer arietinum* L.)- lentil (*Lens esculenta* Moench.) intercropping system associated with several nitrogen levels

M. Khoramivafa[1*], N. Eftekharinasab[2], K. Sayyadian[3] and A. Najaphy[1]

Submitted: 13-10-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

Although the physiological and morphological differences between intercropped species caused a higher WUE possibly, most researches on multiple cropping systems have focused on yields and the resources use efficiency (water, light and nutrients) has been less investigated. In addition, optimal use of nitrogen is important to attain sustainable agriculture due to its role in WUE improvement. The experiment carried out during 2008 growing season as split plot based on RCBD design. The main plots included different nitrogen levels (0, 75, 100 and 125 kg.ha^{-1}), which applied as urea and sub plots were three cropping systems consist of sole cropping of pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *styriac*) seed and intercropped with four rows of lentil (*Lens esculenta* Moench.) and or chickpea (*Cicer arieinum* L.). The results showed that WUE and evapo-transpiration efficiency of medicinal pumpkin was affected by N application significantly. However no differences were observed between cropping systems with regard to total water use, WUE and evapo-transpiration efficiency. Intercropping has no significant effect on total water use, therefore, medicinal pumpkin/ chickpea- lentil intercropping systems can be recommended without any concern in terms of increasing of water consumption.

Keywords: Multiple cropping, Resources of production, Sustainable agriculture

1, 2 and 3- Assistant Prof., MSc in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah and Instructor in Agricultural Research and Natural Resources Center, Kermanshah, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: Khoramivafa@gmail.com)

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 276

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 3، شماره 2، تابستان 1390، ص. 276

The effect of different species of mycorrhiza on phytohormone changes in soybean (*Glycine max* L.) by nano, biologic and chemical fungicides

S.M. Seifi[1 *], A. Kashani[2], M.R. Ardakani[3], F. Rejali[4], M. Timajchi[5] and M. Abasian[6]

Submitted: 21-11-2010
Accepted: 06-02-2011

Abstract

In order to investigate the response of mycorrhizal fungi to different kinds of fungicides and phytohormone balance in soybean, the present study was carried out during 2008-2009 at Research Site of Azad University of Karaj branch as factorial based on randomized complete block design with two factors and four replications. Treatments were all combination of arbuscular mycorrhizal fungi species in four levels (*Glomus mosseae*, *G. etunicatum*, *G. intraradices*, control) and four fungicides [control, benomyl, Nano-silver and biologic (*Bacillus subtilis*)]. The results indicated that fungicides and mycorrhizal species had significant effect on phytohormons and mycorrhizal colonization. The mutualistic interaction between arbuscular mycorrhiza (AM) fungi and fungicide had significant effect on phytohormone changes. Gibberellin (GA), Auxin (AX) and cytokinin (CK) considerably increased in response to three species infection. *G. intraradices* inoculation brought about the largest increase (35.33%) in mycorrhizal colonization in comparison with control. The level of phytohormons significantly decreased in comparison with control by fungicide treatments. Mycorrhizal colonization decreased 44.12% by using *Bacillus subtilis* as biofungicide. AX, GA and CK concentrations decreased in AM-colonized plant when subjected to different fungicide treatments. Biofungicide had the most consistent effects towards *G. intraradices* and CK is found at about 2% higher in this treatment versus nonfoungicide-mycorrhizal treatment. AX, GA and CK tended to decreased 53.58%, 63% and 85.23% by inhibition effects of benomyl on *G. etunicatum* infection in comparison with nonfungicide control. By using nano-silver, *G. mosseae* showed more susceptibility than the other species. In conclusion, stimulating of phytohormons synthesis by mycorrhizal association decreased under fungicides stress.

Keywords: Auxin, Colonization, Cytokinin, Gibberellin, Nano-silver

1, 2, 3, 4, 5 and 6- M.Sc. Student, Islamic Azad University, Karaj Branch, Professor, Agricultural Research Center of Islamic Azad University, Karaj Branch, Assist. Prof. Soil and Water Research Institute, M.Sc. Student, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran, respectively.
(*- Corresponding author E-mail: maryamseafy@ yahoo.com)