

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

صفحه	نویسندگان	عنوان مقاله
1		الگوی برآورد سودآوری مجازی گندم زیستی در دوره گذار (مطالعه موردی استان خراسان رضوی) محمد قربانی، محسن رجبزاده و هدی زارع میرک آباد
9		واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (<i>Sesame indicum L.</i>) به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس رقیه حسن پور، همت اله پیردشتی، محمد علی اسماعیلی و ارسطو عباسیان
17		مقایسه دو نوع کود آلی همراه با عناصر بر و روی بر برخی خصوصیات رشدی، غلظت و جذب عناصر غذایی ارزن معمولی (<i>Panicum miliaceum L.</i>) طیبه نژادحسینی، علیرضا آستارایی، رضا خراسانی و حجت امامی
25		ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط افزایشی سورگوم (<i>Sorghum bicolor L.</i>) و لوبیا چشم بلبلی (<i>Vigna unguiculata L.</i>) در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری سارا سنجانی، سید محمد باقر حسینی، محمد رضا چائیچی و شهرام رضوان بیدختی
36		تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران (<i>Crocus sativus L.</i>) و رفتار بنه‌ها علیرضا کوچکی، آسیه سیاهمرگویی، گلثومه عزیزی و مریم جهانی کندی
50		بررسی روابط رگرسیونی و همبستگی بین صفات ذرت دانه‌ای تحت تیمارهای مختلف کودی و شرایط تنش خشکی مهدی ضرابی، ایرج اله دادی، غلامعباس اکبری، حمید ایران نژاد و غلامعلی اکبری
65		ارزیابی تحمل به یخزدگی در ارقام گلرنک (<i>Carthamus tinctorius L.</i>) تحت شرایط کنترل شده احمد نظامی و زینت پرومند رضازاده
72		پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های مختلف تاج خروس (<i>Amaranthus retroflexus L.</i>) بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کلزا (<i>Brassica napus L.</i>) طاهره حمیدی و رضا حمیدی
83		اثرات الگوی کاشت و زمان اولین آبیاری بر رشد و عملکرد زعفران (<i>Crocus sativus L.</i>) علی اصغر محمدآبادی، پرویز رضوانی مقدم و جبار فلاحتی
93		بررسی عملکرد جو (<i>Hordeum vulgare L.</i>) و باقلا (<i>Vicia faba L.</i>) در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی فهیمة اسلامی خلیلی، همت اله پیردشتی و آلاله متقیان
105		ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی نخود (<i>Cicer arietinum L.</i>) و کنجد (<i>Sesamum indicum L.</i>) فرزاد حسین پناهی، فرزین پورامیر، علیرضا کوچکی، مهدی نصیری محلاتی و رضا قربانی
120		تأثیر تنش خشکی و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گل خوشه‌ای (<i>Vicia villosa L.</i>) شهلا قادری، جمشید قربانی، پرویز غلامی، آمنه کریمزاده و فاطمه سالاریان
130		تأثیر مقادیر مختلف کود سوپر فسفات تریپل و میزان کارایی روش‌های کودپاشی و کود کاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (<i>Zea mays L.</i>) مالک لویی، عبدالمهدی بخشنده و عبدالنور چعب
138-150		چکیده‌های انگلیسی



الگوی برآورد سودآوری مجازی گندم زیستی در دوره گذار (مطالعه موردی استان خراسان رضوی)

محمد قربانی^{۱*}، محسن رجبزاده^۲ و هدی زارع میرکآباد^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۹/۰۳

چکیده

تولید گندم با حداقل بکارگیری نهاده‌های شیمیایی یکی از اهداف مهم کشاورزی جدید برای کاهش اثرات منفی استفاده از نهاده‌های شیمیایی می‌باشد. این مقاله سودآوری مجازی تولید گندم زیستی را با استفاده از داده‌های مقطع زمانی ۴۵۳ کشاورز گندم‌کار استان خراسان رضوی در سال ۱۳۸۶ برآورد کرده است. برای این هدف، الگویی تدوین شد که توان برآورد عملکرد، درآمدها، هزینه‌ها و سودآوری مجازی گندم زیستی را بر اساس داده‌های نهاده- ستاده گندم رایج دارد. نتایج مطالعه نشان داد که کاهش عملکرد گندم زیستی حداکثر در یک دوره شش ساله جبران می‌شود. در ارتباط با محصول گندم بسته به قیمت محصول زیستی می‌توان دوره گذار یک تا شش سال را در نظر گرفت، اما در دوره گذار شش ساله جبران کاهش درآمد کشاورز راحت‌تر و فشار قیمتی به سطح مصرف‌کننده کم‌تر است. با توجه به یافته‌های مطالعه توصیه می‌شود تا از ساختار الگوی معرفی شده برای برآورد سودآوری تولید زیستی محصولات کشاورزی استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: درآمد، عملکرد، قیمت، محصولات زیستی، هزینه

مقدمه

استفاده از نهاده‌های شیمیایی علاوه بر تهدید سلامت انسان، خطرات مختلفی برای سلامت محیط زیست در بر دارد که می‌توان به آلودگی آب، خاک، تهدید حیات حشرات، آبیان و میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کرد. در پاسخ به اثرات منفی بکارگیری مواد شیمیایی در بخش کشاورزی، کشاورزی زیستی (ارگانیک) شکل گرفت. کشاورزی زیستی نوعی کشاورزی است که هدف از آن ایجاد نظام‌های تولیدی کشاورزی یکپارچه، نظام یافته و انسانی می‌باشد که تضادی با منافع زیست‌محیطی و اقتصادی ندارد (Mannion, 1995; Scofield, 1986; Le Guillou & Scharpé, 2001; Anonymous, 2002) اگرچه نمی‌توان گفت که کارایی اقتصادی تنها و عمده‌ترین دلیل گذار به کشاورزی زیستی می‌باشد، اما در کنار مجموعه نگرانی‌های مرتبط با سلامت انسانی و محیط زیست، یکی از عوامل مهم پذیرش کشاورزی زیستی از سوی کشاورزان است (Hau

Joaris, 1999). نکته دیگر این که هر چند عملکرد محصول در مزارع زیستی در دوره گذار- منظور دوره زمانی لازم برای بازگشت سطح تولید محصول زیستی به سطح محصول رایج (غیر زیستی) پس از گذار به کشاورزی زیستی است به نحوی که دولت باید در سیاست‌گذاری‌های حمایتی آن را مورد توجه جدی قرار دهد، کمتر از مزارع رایج است، اما در صورت برنامه‌ریزی اصولی میزان عملکرد و درآمد مزارع زیستی می‌تواند بیش از مزارع رایج شود (Gundogmus, 2007).

این دیدگاه وجود دارد که در بلندمدت تعیین قیمت‌های پایین برای محصولات زیستی می‌تواند به توسعه و گسترش بازار این محصولات منجر شود که در این فرآیند حمایت مالی دولت پیش شرط جبران زیان‌های تولیدکنندگان محصولات زیستی محسوب می‌شود (Hurling & Dabbert, 2004; Michelsen, 2001). از سوی دیگر، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و عدم حتمیت موجود در درآمد و پیچیدگی‌های فرآیند گذار به کشاورزی زیستی و گواهی این محصولات به عنوان چالش‌های مهم پس از گذار محسوب می‌شوند. فرآیند گذار به کشاورزی زیستی نیازمند تجدید ساختار کشاورزی رایج است که خود فرآیندی پیچیده می‌باشد و درجه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد

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

کشور کمک کند. اگرچه در سال‌های اخیر توجهاتی به کشاورزی زیستی شده است اما در عمل اطلاعات ناچیزی در زمینه هزینه‌ها و مخاطرات احتمالی تبدیل کشاورزی رایج به زیستی ایجاد شده است. برآورد هزینه‌ها، درآمدها و سودآوری حاصل از تبدیل کشاورزی رایج به کشاورزی زیستی در سطح محصولات و نیز پیش‌بینی آن‌ها در دوره‌گذار و پس از آن، اطلاعات لازم را در اختیار برنامه‌ریزان کشاورزی برای اعمال سیاست‌های حمایتی و تشویقی و یا تحقیقاتی و ترویجی و کشاورزان و سرمایه‌گذاران در حوزه کشاورزی برای تصمیم‌گیری صحیح‌تر و سریع‌تر کشت محصولات زیستی قرار می‌دهد. با توجه به اهمیت تولید محصولات زیستی مانند گندم که در استان خراسان رضوی جایگاه بسیار مهمی را به لحاظ سطح تولید و نیز سهم بالایی در سبد تغذیه‌ای خانوارها دارد، در این مطالعه تلاش شده است تا ضمن تدوین الگو، با برآورد هزینه‌ها و سودآوری مجازی^۱ تولید گندم زیستی در دوره‌گذار و پس از آن، زمینه‌های لازم برای تصمیم‌گیری در زمینه توسعه این نظام کشاورزی فراهم شود.

مواد و روش‌ها

الگو- فرض کنید کشاورز برای تولید محصول رایج (Y_{cp}) ، نهاده‌های کودهای شیمیایی (X_{fe}) ، سموم شیمیایی (X_{po}) ، ماشین‌های کشاورزی (X_{ma}) ، نیروی کار (X_{la}) ، بذر (X_{se}) ، کود حیوانی (X_{an}) و آب (X_{wa}) را به ترتیب در قیمت‌های p_{wa} ، p_{an} ، p_{se} ، p_{la} ، p_{ma} ، p_{po} ، p_{fe} مورد استفاده قرار می‌دهد. در این شرایط فرض کنید محصول رایج با قیمت p_{cp} در بازار عرضه شود. با توجه به این فروض، سود محصول رایج (π_{cp}) از معادله (۱) به دست خواهد آمد:

$$\pi_{cp} = Y_{cp} \times p_{cp} - [(X_{fe} \times p_{fe}) + (X_{po} \times p_{po}) + (X_{ma} \times p_{ma}) + (X_{la} \times p_{la}) + (X_{se} \times p_{se}) + (X_{an} \times p_{an}) + (X_{wa} \times p_{wa})]$$

$$\pi_{cp} = Y_{cp} \times p_{cp} - (tc_{fe} + tc_{po} + tc_{ma} + tc_{la} + tc_{se} + tc_{an} + tc_{wa})$$

$$\pi_{cp} = tr_{cp} - tc_{cp} \quad (1)$$

که در این معادله، tr_{cp} : درآمد کل محصول رایج و tc_{cp} : هزینه کل محصول رایج می‌باشد.

بالایی از نوآوری و نیز آموزش به کشاورزان و هزینه‌های بالا شامل سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با گذار، هزینه‌های گردآوری اطلاعات و نیز کاهش درآمد و هزینه‌های اضافی ناشی از کاهش مازاد تولید را طلب می‌کند.

گاندوموس (Gundogmus, 2007) نشان داد که هزینه نیروی کار در کشت زیستی انجیر خشک در مقایسه با تولید رایج ۱۵ درصد افزایش داشته است. علاوه بر آن هزینه کل کشت زیستی بیش از رایج می‌باشد. گاندوموس (Gundogmus, 2006) در مطالعه بر روی زردآلوی خشک زیستی نشان داد که کشت زیستی این محصول هزینه و سودآوری را نسبت به محصولات رایج افزایش داده است. همچنین کشت زیستی این محصول هزینه نیروی کار را به میزان ۱۳ درصد افزایش اما عملکرد را کاهش داده است. جینز و فرناندز-کورنچو (Janse & Fernandez-Cornejo, 2001) دریافتند که هزینه متغیر تولید زیستی گوجه‌فرنگی در مقایسه با محصول رایج کاهش اما هزینه کل افزایش می‌یابد. همچنین مطالعه وی در ارتباط با جو، گندم و ذرت نشان داد که هزینه و سودآوری کشت این محصولات در مقایسه با محصولات حاصل از نظام کشت رایج افزایش می‌یابد. مطالعه اکس و همکاران (Acs et al., 2005) نشان داد که هزینه کل در کشاورزی زیستی کمتر از کشاورزی رایج است. برمفیلد و همکاران (Brumfield et al., 2000) در مطالعه‌ای بر روی گوجه‌فرنگی، کدو تنبل و ذرت شیرین نشان دادند که میزان این محصولات در کشت زیستی نسبت به کشت رایج کاهش می‌یابد. همچنین کشت این محصولات به صورت زیستی هزینه تولید را افزایش می‌دهد. هنسن و همکاران (Hanson et al., 1997) نشان دادند که کشت سویا به صورت زیستی هزینه‌ها را به میزان ۱۲ درصد کاهش می‌دهد. عملکرد این محصول به صورت زیستی مشابه محصول رایج می‌باشد.

در بسیاری از موارد به سختی می‌توان گفت که این هزینه‌ها با درآمد کشاورزان در آینده جبران شود، زیرا از یک سوی تضمینی برای افزایش و بهبود درآمد کشاورزان در بلند مدت وجود ندارد و از سوی دیگر هیچگونه برآوردی از هزینه‌ها و درآمدها در دوره‌گذار و پس از آن وجود ندارد که مشخص نماید این دو مؤلفه از چه الگویی پیروی می‌نمایند. علاوه بر آن، هیچگونه تصویری شفاف از میزان و جریان حمایت‌های مالی دولت‌ها ارائه نشده است. با توجه به آنچه بیان شد، در کشاورزی زیستی پیش‌بینی هزینه‌ها و درآمدها در دوره‌گذار و پس از آن بسیار اهمیت دارد و می‌تواند تصویری شفاف از آینده درآمدی این محصولات ارائه دهد تا در نهایت بتواند به عنوان معیار و مبنایی برای تصمیم‌گیری در سطح مزرعه و سیاست‌گذاری در سطح کلان از بعد حمایت‌های قیمتی و مالی قرار گیرد. با توجه به تقاضای فزاینده برای محصولات کشاورزی زیستی، آگاهی از هزینه‌ها و سودآوری کشت این محصولات می‌تواند به گسترش این نظام کشاورزی در

۱- در مطالعات گلخانه‌ای یا آزمایشی می‌توان بطور واقعی به داده‌های مورد نیاز برای محاسبه سود تولید گندم زیستی دست یافت، اما در این مطالعه به دلیل این استفاده از داده‌های واقعی موجود کشاورزان در سطح مزرعه، از واژه "مجازی" برای بیان این مطلب استفاده شده است تا نشان‌دهنده تفاوت آن با سود حاصل از داده‌های آزمایشی باشد.

شیمیایی و نیز تغییر در میزان بکارگیری نهاده‌های جایگزین نهاده‌های شیمیایی، میزان محصول زیستی در سال پایه یعنی سال تبدیل مزرعه از نظام رایج به نظام زیستی به اندازه ۱۷ درصد کاهش خواهد یافت که در دوره گذار بسته به میزان استفاده از نهاده‌های جایگزین کودها و سموم شیمیایی (کودهای حیوانی، کود سبز، روش‌های مبارزه بیولوژیک و مکانیکی و نیز افزایش مراقبت‌ها) میزان محصول زیستی روند افزایشی را در پی خواهد داشت به نحوی که پس از دوره گذار میزان محصول ارگانیک تولیدی در واحد سطح می‌تواند بر محصول رایج فزونی یابد. حال این سؤال مطرح می‌شود که هزینه، درآمد و سودآوری محصول زیستی در سال پایه، دوره گذار و پس از آن چگونه خواهد بود، از چه روندی پیروی خواهد کرد و الگوی برآورد آن‌ها به چه شکل خواهد بود؟ در ادامه این مساله مورد بررسی قرار گرفته است.

با فرض عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی (q_{fe}, q_{po}) ، سودآوری مجازی محصول زیستی در سال پایه (π_{op}) که میزان عملکرد مجازی آن با معادله (۳) معادل y_{op} کیلوگرم در هکتار برآورد شده است به صورت معادله (۵) خواهد بود:

$$\begin{aligned}\pi_{op} &= y_{op} \times p_{op} - (tc_{cp} - tc_{fe} - tc_{po}) \\ \pi_{op} &= y_{op} \times p_{op} - (tc_{op})\end{aligned}\quad (5)$$

که در آن p_{op} قیمت محصول زیستی و tc_{op} هزینه‌های متغیر تولید محصول زیستی در سال پایه خواهد بود که از فرض کلیدی پیش گفته شده برخوردار می‌باشد. رابطه بین قیمت محصول زیستی در سال پایه، دوران گذار و پس از آن و قیمت محصول رایج به صورت معادله (۶) خواهد بود:

$$p_{op} = (1 + \gamma) \times p_{cp} \quad (6)$$

که در آن γ نرخ (درصد) فزونی قیمت محصول زیستی نسبت به محصول رایج 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. در این مطالعه γ بین صفر تا ۰/۲ متغیر فرض شده است. $\gamma = 0$ بیانگر برابری قیمت محصول زیستی و رایج خواهد بود که عمدتاً به دلیل هزینه بالاتر تولید محصول زیستی کمتر اتفاق روی می‌دهد.

با در نظر گرفتن فروض هفت‌گانه (۱) افزایش بکارگیری کودهای جایگزین کودهای شیمیایی مانند کود حیوانی به صورت افزایش مقدار کشت کود حیوانی به اندازه مقدار ثابت k_1 در هر سال از طریق رابطه $\frac{\alpha \times k_1 \times tc_{an}}{e_{an}}$ که در آن‌ها α با توجه به سال‌های دوره گذار و پس از آن اعداد ۱ تا n را به خود می‌گیرد، تأثیر خواهد

برای برآورد میزان عملکرد محصول زیستی با استفاده از الگوی تدوین شده اثرات کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها از تابع عملکرد خارج شد، زیرا بر اساس تعریف، کشاورزی زیستی، نظام تولیدی است که از مصرف کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد و افزودنی‌های خوراک دام، اجتناب می‌ورزد (Koocheki, 2004)، لذا ابتدا تابع عملکرد به فرم کاب-داگلاس (که بر اساس آزمون‌های انتخاب الگو مانند آزمون آزمون F و معیارهای نیکویی برازش مانند ضریب تعیین و سازگاری علامت‌ها انتخاب شده است، به نحوی که رفتار تولیدی کشاورزان را بهتر بیان می‌نماید) به صورت معادله (۲) برآورد شده است:

$$y_{cp} = Ax_{la}^{e_{la}} x_{se}^{e_{se}} x_{fe}^{e_{fe}} x_{po}^{e_{po}} x_{an}^{e_{an}} x_{wa}^{e_{wa}} x_{ma}^{e_{ma}} e^u \quad (2)$$

که در آن y_{cp} = میزان عملکرد محصول رایج، x_{la} = تعداد نیروی کار (روز-نفر)، x_{se} = میزان بذر (کیلوگرم)، x_{wa} = آب آبیاری (مترمکعب)، x_{fe} = میزان کودهای شیمیایی (کیلوگرم)، x_{po} = میزان سموم (لیتر)، x_{an} = میزان کود حیوانی (تن)، x_{ma} = ماشین‌آلات (تعداد ساعت)، A = ضریب تکنولوژی، u = جمله اختلال تصادفی و e_i = پارامترهایی (کشش‌ها) می‌باشند که باید برآورد شوند. پس از برآورد تابع عملکرد، کشش‌ها که همان e_i می‌باشند، محاسبه شد. با استفاده از کشش‌ها می‌توان میزان تأثیر هر یک از عوامل در عملکرد را بدست آورد. بنابراین برای بدست آوردن میزان عملکرد محصول زیستی، با استفاده از کشش‌ها، سهم کود و سموم شیمیایی از عملکرد فعلی خارج و فرآیند خالص‌سازی عملکرد انجام شد. در واقع با حذف تأثیر عواملی مانند کودهای و سموم شیمیایی از تابع عملکرد می‌توان بنا به تعریف به عملکردی دست یافت که همان عملکرد مجازی محصول زیستی می‌باشد.

$$y_{op} = y_{cp} - (e_{fe} \times y_{cp} - e_{po} \times y_{cp}) = y_{cp} [1 - (e_{fe} + e_{po})] \quad (3)$$

که در این معادله، e_{fe} = کشش کودهای شیمیایی، e_{po} = کشش سموم (علف‌کش و آفت‌کش)، y_{op} = عملکرد محصول زیستی و y_{cp} = عملکرد محصول رایج می‌باشد. بدین ترتیب با استفاده از الگوی بالا می‌توان میزان عملکرد محصولات زیستی را برآورد کرد. همچنین در صورت استفاده از نظام کشاورزی زیستی می‌توان درصد کاهش عملکرد محصول رایج (η) را محاسبه کرد (Ghorbani et al., 2008):

$$\eta = \frac{y_{cp} - y_{op}}{y_{cp}} \times 100 \quad (4)$$

که در آن y_{cp} = میانگین عملکرد در نظام رایج و y_{op} = میانگین عملکرد در نظام زیستی است.

همانطور که مشخص است با فرض عدم استفاده از نهاده‌های

و انگیزه‌های لازم را در سال اول، حداقل در شرایطی که قیمت محصول زیستی حداکثر ۱۰ درصد بالاتر از محصول رایج باشد، برای تداوم تولید فراهم نمی‌آورد.

به همین دلیل لازم است دو راهکار مورد توجه قرار گیرد: اول، دولت قیمت گندم زیستی را ۱۰ درصد بالاتر از محصول رایج در نظر بگیرد که این مساله به دلیل انحصار خرید گندم توسط دولت برای تولید آرد یارانه‌ای امکان‌پذیر است. در این صورت لازم است دولت مابه‌التفاوت سود گندم رایج و زیستی به همراه هزینه گواهی را به صورت یارانه به تولیدکنندگان پرداخت نماید تا تولیدکنندگان انگیزه لازم را برای تداوم تولید، افزایش تولید جبران‌کننده کسری سود در سال‌های بعد (دوره گذار) و در نتیجه دستیابی به سودآوری بالاتر را داشته باشند. اما در هر حال این مساله در حوزه تولید محصولات زیستی پذیرفته شده است که قیمت محصول زیستی باید بالاتر از قیمت محصول رایج باشد. دوم، توجه به قاعده عمومی موجود در حوزه قیمت‌گذاری محصولات زیستی است یعنی قیمت گندم زیستی باید بالاتر از قیمت گندم رایج باشد. در سال اول اگر قیمت گندم زیستی حداقل ۱۲/۵ درصد بالاتر ($\gamma_i \geq 12/5$) و درصد افزایش هزینه نیروی کار حداکثر ۱۳ درصد ($\theta = 0/13$) باشد، آنگاه سودآوری تولید گندم زیستی تقریباً برابر و بالاتر از سودآوری گندم رایج خواهد بود. در واقع با افزایش قیمت محصول زیستی و کاهش هزینه نیروی کار (از طریق بهبود بهره‌وری نیروی کار)، درجه سودآوری افزایش خواهد یافت. توجه به راهکار دوم حداقل چند مزیت عمده خواهد داشت: اول، هزینه دولت در حوزه پرداخت یارانه ناشی از مابه‌التفاوت سود گندم رایج و زیستی وجود نخواهد داشت (به استثنای هزینه گواهی) که با سیاست دولت در زمینه حذف تدریجی یارانه‌ها سازگار خواهد بود. دوم، بازار کارکرد واقعی خود را در زمینه قیمت‌گذاری خواهد داشت و به تدریج انحصار دولت در بازرگانی داخلی گندم حذف خواهد شد و زمینه‌های تقویت تقاضای گندم زیستی را در جامعه تقویت خواهد کرد. سوم، با توجه به موج جدید بازار محصولات کشاورزی برای تولید محصولات زیستی از جمله گندم، چنین ساختار قیمت‌گذاری و سازمان خرید و فروش، زمینه را برای تقویت عرصه تولید و حرکت کشاورزان در جهت پذیرش کشاورزی زیستی فراهم خواهد آورد. در واقع خود فرآیند قیمت‌گذاری ضمن ایجاد تقاضای لازم برای خود از طریق برابری تقاضا با عرضه (نظام بازار)، محرک لازم را برای پذیرش این نوع نظام کشاورزی در سایر کشاورزان فراهم خواهد آورد. چهارم، زمینه‌های لازم را برای آماده‌سازی بخش تولید گندم در شرایط الحاق به سازمان تجارت جهانی از دو بعد یارانه‌ها و تولید غذای سالم فراهم می‌آورد. در واقع در شرایط الحاق به سازمان تجارت جهانی شوک ناشی از حذف یارانه‌ها حداقل در بخش ستاده وجود نخواهد داشت. در صورتی که

داشت، (۲) افزایش بکارگیری نیروی کار با تأثیرگذاری بر مؤلفه هزینه تولید محصول زیستی به اندازه θ درصد هزینه نیروی کار و تأثیرگذاری در بخش تولید محصول زیستی به صورت افزایش مقدار کشش نیروی کار به اندازه مقدار ثابت k_2 ، (۳) وجود رابطه $p_{op} = (1 + \gamma) \times p_{cp}$ ، (۴) ثبات قیمت نهاده‌ها و ستاده در دوره گذار، (۵) ثبات فناوری، (۶) عدم تغییر دیدگاه کشاورزان در استفاده از سایر نهاده‌ها به استثنای نهاده‌های غیر شیمیایی و نیروی کار، (۷) فرض افزایش یکنواخت محصول زیستی در دوره گذار متناسب با تأثیر کشش‌های کود حیوانی و نیروی کار، سودآوری مجازی محصول زیستی در دوره گذار و پس از آن برابر است با:

$$\pi_{op} = [(y_{op} \times (1 + \alpha(k_1 + k_2))) \times ((1 + \gamma) \times p_{cp})] - [tc_{op} + (\frac{\alpha \times k_1 \times tc_{in}}{e_{in}}) + (\theta \times tc_{in})] \quad (7)$$

نکته قبل توجه این که طول دوره گذار به لحاظ جبران تولید کاهش یافته و نیز هزینه در دوره گذار به مقدار دو عامل k_1 و k_2 وابسته است که به نوعی درجه جایگزینی سایر نهاده‌ها به جای نهاده‌های شیمیایی را نشان می‌دهد.

داده‌ها: آمار و اطلاعات مربوط به این تحقیق به روش نمونه‌گیری تصادفی گردآوری شده است، زیرا عدد دقیق تعداد تولیدکنندگان گندم (جامعه آماری) مشخص نبوده است. جامعه آماری مورد نظر گندم‌کاران استان خراسان رضوی بوده و اطلاعات مورد استفاده به صورت مقطعی و مربوط به سال ۱۳۸۶ می‌باشد. اطلاعات نهاده‌های تولید شامل نیروی کار، بذر، سموم و کودهای شیمیایی، کود حیوانی، آب، ماشین‌های کشاورزی، قیمت نهاده‌ها، تولید محصول گندم، قیمت فروش گندم و سطح زیر کشت گندم مربوط به ۴۵۳ کشاورز گندم‌کار استان خراسان رضوی می‌باشد.

نتایج و بحث

سودآوری هر هکتار از گندم در نظام کشاورزی رایج ۲۵۶۳۶۷۰ ریال (یعنی درآمد ۷۲۲۱۶۰۰ ریال و هزینه ۴۶۵۷۹۳۰ ریال) می‌باشد. سودآوری هر هکتار گندم زیستی در سال پایه با قیمت ۲/۵، ۵/۵، ۱۰/۵، ۱۲/۵، ۱۵/۵ و ۱۷/۵ درصد بیش از قیمت گندم رایج به ترتیب ۲۰۷۶۷۳۰، ۲۲۲۳۰۵۰، ۲۳۶۹۳۷۰، ۲۵۱۵۶۹۰، ۲۶۶۲۰۱۰ و ۲۸۰۸۳۳۰ ریال می‌باشد. جدول‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ نشان می‌دهند که سودآوری مجازی گندم زیستی برای سال‌های اول تا ششم دوره گذار به صورت پارامتریک (θ_i و γ_i) و θ_i ($i = 0/05$ و $0/17$) و γ_i ($i = 0$ و $0/2$) و ... برآورد شده است. بر اساس اطلاعات جدول ۵ و ۶، میزان تولید گندم زیستی در سال اول با $k_1 = k_2 = 0/01$ ، اگرچه سودآور است اما سودآوری آن به اندازه سودآوری گندم رایج نمی‌باشد

سودآوری گندم زیستی تأثیر مثبت داشته باشد. مقایسه اطلاعات جدول‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ مربوط به سال‌های سوم تا ششم نشان می‌دهد که تولید محصول گندم زیستی در این سال‌ها نیز مانند سال‌های اول و دوم سودآور است، اما میزان سودآوری آن به اندازه سودآوری گندم رایج نیست.

این یافته‌ها در مجموع با یافته‌های دیگر محققان از جمله گاندوموس (Gundogmus, 2007)، گاندوموس (Gundogmus, 2006)، جینز و فرناندز-کورنچو (Janse & Fernandez-Cornejo, 2001)، اکس و همکاران (Acs et al., 2005)، برمفیلد و همکاران (Brumfield et al., 2000)، هنسن و همکاران (Hanson et al., 1997) که نشان دادند تولید محصولات زیستی به افزایش هزینه‌ها منجر می‌شود، اما به دلیل بالا بودن قیمت محصولات زیستی سود حاصل از تولید این محصولات نیز افزایش می‌یابد، سازگار است.

با توجه به اهمیت برآورد سودآوری تولید محصولات زیستی، در سال ۱۳۸۶ مطالعه‌ای بر روی ۴۵۳ کشاورز گندم کار استان خراسان رضوی صورت گرفت. در این راستا الگویی معرفی شد که علاوه بر برآورد عملکرد، توان لازم را در برآورد درآمد‌ها، هزینه‌ها و سودآوری مجازی گندم زیستی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که کاهش عملکرد گندم زیستی حداکثر در یک دوره ۶ ساله جبران می‌شود. در ارتباط با محصول گندم بسته به قیمت محصول زیستی می‌توان دوره گذار یک تا ۶ سال را در نظر گرفت اما در دوره گذار ۶ ساله جبران کاهش درآمد کشاورزان راحت‌تر و فشار قیمتی به سطح مصرف‌کننده کمتر خواهد بود. با توجه به یافته‌های مطالعه توصیه می‌شود از ساختار الگوی معرفی شده برای برآورد سودآوری تولید زیستی محصولات کشاورزی استفاده شود. علاوه بر آن پیشنهاد می‌شود تا قیمت گندم زیستی حداقل ۱۰ درصد بالاتر از قیمت محصول گندم غیرزیستی باشد.

قیمت گندم زیستی حداقل ۱۲/۵ درصد بالاتر از محصول رایج باشد، تولید گندم زیستی علاوه بر سودآوری، دارای سودآوری حداقل برابر محصول رایج و با کاهش درصد افزایش هزینه نیروی کار از ۱۳ درصد و افزایش قیمت به بالاتر از ۱۲/۵ درصد، سودآوری آن از محصول رایج فراتر خواهد رفت. نکته دیگر این که، اگر هدف دولت تقویت بازار گندم زیستی باشد، در سال اول باید هزینه‌های گواهی را پرداخت نماید. در غیر این صورت قیمت گندم زیستی از حداقل ۱۲/۵ درصد بالاتر خواهد رفت که این مساله ممکن است هزینه‌های بالایی را در سطح خانوار (از طریق افزایش مضاعف قیمت نان) ایجاد نماید. اطلاعات جدول ۲ نشان می‌دهد که در کلیه گزینه‌های برآورد شده گندم زیستی سودآور است اما میزان آن تا قیمت کمتر از ۱۲/۵، کمتر از سودآوری گندم رایج است. نکته قابل توجه در این جدول آن است که حداقل با قیمت محصول زیستی ۱۲/۵ درصد بالاتر از قیمت گندم رایج و حداکثر افزایش ۱۵ درصدی هزینه نیروی کار، سطح سودآوری مجازی گندم زیستی برابر سودآوری گندم رایج خواهد شد. سطح سودآوری گندم زیستی با قیمت $12/5 \geq \gamma_i$ و افزایش هزینه نیروی کار با $0/15 < \theta_i$ بیش از سودآوری گندم رایج خواهد بود. با توجه به اطلاعات جدول مشخص است که در صورت تمایل کشاورزان به سودآوری معادل گندم رایج، قیمت پیشنهادی برای گندم زیستی باید بگونه‌ای باشد که ۱۲/۵ درصد بالاتر از قیمت گندم رایج باشد. علاوه بر آن لازم است درصد افزایش هزینه نیروی کار بیش از ۱۵ درصد نباشد. نکته دیگر این که، با تلاش در جهت کاهش درصد افزایش هزینه نیروی کار در فرآیند تولید گندم زیستی، سودآوری افزایش خواهد یافت بگونه‌ای که با کاهش این پارامتر (θ) از ۰/۱۵ به ۰/۰۵، میزان سودآوری در همان سطح قیمتی $12/5 = \gamma$ از ۲۵۷۶۸۵۴ ریال در هکتار به ۲۶۶۳۸۹۸ ریال در هکتار افزایش خواهد یافت. بنابر این افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌تواند بر افزایش

جدول ۱- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال اول
Table 1- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 1

$$(k_1 = k_2 = 0.01, \alpha = 1)$$

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1893121	1875712	1858304	1840895	1823486	1806077	1788668	0
2042368	2024959	2007550	1990141	1972732	1955324	1937915	0.025
2191614	2174205	2156796	2139388	2121979	2104570	2087161	0.05
2340860	2323452	2306043	2288634	2271225	2253816	2236408	0.075
2490107	2472698	2455289	2437880	2420472	2403063	2385654	0.1
2639353	2621944	2604536	2587127	2569718	2552309	2534900	0.125
2788600	2771191	2753782	2736373	2718964	2701556	2684147	0.15
2937846	2920437	2903028	2885620	2868211	2850802	2833393	0.175
3087092	3069684	3052275	3034866	3017457	3000048	2982640	0.2

جدول ۲- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال دوم
Table 2- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 2
($k_1 = k_2 = 0.01$, $\alpha = 2$)

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1903034	1885625	1868217	1850808	1833399	1815990	1798581	0
2055207	2037798	2020389	2002981	1985572	1968163	1950754	0.025
2207380	2189971	2172562	2155153	2137745	2120336	2102927	0.05
2359553	2342144	2324735	2307326	2289917	2272509	2255100	0.075
2511725	2494317	2476908	2459499	2442090	2424681	2407273	0.1
2663898	2646489	2629081	2611672	2594263	2576854	2559445	0.125
2816071	2798662	2781253	2763845	2746436	2729027	2711618	0.15
2968244	2950835	2933426	2916017	2898609	2881200	2863791	0.175
3120417	3103008	3085599	3068190	3050781	3033373	3015964	0.2

جدول ۳- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال سوم
Table 3- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 3
($k_1 = k_2 = 0.01$, $\alpha = 3$)

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1912947	1895539	1878130	1860721	1843312	1825903	1808495	0
2068047	2050638	2033229	2015820	1998411	1981003	1963594	0.025
2223146	2205737	2188328	2170919	2153511	2136102	2118693	0.05
2378245	2360836	2343427	2326019	2308610	2291201	2273792	0.075
2533344	2515935	2498527	2481118	2463709	2446300	2428891	0.1
2688443	2671035	2653626	2636217	2618808	2601399	2583991	0.125
2843543	2826134	2808725	2791316	2773907	2756499	2739090	0.15
2998642	2981233	2963824	2946415	2929007	2911598	2894189	0.175
3153741	3136332	3118923	3101515	3084106	3066697	3049288	0.2

جدول ۴- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال چهارم
Table 4- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 4
($k_1 = k_2 = 0.01$, $\alpha = 4$)

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1922861	1905452	1888043	1870634	1853225	1835817	1818408	0
2080886	2063477	2046069	2028660	2011251	1993842	1976433	0.025
2238912	2221503	2204094	2186685	2169277	2151868	2134459	0.05
2396937	2379529	2362120	2344711	2327302	2309893	2292485	0.075
2554963	2537554	2520145	2502737	2485328	2467919	2450510	0.1
2712989	2695580	2678171	2660762	2643353	2625945	2608536	0.125
2871014	2853605	2836197	2818788	2801379	2783970	2766561	0.15
3029040	3011631	2994222	2976813	2959405	2941996	2924587	0.175
3187065	3169657	3152248	3134839	3117430	3100021	3082613	0.2

جدول ۵- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال پنجم
Table 5- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 5
($k_1 = k_2 = 0.01, \alpha = 5$)

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1932774	1915365	1897956	1880547	1863139	1845730	1828321	0
2093726	2076317	2058908	2041499	2024091	2006682	1989273	0.025
2254678	2237269	2219860	2202451	2185043	2167634	2150225	0.05
2415630	2398221	2380812	2363403	2345995	2328586	2311177	0.075
2576582	2559173	2541764	2524355	2506947	2489538	2472129	0.1
2737534	2720125	2702716	2685307	2667899	2650490	2633081	0.125
2898486	2881077	2863668	2846259	2828851	2811442	2794033	0.15
3059438	3042029	3024620	3007211	2989803	2972394	2954985	0.175
3220390	3202981	3185572	3168163	3150755	3133346	3115937	0.2

جدول ۶- میزان سودآوری مجازی (ریال در هکتار) گندم زیستی در دوره گذار- سال ششم
Table 6- Virtual profit (Rial.ha⁻¹) of organic wheat in transition period- year 6
($k_1 = k_2 = 0.01$ و $\alpha = 6$)

θ							γ
0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	
1942687	1925278	1907869	1890460	1873052	1855643	1838234	0
2106565	2089156	2071748	2054339	2036930	2019521	2002112	0.025
2270444	2253035	2235626	2218217	2200808	2183400	2165991	0.05
2434322	2416913	2399504	2382096	2364687	2347278	2329869	0.075
2598200	2580792	2563383	2545974	2528565	2511156	2493748	0.1
2762079	2744670	2727261	2709852	2692444	2675035	2657626	0.125
2925957	2908548	2891140	2873731	2856322	2838913	2821504	0.15
3089836	3072427	3055018	3037609	3020200	3002792	2985383	0.175
3253714	3236305	3218896	3201488	3184079	3166670	3149261	0.2

فردوسی مشهد انجام شده است که بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تشکر می‌شود.

تشکر و سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی به شماره ۶۳۲ مورخ ۱۳۸۷/۴/۱۹ است که با استفاده از اعتبارات تحقیقاتی دانشگاه

منابع

- 1- Acs, P.B., Berentsen, M., and Huirne, R.B.M. 2005. Modeling conventional and organic farming: A literature reviews. Business Economics Group, Wageningen University, EW Wageningen, the Netherlands.
- 2- Anonymous. 2002. IFOAM basic standards for organic production and processing. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Victoria, Canada, 68 pp. <<http://www.ifoam.org/standard/norms/ibs/pdf>> Accessed 12 December 2004.
- 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- Koocheki, A.R. 2004. Organic farming: Opportunities and threats. Letter of Cultural Sciences 25: 55-95 (In Persian with English Summary)
- 5- Hau, P., and Joaris, A. 1999. Organic Farming. Agriculture and Environment. The European Commission. <http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/report/en/organ_en/report_en.htm> Accessed 20 November 2004.
- 6- Ghorbani, M., Darijani, A., Koocheki, A., and Zare Mirakabad, H. 2008. A model for pre- estimation of production of organic cotton in Iran: case study of Khorasan province. Asian Journal of Plant Sciences 7(1): 13-17.
- 7- Gundogmus, E. 2006. A comparative analysis of organic and conventional direct apricot production on small households in Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 5(1): 98-104.
- 8- Gundogmus, E. 2007. The economics of organic fig production: a comparative analysis between organic and conventional farms in Turkey. Asian Journal of Plant Sciences 6: 1-7.

- 9- Hanson, J.C., Lichtenberg, E., and Peters, S.E. 1997. Organic versus conventional grain production in the mid-Atlantic: an economic and farming system overview. *American, Journal of Alternative Agriculture* 12(1): 2-9.
- 10- Huring, A.M., and Dabbert, S. 2004. Organic Farming and Measures of European Agricultural Policy. *Organic Farming and Measures in European Agricultural Policy*, Vol. 11. University of Hohenheim, Stuttgart, 243 pp.
- 11- 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.
- 12- Le Guillou, G., and Scharpé, A. 2001. Organic farming: Guide to community Rules. European Commission, Luxembourg, 28 pp.
- 13- Mannion, A.M. 1995. Agriculture and environmental change: Temporal and spatial dimensions. Wiley, Chichester, 405 pp.
- 14- Michelsen, J. 2001. Recent development and political acceptance of organic farming in Europe. *Sociologia Ruralis* 4: 3-20.
- 15- Scofield, A. 1986. Organic farming: the origin of the name. *Biological Agriculture and Horticulture* 4: 1-5.



واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (*Sesame indicum* L.) به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود بیولوژیک سوپر نیتروپلاس

رقیه حسن پور¹، همت اله پیردشتی^{2*}، محمد علی اسماعیلی³ و ارسطو عباسیان⁴

تاریخ دریافت: 1389/03/25

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

امروزه استفاده از کودهای بیولوژیکی در راستای کشاورزی پایدار در حال گسترش است. به همین منظور چهار سطح نیتروژن (0، 60، 90 و 120 کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس به عنوان عامل فرعی (عدم مصرف و مصرف) بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد (ناز، اولتان و ورامین) به عنوان عامل فرعی در یک آزمایش کربهای دو بار خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نیتروژن تأثیر معنی داری روی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، تعداد شاخه‌ی فرعی و عملکرد دانه در هکتار داشت. مصرف کود بیولوژیک درصد باروری گل را افزایش داد و تعداد کپسول در بوته را فقط در رقم ورامین افزایش داد. کود بیولوژیک بر عملکرد دانه تأثیر معنی داری داشت و باعث افزایش تقریباً 10 درصدی عملکرد دانه نسبت به حالت عدم مصرف شد. ارقام به طور معنی داری از لحاظ تمامی صفات با هم اختلاف داشتند. با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل بین رقم و نیتروژن برای عملکرد دانه کنجد و در نظر گرفتن هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف کودها برای دستیابی به عملکرد مطلوب کنجد در رقم اولتان (3240 کیلوگرم در هکتار) مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن و در رقم ناز (2971 کیلوگرم در هکتار) و ورامین (2319 کیلوگرم در هکتار) مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار توصیه می‌شود. در مجموع رقم اولتان از لحاظ عملکرد دانه نسبت به رقم ناز و رقم ناز نسبت به ورامین برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در کپسول، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، درصد باروری گل، وزن هزار دانه

مقدمه

عنوان یک اصل علمی فراهم کردن مقدار کافی عناصر مورد نیاز گیاه در خاک توسط مصرف کود شیمیایی یکی از جنبه‌های مهم مدیریت زراعی برای افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات است (Chudhery & Sarwar, 1999). از طرف دیگر، به دلیل مسائل و خطرات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و به منظور جبران کمبود عناصر غذایی و رفع نیاز غذایی گیاهان ضمن افزایش عملکرد و هماهنگی با حفظ محیط زیست و نیل به کشاورزی پایدار از طریق حفظ ذخایر و منابع طبیعی، استفاده از کود بیولوژیک یکی از مهمترین شیوه‌ها گزارش شده است (Koocheki et al., 2001). کودهای بیولوژیک عبارتند از مواد نگهدارنده‌ای با انبوه یک یا چند میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آن‌ها که به منظور تأمین عناصر غذایی گیاهان استفاده می‌شوند. استفاده از کود بیولوژیک اخیراً در ایران آغاز شده است و اثرات مثبت آن‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول ثابت شده است (Khavazi et al., 2005).

تأثیر عناصر غذایی به ویژه نیتروژن بر عملکرد دانه و دیگر صفات

کنجد (*Sesame indicum* L.) گیاهی یک ساله است و با سابقه کشت 5000 ساله ظاهراً قدیمی‌ترین دانه‌ی روغنی در جهان است (Langham, 2007). بذرهاى روشن و طعم مطلوب جهت مصارف نانوائی و شیرینی‌پزی و ارقام با بیشترین میزان روغن برای روغن‌کشی توصیه می‌شوند (Dini Torkamani, 2007). کنجد در عین حال که محصول مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیر است، ولی اصلاح واریته‌های مناسب موجب گسترش آن به مناطق معتدل‌تر شده است (Rastegar, 2006).

از آنجایی که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن می‌باشند (Malakouti & Homaei, 2004). به

1، 2 و 3 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشیار، استادیار و مربی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*) - نویسنده مسئول: h.pirdashti@sanru.ac.ir (Email:)

(L. Basu & Bhadoria, 2008) نیز تأیید شده است. با توجه به این که از یک طرف نتایج چنین مطالعاتی اهمیت کاربرد کود بیولوژیک را در مقایسه با کود شیمیایی فراهم می‌کند و از طرف دیگر نتایج آن بسته به رقم و موقعیت جغرافیایی متفاوت است (Rezvani Moghaddam et al., 2005)، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر تلفیقی کود بیولوژیک و مقادیر متفاوت نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد و توصیه‌ی کشت رقم مناسب از لحاظ عملکرد دانه در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 1387-88 در مزرعه آموزشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در نه کیلومتری جاده خزرآباد به طول 53 درجه و 13 دقیقه شرقی و عرض 36 درجه و 42 دقیقه شمالی و در ارتفاع 14 متر از سطح دریا به اجرا در آمد. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه به عمق 0 تا 30 سانتی‌متر نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد که نتایج آن در جدول 1 آورده شده است.

نوع طرح مورد استفاده، کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح (0، 60، 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به عنوان عامل اصلی، تیمار کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس در دو سطح (عدم مصرف و مصرف) به عنوان عامل فرعی و سه رقم به نام‌های ناز تک شاخه، اولتان و ورامین به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. بذر ارقام مورد استفاده در این آزمایش از مؤسسه نهال و بذر کرج تهیه شد که برخی از مشخصات این ارقام در جدول 2 آورده شده است.

پس از آماده سازی زمین تمامی کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل (100 کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم از منبع اکسید پتاسیم (80 کیلوگرم در هکتار) و نیمی از کود نیتروژن دار (بسته به تیمار کودی نیتروژن) قبل از کشت مصرف شد و باقیمانده‌ی کود به عنوان سرک در مرحله‌ی شروع تشکیل جوانه گل داده شد. به منظور سهولت در کاشت بذرهای ریز کنجد، بذور به نسبت یک به پنج با ماسه مخلوط گردیدند. ترکیبات باکتریایی را می‌توان از طریق مه پاشی روی بذر، خاک‌پاشی و برگ‌پاشی استفاده نمود. در این پژوهش از رایج‌ترین روش برای کاربرد ترکیبات باکتریایی که مه‌پاشی آن‌ها روی بذرها قبل از کشت است (Roy et al., 2006) استفاده شد. سوپرنیتروپلاس کود بیولوژیکی است که مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف باکتری‌های تثبیت کننده ازت، کنترل کننده عوامل بیماری‌زای خاکزی و باکتری‌های محرک رشد شامل *Azospirillum* ssp. *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescens* می‌باشد (Koocheki et al., 2008).

زراعی کنجد در مطالعات زیادی بررسی شده است. برای مثال، نتایج مطالعه‌ای در استان فارس در مورد کاربرد نیتروژن در سه میزان (0 و 60 و 90 کیلوگرم در هکتار) در دو رقم کنجد محلی زرکان و داراب 14 نشان داد که با افزایش میزان کود نیتروژن، تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه افزایش یافت (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005). نتایج مطالعه‌ای دیگر با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن (0، 40 و 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر رقم TS-3 کنجد نشان داد که با 80 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه تولید شد (Malik et al., 2003). همچنین در مطالعه‌ای که واکنش رقم سیوکاک¹ نسبت به سطوح متفاوت نیتروژن (0، 22، 44، 66، 88 کیلوگرم در هکتار) مورد بررسی قرار گرفت بیشترین و کمترین عملکرد در تیمار 44 و 0 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (Rahman & El Maki, 2008). در مطالعه‌ای که روی 32 ژنوتیپ چند شاخه انجام شد، بر اساس نتایج رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت معمولی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، طول گل آذین اصلی و وزن هزار دانه به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد بودند (Mansori & Soltani Najafabadi, 2004). اما در مطالعه‌ای که در اصفهان بر دو رقم کنجد توده‌ی اردستان و توده مبارکه انجام گرفت تیمارهای کودی دارای عناصر غذایی K، P، N، Zn، Fe و Mn تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه در شرایط محیطی و خاکی این منطقه نداشتند (Saeidi, 2008).

از طرف دیگر، در خصوص تأثیر کودهای بیولوژیک تاکنون مطالعات اندکی بر گیاه کنجد صورت گرفته است. در همین زمینه در مطالعه‌ای که اثر کود بیولوژیک حاوی *Azospirillum*، *Azotobacter* و *brasilense* *Bacillus megatherium* روی دو رقم 32 Giza و Shandawel 3 بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش عملکرد دانه گردید (El-Habasha et al., 2007). همچنین در مطالعه دیگری اثر دو کود بیولوژیک تیوباسیلوس و سودوموناس بر رقم ناز تک شاخه موجب بهبود رشد گیاه شد (Ahmadi Vavsari, 2009). اثرات مثبت و مفید کاربرد کودهای بیولوژیکی مناسب از طریق تأمین عناصر غذایی گیاه بر صفات کمی و کیفی و همچنین به عنوان جایگزین برای کود شیمیایی در کشاورزی پایدار در گیاهان دارویی و روغنی دیگر نظیر زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) (Koocheki et al., 2008)، شاه‌دانه (*Cannabis sativa* L.) (Fallahi et al., 2009)، سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (Khorramdel et al., 2008)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) (Shehata & El-Khavas, 2003)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) (Mirzakhani et al., 2009) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea*)

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در این آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil

پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Available K (mg.kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) Available P (mg.kg ⁻¹)	ماده آلی (%) OM (%)	ازت کل (%) Total N (%)	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	بافت خاک Soil texture	رس (%) Clay (%)	سیلت (%) Silt (%)	شن (%) Sand (%)
202.99	13.16	2.44	0.23	1.33	7.7	Silty clay	48.2	43.3	8.5

جدول 2- برخی از خصوصیات ارقام مورد مطالعه کنجد (Farrokhi et al., 2000)

Table 2- Some characteristics of sesame cultivars (Farrokhi et al., 2000)

رقم Cultivar	مبدأ Origin	نوع شاخه‌بندی Type of Branching	تعداد کپسول در محور برگ Number of pods per leaf axis	تعداد ردیف در کپسول Number of carpels.pod ⁻¹	رنگ دانه Seed color
ناز Naz	توده محلی مازندران Mazandaran	تک شاخه Single Branched	3	4	زرد Yellow
اولتان Oltan	توده محلی مغان Moghan	چند شاخه Several Branched	1	4	قهوه‌ای Brown
ورامین 2822 Varamin 2822	سلک‌یونی از توده محلی اصفهان Isfahan	تک شاخه Single Branched	3	4	قهوه‌ای کم رنگ Brownish

روی ساقه اصلی کنجد در نظر گرفته شد. درصد باروری گل‌ها نیز از درصد نسبت تعداد کپسول‌ها به تعداد گل‌هایی که در این منطقه وجود داشت بدست آمد.

داده‌های حاصل از نمونه برداری‌ها با استفاده از نرم افزار SAS-ver 9.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد دو عامل نیتروژن و رقم بر تعداد شاخه فرعی تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول 3). همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن، رقم و نیتروژن و رقم و کود بیولوژیک معنی‌دار بود. بر همین اساس مصرف کود بیولوژیک در رقم ورامین موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی گردید اما رقم ناز واکنش معنی‌داری به کاربرد کود بیولوژیک نشان نداد. رقم ناز تک شاخه بوده و شاخه‌دار شدن برخی از بوته‌ها را می‌توان به عوامل محیطی نسبت داد. با این حال رقم ورامین که از نظر ژنتیکی تک شاخه است اما تک شاخه بودن به ندرت در کرت‌های آزمایشی دیده شد و این صفت در این رقم به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی متغیر در این تحقیق شامل نیتروژن و کود بیولوژیک قرار گرفت. واکنش رقم اولتان به کود بیولوژیک بر عکس رقم ورامین بود به طوری که کود بیولوژیک باعث کاهش معنی‌دار تعداد شاخه در رقم اولتان شد. در مطالعات ال-حباشا و همکاران (El-

به این منظور مایه تلقیح، به صورت مایع، به میزان دو لیتر در هکتار با بذر آغشته شده و بذره‌ای تلقیح شده پس از خشک شدن در سایه کشت شدند (Koocheki et al., 2008; Fallahi et al., 2009). کشت بذرها در اول خرداد به صورت خطی و با دست صورت گرفت. فاصله بلوک‌ها از هم 0/5 متر و فاصله کرت‌ها از هم 1/5 متر در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی فرعی شامل سه ردیف کاشت به طول 3 و عرض 1/5 متر بود. فواصل خطوط کشت 50 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در طی مرحله‌ی رشد دو مرحله تنک صورت گرفت و آخرین مرحله‌ی تنک زمانی بود که ارتفاع گیاه به 7-10 سانتی‌متر رسید تا فاصله بوته روی ردیف به طور متوسط 10 سانتی‌متر شود. اولین آبیاری همزمان با کشت و بعد از آن هر 15 روز یک بار آبیاری گردید. در طول دوره‌ی رشد با علف هرز به صورت دستی مبارزه شد. چون ارقام از لحاظ رسیدگی با هم متفاوت بودند با تأخیر چند روزه از هم برداشت شدند.

زمان برداشت کنجد هنگامی در نظر گرفته شد که دانه‌ها در کپسول‌های پایینی رسیده بودند (Rastegar, 2006). بوته‌ها بعد از حذف اثر حاشیه از یک متر مربع (18 بوته) برداشت شده و به مدت چند روز در آفتاب نگه‌داری گردیدند تا تمامی بذور رسیدند و صفاتی مانند عملکرد دانه در هکتار و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین وزن هزار دانه چهار نمونه 100 تایی از بذور هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و صفات دیگر شامل تعداد شاخه فرعی، طول منطقه‌ی کپسول دهی، تعداد دانه در کپسول و درصد باروری گل‌ها از میانگین سه بوته‌ای که تصادفی از هر کرت انتخاب شده بودند بدست آمد. طول منطقه کپسول دهی فاصله اولین کپسول تا آخرین کپسول

کود فسفر تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت، اما با افزایش مصرف کود گوگرد طول منطقه کپسول‌دهی افزایش یافت (Ahmadi Vavsari, 2009). در مطالعه‌ای نیز مصرف کود بیولوژیک همراه با کود شیمیایی باعث کاهش طول منطقه کپسول‌دهی شد (El-Habasha et al., 2007).

درصد باروری گل‌ها: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول 3)

تیمار کودی نیتروژن اثر معنی‌داری روی صفت درصد باروری گل‌ها نداشت، ولی تیمار کود بیولوژیک و رقم از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مصرف کود بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به حالت عدم مصرف شد که این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد گیاه و برخی هورمون‌های تنظیم کننده‌ی رشد باشد که توسط ریز موجودات در خاک تولید شده و مانع ریزش گل‌ها و در نتیجه تولید کپسول بیشتر در بوته می‌شود (Khavazi & Malakouti., 2004). بر اساس مقایسه میانگین انجام شده بالاترین درصد باروری مربوط به رقم اولتان بود که با دو رقم دیگر اختلاف معنی‌داری در این صفت داشت. از طرف دیگر، چنین به نظر می‌رسد که رقم ورامین سازگاری زیادی با شرایط آب و هوایی منطقه نداشت.

(Habasha et al., 2007) مصرف کود بیولوژیک باعث کاهش تعداد شاخه فرعی شد. ارقام مورد استفاده در این تحقیق پاسخ‌های متفاوتی به کود نیتروژن نشان دادند (جدول 3). بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به رقم اولتان بود که با مصرف 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در دیده شد، اما مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تعداد شاخه فرعی را در رقم ورامین کاهش داد.

با توجه به تقسیم‌بندی ارقام از نظر تعداد شاخه هر سه رقم مورد مطالعه جزء ارقام با تعداد شاخه کم (4-2 شاخه فرعی) دسته‌بندی می‌شود (Langham, 2007). اثر متقابل نیتروژن و کود بیولوژیک بر تعداد شاخه فرعی هم نشان دهنده‌ی این مطلب بود که کود بیولوژیک بسته به سطوح متفاوت نیتروژن واکنشی متفاوت را نشان می‌دهد. یافته‌های این تحقیق (شکل 3) نشان داد که در تیمار 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر عکس 60 کیلوگرم در هکتار اضافه نمودن کود بیولوژیک موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی شد. **طول منطقه کپسول‌دهی:** تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که به جزء رقم اثر نیتروژن و کود بیولوژیک بر طول منطقه‌ی کپسول‌دهی معنی‌دار نبود (جدول 3). رقم اولتان بیشترین طول منطقه‌ی کپسول‌دهی را نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول 4). در مطالعه دیگری که اثر عناصر دیگری به جز نیتروژن بررسی گردید

جدول 3- میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی کنجد
Table 3- Mean squares of yield, yield components and some morphological characters of sesame

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Number of stem branches	طول منطقه کپسول دهی Length of fruiting area	درصد باروری گل‌ها Percentage of fertile flower	تعداد کپسول در بوته Number of capsule per plant	طول کپسول Capsule length	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک Replication (N)	2	0.11	84.44	71.44	1536.53	0.020	14.94	0.0005	34206
نیتروژن Nitrogen خطا E _a	3	4.62**	114.35	107.07	5897.58*	0.029	57.84*	0.0527*	4924142**
کود بیولوژیک (B) Biofertilizer N.B	6	0.29	170.61	93.03	854.81	0.041	13.10	0.0109	67694
رقم (C) Cultivar N.C	1	0.68	146.46	543.78*	5070.75*	0.001	50.20	0.0112	1162416*
خطا E _b	3	4.24**	364.08	131.15	582.64	0.042	6.87	0.0490	124996
خطا E _b	8	0.30	103.45	73.40	466.46	0.071	15.73	0.0158	217160
رقم (C) Cultivar N.C	2	118.40**	1004.54**	2405.39**	10848.04**	0.147*	167.59**	4.3293**	11043105**
خطا E _b	6	2.43**	84.48	127.35	1257.42	0.048	44.27	0.0330	506277*
B.C	2	2.42**	196.32	22.74	9358.54**	0.073	24.26	0.0554	132189
N.B.C	6	3.30**	103.54	85.19	1963.69	0.023	16.66	0.0154	426467
خطای آزمایش Experimental Error	32	0.195	123.89	78.81	1038.84	0.043	19.58	0.0181	179848
ضریب تغییرات (%) CV		20.53	14.42	12.42	29.09	7.15	6.26	4.99	16.47

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

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

جدول 4- مقایسه میانگین عملکرد و صفات مرتبط با اجزای عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیکی کنجد

Table 4- Mean comparison of yield, yield component and some morphological characters of sesame

تیمار Treatment	طول منطقه کپسول - دهی (سانتی متر) Length of fruiting area (cm)	درصد باروری گل‌ها Percentage of fertile flower	تعداد کپسول در بوته Number of capsule per plant	طول کپسول (میلی متر) Capsule length (mm)	تعداد دانه در کپسول Number of seed per capsule	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Urea (kg.ha ⁻¹)							
0	73.40 ^{a*}	70.99 ^a	58.81 ^b	2.88 ^a	69.09 ^b	2.64 ^b	1951.62 ^c
60	78.23 ^a	75.04 ^a	118.84 ^a	2.88 ^a	70.21 ^b	2.68 ^b	2335.70 ^b
90	78.24 ^a	69.58 ^a	127.94 ^a	2.93 ^a	73.28 ^a	2.71 ^{ab}	2983.30 ^a
120	78.78 ^a	70.34 ^a	110.4 ^a	2.96 ^a	70.31 ^b	2.77 ^a	3031.20 ^a
کود بیولوژیک Biofertilizer							
عدم مصرف Control	75.74 ^a	68.74 ^b	102.41 ^b	2.91 ^a	71.56 ^a	2.69 ^a	2448.40 ^b
مصرف Application	78.59 ^a	74.24 ^a	119.19 ^a	2.92 ^a	69.89 ^a	2.71 ^a	2702.50 ^a
رقم Cultivar							
ناز Naz	70.30 ^b	66.34 ^b	102.97 ^b	2.97 ^a	68.46 ^b	2.93 ^a	2567.40 ^b
اولتان Oltan	83.15 ^a	83.03 ^a	94.56 ^b	2.94 ^{ab}	73.63 ^a	2.95 ^a	3257.80 ^a
ورامین Varamin	78.05 ^b	65.10 ^b	134.86 ^a	2.82 ^b	70.09 ^b	2.21 ^b	1901.20 ^c

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و هر تیمار مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

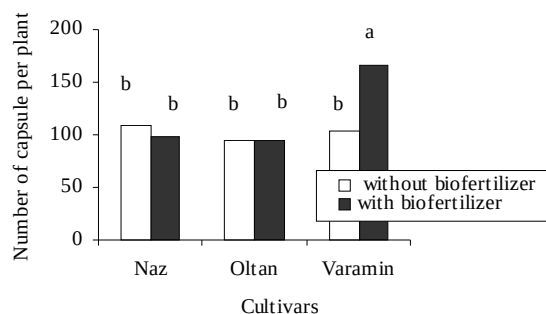
* In each column and treatment means followed by similar letter (s) are not significantly different according to Duncan at 5% probability level.

(2007).

طول کپسول: در میان تیمارهای مورد بررسی تنها ارقام مورد استفاده از نظر طول کپسول اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول 3). با توجه به نتایج بیشترین طول کپسول مربوط به رقم ناز و اولتان بود (جدول 4). همچنین در مطالعه‌ای طول کپسول تحت تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی قرار نگرفت (Ahmadi Vavsari, 2009). احتمالاً این نتایج تأکید بر این دارند که صفت طول کپسول از اجزای ثابت و پایدار عملکرد بوده و بیشتر تحت ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد.

تعداد دانه در کپسول: این صفت تحت تأثیر رقم و نیتروژن قرار گرفت. رقم اولتان دارای بیشترین تعداد دانه بود که با دو رقم ناز و ورامین اختلاف معنی‌داری داشت. میانگین تعداد دانه در کپسول بین تیمارهای کودی از 69/09 تا 73/28 متغیر بود. بیشترین تعداد دانه در کپسول در تیمار کودی 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار دیده شد، اما بین سه تیمار کودی دیگر اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در مطالعه‌ای با افزایش مصرف نیتروژن بر تعداد دانه در کپسول افزوده شد (Malik et al., 2003)، اما در مطالعه‌ی دیگری این صفت تحت تأثیر کودهای شیمیایی قرار نگرفت (Saeidi, 2008).

تعداد کپسول در بوته: مصرف کود بیولوژیک و نیتروژن تأثیر معنی‌داری روی تعداد کپسول در بوته داشت. افزایش مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تعداد کپسول در بوته شد (جدول 3) که این نتیجه با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد (Malik et al., 2003; Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Rahman & El Maki, 2008). در مطالعه‌ای تعداد کپسول در بوته تحت تیمارهای کودی قرار نگرفت (Saeidi, 2008). علت افزایش تعداد کپسول در این مطالعه احتمالاً کاهش رقابت درون بوته‌ای، بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به تولید کپسول بوده و مصرف بیشتر از 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث افزایش رشد رویشی و کاهش تعداد کپسول شده است. معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک نشان داد که نحوه‌ی تأثیر این دو فاکتور برای صفت تعداد کپسول در بوته در سه رقم یکسان نبود (جدول 3). به طوری که مصرف کود بیولوژیک در رقم ورامین باعث افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در بوته همانند تعداد شاخه فرعی در بوته (شکل 1) شد، اما در رقم ناز و اولتان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مطالعه‌ای تعداد کپسول در بوته تحت تأثیر کود بیولوژیک و سایر تیمارهای کودی مورد بررسی قرار نگرفت (El-Habasha et al., 2007).



شکل 1- اثر متقابل رقم و کود بیولوژیک بر تعداد کپسول در بوته

Fig. 1- Interaction of cultivar and biofertilizer on number of capsule per plant

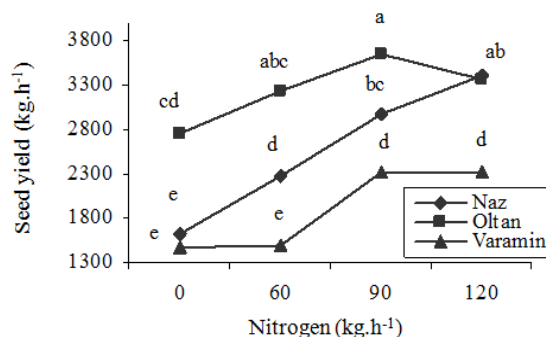
میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

وزن هزار دانه: در بین عوامل مورد بررسی تنها رقم و نیتروژن از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری داشتند و هیچ یک از اثر متقابل معنی‌دار نشد. بر همین اساس رقم اولتان و ناز از نظر وزن هزار دانه نسبت به ورامین برتری داشتند. مصرف کود نیتروژن باعث افزایش وزن هزار دانه شد و بیشترین آن مربوط به تیمار 90 و 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. علت افزایش وزن دانه را می‌توان به افزایش رشد گیاه و فراهمی نیتروژن در گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه نسبت داد. در مطالعات دیگر (Malik et al., 2003) نیز با افزایش نیتروژن وزن هزار دانه افزایش یافت. در این مطالعه بین تیمارهای کودی 60 و 90 کیلوگرم تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) مشاهده نشد. در همین ارتباط برخی از محققین نشان دادند که مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ندارد و این صفت را جزء ثابت و پایدار عملکرد عنوان نمودند (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Rahman & El Maki, 2008). اما کاهش وزن هزار دانه در اثر مصرف کود بیولوژیک همراه با کود شیمیایی نیز گزارش شده است (El-Habasha et al., 2007).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر سه عامل مورد بررسی و اثر متقابل رقم و نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول 3). وجود تفاوت‌های آماری از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد بین ارقام کنگد در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Bahrani, 2008; Babaei, 2007; Saeidi, 2008). مصرف کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس باعث افزایش تقریباً 10 درصدی عملکرد نسبت به حالت عدم مصرف شد (جدول 4) که در گزارشات قبلی نیز افزایش عملکرد در اثر کاربرد سایر کودهای بیولوژیک به اثبات رسید (El-

کود بیولوژیک و نیتروژن معنی‌دار نشد، بدین ترتیب، می‌توان چنین بیان نمود که کود بیولوژیک در تمامی سطوح نیتروژن واکنش یکسانی نشان می‌دهد و اثر هم‌افزایی بین مقدار نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس از نظر عملکرد دانه وجود نداشت، اما طی مطالعاتی بین فعالیت باکتری حل‌کننده فسفات و کود فسفر و همچنین بین باکتری تیوباسیلوس و گوگرد اثر هم‌افزایی مشاهده شد (Ahmadi Vavsari, 2009). بیشترین عملکرد در رقم اولتان (3659 کیلوگرم در هکتار) با 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که با مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (3240 کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری دیده نشد، ولی بیشترین عملکرد دانه در رقم ناز (3404 کیلوگرم در هکتار) با 120 کیلوگرم نیتروژن بوده که با مصرف 90 کیلوگرم در هکتار (2971 کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت و در رقم ورامین نیز بیشترین عملکرد دانه (2320 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار (2319 کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل 2). بنابراین با توجه به مشکلات زیست محیطی و هزینه کود مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای این دو رقم نیز توصیه می‌شود. واکنش مثبت و متفاوت ارقام به افزایش مصرف کود نیتروژن تا 120 کیلوگرم در هکتار در مطالعات سایر محققین نیز آمده است (Saki Hosseini, 1996; Bahrani & Babaei, 2007). در مقابل طی مطالعه‌ای استفاده از عناصر غذایی مختلف بر عملکرد دانه مؤثر نبود که این مطلب بیانگر این است که واکنش گیاه کنگد نسبت به مصرف کودهای شیمیایی تابع ارقام و شرایط محیطی و خاک منطقه می‌باشد (Saeidi, 2008).



شکل 2- اثر متقابل رقم و نیتروژن بر عملکرد دانه کنجد

Fig. 2- Interaction effects of cultivar and nitrogen on sesame seed yield

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشترین عملکرد دانه در رقم ورامین (2320 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 90 کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین با توجه به هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی برای دستیابی به عملکرد مطلوب کشت رقم اولتان با کاربرد 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و دو رقم ناز و ورامین با کاربرد 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه کود بیولوژیک توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که رقم اولتان از لحاظ عملکرد بر دو رقم دیگر برتری داشت و کشت آن در این منطقه نیز قابل توصیه می‌باشد. کاربرد کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس به تنهایی و یا به همراه کود نیتروژن در افزایش عملکرد تأثیر مثبتی داشته است. بیشترین عملکرد دانه در رقم اولتان (3659 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد که با 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت بیشترین عملکرد دانه در رقم ناز (3404 کیلوگرم در هکتار) با مصرف 120 کیلوگرم

منابع

- Ahmadi Vavsari, F. 2009. Investigation the effect of biofertilizers, phosphate solubilizer and *Thiobacillus* on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). MSc Thesis. Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. (In Persian with English Summary)
- Ahmadi Vavsari, F. 2009. Investigation the effect of biofertilizers, phosphate solubilizer and *Thiobacillus* on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). MSc Thesis Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran. (In Persian with English Summary)
- Bahrani, M.J., and Babaei, G. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on yield and yield components and some quality traits in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 9: 237-245. (In Persian with English Summary)
- Basu, M., and Bhadoria, P.B.S. 2008. Performance of groundnut (*Arachis hypogae linu*) under nitrogen fixing and phosphorus solubilizing microbial inoculants with different levels of cobalt in alluvial soils of eastern India. Agronomy Research 6 (1): 15-25.
- Chaudhry, A.U., and Sarwar M. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Pakistan Journal of Biological Science 2: 242-243.
- Dini Torkamani, M.R., and Karapetian, J. 2007. Investigating important physical and chemical characteristics of grain among ten Varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Biology. 20: 327-332. (In Persian with English Summary)
- Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research 7 (1): 127-135. (In Persian with English Summary)

- 8- Farrokhi, E., Amadi, M., Khiavi, M., Mohammadi, E., Arabe, G., and Andarkhor, A. 2000. Registration of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivar, Oltan. Seed and Plant Journal 16 (4): 512-514. (In Persian with English summary)
- 9- El-Habbasha, S.F., Abd El Salam, M.S., and Kabesh, M.O. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3(6): 567- 571.
- 10- KHajehpour, M.R. 2004. Industrial Crop. Isfahan Industrial University. 571 pp. (In Persian)
- 11- Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., and Malakouti, M.J. 2005. Necessary of Industrial Production of Biofertilizers in Iran. Sana Press. 440 pp. (In Persian)
- 12- Khavazi, K., and Malakouti M.J. 2002. Necessity for the Production of Biofertilizers in Iran: A Compilation of Papers. Agricultural Education Press. 604 pp. (In Persian)
- 13- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Agricultural Science 6(2): 285-294. (In Persian with English Summary)
- 14- Koocheki, A.R., Jami, A.M., Kamkar. B., and Mahdavi Damghani, A.M. 2001. Ecological Principles of Agriculture (Translated). Jihadeh-Daneshgahi Mashhad Press. 471 pp. (In Persian)
- 15- Koocheki, A.R., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Agricultural Science 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)
- 16- Langham, R.D. 2007. Phenology of Sesame, Issues in New Crop and New Use. In: J. Janick, and Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria. VA. USA. pp: 144-180.
- 17- Malik, M.A., Saleem, M.F., Akhtar Cheema, M.A., and Ahmed, S. 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology 4: 490- 492.
- 18- Malekoti, M.J., and Homaei M. 2004. Fertility of Arid and Semi arid. 2nd Ed. Tarbiat Modarres University Press. Tehran. pp 494. (In Persian)
- 19- Mansori, S., and Soltani Najafabadi, M. 2004. Study and systemic analysis on yield and yield components association for sesame (*Sesamum indicum* L.) breeding. Seed and Plant Journal 20(2): 149-105. (In Persian with English Summary)
- 20- Mirzakhani, M., Ardakani, M.R., Aeeneband, A, Rejali, F., and Shirani Rad, A.H. 2009. Response of spring safflower to Co-inoculation with *Azotobacter chroococum* and *Glomus interaradices* under different levels of nitrogen and phosphorus. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 4(3): 255-261. (In Persian with English Summary)
- 21- Papari Moghaddamfard, A., and Bahrani, M.J. 2005. Effect of nitrogen fertilizer rates and plant density on some agronomic characteristic, seed yield and protein percentage in two sesame cultivars. Iranian Journal of Agriculture Researches. 36 (1): 129-135. (In Persian with English Summary)
- 22- Rahman, A., and El Maki, A. 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences 8(2): 304-308.
- 23- Rastegar, M.A. 2006. Industrial Crops Cultivation. Berehmand Press. 469 pp. (In Persian)
- 24- Rezvani Moghaddam, P., Nabati, J., Norouzpour, G., and Mohammadabadi, A.A. 2005. Evaluation of morphologic parameters, seed yield and oil of sesame in different planting space and irrigation period. Iranian Journal of Field Crops Research 3: 57-68. (In Persian with English Summary)
- 25- Roy, R.N., Finck, A., Blair, G.J., and Tandon, H.L.S. 2006. Plant nutrition for food security: a guide for integrated nutrient management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin pp: 226- 231.
- 26- Saeidi, G.A. 2008. Effect of some macro and micronutrients on seed yield and other agronomic traits of sesame in Isfahan. Journal of Agriculture and Natural Resources Science and Technology 12(45): 319- 390. (In Persian with English Summary)
- 27- Saki Hosseini, A. 1996. Evaluation of nitrogen top dressing on yield and yield components of sesame. MSc Thesis. University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- 28- Sharmila, V., Krishnamoorthy Ganesh, S., and Gunasekaran, M. 2007. Generation mean analysis for quantitative traits in sesame (*Sesamum indicum* L.) crosses. Genetics and Molecular Biology 30(1): 80- 84.
- 29- Shehata, M.M., and El-Khawas, S.A. 2003. Effect of tow biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein and banding pattern of sunflower (*Helianthus annus* L. cv. Vedock) yield. Pakistan Journal of Biological Sciences 6(14): 1257-1268.



مقایسه دو نوع کود آلی همراه با عناصر بر و روی بر برخی خصوصیات رشدی، غلظت و جذب عناصر غذایی ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.)

طیبه نژادحسینی¹، علیرضا آستارایی^{2*}، رضا خراسانی³ و حجت امامی³

تاریخ دریافت: 1389/03/29

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

تأثیر دو نوع کود آلی (کود گاوی و کمپوست زباله شهری) همراه با عناصر بر و روی بر خصوصیات رشدی، غلظت و جذب عناصر غذایی گیاه ارزن (*Panicum miliaceum* L.) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط مزرعه در منطقه قاین مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای اصلی شامل کود گاوی و کمپوست زباله شهری (هر کدام در دو سطح صفر و 25 تن در هکتار) و تیمارهای فرعی شامل عناصر روی (صفر و 50 کیلوگرم در هکتار) و بر (صفر و 10 کیلوگرم در هکتار) با سه تکرار بودند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر وزن ماده خشک، تعداد پنجه و ارتفاع گیاه ارزن معنی‌دار بود. برهمکنش کود گاوی همراه با عناصر بر و روی بیشترین وزن کل ماده خشک را تولید کرد. غلظت عناصر نیتروژن، آهن، روی، بر و مس گیاه در اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی، نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. برهمکنش کود آلی همراه با عنصر بر بدون روی، موجب افزایش چشمگیر غلظت بر در شاخساره گیاه گردید، در حالی که برهمکنش کود آلی همراه با عنصر بر و در حضور روی توانست تا حدی غلظت بر گیاه را کاهش دهد. تیمار برهمکنش کود گاوی همراه با روی و بر بیشترین تأثیر را در افزایش جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و بر گیاه ارزن نشان داد.

واژه‌های کلیدی: کود گاوی، کمپوست زباله شهری، تغذیه گیاه، عناصر کم مصرف

مقدمه

گره‌ها، تشکیل کلروپلاست، احیای مواد، سنتز نوکلئوتیدها، تنظیم آب گیاه و نشاسته دانه غلات مؤثر است. همچنین گزارش‌هایی مبنی بر کاهش تعداد پنجه گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط کمبود روی وجود دارد (Kumar Das, 1997). پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد نمک‌های بر و روی در خاک، می‌تواند ارتفاع، وزن خشک شاخساره و غلظت عناصر غذایی ذرت (*Zea mays* L.) را تحت تأثیر قرار دهد (Hosseini et al., 2007). همچنین روی اعمال شده به خاک، برای کنترل جذب سمیت بر اهمیت بسیاری دارد و یک مکانیسم حفاظتی در برابر جذب زیاد بر فراهم می‌کند (Rajaie et al., 2009). فراهمی عناصر کم مصرف در خاک‌های آهکی کمتر از مقدار لازم برای تأمین رشد مناسب گیاهان است، مواد آلی افزون بر اثر اصلاحی روی ویژگی‌های فیزیکی خاک، از طریق کلات کردن مواد غذایی، قابلیت جذب و فراهمی آنها را در خاک افزایش می‌دهند (Shayan & Charm, 2007).

ارزش غذایی کودهای آلی مانند کود گاوی و کمپوست زباله

مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای شیمیایی به ویژه کودهای فسفوری سبب به هم خوردن توازن عناصر غذایی به ویژه عناصر کم مصرف در خاک شده که به کاهش جذب آهن، روی، مس و بر به وسیله گیاه می‌انجامد (Bybordi, 2007). شرایط آهکی و قلیایی در خاک‌های زراعی از دیگر عوامل محدود کننده جذب عناصر کم‌مصرف می‌باشند (Rajaie & Ziaeyan, 2009; Rajaie et al., 2009). در خاک‌های آهکی با ماده آلی کم این عناصر به اندازه کافی به وسیله گیاهان جذب نشده و کمبود آنها به دلیل ایجاد ترکیب‌های نامحلول در خاک به فراوانی در گیاهان مشاهده می‌شود (Havlin et al., 2005; Adiloglu, 2006).

روی در تشکیل و فعالیت هورمون‌های رشد، طولی شدن فاصله

1 و 2 - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

شهری و نقش آنها در افزایش غلظت و جذب عناصر غذایی در پژوهش‌های متعددی گزارش شده است (Ouda & Mahadeen, 1998; Rezayinejad & Afuni, 2000; Lupway et al., 1998; 2008). در منطقه قاین، بسیاری از اراضی به دلیل بالا بودن pH و کمبود مواد آلی خاک دچار کمبود عناصر کم مصرف بوده که نتیجتاً کاهش عملکرد و کیفیت محصولات به ویژه غلات را باعث گردیده است. بنابراین با توجه به اینکه اطلاعات در مورد برهمکنش عناصر روی، بر و مواد آلی و اثرات آنها بر خصوصیات خاک و رشد گیاه محدود است و همچنین مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف توسط کشاورزان مرسوم نیست؛ پژوهش حاضر به منظور مقایسه دو نوع کود آلی (کود گاوی و کمپوست زباله شهری) همراه با عناصر بر و روی بر برخی خصوصیات رشدی، غلظت و جذب عناصر غذایی گیاه ارزن (*Panicum miliaceum* L.) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در یک خاک آهکی (Fine loamy, mixed thermic Typic haplocalcids) روی گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) در شرایط مزرعه در منطقه نیمبلوک قاین اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار بود. تیمارهای اصلی شامل دو نوع کود آلی، کمپوست زباله شهری¹ (MSWC) و کود گاوی² (CM) (هر کدام به مقدار 25 تن در هکتار)، تیمارهای فرعی عنصر روی با دو سطح (صفر و 50 کیلوگرم در هکتار با استفاده از نمک سولفات روی) و عنصر بر با دو سطح (صفر و 10 کیلوگرم در هکتار با استفاده از اسید بوریک) و شاهد، روی گیاه ارزن انجام شد. ابتدا کرت‌های آزمایشی به ابعاد 1×1 متر با فاصله 50 سانتی متر بین کرت‌ها و 75 سانتی متر بین تکرارها در مزرعه‌ای در منطقه نیمبلوک قاین آماده‌سازی شد و از هر کرت نمونه‌های خاک از عمق 0-15 سانتی متری برداشت و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت تعیین شدند (جدول 1). خصوصیات کودهای آلی نیز در جدول 2 آمده است. تیمارهای کود آلی سه ماه قبل از کشت به کرت‌های آزمایشی مورد نظر اضافه کرده و تا عمق 15 سانتی متری با خاک هر کرت مخلوط شدند. تیمار روی با استفاده از نمک سولفات روی قبل از کشت با خاک کرت‌های مربوطه مخلوط شد. تیمار بر با استفاده از نمک اسید بوریک 10 روز بعد کشت در دو قسمت مساوی به فاصله 14 روز همراه با آب آبیاری به کرت‌های مورد نظر اضافه شد. بذر ارزن (رقم معمولی) در تاریخ 10 تیر ماه 1387 با فاصله بین ردیف 20 سانتی متر روی پشته‌ها کشت شده و 15 روز بعد از کاشت تعداد بوته‌های روی هر پشته به 10 عدد

تنک شدند. در طول دوره رشد کلیه مراقبت‌های زراعی مطابق عرف منطقه انجام شد. در پایان دوره رشد (20 مهر 1387) گیاه برداشت و برخی خصوصیات رشدی شامل ارتفاع و تعداد پنجه در بوته گیاه و همچنین صفات کیفی مورد نظر اندازه‌گیری و تعیین شدند. مقادیر pH گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع و درصد کربن آلی خاک به روش تیتراسیون با آمونیوم فروسولفات نیم نرمال (Page et al., 1982) اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری نیتروژن کاه و کلش و دانه، هضم نمونه‌های گیاهی به روش والف با اسید سولفوریک و کاتالیزور (Rayan, 2001)، مقادیر فسفر، پتاسیم، آهن، مس و روی از روش هضم تر گیاه (Richards, 1954) و مقادیر بر نمونه‌های گیاهی طبق روش رنگ سنجی (Bingham, 1982) صورت گرفت. سپس فسفر و بر نمونه‌ها به وسیله اسپکتروفتومتر (مدل WAP)، پتاسیم به وسیله فلیم فتومتر (مدل Jeneway)، عناصر کم مصرف به وسیله دستگاه جذب اتمی (مدل Shimadzu, AA-670) قرائت شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP و MSTAT-C انجام و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح اطمینان پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن کل خشک شاخساره: مقایسه دو نوع کود آلی نشان داد که کود گاوی نسبت به کمپوست زباله شهری برتری معنی داری داشت، به طوری که وزن خشک شاخساره با کاربرد کمپوست زباله شهری معادل 105/9 درصد و با کاربرد کود گاوی معادل 139/7 درصد افزایش نسبت به شاهد نشان دادند (شکل 1). علت تأثیر مثبت مصرف کود گاوی در مقایسه با کمپوست زباله شهری و شاهد احتمالاً به دلیل معدنی شدن آهسته‌تر و تدریجی کمپوست زباله شهری و قابل دسترس بودن عناصر به مقدار کافی در کود گاوی و تأمین آنها در هنگام نیاز گیاه می باشد (Rezayinejad & Afuni, 2000).

برهمکنش تیمار کود آلی، روی و بر نیز اختلاف معنی‌داری در مقادیر وزن کل خشک شاخساره گیاه ایجاد کرد (جدول 3). بیشترین وزن کل خشک شاخساره (651 گرم در متر مربع) در اثر برهمکنش کود گاوی، عناصر روی و بر تولید شد که بیانگر اثرات مثبت در تعادل عناصر غذایی برای گیاه در نتیجه ترکیب این دو عنصر در حضور کود گاوی است.

تعداد پنجه: کاربرد تیمارهای کود آلی، اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) را در میانگین تعداد پنجه در بوته گیاه ایجاد کرد (جدول 3). بیشترین تعداد پنجه در بوته با کاربرد تیمار کود گاوی و روی (6/3) و کمترین آن در تیمار کمپوست زباله شهری (3/6) مشاهده شد.

1- Municipal solid waste compost

2- Cow manure

جدول 1- خصوصیات خاک مورد بررسی قبل از شروع آزمایش

Table 1- Soil properties before starting experiment

عمق خاک (سانتی متر) Soil depth (cm)	بافت خاک Soil texture	آهک (درصد) CaCO ₃ (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) OC (%)	روی Zn	آهن Fe	منیزیوم Mn	کلسیم Cu	بر B
0-15	لوم رسی	13	5.20	7.3	0.42	0.98	4	5	0.8	0.46
								میلی گرم در کیلوگرم (mg.kg ⁻¹)		

جدول 2- خصوصیات کود گاوی و کمپوست زباله شهری

Table 2- Chemical properties of cow manure and municipal solid waste compost

تیماها Treatments	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) OC (%)	روی Zn	آهن Fe	منیزیوم Mn	کلسیم Cu	بر B
کمپوست زباله شهری MSWC	7.91	7.5	11.3	194	381	309	66	0.12
کود گاوی Cow manure	7.3	7.1	14.5	35	156	47.6	32.4	0.2

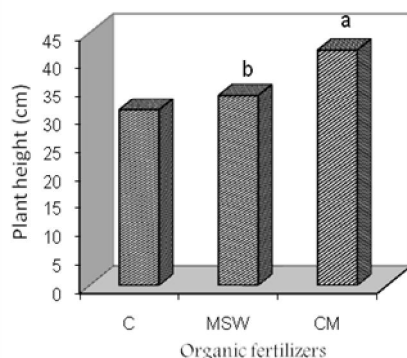
اثرات منفی کاربرد بر روی ارتفاع گیاه را کاهش دهد (جدول 3).
محتوی عناصر غذایی گیاه: مقایسه میانگین غلظت نیتروژن شاخساره در اثر برهمکنش تیمارهای کودی اختلاف معنی داری ($p < 0/05$) را نشان داد (جدول 4). بیشترین غلظت نیتروژن شاخساره با 82/3 درصد افزایش معنی دار در تیمار کاربرد توأم کود گاوی، روی و بر نسبت به شاهد مشاهده شد که در مقایسه با سایر تیمارهای کودی نیز اختلاف معنی دار بود. معنی دار شدن برهمکنش کود آلی به همراه روی و بر در مقایسه با کاربرد کود گاوی و یا کمپوست زباله شهری به تنهایی، بیانگر این است که کودهای آلی برای رشد بهینه و تأمین عناصر ضروری به ویژه نیتروژن گیاه به تنهایی کافی نیستند. تحقیقات نشان داد که تنها 40 درصد نیتروژن موجود در کود دامی و 20 درصد نیتروژن کمپوست زباله شهری در سال اول برای گیاه فراهم و قابل دسترس بوده و در سالهای بعدی فراهمی نیتروژن کود آلی افزایش و مورد استفاده گیاه قرار خواهد گرفت (Eghball 2004).
 et al.,

همچنین اثرات برهمکنش بین تیمارهای آزمایشی نشان داد که در حضور هر دو نوع کود آلی، کاربرد توأم عناصر روی و بر موجب افزایش غلظت فسفر گیاه نسبت به سایر تیمارها گردید اما در سطح احتمال 5 درصد معنی دار نشد (جدول 4). اثرات مثبت عناصر بر و روی بر افزایش غلظت نیتروژن و فسفر در تحقیقات متعددی گزارش شده است (Savaghebi firoozabadi et al.; López et al., 2002; Hosseini et al., 2005; al., 2003). ثوابی فیروزآبادی و همکاران (Savaghebi firoozabadi et al., 2003) گزارش کردند که روی مصرفی موجب افزایش غلظت نیتروژن و فسفر شاخساره در گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) نسبت به شاهد شد.

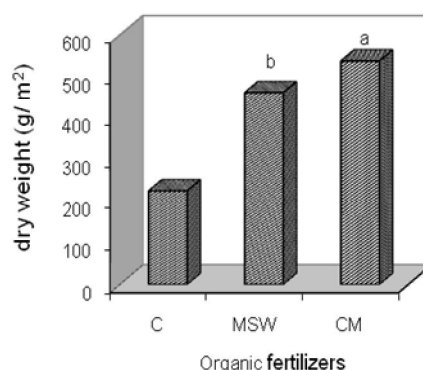
مقایسه میانگین تعداد پنجه نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در اثر برهمکنش تیمارهایی به دست آمد که غلظت مس شاخساره کمتری داشتند. نتایج مربوط به همبستگی بین پارامترهای رشدی با غلظت عناصر (جدول 7) نشان داد که تعداد پنجه در بوته و غلظت مس شاخساره همبستگی منفی و معنی داری دارند. بنابراین به نظر می رسد که کاهش غلظت مس در گیاه در نتیجه افزایش عناصر موجب افزایش پنجه زنی در گیاه شده است. مارشنر (Marschner, 1995) نتیجه گیری کرد که افزایش میزان پنجه زنی در غلات و تولید شاخه های فرعی در دولپهای ها از نشانه های غیرمستقیم کاهش مقدار مس در این گیاهان بوده که در اثر از بین رفتن مریستم انتهایی ایجاد می شود.

ارتفاع گیاه: مقایسه دو نوع ماده آلی نشان داد که کود گاوی در مقایسه با کمپوست زباله شهری موجب افزایش بیشتر ارتفاع گیاه شده است (شکل 2). ارتفاع گیاه با کاربرد کود گاوی معادل 36/7 و با کاربرد کمپوست زباله شهری 8/6 درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

مقایسه میانگین ارتفاع گیاه نشان داد که برهمکنش تیمارهای آزمایشی به طور معنی داری ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار داد (جدول 3). ارتفاع گیاه در تیمار کاربرد کود گاوی به تنهایی (در نبود روی و بر) 44/53 بود که با افزایش بر در تیمار کاربرد توأم کود گاوی و 10 کیلوگرم در هکتار بر (در نبود روی) به 41/66 کاهش یافت. اثرات زیان بار کاربرد عنصر بر روی ارتفاع گیاه در تحقیقات حسین و همکاران (Hosseini et al., 2007) نیز گزارش شده است. در حالی که ارتفاع گیاه در تیمار کاربرد توأم کود گاوی، روی و بر به 42/86 رسید که این مساله نشان می دهد که کاربرد روی تا حدودی می تواند



شکل 2- اثر تیمارهای کود آلی بر ارتفاع ارزن
Fig. 2- Effect of organic fertilizer traits on millet plant height



شکل 1- اثر تیمارهای کود آلی بر وزن خشک شاخساره ارزن
Fig. 1- Effect of organic fertilizer traits on millet dry weight

جدول 3- اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر عملکرد ماده خشک، تعداد پنجه در بوته و ارتفاع گیاه ارزن
Table 3- Interaction effect of treatments on millet plant total dry weight, height and tiller numbers

ارتفاع گیاه (cm)	تعداد پنجه در بوته	عملکرد ماده خشک (g.m ⁻²)	بر	روی	تیمار کود آلی
Plant height (cm)	Tiller numbers per plant	Total dry weight (g.m ⁻²)	B	Zn	Organic treatment
44.53 a	4.44 c	522.00 b*	0	0	گاوی Cow manure
41.66 c	3.65de	475.00 d	10	0	
41.66 c	6.26a	505.33 c	0	50	
42.86 b	4.01d	651.00 a	10	0	کمپوست MSWC
33.13 e	3.60f	395.67 f	0	0	
31.43 f	6.03b	510.00 c	10	0	
35.60 d	4.43c	526.67 b	0	50	شاهد (Control)
35.40 d	3.79e	417.67e	10	50	
31.20	4.30	224.60			

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

* Means with the same letter(s) in each column are not significant at 5% probability.

(López et al., 2002). حسین و همکاران (Hosseini et al., 2005) با بررسی عنصر بر روی گیاه برنج (*Oriza sativa* L.) و مظفر (Mozafar, 1989) با بررسی عنصر بر روی گیاه ذرت نتیجه‌گیری کردند که غلظت آهن برگ به وسیله حضور عنصر بر مصرفی در خاک تحت تأثیر قرار نگرفت. در حالی که لوپز و همکاران (López et al., 2002) گزارش کردند که با افزایش کاربرد سطوح عنصر بر در خاک، غلظت آهن گیاه افزایش یافت.

اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر غلظت روی شاخساره گیاه معنی‌دار شد (جدول 5). بیشترین غلظت روی شاخساره (72/96) در اثر برهمکنش کمپوست زباله شهری و سطوح صفر روی و بر و سپس در تیمار برهمکنش کود گاوی، روی و بر (65/04) مشاهده شد. با بررسی نتایج مربوط به جذب عناصر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تیمار کاربرد کمپوست زباله شهری به تنهایی، افزایش غلظت روی شاخساره گیاه اثر تجمعی بوده است که ناشی از کاهش رشد گیاه می‌باشد.

عنصر بر نیز در متابولیسم نیتروژن و فسفر و همچنین در ساخت آمینواسیدها و پروتئین نقش مهمی دارد (López et al., 2002). رجایی (Rajaie et al., 2009) گزارش کردند که با کاربرد عنصر بر غلظت نیتروژن و فسفر شاخساره گیاه لیمو (*Citrus* sp.) به طور معنی‌داری افزایش داشت. (Hosseini et al., 2007) نیز نتایج مشابهی را در گیاه ذرت گزارش کردند. بر اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در غلظت پتاسیم شاخساره مشاهده نشد (جدول 4).

تجزیه واریانس تأثیر برهمکنش تیمارهای کودی بر غلظت آهن گیاه اختلاف معنی‌داری ($p > 0/05$) نشان داد (جدول 5). بیشترین غلظت آهن شاخساره (274/65) در تیمار برهمکنش کود گاوی همراه با عنصر بر (در غیاب روی) و سپس در تیمار برهمکنش کود گاوی، روی و سطح صفر بر (207/52) مشاهده شد. اطلاعات کمی درباره تأثیر عنصر بر روی غلظت عناصر کم‌مصرف موجود است و نتایج موجود بر حسب نوع گونه‌های گیاهی بررسی شده متفاوت می‌باشد.

جدول 4- اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر غلظت و جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه ارزن

Table 4- Treatment Interaction effects on N, P and K concentrations and their uptake by millet plant

جذب عناصر (کیلوگرم در هکتار) Nutrient uptake (kg.ha ⁻¹)			غلظت (درصد) Concentration (%)			بر	روی	کود آلی
پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	B	Zn	Organic Fertilizer
54.73b	2.65e	69.43e	1.04a	0.05a	1.33d*	0	0	کود گاوی Cow manure
46.51c	6.17b	78.13d	0.98a	0.13a	1.64c	10	0	
41.38c	4.15d	103.27b	0.82a	0.08a	2.04b	0	50	
71.96a	9.76a	141.27a	1.10a	0.15a	2.17a	10	0	کمپوست زباله شهری MSWC
42.72c	2.21e	49.31f	1.08 a	0.06a	1.24e	0	0	
42.40c	3.54d	84.39c	0.83a	0.07a	1.65c	10	0	
47.05c	4.15d	69.53e	0.89a	0.08a	1.32d	0	50	
31.88d	4.59c	86.81c	0.76 a	0.11a	2.08b	10	50	شاهد Control
18.86	1.79	26.72	0.84	0.08	1.19			

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with the same letter/s in each column are not significant at 5% probability.

(47/93 میلی گرم در کیلوگرم) و سپس در تیمار برهمکنش کود گاوی و بر (در غیاب روی) (45/8 میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. غلظت بیشتر عنصر بر در گیاه در تیمارهای فاقد عنصر روی ممکن است به علت افزایش جذب و انتقال عنصر بر از ریشه به شاخساره گیاه باشد. تحقیقات انجام شده نیز نشان می‌دهند که ریشه گیاهانی که عنصر روی کافی در اختیار داشته باشند، چنین به نظر می‌رسد که کارایی زیادی در محدودیت تجمع بر در اندام هوایی گیاه داشته باشند (Grewal et al., 1998; López et al., 2002).

جذب عناصر غذایی در گیاه: در اثر برهمکنش تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری در مقادیر جذب نیتروژن توسط شاخساره گیاه مشاهده شد (جدول 4). بیشترین مقدار جذب نیتروژن در اثر برهمکنش کود گاوی همراه با عناصر روی و بر (141/27 میلی گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار آن در شاهد (26/72 میلی گرم در کیلوگرم) مشاهده شد.

برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت مس شاخساره ایجاد کرد (جدول 5). بیشترین غلظت مس در شاخساره گیاه در اثر برهمکنش کود گاوی و بر (در غیاب روی) (29/42) و سپس در تیمار برهمکنش کود گاوی و سطوح صفر روی و بر (18/43) مشاهده شد. همچنین کمترین میانگین غلظت این عنصر در گیاه، در اثر برهمکنش کود گاوی و روی (در عدم حضور بر) (11/68) تولید شد. کاهش غلظت مس در شاخساره با کاربرد عنصر روی احتمالاً به علت برهمکنش منفی بین آنها و رقابت آنها برای جذب مکان‌های انتقال در سطح ریشه می‌باشد. کاهش غلظت مس شاخساره با کاربرد روی در تحقیقات سایر محققان (2000) (Loneragan & Webb, 1993; Rajae et al., 2009; Swietlik, نیز گزارش شده است.

برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر غلظت عنصر بر شاخساره گیاه معنی‌دار ($p < 0/05$) گردید (جدول 5). بیشترین غلظت بر شاخساره در اثر برهمکنش کمپوست زباله شهری و عنصر بر (در غیاب روی)

جدول 5- اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر غلظت عناصر آهن، روی، مس و بر گیاه ارزن

Table 5- Treatment interaction effects on Fe, Zn, Cu and B concentrations in millet plant

بر B	مس Cu	روی Zn	آهن Fe	بر B	روی Zn	Organic Fertilizer	کود آلی
میلی گرم در کیلوگرم (kg.kg ⁻¹)							
32.83d	18.43b	62.34 de	109.55 f*	0	0	کود گاوی Cow manure	
45.80 b	29.42 a	63.46 c	274.65 a	10			
30.23e	11.68e	61.88ef	207.52 b	0	50		
40.20 c	13.63 cd	65.04 b	106.90ef	10			
32.67d	18.35 b	72.96 a	97.90 f	0	0	کمپوست زباله شهری MSWC	
47.93 a	16.30c	64.50 b	103.33ef	10			
28.63 f	13.50d	63.21 cd	122.18 d	0	50		
40.23 c	14.78cd	61.08 f	133.73c	10			
28.60	13.46	61.44	83.60			شاهد Control	

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with the same letter/s in each column are not significant at 5% probability.

جدول 6- اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی بر جذب عناصر آهن، روی، مس و بر به وسیله گیاه ارزن

Table 6- Treatment interaction effects on millet plant uptake of Fe, Zn, Cu and B

بر B	مس Cu	روی Zn	آهن Fe	بر B	روی Zn	کودآلی Organic Fertilizer
میلی گرم در هکتار (kg.ha ⁻¹)						
0.17d	0.09a	0.32c	0.57e	0	0	کود گاوی Cow manure
0.21c	0.14 a	0.30e	1.30a	10		
0.15f	0.05a	0.31d	1.04b	0	50	
0.26a	0.08a	0.42a	0.69c	10		
0.12g	0.07a	0.28f	0.38f	0	صفر	کمپوست زباله شهری MSWC
0.24b	0.08 a	0.32b	0.52e	10		
0.15f	0.07a	0.33b	0.64d	0	50	
0.16e	0.06a	0.25g	0.55e	10		
0.05	0.03	0.13	0.18	شاهد (Control)		

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with the same letter/s in each column are not significant at 5% probability.

بیشترین جذب پتاسیم نیز با 281/5 درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار برهمکنش کود گاوی با عناصر روی و بر مشاهده شد (جدول 4). (López et al., 2002) با کاربرد عنصر بر مشاهده کردند که جذب و انتقال عناصر فسفر و پتاسیم به اندام‌های هوایی توتون (*Nicotina tabaccum* L.) افزایش یافت، رجایی و همکاران (Rajaie et al., 2009) با کاربرد مقادیر 2/5 و 5 میکروگرم کود بر در هر گرم خاک مشاهده کردند که جذب کل پتاسیم توسط گیاه لیمو افزایش یافت و علت آن را برهمکنش مثبت بین بر و پتاسیم بیان کردند. این پژوهشگران عنوان کردند که بیشترین مقادیر جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم با کاربرد همزمان مقادیر 2/5 و 10 میکروگرم بر و روی در هر گرم خاک به دست آمد.

برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را در جذب آهن توسط شاخساره گیاه ارزن نشان داد (جدول 6). بیشترین جذب آهن (1/30) در تیمار برهمکنش کود گاوی همراه با عنصر بر (در غیاب روی) و کمترین آن در شاهد (0/18) مشاهده شد. پاتل و گلاکیا (Patel & Golakia, 1986) گزارش کردند که کاربرد عنصر بر تا 2 میکروگرم در هر گرم خاک، جذب آهن را توسط گیاه بادام زمینی افزایش می‌دهد. اثر کودهای آلی به خصوص کود گاوی روی جذب آهن می‌تواند احتمالاً به دلیل کربن آلی موجود در این کود باشد که به عنوان یک منبع انرژی برای میکروارگانیسم‌های خاک عمل کرده و در طی فرآیند معدنی شدن، با آزاد کردن اسیدهای آلی موجب کاهش pH خاک به صورت موضعی شود و فراهمی و جذب آهن را توسط گیاه افزایش دهد (Ouda & Mahadeen, 2008).

تجزیه واریانس میانگین‌های جذب روی، در اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول 6). بیشترین مقدار جذب روی (0/42) در اثر برهمکنش کود گاوی، بر و روی و سپس در تیمار برهمکنش کمپوست و روی و در غیاب بر (0/33)

تأثیر بارز کود گاوی در افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه در تحقیقات متعددی گزارش شده است. لیپوی و همکاران (Lupway et al., 2000) گزارش کردند که کاربرد کود گاوی در خاک موجب افزایش معنی‌دار جذب نیتروژن توسط گیاه ذرت نسبت به شاهد می‌شود. رضایی نژاد و افیونی (Rezayinejad & Afuni, 2000) در بررسی تأثیر کود گاوی و کمپوست زباله شهری بر جذب عناصر توسط گیاه ذرت نتیجه‌گیری کردند که غلظت و جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط ذرت در تیمار کود گاوی حداکثر و در تیمار کمپوست زباله شهری و شاهد حداقل شد.

عناصر بر و روی در متابولیسم و جذب نیتروژن نقش مهمی دارند (López et al., 2002; Fatma et al., 2001). به نظر می‌رسد که کاربرد 10 کیلوگرم در هکتار عنصر بر و 50 کیلوگرم در هکتار روی به تنهایی تأثیری مثبت بر جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط گیاه داشته باشند، همچنین برهمکنش این دو عنصر نیز می‌تواند جذب عناصر ذکر شده را تشدید کند.

برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری را در جذب فسفر و پتاسیم توسط شاخساره گیاه ارزن ایجاد کرد (جدول 4). بیشترین مقدار جذب فسفر (9/76 میلی‌گرم در کیلوگرم) در اثر برهمکنش کود گاوی همراه عناصر روی و بر و سپس در تیمار برهمکنش کود گاوی با عنصر بر و در غیاب روی (6/17 میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. در آزمایشی روی بادام زمینی نتیجه‌گیری شد که عنصر بر تأثیر مثبتی روی جذب فسفر توسط گیاه دارد (Patel & Golakia, 1986). این نتایج می‌تواند احتمالاً به دلیل اثر مطلوب عنصر بر روی نفوذپذیری پلاسما در سطح ریشه باشد که موجب افزایش جذب فسفر می‌شود (Patel & Golakia, 1986). همچنین تحقیقات انجام شده در مورد رابطه عنصر بر و فسفر نشان می‌دهد در شرایط کمبود عنصر بر، جذب فسفر کاهش می‌یابد (López et al., 2002).

نیترژن به پروتئین و اسیدهای آمینه می‌باشد. بین غلظت عناصر آهن و مس و همچنین بین عناصر بر و مس شاخساره همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش غلظت عناصر آهن و بر در شاخساره گیاه غلظت مس نیز افزایش می‌یابد (جدول 7).

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که تیمار برهمکنش کود گاوی همراه با عناصر بر و روی بیشترین مقادیر وزن خشک کل شاخساره، غلظت و جذب عناصر نیترژن، فسفر، پتاسیم، روی و بر گیاه را باعث گردید. احتمالاً pH بالا، شرایط آهکی و پایین بودن غلظت عناصر کم مصرف به ویژه عنصر روی در خاک باعث شده که پاسخ گیاه به کاربرد عناصر کم مصرف روی و بر مثبت باشد. بنابراین با توجه به این نتایج و نقش مهم مواد آلی در افزایش حلالیت عناصر کم مصرف و بهبود غلظت و جذب آنها در گیاه، کاربرد توأم عناصر بر، روی همراه با کودهای آلی پیشنهاد می‌شود.

مشاهده شد. به نظر می‌رسد که کاربرد توأم عناصر بر و روی در حضور کود گاوی شرایط مناسبی را از نظر تعادل تغذیه‌ای برای گیاه فراهم کرده و گیاه در حضور این تیمار بیشترین رشد و عملکرد ماده خشک را تولید کرده است که این مسأله می‌تواند به افزایش جذب عناصر منجر شود. کاربرد تیمارهای کودی اختلاف معنی‌داری در مقدار جذب مس توسط شاخساره ارزن ایجاد نکرد (جدول 6).

در اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در جذب بر توسط شاخساره گیاه ایجاد شد (جدول 6). به طوری که جذب بر توسط گیاه از 0/05 (کیلوگرم در هکتار) در شاهد به 0/26 (کیلوگرم در هکتار) در تیمار برهمکنش کود گاوی، بر و روی افزایش یافت. افزایش جذب بر در این تیمار احتمالاً در نتیجه تعادل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک و افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌باشد.

بین غلظت عناصر نیترژن و روی شاخساره همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده شد که احتمالاً دلیل آن نقش روی در تبدیل

جدول 7- نتایج همبستگی بین برخی صفات اندازه گیری شده در آزمایش

Table 7- Correlations of some measured parameters

عملکرد کل ماده خشک Total dry matter yield	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد پنجه Tiller number	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	بر B
عملکرد کل ماده خشک 1						
0.57*	1					
0.21	0.008	1				
-0.13	0.17	0.01	1			
0.04	-0.35	-0.23	-0.34	1		
-0.3	-0.05	-0.52*	0.60*	0.11	1	
0.05	-0.31	-0.03	0.19	0.11	0.42	1

* معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

* is significant at 5% probability.

منابع

- 1- Adiloglu, A., and Adiloglu, S. 2006. The effect of boron (B) application on the growth and nutrient content of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2: 1-4.
- 2- Adiloglu, S. 2006. The effect of increasing nitrogen and zinc doses on the iron, copper and manganese contents of maize plant in calcareous and zinc deficient soils. Asian Journal of Plant Sciences 5: 504- 507.
- 3- Bingham, F.T. 1982. Boron. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2, American Society of Agronomy Madison, WI. pp. 431-448.
- 4- Bybordi, A. 2007. Effect of foliar applications of Iron and zinc on the yield and quality of white Qom and red ray onion varieties in grown Khosrowshahr regions. Pajouhesh & Sazandegi 74: 153-160. (In Persian with English Summary)

- 5- Eghball, B., Ginting, D., and Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy* 96: 442-447.
- 6- Erhart, E., Hartl, W., and Putz, B. 2005. Biowaste compost effects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agriculture crops. *European Journal of Agronomy* 23: 305- 314.
- 7- Fatma, S., Shalaby, M.M., and Ratab, K.A. 2001. Wheat response to nitrogen and zinc fertilization under saline condition in calcareous soil. *Soil Science (Kemet Group)*.
- 8- Governog, J., Gaskin, J., Faucette, B., and Borden, D. 2003. The compost white paper (large-scale composting in Georgia). Prepared for the pollution presentation assistance division. Department of Natural Resource Atlanta. Georgia.
- 9- Grewal, H.S., Graham, R.D., and Stangoulis, J. 1998. Zinc-boron interaction effects in oilseed rape. *Plant Nutrition* 21: 2231-2243.
- 10- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 2005. Soil fertility and fertilizer. An introduction to nutrient management. Upper Saddle River, Newjersey. 515pp.
- 11- Hosseini, S.M., Maftoun, M., Karimian, N., Ronaghi, A., and Emam, Y. 2005. Effect of different Zn and B levels and two resource of Zinc on growth and rice chemical composition. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36: 869- 883. (In Persian with English Summary)
- 12- Hosseini, S.M., Maftoun, M., Karimian, N., Ronaghi, A., and Emam, Y. 2007. Effect of Zinc×Boron interaction on plant growth and tissue nutrient concentration of corn. *Journal of Plant Nutrition* 30: 773- 781.
- 13- Kumar Das, D. 1997. Introductory soil science. Kalyani Publishers, India.
- 14- López-Lefebvre, L.R., Rivero, R.M., García, P.C., Sánchez, E., Ruiz, J.M., and Romero, L. 2002. Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *Plant Nutrition* 25: 509-522.
- 15- Loneragan, J.F., and Webb, M.J. 1993. Interaction between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: Robson, A.D. (Ed.), *Zinc in soils and plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. pp. 119-134.
- 16- Lupway, N.Z., Haque, I., Saka, A.R., and Siaw, D.E.K.A. 1998. Lucanea hedgerow inter cropping and cattle manure application in the Ethiopian highlands. II. Maize yield and nutrient uptake. *Biology and Fertility of Soils* 28: 196- 203
- 17- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press. London.
- 18- Mozafar, A. 1989. Boron effect on mineral nutrition of maize. *Agronomie* 81: 285-290.
- 19- Ouda, B.A., and Mahadeen, A.Y. 2008. Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). *International Journal of Agriculture and Biology* 10: 627-32.
- 20- Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties (2nd edition). American Society of Agronomy, Publisher. Madison, Wisconsin. USA.
- 21- Patel, M.S., and Golakia, B.A. 1986. Effect of calcium carbonate and iron application on yield and nutrient uptake by groundnut. *Indian Journal of Society of Soil Science* 34: 815-820.
- 22- Rajaie, M., Ejraie, A.K., Owliaie, H.R., and Tavakoli, A.R. 2009. Effect of zinc and boron interaction on growth and mineral composition of lemon seedlings in a calcareous soil. *International Journal of Plant Production* 3: 39- 50.
- 23- Rayan, J.R., Estefan, G., and Rashid, A. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*. 2nd edition. ICARDA. Syria.
- 24- Rezayinejad, Y., and Afuni, M. 2000. Effect of organic matter on chemical soil properties, element uptake by corn and its yield. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 4: 19- 28.
- 25- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil*. USDA. Agriculture Handbook. No: 60. Washington.
- 26- Savaghebi Firoozabadi, G., Malakouti, M.J., and Ardalan, M.M. 2003. Effects of zinc sulfate application as well as seed zinc concentration on responses of wheat plant in a calcareous soil. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 34: 471- 482. (In Persian with English Summary)
- 27- Shayan, M., and Charm, M. 2007. Effect of zinc sulfate enriched with organic fertilizers on Zn available species in calcareous soil. : From http://www.civilica.com/Paper-SSCI10-SSCI10_308.html
- 28- Ziaeyan, A.H., and Rajaie, M. 2009. Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. *International Journal of Plant Production* 3: 35- 44.



ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط افزایشی سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری

سارا سنجانی^{1*}، سید محمد باقر حسینی²، محمد رضا چائی چی³ و شهرام رضوان بیدختی⁴

تاریخ دریافت: 1389/04/01

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

به منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در کشت مخلوط افزایشی در شرایط کم آبیاری، آزمایشی در مزرعه آموزشی - پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آباد کرج به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. سطوح مختلف آبیاری در کرت‌های اصلی در چهار سطح: IR₁: آبیاری کامل (شاهد)، IR₂: تنش ملایم در دو مرحله رویشی و زایشی، IR₃: تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید در مرحله زایشی، IR₄: تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم در مرحله زایشی و الگوی کشت در کرت‌های فرعی در پنج سطح: S₁: کشت خالص سورگوم با وجین کامل، S₂: سورگوم + 15% لوبیا چشم‌بلبلی، S₃: سورگوم + 30% لوبیا چشم‌بلبلی، S₄: سورگوم + 45% لوبیا چشم‌بلبلی، S₅: کشت خالص سورگوم بدون وجین علف‌های هرز در نظر گرفته شدند. بیشترین عملکرد سورگوم بعد از شاهد در شرایط تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی (IR₂) بدست آمد. در بین الگوهای کشت، پس از تیمار سورگوم خالص با وجین، تیمار سورگوم + 45% لوبیا چشم‌بلبلی بیشترین عملکرد را داشت و اعمال همین تیمار در شرایط تنش ملایم (IR₂) کمترین صدمه را بر میزان عملکرد وارد نمود. بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی از تیمار S₄ بدست آمد. بیشترین عملکرد کل سورگوم (عملکرد معادل) از تیمار سورگوم + 45% لوبیا چشم‌بلبلی بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط افزایشی سورگوم و لوبیا چشم‌بلبلی تولید کل را در واحد سطح افزایش می‌دهد. در این آزمایش می‌توان تیمار سورگوم + 45% لوبیا چشم‌بلبلی را به عنوان بهترین ترکیب کشت به منظور استفاده بهتر از منابع و عملکرد بیشتر توصیه نمود. با توجه به کمبود آب در کشور، وسعت مناطق خشک و نیمه خشک در ایران و کاهش نسبی قابل قبول عملکرد دانه در قبال صرفه جویی مؤثر آب در تیمار تنش ملایم IR₂، می‌توان این نظام آبیاری را به عنوان بهترین روش کم آبیاری برای تولید دانه در کشت مخلوط افزایشی سورگوم و لوبیا چشم‌بلبلی معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، کشت مخلوط، علف هرز، عملکرد معادل

مقدمه

تعداد اکوسیستم‌های طبیعی شده و سرانجام منابع طبیعی که انسان و کشاورزی به آن وابسته‌اند را به مخاطره انداخته است (Nassiri et al., 2001).

از طرفی افزایش جمعیت با کمبود طبیعی آب و مصرف بی‌رویه آن در بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌ها باعث شده که مشکل آب نمود عینی پیدا کرده و ذهن بسیاری از صاحب نظران را به خود معطوف سازد. این امر به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایران نیز از جمله کشورهایی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، لذا مشکل کمبود آب یکی از مهمترین مشکلات کشاورزی در ایران است. در این راستا کم آبیاری جایگاه ویژه‌ای پیدا می‌کند و فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه به منظور توسعه پایدار کشاورزی و افزایش سطح زیر کشت

در آغاز قرن بیست و یکم نیاز روزافزون به تأمین غذا همواره انسان را به این تفکر وادار ساخته تا با اتخاذ روش‌ها و تدابیر علمی و فنی حداکثر بهره‌برداری را از منابع موجود در این کره خاکی بنماید و در این رهگذر چه بسا زیان‌های جبران ناپذیری به محیط زیست خود وارد ساخته و می‌سازد. عملیات کشاورزی رایج، محیط زیست را در مقیاس جهانی تخریب کرده و باعث کاهش تنوع زیستی و اختلال در

1، 2 و 3 - به ترتیب دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار و دانشیار دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران و عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، گروه زراعت، دامغان
(*) - نویسنده مسئول: (Email: Sanjani20_s@yahoo.com)

35 درجه و 6 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 50 درجه و 58 دقیقه شرقی) اجرا شد. این مکان در ارتفاع حدود 1312 متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه منطقه 241 میلی‌متر است. خاک محل آزمایش لومی رسی و سال قبل از آزمایش به صورت آیش بود. با توجه به اهداف پژوهش، این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی دربرگیرنده سطوح مختلف کم آبیاری در چهار سطح (IR₁: آبیاری کامل (شاهد); IR₂: تنش ملایم در دو مرحله رویشی و زایشی: آبیاری تا مرحله استقرار گیاه (8-6 برگ) و سپس قطع آبیاری تا مرحله 10-12 برگ، آنگاه قطع آبیاری تا مرحله آغاز گلدهی (10-15% گلدهی)، مجدداً قطع آبیاری تا مرحله شیری شدن دانه‌ها (آبیاری در مرحله شیری شدن دانه) و سپس قطع آبیاری تا زمان برداشت; IR₃: تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید در مرحله زایشی: آبیاری کامل تا مرحله استقرار گیاه (8-6 برگ) و سپس قطع آبیاری تا مرحله 10-12 برگ، آنگاه قطع آبیاری تا مرحله آغاز گلدهی (10-15% گلدهی) و سپس قطع آبیاری تا زمان برداشت; IR₄: تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم در مرحله زایشی: آبیاری کامل تا مرحله استقرار گیاه (8-6 برگ) و سپس قطع آبیاری تا مرحله آغاز گلدهی (10-15% گلدهی)، مجدداً قطع آبیاری تا مرحله شیری شدن دانه‌ها و سپس قطع آبیاری تا زمان برداشت) و کرت‌های فرعی دربرگیرنده تیمارهای کشت مخلوط با استفاده از روش افزایشی در 5 سطح بودند (S₁: کشت خالص سورگوم (با وجین کامل)، S₂: کشت خالص سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، S₃: کشت خالص سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی، S₄: کشت خالص سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی، S₅: کشت خالص سورگوم (بدون وجین)). تعداد دفعات آبیاری در سطوح مختلف (IR₁, IR₂, IR₃ و IR₄) به ترتیب 18، 10، 9 و 9 بار بود که صرفاً بر اساس مراحل نمو گیاه سورگوم صورت گرفت. منظور از تنش ملایم و تنش شدید، کاهش کمتر یا بیشتر تعداد دفعات آبیاری در مراحل نمو مشخص در طول فصل رشد می‌باشد. هر کرت فرعی شامل شش ردیف کاشت به فاصله 50 سانتی‌متر و به طول 5 متر بود. بین کرت‌های فرعی هم دو ردیف کاشت در نظر گرفته شد. با توجه به اهداف آزمایش فاصله کرت‌های اصلی از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد تا از تأثیر رطوبت احتمالی هر کرت اصلی به کرت اصلی مجاور جلوگیری شود. تک‌کشتی سورگوم با تراکم مطلوب 168000 بوته در هکتار و لوبیا با تراکم مطلوب 160000 بوته در هکتار در نظر گرفته شد. تیمارهای افزایشی لوبیا با اضافه کردن 15، 30 و 45 درصد از تراکم مطلوب لوبیا به کشت خالص سورگوم اجرا شد. در این آزمایش سورگوم رقم کیمیا و لوبیا چشم بلبلی رقم مشهد مورد استفاده قرار گرفتند. کشت به صورت همزمان و در بیست و هفتم اردیبهشت ماه 1385 انجام شد. روز قبل

اراضی مستعد، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. همچنین کشت گیاهان مقاوم، شناخت ارتباط کمبود آب، خاک و رشد محصولات در هر مرحله از رشد، بکارگیری روش‌های نوین آبیاری و افزایش بازده آبیاری در این رابطه مفید و مطلوب خواهد بود. یکی از راهکارهای زراعی برای افزایش بهره‌وری از آب انجام کشت مخلوط برای استفاده حداکثر از رطوبت خاک می‌باشد (Alizadeh, 2001). کشت مخلوط نمودی از یک نظام پایدار کشاورزی است که دارای اهمیت فراوانی از جمله استفاده بهینه از منابع مانند نور، آب و عناصر غذایی می‌باشد. همچنین کنترل آفات و بیماری‌ها و کاهش رقابت علف‌های هرز، کنترل فرسایش و حفظ حاصلخیزی خاک را به همراه دارد (Mazaheri, 1998). تسفامیکل و ردی (Tesfamichael & Reddy, 1996) گزارش کردند که در محیط‌های با تنش بالا، ثبات عملکرد مخلوط بیشتر از محیط‌های با تنش کمتر است.

کشت هر نوع گیاهی به صورت مخلوط الزاماً باعث افزایش محصول نمی‌شود بلکه با مطالعه خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می‌توان گیاهانی را برای کشت مخلوط انتخاب نمود تا در ترکیب جدید از شدت رقابت آنها در واحد سطح کاسته شده و در نتیجه از نهاده‌های رشد بهتر استفاده نمایند (Mazaheri, 1998). سورگوم دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی نسبت به تنش خشکی متحمل بوده و می‌توان از آنها در مناطق خشک و نیمه‌خشک به عنوان منابع قابل اطمینان تولید دانه و علوفه بهره برد. سورگوم از جمله گیاهانی است که به خصوص در مراحل ابتدایی رشد، به علف‌های هرز حساس است به طوری که عدم کنترل علف‌های هرز در این مرحله باعث کاهش شدید محصول می‌شود، در عین حال بقولات و از جمله لوبیا چشم بلبلی که جزو گیاهان پوششی هستند، ضمن جلوگیری از تبخیر آب، روی گونه‌های مختلف علف هرز اثر خفه‌کنندگی دارند (Red Fearn et al., 1999). نیاز آبی لوبیا چشم بلبلی پایین است و دوره رشد کوتاهی دارد و می‌تواند قبل از فرارسیدن زمان کشت محصولات پاییزه حداکثر رشد را بنماید و برداشت شود و از آنجایی که سایه را به خوبی تحمل می‌کند، به نظر می‌رسد گونه مناسبی برای کشت مخلوط با سورگوم باشد. بنابراین کشت مخلوط این دو گیاه انتخاب مناسبی برای افزایش عملکرد و پایداری تولید در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاده (آب، کود و سم) می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه تعیین مناسبترین توزیع زمان آبیاری و بهترین ترکیب کشت سورگوم و لوبیا چشم بلبلی به منظور کاهش مصرف آب و حفظ عملکرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه آموزشی-پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در دولت آبادکرج (عرض جغرافیایی

کیلوگرم لوبیا چشم بلبلی 12000 ریال در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح 5 و 1 درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که عملکرد دانه سورگوم به طور معنی داری ($P < 1\%$) تحت تأثیر سطوح آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول 1). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که با افزایش شدت تنش در مراحل مختلف رشد عملکرد دانه از یک روند کاهشی پیروی نموده و بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری کامل (IR_1) و کمترین آن در تیمار IR_4 بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد حدود 75 درصد کاهش نشان داد (جدول 2). این در حالی است که کاهش عملکرد در تیمار تنش ملایم در هر دو مرحله رویشی و زایشی (IR_2) نسبت به شاهد فقط 40 درصد بود. همچنین بین تیمارهای IR_3 و IR_4 نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول 2) که علت آن را می‌توان به ویژگی جبرانی اجزای عملکرد در سورگوم نسبت داد. در تیمار تنش شدید در مرحله زایشی (IR_3) کاهش وزن پانیکول و کاهش وزن هزار دانه و در تیمار IR_4 کاهش شدید تعداد دانه و کاهش وزن پانیکول از دلایل افت عملکرد در این تحقیق بودند (جدول 2). با توجه به این نتایج می‌توان چنین گفت که تعداد دانه تأثیر بیشتری بر کاهش عملکرد دانه سورگوم داشت. مطالعات متعددی جهت بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه سورگوم انجام شده است که در هر یک از آنها بسته به زمان اعمال تنش یکی از اجزای عملکرد بیش از دیگر اجزا تحت تأثیر قرار گرفته است. به طور مثال، سووینی و لام (Sweeney & Lamm, 1993) گزارش کردند که آبیاری در مرحله نه برگی سورگوم باعث افزایش تعداد دانه در هر پانیکول می‌شود، در صورتی که بر وزن دانه تأثیری نداشت؛ اما آبیاری در مرحله پر شدن دانه موجب افزایش 35 درصدی وزن دانه سورگوم شد. در بسیاری از مطالعات دیگر بیان شده است که عدم آبیاری در مراحل انتهایی رشد اثر بیشتری بر وزن دانه نسبت به تعداد دانه دارد (Maman et al., 2004).

در تیمارهای کشت مخلوط بیشترین عملکرد دانه از کشت سورگوم خالص با وجین کامل (S_1) و کمترین عملکرد از کشت سورگوم خالص بدون وجین (S_5) به دست آمد (جدول 2). به طوری که حضور علف‌های هرز به عنوان یک رقیب موجب کاهش حدود 28 درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد شد، این در حالی است که علیرغم افزایش 15 تا 45 درصدی لوبیا چشم بلبلی در داخل سورگوم ضمن کاهش مؤثر جمعیت علف‌های هرز عملکرد سورگوم فقط در حدود 18

از اجرای عملیات کاشت، عملیات کوددهی انجام گردید. براساس نیاز کودی سورگوم 250 کیلوگرم در هکتار کود فسفر (سوپر فسفات تریپل) و 300 کیلوگرم در هکتار اوره با ایجاد شیرهایی به عمق 5 سانتی‌متر در وسط پشته‌ها به زمین داده شد. کود اوره به صورت سرک در سه مرحله داده شد: مرحله کاشت، مرحله 2-3 برگی سورگوم و مرحله 6-7 برگی سورگوم. کاشت سورگوم به صورت دستی و به روش خطی (به عمق 3.5 سانتی‌متر) در یکطرف پشته صورت گرفت. لوبیا چشم بلبلی به صورت کپه‌ای (به عمق 4-5 سانتی‌متر) با فواصل متفاوت روی ردیف، در طرف دیگر پشته کشت شد. لوبیا چشم بلبلی در مرحله 2-3 برگی تنک شد. تیمارهای آبیاری بر اساس مراحل نمو گیاه سورگوم اعمال شد (جدول 1). پس از رسیدن سورگوم به مرحله رشد فیزیولوژیک، با رعایت اثر حاشیه دو مترمربع جهت اندازه‌گیری عملکرد از هر کرت برداشت شد. در این مرحله لایه‌ای سیاه رنگ در انتهای دانه‌ها مشاهده می‌شود. پس از برداشت بوته‌ها دانه‌ها به وسیله خرمن کوب از پانیکول جدا و توزین شد. قبل از خرمن کوبی پانیکول‌ها وزن شدند. سپس مقدار عملکرد دانه براساس 12 درصد رطوبت محاسبه شد. برای تعیین اجزای عملکرد از هر کرت 17 بوته به طور تصادفی انتخاب شد. پس از رسیدن لوبیا چشم بلبلی، با رعایت اثر حاشیه به منظور تعیین عملکرد دانه دو مترمربع از هر کرت برداشت شد و دانه‌های موجود توزین شدند. به منظور تعیین اجزای عملکرد 10 بوته بطور تصادفی از هر کرت برداشت شد و تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن صد دانه مورد محاسبه قرار گرفت.

در این آزمایش سورگوم گیاه اصلی و لوبیا چشم بلبلی به عنوان گیاه همراه در نظر گرفته شد. بنابراین به منظور ارزیابی کشت مخلوط و مقایسه بهتر تیمارها، بر اساس قیمت رایج دو محصول در بازار، عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در هر تیمار با استفاده از معادله‌های 1 و 2 (Agegnehu et al., 2006) تبدیل به عملکرد سورگوم شد و از این طریق عملکرد کل سورگوم در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گرفت.

$$EY_{cp} = Y_{cp} \times \frac{P_1}{P_2} \quad (\text{معادله 1})$$

$$EY_i = Y_s + EY_{cp} \quad (\text{معادله 2})$$

در این معادلات، EY_{cp} = عملکرد معادل سورگوم بر اساس لوبیا چشم بلبلی (کیلوگرم در هکتار)، Y_{cp} = عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (کیلوگرم در هکتار)، P_1 = قیمت دانه لوبیا چشم بلبلی (واحد پول بر کیلوگرم)، P_2 = قیمت دانه سورگوم (واحد پول بر کیلوگرم)، EY_i = عملکرد کل سورگوم در الگوهای کشت مخلوط (کیلوگرم در هکتار)، Y_s = عملکرد دانه سورگوم (کیلوگرم در هکتار). بر اساس قیمت رایج در سال 1385 قیمت هر کیلوگرم دانه سورگوم 2500 ریال و هر

درصد کاهش یافت که این امر می‌تواند ناشی از اثرات مثبت حضور لوبیا چشم‌بلبلی به لحاظ تثبیت نیتروژن در کنار سورگوم باشد و همچنین لوبیا چشم‌بلبلی با ایجاد پوشش در سطح خاک مانع از شستشوی مواد غذایی از خاک می‌شود. حضور لوبیا چشم‌بلبلی به عنوان یک گیاه همراه در کشت مخلوط و اثرات مثبت آن بر گیاه مجاور از طریق تثبیت نیتروژن، پوشش سطح خاک، کاهش علف‌های هرز و ممانعت از شستشوی مواد غذایی خاک در مطالعات دیگری نیز گزارش شده است (Gbehounon & Adango, 2002) که با نتایج این آزمایش موافقت دارد. با افزایش تنش عملکرد دانه در تمامی الگوهای کشت از یک روند کاهشی برخوردار بود. در تیمارهای IR₁، IR₂ و IR₃ بیشترین عملکرد در تیمار سورگوم خالص با وجین کامل و کمترین آن در تیمار سورگوم خالص بدون وجین به دست آمد، اما در تیمار IR₄ با اینکه عملکرد در تیمار سورگوم خالص با وجین بالاتر بود، اما با سایر ترکیب‌های کشت تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 3). در تیمار کم آبیاری IR₂ اگر سورگوم با هیچ رقیبی مواجه نباشد می‌تواند در حدود 30 درصد نسبت به سایر ترکیبات، عملکرد بیشتری را داشته باشد.

وزن پانیکول سورگوم به طور معنی‌داری ($P < 1\%$) تحت تأثیر سطوح آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول 1). با افزایش شدت تنش وزن پانیکول از یک روند کاهشی پیروی کرد و حداقل وزن پانیکول در تمامی ترکیب‌های کشت مخلوط در تیمار آبیاری IR₄ مشاهده شد. در تیمارهای آبیاری IR₁ و IR₂ بین کشت خالص سورگوم بدون وجین و الگوهای کشت مخلوط افزایشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول 2) که این امر می‌تواند به علت کنترل مؤثر علف‌های هرز توسط لوبیا چشم‌بلبلی باشد، اما در تیمارهای کم آبیاری IR₃ و IR₄ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و این پدیده شاید به این دلیل باشد که در تنش‌های شدید رطوبتی لوبیا چشم‌بلبلی خود به یک مصرف‌کننده آب تبدیل می‌شود و نمی‌تواند پوشش مناسبی را ایجاد کند تا از طریق کاهش تبخیر از سطح خاک مانع از اتلاف آب شود و یا حتی نمی‌تواند به طور مؤثری علف‌های هرز را کنترل نماید، زیرا در تنش‌های خیلی شدید، علف‌های هرز رقیب قوی‌تری نسبت به لوبیا چشم‌بلبلی به شمار می‌روند (Nassiri Mahallati et al., 2001). کمتر بودن وزن پانیکول سورگوم در تیمارهای تنش به دلیل خروج کم پانیکول‌ها از غلاف برگ و عقیم شدن سنبله‌ها بود. لیوود لو و همکاران (Lud low et al., 1990) گزارش کردند که بارزترین اثر مورفولوژیک کمبود آب پیش از گرده افشانی سورگوم، کاهش میزان خروج پانیکول از غلاف برگ می‌باشد. این کاهش به نوبه خود منجر به افت وزن پانیکول می‌شود که با نتایج این آزمایش در رابطه با ظهور پانیکول و کاهش وزن پانیکول در تیمارهای کم آبیاری مطابقت دارد.

تعداد دانه در پانیکول به طور معنی‌داری ($P < 1\%$) تحت تأثیر

سطوح آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول 1). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در تیمار آبیاری کامل (1526 دانه) و کمترین آن مربوط به تیمار IR₄ (413/9 دانه) بود که یک کاهش 72 درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت، تیمارهای IR₂ و IR₃ نیز به ترتیب یک کاهش 52 و 65 درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (جدول 2). بنابراین در این تحقیق به نظر می‌رسد که تنش آب بعد از شروع تشکیل گل آذین تا زمان خروج گل آذین، تعداد دانه را تحت تأثیر قرار داده است. سووینی و لام (Sweeney & Lamm, 1993) دریافتند که بر خلاف وزن دانه، تعداد دانه در هرپانیکول با آبیاری در مرحله نه برگی نسبت به آبیاری در مراحل بعدی، 31 درصد افزایش یافت. با افزایش شدت تنش بین کشت خالص سورگوم بدون وجین و الگوهای کشت مخلوط در تعداد دانه در پانیکول تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 3)، اما در تیمارهای آبیاری کامل (IR₁) و تنش ملایم در هردو مرحله رویشی و زایشی (IR₂) کشت مخلوط افزایشی نسبت به کشت خالص سورگوم بدون وجین برتری معنی‌داری را در تعداد دانه در پانیکول نشان داد. دلیل این امر را می‌توان چنین بیان داشت که در تنش شدید شاید لوبیا چشم‌بلبلی قادر به تثبیت نیتروژن نمی‌باشد و خود برای جذب نهاده‌ها به رقابت با گیاه اصلی می‌پردازد و یا به علت تنش شدید قادر به رشدی مناسب جهت پوشش سطح زمین و کنترل علف‌های هرز نیست.

وزن هزار دانه به طور معنی‌داری ($P < 1\%$) تحت تأثیر سطوح آبیاری و اثر متقابل آن با الگوهای کشت قرار گرفت (جدول 1). با توجه به نتایج مندرج در جدول 3 بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل با متوسط 35 گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تنش شدید در مرحله رشد زایشی (IR₃) با متوسط 23/5 گرم بود که یک کاهش 33 درصدی را نسبت به تیمار شاهد داشت و همچنین تیمارهای IR₂ و IR₄ نیز یک کاهش 20 درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (جدول 2). وجود شرایط تنش و کاهش رطوبت در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌شود که در نتیجه طول دوره پر شدن دانه‌ها کاهش یافته و مهمترین تأثیر بارز آن بر روی کاهش وزن هزار دانه به عنوان یکی از مهمترین اجزای عملکرد می‌باشد (Narashima & Shivraj, 1998). پتانسیل وزن هر دانه ظاهراً قبل از گرده افشانی تعیین می‌شود، ولی این که دانه بعداً به چه میزانی پر می‌شوند به شرایط زمان پر شدن دانه بستگی دارد. کمبود آب بعد از گرده افشانی عموماً بدان معنی است که دانه‌ها به پتانسیل واقعی خود نمی‌رسند و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. این احتمال وجود دارد که تنش آب فتوسنتز خالص را هم از طریق کاهش سرعت آن و هم از طریق افزایش پیری برگ‌ها، کاهش دهد (Yang et al., 2001). الگوی کشت تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشت و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. با توجه به اثرات متقابل در تمامی الگوهای کشت بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل و

کمترین آن مربوط به تیمار IR₃ بود (جدول 3).

آبیاری کامل با متوسط 281/1 کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار IR₃ با متوسط 104/4 کیلوگرم در هکتار بود که یک کاهش 62 درصدی را نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول 5). البته این تیمار از لحاظ آماری با تیمار IR₄ تفاوت معنی داری نداشت. تیمار IR₂ (تنش ملایم در هر دو مرحله رویشی و زایشی سورگوم) نیز نسبت به تیمار شاهد کاهش 41 درصدی را نشان داد (جدول 5).

عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی

با بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخص شد که عملکرد دانه لوبیاچشم بلبلی تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل آنها در سطح احتمال 1% قرار گرفت (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه لوبیا مربوط به تیمار

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده در سورگوم
Table 1- Analysis of variance (mean of square) for measured traits in sorghum

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن پانیکول Panicle weight	تعداد دانه در پانیکول Number of seed per panicle	وزن هزار دانه 1000-seed weight
تکرار Rep.	3	689247.66 ^{ns}	5555.09 ^{ns}	11649.63 ^{ns}	21.02 ^{ns}
سطوح آبیاری Irrigation level	3	123112180.63 ^{**}	1669046.09 ^{**}	5033033.7 ^{**}	135.62 ^{**}
خطای اصلی Error	9	605352.27	1770.37	8941.28	16.4
الگوی کشت Cropping pattern	4	3812725.23 ^{**}	40585.63 ^{**}	192571.26 ^{**}	8.55 ^{ns}
اثر متقابل I × P	12	440572.21 ^{**}	6149.46 ^{**}	14358.25 ^{**}	14.12 ^{**}
خطای فرعی Error	48	76890.47	414.56	2014.57	3.67
کل Total	79				

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال 1%.
ns and ** are non-significant, significant at the 1% probability levels, respectively.

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات فاکتور اصلی (سطوح آبیاری) بر عملکرد و اجزای عملکرد در سورگوم
Table 2- Mean comparison of main effect (irrigation rates) on sorghum yield and yield components

تیمار Treat.	صفات Trait	عملکرد دانه سورگوم (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	وزن پانیکول (گرم در مترمربع) Panicle weight (g.m ⁻²)	تعداد دانه در پانیکول Number of seed per panicle	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)
IR1		7028 a*	860.5 a	1526 a	35.2 a
IR2		4268 b	462.2 b	731.3 b	28.7 b
IR3		2237 c	280.9 c	528.2 c	23.5 c
IR4		1478 c	219.3 d	413.9 d	27.9 b
S1		4576 a	508.6 a	985.8 a	29.4 a
S2		3710 b	468.0 bc	796.8 b	28.9 a
S3		3584 b	475.2 b	750.6 c	29.3 a
S4		3617 b	453.7 c	766.6 bc	28.4 a
S5		3277 c	373.2 d	699.8 d	27.8 a

IR₁, IR₂, IR₃ و IR₄ به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S₁, S₂, S₃، S₄ و S₅ به ترتیب بیانگر سورگوم خالص با وجین، سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم خالص بدون وجین می‌باشند.

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

IR₁, IR₂, IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S₁: sole sorghum (weed free), S₂, S₃ and S₄ are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S₅: sole sorghum (weeded), respectively. In each column means followed by similar letters are not significantly different (p=5% and 1%).

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (α=0.05).

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و الگوی کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم

Table 3- Mean comparison of interaction effects of irrigation and cropping pattern on sorghum yield and yield components

سطوح آبیاری Irrigation	الگوی کشت Cropping pattern	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	وزن پانیکول (گرم در مترمربع) Panicule weight (g.m ⁻²)	تعداد دانه در پانیکول Number of seed per panicule	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)
IR1	S1	8060 a*	929.8 a	1767 a	37.2 a
IR1	S2	6757 b	873.0 b	1480 b	34.8 a
IR1	S3	7011 b	894.3ab	1468 b	34.5 a
IR1	S4	7139 b	887.0 b	1547 b	35.0 a
IR1	S5	6175 c	718.5 c	1369 c	34.2 a
IR2	S1	5543 d	499.0 de	935.3 d	30.0 b
IR2	S2	4093 e	494.5 de	759.3 e	27.3 bcd
IR2	S3	4012 ef	518.5 d	720.5 e	29.7 b
IR2	S4	4205 e	460.7 e	683.8 e	30.1b
IR2	S5	3488 f	338.1f	558.0 f	26.2 cde
IR3	S1	2910 g	364.8 f	740.0 e	22.9 f
IR3	S2	2364 h	268.0 g	532.5 fg	25.6 cdef
IR3	S3	1946 hi	263.0 g	436.8 hi	24.1 ef
IR3	S4	1970 hi	268.2 g	446.5 ghi	19.9 g
IR3	S5	1993 hi	240.5gh	485.3 fgh	25.0 def
IR4	S1	1792 hij	240.9 gh	500.8 fgh	27.4 bcde
IR4	S2	1625 ijk	236.3 ghi	415.8 hi	28 bcd
IR4	S3	1368 jk	224.9 ghi	377.5 i	28.9 bc
IR4	S4	1155 k	198.9 hi	388.8 i	28.8 bc
IR4	S5	1451ijk	195.6 i	386.8 i	26.1cdef

IR1، IR2، IR3 و IR4 به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید زایشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S1، S2، S3، S4 و S5 به ترتیب بیانگر سورگوم خالص با وجین، سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم خالص بدون وجین می باشند.

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

IR₁, IR₂, IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S₁: sole sorghum (weed free), S₂, S₃ and S₄ are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S₅: sole sorghum (weeded), respectively.

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

چهار کربنه (ارزن) در کشت مخلوط است.

عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی با افزایش تنش از یک روند کاهش پیروی کرد، اما در تمامی تیمارهای مخلوط از تیمار دارای 45 درصد لوبیا چشم بلبلی بیشترین عملکرد بدست آمد (جدول 6)، البته این نتیجه قابل انتظار بود، اما میزان کاهش عملکرد در سایر تیمارها از تراکم تبعیت نمی کنند و کاهش عملکرد بیشتری نسبت به کاهش تراکم نشان می دهند که می تواند به دلیل توان رقابتی پایین تر لوبیا چشم بلبلی در تراکم های کمتر، نسبت به سورگوم و همچنین علف های هرز باشد. البته قابل ذکر است که کاهش عملکرد در دو تیمار دارای 15 و 30 درصد لوبیا چشم بلبلی نسبت به تیمار دارای 45 درصد لوبیا چشم بلبلی در تیمار آبیاری کامل کمتر است و این شاید به دلیل فراهمی بیشتر منابع باشد که موجب کاهش رقابت با سورگوم و همچنین علف های هرز شده است. شایان ذکر است که در تیمارهای کم آبیاری ملایم در دوره رویشی و زایشی (IR₂) بیشترین تفاوت در عملکرد لوبیا در تراکم کشت 45 درصد لوبیا چشم بلبلی

در بسیاری از مطالعات کاهش عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در اثر تنش خشکی گزارش شده است و علت آن را کاهش تعداد گل های بارور و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته و همچنین کاهش کل سطح برگ گیاه و کاهش تعداد دانه ذکر کرده اند (James et al., 2001; Krasova wade et al., 2006).

کاهش عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در اثر کاهش تراکم آن قابل انتظار بود، اما کاهش عملکرد با کاهش تراکم بوته یک رابطه خطی نداشت (جدول 5). معمولاً لوبیا چشم بلبلی در مخلوط با سورگوم یک گیاه مغلوب محسوب می شود و کاهش عملکرد بیشتر آن نسبت به کاهش تراکم ناشی از مغلوب تر بودن آن در تراکم های کمتر است. همچنین در تراکم 45 درصدی لوبیا چشم بلبلی، این گیاه با کنترل مؤثر علف های هرز در رقابت بهتر عمل می کند و به همین دلیل میزان کاهش عملکرد آن کمتر بوده است. نتایج تحقیق نتیر و همکاران (Ntare et al., 1993) نیز نشان دهنده مغلوبیت لگوم (لوبیا) و در نتیجه کاهش عملکردش در مقایسه با یک علف چمنی

بلبلی موجب کاهش تعداد گل‌های بارور و در نهایت کاهش تعداد غلاف شده است. آکایمپنگ (Akyeampang, 1996) گزارش کرد که تنش خشکی در طی یک دوره 12 روزه پس از بازشدن اولین گل در لوبیاچشم‌بلبلی موجب کاهش عملکرد دانه شده و علت این کاهش را، کاهش تعداد غلاف در بوته لوبیاچشم‌بلبلی بیان کرد. کراسوا وید و همکاران (Krasova wade et al., 2006) کاهش 74 تا 89 درصدی تعداد غلاف در بوته را در اثر اعمال تنش خشکی گزارش نمودند. وزن صد دانه لوبیا یکی دیگر از اجزای عملکرد است که تحت تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی می‌باشد. سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری در سطح احتمال 5% بر وزن صد دانه لوبیا چشم‌بلبلی داشت (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن دانه مربوط به تیمار IR4 (متوسط 22/2 گرم) می‌باشد که البته با سایر تیمارهای تنش تفاوت معنی‌داری نشان نداد و کمترین وزن صد دانه مربوط به تیمار آبیاری کامل با متوسط 20/1 گرم بود که کاهشی 9 درصدی را نسبت به سایر تیمارها نشان داد (جدول 5). تعداد دانه بیشتر در تیمار آبیاری شاهد باعث کاهش وزن صد دانه شده است و در تیمارهای تنش به علت تعداد دانه محدود، مواد تولیدی صرف‌پیر شدن همان تعداد محدود می‌شود. افزایش وزن صد دانه در شرایط تنش در سایر مطالعات نیز گزارش شده است، اما افزایش وزن دانه در شرایط تنش نمی‌تواند کاهش تعداد غلاف در بوته را جبران کند و در نتیجه عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد (Akyeampang, 1996).

نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط افزایشی آن با سورگوم ملاحظه گردید. این پدیده مبین آنست که در این تراکم کشت با فراهم شدن شرایط، لوبیا توانسته است که بیشترین رقابت را با علف‌های هرز نموده و از منابع موجود حداکثر بهره‌برداری را نماید. در همین تیمار (IR2-S4) عملکرد دانه سورگوم نیز نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط بیشتر است که خود مبین ترکیب بهینه تراکم لوبیا چشم‌بلبلی با سورگوم به منظور مبارزه با علف‌های هرز و بهره‌برداری حداکثر از منابع تولید برای حصول عملکرد اقتصادی در هر دو گیاه می‌باشد.

تعداد غلاف در لوبیا چشم‌بلبلی و سایر حبوبات از مهمترین اجزای عملکرد و حساس‌ترین جزء عملکرد لوبیا می‌باشد که تحت تأثیر شرایط متغیر محیطی و همچنین اعمال مدیریت‌های مختلف زراعی، تغییرات زیادی را نشان می‌دهد (Rezende & Ramalho, 1994). در این مطالعه تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم‌بلبلی بطور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح مختلف کم آبیاری قرار گرفت (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار آبیاری کامل (IR1) با متوسط 6/8 غلاف در بوته و کمترین آن مربوط به تیمار IR4 با متوسط 2/7 غلاف در بوته می‌باشد که یک کاهش 60 درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت (جدول 5). بین تیمارهای IR2 و IR3 تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد، اما نسبت به تیمار شاهد یک کاهش 47 درصدی را نشان دادند. بنابراین می‌توان گفت که تنش شدید خشکی در اوایل دوره گلدهی لوبیا چشم

جدول 4- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در لوبیا چشم‌بلبلی
Table 4- Analysis of variance (mean of square) for measured traits in cowpea

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	وزن صد دانه
S.O.V	df	Grain yield	Number of pod per plant	100-seed weight
تکرار	3	1552.39 ^{ns}	6.58 ^{ns}	13.82 ^{ns}
Rep.				
سطوح آبیاری	3	77014.28 ^{**}	37.47 ^{**}	12.38 [*]
Irrigation				
خطای اصلی	9	361.85	0.417	3.08
Error				
الگوی کشت	2	19296.81 ^{**}	1.58 ^{ns}	6.78 ^{ns}
Cropping pattern				
اثر متقابل	6	5711.34 ^{**}	2.93 [*]	7.32 ^{ns}
I × P				
خطای فرعی	24	194.15	1.12	2.87
Error				
کل	47			
Total				

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

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

جدول 5- مقایسه میانگین اثرات فاکتورهای اصلی (آبیاری و الگوی کشت) بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی

Table 5- Mean comparison of main factors (irrigations and cropping pattern) on cowpea yield and yield components

صفت Trait	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (g)
تیمار Treat.			
IR1	281.7 a*	6.8 a	20.1 b
IR2	163.6 b	3.7 b	21.9 a
IR3	104.4 c	3.9 b	22.2 a
IR4	120.3 c	2.7 c	22.2 a
S2	151.8 b	5.2 a	21.7 a
S3	143.4 b	4.4 a	22.2 a
S4	207.3 a	4.6 a	20.9 a

IR1، IR2، IR3 و IR4 به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید زایشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S2، S3 و S4 به ترتیب بیانگر سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی می باشند. * میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

IR₁, IR₂, IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S1: sole sorghum (weed free), S2, S3 and S4 are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S5: sole sorghum (weeded), respectively.

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

جدول 6- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و الگوی کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی

Table 6- Mean comparison of the interaction effects of irrigation and cropping pattern on cowpea yield and yield components

سطوح آبیاری Irrigation	الگوی کشت Cropping pattern	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha ⁻¹)	تعداد غلاف در بوته Number pod per plant
IR1	S2	272.5 b*	8.0 a
IR1	S3	272.5 ab	7.3 ab
IR1	S4	300.5 a	5.3 bc
IR2	S2	92.5 de	3.5 cd
IR2	S3	106.5 d	3.3 cd
IR2	S4	251.8 b	4.3 cd
IR3	S2	110.0 d	3.7 cd
IR3	S3	99.0 de	3.7 cd
IR3	S4	162.0 c	4.3 cd
IR4	S2	74.0 e	3.3 cd
IR4	S3	96.2 de	2.7 cd
IR4	S4	143.0 c	2.3 d

IR1، IR2، IR3 و IR4 به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید زایشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S2، S3 و S4 به ترتیب بیانگر سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی می باشند. * میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

IR₁, IR₂, IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S1: sole sorghum (weed free), S2, S3 and S4 are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S5: sole sorghum (weeded), respectively.

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

ارزیابی مخلوط

بهترین روش تجزیه و تحلیل کشت مخلوط همراه با علف هرز، مقایسه عملکرد گیاه زراعی اصلی با مقادیر یا تراکم های گیاه زراعی دیگر در شرایط وجود علف هرز و بدون علف هرز است (Vandermeer, 1989). با توجه به نتایج جدول (7) عملکرد کل سورگوم به طور معنی‌داری ($P<1\%$) تحت تأثیر سطوح مختلف

آبیاری، الگوی کشت و اثر متقابل آنها قرار گرفت. به طور کلی عملکرد کل سورگوم با افزایش تنش رطوبتی در تیمارهای آبیاری، از یک روند کاهشی برخوردار بود. تیمار کم آبیاری IR2 یک کاهش 41 درصدی را نسبت به شاهد داشت که نسبت به سایر تیمارها تفاوت کمتری را با شاهد نشان داد (جدول 8). کاهش عملکرد گیاهان زراعی در اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد در بسیاری از مطالعات

گزارش شده است (James et al., 2001; Mary et al., 2001).

بیشترین عملکرد کل سورگوم از تیمار سورگوم خالص با وجین (S₁) بدست آمد که البته تفاوت معنی داری با تیمار سورگوم به همراه 45% لوبیا چشم بلبلی (S₄) نشان نداد (جدول 8). تیمار سورگوم بدون وجین (S₅) کمترین عملکرد را داشت و کاهش 30 درصدی نسبت به تیمار S₄ نشان داد. از تمامی تیمارهای کشت مخلوط افزایشی عملکرد بیشتری نسبت به تیمار سورگوم خالص بدون وجین حاصل شد (جدول 8). با توجه به این نتایج می توان نتیجه گرفت که تمامی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سورگوم برتری دارند، زیرا علاوه بر کنترل مؤثر علف های هرز، عملکرد کل بیشتری نیز نسبت به کشت خالص بدون وجین سورگوم تولید کردند. همچنین بعضی از تیمارهای کشت مخلوط عملکردی برابر با تیمار سورگوم با وجین کامل (که با هیچ رقیبی مواجه نبود) داشتند که در واقع مبین آن است که میزان تولید در واحد سطح افزایش یافته است. این پدیده شاید به دلیل استفاده مؤثرتر از منابع رشدی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باشد. افزایش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در بسیاری از مطالعات گزارش شده است (Nielson et al., 2003; Tsubo et al., 2003). استفاده مؤثر از منابع رشدی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص و همچنین اثرات غیرمستقیمی که کشت مخلوط بر کنترل علف های هرز دارد، از دلایل عمده این نتیجه ذکر شده اند (Banik et al., 2006). در بررسی که اسوالد و همکاران (Oswald et al., 2002) بر روی کشت مخلوط ذرت با گیاهان همراه از قبیل لوبیا چشم بلبلی به منظور

کنترل علف های هرز انجام دادند، گزارش کردند که تولید کل در واحد سطح در تمامی ترکیب های مخلوط بیشتر از تک کشتی ذرت بوده، همچنین علف های هرز نیز کنترل شده و بیشترین درآمد ناخالص نیز از ترکیب های کشت مخلوط بدست آمده است. در کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا با افزایش درصد تراکم باقلا اگرچه عملکرد جو مقداری کاهش یافت، اما عملکرد کل افزایش یافت و علف های هرز نیز به طور مؤثری کنترل شدند (Agegnehu et al., 2006). بررسی اثر متقابل سطوح آبیاری و الگوهای مختلف کشت نشان داد که عملکرد کل سورگوم در تیمار سورگوم خالص + 45% لوبیا چشم بلبلی (S₄) در تمامی تیمارهای آبیاری از سایر ترکیب های مخلوط بیشتر بود، البته در تیمار آبیاری شاهد و IR₄ تفاوت معنی داری بین ترکیب های مخلوط مشاهده نشد (جدول 9). در تمامی تیمارهای آبیاری به استثنای تیمار IR₄، تیمارهای کشت مخلوط عملکرد کل بالاتری نسبت به سورگوم خالص بدون وجین داشتند که شاید به دلیل کنترل علف های هرز و استفاده مؤثرتر از منابع باشد. در تیمار IR₁ نیز عملکرد کل در ترکیب های مخلوط معادل عملکرد در سورگوم خالص با وجین بود. همچنین در تیمارهای IR₃ و IR₄ تفاوت معنی داری بین ترکیب های مخلوط و تیمار سورگوم خالص با وجین که با هیچ رقیبی مواجه نبوده است، مشاهده نشد. این نتیجه شاید به دلیل استفاده مؤثر از منابع رشدی و در نتیجه پایداری بیشتر عملکرد در شرایط تنش های محیطی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باشد. در این رابطه تسفامیکل و ردی (Teffamicheal & Reddy (1996) گزارش کردند که در محیط های با تنش بالا، ثبات عملکرد مخلوط بیشتر از محیط های با تنش کمتر است.

جدول 7- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کل (معادل) سورگوم
Table 7- Analysis of variance (mean of square) for equivalent yield in sorghum

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد کل سورگوم (EYi) Sorghum Equivalent yield
تکرار Rep.	3	503741.99 ^{ns}
سطوح آبیاری Irrigation level	3	143083293.96 ^{**}
خطای اصلی Error	9	725180.39
الگوی کشت Cropping pattern	4	4777967.04 ^{**}
اثر متقابل I × P	12	757417.05 ^{**}
خطای فرعی Error	48	81930.34
Total کل	79	

** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد ns: غیر معنی دار

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

جدول 8- مقایسه میانگین اثرات فاکتورهای اصلی (الگوی کشت و سطوح آبیاری) بر عملکرد کل (معادل) سورگوم

Table 8- Mean comparison of main factors effects (cropping pattern and irrigation levels) on equivalent yield in sorghum

صفت Trait	عملکرد کل سورگوم (EY _i) (کیلوگرم بر هکتار) Sorghum equivalent yield (kg.ha ⁻¹)
Treat.	
S1	4576 a*
S2	4366 ab
S3	4275 b
S4	4212 a
S5	3277 c
IR1	7839 a
IR2	4560 b
IR3	2708 c
IR4	1779 d

IR1، IR2، IR3 و IR4 به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید زایشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S2، S3 و S4 به ترتیب بیانگر سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی می‌باشند.

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

IR₁، IR₂، IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S1: sole sorghum (weed free), S2, S3 and S4 are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S5: sole sorghum (weeded), respectively.

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

جدول 9- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح آبیاری و الگوی کشت بر عملکرد کل (معادل) سورگوم

Table 9- Mean comparison of interaction of main effects (irrigation level and cropping pattern) on equivalent yield of sorghum

سطوح آبیاری Irrigation	الگوی کشت Cropping pattern	عملکرد کل سورگوم (EY _i) (کیلوگرم بر هکتار) Sorghum equivalent yield (kg.ha ⁻¹)
IR1	S1	8060 a*
IR1	S2	8199 a
IR1	S3	8316 a
IR1	S4	8447 a
IR1	S5	6175 b
IR2	S1	5543 c
IR2	S2	4252 e
IR2	S3	4534 ed
IR2	S4	4982 d
IR2	S5	3488 f
IR3	S1	2910 fg
IR3	S2	3035 g
IR3	S3	2421 gh
IR3	S4	3179 f
IR3	S5	1993 hi
IR4	S1	1792 i
IR4	S2	1980 hi
IR4	S3	1830 hi
IR4	S4	1841 hi
IR4	S5	1451 i

IR1، IR2، IR3 و IR4 به ترتیب بیانگر آبیاری کامل، تنش ملایم در مرحله رویشی و زایشی، تنش ملایم در مرحله رویشی و شدید زایشی و تنش شدید در مرحله رویشی و ملایم زایشی، حروف S2، S3 و S4 به ترتیب بیانگر سورگوم + 15% لوبیا چشم بلبلی، سورگوم + 30% لوبیا چشم بلبلی و سورگوم + 45% لوبیا چشم بلبلی می‌باشند.

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

IR₁، IR₂، IR₃ and IR₄ are normal irrigation (control), moderate moisture stress during vegetative and generative growth, moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, respectively. S1: sole sorghum (weed free), S2, S3 and S4 are additive series of 15, 30 and 45% of sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, S5: sole sorghum (weeded), respectively.

* Means with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

- 1- Alizadeh, A. 2001. Drought and necessity of increase in water productivity. Quarterly Science-Extension of Aridity and Agricultural Drought 2: 3-8.
- 2- Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.
- 3- Akyeampong, E. 1996. Some responses of cowpea to drought stress. Congress: potentials of drilling vegetable in farming systems of sub sahara African workshop. pp: 141-159.
- 4- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and Weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
- 5- Gbehounou, G., and Adango, E. 2002. Trap crops of *Striga hermonthica*: in vitro identification and effectiveness *in situ*. Crop Protection 22: 395 – 404.
- 6- James, R. F., Carl, R.C., and Philip, J.B. 2001. Drought-stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. Crop Science 41: 797-763.
- 7- Krasova-Wade, T., Diouf, O., Ndoeye, I., Elimane sal, C., Braconnier, S., and Neyra, M. 2006. Water condition effects on rhizobia competition for cowpea nodule occupancy. African Journal of Biotechnology 5: 1457-1463.
- 8- Lud low, M.M., Santamaria, J.M., and Fukai, S. 1990. Contribution of osmotic adjustment of grain yield in sorghum (*sorghum bicolor*) under water limited conditions. II. Water stress after anthesis. Australian Journal of Agricultural Research 41: 67-78.
- 9- Maman, N., Mason, S.C., Lyon, D.J., and Dhungana, P. 2004. Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. Crop Science 44: 2138-2145
- 10- Mary, J.G., Jeffrey, C.S., Katherine, O.B., and Edward, S. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science 41: 327-335.
- 11- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Second edition. Tehran University Press. 262 pp. (In Persian)
- 12- Narashima Rao, C.L., and Shivraj, A. 1998. Effect of water stress on grain growth of glossy and non glossy varieties of grain sorghum. Indian Journal of Agricultural Science 58: 770 – 773.
- 13- Nassiri Mahllati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P., and Beheshti, A. 2001. (Translation). Agroecology. Ferdowsi University Press. Pp: 15. (In Persian)
- 14- Nielson, Hauggaard, H., Jornsagaard, B., and Steen, J.E. 2003. Legume-Cereal intercropping system as a weed management tool. In: Proceeding of the 4th Europe. Weed Research Society, Workshop: Crop Weed Competition Interaction. Universita Tusca, Viterbro, Italy, 10-12th April.
- 15- Ntare, B.R., Williams, J.H., and Bationo, A. 1993. Physiological determinants of cowpea seed yield affected by phosphorus fertilizer and sowing dates intercrop with millet. Field Crops Research 53: 151-158.
- 16- Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J., and Sauerborn, J. 2002. Intercropping control *Striga* in maize based farming system. Crop Protection 21: 367-374.
- 17- Red Fearn, D., Bextun, D.R., and Devin, T.E. 1999. Sorghum intercropping effects on yield, morphology and quality of forage soybean. Crops Science Society of America 39: 1380-1384.
- 18- Rezende, G.D., and Ramalho, M.A. 1994. Competitive ability of maize and common bean cultivars intercropped in different environments. Journal of Agriculture Science 123: 185-190.
- 19- Sweeney, D.W., and Lamm, F.R. 1993. Timing of limited and N-injection for grain sorghum. Irrigation Science 14: 35-39.
- 20- Tesfamicheal, N., and Reddy, M.S. 1996. Maize/bean intercropping effects on component yield, land use efficiency and net-returns at Awassa and Melkassa. Proceedings of the 1st Conference of the Agronomy and Crop Physiology Society of Ethiopia. Addisababa, Ethiopia, pp. 51-55.
- 21- Tsubo, M., Mukhala. E., Ogindo, H., Walker, S. 2005. Productivity of maize-bean intercropping in a semi-arid region of South Africa. Water Search 29: 381-388.
- 22- Vandermeer, J. 1989. The Ecology of intercropping Department of Biology university of Michigan. U.S.A. University Press Cambridge.
- 23- Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Liu, L. 2001. Water deficit induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agronomy Journal 93: 196-206.



تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) و رفتار بنه‌ها

علیرضا کوچکی^{1*}، آسیه سیاهمرگویی²، گلثومه عزیزی³ و مریم جهانی⁴

تاریخ دریافت: 1389/04/04

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم و عمق کاشت بر خصوصیات زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی 1387-1388 و 1388-1389 در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت در شش سطح 8، 11، 13، 16، 19 و 21 تن بنه در هکتار و عمق کاشت در سه سطح 10، 15 و 20 سانتی متر از سطح خاک بود. نتایج نشان داد که گلدهی زعفران در سال دوم در مقایسه با سال اول افزایش یافت. بیشترین و کمترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله به ترتیب در عمق کاشت 15 سانتیمتر و 10 سانتیمتر مشاهده شد. با افزایش تراکم بنه، تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. بیشترین عملکرد گل و کلاله در سال زراعی دوم و در تیمار تراکم 19 تن در هکتار با عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک بدست آمد. بیشترین کمترین تعداد بنه تولید شده در تراکم 21 و 8 تن در هکتار به ترتیب با 213/17 و 80/22 تن بنه در متر مربع دیده شد، اما بیشترین وزن خشک بنه در تیمار 11 تن در هکتار بدست آمد. بیشترین تعداد بنه در عمق کاشت 10 سانتیمتر و کمترین آن نیز در عمق کاشت 20 سانتیمتر وجود داشت. اما بیشترین و کمترین وزن خشک بنه در عمق کاشت 20 سانتیمتر و 10 سانتیمتر به ترتیب با 164/07 و 147/33 گرم در متر مربع بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: کاشت پرتراکم، عمق کاشت، عملکرد بنه، عملکرد کلاله

مقدمه

با گسترش سطح زیر کشت، میانگین عملکرد در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب به 3/34 و 3/58 کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است و این امر طلب می‌نماید تا شیوه‌های نوین تولید زعفران مورد توجه قرار گیرد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009). عوامل زیادی مانند اقلیم، علف‌های هرز، بیماری‌ها، آبیاری، انبارداری و تاریخ کاشت، انواع کودها اعم از کودهای شیمیایی، بیولوژیک و حیوانی در تعیین کمیت و کیفیت زعفران تولیدی نقش بسزایی دارند (Hemmati-Kakhki & Hoseini, 2003).

در این میان بهشتی و فراوانی (Beheshti & 2003) Faravani و نادری - درباغشاهی (Naderi- et al., 2008) Darbaghshahi تعیین تراکم و عمق کاشت بهینه را یکی از مهمترین راهکارهای افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح عنوان نمودند.

با وجود آنکه تراکم بوته در واحد سطح بسته به روش کشت، عادت زارعین و اندازه بنه از 1/5 تا 10 تن در هکتار متغیر است (Amirghasemi, 2001)، اکثر پژوهش‌های انجام یافته در ایران تراکم بوته 50 بوته در متر مربع را در کشت ردیفی برای حصول

زعفران (*Crocus sativus* L.) به عنوان گرانبهاترین محصول کشاورزی و دارویی جهان جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد و در صنایع غذایی، بهداشتی و آرایشی، دارویی، رنگرزی، عطر سازی و هنر کاربرد دارد. استان‌های خراسان رضوی و جنوبی قطب عمده تولید زعفران در ایران هستند، به طوریکه در سال زراعی 1386، خراسان رضوی با 44830 هکتار و 148/5 تن زعفران در هکتار و خراسان جنوبی با 13328 هکتار و 35/8 تن تولید را به خود اختصاص داد (Mollafilabi & Shoorideh, 2009).

در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Koocheki et al., 1997). متأسفانه

1، 2 و 3 - به ترتیب استاد دانشگاه فردوسی مشهد، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، استادیار دانشگاه پیام نور واحد سبزوار و دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

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

عمق کاشت بنه زعفران در شرایط گناباد دریافتند که بیشترین عملکرد و کمترین خسارت کنه در عمق کاشت 15 تا 20 سانتیمتر خاک مشاهده شد، عملکرد زعفران به ترتیب در اعماق 15 و 20 سانتیمتر خاک بدست آمد. سعیدی - راد (Saeedi-rad, 2000) با هدف ساخت بنه کار دو ردیفه زعفران، عمق مناسب برای کشت بنه‌های زعفران را 15 سانتیمتر در نظر گرفت.

با توجه به اینکه عملکرد زعفران در سال اول کشت از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست، به نظر می‌رسد با استفاده از الگوهای کشت پرتراکم، می‌توان تا حدودی کاهش عملکرد اولیه را جبران کرد. در سال‌های اخیر کشاورزان زعفران کار تمایل زیادی به افزایش مقدار بنه در هکتار نشان داده‌اند. از اینرو چنین بنظر می‌رسد که الگوهای کشت قدیمی که با مقدار سه تن در هکتار انجام می‌شد، در حال تغییر باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر عمق کاشت و الگوهای کشت پرتراکم بنه زعفران بر خصوصیات زراعی و رفتار بنه-های آن در شرایط مشهد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی 1387-1388 و 1388-1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت در شش سطح 8، 11، 13، 16، 19 و 21 تن بنه در هکتار و عمق کاشت در سه سطح 10، 15 و 20 سانتی‌متر از سطح خاک بود. تراکم کاشت مورد نظر با در نظر گرفتن متوسط وزن بنه بین 8-10 گرم و فاصله ردیف 30 سانتی‌متر تنظیم شد.

ابعاد هر کرت آزمایشی $3 \times 1/5$ متر و فاصله بین کرت‌ها در هر تکرار 0/5 متر و بین بلوک‌ها 1 متر بود. کشت در اواخر شهریور ماه سال 1387 صورت گرفت و آبیاری اول همزمان با کشت بصورت سنگین و آبیاری دوم بصورت سبک یک هفته بعد از کاشت به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. نمونه برداری‌ها از کرت‌های آزمایشی همزمان با شروع گل‌دهی آغاز شد و گل‌های ظاهر شده بصورت روزانه جمع آوری و شمارش گردید و سپس جهت تعیین وزن خشک و تر گل، کلاله و گلبرگ بصورت جداگانه به آزمایشگاه منتقل شد. همچنین نمونه گیری تخریبی از بنه‌های زعفران در انتهای فصل رشد در هر دو سال زراعی صورت گرفت و اجزای مختلف آن شامل تعداد بنه‌های دختری و وزن خشک بنه‌ها اندازه گیری شد.

به منظور آنالیز داده‌ها و ترسیم اشکال از نرم افزارهای Minitab 13 و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) استفاده شد.

حداکثر عملکرد زعفران توصیه نمودند (Kafi, 2002). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009 b) با مطالعه اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی و الگوهای کشت پرتراکم بنه زعفران دریافتند که کاربرد دلفارد توام با مقادیر 4 و 8 تن در هکتار بنه زعفران، بیشترین عملکرد زعفران را تولید کرد. بهنیا و مختاری (Behnia & Mokhtari, 2009) نیز اثر روش کاشت (توده‌ای و ردیفی) و تراکم بنه زعفران (5، 10 و 15 تن در هر 30 سانتیمتر از ردیف کاشت) را بر عملکرد زعفران در طی یک دوره چهارساله مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که در سال چهارم کشت ردیفی همراه با 15 و 10 تن در هر 30 سانتیمتر از ردیف کاشت، بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. گرسا و همکاران (Gresta et al., 2008) ضمن یادآوری جایگاه زعفران در کشاورزی پایدار، اظهار داشتند که میزان بنه مورد نیاز بسته به یکساله یا چندساله بودن مزرعه متفاوت است. بنحوی که در کشت یکساله فاصله ردیف 15 سانتیمتر و فاصله بین بنه‌ها 3 تا 8 سانتیمتر و در کشت چندساله فاصله بین ردیف 10 تا 15 سانتیمتر و فاصله بین بنه‌ها 20 تا 25 سانتیمتر عملکرد خوبی را به دنبال خواهد داشت. در مطالعه‌ای دیگر (Koocheki et al., 2009 a) با مطالعه الگوهای کشت مختلف (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (4، 8 و 12 تن در هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با 12 تن بنه در هکتار بدست آمد. اگر چه محمدآبادی و همکاران (Mohamad-Abadi et al., 2007) اظهار داشتند که تفاوت معنی‌داری در بین تراکم‌های مختلف کشت در عملکرد گل و کلاله وجود نداشت، با این وجود با افزایش فاصله کشت، عملکرد گل و کلاله کاهش یافت.

همانگونه که اشاره شد تعیین عمق کاشت مناسب نیز یکی دیگر از راهکارهای افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح زمین می‌باشد (Beheshti & Faravani, 2003). عمق کاشت مناسب باعث حفاظت بنه‌ها در زمستان از یخ زدگی و در تابستان از گرم‌زدگی می‌شود، اما کاشت عمیق‌تر از 20 سانتی‌متر بنه‌ها ممکن است در سبز شدن این گیاه و خروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. بر این اساس در زراعت زعفران عمق کاشت 15 تا 20 سانتی‌متری معمول است (Abrishami, 1997). در اسپانیا نیز عمق کاشت مناسب زعفران را 20 سانتی‌متر عنوان نموده‌اند، ولی در ایتالیا که زعفران به عنوان یک محصول یکساله کشت می‌شود، عمق کاشت را 8 تا 10 سانتیمتر در نظر می‌گیرند (Ait-aubahou & EI-otmani, 1999; Tammamon, 1999). وفابخش و همکاران (Vafabakhsh et al., 2009) در یک آزمایش هفت ساله، اثر عمق کاشت (10، 20 و 30 سانتیمتر) و آبیاری تابستانه را بر عملکرد زعفران مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که عمق کاشت 20 سانتیمتر بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. در مطالعه‌ای دیگر مختاریان و رحیمی (Mokhtarian & Rahimi, 2006) با بررسی

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر عمق کاشت و تراکم بنه بر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله (متر مربع) در جدول 1 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود اثرات ساده و متقابل عوامل مورد بررسی بر کلیه پارامترها از نظر آماری معنی‌دار بود. اثر عمق‌های مختلف کاشت بر تعداد گل در متر مربع زعفران در شکل 1 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد گل در متر مربع در عمق کاشت 10 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد. با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، تعداد گل زعفران از 10 به 30 گل در متر مربع افزایش یافت، ولی با رسیدن عمق کاشت به 20 سانتیمتر، تعداد گل روند نزولی داشت. چنین بنظر می‌رسد که با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، برای رسیدن جوانه گل و برگ به سطح خاک، انرژی بیشتری مصرف شده و به تبع آن، تعداد جوانه‌های گل گیاه کاهش یافته است. علاوه بر این از آنجا که در محصولات زعفران، تهیه بستر نرم و مناسب

برای دستیابی به عملکرد مطلوب الزامی است، بنظر می‌رسد که کلوخه‌ای بودن نسبی زمین تحت آزمایش در خروج جوانه‌های گل از اعماق بیشتر خاک (20 سانتیمتر در مقایسه با 15 سانتیمتر) مشکل آفرین شده باشد. شاید دلیل افزایش تعداد گل با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر این امر باشد که پیاز زعفران به سمت سطح خاک تولید پیازچه‌های دختری کرده و در عمق کم، این پیازها به سطح خاک بسیار نزدیک بوده و تحت تأثیر شدید عوامل محیطی، آغازی‌های گل به خوبی در آنها تشکیل نمی‌گردد.

دی‌جوان و همکاران (de Juan et al., 2009) نیز با بررسی اثر عمق کشت دریافتند که تعداد گل در عمق 10 سانتیمتر در مقایسه با عمق 20 سانتیمتر بیشتر بود. در کل نتیجه بدست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیق سایر محققان ایرانی مانند مختاریان و رحیمی (2006) (Mokhtarian & Rahimi) که بیشترین عملکرد و کمترین جمعیت بنه را در عمق کاشت 15 تا 20 سانتیمتر بدست آوردند، همخوانی ندارد.

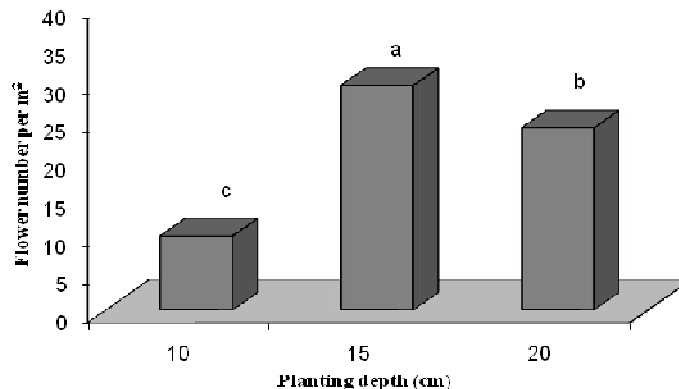
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر عمق کاشت و تراکم بنه بر برخی از پارامترهای کمی زعفران

Table 1- Variance analysis (mean of squares) of effects of planting depth and corm density on some of quantitative characteristics of saffron

منابع تغییرات Variation resources	درجه آزادی Degree of freedom	تعداد گل Flower number	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	وزن خشک کلاله Stigma dry weight
بلوک Block	2	108.418*	0.287*	0.002 ^{ns}
عمق کاشت Planting depth	2	3748.189*	0.601*	0.046*
تراکم بنه Corm density	5	1160.570*	0.991*	0.016*
عمق × تراکم density × Depth	10	601.364*	0.657*	0.005*
خطای 1 Error 1	34	20.619*	0.020*	0.001*
سال Year	1	12770.295*	12.492*	0.233*
سال × عمق Year × depth	2	2336.534*	2.576*	0.024*
سال × تراکم Year × density	5	1004.633*	0.864*	0.015*
سال × عمق × تراکم density × depth × Year	10	571.454*	0.610*	0.005*
خطای 2 Error 2	36	12.937*	0.024*	0.001*
ضریب تغییرات CV (%)	107	17.08	23.09	32.61

* معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

* is significant at 5% probability levels



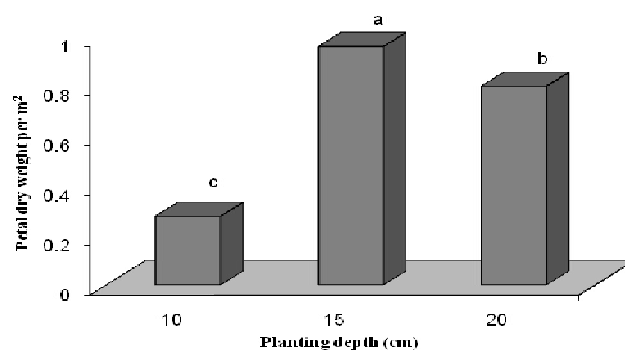
شکل 1- اثر عمق های کاشت بر میانگین تعداد گل زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89
Fig. 1- Effect of planting depth on flower number of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

کمتری صرف رشد و توسعه گلبرگ‌های زعفران شده است. اثر عمق‌های کاشت مختلف بر وزن خشک کلاله زعفران در متر مربع در دو سال زراعی در شکل 3 نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود با افزایش عمق کاشت بنه، وزن خشک کلاله به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل 3). کمترین میزان وزن خشک کلاله در عمق کاشت 10 سانتیمتر (0/045 گرم در متر مربع) و بیشترین میزان وزن خشک کلاله در عمق کاشت 15 سانتیمتر (0/113 گرم در متر مربع) بدست آمد. البته بین عمق‌های کاشت 15 و 20 سانتیمتر، از نظر وزن خشک کلاله در متر مربع، اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت.

اثر عمق کاشت بنه بر وزن خشک گلبرگ معنی‌دار بود (شکل 2). با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، وزن گلبرگ افزایش و در عمق کاشت 20 سانتیمتر، مجدداً کاهش یافت. بدیهی است که با افزایش تعداد گل در متر مربع با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، عملکرد گلبرگ نیز افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش عمق کاشت به دلیل فاصله زمانی بیشتر در ظهور گل روی سطح خاک، فرصت رشد سلول‌های گلبرگ و یا بر اندام‌های گل بیشتر شده و در نهایت وزن تک گل بیشتر می‌شود. از سوی دیگر، با افزایش عمق کاشت، از 15 به 20 سانتیمتر، به منظور رساندن گل به سطح خاک، انرژی بیشتری صرف رشد لوله گل و به این ترتیب مواد غذایی



شکل 2- اثر عمق‌های کاشت بر میانگین وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89
Fig. 2- Effect of planting depth on petal dry weight of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

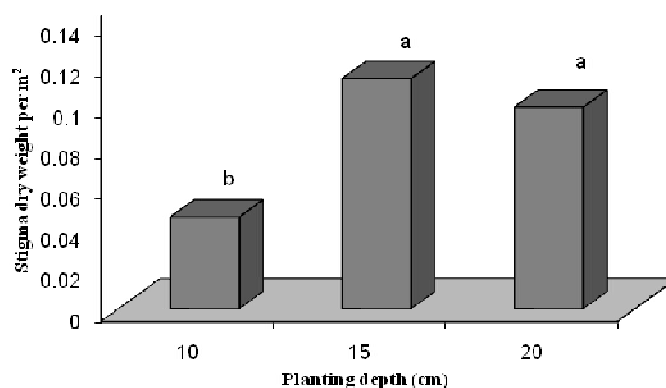
میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

نباشد.

همانگونه که در شکل 4 مشاهده می‌شود اثر متقابل سال و عمق‌های کاشت مختلف بر تعداد گل زعفران در متر مربع معنی‌دار بود. در هر سه عمق کاشت، تعداد گل زعفران در سال اول در مقایسه با سال دوم کمتر بود. کمترین میزان گلدهی نیز در عمق کاشت سطحی 10 سانتیمتر در سال زراعی اول مشاهده شد. در دوسال زراعی مورد بررسی و در بین عمق‌های کاشت مختلف، بیشترین تعداد گل مربوط به عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک در سال زراعی دوم (49 گل در متر مربع) بود (شکل 4). از آنجاکه اغلب، گل زعفران قبل از هر اندام هوایی دیگر ظاهر می‌شود، تشکیل گل و عملکرد اقتصادی زعفران در هر سال وابسته به ذخیره مواد فتوسنتزی در بنه زعفران در سال زراعی قبل است. به همین دلیل گیاه زعفران در هر سال زراعی مازاد مواد فتوسنتزی خود را جهت تشکیل بنه‌های جدید و همچنین آغازش و تکامل گل به اندام‌های زیرزمینی منتقل می‌کند (Kafi, 2002). از اینرو طبیعی است که با افزایش سن زمین تحت کشت زعفران، به دلیل افزایش تعداد بنه‌های دختری، عملکرد نیز افزایش یابد. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) نیز با بررسی سن مزارع زعفران (یکساله، دوساله، سه ساله و چهارساله) دریافتند که بیشترین عملکرد در سال دوم و سوم بدست آمد. در تحقیق نامبردگان، تعداد گل در سال دوم و سوم بطور متوسط 370 گل در متر مربع بود که در مقایسه با سال اول 112 درصد و در مقایسه با سال چهارم 174 درصد بیشتر بود.

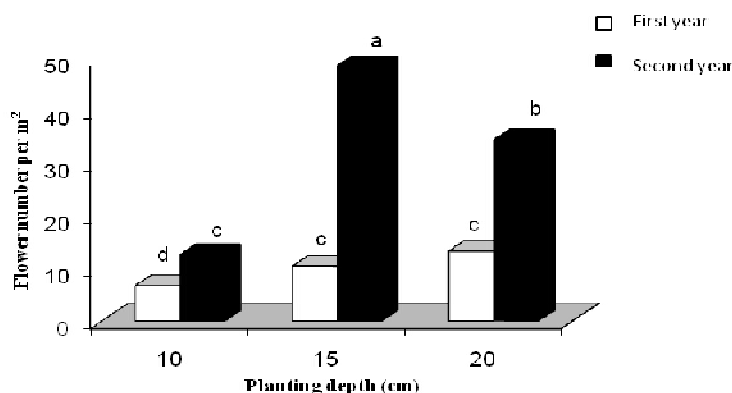
از آنجا که تعیین عمق مناسب کاشت در حفاظت بنه‌ها از سرمای زمستان و گرمای تابستان اهمیت زیادی دارد، بنظر می‌رسد که پایین بودن تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در عمق 5 سانتیمتر به حساس بودن بنه‌های زعفران نسبت به فاکتورهای محیطی فوق‌الذکر ارتباط داشته باشد. از سوی دیگر، با توجه به نتایج اشکال 2 و 3 می‌توان چنین استنباط کرد که با افزایش عمق کاشت از حد مطلوب، سهم اندام‌های جنسی نظیر مادگی از نظر تخصیص مواد فتوسنتزی به آن تغییر نیافته و از سهم اندام‌های دیگر نظیر گلبرگ کاسته شده است. گریستا و همکاران (Gresta et al., 2009) با بررسی رابطه بین عملکرد گل و کلاله در شرایط محیطی مختلف دریافتند که تعداد گل با وزن کلاله همبستگی مثبت داشت، اما بین تعداد گل و وزن تک گل رابطه منفی دیده شد. این امر نشان می‌دهد که در شرایط خاص، گیاه سهم اختصاص مواد فتوسنتزی به کلاله را تغییر نداده و از سهم سایر قسمت‌ها می‌کاهد. ابریشمی (1997) (Abrishami) اظهار داشت که کاشت عمیق‌تر از 20 سانتی متر بنه‌های زعفران، ممکن است در سبز شدن این گیاه و خروج گل‌ها از خاک اختلال ایجاد کند و باعث افت شدید عملکرد شود. اگر چه در این مطالعه بر خلاف اکثر مطالعات انجام شده که عمق کاشت مطلوب برای بنه‌های زعفران را 15 تا 20 سانتیمتر گزارش کرده‌اند (Mokhtarian & Rahimi, 2006; Vafabakhsh et al., 2009)، بهترین عمق کاشت 10 سانتیمتر بدست آمد. بنظر می‌رسد که استفاده از تراکم‌های بالا بنه در این تحقیق در حصول این نتیجه بی‌تأثیر



شکل 3- اثر عمق‌های کاشت بر میانگین وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89
Fig. 3- Effect of planting depth on stigma dry weight of saffron during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

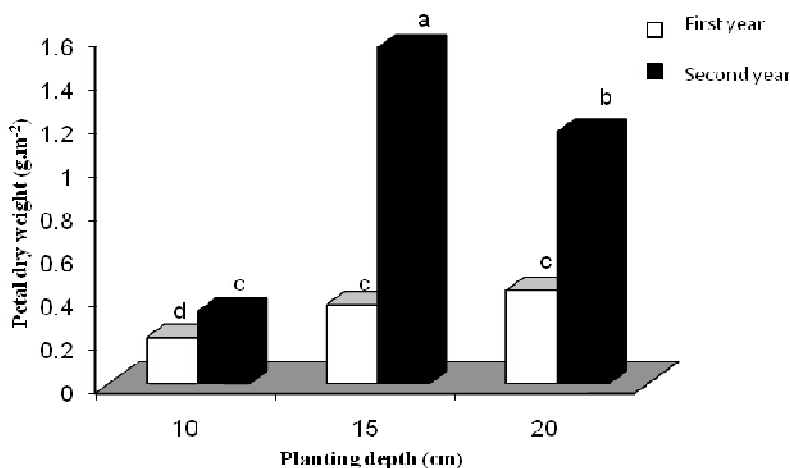


شکل 4- مقایسه اثر عمق‌های کاشت بر تعداد گل زعفران در متر مربع در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89
 Fig. 4- The effect of planting depth on flower number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010
 میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

عمق کاشت 10 سانتیمتر در سال زراعی اول بود و بیشترین میزان وزن خشک کلاله در تیمار عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک، در سال زراعی دوم مشاهده شد. طبیعی است که در گیاهان چندساله، در سال زراعی اول گیاه انرژی بیشتری را صرف استقرار و انطباق با محیط می‌کند و در سال‌های زراعی بعد، انرژی بیشتری را به افزایش زیست توده و رشد زایشی اختصاص می‌دهد (Koocheki et al., 2008).

همانگونه که در شکل 5 مشاهده می‌شود، وزن خشک گلبرگ در سال زراعی دوم در مقایسه با سال زراعی اول افزایش یافت. در هر دو سال زراعی با افزایش عمق کاشت از 10 به 15 سانتیمتر، وزن خشک گلبرگ افزایش یافت. بیشترین وزن خشک گلبرگ در سال زراعی دوم و در عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد. اثر سال و عمق کاشت بر وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار بود (شکل 6). کمترین وزن خشک کلاله مربوط به تیمار



شکل 5- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89
 Fig. 5- The effect of planting depth on petal dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010
 میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

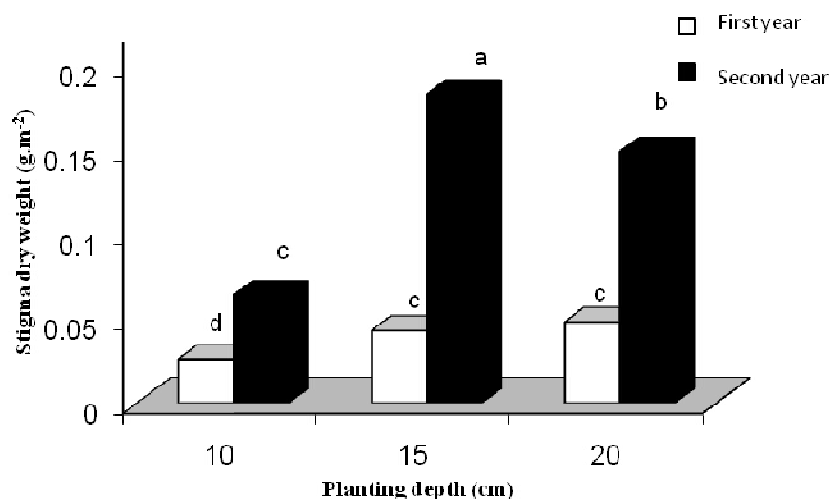
Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

هکتار) دریافتند که بیشترین عملکرد زعفران در تیمار کشت ردیفی همراه با 12 تن بنه در هکتار بدست آمد. این امر قابلیت استفاده از کشت‌های پرتراکم بنه زعفران را بر افزایش عملکرد پرتراکم‌تر می‌سازد. شوریده و ملافیلابی (2009) & Mollafilabi (Shoorideh) نیز کاشت بنه‌های زعفران با تراکم‌های بالا را در افزایش تولید مؤثر دانست.

همانگونه که در شکل 8 مشاهده می‌شود، با افزایش تراکم بنه، وزن خشک گلبرگ، روند افزایشی داشت. مشابه تأثیر تراکم بنه زعفران بر تعداد گل، بیشترین میزان وزن خشک گلبرگ نیز در تراکم بنه 19 تن در هکتار مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تراکم 21 تن بنه در هکتار نداشت.

روند تغییرات وزن خشک کلاله با تغییر تراکم در شکل 9 نشان داده شده است. با افزایش تراکم وزن خشک کلاله در واحد سطح روند افزایشی داشت کمترین میزان وزن خشک کلاله مربوط به تیمار تراکمی 8، 11 و 13 تن بنه در هکتار بود و بیشترین میزان وزن خشک کلاله نیز در تیمارهای تراکمی 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. تمپرینی و همکاران (2009) & Tempperini et al. نیز با بررسی تراکم‌های مختلف بنه زعفران شامل کم تراکم (با 76، 91 و 93 بنه در متر مربع)، متوسط تراکم (با 111، 114 و 119 بنه در متر مربع) و پر تراکم (با 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) دریافتند که بیشترین وزن خشک کلاله در تیمارهای متوسط تراکم (در دو سطح 111 و 119 بنه در متر مربع) و پرتراکم (در سه سطح 139، 143 و 179 بنه در متر مربع) بدست آمد. کمترین وزن خشک کلاله نیز در تراکم 93 بنه در متر مربع از سری تیمارهای کم تراکم دیده شد.

بنابراین بزرگ شدن اندازه بنه در سال‌های زراعی بعدی، توام با افزایش تعداد بنه‌های دختری، منجر به افزایش عملکرد در سال دوم در مقایسه با سال زراعی اول خواهد شد، اما باید به این نکته توجه داشت که در سال‌های بعد، ممکن است به دلیل افزایش سن بنه‌ها و پیر شدن آنها، عملکرد کاهش یابد. لطیفی و مشایخی (Latifi & Mashayekhi, 1996) با بررسی وزن بنه بر عملکرد زعفران دریافتند که در سال اول بیشترین گلدهی مربوط به بنه‌های 22/5 گرم (با تولید 2/3 گل به ازای هر بنه)، در سال دوم مربوط به بنه‌های 23/5 گرم (با تولید 3/4 گل به ازای هر بنه) و در سال سوم مربوط به بنه‌های 26/5 گرم (با تولید 2/6 گل به ازای هر بنه) اعلام نمودند و چنین عنوان نمودند که افزایش وزن بنه‌ها بیش از حد معینی، سبب کاهش تعداد گل در بوته می‌شود که احتمالاً علت این امر ورود بنه‌ها به مرحله پیری می‌باشد. شوریده و ملافیلابی (2009) & Mollafilabi (Shoorideh & کوتاه سازی عمر مزارع زعفران به چهار سال را یکی از راهکارهای مناسب در افزایش عملکرد زعفران عنوان نمودند. اثر تراکم‌های مختلف بنه بر تعداد گل زعفران در شکل 7 نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مورد نظر ملاحظه می‌شود با افزایش تراکم بنه زعفران در واحد سطح، تعداد گل نیز به طور معنی‌داری، افزایش یافت. به طوریکه بیشترین تعداد گل در تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار مشاهده شد. در ایران تحقیقات مختلفی در زمینه استفاده از کشت‌های پرتراکم بنه زعفران بر عملکرد آن انجام گرفته است. به عنوان مثال، کوچکی و همکاران (2009a) & Koocheki et al. با مطالعه الگوهای مختلف کشت (ردیفی، تصادفی و کپه‌ای) و تراکم‌های مختلف بنه (4، 8 و 12 تن در

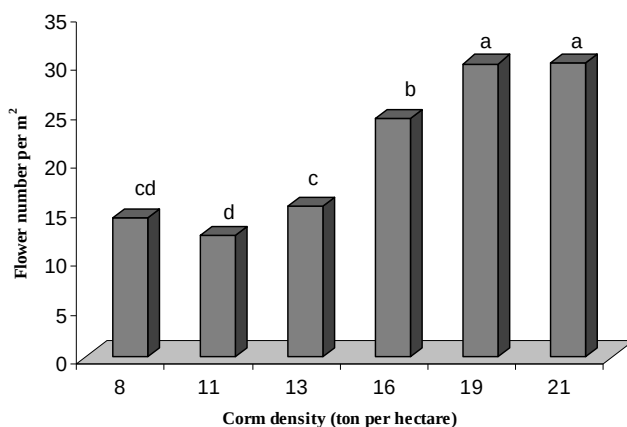


شکل 6- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 6- Effect of planting depth on stigma dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

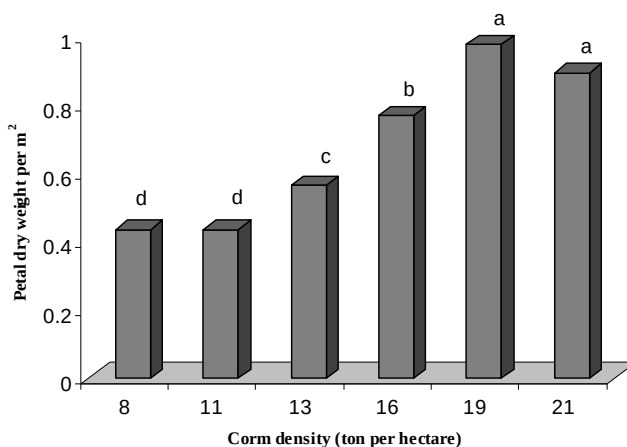


شکل 7- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر تعداد گل زعفران در متر مربع در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 7- The effect of planting density on flower number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 8- اثر تراکم‌های مختلف بنه بر وزن خشک گلبرگ زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 8- Effect of planting density on petal dry weight of saffron per square meter in 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

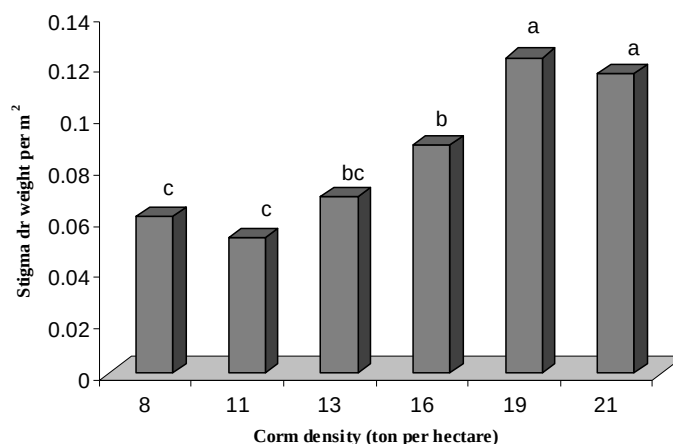
صرفنظر می‌نمایند.

اثر متقابل سال زراعی و تراکم بنه بر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول 2). در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیشترین تعداد گل و وزن خشک کلاله در تیمار تراکمی 19 تن بنه در هکتار در سال زراعی دوم بود که از نظر آماری با تیمار تراکمی 21 تن بنه در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد گل و وزن خشک کلاله نیز در تراکم 8 تن بنه در هکتار و در سال زراعی اول مشاهده شد. بیشترین وزن خشک

به نظر می‌رسد که کشت زعفران با تراکم بالا باعث شروع زودتر بهره برداری از مزارع تحت کشت زعفران می‌شود. این موضوع از نظر اقتصادی می‌تواند در بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان زعفران کار و بازگشت سرمایه بسیار مفید باشد. تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) اظهار داشتند که با وجود مزایای زیاد استفاده از کشت‌های پرتراکم، اما اکثر کشاورزان به دلیل صرفه جویی در هزینه‌های موجود در کشت و کار زعفران، به استفاده از تراکم‌های متوسط بنه، قناعت می‌کنند و از سود حاصل از کشت‌های پرتراکم،

نامبردگان عملکرد زعفران در سال اول، دوم، سوم و چهارم به ترتیب 7/2، 15/2، 11/33 و 3/3 کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند. در تحقیق نامبردگان بیشترین تعداد گل نیز در تیمارهای پرتراکم بطور متوسط با 218 گل در متر مربع بدست آمد که در مقایسه با تیمارهای متوسط تراکم و کم تراکم به ترتیب 10 درصد و 28 درصد بیشتر بود. اثر متقابل سال زراعی، تراکم بینه و عمق کاشت بر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله از نظر آماری معنی دار بود (جدول 3).

گلبرگ نیز در تیمار تراکمی 19 تن در هکتار مشاهده شد. کلیه تراکم‌های مورد بررسی در سال زراعی اول از نظر تعداد گل، وزن خشک گلبرگ، وزن خشک کلاله اختلاف آماری معنی داری نداشتند. در تحقیقی مشابه، تمپرینی و همکاران (Tempperini et al., 2009) با بررسی سن مزارع زعفران (یکساله، دوساله، سه ساله و چهارساله) و تراکم بینه زعفران (کم تراکم، متوسط تراکم و پرتراکم) دریافتند که عملکرد کلاله زعفران در سال دوم افزایش یافت اما در طی سال سوم و بخصوص سال چهارم عملکرد کاهش یافت.



شکل 9- اثر تراکم‌های مختلف بینه بر وزن خشک کلاله زعفران در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 9- Effect of planting density on stigma dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

جدول 2- اثر متقابل سال زراعی و تراکم بینه بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی زعفران

Table 2- Interaction effects of year and corm density on some of physiological and morphological characteristics of saffron

سال زراعی Growing season	تراکم بینه Corm density (t.ha ⁻¹)	تعداد گل (در متر مربع) Flower number (per m ²)	وزن خشک گلبرگ (گرم بر متر مربع) Petal dry weight (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله (گرم بر متر مربع) Stigma dry weight (g.m ⁻²)
1387-1388 2008-2009	8	10.97	0.314	0.037
	11	10.81	0.370	0.044
	13	7.16	0.273	0.030
	16	1063	0.322	0.038
	19	10.26	0.370	0.041
	21	1062	0.377	0.043
1388-1389 2009-2010	8	18.37	0.553	0.084
	11	14.31	0.499	0.061
	13	22.03	0.852	0.108
	16	37.99	1.211	0.141
	19	49.22	1.582	0.206
	21	49.08	1.410	0.191
LSD		3.439	0.148	0.030

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

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

در باغشاهی و همکاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) آزمایشی را به منظور بررسی اثر روش، تراکم و عمق کاشت بنه زعفران بر عملکرد و مدت بهره‌برداری به مدت سه سال در شرق اصفهان انجام دادند. نتایج تحقیق نامبردگان نشان داد که بالاترین عملکرد و دوره بهره‌برداری از بالاترین تراکم (177/6 بنه در متر مربع) و عمیق‌ترین عمق کاشت (20 سانتیمتر) در سال سوم بدست آمد.

در کلیه تیمارهای مورد بررسی بیشترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله در سال زراعی دوم و در تیمار تراکمی 19 تن در هکتار با عمق کاشت 15 سانتیمتر از سطح خاک مشاهده شد. کمترین تعداد گل، وزن خشک گلبرگ و وزن خشک کلاله نیز مربوط به سال زراعی اول و تیمار تراکمی 11 تن بنه در هکتار با عمق کاشت 10 سانتیمتر از سطح خاک بود که با تیمارهای تراکم 19 تن در هکتار در عمق کاشت 10 سانتیمتر و تراکم 21 تن در هکتار در عمق کاشت 10 سانتیمتر اختلاف معنی‌داری نداشت. نادری -

جدول 3- اثر متقابل سال زراعی، عمق کاشت و تراکم بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی زعفران

Table 3- Interaction effects of year, planting depth and density on some of physiological and morphological characteristics of saffron

سال زراعی Growing season	عمق کاشت (سانتی‌متر) Planting depth (cm)	تراکم بنه Corm density (t.ha ⁻¹)	تعداد گل (در مترمربع) Flower number (per m ²)	وزن خشک گلبرگ (گرم بر متر مربع) Petal dry weight (g.m ⁻²)	وزن خشک کلاله (گرم بر متر مربع) Stigma dry weight (g.m ⁻²)
1387-1388 2008-2009	10	8	6.997	0.227	0.027
		11	5.663	0.160	0.023
		13	7.223	0.247	0.027
		16	8.667	0.270	0.030
		19	6.777	0.210	0.023
		21	5.220	0.177	0.023
	15	8	7.557	0.243	0.030
		11	10.557	0.353	0.040
		13	8.443	0.310	0.033
		16	11.337	0.370	0.043
		19	12.333	0.473	0.050
		21	12.443	0.443	0.060
	20	8	16.337	0.473	0.053
		11	15.223	0.597	0.070
		13	7.780	0.263	0.030
		16	11.890	0.327	0.040
		19	13.667	0.427	0.050
		21	15.223	0.510	0.047
1388-1389 2009-2010	10	8	4.443	0.137	0.017
		11	4.713	0.240	0.030
		13	8.000	0.230	0.037
		16	4.267	0.127	0.017
		19	20.000	0.753	0.153
		21	34.757	0.530	0.130
	15	8	21.067	0.640	0.117
		11	19.910	0.630	0.080
		13	47.380	1.767	0.203
		16	36.000	1.070	0.140
		19	93.600	2.960	0.283
		21	73.600	2.250	0.273
	20	8	29.200	0.883	0.120
		11	18.670	0.627	0.073
		13	13.330	0.560	0.083
		16	73.730	2.437	0.267
		19	33.467	1.033	0.180
		21	38.667	1.450	0.170
LSD		5.956	0.256	0.052	

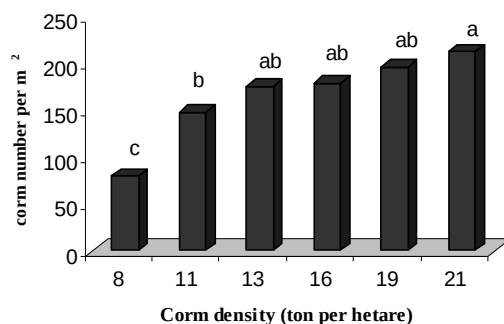
* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at $\alpha = 0.05$.

نادرى-باغشاهى و همکاران (Naderi- et al., 2008) Darbaghshahi نیز با مطالعه اثر تراکم‌های مختلف کاشت (4/4، 8/8 و 176/6 بانه در متر مربع)، عمق کاشت (10 و 15 سانتیمتر) و روش کاشت (کرتی و جوی پشته) بر تعداد بانه‌های تولید شده دریافتند که بیشترین بانه‌های تولیدی در تراکم 176/6 بانه در متر مربع و روش کاشت جوی و پشته وجود داشت. نامبردگان اظهار داشتند که اثر عمق کاشت بر تعداد بانه‌های تولید شده، معنی‌دار نبود، با این وجود تعداد بانه‌های تولید شده در عمق کاشت 20 سانتیمتر بیش از 15 سانتیمتر بود.

اثر تراکم‌های مختلف بانه بر وزن خشک بانه‌ها در دو سال زراعی از نظر آماری معنی‌دار بود. همانگونه که ملاحظه می‌شود، بیشترین وزن خشک بانه در تیمارهای 11 و 13 تن در هکتار به ترتیب با 195/1 و 182/25 گرم در متر مربع دیده شد. کمترین وزن خشک بانه نیز در تیمار 8 تن در هکتار به ترتیب با 123/38 گرم در متر مربع بدست آمد.

نامبردگان اظهار داشتند در عمق کاشت 20 سانتیمتر به دلیل افزایش طول لوله گل، برداشت زعفران راحت‌تر بود. دی- جوان و همکاران (de-Juan et al., 2009) نیز با مطالعه اثر آبیاری (آبیاری و عدم آبیاری)، اندازه بانه (متوسط (3-2/25) و کوچک (<2/25))، عمق کاشت (10 و 20 سانتیمتر) و تراکم (51 و 69 بانه در متر مربع) در یک دوره سه ساله دریافتند که بیشترین وزن تر گل و کلاله در تیمار ترکیبی آبیاری+ سایز متوسط بانه+ عمق کاشت 10 سانتیمتر+ تراکم 69 بانه در متر مربع بدست آمد. بهنیا (Behnia, 2008) نیز آزمایشی را به منظور بررسی اثر روش کاشت (کپه‌ای و ردیفی) و تراکم (کم، متوسط و زیاد) بر عملکرد کمی زعفران در یک دوره چهارساله انجام دادند. نامبردگان اظهار داشتند که تیمار کشت ردیفی با تراکم متوسط بانه و تیمار کشت کپه‌ای با تراکم زیاد بانه، بیشترین عملکرد را داشتند. اثر تراکم‌های مختلف بانه زعفران بر تعداد بانه‌های تولیدی در طی دو سال آزمایش در شکل 10 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین تعداد بانه در تراکم 21 و 8 تن در هکتار به ترتیب با 213/17 و 80/22 بانه در متر مربع دیده شد.

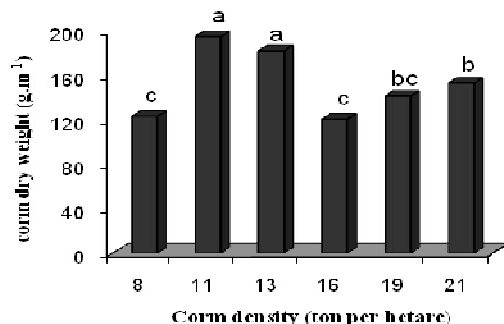


شکل 10- اثر تراکم‌های مختلف بانه بر تعداد بانه‌ها در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 10- The effect of plan density on corm number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 11- اثر تراکم‌های مختلف بانه بر وزن خشک بانه‌ها در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 11- The effect of corm density on corm dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with same letters are not significantly different at 5% probability.

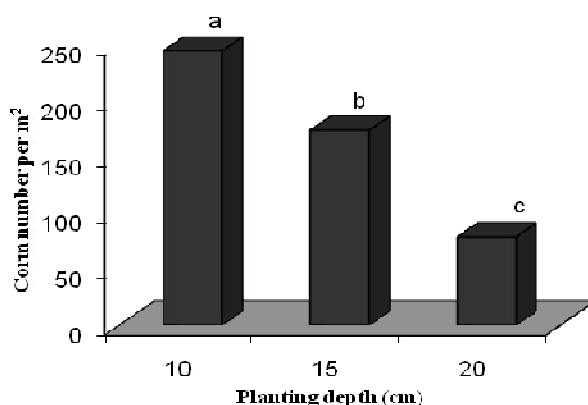
هر سال بنه‌های دختری روی بنه‌های مادری تشکیل می‌شوند (Abrishami, 1997)، هر سال که از عمر مزرعه بگذرد، فاصله بنه‌ها تا سطح خاک کاهش می‌یابد تا اینکه زمانی فرا می‌رسد که فاصله بنه‌ها تا سطح خاک بسیار کم شده و امکان عملیات داشت نظیر سله شکنی و کنترل علف‌های هرز وجود ندارد. بر این اساس در کاشت‌های عمیق‌تر، چون فاصله آخرین بنه‌های دختری تا سطح خاک زیاده‌تر است، می‌توان انتظار داشت مدت بهره‌برداری از این اراضی طولانی‌تر باشد (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008). البته باید توجه داشت که عمق کاشت تابعی از وزن بنه، شرایط محیطی (به ویژه دماهای حداقل و حداکثر تابستان و زمستان) و بافت خاک می‌باشد. به نحوی که در مناطق سرد به دلیل احتمال آسیب دیدن بنه‌های دختری از سرما، نباید عمق کاشت، کمتر از عمق یخ‌زدان باشد و در تابستان‌های گرم مناطق جنوب خراسان نیز عمق کم کاشت، باعث خسارت به بنه‌ها می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش عمق کاشت تا دستیابی به عمق کاشت مطلوب، عملکرد گل و کلاله زعفران روند افزایشی داشت. همچنین مشخص گردید که استفاده از تراکم‌های بالا نیز می‌تواند در افزایش عملکرد زعفران در واحد سطح تأثیر فراوانی داشته باشد. هر چند استفاده از این الگوی کاشت، تا حدودی باعث کاهش کیفیت بنه‌های تولید شده خواهد شد.

بررسی شکل‌های 10 و 11 نشان می‌دهد که با افزایش تعداد بنه تولید شده در تیمارهای کشت پرتراکم‌تر، وزن خشک بنه کاهش یافت. این امر نشان می‌دهد که علیرغم افزایش عملکرد کلاله زعفران در تیمارهای کشت پرتراکم، بنه‌های تولید شده، از کیفیت خوبی برخوردار نباشند.

اثر عمق‌های کاشت بنه زعفران بر تعداد بنه‌های تولیدی در طی دو سال آزمایش در شکل 12 نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بیشترین تعداد بنه در عمق کاشت 10 سانتیمتر و کمترین آن نیز در عمق کاشت 20 سانتیمتر وجود داشت (شکل 12)، اما نتایج مربوط به اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک بنه‌ها از روند متفاوتی تبعیت کرد و بیشترین و کمترین وزن خشک بنه در عمق کاشت 20 سانتیمتر و 10 سانتیمتر به ترتیب با 164/07 و 147/33 گرم در متر مربع بدست آمد (شکل 13). از آنجا که بین اندازه بنه و عملکرد کلاله زعفران همبستگی بالایی وجود دارد (Koocheki et al., 2006)، چنین بنظر می‌رسد که بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 10 سانتیمتر، علیرغم کمیت بالاتر، کیفیت خوبی نداشته باشند. از آنجا تعداد بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 15 سانتیمتر (173/97 بنه در متر مربع) در مقایسه با عمق کاشت 20 سانتیمتر (78/81 بنه در متر مربع) بیشتر بود و بین این دو عمق کاشت، اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک بنه‌ها وجود نداشت، می‌توان انتظار داشت که بنه‌های تولید شده در عمق کاشت 15 سانتیمتر، از کمیت و کیفیت خوبی برخوردار باشند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه در مزارع تحت کشت زعفران، در

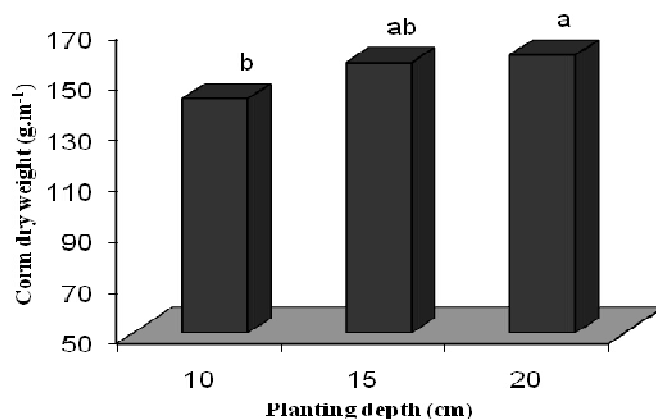


شکل 12- اثر عمق‌های کاشت بر تعداد بنه‌ها در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 12- Effect of planting depth on corm number of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% probability.



شکل 13- اثر عمق‌های کاشت بر وزن خشک بنه‌ها در دو سال زراعی 1387-88 و 1388-89

Fig. 13- The effect of planting depth on corm dry weight of saffron per square meter during 2008-2009 and 2009-2010

میانگینهای با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال 5% ندارند.

Means with the same letters are not significantly different at 5% probability.

کشاورزان منطقه توصیه نمود، از آنجاکه که یکی از اهداف نوین کشت و کار زعفران، کاهش سن مزارع تحت کشت تا چهار سال می‌باشد، استفاده از الگوی کاشت پیشنهادی، علاوه بر حصول عملکرد بالاتر در سال زراعی اول در مقایسه با تراکم‌های متداول در منطقه، برای کشاورزان منطقه سودآوری قابل ملاحظه‌تری داشته باشد.

با توجه به نتایج ارائه شده در این آزمایش، عمق کاشت 10 سانتیمتر نسبت به دو عمق دیگر کارایی بیشتری در افزایش عملکرد زعفران داشت. تراکم‌های 19 و 21 تن بنه در هکتار نیز در مقایسه با سایر تراکم‌های آزمایشی عملکرد بیشتری داشتند. از اینرو، به منظور صرفه‌جویی در هزینه کشاورزان، تراکم 19 تن بنه در هکتار همراه با کشت در عمق 10 سانتیمتری خاک را می‌توان با اطمینان به

منابع

- 1- Abrishami, M.H. 1997. Saffron in Iran. Toos Publications. 320 pp (In Persian).
- 2- Ait-aubahou, A., and El-otmani, M. 1999. Saffron Cultivation in Morocco. Harwood. Academic Publications Amsterdam, The Netherlands.
- 3- Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publications (In Persian).
- 4- Beheshti, A., and Faravani, M. 2003. Investigation the effect of different planting proportions and densities on yield and yield components of saffron and Caraway mixed cropping. 3th National Congress of Saffron, Mashhad, Iran, 2-3 December.
- 5- Behnia, M.R. 2008. Investigation the effects of planting method and corm density on yield of saffron in Damavand Region. Pajuhesh va Sazandegi 79: 101-108. (In Persian with English Summary)
- 6- Behnia, M.R., and Mokhtari, M. 2009. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.). 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- 7- De-Juan, J.A., Cárcoles, H.L., Muñoz, R.M., and Picornell, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212-219
- 8- Gresta, F., Avola, G., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Scientia Horticulturae 119: 320-324.
- 9- Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems, a review. Agronomy Sustainable Development 28: 95-112.
- 10- Hemmati-Kakhki, A., and Hoseini, M. 2003. A Review on Saffron Researches in Institute of Research for Developing Technology, Khorasan. Ferdowsi University of Mashhad (In Persian).
- 11- Kafi, M. 2002. Saffron, Production and Processing. Zaban va Adab Publications. 276 pp (In Persian).

- 12- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammad-Abadi, A.A., and Jahan, M. 2009b. Effects of biofertilizer and inorganic fertilizer on generative growth and yield of saffron under high corm density. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- 13- Koocheki, A., Nassiri-Mahalati M., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2006. Effects of corm size with and without storage on allocation of assimilate in different parts of saffron plant. 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. 28-30 October, Mashhad, Iran.
- 14- Koocheki, A., Nassiri-Mahalati, M., Azizi, G., and Siah-Marguee, A. 2008. The final report of design of investigation effect of different nutrient resources on qualitative and quantitative yield and competition ability of *Teucrium polium* with weeds. Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)
- 15- Koocheki, A., Soltani, A., and Azizi, M. 1997. Plant Ecophysiology. Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Mashhad. (In Persian)
- 16- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad-Abadi, A.A., and Mahdavi Damghani, A. 2009a. Performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under different planting patterns and high corm density. 3rd International Symposium on Saffron . Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.
- 17- latifi, N., and Mashayekhi, K. 1996. Investigation effect of corm weight on flowering of saffron. 4th Agronomy and Plant Breeding Congress, Esfahan, Iran, 26-29 August.
- 18- Mohamad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghadam, P., and Sabori, A. 2007. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and quantitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. Acta Horticulturae (ISHS) 739: 151-153.
- 19- Mokhtarian, A., and Rahimi, H. 2006. Investigation on influence of depth planting and summer irrigation on saffron yield and population variation of *Rhizoglyphus robini* in Gonabad. Final report. 913/85. Khorasan Razavi.
- 20- Mollafilabi, A., and Shoorideh, H. 2009. The new methods of saffron production. 4th National Festival of Saffron, Khorasan- Razavi, Iran, 27-28 October.
- 21- Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (*Crocus sativus* L.) in Isfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657.
- 22- Saeedi-rad, M.H. 2000. Designing, making and evaluation corm sower of saffron. Khorasan Agricultural and Natural Resources Research Center Publications. (In Persian)
- 23- Tammaron, F. 1999. Saffron in Italy. Harwood Academic. Publications Amsterdam, the Netherlands. 154 pp.
- 24- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Roupheal, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food, Agriculture and Environment 7(1): 19-23
- 25- Vafabakhsh, J., Ahmadiyan, J., Mokhtariyan, A.A. 2009. Investigation of correlation between saffron flowering pattern and climatological parameters under planting depth and summer irrigation treatments. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation, Research and Economics. 20-23 May, Korokos, Kozani, Greece.

بررسی روابط رگرسیونی و همبستگی بین صفات ذرت دانه‌ای تحت تیمارهای مختلف کودی و شرایط تنش خشکی

مهدی ضربی^{1*}، ایرج اله دادی²، غلامعباس اکبری²، حمید ایران نژاد² و غلامعلی اکبری³

تاریخ دریافت: 1389/04/10

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

به منظور بررسی اثرات جداگانه و ترکیبی کودهای فسفاته، باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ مایکوریزا بر تعدیل و کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس 704 آزمایشی در سال زراعی 1387-1388 در مزرعه تحقیقات شماره سه پردیس ابوریحان دانشگاه تهران بصورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور به اجرا در آمد. فاکتورهای آزمایش شامل تنش خشکی (به عنوان فاکتور اصلی) و ترکیبات مختلف کودی (به عنوان فاکتور فرعی) بودند. تیمارهای آبیاری در سه سطح به عنوان عامل اصلی براساس 50، 100 و 150 میلیمتر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و تیمارهای کودی در پنج سطح شامل b_1 (باکتری‌های حل کننده فسفر + قارچ مایکوریزا)، b_2 (باکتری‌های حل کننده فسفر + قارچ مایکوریزا + 50 درصد سوپرفسفات تریپل)، b_3 (باکتری‌های حل کننده فسفر + 50 درصد سوپرفسفات تریپل)، b_4 (قارچ مایکوریزا + 50 درصد سوپرفسفات تریپل) و b_5 (کود شیمیایی فسفره) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر اصلی خشکی بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، قطر ساقه، ارتفاع تشکیل بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، درصد چوب و عملکرد کل دانه بسیار معنی دار بود. همچنین تأثیر تیمارهای مختلف کود بر صفات تعداد برگ در گیاه، قطر ساقه و ارتفاع بلال غیرمعنی دار و بر سایر صفات ارزیابی شده معنی دار بود. تمام صفات اندازه گیری شده در تیمارهای تلقیح با ترکیب باکتری‌های حل کننده فسفر، قارچ مایکوریزا و 50 درصد سوپرفسفات تریپل تحت شرایط کم آبیاری بالاتر از سایر تیمارها بودند. همبستگی ساده بین صفات و تجزیه رگرسیون گام به گام در هریک از شرایط بدون تنش، تنش خفیف و شدید خشکی محاسبه شد. رگرسیون گام به گام نشان داد صفات تعداد دانه در ردیف، وزن 300 دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بوته تحت شرایط تنش شدید خشکی بیش از 90 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می کنند. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار بذور با ترکیب باکتری‌های حل کننده فسفر، قارچ مایکوریزا و 50 درصد سوپرفسفات تریپل تحت شرایط تنش رطوبتی تأثیری مثبت (12/03- درصد) بر کاهش خسارات وارده به گیاه و بالتبع افزایش اجزاء عملکرد وارد نمود که در نتیجه منجر به کاهش شدت تنش رطوبتی و افزایش عملکرد دانه شد.

واژه‌های کلیدی: باکتری حل کننده فسفات، قارچ مایکوریزا، سوپرفسفات تریپل

مقدمه

(Triticum aestivum L.) و برنج (*Oriza sativa L.*) سومین محصول غله‌ای جهان می‌باشد. یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، تنش کمبود آب می‌باشد (Brown, 1979). فسفر به عنوان یکی از سه عنصر اصلی مورد نیاز گیاه سبب افزایش عملکرد می‌گردد چرا که فسفر با تنظیم هورمون های گیاهی نقش مهمی در تقسیم سلولی دارد. از طرفی نقش مهمی در تولید مواد فتوسنتزی داشته و سبب تولید انرژی در گیاه می شود (Nesmith, 1991).

کودهای زیستی فسفاته حاوی باکتری‌ها و قارچ های مفید حل کننده فسفات هستند که معمولاً با اسیدی کردن خاک و ترشح

ذرت (*Zea mays L.*) از جمله گیاهان زراعی مهم در ایران به شمار می‌رود که سطح زیر کشت آن 0/25 میلیون هکتار می‌باشد که تولید 2/8 درصد از کل غلات را به خود اختصاص داده است (Alahdadi et al., 2009). ذرت پر محصول ترین گیاه خانواده غلات به شمار می‌رود که از نظر میزان محصول بعد از گندم

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشیار و استادیار گروه امور زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(zarabi@ut.ac.ir Email: * - نویسنده مسئول)

مرحله رویشی و گلدهی، صفات مورد بررسی را بیشتر تحت تأثیر قرار داد و در بین اجزای عملکرد ذرت، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند. محققین دیگری نیز در بررسی اثر تنش خشکی در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پرشدن دانه ذرت به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی در هر یک از مراحل فوق باعث کاهش معنی‌دار عملکرد ذرت می‌شود. تنش در مرحله گل دهی بیشترین خسارت را بر عملکرد دانه داشت و باعث کاهش 42 درصدی عملکرد گیاه شد. تنش در مرحله پرشدن دانه 15/8 درصد و در مرحله قبل از گلدهی نیز 12/5 درصد کاهش عملکرد را به همراه داشت (Jaafari, 2004). احمدزاده (Ahmadzade, 1990) در بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر میزان همبستگی بین عملکرد و اجزای آن به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال 1 درصد و نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال 5 درصد وجود دارد. سایر محققین بیان کردند که شدت خسارت خشکی بر عملکرد بسته به طول مدت و شدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است، بطوریکه تنش خشکی پیش از گلدهی، هنگام گلدهی و پس از آن عملکرد ذرت را به ترتیب 25، 50 و 21 درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش داد (Osborne, 2002). پانتوان و همکاران با مطالعه روی 128 ژنوتیپ برنج و بررسی عکس العمل آنها به تنش های متفاوت خشکی در مراحل مختلف رشد گیاه، مشاهده کردند که عملکرد دانه و اجزای عملکرد در شرایط تنش به نسبت های مختلفی کاهش می یابند (Pantuwana, 2002). مارتین و همکاران (Martin et al., 2001) با بررسی اثر زمان و شدت خشکی روی عملکرد یولاف (*Avena sativa* L.) بیان کردند که تنش خشکی از طریق کم شدن تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و کمی هم از طریق وزن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می گردد. استفاده از رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت می تواند صفات مؤثر بر عملکرد را از نظر اهمیت رتبه بندی نماید و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها را بر عملکرد روشن سازد (Shoae Hosseini, 2008).

با توجه به واردات 500 هزار تنی کودهای شیمیایی فسفره در سال و همچنین واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان و خطر بروز خشکسالی و کمبود آب در کشور تحقیق حاضر بر روی گیاه پر مصرف ذرت و با هدف بررسی اثرات تنش خشکی و تعدیل خسارات ناشی از آن با استفاده از ترکیبات کودی مختلف و تعیین روابط بین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در شرایط تنش های خفیف و شدید خشکی و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف بر عملکرد دانه انجام شد.

آنزیم های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیبات آن می گردند که این یون ها توسط گیاه قابل جذب می باشد (Sharma, 2002). بررسی های مختلف نشان داده اند که استفاده از باکتری های حل کننده فسفات باعث افزایش حلالیت فسفر از منبع خاک فسفات و ارتقاء شاخص های عملکرد ذرت می گردد (Iranipor, 2003; Norgholipor, 2003). مایکوریزا بیانگر رابطه همزیستی ایجاد شده بین قارچ و ریشه گیاه می باشد. مطالعات نشان می دهد که با همزیستی مایکوریزایی طول ریشه، فرم هندسی ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی تغییر پیدا کرده و همچنین نسبت طول ریشه به مساحت برگ که یک واکنش گیاه به تنش خشکی است در گیاهان میکوریزائی و غیر میکوریزائی متفاوت بوده است (Espelta, 1999). باکتری های حل کننده فسفر نامحلول نیز می توانند از طریق بهبود تغذیه فسفر گیاه روی عملکرد نهایی گیاه مؤثر باشند. در آزمایشی که به منظور بررسی تأثیر کاربرد قارچ میکوریزی و مقادیر فسفر در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیکی ذرت پاپ کورن نشان داده شد که کاربرد قارچ مایکوریزا سبب افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد (Ebdai, 2003).

مطالعات زیادی در مورد اثرات متقابل این دو ریزجانداز (باکتری حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا) در شرایط مختلف روی رشد گیاه انجام شده است (Gaur, 2002; Lucey, 2004; Zarei, 2006). محققین نشان دادند که اگرچه کود شیمیائی فسفات، باکتری های حل کننده فسفات هر یک به تنهایی بر رشد و عملکرد ذرت مؤثر بوده اند، ولی هنگامی که کودهای زیستی همراه با کود شیمیائی فسفات استفاده شدند، نتایج مطلوب تری داشتند (Mosavi Jangali, 2004). مطالعات فراوان بر روی اثرات این ریز جاندازان در گیاهان مختلف از جمله سویا (*Glycine max* L.)، برنج، ذرت، عدس (*Lens culinaris* Medic.)، گندم و خردل (*Sinapis arvensis* L.) انجام شده که همگی گویای نقش مثبت این موجودات زنده بر رشد و عملکرد گیاه بوده است (Asea, 1998; Subba Rao, 1988; Leinhos, 1994).

در تحقیقی بر روی ذرت بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری کامل بدست آمده و تنش آبی موجب 40 درصد کاهش محصول شده است (Caker, 2004). در آزمایش دیگری که برای بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای انجام دادند به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، قطر بلال، طول بلال و تعداد دانه هر بلال از نظر آماری اختلاف معنی داری داشتند، ولی صفات تعداد ردیف هر بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اختلاف معنی داری نداشتند (Ghahfarrokhi, 2004). علاوه بر این آنها بیان کردند که تنش در

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of the soil

کلاس بافتی خاک	پتاسیم (میلی - گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی - گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته pH
Texture class of soil	K (mg.kg ⁻¹)	P (mg.kg ⁻¹)	Total N (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	EC (dS.m ⁻¹)	
لوم رسی Clay loam	224	13	0.071	35	37	28	2.62	8

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت (هیبرید سینگل کراس 704) تحت شرایط تنش خشکی، تحقیقی در سال زراعی 1387-1388 در مزرعه تحقیقاتی شماره سه پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در دشت ورامین با طول جغرافیایی 51.46 شرق و عرض جغرافیایی 33.28 شمالی و ارتفاع 1180 متر از سطح دریا، به صورت کرت‌های خرد شده برپایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. پیش از انجام هر یک از مراحل آماده سازی زمین از سطح مزرعه جهت انجام آزمایش خاک نمونه‌ای تهیه گردید که نتیجه آن در جدول 1 مشاهده می‌گردد. فاکتورهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل تنش خشکی در کرت‌های اصلی و ترکیبات کود زیستی به همراه فسفر در کرت‌های فرعی بوده است. فاکتور آبیاری در سه سطح و عبارت بودند از: $a_1 = 50$ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان تیمار شاهد (بدون تنش)، $a_2 = 100$ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان شرایط تنش خفیف، $a_3 = 150$ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان شرایط تنش شدید. فاکتور کودزیستی نیز با پنج سطح عبارت بودند از: $b_1 =$ باکتری‌های حل کننده فسفر + قارچ مایکوریزا، $b_2 =$ باکتری‌های حل کننده فسفر + قارچ مایکوریزا + 50 درصد سوپرفسفات تریپل، $b_3 =$ باکتری‌های حل کننده فسفر + 50 درصد سوپرفسفات تریپل، $b_4 =$ قارچ مایکوریزا + 50 درصد سوپرفسفات تریپل و $b_5 =$ کود شیمیایی فسفره (سوپر فسفات تریپل)

ریز جانداران به کار رفته در این تحقیق شامل ماده تلقیح قارچ *Glomus mosseae* تهیه شده از پارک علم و فن آوری شاهرود که مخلوطی از اسپور، هیف، ریشه‌های کلونیزه شده گیاه شبدر و خاک همراه با آن بود. مقدار کلونیزاسیون این بستره 65-70 درصد و به طور میانگین دارای 20 اسپور در هر گرم بستره بوده است. مایه تلقیح باکتری حل کننده فسفات، کود بیولوژیک بیوفسفر بود که حاوی باکتری‌های حل کننده فسفات از جنس‌های مختلف *Bacillus* و

Pseudomonas با $10^7 = \text{CFU}$ بود. عملیات آماده سازی مزرعه به شکل متعارف صورت پذیرفت. سپس واحدهای آزمایشی مشخص شده و آنگاه بذور با مایه تلقیح ریزجانداران آغشته گردید. تلقیح بذور با ماده تلقیح باکتری به گونه ای بود که پس از تعیین میزان بذر برای هریک از تیمارها، بذرها در ظروف درب دار مشکی رنگ پیش از کاشت به مقدار 1 لیتر در هکتار با محلول باکتری‌های مورد نظر آغشته گردید. در تیمارهای تلقیح بذر با قارچ میکوریزا ماده تلقیح هم زمان با کاشت، به مقدار 20 گرم، داخل هریک از سوراخ‌های کاشت و در تماس مستقیم با بذر قرار گرفت. اعمال تیمار کود فسفره نیز براساس نتایج آزمون خاک و میزان فسفر قابل جذب در خاک بود. به هنگام کاشت، کود سوپر فسفات تریپل به صورت نواری و سایر کودهای نیتروژن دار و پتاسیم‌دار نیز بر مبنای آزمون خاک و مطابق با توصیه کودی برای ذرت به واحد های آزمایشی داده شد و پس از کاشت بذرها، اقدام به آبیاری گردید. در هر واحد آزمایشی پنج خط کاشت با فاصله 75 سانتی‌متری و به طول پنج متر ایجاد شده بود. فاصله بوته‌ها در روی خطوط کاشت 20 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اعمال تیمار تنش در مزرعه پس از استقرار کامل بوته (مرحله 40 سانتی‌متری بوته) صورت گرفت (تراکم 66000 بوته در هکتار) بطوریکه روزانه میزان تبخیر تجمعی به وسیله تشتک تبخیر کلاس A مستقر در مزرعه اندازه گیری و بعد از انجام گرفتن تبخیر به میزان هر یک از تیمارهای تعریف شده، آبیاری برای تیمار مورد نظر صورت می‌گرفت.

صفات مورفولوژیکی مورد بررسی در این آزمایش شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، قطر ساقه، تعداد کل برگ و وزن خشک برگ و ساقه بودند که بر روی 10 بوته رقابت کننده در هر کرت اندازه گیری و میانگین‌گیری شد. سپس در مرحله برداشت ابتدا بوته‌های هر کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه شمارش و برداشت بلال‌ها به صورت جداگانه انجام شد. سپس اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، تعداد کل دانه در بلال و وزن 300 دانه بر روی 10 بلال تصادفی در

همبستگی منفی بین صفات وزن خشک ساقه و وزن 300 دانه مشاهده شد (جدول 4). تعداد ردیف دانه در بلال بطور مثبت و معنی‌داری با صفات وزن خشک ساقه، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال و قطر چوب بلال همبسته بود. همچنین نتایج بررسی همبستگی بین اجزاء عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نیز نشان داد که تنها وزن 300 دانه با تعداد ردیف دانه در بلال دارای همبستگی منفی می‌باشد. در جدول 4 مشاهده می‌گردد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین اجزاء عملکرد دانه مربوط به تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف می‌باشد (0/73).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف کود بیولوژیک تنها در مورد صفات وزن خشک برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، درصد چوب و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود دارد. تأثیر تیمارهای مختلف کود بر صفات تعداد برگ در گیاه، قطر ساقه و ارتفاع بلال معنی‌دار نبود (جدول 2).

مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تلقیح بذر با استفاده از b_1 ، b_2 و b_4 وجود نداشته و کمترین مقدار در شرایطی مشاهده شد که بذور به ته‌هایی با فسفر و یا در ترکیب باکتری با فسفر تلقیح شده بودند. محققین دیگر بیان نموده‌اند که قارچ میکوریزا و باکتری حل‌کننده فسفات قادرند جذب فسفر را در گیاهان از طریق افزایش فعالیت فسفاتاز ارتقاء داده و در نتیجه باعث جذب بهتر فسفر از خاک توسط هیف‌ها شوند (Brown, 1979). هرچند که نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار در مورد عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط با آن بود، ولی مقایسه میانگین با روش چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال بیشترین عملکرد دانه مربوط به ترکیب کودی b_1 می‌باشد (جدول 4). بطوریکه فاقد تفاوت معنی‌دار با سایر ترکیبات کودی در این شرایط و همچنین تیمارهای b_1 و b_2 و b_4 در شرایط تنش خفیف و تیمار b_2 در شرایط تنش شدید بود. سایر محققین اظهار داشته‌اند که حفظ عملکرد دانه و تحمل به خشکی گیاه میزبان ممکن است بوسیله جذب بیشتر سطح ریشه، افزایش ترکم رشد ریشه و یا اختلاف هیدرولیکی بین سیستم‌های ریشه‌ای توجیه پذیر باشد (Zarei, 2006). با توجه به نتایج حاصله اینگونه استنباط می‌شود که تلقیح بذر با استفاده از ترکیب کودی b_2 ضمن تعدیل اثرات تنش خشکی، موجب جلوگیری از کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود که دلیل آن را می‌توان به اثرات متقابل مثبت باکتری‌های حل‌کننده فسفات، قارچ میکوریزا و کود فسفات دانست.

هر کرت اندازه‌گیری شد و پس از جدا کردن دانه و تعیین درصد رطوبت دانه، میزان عملکرد نهایی دانه در هر کرت آزمایشی بر اساس 14 درصد رطوبت تصحیح و بر حسب تن در هکتار محاسبه شد. اطلاعات حاصل، از طریق نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی خشکی بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک ساقه، قطر ساقه، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه، درصد چوب و عملکرد کل دانه بسیار معنی‌دار می‌باشد (جدول 2).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین شرایط بدون تنش و تنش خفیف خشکی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول 3). همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که بدنبال افزایش شدت تنش خشکی از 100 میلی‌متر به 150 میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک تبخیر کلاس A، کاهش معنی‌داری در اکثر صفات مورد ارزیابی صورت گرفته است. به عبارت دیگر هبیرید 704 ذرت دانه‌ای تنها قادر است تا صدمات ناشی از تنش خشکی تا سطح 100 میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر را جبران نماید، در حالیکه با افزایش شدت تنش به بیش از این مقدار (150 میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) عملکرد دانه و سایر صفات مرتبط با آن بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش چشمگیری نشان می‌دهند (جدول 3). علاوه بر این مشاهده گردید که کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خفیف 21 درصد و در شرایط تنش شدید 60 درصد نسبت به شرایط آبیاری نرمال (50 میلی‌متر تبخیر از تشتک) می‌باشد.

بررسی همبستگی ساده بین صفات در شرایط آبیاری نرمال نشان داد که همبستگی عملکرد دانه با کلیه صفات ارزیابی شده مثبت می‌باشد (جدول 4). همانگونه که در جدول 4 مشاهده می‌گردد، صفت وزن بلال (0/74) و قطر بلال (0/72) به ترتیب دارای بالاترین همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه می‌باشند. نتایج نشان داد که همبستگی عملکرد دانه با صفات قطر ساقه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال و همچنین درصد چوب بلال معنی‌دار می‌باشد (جدول 4). بررسی همبستگی بین سایر صفات نشان داد که بیشترین همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار به ترتیب مربوط به صفات تعداد دانه در ردیف بلال با وزن بلال و سپس طول بلال با وزن بلال می‌باشد. بیشترین

جدول 2- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده ذرت دانه ای تحت تیمارهای مختلف کودی و شرایط تنش خشکی

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of investigated traits of corn under different fertilizer treatments, and drought stress conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد ردیف در بلال Row No./ear	تعداد دانه در ردیف Kernel No./row	وزن 300 دانه 300-kernel weight	وزن بلال Ear weight	طول بلال Ear length
تکرار Replication	2	6.229ns	214.60ns	247.83ns	5999.65ns	27.751ns
تنش Stress	2	18.526ns	2473.51**	2679.04*	71018.89**	193.86*
خطای اصلی Main error	4	4.256	79.459	157.70	1661.07	15.026
کود Fertilizer	4	8.184**	158.2**	164.58**	6698.88**	14.118**
تنش×کود Stress×fertilizer	8	0.551ns	15.76ns	67.12ns	804.49ns	1.524ns
خطای فرعی Sub error	24	1.237	23.201	31.112	883.38	1.998

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

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

ادامه جدول 2-

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع تشکیل بلال Ear height	قطر بلال Ear diameter	قطر چوب بلال Cob diameter	عمق دانه Kernel depth	چوب (%) Cob (%)	عملکرد کل Total yield
تکرار Replication	2	323.05ns	131.77ns	131.77ns	9.548ns	0.1828ns	10.062ns
تنش Stress	2	13040.96*	457.917*	457.917*	53.253*	0.4943*	296.427**
خطای اصلی Main error	4	1156.49	53.77	53.77	5.972	0.0383	3.278
کود Fertilizer	4	175.52ns	35.85**	35.85**	2.624**	0.0704*	20.49**
تنش×کود Stress×fertilizer	8	117.95ns	5.13ns	5.13ns	0.746ns	0.017ns	1.003ns
خطای فرعی Sub error	24	139.30	3.176	3.176	0.477	0.0201	0.827

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

*, **, ns are significant at 5 and 1% level and not significant, respectively.

ادامه جدول 2-

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Leaf No.	قطر ساقه Stem diameter
تکرار Replication	2	0.87ns	43.89ns	463.37ns	1.40ns	17.92ns
تنش Stress	2	26.79ns	1141.05*	22792.22*	0.387ns	251.30**
خطای اصلی Main error	4	5.33	128.83	1472.57	0.88ns	12.12
کود Fertilizer	4	147.83**	2236.92**	2547.90*	1.83ns	9.75ns
تنش×کود Stress×fertilizer	8	58.13*	381.27ns	923.85ns	1.87ns	8.29ns
خطای فرعی Sub error	24	21.92	317.50	779.85	1.155	7.67

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

*, **, ns are significant at 5 and 1% level and not significant, respectively.

جدول 3- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده ذرت دانه ای تحت تیمارهای مختلف کودی و شرایط تنش خشکی

Table 3- Mean comparison of investigated traits of corn under different fertilizer treatments and drought stress conditions

ارتفاع بلال (mm) Ear height (mm)	قطر ساقه (mm) Stem diameter (mm)	تعداد برگ Leaf No.	ارتفاع بوته (cm) Plant height (cm)	وزن خشک ساقه (g) Stem dry weight (g)	وزن خشک برگ (g) Leaf dry weight (g)	تیمارها Treatments
						آبیاری Irrigation
111.91a	26.55a	12.75a	249.7a	84.4a	34.98a*	نرمال Normal Irrigation
100.93a	25.6a	12.5a	230.98a	78.88a	33.08ab	تنش خفیف Low Drought stress
56.24b	19.03b	12.45a	174.8b	67.31b	32.4b	تنش شدید High Drought stress
						کود Fertilizer
95a	23.47a	12.88a	229.69ab	76.85b	33.597b	b ₁
90.29a	25.41a	12.5a	242.19a	103.87a	40.15a	b ₂
92.14a	22.97a	12.83a	211.33b	67.38b	33.106b	b ₃
87.59a	22.83a	11.80a	202.47b	71.35b	30.914b	b ₄
83.44a	23.94a	12.80a	206.78b	64.85b	29.675b	b ₅

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with same letters in each column are not significant at 5% probability.

ادامه جدول 3-

طول بلال (cm) Ear length (cm)	وزن بلال (g) Ear weight (g)	وزن 300 دانه (g) 300-kernel weight (g)	تعداد دانه در ردیف Kernel No./ row	تعداد ردیف در بلال Row No./ ear	تیمارها Treatments
					آبیاری Irrigation
26.55a	199.08a	78.004a	49.22a	14.456a*	نرمال Normal Irrigation
25.6a	170.58a	70.712a	45.82a	14.26a	تنش خفیف Low Drought stress
19.03b	68.24b	52.089b	25.479b	12.444a	تنش شدید High Drought stress
					کود Fertilizer
23.47a	164.83ab	69.858ab	42.95ab	14.445a	b ₁
25.41a	178.54a	72.44a	45.25a	14.6303a	b ₂
22.97a	135.33bc	65.239bc	39.39b	13.746a	b ₃
22.83a	143.1b	65.644bc	39.013b	13.574a	b ₄
23.94a	108.03c	61.487c	34.27c	12.21b	b ₅

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with same letters in each column are not significant at 5% probability.

ادامه جدول 3-

عملکرد (t.ha ⁻¹) Yield (t.ha ⁻¹)	چوب (%) Cob (%)	عمق دانه (mm) Kernel depth (mm)	قطر چوب بلال (mm) Cob diameter (mm)	قطر بلال (mm) Ear diameter (mm)	تیمارها Treatments
					آبیاری Irrigation
12.087a	1.094a	10.2397a	22.8311a	43.311a*	نرمال Normal Irrigation
9.9712b	1.0223a	9.8867a	22.1233a	41.897a	تنش خفیف Low Drought stress
3.5507c	0.7499b	6.814b	19.4843b	33.112b	تنش شدید High Drought stress
					کود Fertilizer
9.3667b	1.01438ab	9.4602a	22.2865a	41.2069a	b ₁
10.352a	1.06737a	9.622a	22.4925a	41.7365a	b ₂
7.815c	0.909bc	8.7217b	20.7016bc	38.145bc	b ₃
8.7463b	0.9452abc	8.7535b	21.5549ab	39.0619b	b ₄
6.4014d	0.8411c	8.3433b	20.3624c	37.0489c	b ₅

* میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح 5 درصد

* Means with same letters in each column are not significant at 5% probability.

بلال می‌باشد که به تنهایی 50 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند، در مرحله بعدی صفت قطر چوب بلال به مدل وارد و همراه با طول بلال بیش از 74 درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. در گام آخر صفت قطر ساقه به مدل اضافه و کل صفات وارد شده روی هم رفته بیش از 80 درصد تغییرات عملکرد را توجیه می‌کنند. نتایج حاصله با نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات کاملاً توافق دارد. در جدول 4 مشاهده می‌گردد که همبستگی طول بلال بعنوان اولین صفت مؤثر بر عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته و تعداد برگ در گیاه منفی می‌باشد. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار طول بلال با صفت وزن بلال مشاهده شد. به عبارتی دیگر، با افزایش طول بلال، وزن بلال و بالتبع عملکرد دانه افزایش خواهد یافت که این موضوع امری بدیهی بنظر می‌رسد. همچنین نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که قطر چوب بلال بطور معنی‌داری با صفات تعداد ردیف دانه در بلال، قطر بلال و عملکرد دانه همبستگی دارد که بیشترین همبستگی آن با قطر بلال (0/84) مشاهده شد. قطر ساقه نیز تنها با صفات وزن خشک برگ و درصد چوب بلال بصورت منفی همبسته بود.

بررسی ضرائب رگرسیونی مدل برازش داده شده نشان می‌دهد که بیشترین تأثیر پذیری عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال به ترتیب مربوط به صفات طول بلال (0/88)، قطر چوب بلال (0/59) و قطر ساقه (0/31) می‌باشد (جدول 6).

به عبارت دیگر، براساس نتایج بدست آمده اینگونه استنباط می‌شود که در شرایط بدون تنش بدنال افزایش تعداد ردیف دانه در بلال، ضمن کاهش وزن 300 دانه، تعداد دانه در ردیف بلال افزایش می‌یابد که در نتیجه منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد کل می‌شود. این در حالی است که در مورد شرایط خفیف و شدید تنش خشکی نیز مشاهده گردید که افزایش در صفات تعداد ردیف دانه در بلال، وزن 300 دانه و تعداد دانه در ردیف بلال باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (جدول 7 و 9).

به منظور حذف اثر صفات غیرمؤثر یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی بر روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. پس از بررسی هم راستایی¹ بر روی متغیرهای اندازه گیری شده، صفات مزاحم از ادامه محاسبات حذف (انتخاب بر اساس شاخص‌های تحمل² و عامل تورم واریانس³ صورت گرفت) و پس از آن تجزیه رگرسیون گام به گام در هر سه شرایط بدون تنش، تنش خفیف و شدید خشکی (به ترتیب آبیاری پس از 50، 100 و 150 میلیمتر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) بر روی سایر صفات مورد مطالعه انجام پذیرفت. خلاصه نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط بدون تنش با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیرهای مستقل در جدول 5 ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد اولین صفت وارد شده به مدل طول

1- Collinearity

2- Tolerabce index

3- Variance inflation factor

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات آرنجایی شده در ذرت دانه‌ای تحت شرایط بدون تنش و ترکیبات مختلف کودی
Table 4- Correlation coefficients between investigated traits of grain corn under non-stress condition and different fertilizer combinations

عملکرد کل Total yield	عمق دانه Kernel depth	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	وزن بلال Ear weight	وزن دانه 300-kernel weight	تعداد دانه Kernel No./row	تعداد ردیف Row No./ear	ارتفاع بلال Ear height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf No.	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0.08ns	0.45 ns	0.31 ns	0.26 ns	0.36 ns	-0.11 ns	0.50 ns	0.48 ns	0.05 ns	-0.17 ns	0.43 ns	0.27 ns	0.66**	1.00
0.34ns	0.14 ns	0.21 ns	0.19 ns	0.18 ns	-0.28 ns	0.42 ns	0.59*	0.34 ns	0.27 ns	0.49 ns	0.42 ns	1.00	2
0.25ns	-0.01 ns	0.28 ns	0.00 ns	0.03 ns	-0.14 ns	0.09 ns	0.43 ns	0.41 ns	0.07 ns	0.72**	1.00		3
0.28ns	0.22 ns	0.29 ns	-0.05 ns	0.05 ns	-0.08 ns	0.15 ns	0.31 ns	0.06 ns	0.16 ns	1.00			4
0.57*	0.10 ns	0.42 ns	0.22 ns	0.25 ns	0.12 ns	0.24 ns	0.28 ns	0.01 ns	1.00				5
0.22ns	-0.14 ns	0.12 ns	0.33 ns	0.13 ns	0.33 ns	0.18 ns	0.41 ns	1.00					6
0.57**	0.22 ns	0.68**	0.55*	0.62**	-0.08 ns	0.74**	1.00						7
0.69**	0.69**	0.75**	0.77**	0.93**	0.06 ns	1.00							8
0.25ns	0.26 ns	0.30 ns	0.34 ns	0.29 ns	1.00								9
0.74**	0.76**	0.79**	0.87**	1.00									10
0.25**	0.47 ns	0.50 ns	1.00										11
0.72**	0.65**	1.00											12
0.37ns	1.00												13
1.00													14

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

ns, *, ** are significant at...

جدول 5- رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیر مستقل در ذرت دانه‌ای و تحت شرایط بدون تنش خشکی و ترکیبات مختلف کودی

Table 5- Stepwise regression with yield as dependent and other traits as independent variables in grain corn under non-stress condition and different fertilizer combinations

گام سوم Third step	گام دوم Second step	گام اول First step	صفت وارد شده Entered Trait
قطر ساقه Stem diameter	قطر چوب بلال Cob diameter	طول بلال Ear length	
14.66	17.13	13.22	مقدار F F-value
0.8	0.74	0.5	ضریب تشخیص r-Square

جدول 6- ضرایب معادله رگرسیون بین صفات مختلف و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، تنش خفیف و شدید خشکی

Table 6- Regression equation coefficient between different traits and yield in no-stress, low stress and high stress conditions

معادله رگرسیون (ضرایب استاندارد نشده)

Regression equation (standardized coefficient)			
محیط تنش شدید High stress condition	محیط تنش خفیف Low stress condition	محیط بدون تنش Normal condition	
-2.71	-9.54	-28.7	عرض از مبدأ Intercept
-	-	0.88	طول بلال Ear length
-	-	0.59	قطر چوب بلال Cob diameter
-	-0.18	0.31	قطر ساقه Stem diameter
-	0.15	-	وزن خشک برگ Leaf dry weight
-	1.93	-	عمق دانه Kernel depth
0.07	-	-	تعداد دانه در ردیف Row No./Ear
0.08	-	-	وزن 300 دانه 300-kernel weight
0.19	-	-	تعداد ردیف دانه Row No./Ear
-0.01	-	-	ارتفاع بوته Plant height
0.98	0.96	0.91	ضریب تشخیص R-square

قرار داد و در بین اجزا عملکرد ذرت، تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند. همانگونه که در جدول 7 مشاهده می‌گردد تحت شرایط تنش خفیف خشکی (آبیاری پس از 100 میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A)، عملکرد دانه دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفت وزن بلال می‌باشد. بیشترین همبستگی عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (آبیاری پس از 50 میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر

نتیجه همبستگی ساده بین صفات در شرایط تنش خفیف نشان داد که عملکرد دانه بطور مثبت و معنی‌داری با صفات وزن خشک برگ و ساقه، ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال همبسته می‌باشد (جدول 7). قهفرخی و همکاران (Ghahfarrokhi et al., 2004) بیان کردند که تنش در مرحله رویشی و گل‌دهی، صفات مورد بررسی را بیشتر تحت تأثیر

دانه ذرت، وزن خشک برگ و قطر ساقه یکی پس از دیگری وارد مدل شده و در مجموع بیش از 92 درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند (جدول 8).

همانگونه که در جدول 8 مشاهده می‌گردد تحت شرایط تنش خفیف خشکی، صفت عمق دانه قادر است بعنوان مؤثرترین صفت در توجیه عملکرد کل دانه بیش از 70 درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کند درحالیکه تحت شرایط بدون تنش (آبیاری معمول) مؤثرترین صفت در توجیه عملکرد دانه طول بلال می‌باشد (جدول 5). نتایج این پژوهش نشان داد که صفت قطر ساقه در هر دو محیط بدون تنش و تنش خفیف خشکی، بطور معنی داری عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد با این تفاوت که با توجه به ضرائب رگرسیونی برآزش داده شده (جدول 6) اینگونه استنباط می‌شود در شرایطی که گیاه با تنش خفیف خشکی مواجه است، هرگونه افزایش در قطر ساقه، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیونی با نتایج همبستگی ساده بین صفات مطابقت دارد (جدول‌های 3 و 6).

بررسی همبستگی بین صفات در شرایط تنش شدید خشکی نشان داد که عملکرد دانه بطور معنی داری با صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن 300 دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال همبسته می‌باشد (جدول 9). کاکر (Caker, 2004) در بررسی تأثیر تنش رطوبتی بر میزان همبستگی بین عملکرد و اجزا آن به این نتیجه رسیدند که بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال 1 درصد و نیز بین عملکرد دانه و تعداد دانه در ردیف همبستگی معنی داری در سطح احتمال 5 درصد وجود دارد. پینهیرو و همکاران (Pinheiro et al., 2004) بیان نمودند که بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد دانه، بعنوان حاصل نهایی رشد و نمو، می‌تواند بیانگر عکس العمل کلی گیاه به تنش خشکی باشد. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه بصورت منفی با تعداد برگ در گیاه همبستگی دارد. همانگونه که در جدول 9 مشاهده می‌گردد بیشترین همبستگی عملکرد دانه با صفات طول بلال (0/928) می‌باشد. بررسی همبستگی بین سایر صفات نشان داد که کلیه صفات ارزیابی شده در این مطالعه بجز وزن خشک برگ و ساقه، ارتفاع بوته، تعداد برگ در گیاه و قطر ساقه دارای همبستگی معنی داری با طول بلال می‌باشند (جدول 9).

نتایج این تحقیق نشان داد هر چند که عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی بیشترین همبستگی را با وزن بلال دارا بود (جدول‌های 3 و 6)، ولیکن با افزایش شدت تنش وارده به گیاه (آبیاری پس از 150 میلیمتر تبخیر تجمعی از تشک تبخیر کلاس A)، طول بلال نیز نقش مؤثری در جبران خسارات وارده خواهد داشت. همانگونه که در جدول 9 مشاهده می‌گردد تعداد کل برگ در بوته با تمامی صفات ارزیابی شده دارای همبستگی منفی می‌باشد.

کلاس A) نیز با صفت وزن بلال مشاهده شد (جدول 5). بررسی همبستگی ساده بین سایر صفات نشان داد که طول بلال و وزن بلال دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار می‌باشند. همچنین مشاهده شد که بیشترین همبستگی منفی و معنی دار بین صفات وزن خشک برگ و ارتفاع تشکیل بلال وجود دارد. از آنجا که همبستگی قوی، مثبت و معنی داری (0/90) بین ارتفاع تشکیل بلال و وزن خشک ساقه وجود دارد، لذا می‌توان اینگونه استنباط نمود که با افزایش ارتفاع تشکیل بلال از سطح زمین از وزن خشک برگ‌ها کاسته شده و افزایش چشمگیری در وزن خشک ساقه‌ها صورت می‌گیرد که دلیل آن را می‌توان به واکنش پیشگیرانه گیاه برای جلوگیری از ورس ساقه و در نتیجه اختصاص مواد فتوسنتزی تولید شده به سایر قسمت‌های رویشی ازجمله ساقه دانست. شعاع حسینی و همکاران (Shoa Hosseini et al., 2009) نیز در مطالعه خود بیان نمودند که تحت شرایط تنش خشکی، بدنال افزایش ارتفاع بوته و ارتفاع تشکیل بلال، مکانیسم مقاومت گیاه به ورس و خوابیدگی از طریق اختصاص مواد فتوسنتزی به ساقه و در نتیجه افزایش در قطر و وزن خشک ساقه را موجب شد. همانگونه که در جدول 7 مشاهده می‌گردد طول بلال دارای همبستگی معنی داری با صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن 300 دانه، وزن بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال می‌باشد. همچنین بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار طول بلال با وزن بلال (0/97) و سپس با تعداد دانه در ردیف بلال (0/96) مشاهده شد (جدول 7).

بر اساس نتایج گزارش شده در جدول 7 تعداد دانه در ردیف با کلیه صفات مورد مطالعه در این پژوهش بجز وزن خشک برگ و ساقه، تعداد برگ در گیاه، قطر ساقه، ارتفاع تشکیل بلال و تعداد ردیف دانه در بلال دارای همبستگی مثبت و معنی دار می‌باشد. بیشترین همبستگی تعداد دانه در ردیف بلال با طول بلال (0/96) و سپس با وزن بلال (0/95) مشاهده شد. تعداد ردیف دانه در بلال نیز تنها با صفات وزن بلال، قطر بلال، عمق دانه و عملکرد دانه بصورت مثبت و معنی داری همبسته بود (جدول 7). با توجه به نتایج حاصله اینگونه استنباط می‌شود که تحت شرایط تنش خفیف خشکی بدنال افزایش طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال زیاد شده که در نتیجه منجر به افزایش وزن بلال و بالتبع عملکرد دانه می‌شود که این موضوع امری بدیهی به نظر می‌رسد. عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تابعی از تغییرات صفات مختلف دیگر است که اصطلاحاً به اجزای عملکرد موسوم‌اند. تاکنون مدل‌های مختلفی برای توجیه روابط این صفات با عملکرد دانه ارائه شده است (Agrama, 1996).

نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط تنش خفیف خشکی با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیرهای مستقل نشان داد که سه صفت عمق

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش خفیف خشکی و ترکیبات مختلف کودی

ns, * and ** are significant at...
به ترتیب نشاندهنده غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، **، *

جدول 8- رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیر مستقل در ذرت

دانه‌ای و تحت شرایط تنش خفیف خشکی و ترکیبات مختلف کودی

Table 8- Stepwise regression with yield as dependent and other traits as independent variables in grain corn under low stress condition and different fertilizer combinations

گام سوم Third step	گام دوم Second step	گام اول First step	صفت وارد شده Entered Trait
قطر ساقه Stem diameter	وزن خشک برگ Leaf dry weight	عمق دانه Kernel depth	مقدار F F-value
47.89	36.38	35.94	
0.92	0.85	0.73	ضریب تشخیص r-square

پذیرش دانه گرده و بدنبال آن جوانه زدن و رشد لوله گرده در کلاله و داخل تخمک ها تحت تأثیر قرار گرفته، باروری به خوبی صورت نگیرد و در نهایت تعداد دانه در بلال کاهش یابد (Shirinzade et al., 2009).

نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیر مستقل در شرایط تنش شدید خشکی در جدول 10 ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می شود اولین صفت وارد شده به مدل تعداد دانه در ردیف می باشد که به تنهایی بیش از 80 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می کند. در گام بعد صفت وزن 300 دانه به مدل اضافه و مجموعاً همراه با تعداد دانه در ردیف حدود 90 درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمودند (جدول 10). در مراحل بعد صفات تعداد ردیف دانه در بلال و ارتفاع بوته به ترتیب یکی پس از دیگری به مدل وارد و مجموعاً کل صفات وارد شده بیش از 95 درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند.

بررسی ضرائب معادله رگرسیونی برازش داده شده تحت شرایط تنش شدید خشکی (آبیاری پس از 150 میلیمتر تبخیر تجمعی از تشکک تبخیر کلاس A) نشان می دهد هر چند که تأثیر ارتفاع بوته بر عملکرد دانه اندک می باشد، اما به دنبال افزایش ارتفاع بوته، عملکرد دانه بطور معنی داری کاهش می یابد (جدول 6). همانگونه که در جدول 6 مشاهده می گردد بزرگترین ضرائب مدل رگرسیونی برازش داده شده به ترتیب مربوط به صفات تعداد ردیف دانه در بلال، وزن 300 دانه، تعداد دانه در ردیف و ارتفاع بوته می باشد. همچنین مشاهده شد که در بین صفات توجیه کننده عملکرد دانه تنها صفات قطر ساقه و ارتفاع بوته به ترتیب در شرایط تنش خفیف و شدید خشکی دارای ضرائب منفی می باشند (جدول 6).

با توجه به نتایج حاصله اینگونه استنباط می گردد که در شرایطی که گیاه با تنش شدید خشکی مواجه است، حفظ تعداد دانه در ردیف بلال بیشترین تأثیر را بر کاهش خسارات ناشی از تنش بر عملکرد خواهد داشت، درحالیکه این موضوع در مورد شرایط تنش خفیف صادق نمی باشد.

با توجه به همبستگی بالا و معنی دار این صفت با وزن خشک ساقه چنین استنباط می شود که به دنبال افزایش تعداد برگ، وزن خشک ساقه کاهش می یابد که این موضوع امری بدیهی بنظر می رسد. همچنین مشاهده شد که تعداد ردیف دانه در بلال دارای همبستگی معنی داری با صفات تعداد دانه در ردیف، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال می باشد (جدول 9). بیشترین همبستگی تعداد ردیف دانه در بلال با قطر بلال مشاهده شد.

بعبارت دیگر، تحت شرایط تنش شدید خشکی، به دنبال افزایش قطر بلال تعداد ردیف دانه در بلال نیز افزایش می یابد که این موضوع با گزارش گلباشی و همکاران (Golbasy et al., 2009) مطابقت دارد. براساس نتایج بدست آمده، تعداد دانه در ردیف نیز از همبستگی معنی داری با صفات تعداد ردیف دانه در بلال، وزن 300 دانه، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال برخوردار می باشد (جدول 9). وزن 300 دانه نیز بطور منفی و معنی داری با تعداد برگ در گیاه همبسته بود. همبستگی بین این صفت با صفات ارتفاع تشکیل بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن بلال، طول بلال، قطر بلال، قطر چوب بلال، عمق دانه و درصد چوب بلال مثبت و معنی دار مشاهده شد. در بین اجزاء عملکرد دانه، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف دارای بالاترین همبستگی معنی دار بودند (0/75). واسون و همکاران (Wasson et al., 2000) اثر حجم آبیاری را در سه مرحله از رشد و توسعه ذرت، بررسی و ملاحظه کردند که گیاه ذرت حساسیت بالایی نسبت به کمبود آب در مرحله گل دهی دارد تنش جزئی رطوبت در این مرحله از تشکیل آغازین های گل جلوگیری نموده و تعداد دانه ها را کاهش می دهد. کمبود آب در مرحله گل دهی باعث تأخیر در ظهور گل تاجی و ابریشم شده و منجر به افزایش فاصله بین 50 درصد گرده افشانی و 50 درصد ظهور کاکل می گردد و در نهایت موجب می شود انتشار و دریافت دانه گرده تقریباً و یا کلاً انجام نشود. ابریشم های ظاهر شده، ممکن است در اثر کمبود آب و درجه حرارت بالا خشکیده و در نتیجه

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش شدید خشکی و ترکیبات مختلف کودی
Table 9- Correlation coefficients between investigated traits of grain corn under high stress condition and different fertilizer combinations

عملکرد کل Total yield	عمق دانه Kernel depth	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	وزن بلال Ear weight	وزن دانه 300-kernel weight	تعداد دانه Kernel No./row	تعداد ردیف در بلال Row No./ear	ارتفاع بلال Ear height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaves No.	ارتفاع بوته Plant height	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight
14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0.25 ns	0.17 ns	0.27 ns	0.22 ns	0.25 ns	0.30 ns	0.23 ns	0.46 ns	0.04 ns	-0.27 ns	-0.26 ns	0.38 ns	0.60*	1.00
0.36 ns	0.27 ns	0.35 ns	0.24 ns	0.46 ns	0.45 ns	0.34 ns	0.37 ns	0.11 ns	0.02 ns	-0.83**	0.25 ns	1.00	2
0.07 ns	0.19 ns	0.09 ns	0.08 ns	0.18 ns	0.26 ns	0.19 ns	0.09 ns	0.26 ns	-0.01 ns	-0.33 ns	1.00		3
-0.30 ns	-0.28 ns	-0.30 ns	-0.26 ns	-0.49 ns	-0.54*	-0.32 ns	-0.11 ns	-0.20 ns	-0.07 ns	1.00			4
0.24 ns	0.25 ns	0.26 ns	0.27 ns	0.29 ns	0.14 ns	0.28 ns	0.18 ns	0.10 ns	1.00				5
0.46 ns	0.56*	0.59*	0.53*	0.46 ns	0.53*	0.48 ns	0.36 ns	1.00					6
0.75**	0.78**	0.81**	0.74**	0.64*	0.47 ns	0.75**	1.00						7
0.90**	0.87**	0.87**	0.90**	0.95**	0.72**	1.00							8
0.86**	0.73**	0.78**	0.82**	0.86**	1.00								9
0.93**	0.80**	0.84**	0.88**	1.00									10
0.93**	0.95**	0.96**	1.00										11
0.89**	0.97**	1.00											12
0.84**	1.00												13
1.00													14

ns, *, **, *ns به ترتیب نشاندهنده غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
ns, *, **, *ns are significant at...

جدول 10- رگرسیون گام به گام با در نظر گرفتن عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و سایر صفات بعنوان متغیر مستقل در ذرت دانه‌ای و تحت شرایط تنش شدید خشکی و ترکیبات مختلف کودی

Table 10- Stepwise regression with yield as dependent and other traits as independent variables in grain corn under high stress condition and different fertilizer combinations

گام اول First step	گام دوم Second step	گام سوم Third step	گام چهارم Fourth step	صفات وارد شده Entered trait
تعداد دانه در ردیف Kernel No./ row	وزن 300 دانه 300-kernel weight	تعداد ردیف دانه در بلال Row No./ear	ارتفاع بوته Plant height	
56	59.71	53.04	53.04	مقدار F F-value
0.81	0.90	0.93	0/95	ضریب تشخیص r-square

شرایط تنش خفیف صفت عمق دانه و در شرایط تنش شدید خشکی تعداد دانه در ردیف بلال به عنوان مهمترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه شناخته شدند (جدول 6 و 10).

بعبارت دیگر، نتایج این تحقیق نشان داد که به دنبال افزایش شدت تنش وارد به گیاه از خفیف به شدید (به ترتیب آبیاری پس از 100 و 150 میلیمتر تبخیر جمعی از تشنگ تبخیر کلاس A)، عکس العمل گیاه در تعدیل خسارات وارد شده متفاوت خواهد بود؛ بطوریکه در

منابع

- 1- Agrama, H.A.S. 1996. Sequential Path analysis of grain Yield and its components in maize. Plant Breeding 115: 343-346
- 2- Ahmadzade, A. 1990. Determination of the best drought stress indices in selective corn lines. Msc Thesis, Agricultural faculty of University of Tehran (In Persian with English Summary)
- 3- Alahdadi, I., Zarabi, M., and Golbashy, M. 2009. Study to reduction effects of drought stress on growth stage of seed corn (S.C 704), using phosphorus solubilizing bacteria, phosphorus chemical fertilizer and Mycorrhiza, fungus AM. 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Conditions. 19 Nov 2009. Islamic Azad University, Sciences and Research Branch. p:41. (In Persian)
- 4- Asea, P.E.A., Kucey, R.M.N., and Stewart, J.W.R. 1988. Inorganic phosphate solubilization by two *Penicillium* species in solution culture and soil. Soil Biology and Biochemistry 20(4): 459-464
- 5- Brown, J.S. 1979. Water transport in plant: mechanism of apparent changes in resistance during absorption. Plant Physiology 117: 182-207.
- 6- Caker, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89(1): 1-16
- 7- Ebdai, R. 2003. study effect of applying mycorrhizae and phosphorous levels in different irrigation condition on yield and yield component and some morphological characters of pop corn. Msc Thesis. Islamic Azad University of Karaj. (In Persian with English Summary)
- 8- Espelta, J.F., Eissenstat, D.M., and Graham, J.H. 1999. Citrus root responses to localization drying soil: a new approach to studying mycorrhizal effects on the roots of trees. Plant Science 206:1-10.
- 9- Gaur, R., Shani, N., Kawaljeet, B.N., Rossi, P., Aragno, M. 2002. Diacetyl phloroglucinol-producing *Pseudomonas* do not influence am Fungi in wheat rhizosphere. Current Science 86: 453-457.
- 10- Ghahfarrokhi, A.R., Khodabandeh, N., Ahmadi, A., and Bankehsaz, A. 2004. Study on effect of drought stress in different growth stages on yield, yield components and quality of grain maize. Abstracts of the 8th Iranian Congress of Crop Sciences. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran. 239 pp. (In Persian)
- 11- Golbashy, M., Shoa Hosseini, M., Khavari Khorasani, S., Farsi, M., and Zarabi, M. 2009. Effect of drought stress on yield, yield components, morphological traits of single cross and three way cross of corn. Abstract Book of the National Conferences on Consumption Pattern Reforms in Agriculture and Natural Resources, 225 pp.
- 12- Iranipor, R., Malakouti, M.J., Abedi, M.J., Sajadi, A., and Ghaforian, J. 2003. Study effect of brimstone, organic matter, thiobacillus and phosphate solubilization bacteria on phpsphor absorb ability. Abstract Book of 3th National Congress of Develop in Appling Biological Material and Optimum Use of Fertilizer and Poison in Agriculture., Tehran, Iran. (In Persian)
- 13- Jaafari, P., and Imani, M.R. 2004. Study of drought stress and plant density on yield and some agronomical traits of maize KSC 301. Abstracts of the 8th. Iranian Congress of Crop Sciences. College of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran. 235 pp. (In Persian)

- 14- Leinhos, V. 1994. Effects of pH and glucose on auxin production by phosphate-solubilizing rhizobacteria *in vitro*. Research in Microbiology 149:135-138.
- 15- Lucey, R., Reed, E., Glick, R.B. 2004. Application of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie Van Leeuwenhoek 86: 1-25.
- 16- Martin, R.J., Jamieson, P.D., Gillespie, R.N., and Maley, S. 2001. Effect of timing and intensity of drought on the yield of oats (*Avena sativa* L.). Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited, Christchurch, New Zealand.
- 17- Mosavi Jangali, S.A., Sni, B., Sharifi, M., and Hosseini Nejad, Z. 2004. Effect of phosphorus solubilizing bacteria and Mycorrhiza on quantitative trait of corn (S.C 704). 8th Congress Agronomi and Plant Breeding, Gilan Agriculture University. 184 pp. (In Persian)
- 18- Nesmith, D.S. 1991. Growth responses of corn (*Zea mays* L.) to intermittent soil water deficits. Field Crops Abstracts Nov. 1991. 7924.
- 19- Norgholipor, F., Khavazi, K., and Khoshkam, T. 2003. Effect of apply phosphate soil with thiobacillus bacteris and phosphorus solubilizing bacteria on yield. 3th National Congress of Develop in Applying Biological Material and Optimum Use of Fertilizer and poison in Agriculture. Tehran, Iran. (In Persian)
- 20- Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D., and Schlemmer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water – stressed corn. Crop Science 42: 165-171.
- 21- Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereeku, S., and O'Toole, J.C. 2002. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part I. Grain yield and yield components. Field Crops Research 73: 153-168.
- 22- Pinheiro, C., Passarinho, J.A., and Ricardo, C.P. 2004. Effect of drought and rewatering on the metabolism of *Lupinus albus* organs. Journal Plant Physiology 161: 1203-1210
- 23- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizer for Sustainable Agriculture. 1st Edition. Jodhpur: Agrobios, India. 45 pp.
- 24- Shirinzade, E., Zarghami, R., and Shiri, M.R. 2009. Evaluation of drought tolerant in corn hybrids using drought tolerance indices. Iranian Journal of Crop Sciences, 10(4): 416-427. (In Persian with English Summary)
- 25- Shoa Hosseini, M., Golbashi, M., Farsi, M., Khavari Khorasani, S., and Ashofte Beiragi, M. 2009. Evaluation of correlation between yield and its dependent trait in single cross corn hybrids under drought stress. Abstract Book of 1st Regional Conference on Tropical Crops Production under Environmental Stresses Condition. Islamic Azad University, Khozestan, P :72 (In Persian)
- 26- Shoa Hosseini, S.M., Farsi, M., and Khavari Khorasani, S. 2008. Investigation of water deficit stress effects on yield and yield components using path analysis in some corn hybrids. Agricultural Science 18(1): 71-85 (In Persian with English Summary)
- 27- Subba Rao, N.S. 1988. Biofertilizers in agriculture. 1st Edition. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co., India.
- 28- Wasson, J., Schumacher, J.R., and Wicks, T.E. 2000. Maize water content and solute potential at three stages of development. University of Illinois. Department of Crop Sciences, Maydica 45(1): 67-72.
- 29- Zarei, M., Saleh-Rastin, N., Alikhani, H.A., and Aliasgharzadeh, N. 2006. Responses of lentil to co-inoculation with phosphate-solubilizing *Rhizobial* strains and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Journal of Plant Nutrition 29: 1509-1522.



ارزیابی تحمل به یخ‌زدگی در ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

تحت شرایط کنترل شده

احمد نظامی^{1*} و زینت پرومند رضازاده²

تاریخ دریافت: 1389/04/15

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر تنش یخ‌زدگی بر ارقام گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از رقم (شامل پنج رقم پاییزه با نام‌های 3، 6، 16، K.W. 6، K.W. 16، زرقان 279 و لاین 295 و رقم بهار-پاییزه IL-111) و دماهای یخ‌زدگی (شامل شش دمای صفر، -4، -8، -12، -16 و -20 درجه سانتی‌گراد). کاشت در اوایل پاییز انجام و به منظور ایجاد خوسرمایی، گیاهان تا مرحله 5-7 برگی در شرایط آب و هوایی طبیعی رشد یافته و پس از آن تیمارهای یخ‌زدگی در شرایط کنترل شده بر روی آنها اعمال شد. سپس گلدان‌ها به محیط طبیعی منتقل شده و پس از سه هفته در صد بقاء و بازیافت (رشد مجدد) گیاهان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که درصد بقاء ارقام تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مقدار LT_{50} برای ارقام مختلف بین 13- تا 13/5- درجه سانتی‌گراد بود. بررسی بازیافت بوته‌ها سه هفته پس از تیمار یخ‌زدگی نشان داد که وزن خشک ارقام گلرنگ تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان وزن خشک را رقم IL-111 دارا بود. همچنین با کاهش دما به 12- درجه سانتی‌گراد وزن خشک ارقام کاهش یافت. از نظر LT_{50} و دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک گیاهان ($RDMT_{50}$) نیز کمترین مقدار مربوط به لاین 295 و رقم IL-111 بود که این امر می‌تواند نشان دهنده بازیافت ضعیف‌تر این دو رقم نسبت به سایر ارقام باشد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، درصد بقاء، دمای کشنده 50 درصد نمونه‌ها، تحمل به یخ‌زدگی، دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک.

مقدمه

بهره‌گیری بهتر گیاه از امکانات محیطی و به دنبال آن بهبود عملکرد مناسب‌تر است. در همین راستا و با وجود اینکه گیاه گلرنگ نیز از جمله گیاهانی است که امکان کشت آن به دو صورت بهار و پاییزه وجود دارد (Karimi, 1996; Mohammadi Nikpour & Koocheki, 1999; Fazeli et al., 2008)، ولی در مناطق معتدله کشت پاییزه گیاهان به دلیل بروز تنش‌های زمستانه نظیر یخ‌زدگی، استقرار ضعیف گیاهچه، خسارات حاصل از بیماری، آفات و پوشش برف و صدمات ناشی از آن ممکن است منجر به کاهش تولید گردد (Blum, 1988).

تنش یخ‌زدگی از جمله مهمترین تنش‌های زمستانه است که از طریق صدمات شدیدی که به سلول‌ها و بافت‌های گیاهی وارد می‌کند سبب بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر و حتی گاهی نابودی کامل گیاه زراعی می‌گردد (Mirmohammadi Maibodi & Tarkesh, 2004). لذا شناسایی ارقام متحمل به سرما یکی از مهمترین عوامل موفقیت گیاهان در کشت پاییزه است. از آنجایی که ارزیابی ارقام متحمل به سرما در شرایط مزرعه به دلیل عدم امکان

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، یکی از گیاهان بومی ایران است که دامنه سازگاری بالایی نسبت به برخی تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری داشته (Kafi & Rostami, 2007) و روغن آن به دلیل دارا بودن میزان زیادی اسید لینولئیک از کیفیت بالایی برخوردار است (Forouzan, 1999). متأسفانه این گیاه از جمله گیاهان در حال فراموش شدن است و در حال حاضر توجه چندانی به آن نمی‌شود. لذا لازم است با توجه به ویژگی‌های ارزشمند این گیاه، مطالعات بیشتری برای شناخت بهتر گیاه و نیز بهینه‌سازی شرایط رشد و تولید آن صورت گیرد.

در گیاهانی که کشت پاییزه و یا بهار آنها امکان‌پذیر است، کشت پاییزه نسبت به کشت بهار به دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه،

1 و 2- به ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) - نویسنده مسئول: (Email: nezamiahmad@yahoo.com)

یافت. به منظور ایجاد خوسرمایی، گیاهان تا مرحله 5-7 برگگی در شرایط آب و هوایی طبیعی رشد یافته و پس از آن تیمارهای یخ‌زدگی بر روی آنها اعمال شد. برای اعمال یخ‌زدگی گلدان‌ها به فریزر ترموگرادیان منتقل شدند. دمای فریزر در شروع آزمایش 5 درجه سانتی‌گراد بود و پس از قرار دادن نمونه‌ها با سرعت 2 درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت. به منظور اطمینان از یخ‌زدگی و ایجاد هستک یخ در گیاهچه‌ها، در دمای 2- درجه سانتی‌گراد محلول حاوی باکتری‌های ایجاد کننده هستک یخ روی گیاهان پاشیده شد (Rashed et al., 2009). سپس دما با سرعت 2 درجه سانتی‌گراد در ساعت کاهش یافت تا به دمای مورد نظر هر تیمار رسید. به منظور ایجاد تعادل در دمای محیط، گیاهان به مدت یک ساعت در هریک از دماهای آزمایش باقی مانده و سپس از فریزر خارج شدند. برای جلوگیری از ذوب شدن سریع یخ در گیاهچه‌ها، گلدان‌ها پس از خروج از فریزر به مدت 24 ساعت در اتاقک سرد با دمای 4 ± 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس گلدان‌ها به محیط طبیعی منتقل شده و پس از سه هفته درصد بقا آنها تعیین شد. درصد بقای گیاهان از طریق شمارش تعداد بوته زنده در هر گلدان و از طریق معادله (1) محاسبه شد:

$100 \times (\text{تعداد گیاهان قبل از اعمال یخ‌زدگی} / \text{تعداد گیاهان زنده سه هفته پس از اعمال یخ‌زدگی}) = \text{درصد بقا}$ معادله (1)
همزمان جهت تعیین بازیافت (رشد مجدد) گیاهان نیز تعداد و سطح برگ و وزن خشک ساقه، برگ و کل بوته اندازه‌گیری شد. درجه حرارت کشنده برای 50 درصد نمونه‌ها و دمای کاهنده 50 درصد وزن بوته‌ها به ترتیب با رسم نمودار درصد بقا و وزن خشک گیاهان در برابر دماهای یخ‌زدگی تعیین گردید (Rashed et al., 2009).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MINITAB-ver 13 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول 1 آمده است. از نظر درصد بقا بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول 1) ولی تأثیر دما بر این صفت معنی‌دار ($p < 0/01$) بود و با کاهش دما، درصد بقا کاهش یافت (جدول 3). بیشترین درصد بقا در تیمار شاهد (صفر درجه سانتی‌گراد) (100 درصد) و کمترین آن در دماهای 16- و 20- درجه سانتی‌گراد (صفر درصد) مشاهده شد (جدول 3). رائف و زینلی (Rife & Zeinali, 2003) نیز در بررسی خود در خصوص تحمل به سرمای سه رقم کلزا (*Brassica napus* L.) بیان نمودند.

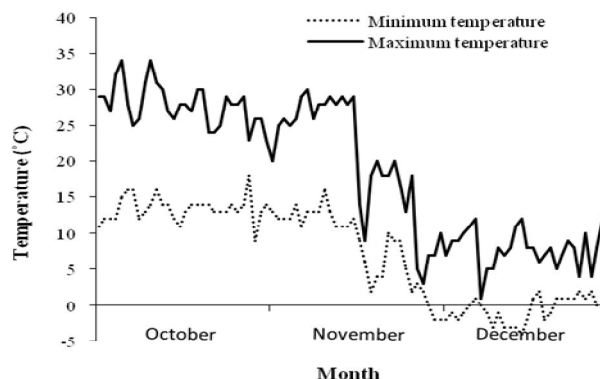
کنترل شدت سرما و نیز عدم وقوع هرساله زمستان‌های مناسب جهت به‌گزینی و همچنین بالا بودن هزینه آزمایش‌ها و طولانی بودن زمان آزمایش، بسیار مشکل و یا غیرممکن است (Gusta et al., 2000). لذا محققان به دنبال آزمون‌هایی هستند که ضمن دارا بودن سهولت، سرعت و اعتبار کافی، قابل تکرار نیز باشند (Rife & Zeinali, 1993; Blum, 1988; 2003; Teutonico et al., 1993). در این راستا انواع مختلفی از آزمون‌ها جهت مطالعه اثرات تنش سرما ابداع شده است (Fowler et al., 1981) که کنترل دما را امکان‌پذیر ساخته و این امکان را نیز فراهم می‌سازند تا در طول زمان، تکرار آزمون نیز صورت پذیرد (Gusta & Fowler, 1977). یکی از این روش‌ها اعمال تیمارهای یخ‌زدگی در شرایط کنترل شده و سپس مطالعه درصد بقا و رشد مجدد گیاه پس از گذشت دوره بازیافت و بررسی صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد برگ و سطح آنها می‌باشد. همچنین از دمای کشنده 50 درصد نمونه‌های گیاهی¹ (LT_{50}) (Nezami et al., 2007; Rashed Mohassel et al., 1996; Bridger et al., 2009) و نیز دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک ($RDMT_{50}$) بعنوان شاخصی مناسب برای اندازه‌گیری تحمل نسبت به سرما استفاده شده است (Rashed Mohassel et al., 2009). میرزایی اصل و همکاران (Mirzaie Asl et al., 2002) در مطالعه ارزیابی تحمل به سرما در گندم (*Triticum aestivum* L.) همبستگی بالایی را بین LT_{50} حاصل از طوقه‌های گیاهان در شرایط مزرعه با LT_{50} حاصل از گیاهانی که در گلدان کشت شده بودند گزارش کردند. همچنین نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) برای ارزیابی تحمل به یخ‌زدگی در نخود (*Cicer arietinum* L.) و تخمین LT_{50} و $RDMT_{50}$ از شرایط کنترل شده استفاده نموده‌اند. آزمایش حاضر جهت ارزیابی تحمل به یخ‌زدگی و تعیین LT_{50} و $RDMT_{50}$ ارقام گلرنگ در شرایط کنترل شده اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال 1385 در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از پنج رقم پاییزه با نام‌های 3، K.W. 6، K.W. 16، K.W. 279 و لاین 295 و رقم بهار-پاییزه IL-111 و شش دمای یخ‌زدگی شامل دمای صفر، 4-، 8-، 12-، 16- و 20- درجه سانتی‌گراد. کشت بذور در اوایل پاییز در گلدان‌های پلاستیکی با قطر 10 سانتیمتر که حاوی نسبت مساوی از خاک مزرعه، خاکبرگ و ماسه بودند انجام شد و در مرحله دو تا سه برگگی تعداد گیاهان به پنج عدد در هر گلدان تقلیل

1- Lethal Temperature 50

2- Reduced Dry Matter Temperature 50



شکل 1- درجه حرارت حداقل و حداکثر روزانه در پاییز سال 1385 در شرایط مشهد
Fig. 1- Daily minimum and maximum temperatures in Mashhad conditions during autumn 2006

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد بقاء، تعداد و سطح برگ و وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه در ارقام گلرنگ تحت تأثیر یخ‌زدگی در شرایط کنترل شده

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower genotypes affected by freezing under controlled conditions

وزن خشک Dry weight			سطح برگ Leaf area	تعداد برگ Leaf No.	درصد بقاء Survival percentage	درجه آزادی df	منبع تغییر S.O.V.
گیاه Plant	برگ Leaf	ساقه Stem					
33122**	15170**	5668.6*	114.2 ^{ns}	5.0**	83.9 ^{ns}	5	ژنوتیپ Genotype (G)
381630**	220862**	22724.7*	845.7**	173.1**	34904.0**	5	دما Temperature (T)
7767 ^{ns}	4599 ^{ns}	1283.6 ^{ns}	62.8 ^{ns}	1.6**	44.2 ^{ns}	25	ژنوتیپ × دما G × T
4798	4431	823.3	73.2	0.8	38.1	72	خطا Error

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.
ns، *، ** are non-significant, significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

جدول 2- مقایسه میانگین درصد بقاء، LT₅₀، تعداد و سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه ارقام گلرنگ سه هفته پس از اعمال تیمار یخ‌زدگی

Table 2- Mean comparison of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes three weeks after freezing

وزن خشک (میلی گرم) Dry weight (mg)			سطح برگ گیاه Leaf area	تعداد برگ Leaf number	دمای کشنده 50 درصد گیاهان LT ₅₀ (°C)	درصد بقاء Survival percentage	ژنوتیپ Genotype
گیاه Plant	برگ Leaf	ساقه Stem					
181	139	42	3.7	0.7	-13.4	54.2*	K.W. 3
160	133	27	3.9	0.7	-13.5	56.2	K.W. 6
254	192	62	4.9	0.6	-13.4	56.5	K.W. 16
208	139	70	3.7	0.7	-13.5	58.6	Zarghan279
176	136	39	3.5	1.0	-13.1	52.3	Line 295
129	102	27	4.3	0.7	-13.0	56.1	IL-111
46	44	19	0.58	0.19	0.71	4.1	LSD (%5)

* میانگین‌هایی که تفاوت بین آنها کمتر از میزان LSD می‌باشد، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at $\alpha=0.05$.

جدول 3- مقایسه میانگین درصد بقاء، تعداد و سطح برگ، وزن خشک ساقه، برگ و کل گیاه ارقام گلرنگ سه هفته پس از اعمال تیمار یخ زدگی
Table 3- Mean comparison of survival percentage, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weights of safflower in freezing temperatures three weeks after freezing

وزن خشک (میلی گرم) Dry weight (mg)			سطح برگ (سانتی متر مربع) Leaf area (cm ²)	تعداد برگ Leaf number	درصد بقاء Survival percentage	دمای یخ زدگی (°C) Freezing temperatures
گیاه Plant	برگ Leaf	ساقه Stem				
285	77	14.4	6.0	1.1	100.0*	0
316	75	15.0	6.3	1.0	76.0	-4
276	57	11.8	6.2	1.2	83.1	-8
233	59	10.0	5.4	1.0	74.7	-12
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-16
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20
46	44	5.7	0.58	0.19	4.1	LSD (0.05)

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

* Means that their differences are more than the figure shown by related LSD are significantly different at $\alpha = 0.05$.

جدول 4- تجزیه واریانس صفات LT₅₀ و RDMT₅₀ گلرنگ تحت شرایط کنترل شده
Table 4- Analysis of variance of LT₅₀ and RDMT₅₀ of safflower in controlled conditions

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	دمای کشته شده 50 درصد گیاهان LT ₅₀	دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک RDMT ₅₀
ژنوتیپ Genotype	5	0.14 ^{ns}	4.28 ^{ns}
خطا Error	12	0.16	3.10

ns: غیر معنی دار در سطح پنج درصد

ns: non-significant at %5 probability level

بین تیمارهای دمایی مختلف تفاوت معنی داری نشان داد و بیشترین و کمترین تعداد برگ به ترتیب در دمای صفر و -12 درجه سانتیگراد به دست آمد (جدول 3).

تفاوت سطح برگ ژنوتیپ های مورد بررسی معنی دار ($p < 0/05$) نبود (جدول 1)، ولی تیمارهای دمایی تأثیر معنی داری بر سطح برگ داشتند (جدول 1) و با کاهش دما سطح برگ کاهش یافت، بطوری که در تیمار دمایی -16 درجه سانتیگراد به صفر رسید. با وجود این اختلاف سطح برگ بین تیمارهای دمایی گستره صفر تا -12 درجه سانتیگراد به لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول 3). عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2007) گزارش کردند که بیشترین سطح برگ گندم در تیمار شاهد و -4 درجه سانتیگراد (به ترتیب 11/3 و 10/9 سانتیمتر مربع) به دست آمد و کمترین سطح برگ گیاه نیز در تیمار دمایی -20 درجه سانتیگراد حاصل شد.

وزن خشک ساقه در بین ژنوتیپ های گلرنگ تفاوت معنی داری داشت (جدول 1) و دو رقم زرقان 279 و K.W. 16 از بالاترین میانگین این صفت برخوردار بودند (جدول 2). درحالیکه کمترین وزن خشک ساقه در دو رقم IL-111 و K.W. 6 مشاهده شد. از نظر تأثیر دما نیز همانگونه که در جدول 3 مشاهده می شود، با کاهش دما به

با کاهش دما، درصد بقاء گیاه کاهش یافت به طوری که از 64 درصد در دمای -6 درجه سانتیگراد به 27، 9 و 7 درصد به ترتیب در دماهای -8، -10 و -12 درجه سانتیگراد رسید. عزیزی و همکاران (Azizi et al., 2007) نیز با مطالعه درصد بقاء ارقام گندم در تیمارهای مختلف یخ زدگی به نتایج مشابهی دست یافتند. همانگونه که در جدول 2 مشاهده می شود مقدار LT₅₀ برای ارقام مختلف بین -13 تا -13/5 درجه سانتیگراد بود که اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند، اما به لحاظ کمی مقدار LT₅₀ در ژنوتیپ IL-111 و لاین 295 نسبت به سایر ژنوتیپ ها کمتر بود.

ژنوتیپ های مختلف گلرنگ از نظر تعداد برگ اختلاف معنی داری ($p < 0/01$) نشان دادند (جدول 1)، بطوریکه ژنوتیپ K.W. 16 بیشترین و لاین 295 کمترین تعداد برگ (به ترتیب 4/9 و 3/5 برگ) را داشتند. همچنین تأثیر دما بر این صفت معنی دار ($p < 0/01$) بود (جدول 1) و در بین گیاهان زنده کمترین تعداد برگ (5/4 برگ) در دمای -12 درجه سانتیگراد مشاهده شد که نسبت به شاهد 10 درصد کمتر بود (جدول 3). در آزمایشی که بر روی ژنوتیپ های مختلف تربیتکاله انجام شد نیز مشاهده گردید که اثر ژنوتیپ بر تعداد برگ در بوته معنی دار بود (Nezami et al., 2010). همچنین تعداد برگ در

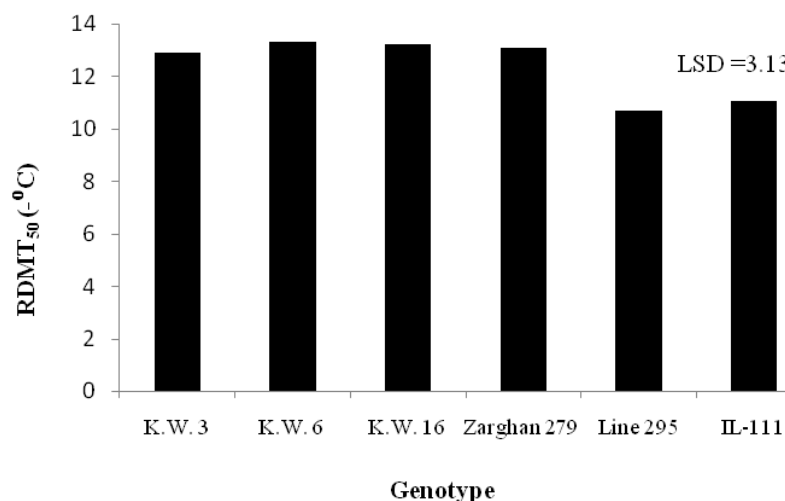
12 درصدی وزن خشک ساقه، برگ و گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. راشد محصل و همکاران (Rashed Mohassel et al., 2009) در بررسی تحمل به یخ‌زدگی دو اکوتیپ رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گزارش کردند که با کاهش دما به پایین‌تر از صفر درجه سانتیگراد، میزان وزن خشک گیاه در تمامی تیمارها کاهش یافت. گرفت و مک‌این‌تایر (Griffith & McIntyre, 1993)، اظهار داشتند که بخش هوایی گیاه چاودار (*Secale cereal* L.) در دمای کم، ماده خشک کمتری در خود جمع می‌کند. هکنبای و همکاران (Hekneby et al., 2006) نیز در آزمایش خود در خصوص تحمل به یخ‌زدگی چند ژنوتیپ یونجه (*Medicago* sp.) و شبدر یکساله (*Trifolium* sp.) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

از نظر RDMT₅₀ نیز، هرچند که اختلاف بین ژنوتیپ‌های مختلف به لحاظ آماری معنی‌دار نبود، ولی به لحاظ کمی پایین‌ترین آن در لاین 295 و رقم IL-111 بدست آمد (شکل 2). نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) در طی مطالعه‌ای بر روی نخود اظهار داشتند که علاوه بر شاخص LT₅₀ می‌توان از شاخص RDMT₅₀ نیز برای ارزیابی میزان خسارت سرما در گیاه و رشد مجدد آن استفاده نمود. به نظر می‌رسد که کمتر بودن میزان RDMT₅₀ در لاین 295 و رقم IL-111 به دلیل خسارت بیشتر تنش یخ‌زدگی بر توانایی رشد مجدد اندام‌های هوایی آنها نسبت به سایر ارقام در مرحله باز یافت بوده است.

کمتر از 4- درجه سانتی‌گراد وزن خشک ساقه کاهش یافت، بطوریکه کمترین میزان وزن خشک ساقه در دمای 12- درجه سانتیگراد حاصل شد (24 درصد کاهش نسبت به شاهد).

همانطور که در جدول 2 ملاحظه می‌شود که بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر مقدار وزن خشک گیاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به طوریکه رقم K.W. 16 و زرقان 279 به ترتیب با 208 و 254 میلی‌گرم بیشترین و رقم IL-111 با 129 میلی‌گرم کمترین وزن خشک گیاه را دارا بودند. افزایش وزن خشک رقم K.W. 16 نسبت به سایر ارقام به دلیل بیشتر بودن وزن خشک برگ و ساقه این رقم نسبت به سایر ارقام بوده است، در صورتیکه در رقم زرقان 279 این وضعیت به دلیل وزن خشک بیشتر ساقه در این رقم می‌باشد. از سوی دیگر با وجود اینکه بین ارقام IL-111 و K.W. 6 از نظر وزن خشک ساقه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، ولی وزن برگ کمتر در رقم IL-111 منجر به تولید کمترین وزن خشک گیاه در این رقم شده است. نظامی و همکاران (Nezami et al., 2007) نیز با بررسی تحمل به یخ‌زدگی ژنوتیپ‌های نخود دریافتند که پس از گذشت 21 روز از اعمال تنش یخ‌زدگی، ژنوتیپ‌های نخود از نظر وزن خشک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

اثر دما بر وزن خشک گیاه در پایان دوره بازیافت معنی‌دار ($p < 0/01$) بود. با وجود اینکه کاهش دما تا 8- درجه سانتیگراد کاهش معنی‌داری در وزن خشک گیاه و اجزاء آن ایجاد نکرد، ولی کاهش دما به 12- درجه سانتیگراد به ترتیب سبب کاهش 23، 16 و



شکل 2- دمای کاهنده 50 درصد وزن خشک ژنوتیپ‌های گلرنگ

Fig. 2- RDMT₅₀ of safflower genotypes

نتیجه گیری

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که دماهای یخ زدگی تأثیر زیادی بر درصد بقاء گیاه گلرنگ داشتند و با کاهش دما به پایین تر از صفر، درصد بقاء کاهش یافت. گستره دمایی زندهمانی ژنوتیپ‌ها بین صفر تا 12- درجه سانتیگراد بود. در این آزمایش ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر درصد بقاء و میزان LT_{50} تفاوت معنی‌داری نداشتند، هرچند که میزان LT_{50} در ژنوتیپ IL-111 و لاین 295 نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها کمتر بود. از نظر وزن خشک بوته نیز کمترین میزان مربوط به ژنوتیپ IL-111 بود، ضمن اینکه بیشترین مقدار $RDMT_{50}$ نیز در ژنوتیپ مذکور و لاین 295 مشاهده شد. به نظر می‌رسد که در بین ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی ژنوتیپ IL-111 و لاین 295 به

دلیل داشتن LT_{50} و $RDMT_{50}$ بالاتر از تحمل به یخ‌زدگی کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار باشند. در تداوم این گونه مطالعات، انجام آزمون‌های تکمیلی در شرایط مزرعه و کنترل شده و تعیین همبستگی نتایج آنها با یکدیگر مفید خواهد بود.

تشکر و سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر در اختیار قرار دادن هزینه‌های این پژوهش در قالب پژوهش شماره 921 پ مورخ 1386/8/23 قدردانی می‌شود. از سرکار خانم مهندس ناقدی‌نیا و خانم مهندس انورخواه نیز به دلیل همکاری در اجرای طرح تشکر می‌شود.

منابع

- 1- Azizi, H., Nezami, A., Nassiri Mahallati, M., and Khazaie, H.R. 2007. Evaluation of cold tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under controlled conditions. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 109-120. (In Persian with English Summary)
- 2- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environment. CRC Press, USA. 223 pp.
- 3- Bridger, G.M., Falk, D.E., Mckersie, B.D., and Smith, D.L. 1996. Crown freezing tolerance and field winter survival of winter cereals in eastern Canada. Crop Science 36: 150-157.
- 4- Fazeli, F., Sadrabadi, R., Zare Faizabadi, A., and Ezat Ahmadi, M. 2008. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) in Rokh plateau. Iranian Journal of Field Crops Research 5:327-332. (In Persian with English Summary)
- 5- Forouzan, K. 1999. Safflower. Oil Seed Cooperation Publisher. 150 pp. (In Persian)
- 6- Fowler, D.B., Gusta, L.V., and Tyler, N.J. 1981. Selection for winter hardiness in wheat. III. Screening methods. Crop Science 21: 896-901.
- 7- Griffith, M., and McIntyre, C.H. 1993. The interrelationship of growth and frost tolerance in winter rye. Plant Physiology 87: 335-344.
- 8- Gusta, L.V., and Fowler, D.B. 1977. Cold resistance and injury in winter cereals. pp 159-178. In: "H. Mussel and R.C. Staples (eds.) Stress physiology in crop plants. John Wiley and Sons, New York.
- 9- Gusta, L.V., O'Connor, B.J., Gao, Y.P., and Jana, S. 2001. A re-evaluation of controlled freeze-tests and controlled environment hardening conditions to estimate the winter survival potential of hardy winter wheat. Canadian Journal of Plant Science 80: 241-246.
- 10- Hekneby, M., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. 2006. Frost resistance and biochemical changes during cold acclimation in different annual legumes. Environmental and Experimental Botany 55: 305-314.
- 11- Kafi, M., and Rostami, M. 2007. Yield characteristics and oil content of three safflower (*Carthamus tinctorious* L.) cultivars under drought in reproductive stage and irrigation with saline water. Iranian Journal of Field Crops Research 5: 121-131. (In Persian with English Summary)
- 12- Karimi, H. 1996. Field Crops. University of Tehran Press. 387 pp. (In Persian)
- 13- Mirmohammadi Maibodi, A.M., and Tarkesh Esfahani, S. 2004. Physiological and Breeding Aspects of Cold and Freezing Stress in Crops. Golbon Press. 223 pp. (In Persian)
- 14- Mirzaie Asl, A., Yazdi Samadi, B., Zali, A., and Sadeghian Motahhar, Y. 2002. Evaluation of cold tolerance of wheat with laboratory methods. Journal of Sciences and Technology of Agricultural and Natural Resources 6: 186-177. (In Persian with English Summary)
- 15- Mohammadi Nikpour, A., and Koocheki, A. 1999. Effects of sowing date on Growth indices, yield and yield components of safflower. Journal of Agricultural Sciences and Technology 13: 7-15. (In Persian with English Summary)
- 16- Nezami, A., Soleimani, M.R., Ziaee, M., Ghodsi, M., and Bannayan Aval, M. 2010. Evaluation of freezing tolerance of hexaploid triticale genotypes under controlled conditions. Notulae Scientia Biologicae 2: 114-120.
- 17- Nezami, A., Bagheri, A., Rahimian, H., Kafi, M., and Nassiri, M. 2007. Evaluation of freezing tolerance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under controlled conditions. Journal of Sciences and Technology of Agricultural and Natural Resources 10: 257-269. (In Persian with English Summary)

- 18- Rashed Mohassel M.H., Nezami, A., Bagheri, A., Hajmohammadnia, K., and Bannayan, M. 2009. Evaluation of freezing tolerance of two fennel (*Foeniculum vulgar* L.) ecotypes under controlled conditions. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 15: 131-140.
- 19- Rife, C.L., and Zeinali, H. 2003 .Cold tolerance in oilseed rape over varying acclimation durations. Crop Science 43:96-100.
- 20- Teutonico, R.A., Palta, J.P., and Osborn, T.C. 1993. In vitro freezing tolerance in relation to winter survival of rapeseed cultivars. Crop Science 33: 103-107.



پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های مختلف تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کلزا (*Brassica napus* L.)

طاهره حمیدی^{1*} و رضا حمیدی²

تاریخ دریافت: 1389/04/25

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

به منظور بررسی پتانسیل دگرآسیبی عصاره های آبی برگ، ساقه، ریشه و گل علف هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) در مراحل مختلف رشد بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه کلزا (*Brassica napus* L.) آزمایشی به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه انجام گردید. در این پژوهش اثر عصاره آبی برگ، ساقه، ریشه و گل در غلظت‌های صفر، 50 و 100 درصد، به صورت یک گانه، دوگانه، سه گانه و چهارگانه بر درصد جوانه زنی، بلندی هیپوکوتیل و بلندی ریشه اولیه و وزن خشک هیپوکوتیل و ریشه اولیه کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در مرحله رسیدگی کامل، غلظت 100% مخلوط چهارگانه عصاره‌ها (برگ+ساقه+ریشه+گل) بیشترین اثر بازدارندگی را بر جوانه زنی کلزا و وزن خشک هیپوکوتیل دانه‌رست کلزا اعمال نمود. در مرحله 20 برگی بیشترین اثر بازدارندگی بر طول هیپوکوتیل کلزا در غلظت 100% مخلوط سه گانه عصاره‌ها (برگ+ساقه+ریشه) مشاهده شد. در مرحله رسیدگی کامل، غلظت 50% مخلوط چهارگانه عصاره‌ها بیشترین اثر بازدارندگی را بر بلندی ریشه اولیه کلزا نشان داد. در مرحله 2-4 برگی غلظت 100% مخلوط سه گانه عصاره‌ها (برگ+ساقه+ریشه) بیشترین اثر بازدارندگی را بر وزن خشک ریشه چه نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اثرات تجمعی دگرآسیبی، علف‌هرز، مرحله رویشی، مرحله گلدهی

مقدمه

میوه، ریزوم، گرده، دانه و یا سایر اندام‌ها یافت می‌شوند. این مواد ممکن است مواد محلول در آب باشند که بواسطه آبشویی، ترشح ریشه، تبخیر و پوسیدن بقایای گیاهی در محیط آزاد می‌گردند (Turk & Tawaha, 2003). ترکیبات دگرآسیب از راه دخالت در فرآیندهای مهم فیزیولوژیک و بیوشیمیایی، از جمله جذب عناصر غذایی، تعادل هورمون‌های گیاهی، روابط آبی گیاه، جوانه زنی، فتوسنتز، تنفس و سنتز پروتئین، رشد و نمو گیاهان را مختل می‌سازند (Kayode & Nasr Isfahan & Shariati, 2007; Ayeni, 2009).

یکی از مهم ترین تکنیک‌های ارزیابی زیستی برای بررسی دگرآسیبی، استفاده از عصاره آبی برگ یا ریشه گیاه و مشاهده اثر این عصاره‌ها بر جوانه زنی و رشد ریشه چه گونه‌های حساس است. اگر چه اغلب فرض می‌شود که واکنش بذر یا گیاهچه به عصاره‌های گیاهی کاملاً ناشی از اثرات دگرآسیبی است، اما احتمال دارد که عصاره‌ها اثرات اسمزی منفی بر گونه مورد آزمایش اعمال کنند (Wardle et al., 1992). بسیاری از مواد سمی گیاهی که موجب بازدارندگی جوانه زنی و رشد می‌شوند، از بافت‌های گیاهی و خاک جداسازی و شناسایی شده‌اند (Turk et al., 2005). مواد شیمیایی

علف‌های هرز نه تنها برای عناصر غذایی، آب، فضا و نور با گیاهان زراعی رقابت می‌کنند بلکه با سایر اثرات خود از جمله پناهگاه حشرات و بیماری‌ها، دخالت در رشد گیاهان زراعی توسط رها کردن مواد شیمیایی در محیط ریشه گیاهان زراعی و دخالت در عملیات برداشت، عملکرد آنها را 25-45 درصد کاهش می‌دهند (Jabran 2007 et al.). کاهش عملکرد گیاهان زراعی توسط علف‌های هرز نتیجه مستقیم دگرآسیبی و رقابت و یا عمل توأم آنهاست (Alam 2001 et al.). دگرآسیبی به عنوان اثرات مضر، مستقیم یا غیر مستقیم گیاهان بر یکدیگر بواسطه تولید ترکیبات شیمیایی که وارد محیط می‌گردند، تعریف می‌شود (Bogatek et al., 2006; Turk 2005; et al.). مواد شیمیایی دگرآسیب به طور معمول متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که در اندام‌هایی چون برگ، پوست، ریشه، گل،

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز

(Email: ta.hamidi@gmail.com)

(* - نویسنده مسئول)

گیاهچه گندم اثر بازدارندگی دارد (Qasem, 2006). کاستی و همکاران (Costea et al., 2003) نشان دادند که اثرات دگرآسیبی تاج خروس بر جوانه زنی گیاهان دیگر را می‌توان به 31 ترکیب آلی فرار رها شده از بقایای خشک ساقه آن نسبت داد، اما طی پژوهش دیگری مشخص شد که عصاره آبی ساقه و بقایای گیاهی تاج خروس اثرات کمی بر جوانه زنی گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، سویا (*Glycine max* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در پتری دیش و گلدان دارند (Costea et al., 2003). آلام و همکاران (Alam et al., 2001) بیان کردند که اسید فرولیک موجود در ریشه تاج خروس جذب یون‌های معدنی را در بسیاری از گیاهان زراعی کاهش می‌دهد. این پژوهشگران همچنین بیان داشتند که عصاره آبی تاج خروس در غلظت‌های 54 و 108 قسمت در میلیون موجب بازدارندگی جوانه‌زنی پیاز (*Allium cepa* L.) نمی‌شود، اما غلظت 108 قسمت در میلیون آن طول ریشه چه و ساقه چه پیاز را به ترتیب 75 و 67 درصد کاهش داد (Tejeda-Sartorius & Rodriguez-Gonzalez, 2008).

کلزا (*Brassica napus* L.) پس از سویا و نخل روغنی (*Guineensis elaeis* L.) سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می‌رود (Shariati & Ghazizadeh, 1999). طی سال‌های اخیر در ایران توسعه و ترویج کشت کلزا مورد توجه مسئولین امر قرار گرفته است (Khajepur, 2007). استان فارس یکی از تولیدکنندگان کلزا در ایران است. گونه‌های مختلف علف هرز از جمله خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و تاج خروس می‌توانند با رقابت و اثرات دگرآسیبی خود منجر به کاهش بازده تولید و میزان محصول کلزا گردند (Shariati & Ghazizadeh, 1999).

با توجه به اینکه در خصوص اثرات تجمعی مواد شیمیایی دگرآسیب موجود در اندام‌های تاج خروس روی کلزا اطلاعات کمی در دست است. هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات تجمعی مواد شیمیایی دگرآسیب موجود در اندام‌های مختلف تاج خروس روی جوانه زنی بذر و رشد دانه رست کلزا بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات دگرآسیبی اندام‌های مختلف تاج خروس از جمله برگ، ساقه، ریشه و گل در سه مرحله از رشد شامل 2-4 برگی، 20 برگی و رسیدگی کامل، بذر تاج خروس در گلدان و در شرایط گلخانه کشت و برداشت هر کدام از اندام‌ها در هر سه مرحله انجام شد. پس از برداشت، اندام‌های مختلف از یکدیگر جدا و به مدت 24 ساعت در دمای 48 درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند. اندام‌های مختلف تاج خروس ابتدا با دست به قطعات کوچک 0/5 تا 1

مختلفی از جمله ترپنوییدهای فرار، فنیل پروپانوییدها، کومارین‌ها، فلاونوییدها، تانن‌ها، سیانوژنیک، گلوکوزیدها، استروئیدها و آلکالوئیدها در اندام‌های مختلف علف‌های هرز وجود دارند که بواسطه آبشویی، ترشح و پوسیدن در محیط رشد گیاهان زراعی رها می‌شوند (Alam et al., 2001). مواد دگرآسیب در غلظت پایین بازدارندگی کمی ایجاد کرده و حتی ممکن است تسریع رشد نیز اتفاق بیفتد (Chung et al., 2003; Inderjit & Dakshini, 1995). مواد شیمیایی دگرآسیب که از رشد برخی گونه‌ها در غلظت‌های خاص بازدارندگی می‌کنند، ممکن است رشد همان گونه یا گونه‌های دیگر را در غلظت‌های کم تسریع نمایند (Turk et al., 2005).

نتایج برخی بررسی‌ها نشان داده است که بخش‌های مختلف یک گیاه دارای پتانسیل دگرآسیبی متفاوتی هستند (et al., 2008). در بسیاری از گونه‌ها، برگ‌ها منبع اصلی مواد شیمیایی دگرآسیب بوده و به طور کلی ریشه‌ها در مقایسه با برگ‌ها مقادیر کمتر ترکیبات خاص و یا مواد شیمیایی با سمیت کمتر تولید می‌کنند (Bonanomi et al., 2006). هاو و همکاران (Hao et al., 2007) در پژوهشی ترکیبات دگرآسیب موجود در بافت‌های گیاه (*Cistus ladanifer* L.) را به صورت جداگانه و مخلوط آزمایش کردند و نتایج پژوهش آن‌ها نشان دادند که مخلوط ترکیبات دگرآسیب اثرات منفی بیشتری نسبت به ترکیبات دگرآسیب مجزا دارند.

آن و همکاران (An et al., 2003) گزارش کردند که به طور کلی مقدار ترکیبات دگرآسیب با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. در آزمایشی که توسط بخاری و همکاران (Bokhari et al., 1978) انجام شد، مشخص گردید که سمیت عصاره مواد گیاهی که در مرحله رسیدگی کامل برداشت شده بودند نسبت به آنهایی که در مراحل اولیه و اواسط رشد تهیه شده بودند کمتر بود. ایندراجیت و داکشینینی (Inderjit & Dakshini, 1995) بیان کردند که در ارزیابی زیستی جوانه زنی، رشد گیاهچه در مقایسه با جوانه زنی بذر، واکنش بهتری به مواد شیمیایی دگرآسیب از جمله اسید فنولیک نشان می‌دهد. تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) یکی از خطرناک‌ترین گونه‌های علف هرز دنیا به شمار می‌رود. تاج خروس در سراسر تابستان به سرعت رشد کرده و در میانه و پایان فصل رشد هنگامیکه تأثیر باقی‌ماندگی اثر علف کش‌ها از بین رفته است، به عنوان یک مشکل در مزارع محسوب می‌شود (Costea et al., 2003). گزارش شده است که عصاره پسمان‌های خشک ساقه تاج خروس موجب بازدارندگی یا کاهش درصد جوانه زنی در ارقام زیادی از گیاهان زراعی می‌شود (Costea et al., 2003). در آزمایشی اثر آللوپاتیک تاج خروس بر جوانه زنی و رشد گندم (*Triticum aestivum* L.) بررسی گردید و مشخص شد که عصاره ساقه یا ریشه تر تاج خروس، بر جوانه زنی، طول هیپوکوتیل و ریشه اولیه و وزن خشک ریشه اولیه

های برگ، ساقه، ریشه، گل و مخلوط آنها به طور معنی‌داری بر جوانه زنی بذر کلزا اثرات بازدارندگی نشان دادند. در مرحله 4-2 برگی در غلظت بیشتر مخلوط سه گانه (برگ+ساقه+ریشه) و عصاره ریشه به طور مجزا به ترتیب بیشترین و کمترین اثر بازدارندگی را بر جوانه زنی بذر کلزا اعمال نمودند (جدول‌های 1 و 2). در مرحله 20 برگی مخلوط سه گانه (برگ+ساقه+ریشه) در غلظت 50% موجب بیشترین کاهش (78%) روی جوانه زنی بذر کلزا شد (جدول‌های 4 و 6). در مرحله رسیدگی کامل، بیشترین کاهش در مخلوط چهارگانه در غلظت 100% مشاهده شد (جدول‌های 7 و 8). گزارش شده است که مواد شیمیایی دگرآسیب احتمالاً روی تحریک هورمون‌های جوانه زنی مانند جیبرلین یا فعالیت آنزیم‌های ویژه از جمله آمیلاز و پروتئاز که برای جوانه زنی بذر ضروری هستند، اثر می‌گذارند؛ بنابراین کاهش درصد جوانه زنی در بذرهای تیمار شده با مواد شیمیایی دگرآسیب دور از انتظار نیست. گزارش شده است که مواد شیمیایی دگرآسیب موجب بازدارندگی جوانه زنی بذر شده و این عمل را از راه بازدارندگی هیدرولیز عناصر غذایی ذخیره شده و تقسیم سلولی انجام می‌دهند و موجب کاهش معنی‌داری در رشد ریشه اولیه و هیپوکوتیل می‌شوند (Nasr Isfahan & Shariati, 2007).

طول گیاهچه: در مرحله 4-2 برگی غلظت‌های 50% و 100% عصاره‌های برگ، ساقه، ریشه، گل و مخلوط آنها طول هیپوکوتیل دانه‌رست کلزا را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش دادند (جدول‌های 1 و 2). میزان کاهش بین 63 و 91% بود. در غلظت بیشتر مخلوط سه گانه (برگ+ساقه+ریشه) بیشترین اثر بازدارندگی را در مقایسه با شاهد نشان داد. همان طور که در جدول 4 نشان داده شده است. در مرحله 20 برگی طول هیپوکوتیل توسط مخلوط‌های دوگانه ساقه+ریشه و همچنین برگ+ریشه و ریشه به طور مجزا در غلظت 100% و مخلوط‌های دوگانه برگ+ریشه و برگ+ساقه در غلظت 50% تحت تأثیر قرار نگرفت. بیشترین کاهش (61%) در طول هیپوکوتیل مربوط به مخلوط سه گانه (برگ+ساقه+ریشه) در غلظت بیشتر (100%) بود. در مرحله رسیدگی کامل، غلظت 100، مخلوط سه گانه گل+ریشه+برگ و مخلوط‌های دوگانه ساقه+ریشه، برگ+گل، ساقه+گل و عصاره‌های ساقه، ریشه و گل به طور مجزا تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان ندادند.

در غلظت 50% تنها مخلوط‌های دوگانه برگ+ساقه، برگ+گل و مخلوط‌های سه گانه برگ+ساقه+گل، برگ+ساقه+ریشه و مخلوط چهارگانه برگ+ساقه+ریشه+گل به طور معنی‌داری طول هیپوکوتیل را در مقایسه با شاهد کاهش دادند (جدول‌های 7 و 8). این نتایج با یافته‌های تورک و همکاران (Turk et al., 2005) و اشرفی و همکاران (Ashrafi et al., 2008) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که مخلوط همه عصاره‌ها به طور معنی‌داری طول هیپوکوتیل را در همه غلظت‌ها کاهش داد.

سانتی‌متری تقسیم و سپس در هر کدام از مراحل رشد، عصاره‌ها به غلظت 1/2، 0/48، 0/18 و 0/3 گرم (بر اساس تراکم تاج خروس در منطقه باجگاه، وزن یک بوته، وزن برگ، ساقه، ریشه و گل و بارندگی مؤثر) در یک لیتر آب و به طور جداگانه به مدت 24 ساعت خیسانده شده و تا 15 دقیقه اول هر سه دقیقه یک‌بار به هم زده شدند و پس از عبور از کاغذ صافی واتمن شماره 2، غلظت‌های 50 و 100 درصد آن‌ها تهیه گردید. با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی (مدل 644 METROHM، ساخت آلمان) هدایت الکتریکی عصاره‌ها برای تعیین پتانسیل اسمزی آنها اندازه‌گیری شدند. اثر غلظت‌های 50 و 100 درصد عصاره‌ها به صورت یک گانه (برگ، ساقه، ریشه و گل)، دوگانه (برگ+ساقه، برگ+ریشه، برگ+گل، ساقه+ریشه، ساقه+گل و ریشه+گل)، سه گانه (برگ+ساقه+ریشه، برگ+ساقه+گل، ساقه+ریشه+گل و برگ+ریشه+گل) و چهارگانه (برگ+ساقه+ریشه+گل) بر درصد جوانه زنی، بلندی ساقه چه، بلندی ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و وزن خشک ریشه چه دانه رست کلزا بررسی گردید. آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل عصاره‌های مجزا، دوگانه، سه گانه و چهارگانه و فاکتور دوم شامل غلظت‌های صفر، 50 و 100 عصاره‌های نامبرده بود. در آزمایش جوانه‌زنی، ابتدا تعداد 25 عدد بذر کلزا با اتانول 75 درصد برای مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس شسته شده و در ظرف پتری نه سانتی‌متری حاوی دو عدد کاغذ صافی واتمن شماره دو قرار داده شدند. به هر ظرف پتری پنج میلی لیتر از هر کدام از عصاره‌ها و آب مقطر برای تیمار شاهد اضافه شد. پس از گذشت سه روز سه میلی لیتر از هر عصاره و آب مقطر (برای تیمار شاهد) برای جلوگیری از خشک شدن به هر کدام از ظرف‌های پتری اضافه گردید و در ژرمیناتور در دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت 65/5 درصد و در تاریکی قرار داده شدند. پس از گذشت هفت روز از شروع آزمایش پنج دانه رست از هر ظرف پتری به طور تصادفی انتخاب و درصد جوانه زنی، بلندی هیپوکوتیل، بلندی ریشه اولیه، وزن خشک هیپوکوتیل و وزن خشک ریشه اولیه اندازه‌گیری و با تیمار شاهد مقایسه شدند. تجزیه واریانس نتایج با نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. داده‌های مربوط به جوانه زنی و وزن خشک ساقه چه و ریشه چه با روش تبدیل زاویه‌ای نرمال شدند.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی: در مراحل 4-2 برگی و 20 برگی غلظت‌های 50% و 100% عصاره‌های برگ، ساقه و ریشه و مخلوط آنها و در مرحله رسیدگی کامل نیز غلظت‌های 50% و 100% عصاره

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نوع و غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه زنی بذر کلزا (مرحله 2-4 برگی)

Table 1- Analysis (mean of squares) of different types and concentrations of plant extracts on germination characteristics of canola

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	جوانه زنی Germination	طول هیپوکوتیل Hypocotyls length	طول ریشه اولیه Radicle length	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyle dry matter	وزن خشک ریشه اولیه Primary root dry matter
نوع عصاره Type of extract (A) (نوع عصاره)	6	2209.92*	0.16ns	3.96*	0.00002ns	0.000027*
غلظت عصاره Concentration of extract (B) (A*B)	2	45.11*	10.3*	9.08*	0.00006ns	0.00077*
خطا Error	12	20.11*	0.34ns	5.09*	0.000014ns	0.000018ns
خطا Error	42	7.54	0.23	0.57	0.000013	0.000007
CV (%) ضریب تغییرات		3.43	7.56	8.01	3.41	5.27

ns: معنی دار، *: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

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

جدول 2- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله 2-4 برگی)

Table 2- Effect of different concentrations of pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola at 2-4-leaf stage

at 2-4 leaf stage						
	جوانه زنی (درصد)		طول هیپوکوتیل (میلی متر)		طول ریشه اولیه (میلی متر)	
	Germination (%)		Hypocotyls length (mm)		Primary root length (mm)	
تیمارها	غلظت عصاره (%)					
Treatments	Extract concentration (%)					
	50	100	50	100	50	100
	درصد از شاهد					
	% of control					
	یک گانه					
	Individually					
برگ	78.43b*	80.38b	70.71bc	63.83de	67.99c	67.99c
Leaf						
ساقه	82.35b	82.35ab	80.52c	80.52c	100.41a	81.24bc
Stem						
ریشه	84.31b	84.31ab	80.52c	63.83de	92.67ab	79.15bc
Root						
	دو گانه					
	Binary					
برگ+ساقه	76.47b	70.58bc	82.43bc	88.28bc	84.72b	86.82b
Leaf+stem						
برگ+ریشه	78.43b	76.47bc	81.01c	83.89bcd	90.85ab	67.99c
Leaf+root						
ساقه+ریشه	74.5b	70.58bc	90.81b	91.21b	91.21ab	73.56bc
Stem+root						
	سه گانه					
	Ternary					
برگ+ساقه+ریشه	68.62b	62.74c	78.47c	72.18e	67.99c	67.64c
Leaf+stem+root						

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.

*Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($\alpha=0.05$).

جدول 3- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله 2-4 برگی)

Table 3- Effect of different concentrations of pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola at 2-4-leaf stage

تیمارها Treatments	وزن خشک هیپوکوتیل (گرم) Hypocotyls dry matter (g)		وزن خشک ریشه اولیه (گرم) Primary root dry matter (g)	
	غلظت عصاره (%) Extract concentration (%)			
	50	100	50	100
درصدی از شاهد % of control				
یک گانه Individually				
برگ Leaf	86.85bc	88.93bc	83.91de	77.57b
ساقه Stem	89.10bc	88.43bc	85.10cd	81.21b
ریشه Root	87.02bc	89.1bc	93.69ab	82.09b
دوگانه Binary				
برگ+ساقه Leaf+stem	86.18bc	91.09b	88.53bcd	82.68b
برگ+ریشه Leaf+root	86.35bc	86.60bc	82.54de	76.28b
ساقه+ریشه Stem+root	91.26b	91.76b	93.01abc	84.35b
سه گانه Ternary				
برگ+ساقه+ریشه Leaf+stem+root	85.27c	83.77c	76.26e	69.07c

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.

*Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($\alpha=0.05$).

هیپوکوتیل به سمیت مواد شیمیایی دگرآسیب حساس تر است. در آزمایشی که هائو و همکاران (Hao et al., 2007) انجام دادند مشخص شد که طول ریشه اولیه کاهو (*Lactuca sativa* L.) در مقایسه با طول ریشه اولیه هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.) حساسیت بیشتری نسبت به مواد شیمیایی دگرآسیب دارد. تورک و همکاران (Turk et al., 2005) و جها و همکاران (Jha et al., 2006) گزارش کردند که عصاره آبی گیاهان دگرآسیب اثرات مشخص تری بر رشد ریشه اولیه نسبت به رشد هیپوکوتیل یا رشد شاخساره دارد. این نتیجه ممکن است قابل انتظار باشد به دلیل اینکه ریشه در تماس مستقیم با عصاره‌ها و متعاقباً با بازدارنده‌ها هستند و احتمالاً در ابتدا ریشه‌ها مواد شیمیایی دگرآسیب یا مواد سمی را از محیط جذب می‌کنند (Turk & Tawaha, 2003; et al., 2008).

در مرحله 20 برگگی و رسیدگی کامل با افزایش غلظت عصاره طول هیپوکوتیل کاهش بیشتری نشان داد. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج هائو و همکاران (Hao et al., 2007) نیز مطابقت دارد آنها گزارش کردند که درجه بازدارندگی با افزایش غلظت عصاره افزایش می‌یابد. در مراحل 2-4 برگگی و 20 برگگی، در غلظت 100% طول ریشه اولیه نسبت به طول هیپوکوتیل کاهش بیشتری نشان داد. در مرحله رسیدگی کامل در غلظت‌های 50% و 100% کاهش بیشتری در طول ریشه چه نسبت به طول ساقه چه مشاهده شد و در غلظت بیشتر طول ریشه چه کاهش بیشتری نشان داد. این نتایج با نتایج هائو و همکاران (Hao et al., 2007) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره رشد ریشه اولیه کاهش بیشتری نشان می‌دهد. به طور نسبی طول ریشه اولیه نسبت به طول

برگ به طور مجزا، به طور معنی‌داری اثرات بازدارندگی بر طول ریشه اولیه دانه رست کلزا نشان دادند (جدول‌های 1 و 2). در غلظت بیشتر مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه (67%) مخلوط دوگانه برگ+ریشه و عصاره برگ به طور مجزا (67%) و در غلظت کمتر مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه و عصاره برگ به طور مجزا (67%) بیشترین اثر بازدارندگی را بر طول ریشه اولیه دانه رست کلزا نشان دادند. در مرحله 20 برگی همه عصاره‌ها بجز عصاره ریشه به طور مجزا در غلظت 100% به طور معنی‌داری طول ریشه اولیه کلزا را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. میزان کاهش بین 59% و 13% بود. بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه (41%) است. این نتایج با نتایج کایود و آینی (Kayode & Ayeni, 2009) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که عصاره آبی پسمان‌های تاج خروس بر طول ریشه اولیه ذرت اثر بازدارندگی دارد.

(Ashrafi). اندرسون و لوکس (Anderson & Loucks, 1966) نشان دادند که اگر پتانسیل اسمزی عصاره‌ها از 0/5 اتمسفر بیشتر باشد، علاوه بر اثر بازدارندگی مواد شیمیایی دگرآسیب، پتانسیل اسمزی نیز در نتایج به دست آمده مؤثر است (Anderson & Loucks, 1966). در این مطالعه پتانسیل اسمزی تیمارهای مورد آزمایش در هر سه مرحله بین 0/07-0/20 اتمسفر بود. به دلیل اینکه پتانسیل اسمزی از 0/5 اتمسفر کمتر می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که پتانسیل اسمزی در کاهش درصد جوانه زنی، طول هیپوکوتیل و ریشه اولیه مؤثر نبوده و کاهش درصد جوانه زنی، طول هیپوکوتیل و ریشه اولیه به دلیل حضور مواد شیمیایی دگرآسیب در تیمارهای مورد استفاده بوده است. در مرحله 2-4 برگی همه عصاره‌ها به طور معنی‌داری طول ریشه اولیه را در غلظت 100% در مقایسه با شاهد کاهش دادند. در حالیکه در غلظت کمتر (50%) تنها مخلوط دوگانه برگ+ساقه و مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه و عصاره

جدول 4- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله 20 برگی)

Table 4- Effect of different concentrations of pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola at 20-leaf stage.

تیمارها Treatments	جوانه زنی (درصد) Germination (%)		طول هیپوکوتیل (میلی‌متر) Hypocotyls length (mm)		طول ریشه اولیه (میلی‌متر) Primary root length (mm)	
	غلظت عصاره (%) Extract concentrations (%)		غلظت عصاره (%) Extract concentrations (%)		غلظت عصاره (%) Extract concentrations (%)	
	50	100	50	100	50	100
درصد از شاهد % of control						
یک گانه Individually						
برگ Leaf	86.27c*	86.27c	77.01bcd	64.86d	96.54a	48.11cd
ساقه Stem	88.23c	88.23c	77.01bcd	67.34cd	98.64a	47.69cd
ریشه Root	94.11b	92.12b	76.13bc	79.06bc	101.77a	93.72a
دوگانه Binary						
برگ+ساقه Leaf+stem	88.23c	82.35d	73.20cd	62.37d	95.50a	80.54b
برگ+ریشه Leaf+root	88.23c	90.20bc	89.31ab	87.84ab	93.72a	57.84c
ساقه+ریشه Stem+root	92.15bc	86.27cd	87.26abc	83.89b	91.52a	44.24cd
سه گانه Ternary						
برگ+ساقه+ریشه Leaf+stem+root	78.43d	82.35d	71.74d	61.49d	88.17a	41.42d

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.
*Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test (a=0.05).

جدول 5- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله 20 برگی)

Table 5- Effect of different concentrations of Pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola at 20-leaf stage

تیمارها Treatments	وزن خشک هیپوکوتیل (گرم) Hypocotyls dry matter (g)		وزن خشک ریشه اولیه (گرم) Primary root dry matter (g)	
	غلظت عصاره (%) Extract concentration (%)			
	50	100	50	100
درصدی از شاهد % of control				
یک گانه Individually				
برگ Leaf	88.01c*	88.01c	92.68a	80.20bc
ساقه Stem	88.68c	88.68c	94.27a	79.74bc
ریشه Root	93.59b	93.59b	96.88a	89.70ab
دوگانه Binary				
برگ+ساقه Leaf+stem	85.69c	85.69c	100.92a	77.89bc
برگ+ریشه Leaf+root	94.41a	94.41a	91.42a	88.56ab
ساقه+ریشه Stem+root	100.33a	100.5a	88.49a	87.74a
سه گانه Ternary				
برگ Leaf	85.52c	85.52c	76.68b	74.72c

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.
*Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($\alpha=0.05$).

جدول 6- تجزیه واریانس نوع و غلظت‌های مختلف عصاره بر خصوصیات جوانه زنی بذر کلزا (مرحله 20 برگی)

Table 6- Analysis of different types and concentrations of extracts on germination characteristics of canola at 20-leaf stage

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	جوانه زنی Germination	طول هیپوکوتیل Hypocotyls length	طول ریشه اولیه Root length	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyls dry matter	وزن خشک ریشه اولیه Primary root dry matter
نوع عصاره Type of extract (A)						
(نوع عصاره)	6	76.85*	10.53*	2.87*	0.000081*	0.000032ns
غلظت عصاره Concentration of extract (B)						
	2	2819.05ns	0.9819ns	91.02*	0.00066*	0.00043*
(A*B)	12	55.62ns	0.6672ns	4.42*	0.000085*	0.00003ns
خطا Error	42	65.08	0.3053	0:52	0.0000098	0.000016
ضریب تغییرات (CV %)		11:25	9.91	6.61	3.41	7.82

ns: معنی دار، *: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد
ns and * are non-significant and significant 5% level, respectively

بجز مخلوط‌های دوگانه برگ+ریشه و ساقه+ریشه به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد بر وزن خشک هیپوکوتیل کلزا اثرات بازدارندگی نشان دادند. در هر دو غلظت بیشترین کاهش در وزن خشک هیپوکوتیل کلزا در مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه و مخلوط دوگانه برگ+ساقه مشاهده شد (جدول‌های 5 و 6). در مرحله رسیدگی کامل در غلظت بیشتر همه عصاره‌ها به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد اثرات بازدارندگی بر وزن خشک هیپوکوتیل کلزا نشان دادند. در غلظت کمتر وزن خشک هیپوکوتیل کلزا توسط عصاره ساقه به طور مجزا تحت تأثیر قرار نگرفت. بیشترین کاهش در غلظت 100% مخلوط چهارگانه برگ+ساقه+ریشه+گل مشاهده شد (جدول‌های 7 و 9). در این مرحله با افزایش غلظت عصاره میزان بازدارندگی افزایش یافت. نتایج با یافته‌های مویر و هوآنگ (Moyer & Huang, 1997) مطابقت دارد.

آنها گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره درجه بازدارندگی افزایش می‌یابد. در مرحله 2-4 برگ، در غلظت بیشتر عصاره‌های برگ، ساقه، ریشه و مخلوط آنها به طور معنی‌داری اثرات بازدارندگی بر وزن خشک ریشه اولیه کلزا نشان دادند. در غلظت کمتر نیز همه عصاره‌ها بجز مخلوط دوگانه ساقه+ریشه و عصاره ریشه به طور مجزا وزن خشک ریشه اولیه کلزا را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش دادند. بیشترین اثر بازدارندگی در غلظت بیشتر در مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه (69%) مشاهده شد. در مرحله 20 برگی در غلظت 100% مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه موجب بیشترین کاهش در وزن خشک ریشه اولیه کلزا شد. در غلظت کمتر تنها مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد.

در غلظت کمتر (50%) هیچ کدام از عصاره‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (جدول 1 و 2). در مراحل مختلف مورد بررسی با افزایش غلظت عصاره میزان بازدارندگی افزایش یافت. این نتایج با نتایج تورک و تاواها (Turk & Tawaha, 2003) مطابقت دارد. آنها نیز گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره درجه بازدارندگی افزایش یافت. در مرحله رسیدگی کامل در غلظت 100% همه عصاره‌ها بجز عصاره ریشه به طور مجزا و در غلظت 50% نیز همه عصاره‌ها بجز مخلوط دوگانه ساقه+ریشه، ریشه+گل و مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+گل و عصاره ریشه به طور مجزا طول ریشه اولیه دانه رست کلزا را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. این نتایج با نتایج کیل و همکاران (Kil et al., 2000) مطابقت دارد آنها گزارش کردند که غلظت‌های کم مواد شیمیایی دگرآسیب موجب بازدارندگی رشد ریشه اولیه گونه‌های گیرنده می‌گردند. مخلوط چهارگانه در غلظت کمتر موجب بیشترین کاهش در طول ریشه اولیه دانه رست کلزا شد (جدول 8). که این نتایج با یافته‌های تورک و همکاران (Turk et al., 2005) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که مخلوط همه عصاره‌ها به طور معنی‌داری طول ریشه اولیه را در همه غلظت‌ها کاهش داد.

وزن گیاهچه: در مرحله 2-4 برگی غلظت‌های 50% و 100% عصاره‌های برگ، ساقه، ریشه، گل و مخلوط آنها وزن خشک هیپوکوتیل دانه رست کلزا را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش دادند. میزان کاهش بین 13% و 8% است. در این مرحله مخلوط سه‌گانه برگ+ساقه+ریشه در غلظت‌های 50% و 100% به ترتیب 85% و 83% بیشترین اثرات بازدارندگی را روی وزن خشک هیپوکوتیل کلزا نشان دادند و کمترین اثر بازدارندگی مربوط به مخلوط دوگانه ساقه+ریشه است. در مرحله 20 برگی همه عصاره‌ها

جدول 7- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نوع و غلظت‌های مختلف عصاره بر خصوصیات جوانه زنی بذر کلزا (مرحله رسیدگی کامل)
Table 7- Analysis (I) of different types and concentrations of extracts on germination characteristics of canola (maturity stage)

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	جوانه زنی Germination	طول هیپوکوتیل Hypocotyls length	طول ریشه اولیه Root length	وزن خشک هیپوکوتیل Hypocotyls dry matter	وزن خشک ریشه اولیه Primary root dry matter
نوع عصاره Type of extract (A)	6	76.85*	10.53*	2.87*	0.000081*	0.000032ns
غلظت عصاره Concentration of extract (B)	2	2819.05ns	0.9819ns	91.02*	0.00066*	0.00043*
خطا (A*B)	12	55.62ns	0.6672ns	4.42*	0.000085*	0.00003ns
خطا Error	42	65.08	0.3053	0:52	0.0000098	0.000016
CV (%) ضریب تغییرات		11:25	9.91	6.61	3.41	7.82

ns: معنی دار، *: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

ns and * are vion – signifcant and signfi cant 5y level, respectively

جدول 8- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله رسیدگی کامل)

Table 8- Effect of different concentrations of pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola (maturity stage)

تیمارها Treatments	جوانه زنی (درصد) Germination (%)		طول هیپوکوتیل (میلی متر) Hypocotyls length (mm)		طول ریشه اولیه (میلی متر) Primary root length (mm)	
	50	100	50	100	50	100
غلظت عصاره (%) Extract concentration (%)						
درصدی از شاهد % of control						
یک گانه Individually						
برگ Leaf	84.31bc*	70.58fg	93.11abcd	87.26bcd	67.99cd	72.17defg
ساقه Stem	80.28bcd	76.47def	101.02abc	98.97abc	67.57bcd	83.35cd
ریشه Root	78.43bcde	88.23bc	103.95ab	95.60abc	98.81a	107.32a
گل Flower	76.17cde	90.20b	99.56abc	95.60abc	77.40bcd	79.07cde
دوگانه Binary						
برگ+ساقه Leaf+stem	80.28bcd	70.58fg	90.77bcd	87.26bcd	53.97ef	60.25gh
برگ+ریشه Leaf+root	76.47cde	84.31bcde	95.16abcd	90.77bcd	77.40bcd	78.45cde
برگ+گل Leaf+flower	82.35bc	88.23bc	90.29cd	98.97abc	64.85de	75.62cdef
ساقه+ریشه Stem+root	88.23bcd	90.2b	105.53a	98.97a	99.68a	88.49bc
ساقه+گل Stem+flower	74.5cde	78.43cdef	105.5a	91.6ab	82.63b	63.8fgh
سه گانه Ternary						
برگ+ساقه+ریشه Leaf+stem+root	84.27bc	77.43cdef	84.91de	85.79cd	77.4bcd	67.99efgh
برگ+ساقه+گل Leaf+stem+flower	78.43bcde	88.23bc	89.31cd	92.24bcd	96.23a	63.38fgh
برگ+ریشه+گل Leaf+root+flower	68.62ef	62.78gh	101.02abc	92.24bcd	50.73fg	58.89h
ساقه+ریشه+گل Stem+root+flower	84.31bc	74.5ef	94.14abcd	87.26bcd	78.45bc	79.49cde
چهارگانه Quadric						
برگ+ساقه+ریشه+گل Leaf+stem+root+flower	60.78f	56.85h	74.08e	79.94d	39.22g	57.53h

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.
*Means with the same letter(s) in each column are not significantly different based on Duncan's test (a=0.05).

جدول 9- اثر غلظت‌های مختلف عصاره (یک گانه، دوگانه و سه گانه شامل برگ، ساقه و ریشه) تاج خروس بر خصوصیات جوانه زنی کلزا (مرحله رسیدگی کامل)

Table 9- Effect of different concentrations of pigweed extracts (leaf, stem and root) on germination characteristics of canola at maturity stage

تیمارها Treatments	جوانه زنی (درصد) Germination (%)		طول هیپوکوتیل (میلی متر) Hypocotyls length (mm)		طول ریشه اولیه (میلی متر) Primary root length (mm)	
	غلظت عصاره (%)		غلظت عصاره (%)		غلظت عصاره (%)	
	50	100	50	100	50	100
درصدی از شاهد % of control						
یک گانه Individually						
برگ Leaf	84.31bc*	70.58fg	93.11abcd	87.26bcd	67.99cd	72.17defg
ساقه Stem	80.28bcd	76.47def	101.02abc	98.97abc	67.57bcd	83.35cd
ریشه Root	78.43bcde	88.23bc	103.95ab	95.60abc	98.81a	107.32a
گل Flower	76.17cde	90.20b	99.56abc	95.60abc	77.40bcd	79.07cde
دوگانه Binary						
برگ+ساقه Leaf+stem	80.28bcd	70.58fg	90.77bcd	87.26bcd	53.97ef	60.25gh
برگ+ریشه Leaf+root	76.47cde	84.31bcde	95.16abcd	90.77bcd	77.40bcd	78.45cde
برگ+گل Leaf+flower	82.35bc	88.23bc	90.29cd	98.97abc	64.85de	75.62cdef
ساقه+ریشه Stem+root	88.23bcd	90.2b	105.53a	98.97a	99.68a	88.49bc
ساقه+گل Stem+flower	74.5cde	78.43cdef	105.5a	91.6ab	82.63b	63.8fgh
سه گانه Ternary						
برگ+ساقه+ریشه Leaf+stem+root	84.27bc	77.43cdef	84.91de	85.79cd	77.4bcd	67.99efgh
برگ+ساقه+گل Leaf+stem+flower	78.43bcde	88.23bc	89.31cd	92.24bcd	96.23a	63.38fgh
برگ+ریشه+گل Leaf+root+flower	68.62ef	62.78gh	101.02abc	92.24bcd	50.73fg	58.89h
ساقه+ریشه+گل Stem+root+flower	84.31bc	74.5ef	94.14abcd	87.26bcd	78.45bc	79.49cde
چهارگانه Quadric						
برگ+ساقه+ریشه+گل Leaf+stem+root+flower	60.78f	56.85h	74.08e	79.94d	39.22g	57.53h

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال 0/05) ندارند.

*Means with the same letter (s) in each column are not significantly different based on Duncan's test ($\alpha=0.05$).

های دوگانه ساقه+ریشه، برگ+ساقه، ساقه+گل و مخلوط سه گانه برگ+ساقه+ریشه و همچنین عصاره‌های برگ، ساقه، ریشه و گل به طور مجزا، به طور معنی‌داری وزن خشک ریشه اولیه کلزا را در مقایسه با شاهد کاهش دادند (جدول 6). بیشترین اثر بازدارندگی

در مرحله رسیدگی کامل غلظت 100% همه عصاره‌ها بجز مخلوط‌های دوگانه برگ+گل و ساقه+ریشه و همچنین عصاره‌های ریشه و ساقه به طور مجزا وزن خشک ریشه اولیه کلزا را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. در غلظت کمتر نیز همه عصاره‌ها بجز مخلوط

را بر جوانه زنی، طول کولتوپتیل، وزن خشک کولتوپتیل و ریشه اولیه داشت و عصاره‌های سه‌گانه برگ، ساقه و ریشه و یگانه برگ در هر دو غلظت بیشترین اثر بازدارندگی را بر طول ریشه اولیه کلزا نشان دادند. در مرحله 20 برگی بیشترین کاهش جوانه زنی، طول کولتوپتیل، طول ریشه اولیه و وزن خشک ریشه اولیه در غلظت 50 و 100 درصد، عصاره سه‌گانه برگ، ساقه و ریشه و بیشترین کاهش وزن خشک کولتوپتیل در هر دو غلظت این عصاره مشاهده شد. در مرحله رسیدگی کامل عصاره چهارگانه برگ، ساقه، ریشه و گل در غلظت 100 درصد، جوانه زنی و وزن خشک کولتوپتیل و در غلظت 50 درصد، طول کولتوپتیل، طول ریشه اولیه و در هر دو غلظت وزن خشک ریشه اولیه کلزا را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش دادند.

در غلظت‌های 50% و 100% مربوط به مخلوط چهارگانه برگ+ساقه+ریشه+گل است (به ترتیب برابر با 71% و 72%). در سه مرحله فوق غلظت‌های 50% و 100% عصاره‌ها وزن خشک ریشه اولیه کلزا را در مقایسه با شاهد کاهش دادند و در غلظت 100% کاهش بیشتری مشاهده شد. این نتایج با نتایج کیل و همکاران، Kil et al. (2000) مطابقت دارد. آنها نیز بیان داشتند که مواد شیمیایی دگرآسیب موجب افزایش ضخامت و کوتاهی و کاهش وزن خشک ریشه اولیه می‌شوند. کاهش رشد ریشه و اندام‌های هوایی ممکن است به دلیل کاهش تقسیم سلولی باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در مرحله 2-4 برگی عصاره سه-گانه برگ، ساقه و ریشه در غلظت 100 درصد بیشترین اثر بازدارندگی

منابع

- 1- Alam, S.M., Ala, S.A., Azmi, A.R., Khan, M.A., and Ansari, R. 2001. Allelopathy and its role in agriculture. Online Journal of Biological Science 5: 308-315.
- 2- An, M., Liu, D.L., Johnson, I.R., and Lovett, J.V. 2003. Mathematical modeling of allelopathy. The dynamics of allelochemicals from living plants in the environment. Ecological Modelling 161: 53-66.
- 3- Anderson, R.C., and Loucks, O.L. 1966. Osmotic pressure influence in germination tests for antibiosis. Science 152: 771-773.
- 4- Ashrafi, Z.Y., Rahnavard, A., and Sadeghi, S. 2008. Study of allelopathic potential of extracts of *Azadirachta indica* (neem). Journal of Biological Sciences 8: 57-61.
- 5- Bogatek, B., Gniadzowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K., and Gawronski S.W. 2006. Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. Biologia Plantarum 50: 156-158.
- 6- Bokhari, U.G. 1978. Allelopathy among prairie grasses and its possible ecological significance. Annals of Botany 42: 127-136.
- 7- Bonanomi, G., Sicurezza, M.G., Caporaso, S., Esposito, A., and Mazzoleni, S. 2006. Phytotoxicity dynamics of decaying plant materials. New Phytologist 169: 571-579.
- 8- Chung, I.M., Kim, K.H., Ahn, J.K., Lee, S.B., Kim, S.H., and Hahn, S.J. 2003. Comparison of allelopathic potential of rice leaves, straw and hull extracts on barnyardgrass. Agronomy Journal 95: 1063-1070.
- 9- Costea, M., Weaver, S.E., and Tardif, F.J. 2003. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. Powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. Canadian Journal of Plant Science 84: 631-668.
- 10- Hao, Z.P., Wang, Q., Christie, P., and Li, X.L. 2007. Allelopathic potential of water melon tissues and root exudates. Scientia Horticulturae 112(3): 315-32
- 11- Inderjit, S., and Dakshini, K.M.M. 1995. On laboratory bioassays in allelopathy. The Botanical Review 61: 29-43.
- 12- Jabran, K., Cheema, Z.A., Farooq, M., Basra, S.M.A., Hussain, M., and Rehman, H. 2007. Tank mixing of allelopathic crop water extracts with pendimethalin helps in the management of weeds in canola (*Brassica napus*) field. International Journal of Agriculture and Biology 10: 293-296
- 13- Jha, S., Jha, P.K., Gewali, and M.B. 2006. Allelopathic potential of some herbaceous forage species at Biratnagar, Nepal. Pakistan Journal of Plant Science 12: 103-113.
- 14- Kayode, J., and Ayeni, J.M. 2009. Allelopathic effects of some crop residues on the germination and growth of maize (*Zea mays* L.). The Pacific Journal of Science and Technology 10: 345-348.
- 15- Khajepur, M.R. 2007. Industrial Crops. Jihad Daneshgahi of Isfahan Publication, pp. 564.
- 16- Kil, B.S., Han, D.M., Lee, C.H., Kim, Y.S., Yun, K.Y., and Yoo, H.G., 2000. Allelopathic effects of *Artemisia lavandulaefolia*. Korean Journal of Ecology 23: 149-155.
- 17- Moyer, J.R., and Huang, H.C. 1997. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. Botanical Bulletin of Academia Sinica 38: 131-139.
- 18- Nasr Isfahan, M., and Shariati, M. 2007. The effect of some allelochemicals on seed germination of *Coronilla varia* L. seeds. American-Eurasia Journal Agricultural and Environmental Science 2: 534-538.

- 19-Qasem, J.R. 2006. The allelopathic effect of three *Amaranthus* spp. (Pig weeds) on wheat (*Triticum aestivum*) growth. Journal of Chemical Ecology 9: 1235-1245.
- 20-Shariati, S., and Ghazizadeh, P. 1999. Canola. Agricultural Teaching Publication, 81 pp. (In Persian)
- 21-Tejeda-Sartorius, O., and Rodriguez-Gonzalez, Y.M.T. 2008. Weed and vegetable germination and growth inhibitors in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) residues. Agrociencia 42: 415-423.
- 22-Turk, M.A., Lee, K.D., and Tawaha, A.M. 2005. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of radish. Research Journal of Agricultural and Biological Science 1: 227-231.
- 23-Turk, M.A., and Tawaha, A.M. 2003. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). Crop Protection 22: 673-677.
- 24-Wardle, D.A., Nicholson, K.S., and Ahmed, M. 1992. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed germination and radicle elongation. Plant and Soil 140: 315-319.



اثرات الگوی کاشت و زمان اولین آبیاری بر رشد و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.)

علی اصغر محمدآبادی¹، پرویز رضوانی مقدم^{2*} و جبار فلاحی³

تاریخ دریافت: 1389/04/25

تاریخ پذیرش: 1389/09/03

چکیده

انجام مطالعات در زمینه به زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد در واحد سطح این محصول مهم و بومی ایران داشته باشد. در این راستا آزمایشی طی سال‌های زراعی 89-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: الگوی کاشت زعفران (فواصل کاشت 20×5، 20×10، 20×15 و 20×20 سانتیمتر) (در تمام الگوهای کاشت، فاصله بین ردیف‌ها 20 سانتیمتر بود) و مدیریت آبیاری (انجام اولین آبیاری در ابتدای شهریور ماه، ابتدای مهر ماه و ابتدای آبان ماه). در این آزمایش صفات عملکرد گل تر، عملکرد کلاله خشک، عملکرد تر و خشک علوفه، تعداد بنه مادری، تعداد بنه خاوه‌ری، تعداد بنه خاوه‌ری به ازای هر بنه مادری، وزن کل بنه‌ها بدون فلس، وزن کل فلس‌ها، نسبت وزن بنه‌های بدون فلس به وزن فلس، وزن کل بنه‌ها، متوسط وزن هر بنه، متوسط قطر هر بنه، متوسط تعداد جوانه در هر بنه، تعداد کل جوانه‌ها، درصد بنه‌های دارای ریشه نابجا، وزن خشک برگ و سطح برگ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنها فاکتور الگوی کاشت بر صفات مورد مطالعه اثر گذار بود و اثر زمان آبیاری و نیز اثرات متقابل روش کاشت در زمان آبیاری معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر از نظر صفات مورد مطالعه دارای برتری نسبی بود، طوری که در این تیمار بیشترین عملکرد گل تر (170 کیلوگرم در هکتار)، عملکرد کلاله خشک (12 کیلوگرم در هکتار)، وزن متوسط بنه (2/9 گرم) و قطر متوسط بنه (1/5 سانتیمتر) مشاهده شد. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک (3916 و 1276 کیلوگرم در هکتار) در الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر به دست آمد و پس از آن روش کاشت 20×10 سانتیمتر قرار داشت. همچنین بیشترین توزیع فراوانی بنه‌ها در وزن کمتر از سه گرم و قطر کمتر از دو سانتیمتر قرار داشت. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان دهنده بهبود فاکتورهای رشد و عملکرد زعفران در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر بود.

واژه‌های کلیدی: علوفه، کلاله، گل، گیاه نقدینه

مقدمه

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. به دلیل ترکیبات فعال موجود در کلالهایش از زمان‌های باستان به عنوان یکی از گونه‌های گیاهی معروف و گران قیمت دارویی و ادویه‌ای مطرح بوده و علاوه بر این دارای کاربردهای دیگری در صنایع آرایشی و غذایی نیز می‌باشد (Rezvani-Moghaddam et al., 2006 & 2007; Gresta et al., 2008a; Gresta et al., 2008b; Juana et al., 2009). علاوه بر کاربردهای معمول کلاله زعفران، برگ‌های آن نیز به عنوان علوفه برای دام قابل استفاده بوده و دارای ارزش غذایی متوسطی می‌باشد (Rezvani-Moghaddam et al., 2006; Mohamad-Abadi et al., 2006). بر طبق گزارشات موجود، تولید جهانی زعفران بیش از 200 تن در سال می‌باشد که بیش از 89 درصد این مقدار در کشور ایران تولید می‌گردد (Ehsanzadogh et al., 2007; Rezvani-Moghaddam et al., 2004) و در این بین استان خراسان رضوی با سطح زیر کشت بیش از 49 هزار هکتار و میزان تولید سالیانه 148 تن (SYAKRP, 2010) و استان خراسان جنوبی با سطح زیر کشت بیش از 11 هزار هکتار و میزان تولید 41 تن در سال (SRASKP, 2010) سهم قابل توجهی از کل مقدار ذکر شده را تولید می‌کند. با این وجود بیشترین سهم از تجارت جهانی این محصول به کشور اسپانیا، آن هم از طریق واردات این محصول - عمدتاً از ایران - و صادرات مجدد آن تعلق دارد (Juana et al., 2009).

عوامل مختلفی مانند درجه حرارت (Molina et al., 2004; Koocheki et al., 2005)، تراکم و روش کاشت (Molina et al., 2005)

1. 2 و 3- به ترتیب مربی، استاد و دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، قطب علمی گیاهان ویژه، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

(2006)، فراهمی آب و عناصر غذایی (Behdani et al., 2004)، رطوبت خاک (Gresta et al., 2009) و مدیریت آبیاری (Sadeghi, 2003) بر عملکرد زعفران موثر هستند. گزارش شده است که در تراکم کاشت بالاتر در مقایسه با تراکم کاشت کمتر، تعداد گل و عملکرد کلاله در واحد سطح نسبتاً بیشتر و متوسط وزن هر کلاله کمتر است (Gresta et al., 2009). گزارش دیگری نیز نشان می‌دهد که اگر چه در تراکم کاشت بالاتر، عملکرد زعفران در واحد سطح افزایش می‌یابد، ولی با در نظر گرفتن تعداد ابتدایی بنه‌های کشت شده، تعداد گل در هر بنه در تراکم کاشت کمتر، بیشتر می‌باشد (Juana et al., 2009). زمان آبیاری نیز فاکتور مهمی در گل‌آوری زعفران می‌باشد، به طوری که بنا بر مطالعات انجام شده، بیشترین کمترین تعداد گل و عملکرد گل در هکتار به ترتیب در تیمارهای آبیاری مرداد ماه و تیر ماه به دست می‌آید (Sadeghi et al., 2003). نتایج نشان می‌دهد از نیمه تیر ماه تا نیمه مرداد ماه که برگ‌های اولیه در جوانه پیاز وجود می‌آید، بهتر است هیچ گونه آبیاری صورت نگیرد، چرا که بر عملکرد زعفران اثر منفی دارد (Ghasemi, 2009). نتایج گزارش دیگری نیز حاکی است که انجام آبیاری در ماه‌های شهریور و مهر و نیز در ماه‌های فروردین و اردیبهشت باعث افزایش شاخص‌های کمی زعفران می‌گردد (Juan et al., 2009).

با وجود برخی مطالعات انجام شده، ضرورت تحقیقات بیشتری در زمینه مدیریت آبیاری و الگوی کاشت مناسب زعفران احساس می‌شود. از اینرو با عنایت به اهمیت بهبود مدیریت زراعی این محصول، هدف از این تحقیق بررسی اثرات زمان آبیاری و الگوی کاشت بر خصوصیات رشدی و عملکرد گل و علوفه گیاه زعفران بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی 89-1384 در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: الگوی کاشت زعفران (فواصل کاشت 20×5، 20×10، 20×15 و 20×20 سانتیمتر معادل 100، 50، 33 و 25 بوته در متر مربع) و مدیریت آبیاری (انجام اولین آبیاری در ابتدای شهریور ماه، ابتدای مهرماه و ابتدای آبان‌ماه). کاشت زعفران در پاییز سال زراعی 1384-1385 با استفاده از بنه‌های 6 تا 10 گرمی در کرت‌هایی با ابعاد 2×2/5 متر انجام شد. در داخل هر کرت 10 ردیف زعفران، به صورت مسطح و با عمق کاشت 12 سانتیمتر کاشت گردید. در مورد فاکتور مدیریت آبیاری، انجام دومین آبیاری در پانزدهم آبان ماه و به طور همزمان برای تمامی تیمارها صورت پذیرفت. در طی آزمایش شاخص‌های

کمی زعفران (عملکرد گل تر و عملکرد کلاله خشک) در پاییز سال‌های 87 و 88 مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از اتمام آزمایش و در بهار سال 89 در هر کرت و در طول یک ردیف به طول 40 سانتیمتر نمونه‌برداری صورت گرفت و بنه‌های موجود، از خاک خارج و به آزمایشگاه منتقل گردید و سپس شاخص‌های مربوط به وضعیت رشدی بنه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (کاشت زعفران: پاییز سال زراعی 1384-1385؛ اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد گل: پاییز 1387 و 1388؛ اندازه‌گیری عملکرد علوفه و بررسی وضعیت رشدی بنه‌ها: بهار 1389). شاخص‌های مربوط به وضعیت رشدی بنه‌ها عبارتند از: تعداد بنه مادری، تعداد بنه خواهری، تعداد بنه خواهری به ازای هر بنه مادری، وزن کل بنه‌ها بدون فلس، وزن کل فلس‌ها، نسبت وزن بنه‌های بدون فلس به وزن فلس، وزن کل بنه‌ها، متوسط وزن هر بنه، متوسط قطر هر بنه، متوسط تعداد جوانه در هر بنه (که در بهار به صورت چشم‌هایی بر روی بنه قابل مشاهده است). تعداد کل جوانه‌ها و درصد بنه‌های دارای ریشه نابجا، همچنین در همان 40 سانتیمتر طولی ردیف، وزن خشک و سطح برگ، نیز اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی اثر تیمارهای مورد مطالعه بر فراوانی بنه‌ها در هر یک از گروه‌های تعیین شده برای قطر و وزن بنه‌ها، هر کدام از این صفات در طیفی از تغییرات مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بر این اساس بنه‌ها از نظر وزن در گروه‌های <3، 3-6، 6-9، 9-12 و >12 گرم و از نظر قطر در گروه‌های <1، 1-2، 2-3 و >3 سانتیمتر طبقه بندی و مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین به منظور محاسبه عملکرد علوفه، برگ‌های زعفران در بهار 1389 برداشت و جهت تعیین عملکرد علوفه تر توزین گردید، سپس برای محاسبه وزن خشک علوفه، 500 گرم از علوفه تر هر تیمار به مدت 72 ساعت در آون و در دمای 70 درجه سانتی‌گراد خشک و سپس وزن شد.

در پایان داده‌های خام حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS ver. 9.1 آنالیز آماری و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید. همچنین مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال 5% و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد گل و کلاله زعفران

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال در سطح احتمال 1% و اثر الگوی کاشت در سطح احتمال 5% بر عملکرد گل تر و عملکرد کلاله خشک معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقادیر عملکرد گل تر به میزان 170 کیلوگرم در هکتار و عملکرد کلاله خشک به میزان 12 کیلوگرم در هکتار، در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر و در سال چهارم آزمایش و کمترین مقادیر آنها در الگوی کاشت 20×15 سانتیمتر و در سال سوم آزمایش به

است (Kafi & Showket, 2006) و شاید یک از دلایلی که عمر مزارع زعفران در ایران در مقایسه با هند کمتر و عملکرد به خصوص در سال ابتدای کاشت بیشتر است، همین تفاوت در تراکم کاشت باشد (Kafi & Showket, 2006). بهداد (Behdad, 2005) با بررسی اثر روش‌های کاشت و تراکم بوته بر عملکرد زعفران گزارش نمود که بیشترین عملکرد در تراکم 90 بوته در متر مربع با فواصل کاشت 20×10 سانتیمتر و به صورت دو پیازی به دست آمد. البته در خصوص تراکم کاشت مناسب، باید عمر مزرعه زعفران را نیز در نظر گرفت، چرا که در اولین سال گلدهی بیشترین عملکرد گل می‌تواند از بالاترین تراکم‌ها به دست آید (ژوان به نقل از ITAP, 1998)، چون در سال اول کاشت، تعداد بنه‌ها کم و مسئله رقابت بین بوته‌ها مطرح نیست. با توجه به آزمایشات قبلی و با در نظر گرفتن نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد، تراکم کاشت بین 50 تا 70 بوته در متر مربع مطلوب باشد و می‌توان بیان کرد که در تراکم کاشت کمتر از این محدوده از امکانات موجود استفاده نشده و تراکم کاشت بالاتر نیز می‌تواند به علت بروز رقابت، بر عملکرد گیاه اثر منفی داشته باشد.

خصوصیات رشدی بوته و عملکرد علوفه

2-1- اثر الگوی کاشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فواصل کاشت زعفران بر صفات تعداد بوته مادری و خواهری، وزن فلس، سطح برگ و عملکرد تر و خشک علوفه اثر گذار بود (جدول‌های 2 و 3).

دست آمد (اندازه‌گیری عملکرد گل و کلاله در سال سوم و چهارم پس از کاشت صورت گرفت). مقدار عملکرد گل در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر به میزان 62 درصد بیشتر از الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر و 91 درصد بیشتر از الگوی کاشت 20×15 سانتیمتر بود (جدول 1). از آنجا که قطر، وزن و تعداد جوانه در هر بنه از فاکتورهای مهم جهت حصول عملکرد مطلوب در زعفران می‌باشند، لذا به نظر می‌رسد که علت اصلی بهبود عملکرد در تیمار 20×10 سانتیمتر، به این موضوع که در این الگوی کاشت بیشترین مقدار متوسط فاکتورهای ذکر شده به دست آمده، مرتبط باشد (جدول 5). گزارش شده است که کاشت زعفران با تراکم بیشتر (75 بوته در متر مربع) در مقایسه با تراکم کم (55 بوته در متر مربع) باعث افزایش نسبی تعداد گل و عملکرد کلاله در واحد سطح می‌شود (Gresta et al., 2009). گزارش دیگری نیز نشان می‌دهد که اگر چه در تراکم کاشت بالاتر (69 بوته در متر مربع)، عملکرد زعفران در واحد سطح افزایش می‌یابد، ولی عملکرد به ازای هر بوته در تراکم کاشت کمتر (51 بوته در متر مربع) بیشتر می‌باشد (Juana et al., 2009). در آزمایش دیگری کاشت تعداد 59 تا 62 بوته زعفران در متر مربع توصیه شده است (Tammamro, 1999). در سایر تحقیقات نیز تراکم 50 بوته در متر مربع با فواصل کاشت 20×10 و 30×10 مناسب گزارش شده است (Alavi et al., 1994; Ghalavand & Abdollahian, 1994). این در حالی است که تراکم کاشت رایج در ایران به طور متوسط بین 150 تا 250 بوته در متر مربع ذکر شده است، که این موضوع به دلیل رواج کشت کپه‌ای می‌باشد (Kafi & Showket, 2006)، در حالی که در کشمیر هند تراکم کاشت به طور متوسط 40 تا 50 بوته در متر مربع گزارش شده

جدول 1- مقایسه میانگین عملکرد گل تر و عملکرد کلاله خشک تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت (A)، زمان آبیاری (B) و سال (C)
Table 1- Results of mean comparison of flower yield and stigma dry yield affected by planting method (A), irrigation date (B) and year (C)

C= سال C= Year			B= زمان آبیاری B= Irrigation date			A= الگوی کاشت A= Planting method		
عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Stigma dry yield (kg.ha ⁻¹)	تیمار Treatment	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Stigma dry yield (kg.ha ⁻¹)	زمان آبیاری Irrigation time	عملکرد گل تر (کیلوگرم در هکتار) Fresh flower yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد کلاله خشک (کیلوگرم در هکتار) Stigma dry yield (kg.ha ⁻¹)	فاصله کاشت Planting space
5.2b	0.2b	1387	113a	9.1a	شهریور Sep	107ab	8.2ab*	20×5
			127a	9.3a	مهر Oct	170a	12.0a	20×10
238a	17a	1388	125a	8.5a	آبان Nov	89b	6.7b	20×15
						120ab	9.0ab	20×20

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری (P<5%) از نظر آماری ندارند.

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

این مسئله باعث کاهش متوسط وزن و قطر بنه و نهایتاً تعداد جوانه کمتر در هر بنه نیز شده است (جدول 5). اگر چه با افزایش فاصله کاشت تعداد کل بنه‌های خاوه‌ری و مادری کاهش یافت (جدول 4)، ولی از آنجا که در این شرایط متوسط وزن و قطر بنه و در نتیجه متوسط تعداد جوانه در هر بنه بیشتر از شرایط کاشت متراکم بود، در نهایت تعداد کل جوانه‌ها به تعادل نسبی رسید (جدول 5)، از آنجا که جوانه‌های موجود در بنه محل تولید گل و برگ هستند و با توجه به بیشتر بودن تعداد کل جوانه‌ها در شرایطی که تراکم کاشت بالا بوده است (الگوی کاشت 20×5) و نیز با عنایت به عملکرد گل (جدول 1) و علوفه (جدول 5)، به نظر می‌رسد که در شرایط کاشت متراکم، جوانه‌ها بیشتر در جهت تولید برگ و افزایش عملکرد علوفه نقش ایفا کرده‌اند و نقش بارزی در جهت افزایش عملکرد گل نداشته‌اند، چرا که در الگوی کاشت متراکم (20×5 سانتیمتر) که دارای بیشترین تعداد کل جوانه‌ها بود (442 عدد)، بیشترین مقدار علوفه تر و خشک (به ترتیب 3916 و 1276 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد، در حالیکه عملکرد گل در این تیمار به میزان 62 درصد و عملکرد کلاله به میزان 68 درصد کمتر از الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر بود. در بین الگوهای کاشت مورد بررسی به نظر می‌رسد که فواصل کاشت 20×10 سانتیمتر مطلوب تر باشد، چرا که این تیمار باعث بهبود شاخص‌های مربوط به تک بنه (متوسط وزن، قطر و تعداد جوانه در بنه) شد (جدول 5)، هر چند که بر شاخص‌های مربوط به کل بنه‌ها اثر مثبت چشمگیری برجا نگذاشت (جدول 4). به هر حال در این تیمار که خصوصیات رشدی تک بنه بهبود یافته بود، بیشترین عملکرد گل و کلاله به دست آمد، به طوری که عملکرد گل در این الگوی کاشت به طور متوسط 61 درصد و عملکرد کلاله در آن به طور متوسط 66 درصد بیشتر از سه الگوی کاشت دیگر مورد بررسی بود (جدول 1). بنابراین به نظر می‌رسد که جهت بهبود عملکرد زعفران، به جای تمرکز بر افزایش تعداد بنه‌های کشت شده در واحد سطح، بهتر است روی بهبود صفات مربوط به تک بنه تمرکز گردد و روش‌های زراعی و اصلاحی تولید بنه‌های درشت تر و دارای ذخیره غذایی بیشتر، مورد توجه تحقیقات آتی قرار گیرد. نتایج سایر تحقیقات هم نشان می‌دهد که الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر - معادل 50 بوته در متر مربع - بهترین شرایط را برای زعفران ایجاد می‌کند (Alavi et al., 1994; Ghalavand & Abdollahian, 1994; Behdad, 2005).

نتایج حاصل از اثر آرایش کاشت بر نحوه توزیع وزن و قطر بنه نیز بیانگر این موضوع بود که آرایش کاشت می‌تواند بر الگوی پراکنش وزنی و قطری بنه‌ها اثر گذار باشد (شکل‌های 1 و 2). برای تمامی آرایش‌های کاشت مورد مطالعه، بیشترین درصد فراوانی بنه‌ها، در محدوده وزنی کمتر از سه گرم قرار داشت، به طوری که در تمام

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد بنه مادری و خاوه‌ری، وزن فلس، وزن کل بنه‌ها، سطح برگ و عملکرد تر و خشک علوفه و نیز کمترین مقدار نسبت وزن بنه به فلس، متوسط وزن بنه، متوسط قطر بنه و تعداد جوانه در بنه در الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر به دست آمد (جدول‌های 4 و 5). بر طبق نتایج این آزمایش بیشترین نسبت وزن بنه به فلس (5/1) در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر و کمترین مقدار آن (3/8) در الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر به دست آمد (جدول 4). همچنین بیشترین مقدار متوسط وزن هر بنه (2/9 گرم) در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر و کمترین مقدار آن (2 گرم) در الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر حاصل شد (جدول 5). مشابه همین روند در مورد متوسط قطر هر بنه نیز مشاهده گردید، به طوری که بیشترین و کمترین مقدار قطر متوسط هر بنه به ترتیب در الگوهای کاشت 20×10 و 20×5 سانتیمتر مشاهده گردید (به ترتیب 1/5 و 1/1 سانتیمتر). با دقت در عملکرد گل و کلاله (جدول 1) و عملکرد علوفه تر و خشک (جدول 5) در مورد الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر، به نظر می‌رسد که کاشت متراکم بنه‌ها برای تولید علوفه نسبت به عملکرد گل مناسب‌تر می‌باشد. الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر که بیشترین عملکرد گل و کلاله را دارا بود (جدول 1) از جهت تعداد بنه خاوه‌ری و مادری و نیز تعداد کل جوانه‌ها دارای کمترین مقدار در بین الگوهای کاشت بود، ولی در عین حال از بیشترین مقدار قطر و وزن متوسط بنه و نیز نسبت وزنی بنه به فلس برخوردار بود و از حیث متوسط تعداد جوانه در بنه نیز وضعیت مطلوبی را دارا بود (جدول‌های 4 و 5). از اینرو به نظر می‌رسد که نقش اندازه و وزن بنه در تعیین عملکرد نهایی بیشتر از تعداد بنه باشد. صادقی (Sadeghi, 1993) و کافی و شوکت (Kafi & Showket, 2006) گزارش کردند که پتانسیل گلدهی بنه‌های کمتر از 8 گرم محدود است، در حالی که درصد گل آوری و مقدار گل بنه‌های بیش از 10 گرم افزایش چشمگیری داشته و بنه‌های درشت از طریق تولید بنه‌های دختری بیشتر، ظرفیت گل آوری و عملکرد را در سال‌های بعد افزایش می‌دهند. با عنایت به اینکه در الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر، تعداد کل جوانه‌ها پایین بود، لذا به نظر می‌رسد که در این تیمار اکثر جوانه‌های موجود، تولید گل کرده و در نهایت باعث کسب بیشترین عملکرد گل و کلاله در این تیمار شده‌اند. در الگوی کاشت 20×5 سانتیمتر، بیشترین وزن کل بنه به دست آمد، ولی با دقت در مقادیر وزن فلس و نسبت وزن بنه به فلس مشاهده می‌شود که در این روش کاشت وزن فلس‌ها افزایش و به عبارتی سهم بخش‌های ذخیره‌ای در وزن بنه کاهش یافته است (جدول 4). به طوری که نسبت وزن بنه به وزن فلس در این تیمار به طور متوسط 25 درصد کمتر از سایر الگوهای کاشت مورد مطالعه بود. شاید بتوان دلیل این امر را به افزایش رقابت بین بنه‌ها در تراکم کاشت بالا نسبت داد، که

سانتیمتر)، مقدار عملکرد گل و وضعیت رشدی بنه‌های خواهری بهبود یافت. با توجه به الگوی پراکنش وزنی بنه‌ها، به نظر می‌رسد که استفاده از بنه‌های مزارع چند ساله جهت کاشت در مزارع جدید مناسب نباشد. از اینرو بهتر است بنه‌های بذری در مراکز تحقیقاتی خاصی تهیه و جهت کاشت در اختیار کشاورز قرار گیرد. چرا که میزان عملکرد زعفران در سال اول به شدت متأثر از اندازه و ذخائر پیازهایی است که بعنوان بذر کشت می‌شوند و این پیازها با رشد و نمو خود در سال اول، سبب بوجود آمدن پیازهای دختری می‌شوند که بعنوان بذر گیاه در سال دوم محسوب خواهند شد و پیازهای تولید شده جدید نیز به صورت تسلسل عملکرد سال‌های بعدی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Amirshékari et al., 2006).

اثر زمان اولین آبیاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زمان اولین آبیاری و اثرات متقابل الگوی کاشت و زمان آبیاری بر هیچ کدام از صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری نداشتند (جدول‌های 1 و 2). نتایج مقایسه میانگین‌ها هم روند مشخصی که نشان دهنده برتری تیمار خاصی باشد را دارا نبود (جدول‌های 6 و 7).

الگوهای کاشت به طور متوسط حدود 65 درصد بنه‌ها کمتر از سه گرم وزن داشتند و در این بین الگوهای کاشت 20×5 و 20×10 با 75 و 61 درصد به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را از بنه‌های با وزن کم دارا بودند. در الگوی کاشت متراکم، درصد بنه‌های با وزن بیش از سه گرم به مراتب کمتر از سایر الگوهای کاشت بود و از این حیث نیز روش کاشت 20×10 سانتیمتر شرایط نسبتاً مطلوب تری را دارا بود (شکل 1). همچنین الگوی قطری توزیع بنه‌ها تحت تأثیر روش کاشت قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای 20×5 و 20×10 سانتیمتر با 47 و 28 درصد به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را از بنه‌های با قطر کمتر از 1 سانتیمتر دارا بودند. تیمار 20×10 سانتیمتر در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین سهم را از بنه‌های با قطر 2-3 سانتیمتر و وزن بیش از 3 گرم دارا بود، در حالی که از این حیث هم روش کاشت 20×5 سانتیمتر کمترین مقادیر را به خود اختصاص داد (شکل 2). لذا به نظر می‌رسد که روش کاشت 20×10 سانتیمتر بهترین الگوی کاشت مورد مطالعه باشد، چرا که این تیمار مطلوبترین الگوی توزیع وزنی و قطری بنه‌ها را دارا بود. به هر حال نتایج حاصل از این آزمایش و مطالعات دیگر (De-Masstro & Ruta, 1993; Koocheki et al., 2006; Cavusoglu & Erkel, 2009) نشان داد که در تیمارهایی که وزن و قطر بنه‌ها بیشتر بود (20×10)

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس برخی شاخص‌های رویشی زعفران
Table 2- Results of analysis of variance for some vegetative indexes of saffron

وزن کل بنه‌ها Total weight of corms	نسبت وزن بنه‌های بدون فلس به وزن فلس‌ها Total weight of corm without scale to total weight of scales	وزن فلس‌ها Total weight of Scales	وزن کل بنه‌ها بدون فلس Total weight of corm without scale	تعداد بنه خواهری به ازای بنه مادری Number of replacemen t corm per mother corm	تعداد بنه خواهری Number of replacem ent corm	تعداد بنه مادری Number of mother corm	درجه آزادی DF	منابع تغییر S.O.V
50304ns	19**	4088ns	32340ns	14.0**	9490ns	73.5 ^{ns}	2	تکرار Replication
109248ns	11.8ns	8602*	56911ns	3.0ns	34726**	877.6**	3	فاصله کاشت Distance (D)
55315ns	0.5ns	1357ns	39353ns	3.6ns	4392ns	66.5ns	2	آبیاری Irrigation (I)
52461ns	6ns	2026ns	38764ns	3.4ns	5413ns	317.2ns	6	فاصله کاشت*آبیاری D*I
378585	40	17717	251322	24.8	39156	1089.8	22	خطا Error
645915	78	33792	418693	49.0	93180	2424.7	35	کل Total

*, **, ns و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

*, **, and ns are significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively.

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس برخی شاخص‌های رویشی زعفران

Table 3- Results of analysis of variance for some vegetative indexes of saffron

عملکرد علوفه خشک Forage dry weight	عملکرد علوفه تر Forage fresh weight	سطح برگ Leaf area	وزن برگ Leaf weight	درصد بنه‌های دارای ریشه ناپجا Percentage of corms with abnormal root	تعداد کل جوانه‌ها Number of total buds	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Average number of bud	متوسط قطر بنه Average diameter of corms	متوسط وزن بنه Average weight of corms	درجه آزادی DF	منابع تغییر S.O.V
45928ns	3449691ns	1520071ns	1700*	462ns	181438*	2.4ns	0.15ns	2.4ns	2	تکرار Replication
3654820**	37372182**	2774161*	634ns	403ns	102805ns	15ns	0.63ns	4ns	3	فاصله کاشت Distance (D)
80047ns	884049ns	710269ns	189ns	115ns	82387ns	1.3ns	0.22ns	0.6ns	2	آبیاری Irrigation (I)
730127ns	8306283ns	1026248ns	797ns	1126ns	36833ns	7.8ns	0.23ns	1.9ns	6	فاصله کاشت*آبیاری D*I
223930	30894269	6594709	4200	1781	564617	45	2.14	17	22	خطا Error
6749855	80906476	12844627	7522	3889	1152249	72	3.4	26	35	کل Total

***, ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی دار.

*, ** and ns are significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively.

جدول 4- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رویشی زعفران تحت تاثیر آرایش های کاشت مختلف

Table 4- Results of mean comparison for some vegetative indices of saffron affected by space sowing

وزن کل بنه‌ها (گرم) Total weight of corms (g)	نسبت وزن بنه‌های بدون فلس به وزن فلس‌ها Total weight of corm without scale to total weight of scales	وزن فلس‌ها (گرم) Total weight of Scales (g)	وزن کل بنه‌ها بدون فلس (گرم) Total weight of corm without scale (g)	تعداد بنه خاوه‌ری به ازای بنه مادری Number of replacement corm per mother corm	تعداد بنه خاوه‌ری Number of replacement corm	تعداد بنه مادری Number of mother corm	T فاصله کاشت
380a*	3.8b	80a	300a	5.9a	156a	26.7a	5*20
268ab	5.1ab	46b	221a	5.3a	80b	15b	10*20
240b	5.3a	41b	200a	5.3a	84b	16b	15*20
258ab	4.7ab	48b	210a	5.8a	89b	15.2b	20*20

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری ($P < 5\%$) از نظر آماری ندارند.

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

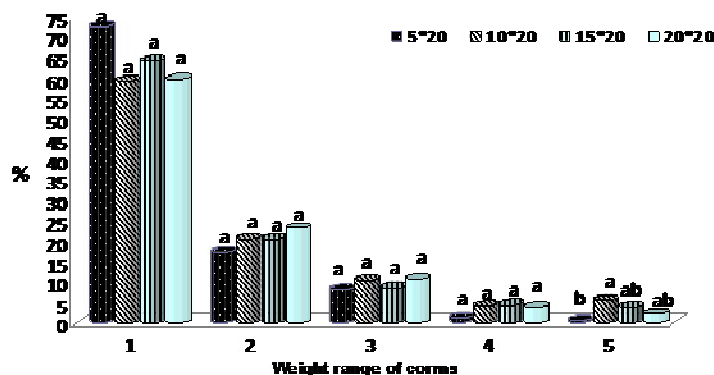
جدول 5- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رویشی زعفران تحت تاثیر آرایش کاشت

Table 5- Results of mean comparison for some vegetative indices of saffron affected by space sowing

عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Forage dry weight (kg.ha ⁻¹)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Forage fresh weight (kg.ha ⁻¹)	سطح برگ Leaf area	وزن برگ (گرم) Leaf weight (g)	درصد بنه‌های دارای ریشه ناپجا Percentage of corms with abnormal root	تعداد کل جوانه- ها Number of total buds	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Average number of bud	متوسط قطر بنه (سانتی- متر) Average diameter of corms (cm)	متوسط وزن بنه (گرم) Average weight of corms (g)	فاصله کاشت Planting space
1276a*	3916a	1287a	23.6a	18.6a	442a	2.8b	1.1b	2.0b	5*20
982a	3551a	664b	17.6a	16.1a	300a	4.1ab	1.5a	2.9a	10*20
484b	1535b	603b	12.0a	15.0a	347a	3.9ab	1.4ab	2.5ab	15*20
577b	1928b	600b	15.5a	23.7a	393a	4.5a	1.4ab	2.5ab	20*20

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری ($P < 5\%$) از نظر آماری ندارند.

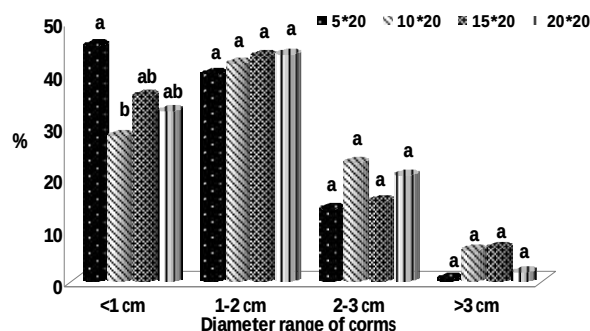
* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.



شکل 1- نحوه توزیع وزن بنه‌ها تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت

Fig. 1- Distribution of corm weight affected by different planting methods

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند. Means with different letter are significantly different based on Duncan test ($\alpha=0.05$).



شکل 2- نحوه توزیع قطر بنه تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت

Fig. 2- Distribution of corm diameter affected by different planting methods

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند. Means with different letter are significantly different based on Duncan test ($\alpha=0.05$).

نحوه توزیع بنه‌ها در هر یک از گروه‌های وزنی و قطری مورد مطالعه، تفاوت معنی داری را در بین تاریخ‌های آبیاری سه گانه نشان نداد (شکل‌های 1 و 2). در هر سه تاریخ آبیاری، بیش از 70 درصد بنه‌ها در محدوده وزنی 0-3 گرم قرار داشتند و تنها حدود 10 درصد بنه‌ها دارای وزن بیش از 9 گرم بودند. همچنین در تمامی تیمارهای آبیاری، بیشترین فراوانی بنه‌ها در محدوده قطری کمتر از 1 و 1 تا 2 سانتیمتر قرار داشت.

هر چند که در آزمایش حاضر انجام آبیاری در شهریورماه در مقایسه با سایر زمان‌های آبیاری، اثرات مفید چندانی بر شاخص‌های رشدی بنه‌ها و عملکرد زعفران نداشت، ولی نتایج مطالعات انجام گرفته روی این گیاه نشان می‌دهد که آبیاری تابستانه می‌تواند بر عملکرد زعفران اثرات مثبتی داشته باشد (Sadeghi et al., 2003; Juan et al., 2009). البته باید توجه نمود که زمان آبیاری بسته به مرحله نمو بنه‌ها می‌تواند اثرات متفاوتی را ایجاد نماید. گزارش شده

با این وجود تیمار انجام آبیاری در ابتدای مهرماه که بیشترین عملکرد گل و کلاله خشک را تولید کرد (جدول 1) از نظر شاخص‌هایی مانند تعداد و وزن کل بنه، متوسط وزن بنه و وزن برگ، دارای برتری نسبی بر سایر تیمارهای آبیاری بود و از حیث سایر صفات مورد مطالعه نیز وضعیت نسبتاً مطلوبی را دارا بود (جدول‌های 6 و 7). انجام اولین آبیاری در ابتدای آبان‌ماه که کمترین عملکرد کلاله خشک را تولید کرده بود (جدول 1) بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را به خود اختصاص داد (جدول 7). شاخص سطح برگ در تیمار انجام آبیاری در ابتدای شهریورماه بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول 7) به نظر می‌رسد که آبیاری زود هنگام منجر به ظهور زودتر جوانه برگ و در نتیجه افزایش طول دوره رشد برگ شده و این موضوع باعث افزایش شاخص سطح برگ گردیده است. در کل از نظر تعادل بین عملکرد گل و علوفه، تیمار آبیاری در مهرماه بهترین وضعیت را در بین تیمارهای مورد مطالعه دارا بود.

است که انجام آبیاری در مرداد ماه عملکرد زعفران را افزایش می‌دهد، ولی آبیاری در تیر ماه باعث کاهش عملکرد تا سطحی کمتر از شاهد (عدم آبیاری تابستانه) می‌شود (Sadeghi et al., 2003). تحقیق دیگری نشان داده است که انجام آبیاری در ماه‌های مرداد و شهریور از طریق کمک به سبز شدن بنه‌ها، باعث افزایش عملکرد می‌شود (Juan et al., 2009). بیان شده است که اثرات مثبت آبیاری بر عملکرد زعفران ناشی از تاثیر مثبت رطوبت بر رشد و نمو بنه‌های خاوه‌ری و توسعه ریشه می‌باشد و به نظر می‌رسد که آبیاری ابتدای بهار برای گسترش بنه‌ها ضروری است (Benschop, 1993; Rees, 1988; Juan et al., 2009). با دقت در آزمایشات صورت گرفته به نظر می‌رسد که بیشترین اثرات آبیاری بر عملکرد زعفران مربوط به ابتدای بهار (دوره رشد و گسترش بنه‌های خاوه‌ری)، تیر ماه (دوره خواب کامل بنه‌ها) و مرداد ماه و شهریور ماه (دوره گل‌انگیزی و افزایش طول دوره رشد) باشد و انجام آبیاری در ماه‌های پاییز یعنی در مرحله ظهور گل در سال اول تفاوت قابل توجهی در عملکرد گل ایجاد نمی‌نماید (Benschop, 1993; Rees, 1988; Sadeghi et al., 2003).

نتیجه‌گیری

با دقت در نتایج این آزمایش مشاهده می‌شود که هر یک از الگوهای کاشت، می‌تواند از حیث بهبود برخی از فاکتورهای رشدی گیاه مفید واقع شود، ولی آنچه باید مد نظر قرار گیرد این است که برآیند تمامی فاکتورهای مورد مطالعه در صفت عملکرد گل و کلالة بروز پیدا می‌کند. از اینرو الگوی کاشت 20×10 سانتیمتر که به طور نسبی مطلوبترین اثر را بر شاخص‌های رشدی بنه و عملکرد گل و کلالة دارا بود، به عنوان الگوی کاشت برتر توصیه می‌گردد، ولی زمان‌های آبیاری مورد مطالعه اثر مشخصی را بر صفات مورد بررسی دارا نبودند.

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رویشی زعفران تحت تاثیر زمان آبیاری
Table 6- Results of mean comparison for some vegetative indices of saffron affected by irrigation date

تاریخ آبیاری Irrigation time	تعداد بنه مادری Number of mother corm	تعداد بنه خاوه‌ری Number of replacement corm	تعداد بنه خاوه‌ری به ازای بنه مادری Number of replacement corm per mother corm	وزن کل بنه‌ها بدون فلس Total weight of corm without Scale (g)	وزن فلس‌ها Total weight of scales (g)	نسبت وزن بنه‌های بدون فلس به وزن فلس‌ها Total weight of corm without scale to total weight of scales	وزن کل بنه‌ها Total weight of corms (g)
شهریور Sep.	18a	110a	6.0a	250a	56a	4.6a	307a*
مهر Oct.	19a	109a	5.4a	262a	59a	4.7a	321a
آبان Nov.	16a	86a	5.3a	186a	45a	4.9a	232a

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری (P<5%) از نظر آماری ندارند.

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

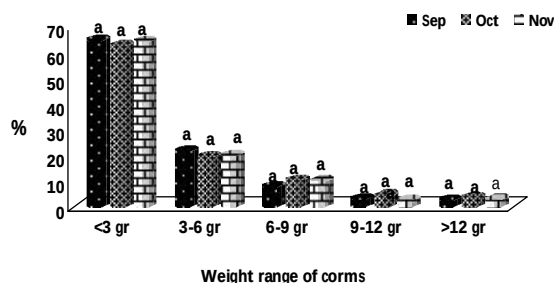
جدول 7- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رویشی زعفران تحت تاثیر زمان آبیاری

Table 7- Results of mean comparison for some vegetative indices of saffron affected by irrigation date

عملکرد عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Forage dry weight (kg.ha ⁻¹)	عملکرد علوفه تر (کیلوگرم در هکتار) Forage fresh weight (kg.ha ⁻¹)	سطح برگ Leaf area	وزن برگ (گرم) Leaf weight (g)	درصد بنه - های دارای ریشه ناپجا Percentage of corms with abnormal root	تعداد کل جوانه‌ها Number of total buds	متوسط تعداد جوانه در هر بنه Average number of bud	متوسط قطر بنه (سانتی - متر) Average diameter of corms (cm)	متوسط وزن بنه (گرم) Average weight of corms (g)	T تاریخ آبیاری
763a*	2538a	915a	18a	16a	430a	3.8a	1.2a	2.3a	شهریور Sep.
860a	2738a	843a	19a	20a	369a	3.6a	1.3a	2.6a	مهر Oct.
866a	2922a	607a	14a	17a	312a	4.1a	1.4a	2.4a	آبان Nov.

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری (P < 5%) از نظر آماری ندارند.

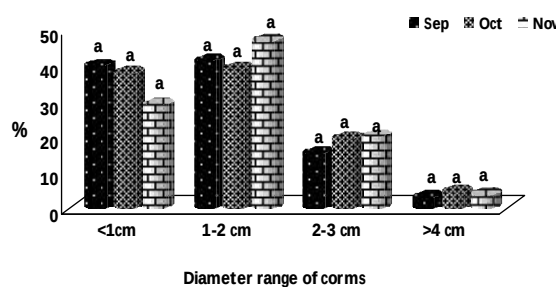
* Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.



شکل 3- نحوه توزیع وزن بنه‌ها تحت تاثیر زمان‌های آبیاری

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

Fig. 3- Distribution of corm weight affected by different irrigation dates

Means with different letter are significantly different based on Duncan test ($\alpha=0.05$).

شکل 4- نحوه توزیع قطر بنه‌ها تحت تاثیر زمان‌های آبیاری

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

Fig. 4- Distribution of diameter weight affected by different irrigation dates

Means with different letter are significantly different based on Duncan test ($\alpha=0.05$).

منابع

1. Alavi, H., Mohajeri, M., and Falaki, M.A. 1994. Evaluation of plant density on saffron yield. In: Proceedings of 2nd National Seminar on Saffron and Cultivation of Medicinal Plants. Gonabad, Iran. (In Persian)
2. Amirshakari, H., Sorooshzadeh, A., Modarres Sanavy, A., and Jalali-Javaran, M. 2006. Study of effects of root

- temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19(1): 5-18. (In Persian with English Summary)
13. Behdad, M. 2005. Effects of corm density and methods of planting on yield of saffron. The Final Report of the Research Project of Ministry of Agriculture, Research Institute on Seeds and Seedling. (In Persian with English Summary)
 14. Benschop, M. 1993. *Crocus*. In: A. de Hertogh, M. Le Nard (ed.), The Physiology of Flower Bulbs. 257-272. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.
 15. Behdani, M.A., Nassiri, M., and Koocheki, A. 2004. Modeling saffron flowering time across a temperature gradient. Acta Horticulture 650: 215-218.
 16. Cavusoglu, A., and Erkel, E.I. 2009. Saffron (*Crocus sativus* L.) growing without removing of mother corms under greenhouse condition. Turkish Journal of Field Crops. 1(2): 170-180.
 17. De-Masstro, G., and Ruta, C. 1993. Relationship between corm size and saffron (*Crocus sativus* L.) flowering. Acta Horticulture 344: 512-517.
 18. Ehsanzadogh, P., Yadollahi, A.A., and Maibodi, A.N.M. 2004. Productivity, growth and quality attributes of 10 Iranian saffron accessions under climatic conditions of Chahar-Mahal Bakhtrazi, Central Iran. In: Proceeding of the 1st International Symposium on Saffron. Albacete. Spain. pp. 183-188.
 19. Juana, J.A.D., Córcolesb, H.L., Muñozb, R.M., and Picornella, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crop Production 30(2): 212-219.
 20. Ghasemi Rooshnavand, R., Hashemiyeh, M., and Afzalian, M. 2009. Planting, conservation and harvesting stages of saffron. Yazd. Agric. Organ, Iran. Issue 132. PP33. (In Persian)
 21. Ghalavand, A., and Abdollahian, M. 1994. Ecological adaptation and study of spacing and method of planting on yield of different landraces of Iranian saffron. In: Proceedings of 2nd Seminar on Saffron and Cultivation of Medicinal Plants. Gonabad, Iran. (In Persian)
 22. Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008a. Effect of mother corm dimension and sowing time on stigmas yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a Mediterranean environment. Journal of the Science and Food Agriculture 88: 1144-1150.
 23. Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008b. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems, A review. Agronomy for Sustainable Development 28: 95-112.
 24. Gresta, F., Avola, G., Lombardoa, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2009. Analysis of flowering, stigmas yield and qualitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by environmental conditions. Horticultural Sciences 119(3): 320-324.
 25. ITAP. 1998. Especial azafrán, Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete, Albacete, Spain.
 26. Kafi, M., and Showket, T. 2006. A Comparative Study of Saffron Agronomy and Production Systems of Khorasan (Iran) and Kashmir (India). Proceeding of 2nd international symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October. Pp.123-132.
 27. Koocheki, A., Nassiri, M., and Behdani, M.A. 2006. Agronomic attributes of saffron yield at agroecosystems scale in Iran. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad. Iran. pp. 33-40.
 28. Molina, R.V., García-Luis, A., Coll, V., Ferrer, C., and Valero, M. 2004. Flower formation in the saffron *Crocus sativus* L., the role of temperature. Acta Horticulture 650: 39-47.
 29. Molina, R.V., Valero, M., Navarro, Y., García-Luis, A., and Guardiola, J.L. 2005. Low temperature storage of corms extends the flowering season of saffron (*Crocus sativus* L.). The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 80: 319-326.
 30. Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., and Sabouri, A. 2006. Effect of plant distance on flower yield and qualitative and qualitative characteristics of forage production of saffron (*Crocus sativus*) in Mashhad conditions. In: Proceeding of 2nd international symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad. Iran. pp. 151-153.
 31. Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad-Abadi, A.A., and Sabouri, A. 2006. Effect of different animal manure on flower yield and qualitative and qualitative characteristics of forage production of saffron in Mashhad conditions. In: Proceeding of 2nd international symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad. Iran. pp. 159-162.
 32. Rezvani-Moghaddam, P., Huda, A.K.S., Parvez, Q., and Koocheki, A. 2007. Indigenous knowledge in agriculture with particular reference to medicinal crop production in Khorasan, Iran. Managing Knowledge, Technology and Development in the Era of Information Revolution. Edited by A. Ahmed. Pp105-115.
 33. Rees, A.R. 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers, C.A.B. International, Wallingford, UK.
 34. Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on flowering of saffron. Research and industrial Institutes of Khorasan, Press. Pp. 73. (In Persian)
 35. Sadeghi, B., Aghamiri, A., and Negari, K. 2003. Effect of summer irrigation on saffron yield. In: Proceedings of the 3th National Symposium on Saffron. Mashhad. Iran. pp. 171-172. (In Persian)
 36. Statistical Yearbook of Agriculture in Khorasan Razavi Province (SYAKRP). 2010. Available at Web site:

- [Http://www.koaj.ir/news/default.asp?nk=63&maincatid=1184](http://www.koaj.ir/news/default.asp?nk=63&maincatid=1184). (In Persian)
37. Statistical Report of Agriculture in South Khorasan Province (SRASKP). 2010. Available at Web site: [Http://www.kj-agrijahad.ir](http://www.kj-agrijahad.ir). (In Persian)
38. Tammamo, F. 1999. Saffron (*Crocus sativus* L.) in Italy. In: M. Negbi, Editor, Saffron: *Crocus sativus* L., Harwood Academic Publishers, Australia. pp. 53–61.



بررسی عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) در تراکم و ترکیب‌های

مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی

فهیمة اسلامی خلیلی¹، همت اله پیردشتی^{2*} و آلاله متقیان³

تاریخ دریافت: 1389/04/25

تاریخ پذیرش: 1389/10/08

چکیده

به منظور بررسی کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع ساری در سال زراعی 1386-87 انجام گرفت. فاکتور اول شامل دو نسبت بذری (D_1 (نسبت مطلوب بذر) به ترتیب 75 و 150 کیلوگرم باقلا و جو در هکتار و D_2 (نسبت زیاد بذر) به ترتیب 100 و 200 کیلوگرم باقلا و جو در هکتار) و فاکتور دوم شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1 : تک کشتی باقلا، P_2 : 50% باقلا + 50% جو، P_3 : 75% باقلا + 25% جو، P_4 : 25% باقلا + 75% جو و P_5 : تک کشتی جو) بود. با محاسبه نسبت برابری زمین (LER) مشخص شد که ترکیب 75% باقلا + 25% جو در تراکم بالا و ترکیب 25% باقلا + 75% جو با تراکم مطلوب از حداکثر کارایی استفاده از زمین برخوردار بودند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل تراکم در نسبت کشت بر عملکرد و برخی شاخص‌های رقابتی دو گونه، بیشترین عملکرد جو و باقلا (به ترتیب 3306/66 و 4884/56 کیلوگرم در هکتار) در تک کشتی با تراکم بالا مشاهده شد. در این آزمایش ترکیب 75% باقلا + 25% جو در تراکم بالا موجب بیشترین عملکرد مخلوط، ضریب غالبیت و 27% افزایش عملکرد جو در مخلوط نسبت به تک کشتی آن گردید. همچنین حداکثر ضریب غالبیت و 17% افزایش عملکرد باقلا در مخلوط نسبت به کشت خالص آن از ترکیب 25% باقلا + 75% جو با تراکم مطلوب بدست آمد. به علاوه تیمار 75% باقلا + 25% جو در نسبت مطلوب بذر از حداکثر شاخص تولید سیستم برخوردار بود.

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

مقدمه

مشترک به عنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار در جهت تأمین اهداف مذکور حائز اهمیت ویژه است (Launay et al., 2009; Neumann et al., 2009; Banik et al., 2006; Tsubo et al., 2005; Chen et al., 2004; Dapaah et al., 2003; Malakooti, 1996)

بر همین اساس استفاده از گونه‌های گیاهی با فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت که کمترین رقابت را در یک آشیانه اکولوژیکی ثابت چه از نظر عوامل محیطی و چه از نظر زمان با هم ایجاد کنند گام مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب می‌شود که در این صورت کاهش رقابت بین گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه ای موجب می‌شود تا دو گیاه در آشیان اکولوژیکی یکسان، رقابتی نداشته باشند (Mushagalusa et al., 2008). در مجموع بقولات به سبب افزایش قابل توجه نیتروژن ریزوسفر در مدت کوتاه پس از کاشت، گونه مناسبی در ترکیب کشت مخلوط با غلات به منظور تسریع توسعه سیستم ریشه‌ای عمیق این گونه به شمار می‌آید و باقلا به عنوان یک گیاه استراتژیک با تثبیت نیتروژن اتمسفر، افزایش حاصلخیزی خاک و نقش تعیین کننده آن در بهبود شرایط زیستی،

امروزه روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط زیست در اثر کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روش‌های رایج تولید مواد غذایی در جهان موجب توجه و ترغیب محققان به بخش کشاورزی پایدار گردید (Avis et al., 2009). در این راستا حاصلخیزی خاک، کنترل فرسایش خاک، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، تثبیت عملکرد در شرایط نامطلوب و افزایش عملکرد در شرایط مطلوب محیطی، افزایش کارایی استفاده از منابع آب، مواد غذایی، نور خورشید و در نهایت ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم زراعی از اهداف عمده کشاورزی پایدار به شمار می‌رود. با توجه به محدودیت اراضی قابل کشت در ایران و سایر کشورها، سیستم کشت مخلوط با تولید دو یا چند گیاه زراعی به طور همزمان و در سطح

1. 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر، دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و کارشناس ارشد زراعت، پژوهشکده برنج و مرکبات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (*- نویسنده مسئول):
(Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل دو نسبت بذری (D_1): نسبت مطلوب بذری به ترتیب 75 و 150 کیلوگرم باقلا و جو در هکتار و D_2 : نسبت زیاد بذری به ترتیب 100 و 200 کیلوگرم باقلا و جو در هکتار) و عامل فرعی شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1 : تک کشتی باقلا، P_2 : 50% باقلا + 50% جو، P_3 : 75% باقلا + 25% جو، P_4 : 25% باقلا + 75% جو و P_5 : تک کشتی جو) بود. کشت باقلا معمولی (نوده بومی) و جو (رقم صحرا) در تاریخ 26 آبان پس از آماده‌سازی زمین مطابق دستورالعمل‌های به‌زراعی جمعاً در 30 کرت به ابعاد 2x9 متر مربع انجام شد. هر کرت شامل نه ردیف کاشت که دو خط آن به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد به طول 9 متر و فاصله ردیف 20 سانتی متر بود و بین دو کرت دو ردیف به صورت نکاشت رها شد. در این آزمایش کودهای بکار رفته در کشت باقلا عبارت بودند از: اوره 100 کیلوگرم در هکتار (در دو مرحله به میزان 75 و 25 کیلوگرم در هکتار به ترتیب قبل از کاشت به صورت نواری و هنگام 4-6 برگی گیاه به صورت سرک)، سوپر فسفات تریپل 80 کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم 200 کیلوگرم در هکتار و در کشت جو کودهای بکار رفته شامل: اوره 100 کیلوگرم در هکتار (در دو مرحله به میزان 75 و 25 کیلوگرم در هکتار به ترتیب قبل از کاشت به صورت نواری و هنگام 4-6 برگی گیاه به صورت سرک)، فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به میزان 70 کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت و به صورت نواری) بود. مقدار کود برای هر گیاه با در نظر گرفتن نسبت کاشت مخلوط در هر کرت و مطابق با آزمون خاک مزرعه اعمال گردید.

در پایان فصل رشد عملکرد و اجزای عملکرد باقلا شامل تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه طی سه چین به فاصله 12 روز و عملکرد و اجزای عملکرد جو نیز شامل تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه، زیست توده و شاخص برداشت با برداشت دو متر مربع از سطح هر کرت و حذف اثر حاشیه‌ای تعیین گردیدند.

به منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، LER، LER جزئی باقلا و LER جزئی جو از معادله زیر استفاده شد (De Wit & Van den Bergh, 1965):

$$LER = Y_{ba}/Y_{bb} + Y_{fa}/Y_{ff} \quad (\text{معادله 1})$$

که در این رابطه Y_{ba}/Y_{bb} نسبت عملکرد جو در کشت مخلوط به تک کشتی جو (LER جزئی جو) و Y_{fa}/Y_{ff} نسبت عملکرد باقلا در کشت مخلوط به تک کشتی باقلا (LER جزئی باقلا) می‌باشد. رقابت نسبی بین دو محصول با استفاده از ضرایب ازدحامی (K) و غالبیت (A) دو گونه، از معادله‌های زیر تعیین گردید (Willey, 1979):

میکروکلیمایی و پایداری اکوسیستم زراعی با در نظر گرفتن تراکم مطلوب، گیاه مناسبی در مخلوط با جو محسوب می‌شود (Kopke & Nemecek, 2010; Ghosh et al., 2006; Hauggaard-Nielsen et al., 2006; Corre-Hellou & Crozat, 2004). نتایج برخی بررسی‌های انجام شده در زمینه کشت مخلوط بقولات و غلات متداول در جهان مانند جو (*Hordeum vulgare* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) (Agegnehu et al., 2006)، عدس (*Lens culinaris* Medic.) و جو (Schemidtke et al., 2004)، باقلا و گندم (*Triticum aestivum* L.) (Hymes & Lee, 1999)، نخود (*Pisum sativum* L.) و جو (Launay et al., 2009)، و یولاف (*Avena sativa* L.) (Neumann et al., 2009) و ذرت (*Zea mays* L.) (Li et al., 1999) بیانگر بهبود کمی و کیفی محصولات مورد مطالعه و افزایش نسبت برابری سطح زمین¹ (LER) می‌باشد. در ضمن، نسبت برابری زمین در ارزیابی مزیت سیستم کشت مخلوط به تک کشتی بیشترین کاربرد را دارد و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت اغلب با برآورد ضرایب ازدحامی² و غالبیت نسبی³، افت واقعی عملکرد تعیین و گونه غالب مشخص می‌گردد (Dhima et al., 2007; Banik et al., 2006; Willey, 1979). یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت رقابتی⁴ می‌باشد، این شاخص توانایی رقابت را برای گیاهان زراعی به شکل بهتری بیان کرده و نسبت به ضریب غالبیت و ارزیابی افت عملکرد، معیار دقیق‌تری برای بررسی کشت مخلوط محسوب می‌شود (Dhima et al., 2007).

با توجه به اهمیت کشت مخلوط گرامینه و بقولات در استان مازندران هدف این تحقیق بررسی تأثیر رقابت جو و باقلا بر عملکرد و اجزای عملکرد این دو گونه، شاخص رقابتی، نسبت برابری سطح زمین و تعیین بهترین تراکم و ترکیب کشت برای استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت در مخلوط بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر نه جاده ساری - دریا در سال زراعی 87-1386 انجام گرفت. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا 16 متر و عرض جغرافیایی 53 درجه شمالی و طول جغرافیایی آن 36 درجه شرقی می‌باشد و منطقه از نظر اقلیمی در زمره مناطق معتدل مرطوب قرار می‌گیرد (Gillani & Bahmanyar, 2008). بافت خاک مزرعه پژوهشی رس - سیلتی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل

1- Land equivalent ratio

2- Crowding coefficient (K)

3- Aggresivity (A)

4- Competitive ratio (CR)

نسبت‌های مختلف کاشت در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود، به طوری که در ترکیب 75% باقلا+ 25% جو افزایش 19/44 درصدی عملکرد بوته نسبت به تک کشتی آن مشاهده شد (جدول 1).

همانطور که در جدول شماره 1 مشاهده می‌شود اثر نسبت مصرف بذر (تراکم) و ترکیب کشت مخلوط بر زیست توده بوته به ترتیب در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بود، به طوری که مصرف 150 کیلوگرم در هکتار بذر با میانگین 26/23 گرم در بوته نسبت به مصرف 200 کیلوگرم در هکتار با میانگین 24/65 گرم در بوته برتری نشان داد. در بین ترکیب‌های مختلف کشت، در تیمارهای 50% باقلا+ 50% جو و 75% باقلا+ 25% جو به ترتیب افزایش برتری نشان داد. در 14/07 و 19/27 درصدی زیست توده در مقایسه با تک کشتی جو مشاهده گردید. در این آزمایش حداکثر شاخص برداشت بوته جو به ترتیب با میانگین 47/18 و 47/01 درصد در تک کشتی جو و ترکیب 75% باقلا+ 25% جو بدست آمد (جدول 1). در همین راستا جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) در بررسی کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و عدس اظهار داشتند که عملکرد بیولوژیک زیره در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن افزایش یافت. بنابر گزارش این محققان، شاخص برداشت زیره سبز در کشت خالص حداکثر (55%) و در تیمارهای مختلف کشت مخلوط حداقل (33%) بوده است. در حالی که آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) حداکثر زیست توده جو را در تک کشتی جو و تیمارهای 12/5% باقلا+ 100% جو، 25% باقلا+ 100% جو و 37/5% باقلا+ 100% جو گزارش نمودند. اشمیتک و همکاران (Schmidtke et al., 2004) در بررسی کشت مخلوط جو و عدس، حداکثر شاخص برداشت جو را در کشت خالص آن گزارش نمودند.

در بین تراکم‌های مورد بررسی، حداکثر وزن 100 دانه جو در تراکم مطلوب گیاه (4/79 گرم) مشاهده شد و در میان ترکیب‌های مختلف کشت، ترکیب 75% باقلا+ 25% جو از حداکثر مقدار این صفت (5/01 گرم) برخوردار بود (جدول 1). بالا بودن وزن صد دانه در تراکم مطلوب جو بیانگر رقابت کم درون گونه‌ای و نفوذ نور به کانوبی گیاه در این تیمار می‌باشد. جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) در بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت زیره سبز و عدس بر وزن هزار دانه زیره اظهار داشتند که تیمارهای کشت مخلوط از حداکثر وزن هزار دانه (1/75) و کشت خالص از حداقل وزن هزار دانه (1/05) برخوردار بودند.

با توجه به معنی‌داری اثر متقابل تراکم در ترکیب کشت بر تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه در بوته (جدول 1)، حداکثر تعداد دانه در سنبله (میانگین 46/51) در ترکیب 25% باقلا+ 75% جو با تراکم مطلوب مشاهده شد، در حالی که ترکیب کشت مذکور در تراکم بالای گیاه از حداقل تعداد دانه در سنبله (41/71) برخوردار بود.

$$\text{Crowding coefficient of barley } (K_{\text{barley}}) = \frac{Y_{ba} \times Z_{fa}}{(Y_{bb} - Y_{ba}) \times Z_{ba}} \quad (\text{معادله 2})$$

$$\text{Crowding coefficient of barley } (K_{\text{fababeen}}) = \frac{Y_{fa} \times Z_{ba}}{(Y_{ff} - Y_{fa}) \times Z_{fa}} \quad (\text{معادله 3})$$

$$\text{Aggressivity of barley } (A_{\text{barley}}) = \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}} - \frac{Y_{fa}}{Y_{ff} \times Z_{fa}} \quad (\text{معادله 4})$$

$$\text{Aggressivity of barley } (A_{\text{fababeen}}) = \frac{Y_{fa}}{Y_{ff} \times Z_{fa}} - \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}} \quad (\text{معادله 5})$$

در این روابط Y_{ff} و Y_{bb} به ترتیب عملکرد جو و باقلا در تک کشتی، Y_{fa} و Y_{ba} عملکرد جو و باقلا در کشت مخلوط، Z_{fa} و Z_{ba} نسبت کاشت جو و باقلا در کشت مخلوط می‌باشد. شاخص نسبت رقابتی دوگونه طبق معادله‌های 6 و 7 محاسبه گردید:

$$CR_{\text{barley}} = (LER_{ba}/LER_{fa}) \times (Z_{fa}/Z_{ba}) \quad (\text{معادله 6})$$

$$CR_{\text{fababeen}} = (LER_{fa}/LER_{ba}) \times (Z_{ba}/Z_{fa}) \quad (\text{معادله 7})$$

Z_{fa} و Z_{ba} به ترتیب نسبت کاشت جو و باقلا در کشت مخلوط، LER_{fa} و LER_{ba} به ترتیب نسبت برابری جزئی جو و باقلا می‌باشد (Dhima et al., 2007).

میزان افت واقعی عملکرد AYL^1 هر گونه مطابق با استفاده از معادله‌های زیر بدست آمد (Banik, 1996):

$$AYL_{\text{barley}} = (Y_{ba}/Z_{ba}) \times (Y_{bb}/Z_{bb}) - 1 \quad (\text{معادله 8})$$

$$AYL_{\text{fababeen}} = (Y_{fa}/Z_{fa}) \times (Y_{ff}/Z_{ff}) - 1 \quad (\text{معادله 9})$$

شاخص دیگر در کشت مخلوط شاخص تولید سیستم² یا استاندارد کردن عملکرد محصول دوم (fa) نسبت به محصول اول (ba) طبق معادله 10 و معرفی شده توسط ادو (Odo, 1991) تعیین شد:

$$SPI = (S_{fa}/S_{ba}) \times Y_{fa} + Y_{ba} \quad (\text{معادله 10})$$

که در این رابطه S_{fa} و S_{ba} میانگین عملکرد جو و باقلا در تک کشتی، Y_{fa} و Y_{ba} میانگین عملکرد جو و باقلا در کشت مخلوط بود. برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش از نرم افزار SAS ver. 9.1 (SAS Institute, 1997) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

- اثر نسبت‌های مصرف بذر و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا بر عملکرد و اجزای عملکرد جو

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اختلاف عملکرد بوته جو در

1- Actual yield loss

2- System productivity index (SPI)

زمینه جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف عدس در مخلوط زیره سبز و عدس را نسبت به تک کشتی آن گزارش نمودند.

با توجه به تأثیر معنی‌دار تراکم بر صفت تعداد غلاف در بوته، حداکثر تعداد غلاف (9/81) در مصرف 75 کیلوگرم در هکتار بذر (تراکم مطلوب) باقلا مشاهده شد (جدول 2). با مشاهده افزایش معنی‌دار تعداد غلاف و عملکرد بوته در تراکم مطلوب، به نظر می‌رسد که تعداد غلاف به عنوان مهمترین جزء عملکرد باقلا نقش تعیین کننده‌ای در این تیمار داشته است. در همین زمینه مظاهری و همکاران (Mazaheri et al., 2002) اظهار داشتند که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته سویا به علت رقابت درون گونه‌ای به شدت کاهش یافته است.

در این آزمایش تیمار 25% باقلا + 75% جو موجب افزایش معنی‌دار وزن صد دانه باقلا نسبت به تک کشتی و ترکیب 75% باقلا + 25% جو گردید (جدول 2). آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) در بررسی کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا حداکثر وزن هزار دانه باقلا را در ترکیب کشت با کمترین سهم باقلا (12/5% باقلا + 100% جو) در مخلوط گزارش نمود. در حالی که تقی‌زاده و کوچکی (Taghizade & Koocheki, 2005) در بررسی کشت مخلوط ارقام سویا، بیشترین وزن صد دانه را در تراکم بالای سویا مشاهده نمودند. با توجه به معنی‌داری اثر متقابل تراکم در ترکیب کشت بر طول غلاف باقلا (جدول 1)، ترکیب 50% باقلا + 50% جو در تراکم زیاد و تک کشتی باقلا در تراکم مطلوب آن به ترتیب با میانگین 12/8 و 9/5 سانتی متر از حداکثر و حداقل طول غلاف برخوردار بودند (داده‌ها نشان داده نشده است).

در بررسی اثر تراکم و ترکیب کشت مخلوط جو و باقلا بر ارتفاع بوته باقلا مشاهده شد که در بین دو نسبت مصرف بذر، بیشترین ارتفاع بوته (79/60 سانتی متر) مربوط به مصرف مطلوب بذر و در بین ترکیب‌های مختلف کشت مربوط به تیمارهای 25% باقلا + 75% جو و 75% باقلا + 25% جو بود (جدول 2). در این راستا آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) حداکثر ارتفاع بوته باقلا در مخلوط با جو را در تیمارهای تک کشتی باقلا، 37/5% باقلا + 100% جو، 50% باقلا + 100% جو و 62/5% باقلا + 100% جو گزارش نمودند. در مطالعه حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2003) نیز حداقل ارتفاع بوته و طول غلاف لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در مخلوط ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum* L.) و لوبیا چشم بلبلی، در تک کشتی گیاه مذکور حاصل شد.

کارایی استفاده از زمین و شاخص‌های رقابتی

طبق جدول 3 مشاهده می‌شود که اثر تراکم، نسبت‌های مختلف

همچنین حداکثر تعداد پنجه (6/91) در تراکم مطلوب و نسبت کاشت 25% باقلا + 75% جو بدست آمد و در تک کشتی جو با مصرف بالای بذر حداقل تعداد پنجه (5/00) مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است). آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) در بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت جو و باقلا بر عملکرد و اجزای عملکرد دو گیاه اظهار داشتند که تیمارهای تک کشتی جو، 12/5% باقلا + 100% جو و 37/5% باقلا + 100% جو (در گستره 394 - 335) از حداکثر تعداد پنجه در واحد سطح برخوردار بودند.

جدول 1 نشان می‌دهد که در بین نسبت‌های مصرف بذر، حداکثر طول سنبله در مصرف 200 کیلوگرم بذر در هکتار جو (5/33 سانتی متر) بدست آمد و ترکیب‌های کشت 75% باقلا + 25% جو و 50% باقلا + 50% جو از حداکثر مقدار این صفت (به ترتیب 5/51 و 5/37 سانتی متر) برخوردار بودند. همچنین بالاترین ارتفاع بوته در بین ترکیب‌های مختلف کشت، در تک کشتی جو و 25% باقلا + 75% جو مشاهده شد و در ترکیب 75% باقلا + 25% جو حداقل ارتفاع بوته بدست آمد (جدول 1). بنابر گزارش آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) ارتفاع بوته و وزن هزار دانه جو در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد. جرن و همکاران (Geren et al., 2008) اظهار داشتند که ارتفاع بوته ذرت در کشت خالص نسبت به ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت - ماش (*Vigna radiata* L.) و ذرت - لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) کاهش نشان داد. این محققان حداکثر ارتفاع بوته ذرت را در ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت و ماش گزارش نمودند در حالی که زیست توده این گیاه تحت تأثیر مخلوط قرار نگرفت.

- اثر نسبت‌های مصرف بذر و ترکیب‌های مختلف کشت

مخلوط جو و باقلا بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا

با توجه به تأثیر معنی‌دار تیمارهای تراکم و ترکیب کشت بر صفات عملکرد بوته و تعداد دانه در غلاف، حداکثر عملکرد باقلا با میانگین 86/76 گرم در بوته در نسبت مطلوب مصرف بذر بدست آمد و در بین ترکیب‌های مختلف کشت، تیمارهای 25% باقلا + 75% جو و 50% باقلا + 50% جو از حداکثر عملکرد بوته (به ترتیب با میانگین 90/54 و 84/01 گرم در بوته) برخوردار بودند (جدول 2). همچنین در بین دو نسبت مصرف بذر بیشترین تعداد دانه در غلاف، در نسبت 100 کیلوگرم در هکتار بذر (تراکم بالا) با میانگین 3/19 مشاهده شد و تیمارهای 50% باقلا + 50% جو و 75% باقلا + 25% جو به ترتیب با میانگین 3/3 و 3/1 از حداکثر مقدار این صفت در بین ترکیب‌های مختلف کشت برخوردار بودند (جدول 2). در این

ترکیب 75% باقلا + 25% جو از بیشترین ازدحام برخوردار بود ($K_{fa}=1/79$). در این آزمایش حداکثر ضریب ازدحام نسبی مخلوط در تراکم مطلوب با ترکیب 25% باقلا + 75% جو ($K_{Total}=3/05$)، $K_{ba}=2/38$ ، $K_{fa}=1/29$ ، مشاهده شد که به نظر می‌رسد سهم جو در افزایش ضریب ازدحام مخلوط بیش از باقلا بوده است (داده‌ها نشان داده نشده است).

با توجه به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیانگر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz et al., 2008)، بنابراین بر اساس داده‌های جدول 4 مشاهده می‌شود که حداکثر ضریب غالبیت جو در تراکم مطلوب و با نسبت کشت 75% باقلا + 25% جو ($A_{ba}=0/18$) بدست آمد و بیشترین ضریب غالبیت باقلا نیز مربوط به ترکیب 25% باقلا + 75% جو با تراکم زیاد ($0/54$) بود. این امر بیانگر آن است که جو در تراکم مطلوب از توانایی رقابت و ازدحام بیشتری برخوردار بود، در حالی که باقلا در تراکم بالا به عنوان گونه غالب، توان رقابتی قابل ملاحظه‌ای را نشان داد.

بر اساس مطالعات بانیک و همکاران (Banik et al., 2000) برآورد شاخص افت واقعی عملکرد (AYL) علاوه بر بررسی رقابت بین گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه وضع هر گونه در مخلوط (رقابت درون گونه‌ای) را با جزئیات دقیق تری بیان می‌کند. این شاخص با علامت مثبت بیانگر سودمندی مخلوط به تک کشتی بر پایه عملکرد هر گیاه است (Yilmaz et al., 2008). محاسبه افت واقعی عملکرد (جدول 4) در مورد گونه‌های مذکور نشان داد که هیچ یک از ترکیب‌های کشت مخلوط با تراکم‌های مورد بررسی افت عملکرد نداشت. در این آزمایش افزایش 27 درصدی عملکرد جو ($AYL_{ba}=0/27$) در تراکم بالای مخلوط 75% باقلا + 25% جو و افزایش 17 درصدی عملکرد باقلا ($AYL_{fa}=0/17$) در تراکم بالا با ترکیب 25% باقلا + 75% جو نسبت به کشت خالص آن بیانگر سودمندی الگوی کشت مذکور در استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای است. در همین راستا ژو و همکاران (Xu et al., 2008) در بررسی چند ساله کشت مخلوط نوعی ارزن علوفه‌ای و اسپرس (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) اظهار داشتند که طی چهار سال متوالی کشت، هیچ یک از دو گونه در مخلوط افت عملکرد نشان ندادند. در این آزمایش بین افت عملکرد و ضریب غالبیت باقلا همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=0/63^*$) مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

با بررسی نسبت رقابت دو گونه در ترکیب‌های مختلف کشت مشخص گردید که جو در مخلوط 75% باقلا + 25% جو ($CR=1/16$) و باقلا در ترکیب‌های 50% باقلا + 50% جو و 25% باقلا + 75% جو ($CR=1/02$) از حداکثر نسبت رقابت برخوردار بودند (جدول 3)، همانطور که مشاهده می‌شود جو در مخلوط از توان رقابتی بالایی در

کشت و اثر متقابل آنها بر عملکرد هر دو گونه گیاهی معنی‌دار بود، به طوری که جو در تک کشتی با تراکم زیاد (میانگین 3306/66 کیلوگرم در هکتار) از حداکثر تولید برخوردار بود و بیشترین عملکرد باقلا نیز در تک کشتی گیاه با تراکم زیاد (4884/56 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول 4). با توجه به نتایج بدست آمده حداکثر عملکرد مخلوط (میانگین 5185/07 کیلوگرم در هکتار) به ترکیب 75% باقلا + 25% جو با تراکم بالا متعلق بود.

با بررسی شاخص‌های رقابتی مطرح شده در این آزمایش می‌توان رفتار دو گونه را در تراکم و نسبت‌های کشت، دقیق‌تر مطالعه نمود. با مقایسه نسبت برابری زمین در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مشخص شد که مخلوط 75% باقلا + 25% جو در تراکم بالا ($LER=1/16$) و 25% باقلا + 75% جو در تراکم مطلوب ($LER=1/17$) با بیش از 15 درصد افزایش کارایی استفاده از زمین موجب بهبود قابل ملاحظه عملکرد مخلوط نسبت به تک کشتی گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). نتایج نشان می‌دهد که در هر دو گونه گیاهی با سهم 50 درصد و بیشتر، نسبت جزئی برابری زمین بیش از 0/50 بوده است، به طوری که حداکثر LER جزئی جو در ترکیب کشت 25% باقلا + 75% جو ($LER_{ba}=0/85$) (جدول 3) و حداکثر LER جزئی باقلا نیز در تراکم زیاد با ترکیب کشت 75% باقلا + 25% جو ($LER_{fa}=0/84$) مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است). در این راستا آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) با بررسی کارایی استفاده از زمین در مخلوط جو و باقلا، افزایش قابل توجه نسبت برابری زمین را در ترکیب‌های 37/5% باقلا + 100% جو، 50% باقلا + 100% جو و 62/5% باقلا + 100% جو گزارش نمودند. هایمز و لی (Haymes & Lee, 1999) نیز در بررسی کشت پاییزه گندم و لوبیا اظهار داشتند که عملکرد مخلوط و نسبت برابری زمین (در دامنه 1-1/08) بجز ترکیب 50% گندم + 50% لوبیا ($LER=1/28$) در نسبت‌های دیگر کشت افزایش چشمگیری را نشان نداد، در حالی که در کشت بهاره این مخلوط، افزایش قابل توجه عملکرد و نسبت برابری زمین در اکثر ترکیب‌های کشت گزارش شده است. این محققان شرایط آب و هوایی منطقه در فصل کشت، مورفولوژی گیاه عوامل مدیریتی را از مؤلفه‌های مهم تأثیرگذار بر سودمندی کشت مخلوط بیان داشتند.

در بررسی شاخص‌های رقابتی دو گونه در کشت مخلوط نیز مشخص گردید که در هیچ یک از تیمارها ضریب ازدحامی برای گونه‌های مورد بررسی برابر یک نمی‌باشد (جدول 3) که این امر بیانگر عدم برابری رقابت درون گونه‌ای با رقابت برون گونه‌ای بود (Dhima et al., 2007). در بین ترکیب‌های مختلف کشت، تیمار 25% باقلا + 75% جو با ضریب ازدحامی معادل 2/06 نسبت به ترکیب‌های کشت با سهم 25 و 50 درصد جو برتری نشان داد (جدول 3). با توجه به نتایج بدست آمده باقلا در تراکم زیاد و با

حداکثر غالبیت جو (0/18) در ترکیب 75% باقلا + 25% جو با تراکم مطلوب و حداکثر غالبیت باقلا (0/54) در تیمار 25% باقلا + 75% جو با تراکم بالا مشاهده شد می‌توان دریافت که باقلا از غالبیت بیشتری نسبت به جو برخوردار بود. در مجموع به نظر می‌رسد که علاوه بر انتخاب دو گونه با خصوصیات مورفولوژیک متفاوت به منظور کاهش رقابت‌ها، تراکم و نسبت‌های کشت نیز از عوامل مؤثر بر شاخص‌های رقابتی و موفقیت کشت مخلوط به شمار می‌رود.

مقایسه با باقلا برخوردار است. در این آزمایش نسبت رقابت جو همبستگی بالایی را با افت واقعی عملکرد ($r=0/88^{**}$) نشان داد و نسبت رقابت باقلا نیز از همبستگی مثبت و معنی‌داری با ضریب غالبیت گیاه ($r=0/61^*$) برخوردار بود (داده‌ها نشان داده نشده است). در این زمینه ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) افزایش نسبت رقابت و غالبیت ذرت در تیمار 50% ذرت + 50% ماش را عامل عدم افت عملکرد ذرت دانستند و افت واقعی عملکرد در حداکثر سهم ذرت (100% ذرت + 50% ماش) را به دلیل کاهش نسبت رقابت و غالبیت گیاه گزارش نمودند.

در بررسی شاخص تولید کشت مخلوط¹ (SPI) مشخص گردید که در تراکم مطلوب با ترکیب کشت 75% باقلا + 25% جو این سیستم (با میانگین 4660/79) از حداکثر شاخص تولید برخوردار بوده است (جدول 3). آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) در بررسی عملکرد و شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط افزایشی باقلا و جو با نسبت 100 درصد جو و نسبت‌های متفاوت باقلا، کاهش عملکرد جو متناسب با افزایش نسبت بذر و عملکرد باقلا را گزارش نمودند. بنابر گزارش این محققان در ترکیب کشت 37/5% باقلا (میزان مطلوب باقلا) + 100% جو عملکرد کل مخلوط، ضریب ازدحام نسبی ($K=3/30$) و شاخص تولید سیستم ($SPI=2940$) حداکثر بوده است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی عملکرد و اجزای عملکرد جو و باقلا بیانگر تأثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی بر عوامل مؤثر بر عملکرد مانند وزن صد دانه در جو و تعداد غلاف در بوته باقلا بود، به طوری که حداکثر مقدار این صفات در نسبت مطلوب تراکم بدست آمد. در این آزمایش حداکثر عملکرد مخلوط و افزایش قابل ملاحظه کارایی استفاده از زمین در تیمار 75% باقلا + 25% جو با تراکم بالا مشاهده شد. با برآورد شاخص‌های رقابتی به منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید که جو و باقلا در هیچ یک از ترکیب‌های کشت با تراکم مورد بررسی افت واقعی عملکرد نداشت. نکته قابل توجه اینکه در تیمار 75% باقلا + 25% جو با تراکم بالا افزایش قابل ملاحظه (27 درصد) عملکرد جو در مقایسه با کشت خالص آن مشاهده شد. در این آزمایش حداکثر نسبت رقابت جو در ترکیب 75% باقلا + 25% جو ($CR=1/16$) و حداکثر نسبت رقابت باقلا در ترکیب‌های 50% باقلا + 50% جو و 25% باقلا + 75% جو ($CR=1/02$) مشاهده شد که این مطلب حاکی از آن است که جو از توان رقابتی بالاتری نسبت به باقلا برخوردار بود. با توجه به اینکه

جدول ۱- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی جو در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا
Table 1- Mean comparison of some agronomic traits of barley in different densities and combinations of barley and faba bean

تیمارها Treatments	عملکرد دانه Grain yield		بیوماس Biomass		شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)	تعداد دانه در سنبله Seed number/ spike	وزن صد دانه (گرم) Hundred seed weight (g)	طول سنبله Spike length	ارتفاع گیاه Plant height
	(گرم در گیاه) (g. plant ⁻¹)	(گرم در گیاه) (g. plant ⁻¹)	(گرم در گیاه) (g. plant ⁻¹)	(گرم در گیاه) (g. plant ⁻¹)					
نسبت بذر									
Seed ratio (D)									
D ₁	11.92	26.23a♦	45.44	45.20a	4.79a	5.18b	74.50		
D ₂	11.45	24.65b	46.54	43.68b	4.68b	5.33a	76.35		
نسبت مخلوط									
Proportion intercropping (P)									
P ₂	11.71b	26.08ab	44.93bc	45.35	4.66b	5.51a	73.18b		
P ₃	13.06a	27.76a	47.18a	44.79	5.01a	5.37a	68.13c		
P ₄	11.41b	25.68b	44.41c	43.63	4.69b	5.08b	79.75a		
P ₅	10.52c	22.41c	47.01ab	44.02	4.55b	5.08b	80.99a		
S.O.V †									
D	NS	*	NS	*	*	*	NS		
P	**	**	*	NS	**	**	**		
D * P	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS		
CV (%)	5.18	5.10	3.44	3.23	2.37	3.36	3.73		

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

D₁: Optimum seed ratio, 75 and 150 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively and D₂: high seed ratio, 100 and 200 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively

P₂: 50 % faba bean + 50 % barley, P₃: 75 % faba bean + 25 % barley, P₄: 25 % faba bean + 75 % faba bean and 25 % barley, P₅: sole cropping of barley.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

جدول ۲ - مقایسه میانگین برخی صفات زراعی باقلا در تراکم و ترکیب های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا

Table 2- Mean comparison of some agronomic traits of faba bean in different densities and combinations of barley and faba bean

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (گرم در گیاه) Grain yield (g. plant ⁻¹)	تعداد غلاف در گیاه Pod number/plant	تعداد دانه در غلاف Seed number/ pod	وزن صد دانه (گرم) Hundred seed weight (g)	طول غلاف Pod length (cm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
نسبت بندر						
Seed ratio (D)						
D ₁	86.76a♦	9.81a	2.96b	298.68	10.86b	79.60a
D ₂	80.31b	8.21b	3.19a	304.66	11.88a	73.53b
نسبت مخلوط						
Proportion intercropping (P)						
P ₁	80.02b	9.29	2.88b	286.93b	10.61c	71.89b
P ₂	84.01ab	8.59	3.30a	308.03ab	12.28a	70.02b
P ₃	80.91b	9.05	3.10ab	295.17b	11.41b	80.89a
P ₄	90.54a	9.23	3.03b	318.90a	11.24b	81.00a
S.O.V †						
D	*	**	**	NS	**	**
P	**	NS	**	*	**	**
P*D	NS	NS	NS	NS	*	NS
CV (%)	6.30	6.02	5.59	5.19	3.62	3.07

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

♦ Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to DMRT ($P < 0.05$).
نسبت مطلوب بندر به ترتیب P₁: ۷۵٪ باقلا و ۲۵٪ جو، P₂: ۵۰٪ باقلا و ۵۰٪ جو، P₃: ۲۵٪ باقلا و ۷۵٪ جو، P₄: ۱۰۰٪ باقلا و ۰٪ جو در هکتار

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی دار

D₁: optimum seed ratio, 75 and 150 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively and D₂: high seed ratio, 100 and 200 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectivelyP₁: sole cropping of faba bean, P₂: 50 % faba bean + 50 % barley, P₃: 75 % faba bean + 25 % barley, P₄: 25 % faba bean + 75 % barley

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

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص های رقابتی در تراکم و ترکیب های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا

Table 3- Mean comparison of competitive indices in different densities and combinations of barley and faba bean

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)				نسبت برای زمین LER value				ضریب غالبیت A value	
	جو Barley	باقلا Faba bean	کل Total	جو Barley	باقلا Faba bean	کل Total	جو Barley	باقلا Faba bean	جو Barley	باقلا Faba bean
نسبت بذر Seed ratio (D)										
D ₁	1636.72b [♦]	2748.94b	3465.19b	0.65b	0.56a	1.05	0.04a	-	0.04a	-0.04b
D ₂	2270.39a	3244.03a	4337.12a	0.72a	0.51b	1.07	-0.17b	-	-0.17b	0.17a
نسبت مخلوط Proportion intercropping (P)										
P ₁	-	4449.28a	4449.28a	-	1.00a	1.00d	-	-	-	-
P ₂	1487.91c	2351.97c	3839.88b	0.53c	0.54c	1.06c	-0.02b	-	-0.02b	-0.17c
P ₃	899.89d	3521.23b	4394.69a	0.31d	0.80b	1.11b	0.17a	-	0.17a	-0.02b
P ₄	2529.71b	1323.39d	3907.02b	0.85b	0.29d	1.14a	-0.32c	-	-0.32c	0.32a
P ₅	2915.26a	-	2915.26c	1.00a	-	1.00d	-	-	-	-
S.O.V [†]										
D	**	**	**	NS	NS	NS	**	**	**	**
P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
D * P	*	**	*	NS	*	*	**	**	**	**
CV (%)	7.07	3.67	3.41	4.55	4.33	2.23	19.54	19.54	19.54	19.54
نسبت واقعی عملکرد AYL										
نسبت رقابت CR										
شاخص تولید سیستم SPI										
نسبت بذر Seed ratio (D)										
D ₁	1.47	1.19b	1.78	0.13b	0.08b	1.04	0.96	-	0.96	3974.56a
D ₂	1.56	1.36a	2.11	0.18a	0.11a	1.03	0.97	-	0.97	3685.08b
نسبت مخلوط Proportion intercropping (P)										
P ₂	1.12b	1.17b	1.33c	0.05c	0.07b	0.98b	1.02a	-	1.02a	3818.55b
P ₃	1.35b	1.39a	1.89b	0.24a	0.06b	1.16a	0.85b	-	0.85b	4301.00a
P ₄	2.06a	1.26ab	2.58a	0.16b	0.16a	0.97b	1.02a	-	1.02a	3398.86c
S.O.V [†]										
D	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
P	*	*	**	**	**	*	*	*	*	**
D * P	NS	**	*	NS	**	NS	NS	NS	NS	**
CV (%)	23.95	9.58	18.03	23.48	15.24	7.11	7.85	7.85	7.85	3.35

♦ Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to DMRT ($P < 0.05$).
D₁: Optimum seed ratio, 75 and 150 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively and D₂: high seed ratio, 100 and 200 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively
P₁: sole cropping of faba bean, P₂: 50 % faba bean + 50 % barley, P₃: 75 % faba bean + 25 % barley, P₄: 25 % faba bean + 75 % barley, P₅: sole cropping of barley.

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط جو و باقلا بر شاخص های رقابتی
Table 4- Mean comparison of densities and combinations of barley and faba bean on competitive indices

تیمارها Treatments		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)			ضریب غالبیت A value		اقت واقعی عملکرد AYL		شاخص تولید سیستم SPI
نسبت بذر Seed ratio (D)	نسبت مخلوط Proportion intercropping (P)	جو Barley	باقلا Faba bean	کل Total	جو Barley	باقلا Faba bean	جو Barley	باقلا Faba bean	
D ₁	P ₁	-	4014.00±8937b	4014.00±8937de	-	-	-	-	-
	P ₂	1267.04±18.53c♦	2189.84±61.63c	3456.87±43.09f	-0.08±0.005e	0.08±0.005b	0.01±0.05d	0.09±0.02abc	4012.55±65.02a
	P ₃	767.77±26.32g	3100.00±86.60c	3867.77±76.89e	0.18±0.005a	-0.18±0.005f	0.22±0.04ab	0.02±0.005c	4660.79±304.65b
	P ₄	2164.36±120.20c	1163.44±190.65g	3462.61±120.20f	0.005±0.02d	-0.005±0.02c	0.17±0.02d	0.16±0.007a	2888.21±277.94d
	P ₅	2523.85±169.61b	-	2523.85±169.61g	-	-	-	-	-
D ₂	P ₁	-	4884.56±131.37a	4884.56±131.37b	-	-	-	-	-
	P ₂	1819.21±199.07d	2595.18±17.18d	4414.40±216.24c	0.06±0.007c	-0.06±0.007d	0.12±0.007c	0.05±0.007bc	3527.54±433.20c
	P ₃	1032.01±51.66f	4153.6±78.68b	5185.07±150.74a	0.15±0.007b	-0.15±0.007e	0.27±0.3a	0.12±0.007ab	3761.31±378.51bc
	P ₄	2773.27±265.38b	1430.03±94.82f	4203.29±172.63cd	-0.54±0.01f	0.54±0.01a	0.15±0.04bc	0.17±0.01a	3734.11±404.54c
	P ₅	3306.66±258.65a	-	3306.66±258.65f	-	-	-	-	-

♦ میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

† و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

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

D₁: optimum seed ratio, 75 and 150 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively and D₂: high seed ratio, 100 and 200 kg. ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively

P₁: sole cropping of faba bean, P₂: 50 % faba bean + 50 % barley, P₃: 75 % faba bean + 25 % barley, P₄: 25 % faba bean + 75 % barley, P₅: sole cropping of barley.

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

- 1- Agegehu, G., Ghizam A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25: 202-207.
- 2- Avis, T. J., Grave, V., Antoun, H., and Tweddell, R.J. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology and Biochemistry* 40: 1733-1740.
- 3- Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series system. *Journal of Agronomy and Crops Science* 176: 289-294.
- 4- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row- replacement series systems. *Journal of Agronomy and Crops Science* 185: 9-14.
- 5- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-332.
- 6- Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichmann, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal* 96: 1730-1738.
- 7- Corre-Hellou, G., and Crozat, Y. 2004. Interspecific competition for soil N in pea-barley mixtures during the vegetative phase and consequences of N₂ fixation. In: AEP, Editor, *Proceedings of the 5th European Conference on Grain Legumes*, Dijon, pp. 65-66.
- 8- Dapaah, H.K., Asafu-Agyei, J.N., Ennin, S.A., and Yamoah, C.Y. 2003. Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. *Journal of Agriculture Science* 140: 73-82.
- 9- De Wit, C.T., and Vanden Bergh, J.P. 1965. Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 13: 212-221.
- 10- Dhima, K.V., Lithourgidis, A.A., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100: 249-256.
- 11- Geren, H., Avcioglu, R. Soya, H., and Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology* 7 (22): 4100-4104.
- 12- Ghosh, P.K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli, D.K., and Misra A.K. 2006. Growth, competition, yields advantage and economics in soybean/pigeon pea intercropping system in semi-arid tropics of India II. Effect of nutrient management. *Field Crops Research* 96: 90-97.
- 13- Gillani, S.S., and Bahmanyar, M.A., 2008. Impact of organic amendments with and without mineral fertilizers on soil microbial respiration. *Journal of Applied Sciences* 8(4): 642-647. (In Persian with English Summary)
- 14- Hauggaard-Nielsen, H., Andersen, M.K., Jørgensen, B., and Jensen, E.S. 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crops Research* 95: 256-267.
- 15- Haymes, R., and Lee, H.C. 1999. Competition between autumn and spring planted grain intercrops of wheat (*Triticum aestivum*) and field bean (*Vicia faba*). *Field Crops Research* 62: 167-176.
- 16- Hosseini, S.M.B., Mazaheri, D., Jahansou, M.R., and Yazdi Samadi, B. 2003. The effect of nitrogen levels on yield and components of forage millet (*Pennisetum americanum*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in intercropping system. *Journal of Pajouhesh va Sazandegi* 59: 60-67. (In Persian with English Summary)
- 17- Jahani, M., Koocheki, A., and Nasiri Mahallati, M., 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum Cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Crop Research* 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary)
- 18- Kopke, U., and Nemecek, T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research* 115: 217-233.
- 19- Launay, M., Brisson, N., Satger, S., Hauggaard-Nielsen, H., Corre-Hellou, G., Asynova, E.K., Ruske, R., Jensen E. S., and Gooding, M. J. 2009. Exploring options for managing strategies for pea-barley intercropping using a modeling approach. *European Journal of Agronomy* 31(2): 85-98.
- 20- Li, L., Yang, S., Li, X., Zhang, F., and Christie, F. 1999. Inter specific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba. *Plant and Soil* 212: 105-114.
- 21- Malakooti, M. 1996. Sustainable Agriculture and Increasing Yield with Optimization of Fertilizer Application in Iran. *Agricultural Education Press*. 379 pp. (In Persian)
- 22- Mazaheri, D., Pasarive, S., Peyghambari, A. 2002. Study and investigation growth analysis in monoculture and multicultural of soybean cultures. *Journal of Pajouhesh va Sazandegi* 54: 37-54. (In Persian with English Summary)
- 23- Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany* 64: 180-188.
- 24- Neumann, A., Werner, J., and Rauber, R. 2009. Evaluation of yield-density relationships and optimization of intercrop compositions of field-grown pea-oat intercrops using the replacement series and the response surface design. *Field Crops Research* 114: 286-294.
- 25- Odo, P.E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. *Experimental Agriculture* 27: 435-441.

-
- 26- SAS Institute. 1997. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.
 - 27- Schmidtke, K., Neumann, A., Hof, C., and Rauber, R. 2004. Soil and atmospheric nitrogen uptake by lentil (*Lens culinaris* Medik.) and barley (*Hordeum vulgare* ssp. Nudum L.) as monocrops and intercrops. *Field Crops Research* 87:245-256.
 - 28- Taghizade, M.S., and Koocheki, A. 2005. Effect of different seed ratio and plant density in intercropping soybean cultures. *Journal of Agricultural Sciences and Industries* 2(1): 33-44. (In Persian with English Summary)
 - 29- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions. II. Model application. *Field Crops Research* 93: 23-33.
 - 30- Willey, R.W. 1979. Intercropping its importance and research needs. Competition and yield advantage. *Field Crop Abstracts* 32: 1-10.
 - 31- Xu, B., Shan, L., Zhang, S., Deng, X., and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. *African Journal of Biotechnology* 7(22): 4056-4067.
 - 32- Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 32: 111-119.



ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی نخود (*Cicer arietinum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.)

فرزاد حسین پناهی^{1*}، فرزین پورامیر¹، علیرضا کوچکی²، مهدی نصیری محلاتی² و رضا قربانی³

تاریخ دریافت: 1389/04/30

تاریخ پذیرش: 1389/10/08

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی نخود (*Cicer arietinum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که دارای دو عامل بود. عامل اول (روش کاشت) در دو سطح ردیفی و درهم در کرت‌های اصلی و عامل دوم (الگوی کاشت جایگزینی) در پنج سطح b_1 (تک کشتی نخود)، b_2 (75% نخود + 25% کنجد)، b_3 (50% نخود + 50% کنجد)، b_4 (25% نخود + 75% کنجد)، b_5 (تک کشتی کنجد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کارایی مصرف نور کنجد در اغلب تیمارها بیشتر از نخود بود. مقادیر کارایی مصرف نور کنجد در طول فصل رشد از 1/33 تا 2/07 گرم بر مگاژول تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) در روش کشت ردیفی، و از 1/27 تا 1/66 گرم بر مگاژول PAR در روش کشت درهم متغیر بود. همچنین مقادیر کارایی مصرف نور نخود در طول فصل رشد از 0/86 تا 1/14 گرم بر مگاژول PAR در روش کشت ردیفی و از 0/48 تا 0/99 گرم بر مگاژول PAR در روش کشت درهم متغیر بود. همچنین نتایج نشان داد که کارایی مصرف نور کنجد و نخود در تمام تیمارهای مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش پیدا کرد. به طور کلی، مقادیر کارایی مصرف نور هر دو گیاه چه در شرایط تک کشتی و چه در شرایط مخلوط، در روش کشت ردیفی بالاتر از روش کشت درهم بود. بر این اساس بهترین تیمار قابل توصیه برای کشت مخلوط کنجد و نخود تیمار 75% نخود و 25% کنجد به شکل ردیفی می‌باشد که در آن میزان کارایی مصرف نور نخود در بالاترین حد ممکن (1/14 گرم بر مگاژول) بوده و کارایی مصرف نور کنجد نیز در این تیمار بیشتر از مقدار تک کشتی شده است (1/89 گرم بر مگاژول در این تیمار نسبت به 1/84 در تک کشتی). نتایج جذب نور نیز نشان داد که در تیمارهای مخلوط ردیفی میزان جذب نور به طور میانگین 36 درصد بالاتر از تک کشتی کنجد بود اما با تک کشتی نخود اختلاف چندانی نداشت. میزان جذب نور در روش کشت درهم بین 20 تا 25 درصد کمتر از روش کشت ردیفی بود. به علاوه در این روش کشت اختلاف جذب نور در تیمارهای مخلوط با تیمارهای تک کشتی به اندازه روش کشت ردیفی نبود.

واژه‌های کلیدی: تشعشع فعال فتوسنتزی، سایه‌اندازی، کشت مخلوط درهم، کشت مخلوط ردیفی

$Y = I \cdot F \cdot E$

(معادله 1)

جذب تشعشع در طول دوره فصل رشد متغیر است (Watiki et al., 1993) که بیشتر تحت تأثیر شاخص سطح برگ و ضریب خاموشی نور کانوپی قرار می‌گیرد (Jeuffroy & Ney, 1997). کسری از تشعشع فعال فتوسنتزی که توسط گیاه جذب می‌شود (F)، بسیار وابسته به شاخص سطح برگ و آرایش برگ‌ها در کانوپی بوده که اهمیت آرایش برگ‌ها در کانوپی، بیشتر از میزان شاخص سطح برگ می‌باشد (Zhang et al., 2008). افزایش شاخص سطح برگ امکان جذب بیشتر نور را فراهم می‌آورد و در گیاهانی که برگ‌ها آرایش عمودی‌تری دارند تشعشع موجود به میزان مؤثرتری جذب گیاه می‌شوند و چنین آرایشی اجازه می‌دهد تا مقادیر بیشتری نور به

مقدمه

نور یکی از مؤلفه‌های اصلی رشد و تولید زیست‌توده در گیاهان بوده و تولید ماده خشک در شرایط بدون تنش بر اساس معادله زیر تابعی از زمان و تلفیقی از میزان تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده (I)، کسری از تشعشع که توسط گیاه جذب می‌شود (F) و کارایی استفاده از تشعشع جذب شده در تبدیل به ماده خشک (E) می‌باشد (Tsubo et al., 2001).

1. و 2- به ترتیب دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، استاد و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

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

که آیا این مسئله ذاتی است یا تحت تأثیر محیط و مدیریت‌های زراعی هم قرار می‌گیرد.

یکی از مدیریت‌های زراعی که ممکن است باعث تغییرات کارایی مصرف نور در گیاهان شود، کشت مخلوط می‌باشد. مطالعات مختلفی افزایش و یا کاهش کارایی مصرف نور اجزای گیاهی در مخلوط را گزارش کرده‌اند و برخی مطالعات نیز تأثیر کشت مخلوط بر کارایی مصرف نور را ناچیز دانسته‌اند، اما در هر صورت آنچه که بسیار اهمیت دارد بهبود بهره‌وری تولید در سیستم‌های مخلوط، در ارتباط با نور می‌باشد. قدرت رقابت یک گونه در مخلوط برای نور بستگی به شاخص سطح برگ آن گونه و ارتفاع آن نسبت به گیاه همراه دارد (Midmore, 1993; Fukai, 1993). بهره‌وری در مخلوط زمانی به حداکثر می‌رسد که گونه‌های مخلوط از نظر فنولوژیک و مورفولوژیکی اختلاف زیادی در جذب و رقابت برای نور و آب داشته باشند (Trenbath, 1974). بهره‌وری در ارتباط با نور در کشت‌های مخلوط می‌تواند از طریق افزایش جذب تشعشع خورشیدی، کارایی مصرف نور یا ترکیبی از هر دو بهبود یابد. البته در مجموع اعتقاد بر این است که کشت‌های مخلوط بیشتر به واسطه افزایش جذب نور، از طریق افزایش طول دوره جذب (مانند کشت‌های تاخیری و برتری زمانی) یا در نتیجه پوشش بیشتر سطح خاک (برتری مکانی) سبب افزایش بهره‌وری سیستم‌های زراعی می‌شوند (Zhang et al., 2008). در واقع در زراعت‌های تک‌کشتی همواره مقادیری از تشعشع فتوسنتزی به دلیل وجود فضاهای خالی در کانوپی تلف می‌شود. مقدار این تلفات در زراعت‌های مخلوط به دلیل پوشش بیشتر سطح خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان جذب تشعشع کل به نسبت تک‌کشتی بیشتر می‌شود. همین مسئله به تنهایی می‌تواند سبب افزایش عملکرد گردد، اگرچه ممکن است کارایی مصرف نور تحت تأثیر قرار نگرفته و یا حتی در مواردی نیز دچار کاهش گردد (Hosseiniapanahi et al., 2010).

یکی از موفق‌ترین سیستم‌های کشت مخلوط سیستمی است که در آن یک گیاه بقولاتی در مخلوط با یک گیاه غیر بقولات کشت شده و در اغلب حالات سبب برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌شود، که دلیل آن توانایی تثبیت زیستی نیتروژن اتمسفری توسط بقولات است که مزیت‌های اکولوژیکی فراوانی به دنبال دارد (Javanshir et al., 2000). در بین بقولات نخود (*Cicer arietinum* L.) یکی از گیاهانی است که در کشور ما سطح زیر کشت بالایی دارد، به گونه‌ای که طبق آخرین آمار نزدیک به 430 هزار هکتار از کشت‌های سالانه کشور به این گیاه اختصاص یافته و این مقدار نزدیک به 61 درصد سطح زیر کشت حبوبات کشور می‌باشد (Jahad-Agriculture Ministry, 2009). ویژگی‌هایی همچون توانایی تثبیت نیتروژن، ریشه‌دهی عمیق و استفاده مؤثر از نزولات جوی سبب شده است که این گیاه نقش مهمی در ثبات تولید

لایه‌های پایین‌تر کانوپی رسیده و فتوسنتز برگ‌های پایین کانوپی در بالاتر از نقطه جبرانی حفظ شود (Awal et al., 2006). بنابراین آرایش برگ‌ها در کانوپی بسیار مهم بوده و تغییر در ساختار کانوپی از طریق تغییر در زاویه برگ‌ها و بهبود آرایش عمودی آنها به همراه افزایش دوام سطح برگ راهی مؤثر برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Stewart et al., 2003).

مطالعات نشان داده‌اند که در بقولات دانه‌ای تغییر پذیری مقدار ضریب خاموشی در هر گونه خاص ناشی از اثر تنش‌های محیطی مانند خشکی روی گسترش کانوپی، تغییر در زاویه برگ‌ها، توزیع فضایی برگ‌ها و ویژگی‌های پاسخ به نور برگ‌ها می‌باشد (Jeuffroy & Ney, 1997). این مسئله نشان می‌دهد که جذب تشعشع و استفاده از آن، هم تحت تأثیر ژنتیک و نیز تحت تأثیر محیط است، اما آنچه که بیش از همه اهمیت دارد میزان کارایی گیاهان در استفاده از نور می‌باشد.

کارایی استفاده از نور بیان‌گر مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد نور جذب شده است و واحد آن گرم ماده خشک تولید شده بر مگاژول تشعشع جذب شده ($g.MJ^{-1}$) می‌باشد. در شرایط بدون تنش تولید ماده خشک در گیاه یک ارتباط خطی با میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه دارد که شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف نور می‌باشد (John et al., 2005; Zhang et al., 2008). اگرچه قبلاً اعتقاد بر این بود که کارایی مصرف نور ثابت و بیشتر از طریق ژنتیکی کنترل می‌شود (Monteith, 1977)، اما عوامل محیطی و عملیات مدیریتی نظیر تاریخ کاشت، تراکم و فواصل بوته‌ها، رقم، تغییرات آب و هوایی و حاصلخیزی خاک به ویژه نیتروژن قابل دسترس به سبب نقش ویژه‌ای که در فتوسنتز دارد، این عامل را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Akmal & Janssens, 2004; Ceotto & Monteith, 2004; Rosati et al., 2004). مونته‌یت (Monteith, 1977) گزارش کرد که کارایی مصرف نور گیاهان زراعی می‌تواند نسبتاً ثابت باشد. وی این ضریب را برای گیاهان مختلف زراعی $1/4$ گرم ماده خشک به ازای هر مگاژول تشعشع جذب شده خورشیدی گزارش نمود، در حالی که مطالعات دیگر نشان داده‌اند که این ضریب برای گونه‌های مختلف و شرایط مختلف رشدی تغییر می‌کند (Faurie et al., 1996; John et al., 2005; Kiniry et al., 1998).

به طور کلی کارایی مصرف نور گونه‌های چهار کربنه بالاتر از گونه‌های سه کربنه و در بین گیاهان سه کربنه کارایی مصرف نور گونه‌های غیر بقولات بیشتر از گونه‌های بقولات می‌باشد (Tesfaye et al., 2006). در بین گونه‌های بقولات نیز تغییرپذیری در کارایی مصرف نور به دلیل تغییرات محیطی است (Sinclair & Muchow, 1999) و با توجه به اینکه کارایی مصرف نور بقولات پایین‌تر از غیربقولات است (Sinclair & Muchow, 1999) باید تحقیق کرد

50+ % کنجد، b_4 (25% نخود + 75% کنجد)، b_5 (تک کشتی کنجد) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

در این تحقیق از نخود رقم ILC482 و کنجد رقم اکتان استفاده شد. عملیات آماده سازی زمین در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد و کاشت هر دو گیاه به طور همزمان در تاریخ یکم اردیبهشت ماه به صورت خشکه کاری صورت گرفت. در تیمارهای کشت جایگزینی ردیفی، در هر کرت هشت ردیف به طول 2/5 متر ایجاد شد که فاصله بین ردیف‌های کاشت با یکدیگر 40 سانتی‌متر و فاصله بوته‌های نخود روی ردیف هفت و بوته‌های کنجد پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در نتیجه تراکم نهایی در کشت خالص برای نخود 360 هزار و برای کنجد 50 هزار بوته در هکتار بدست آمد. در کشت ردیفی و برای تیمار 75% نخود + 25% کنجد، یک ردیف کنجد در بین هر دو ردیف نخود کشت شد و در تیمار 25% نخود + 75% کنجد نیز در بین هر دو ردیف کنجد یک ردیف نخود کشت شد. در تیمار 50% نخود + 50% کنجد نیز ردیف‌های کنجد و نخود به صورت یک در میان کشت شدند. در عملیات کاشت برای کشت ردیفی، بذور نخود و کنجد هر دو به صورت کپهای و به ترتیب در عمق‌های پنج و سه سانتی‌متری کشت شدند، ولی در کشت درهم برای اعمال تیمارهای مورد نظر، ابتدا بذور کنجد به اندازه تراکم مورد نیاز با مقدار مناسبی از ماسه مخلوط شده و سپس در داخل کرت به وسیله دست پاشیده شد و پس از آن بذور نخود نیز در داخل کرت پخش شده و بوسیله فوک‌های دستی در عمق مناسب قرار داده شد. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هشت روز یک بار صورت گرفت. در طول فصل رشد از هیچ گونه کود و یا سموم شیمیایی استفاده نگردید و عملیات کنترل علف‌های هرز نیز دو بار به صورت دستی در طول فصل رشد انجام گرفت.

51 روز پس از کاشت تا اوایل رسیدگی، هر دو هفته یک بار نمونه‌های تصادفی با کوادراتی به ابعاد 50 × 50 سانتی‌متر از هر کرت جمع آوری شده و برای محاسبه تغییرات سطح برگ و وزن خشک، به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (مدل Licor) استفاده شد و برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت قرار گرفتند. در پایان فصل رشد بوته‌های نیمه دیگر کرت برای محاسبه عملکرد و اجزای آن مورد استفاده قرار گرفت.

برای محاسبه کارایی مصرف نور ابتدا لازم بود که مقادیر شاخص سطح برگ LAI^1 روزانه و همچنین تشعشعات جذب شده روزانه برآورد می‌شد. بدین منظور برآورد مقادیر LAI روزانه از طریق برازش معادله 2 بدست آمد.

$$y = a + b * 4 * (\exp(-(x-c)/d)) / (1 + \exp(-(x-c)/d))^2 \quad (\text{معادله 2})$$

1- Leaf Area Index

نظام‌های زراعی ایفا نماید (Pouramir, 2009). کنجد (*Sesamum indicum* L.) نیز به عنوان یکی از دانه‌های روغنی مهم خصوصاً در مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود. کنجد حاوی 50 درصد روغن خوراکی می‌باشد این در حالی است که کنساتره بذر آن نیز حاوی 42 درصد پروتئین غنی از تریپتوفان و متیونین است که غذای خوبی برای مرغ‌های تخم گذار و دام‌های شیرده می‌باشد. سطح زیر کشت کنجد در ایران 40 هزار هکتار با میانگین تولید سالیانه 28 هزار تن می‌باشد (Pouramir, 2009). با توجه به مصرف بالای روغن در کشور و سطح زیر کشت پایین دانه‌های روغنی به نظر می‌رسد که کشت مخلوط این گیاهان با بقولات بتواند به عنوان راه حلی برای افزایش تولید روغن بدون نیاز به افزایش سطح زیر کشت مؤثر باشد. در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و نخود انجام گرفت مشاهده شد که عملکرد نخود به طور معنی‌داری کاهش یافت ولی در عین حال تولید کل و نسبت برابری زمین در هر دو گیاه بیشتر بود (Banik et al., 2006). چن و همکاران (Chen et al., 2004) در آزمایشی که روی کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخود انجام دادند مشاهده کردند که کشت مخلوط نیاز کودی به نیتروژن را کاهش داده و عملکرد زیست توده بالاتر و نسبت برابری زمین بیشتری در مقایسه با تک کشتی ایجاد می‌کند.

از آنجا که نیاز به افزایش بهره‌وری سیستم‌های زراعی به عنوان یک ضرورت مهم به چشم می‌خورد و با توجه به اینکه کشت‌های مخلوط یکی از راهکارهای زراعی برای افزایش بهره‌وری از سیستم‌های زراعی هستند بنابراین مطالعه در زمینه کشت مخلوط در شرایط آب و هوایی ایران ضروری به نظر می‌رسد. البته با وجود مطالعات زیادی که روی کشت مخلوط گیاهان مختلف در ایران انجام شده اما بررسی کارایی مصرف منابع مخصوصاً نور در این مطالعات بسیار کمتر صورت گرفته و این مطالعه با هدف ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط نخود و کنجد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 86-1385 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در 10 کیلومتری جنوب شرقی شهر مشهد (عرض جغرافیایی؛ 36 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی؛ 56 درجه و 28 دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا، 985 متر) انجام شد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد که دارای دو عامل بود. عامل اول (روش کاشت) در دو سطح ردیفی و درهم در کرت‌های اصلی و عامل دوم (الگوی کاشت جایگزینی) در پنج سطح b_1 (تک کشتی نخود)، b_2 (75% نخود + 25% کنجد)، b_3 (50% نخود

0/86 تا 1/14 گرم بر مگاژول PAR در گیاه نخود و از 1/33 تا 2/07 گرم بر مگاژول PAR در گیاه کنجد در روش کشت ردیفی (شکل 1 و جدول 1) و از 0/48 تا 0/99 گرم بر مگاژول PAR در گیاه نخود و از 1/27 تا 1/66 گرم بر مگاژول PAR در گیاه کنجد در روش کشت درهم (شکل 2 و جدول 1) متغیر بود.

به طور کلی، کارایی مصرف نور گونه‌های چهارکربنه بالاتر از گونه‌های سه کربنه و در بین گیاهان سه کربنه کارایی مصرف نور گونه‌های غیرلگوم بیشتر از گونه‌های لگوم می‌باشد (Gosse et al., 1986). در گیاهان چهارکربنه عدم وجود تنفس نوری و کارایی بالاتر این گیاهان در استفاده از سایر منابع مانند آب و نیتروژن سبب بالاتر بودن میزان کارایی استفاده از نور شده و در گیاهان پروتئینی و روغنی مانند نخود و کنجد هزینه بالای تنفس رشد عامل اصلی کاهش کارایی مصرف نور می‌باشد (Sinclair & Muchow, 1999). از آنجایی که کنجد یک گیاه روغنی و نخود یک گیاه لگوم می‌باشد بنابراین در مجموع کارایی مصرف نور این گیاهان پائینتر از مقادیر گزارش شده برای سایر گیاهان زراعی می‌باشد. سینکلایر و موجو (Sinclair & Muchow, 1999) مقدار کارایی مصرف نور گیاهان چهارکربنه نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)، ذرت (*Zea mize* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) را به ترتیب 4، 3/54 و 2/8 و کارایی مصرف نور گیاهان سه کربنه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) را به ترتیب 3/5، 3/12، 2/92، 2/78 و 2/6 گرم به ازای هر مگاژول تشعشع PAR گزارش کردند.

همانطوری که اشاره شد مقادیر کارایی مصرف نور نخود در این آزمایش در گستره 0/86 تا 1/14 گرم بر مگاژول PAR در کشت ردیفی و در گستره 0/48 تا 0/99 گرم بر مگاژول PAR در کشت درهم متغیر بود (شکل‌های 1 و 2؛ جدول 1) که کاملاً منطبق با نتایج سایر مطالعات می‌باشد که بین 0/6 تا 1/86 گزارش شده است (Hughes et al., 1987; Leach & Beech, 1988; Singh & Sri, 1989). در شرایط آب و هوایی ایران رحیمی کاریزی و همکاران (Rahimi Karizaki et al., 2007) مقدار کارایی مصرف نور نخود را 1 گزارش کرده‌اند که در گستره اعداد به دست آمده در این مطالعه می‌باشد.

گزارش‌های ارائه شده در مورد کارایی مصرف نور گیاه کنجد بسیار محدود می‌باشد و در این آزمایش مقدار آن بین 1/33 تا 2/07 گرم بر مگاژول PAR در کشت ردیفی و بین 1/27 تا 1/66 گرم بر مگاژول PAR در کشت درهم به دست آمد (شکل‌های 1 و 2؛ جدول 1) که در گستره مقادیر پیشنهادی سینکلایر و موجو (Sinclair & Muchow, 1999) برای گیاهان روغنی می‌باشد. در سایر گیاهان روغنی مانند بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) مقدار کارایی مصرف نور بر اساس تشعشعات PAR 2/04 تا 2/74 گزارش شده است (Bell et al., 1987; Marshall & Willey, 1983).

که در این معادله، y: مقادیر LAI روزانه، a: عرض از مبدا، b: زمان رسیدن به حداکثر LAI، c: حداکثر LAI و d: نقطه عطف منحنی که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود.

میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی مشهد به روش ارائه شده توسط خوادریان و فان لار (Goudriaan & Van Laar, 1993) محاسبه گردید. سپس این مقادیر بر اساس تعداد ساعات آفتابی استخراج شده از داده‌های ایستگاه هواشناسی مرکز اقلیم‌شناسی خراسان (Khorasan Razavi Meteorological Organization, 2007) اصلاح و نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه بر اساس معادلات 3، 4 و 5 محاسبه شد (Tsubo et al., 2005).

$$I_i = I_0 (1 - \exp(-(K_L L_i) + (-K_L L_s))) \quad (3 \text{ معادله})$$

$$I_s = I_i \left(\frac{(K_s L_s)}{((K_s L_s) + (K_L L_i))} \right) \quad (4 \text{ معادله})$$

$$I_c = I_i - I_s \quad (5 \text{ معادله})$$

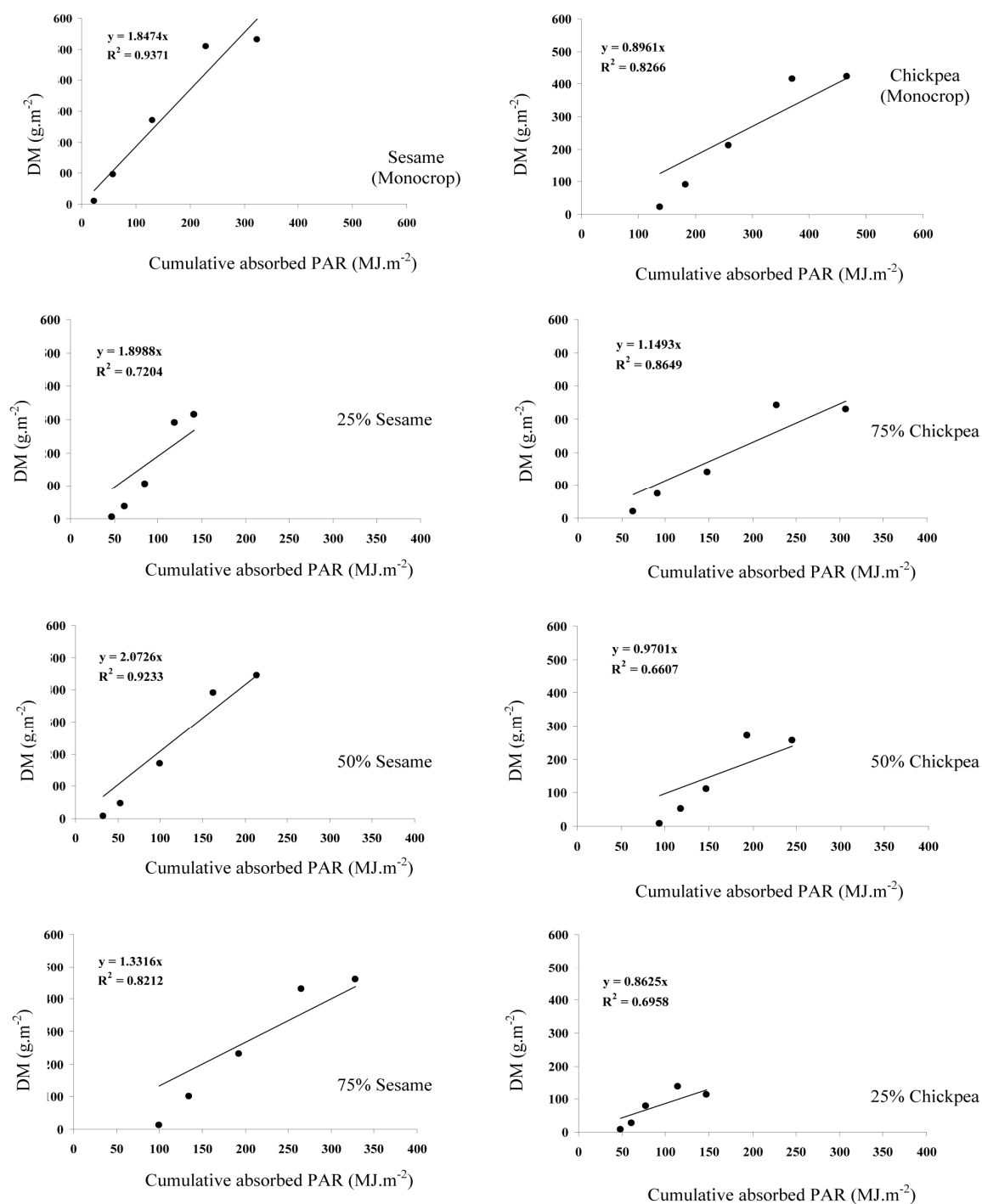
که در این معادلات، I_0 : مقدار تشعشع رسیده به بالای کانوپی، I_i : مقدار تشعشع جذب شده در کل مخلوط، I_s : مقدار تشعشع جذب شده توسط کنجد، I_c : مقدار تشعشع جذب شده توسط نخود، K_L : ضریب خاموشی نور کنجد که 0/6 منظور شد (Boons-prinz et al., 1993)، K_s : ضریب خاموشی نور برای نخود 0/5 (Rahimi Karizaki et al., 2007)، 1/02 (Tesfaye et al., 2006) و 0/4 تا 0/6 (Hughes et al., 1987) گزارش شده است. لذا در این آزمایش به طور میانگین 0/8 برای نخود در نظر گرفته شد. I_s : شاخص سطح برگ کنجد، I_c : شاخص سطح برگ نخود.

سپس تشعشع جذب شده در هر مرحله از حاصل ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در درصد نور جذب شده بدست آمد. نهایتاً مقدار کل تشعشع جذب شده به صورت تجمعی از طریق حاصل ضرب نور ورودی شبیه‌سازی شده در انتگرال کسر تشعشعات فعال فتوسنتزی¹ (PAR) جذب شده نسبت به زمان محاسبه گردید. کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر متر مربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر متر مربع) محاسبه شد (Hosseinpanahi et al., 2010).

نتایج و بحث

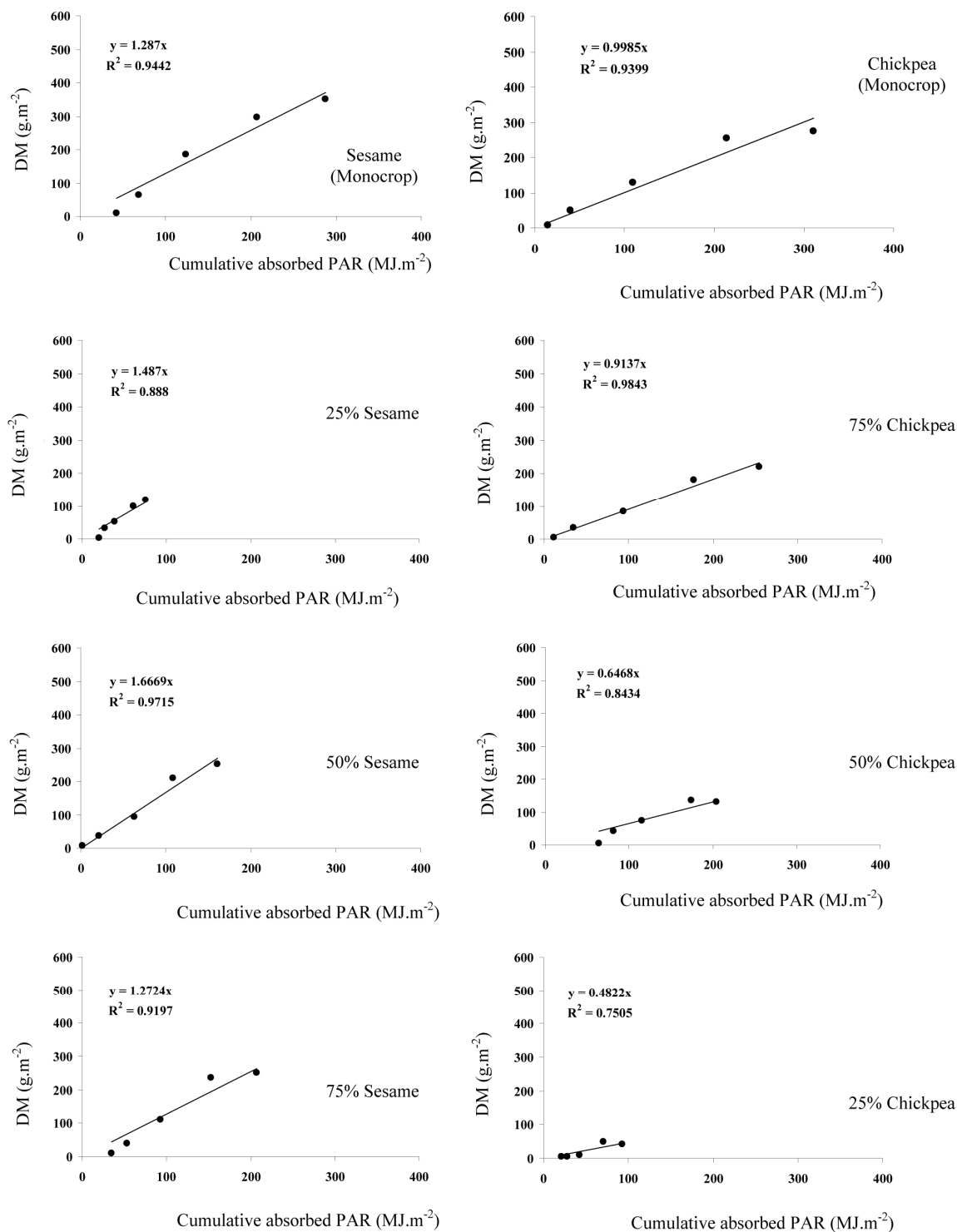
نتایج آزمایش نشان داد که در تمام تیمارها، تجمع ماده خشک در هر دو گیاه نخود و کنجد ارتباط خطی با تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) تجمعی داشت (شکل‌های 1 و 2). شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف نور می‌باشد که میانگین آن در طول فصل رشد از

1- Photosynthetic Active Radiation



شکل 1- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک نخود و کنجد در تیمارهای تک کشتی و کشت مخلوط در روش کشت ردیفی

Fig. 1- The relationship between cumulative absorbed PAR and chickpea and sesame dry matter in monocrop and intercropping treatments based on row planting



شکل 2- ارتباط بین مجموع تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده و وزن خشک نخود و کنجد در تیمارهای تک کشتی و کشت مخلوط در روش کشت درهم

Fig. 2- The relationship between cumulative absorbed PAR and chickpea and sesame dry matter in monocrop and intercropping treatments based on mixed planting

جدول 1 - کارایی مصرف نور (گرم ماده خشک به ازای هر مگاژول PAR) دو گیاه کنجد و نخود در شرایط تک کشتی و مخلوط به صورت ردیفی و درهم

Table 1- Radiation use efficiency (g dry matter per MJ PAR) of sesame and chickpea in monocrop and intercropping treatments at row and mixed planting

تیمار treatments	نخود (کشت درهم) Chickpea (mixed planting)	کنجد (کشت درهم) Sesame (mixed planting)	نخود (کشت ردیفی) Chickpea (row planting)	کنجد (کشت ردیفی) Sesame (row planting)
تک کشتی کنجد Monocrop of Sesame	-	1.28	-	1.84
تک کشتی نخود Monocrop of Chickpea	0.99	-	0.89	-
کشت مخلوط (75% کنجد - 25% نخود) Intercropping (75% sesame-25% chickpea)	0.48	1.27	0.86	1.33
کشت مخلوط (50% کنجد - 50% نخود) Intercropping (50% sesame-50% chickpea)	0.64	1.66	0.97	2.07
کشت مخلوط (25% کنجد - 75% نخود) Intercropping (25% sesame-75% chickpea)	0.91	1.48	1.14	1.89
LSD	0.08	0.145	0.092	0.174

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

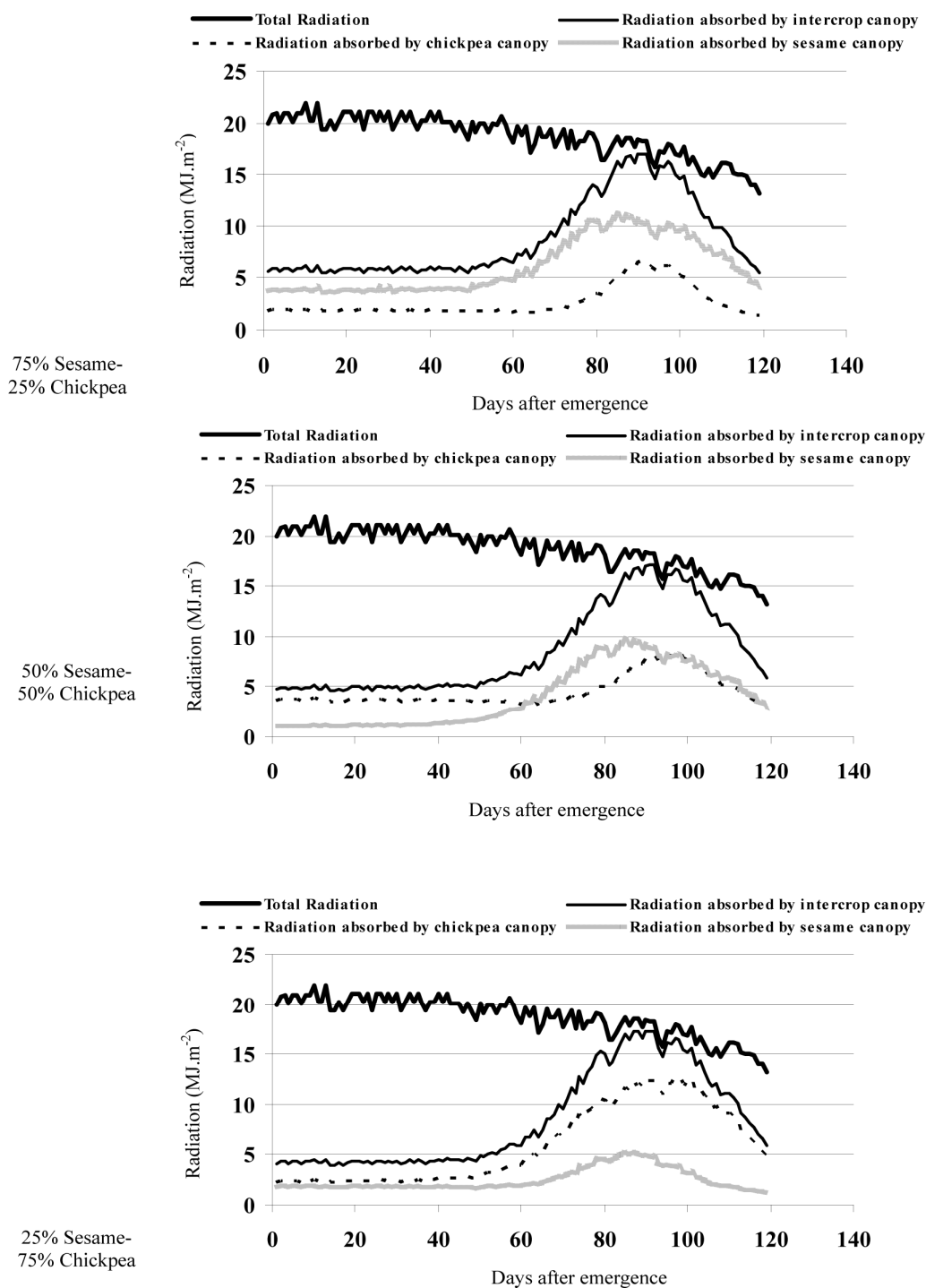
* Means, that the difference between them is lower than the amount of LSD, are not significantly different at $\alpha = 0.05$ by LSD test.

به کنجد می‌باشد. این در حالی است که گیاه کنجد نسبت به نخود تحمل بیشتری نسبت به دماهای بالا دارد و از اینرو نسبت به نخود کمتر تحت تأثیر آثار منفی دماهای بالا قرار می‌گیرد.

به طور کلی، بر اساس نتایج این مطالعه، در الگوی کشت ردیفی مقدار کارایی مصرف نور هر دو گیاه کنجد و نخود در تیمارهای مخلوط بیشتر از تک کشتی بود (شکل 1 و جدول 1). مطالعات گذشته نشان داده‌اند که کشت مخلوط در اغلب حالات سبب افزایش کارایی استفاده گیاهان از منابع می‌شود (Awal et al., 2006; Faurie et al., 1996; Tsubo et al., 2001; Tsubo et al., 2008; Zhang et al., 2005). نور منبع اصلی تولید زیست توده در گیاهان بوده و در بوم نظام‌های طبیعی رقابت برای نور سبب برتری برخی گونه‌های نسبت به سایر گونه‌ها می‌شود (Trenbath, 1974). در نظام‌های زراعی تک کشتی وجود فضاهای خالی سبب تلفات مقادیر زیادی از نور شده و لذا میزان بهره‌وری بوم نظام زراعی کاهش پیدا می‌کند. یکی از راهکارهای زراعی برای غلبه بر این مشکل کشت گیاهان با تیپ رشدی و ارتفاع متفاوت به صورت مخلوط می‌باشد. در این شرایط گونه مرتفع ضمن استفاده بهینه از نور بالای کانوپی اجازه عبور بخشی از نور به پایین کانوپی را می‌دهد که با کارایی بالاتر توسط گونه زیرین مورد استفاده قرار می‌گیرد چرا که کارایی استفاده از نور در سطوح پایین تشعشع بالاتر می‌باشد (Hosseinpanahi,

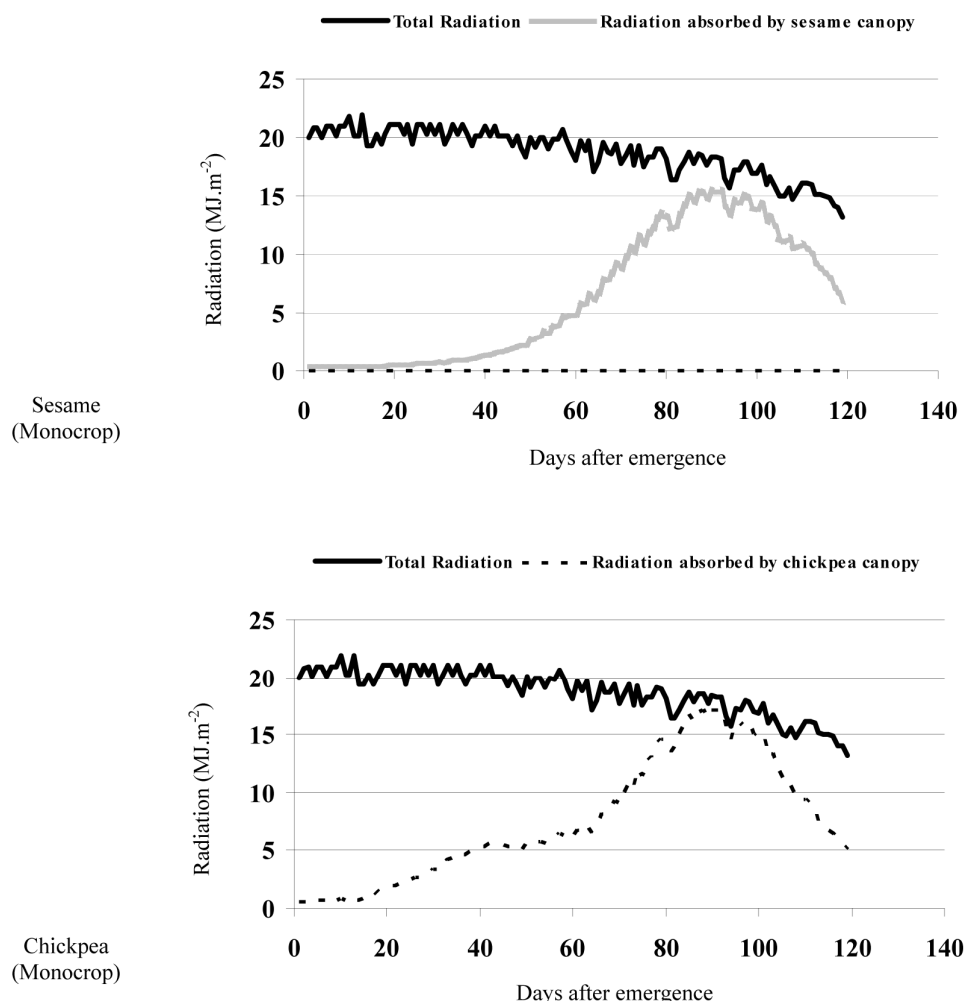
بر خلاف انتظار کارایی مصرف نور گیاه کنجد در این مطالعه بسیار بالاتر از نخود بود، این در حالی است که هزینه تولید یک گرم روغن بیشتر از هزینه تولید یک گرم پروتئین می‌باشد (Penning de Vries et al., 1974). عوامل متعددی می‌توانند در این مسئله دخیل باشند. نخود یکی از بقولات می‌باشد و تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط بقولات نیازمند مصرف انرژی بوده و لذا این مسئله روی تولید ماده خشک گیاه تأثیر مستقیم می‌گذارد. یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار در کاهش زیاد کارایی مصرف نور نخود نسبت به کنجد بروز دماهای بالا در طول فصل رشد می‌باشد. نخود یک گیاه سه کربنه و خاص مناطق معتدله می‌باشد. دمای بهینه برای رشد این گیاه بین 20 تا 25 درجه سانتیگراد است و دماهای بالاتر از 30 درجه سانتیگراد در طول فصل رشد ضمن اینکه سبب افزایش تنفس نگهداری شده، سبب کاهش سرعت فتوسنتز گیاه نیز می‌گردد. با توجه به اینکه بخش اعظم رشد گیاه نخود در طول ماه‌های تابستان صورت گرفته و با توجه به اینکه بر اساس گزارش‌های سازمان هواشناسی دما در بیشتر روزهای تیر و مرداد ماه بیشتر از 30 درجه بوده و گاهی از مرز 40 درجه سانتیگراد نیز گذشته است (Khorasan Razavi Meteorological Organization, 2007)، از اینرو به نظر می‌رسد که شرایط موجود مناسب رشد مطلوب گیاه نخود نبوده و به احتمال زیاد این عامل یکی از دلایل کاهش کارایی مصرف نور نخود نسبت

نتایج این مطالعه نیز به وضوح نشان داد که میزان جذب نور از تک کشتی کنگد بود، اما با تک کشتی نخود اختلاف چندانی نداشت (شکل‌های 3 و 4 و جدول 2). در شرایط مخلوط و در الگوی ردیفی به طور میانگین 36 درصد بالاتر



شکل 3- جذب تشعشع توسط کانوبی نخود و کنگد در تیمارهای کشت مخلوط در کشت ردیفی

Fig. 3- Radiation absorption of chickpea and sesame canopy in intercropping treatments based on row planting



شکل 4- جذب تشعشع توسط کانوی نخلود و کنجد در تیمارهای تک کشتی در کشت ردیفی

Fig. 4- Radiation absorption of chickpea and sesame canopy in intercropping treatments based on row planting

مصرف نور آن به تدریج افزایش پیدا کرد (جدول 1). از آنجائیکه با افزایش سهم نخود در مخلوط به همان میزان سهم کنجد کاهش پیدا کرد، لذا میزان سایه اندازی کنجد روی نخود تدریجاً دچار کاهش شد و این عامل سبب افزایش کارایی مصرف نور نخود گردید. توجه به این نکته در مدیریت کشت مخلوط بسیار ضروری است، زیرا تعیین نسبت مناسبی از گیاهان به گونه‌ای که آثار منفی رقابت به حداقل ممکن کاهش یابد و از طرفی حداکثر استفاده از منابع صورت بگیرد بسیار مهم می‌باشد.

به عنوان مثال، در کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی نشان داده شده است که در صورتی که تراکم ذرت به گونه‌ای باشد که میزان فراهمی نور روی کانوی سیب زمینی را بیشتر از 25% کاهش دهد سبب افت شدید در عملکرد سیب زمینی و در نتیجه کاهش در کارایی

همین مسئله سبب برتری کشت مخلوط از نظر عملکرد نسبت به تک کشتی شد که نتایج آن در این مقاله گنجانده نشده است اما در مطالعه انجام شده توسط پورامیر و همکاران (Pouramir et al., 2010) موجود است. نتایج مشابهی نیز در سایر مطالعات گزارش شده است (Zhang et al., 2008). این نتایج نشان می‌دهد که کشت مخلوط راهکار بسیار مناسبی جهت افزایش بهره‌وری سیستم‌های زراعی در ارتباط با منابعی مثل نور می‌باشد.

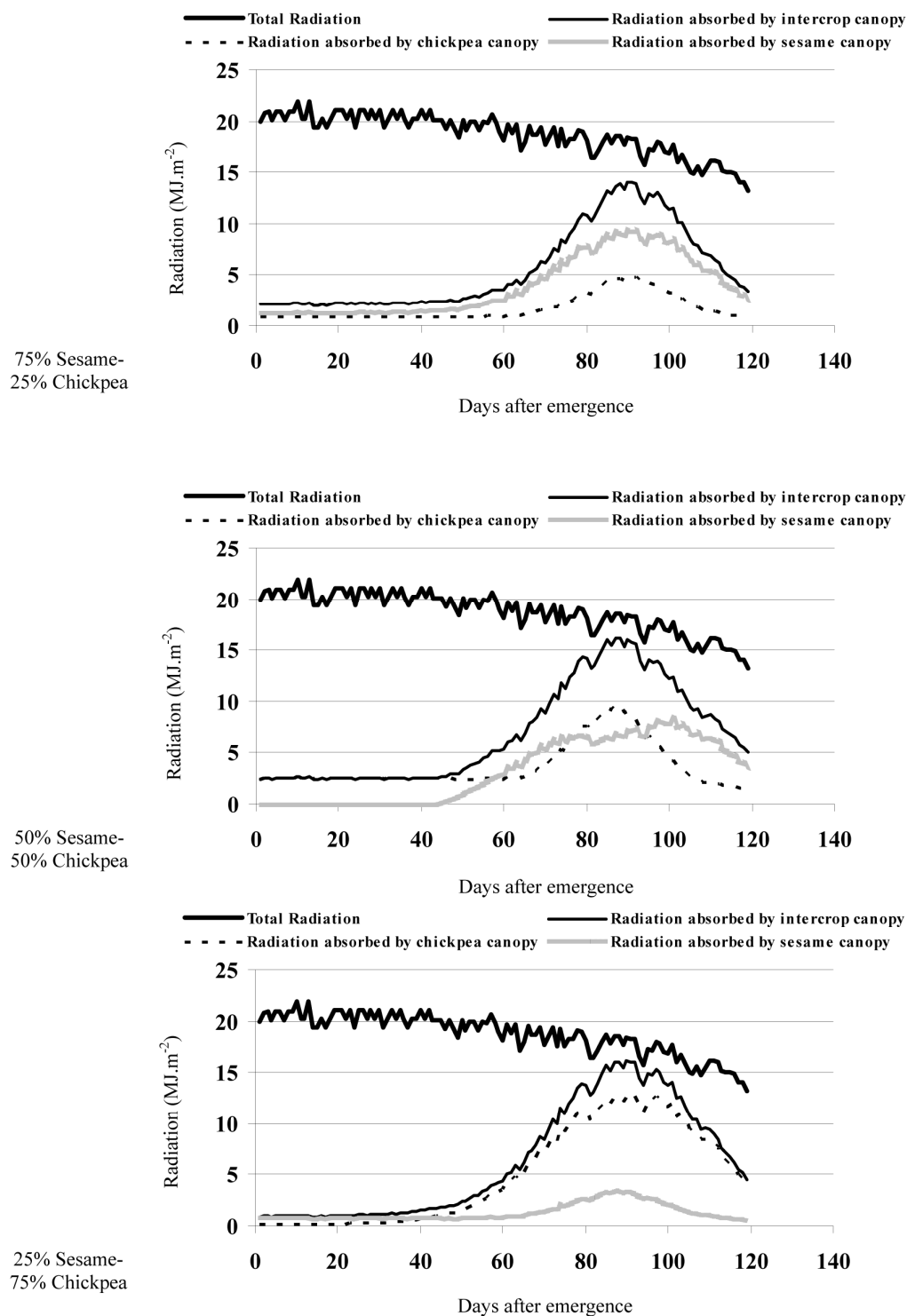
بیشترین مقدار کارایی مصرف نور کنجد (2/07 گرم بر مگاژول PAR) در تیمار 50 درصد کنجد و 50 درصد نخود حاصل شد و بیشترین میزان کارایی مصرف نور نخود (1/14 گرم بر مگاژول PAR) در تیمار 75 درصد نخود و 25 درصد کنجد ثبت شد (جدول 1). به طور کلی، هرچه سهم نخود در مخلوط بیشتر شد میزان کارایی

مصرف نور آن می‌گردد، زیرا فتوسنتز سیب زمینی در 75 درصد میزان تشعشعات اختلاف چندانی با میزان فتوسنتز در فراهمی کل تشعشع ندارد (Midmore et al., 1988). در شرایط آب و هوایی مشهد نیز گزارش شده که سایه‌اندازی شدید ذرت روی سیب زمینی نه تنها سبب افزایش کارایی مصرف نور نگردید، بلکه میزان آن را نیز کاهش داد (Hosseinpanahi et al., 2010). بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان گفت که بهترین تیمار قابل توصیه برای کشت مخلوط کنجد و نخود تیمار 75% نخود و 25% کنجد می‌باشد که در آن میزان کارایی مصرف نور نخود در بالاترین حد ممکن ($1/14$ گرم بر مگاژول) بوده و کارایی مصرف نور کنجد نیز در این تیمار بیشتر از مقدار تک کشتی شده است ($1/89$ گرم بر مگاژول در این تیمار نسبت به $1/84$ در تک کشتی).

نتایج آزمایش در کشت مخلوط با الگوی کشت درهم روندی مشابه با کشت مخلوط ردیفی داشت اما میزان کارایی مصرف نور در این الگو پایین‌تر از کشت ردیفی بود (شکل 2 و جدول 1). تیمارهای این الگوی کشت مخلوط نیز عملکرد کمتری نسبت به الگوی ردیفی داشتند (2). پورامیر (Pouramir, 2009) دلیل این مسئله را آرایش بهتر گیاهان در الگوی ردیفی و استفاده بهتر گیاهان از منابع بویژه آب عنوان کرد که در نهایت باعث افزایش سطح برگ گیاهان این تیمار نسبت به تیمارهای درهم شد. جدول 2 به وضوح نشان می‌دهد که میزان جذب نور در تیمارهای مخلوط و در الگوی درهم نیز بین 20 تا 37 درصد کمتر از تیمارهای مشابه در الگوی ردیفی بوده است

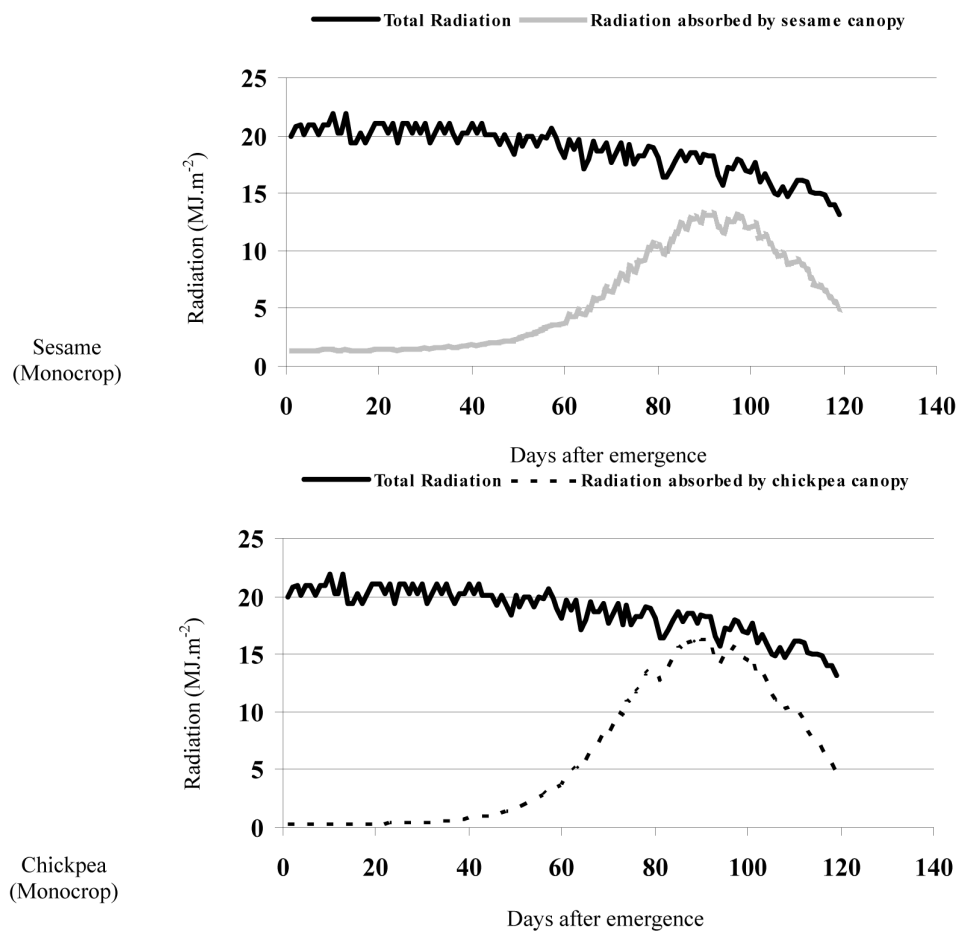
(همچنین شکل‌های 5 و 6). به طور کلی از آنجائیکه ماده خشک تولیدی در این الگوی کشت به دلیل توزیع نامناسب گیاهان در مزرعه، تماس مستقیم آب با بوته‌ها و به دنبال آن پوسیدگی درصدی از بوته‌ها و تولید گیاهچه‌های ضعیف به دلیل سله بستن خاک، دچار کاهش شدیدی شد (Pouramir et al., 2010)، از اینرو میزان کارایی مصرف نور نیز در این تیمارها افت شدیدی نشان داد. با این وجود در این الگوی کشت نیز تیمار 75% نخود و 25% کنجد بهترین تیمار موجود بود چرا که در این تیمار میزان کارایی مصرف نور نخود بیشتر از سایر تیمارهای مخلوط بود ($0/91$ در مقایسه با $0/64$ و $0/48$ گرم بر مگاژول PAR) و اختلاف چندانی با تک کشتی نداشت (شکل 4 و جدول 1). به علاوه میزان کارایی مصرف نور کنجد در این تیمار حدود 15 درصد بیشتر از تک کشتی کنجد بود ($1/48$ در مقایسه با $1/28$ گرم بر مگاژول PAR).

در مجموع نتایج این مطالعه حاکی از برتری کشت مخلوط از نظر کارایی مصرف نور نسبت به تک کشتی بود، جذب بیشتر نور در کانوپی مخلوط نسبت به تک کشتی از دیگر نتایج سودمند این مطالعه بود و نشان داد که با قرار دادن الگوی مناسبی از کشت گیاهان در کنار همدیگر می‌توان بهره‌وری سیستم‌های زراعی را از نظر منابعی مثل نور بالا برد. بر اساس نتایج این مطالعه بهترین الگوی کشت، الگوی کشت ردیفی و بهترین نسبت مخلوط نسبت 75% نخود و 25% کنجد می‌باشد. همچنین تیمارهای نامبرده از نظر عملکرد نیز برتری نشان دادند (Pouramir et al., 2010).



شکل 5- جذب تشعشع توسط کانوپی نخود و کنجد در تیمارهای کشت مخلوط در کشت درهم

Fig. 5- Radiation absorption of chickpea and sesame canopy in intercropping treatments based on mixed planting



شکل 6- جذب تشعشع توسط کانوپی نخود و کنجد در تیمارهای تک کشتی در کشت درهم

Fig. 6- Radiation absorption of chickpea and sesame canopy in intercropping treatments based on mixed planting

جدول 2- میزان جذب تشعشع (PAR) تجمعی (مگاژول بر متر مربع) در دو گیاه کنجد و نخود در شرایط تک کشتی و مخلوط به صورت ردیفی و درهم

Table 2- The amount of cumulative absorbed PAR (MJ.m^{-2}) of sesame and chickpea in monocrop and intercropping treatments at row and mixed planting

تیمار Treatments	جذب تشعشع (PAR) تجمعی (مگاژول بر متر مربع) توسط کانوبی کنجد Cumulative radiation (PAR) absorbed (MJ.m^{-2}) by sesame canopy	جذب تشعشع (PAR) تجمعی (مگاژول بر متر مربع) توسط کانوبی نخود Cumulative radiation (PAR) absorbed (MJ.m^{-2}) by chickpea canopy	جذب تشعشع (PAR) تجمعی (مگاژول بر متر مربع) توسط کانوبی مخلوط Cumulative radiation (PAR) absorbed (MJ.m^{-2}) by intercrop canopy
کشت ردیفی Row planting			
کشت مخلوط (75% کنجد - 25% نخود) Intercropping (75% sesame-25% chickpea)	800	248	1048
کشت مخلوط (50% کنجد - 50% نخود) Intercropping (50% sesame-50% chickpea)	485	540	1026
کشت مخلوط (25% کنجد - 75% نخود) Intercropping (25% sesame-75% chickpea)	303	701	1004
تک کشتی کنجد Monocrop of sesame	753	-	-
تک کشتی نخود Monocrop of chickpea	-	1024	-
کشت درهم Mixed planting			
کشت مخلوط (75% کنجد - 25% نخود) Intercropping (75% sesame-25% chickpea)	464	199	663
کشت مخلوط (50% کنجد - 50% نخود) Intercropping (50% sesame-50% chickpea)	385	431	817
کشت مخلوط (25% کنجد - 75% نخود) Intercropping (25% sesame-75% chickpea)	160	587	748
تک کشتی کنجد Monocrop of sesame	663	-	-
تک کشتی نخود Monocrop of chickpea	-	718	-

منابع

- 1- Akmal, M., and Janssens, M.J.J. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting

- water and nitrogen supplies. *Field Crops Research* 88: 143-155.
- 2- Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 74-83.
 - 3- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy* 24: 325-333.
 - 4- Bell, M.J., Muchow, R.C., and Wilson, G.L. 1987. The effect of plant population on peanuts (*Arachis hypogaea*) in a monsoonal tropical environment. *Field Crops Research* 17: 91-107.
 - 5- Boons-prinz, E.R., De Koning, G.H.J., Van Diepen, C.D., and Penning De Vries, F.W.T. 1993. Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European Community. *Simulation Reports, CABO-TT, N: 32*.
 - 6- Ceotto, E., and Castelli, F. 2002. Radiation use efficiency in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.): response to nitrogen supply, climatic variability and sink limitation. *Field Crops Research* 74: 117-130.
 - 7- Chen, C., Westcot, M., Neill, K., Wichaman, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal* 96: 1730-1738.
 - 8- Faurie, O., Soussana, J.F., and Sinoquet, H. 1996. Radiation interception, partitioning and use in grass-clover mixtures. *Annals of Botany* 77: 35-45.
 - 9- Fukai, S. 1993. Intercropping-base of productivity. *Field Crops Research* 34: 239-245.
 - 10- Gosse, G., Varlet-Grancher, C., Bonhomme, R., Chartier, M., Allirand, J.M., and Lemaire, G. 1986. Maximum dry matter production and solar radiation intercepted by a canopy. *Agronomie* 6: 47-56.
 - 11- Goudriaan, J., and Van Laar, H.H. 1993. *Modelling Potential Crop Growth Processes*. Kluwer Academic Press. Pp: 236.
 - 12- Hosseinpanahi, F. 2008. Evaluation of yield, yield component and radiation use efficiency in corn/potato intercropping. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
 - 13- Hosseinpanahi, F., Koocheki, A., Nassiri M., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation of radiation absorption and use efficiency in potato/corn intercropping. *Agroecology* 2(1): 45-54. (In Persian with English Summary)
 - 14- Hughes, G., Keatinge, J.D.H., Scott, Cooper, J.B.M., and Dee, N.F. 1987. Solar radiation interception and utilization by chickpea (*Cicer arietinum* L.) crops in northern Syria. *Journal of Agricultural Science* 108: 419-424.
 - 15- Jihad-Agriculture Ministry. 2009. Office of Statistic and Information Technology. *Agricultural Statistic. First Issue (Crops of 2008)*. Jihad-Agriculture Ministry Press. (In Persian)
 - 16- Javanshir, A., Dabagh, A., Hamidi, A., and Gholipour, M. 2000. *Ecology of intercropping*. First Edition. Jihad-Daneshgahi of Mashhad Press. (In Persian)
 - 17- Jeuffroy, M.H., and Ney, B. 1997. Crop physiology and productivity. *Field Crops Research* 53: 3-16.
 - 18- John, L.L., Timothy, J.A., Daniel, T.W., Kenneth, G.C., and Achim, D. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. *Agronomy Journal* 97: 72-78.
 - 19- Khorasan Razavi Meteorological Organization. 2007. *Statistics Report database*. Available at Web site <http://www.razavimet.gov.ir/pages.aspx?pageID=95> (verified 10 may 2007)
 - 20- Kiniry, J.R., Landivar, J.A., Witt, M., Gerik, T.J., and Wade, L.J. 1998. Radiation use efficiency response to vapor pressure deficit for maize and sorghum. *Field Crops Research* 56: 265-270.
 - 21- Leach, G.J., and Beech, D.F. 1988. Response of chickpea accessions to row spacing and plant density on a vertisol on the Darling Downs, Southeastern Queensland. II. Radiation interception and water use. *Australian Journal of Experiment Agriculture* 28: 377-383.
 - 22- Marshall, B., and Willey, R.W. 1983. Radiation interception and growth in intercrop of pearl millet/groundnut. *Field Crops Research* 7: 141-160.
 - 23- Midmore, D.J. 1993. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Research* 34: 358-380.
 - 24- Midmore, D.J., Roca, J., and Berrios, D. 1988a. Potato (*Solanum* spp.) in the hot tropics. IV. Intercropping with maize and the influence of shade on potato microenvironment and crop growth. *Field Crops Research* 18: 141-157.
 - 25- Monteith, J.L. 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9: 747-766.
 - 26- Penning de Vries, F.W.T., Brunsting, A.H.M., and Van Laar, H.H. 1974. Products, requirements and efficiency of biosynthesis: a quantitative approach. *Journal of Theoretical Biology* 45: 339-377.
 - 27- Pouramir, F. 2009. Evaluating the effect of different planting combinations in the replacement and additive series multiple cropping on yield and yield components of sesame and chickpea. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
 - 28- Pouramir, F., Koocheki, A., Nassiri M., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation the effect of different planting combinations on yield and yield components of intercropping sesame and chickpea in additive series. *Iranian Journal of Field Crops Research*. In Press. (In Persian with English Summary)
 - 29- Rahimi Karizaki, A., Soltani, A., Pourreza, J., and Zeynali, E. 2007. Estimation of extinction coefficient and radiation use efficiency in field growth chickpea. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 14(5):

- 211-221.
- 30- Rosati, A., Metcalf, S.G., and Lampinen, B.D. 2004. A simple method to estimate photosynthetic radiation use efficiency of canopies. *Annals of Botany* 93: 567-574.
 - 31- Sinclair, T.R., and Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy* 65: 215-265.
 - 32- Singh, P., and Sri Rama, Y.V. 1989. Influence of water deficit on transpiration and radiation use efficiency of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agricultural Forest and Meteorology* 48: 317-330.
 - 33- Stewart, D.W., Costa, C., Dwyer, D.L., Smith, R.I., and Hamilton, B.L. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. *Agronomy Journal* 95: 1465-1474.
 - 34- Tesfaye, K., Walker, S., and Tsubo, M. 2006. Radiation interception and radiation use efficiency of three grain legumes under water deficit conditions in a semi-arid environment. *European Journal of Agronomy* 25: 60-70.
 - 35- Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Advances in Agronomy* 26: 177-210.
 - 36- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhalam, E. 2001. Comparison of variation use efficiency of mono/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Research* 71: 17-29.
 - 37- Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crops Research* 93: 10-22.
 - 38- Watiki, J.M., Fukai, S., Banda, J.A., and Keating, B.A. 1993. Radiation interception and growth of maize/cowpea intercrop as affected by maize plant density and cowpea cultivar. *Field Crops Research* 35: 123-133.
 - 39- Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B., and Spiertz, J.H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Research* 107: 29-42.



تأثیر تنش خشکی و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)

شهلا قادری¹، جمشید قربانی^{2*}، پرویز غلامی¹، آمنه کریم‌زاده¹ و فاطمه سالاریان¹

تاریخ دریافت: 1389/05/05

تاریخ پذیرش: 1389/10/08

چکیده

یکی از مسائل مهم در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آب و شوری خاک است. بنابراین انتخاب گونه‌های گیاهی مقاوم به شوری و خشکی بویژه در مرحله جوانه‌زنی بذر و سبز شدن اهمیت زیادی دارد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر واکنش جوانه‌زنی گونه ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) انجام شد. اثر غلظت‌های مختلف محلول شوری و خشکی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر بررسی شد. از شش تیمار شوری (شاهد، 50، 100، 150، 200 و 300 میلی‌مولار نمک NaCl) و شش تیمار خشکی (شاهد، 0/2، 0/4، 0/6، 0/8 و 1 مگاپاسکال پلی اتیلن گلیکول 6000) به صورت طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. تعداد 15 بذر در هر تکرار بر روی کاغذ صافی در داخل ژرمیناتور کشت شد. نتایج آنالیز آماری نشان داد که هر دو تنش خشکی و شوری اثر معنی‌داری ($P < 0/001$) بر صفات اندازه‌گیری شده بذر داشته و موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر شدند. جوانه‌زنی بذر تا سطح شوری 300 میلی‌مولار و سطح خشکی 0/2 مگاپاسکال مشاهده شده و در سطح شوری 400 میلی‌مولار و سطح خشکی 0/4 مگاپاسکال جوانه‌زنی متوقف شد، اما رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب تا سطح شوری 200 و 100 میلی‌مولار مشاهده شده و در سطح 300 و 150 رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه متوقف شد.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه

مقدمه

محیطی است که تولید گیاهان را در جهان با محدودیت روبه رو ساخته است (Razi & Asad, 1998). همچنین عوامل کاهش پتانسیل آب خاک نظیر وجود نمک‌های محلول و یا عدم توازن آنها و مسمومیت‌های ناشی از وجود این نمک‌ها نیز به عنوان عامل بازدارنده جوانه‌زنی محسوب می‌شوند (Omid Bigi, 2000). در چنین شرایطی استفاده از گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی نظیر تنش شوری و خشکی می‌تواند امکان جدیدی برای بهره‌برداری از برخی اقلیم‌های پرتنش در کشور را فراهم سازد. در این زمینه نیاز است تا اثر تنش‌ها در مراحل مختلف رشد گیاهان مورد بررسی قرار گیرد. از جمله مراحل رشد که گیاه به تنش‌های شوری و خشکی حساس است مرحله جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Sathiyamoorthy & Nukamura, 1995).

بررسی‌های انجام شده در زمینه تحمل به تنش شوری و خشکی گیاهان در ایران بیشتر روی گیاهان زراعی صورت گرفته است. نتایج برخی از مطالعات (Masoumi et al., 2008; Haj Ghani et al., 2007; Ghahramani Majd, 2008; Khamari et al., 2007) Barzgar, 2009; بر روی گونه‌های دارویی و زراعی (کنگر فرنگی

یکی از مشکلات عمده در منابع طبیعی و به خصوص مراتع وجود خاک‌های شور و شور شدن خاک‌های غیر شور می‌باشد (Jafari, 1994). براساس برآوردهای انجام شده 23 درصد از اراضی جهان شور می‌باشند که قاره آسیا با حدود 310 میلیون هکتار بعد از قاره استرالیا بیشترین سطح شوری را دارا می‌باشد (Heidari Sharif Abad, 2001). وسعت خاک‌های شور در ایران حدود 24 میلیون هکتار است که معادل 15 درصد از اراضی کشور می‌باشد (Heidari Sharif Abad, 2001; Pazira & Sadeghzadeh, 1998). شوری خاک از جمله عوامل تنش‌زای محیطی می‌باشد که علاوه بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌نماید (Almansori et al., 2001). خشکی و تنش ناشی از آن مهمترین و رایج‌ترین تنش

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری و استادیار دانشکده منابع

طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(* - نویسنده مسئول): (Email: j.ghorbani@sanru.ac.ir)

سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. همچنین کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی با افزایش شوری و خشکی برای دو گونه ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia dasycarpa* L. و *V. ervilia* L.) گزارش گردید (Amini far, 2010).

ماشک گل خوشه‌ای از بقولات بسیار با ارزش مناطق سردسیری با تابستان‌های معتدل است که به صورت پایه‌های انفرادی یا انبوهی از پایه‌های انفرادی در ترکیب پوشش گیاهی مشاهده می‌شود (Azarinvand & Zare Chahouki, 2008). در رابطه با ایجاد پوشش گیاهی و بویژه تولید علوفه مورد استفاده دام‌ها به عنوان گونه‌ی خوشخوراک در مناطق خشک و نیمه خشک (Karimi, 2007) و برای کشت در دیمزارهای کم بازده با حداقل 350 میلی‌متر بارندگی (Azarinvand & Zare Chahouki, 2008) اهمیت فراوان دارد و به همین دلیل انجام تحقیقاتی درباره تأثیر عوامل محیطی از جمله عوامل تنش‌زا مانند شوری و خشکی بر رشد گیاه مذکور بویژه در مرحله جوانه‌زنی ضروری به نظر می‌رسد. هدف این تحقیق ارزیابی اثر تیمارهای مختلف مربوط به دو تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی بذر بر گونه ماشک گل خوشه‌ای می‌باشد

مواد و روش‌ها

بذر ماشک گل خوشه‌ای از مراتع بیلاقی شهرستان ممسنی واقع در استان فارس جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین اثر سطوح مختلف شوری و خشکی بر جوانه‌زنی ماشک گل خوشه‌ای آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و شش تیمار انجام شد. سطوح شوری شامل غلظت‌های صفر (شاهد)، 50، 100، 150، 200، 300 میلی‌مولار کلرید سدیم (NaCl) و سطوح خشکی شامل غلظت‌های صفر (شاهد)، 0/2، 0/4، 0/6، 0/8 و 1 مگاپاسکال محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG) بودند. ابتدا بذرها به طور جداگانه در هیپوکلریت سدیم 1/5 درصد به مدت سه دقیقه قرار داده و پس از شستشو با آب مقطر نیز در قارچ‌کش بنومیل دو در هزار به مدت یک دقیقه ضدعفونی شدند. سپس 15 عدد از بذر گونه مورد نظر در ظروف پتری‌دیش روی کاغذ صافی قرار داده شدند و در دستگاه ژرمیناتور در دمای 25 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای جلوگیری از شوک خشکی و شوری، محلول‌های تهیه شده از دو ماده PEG و NaCl در تیمارهای مختلف به تدریج و در هر بار 25 درصد محلول به محیط پتری‌دیش‌ها اضافه شد (Soiyn et al., 2004). کاغذهای صافی هر دو روز یکبار تعویض شدند تا مانع از تجمع محلول در محیط بذر شود (Rehman et al., 1996). به منظور جلوگیری از تبخیر و خشک شدن درب پتری‌دیش‌ها نیز با کاغذ صافی پوشانده و همچنین پتری‌دیش‌های مربوط به هر تیمار در کیسه‌های نایلونی قرار گرفتند. بعد از 14 روز از زمان کشت به اندازه‌گیری پارامترهای مختلف نظیر

(*Cynara Scolymus* L.)، چای ترش (*Hibiscus Sabdariffa* L.)، سنای هند (*Cassia angustifolia* Vahl.)، ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) نشان داد که با افزایش غلظت شوری تا 200 میلی‌مولار و خشکی تا 0/8 مگاپاسکال سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه روند کاهشی داشته و با افزایش بیشتر غلظت شوری و خشکی جوانه‌زنی و رشد متوقف می‌گردد. در مورد گیاهان مرتعی می‌توان به مطالعات هادی و همکاران (Hadi et al., 2007) بر روی گونه اشنان، زهتابیان و جواد (Zehtabian & Javadi, 2003) بر روی گونه‌های مختلف علف شور (*Salsola* sp.)، عسکریان (2004) (Askarian, بر روی گونه علف جارو (*Kochia scoparia* L.)، کریمی و همکاران (Karimi et al., 2004) بر روی گونه آتریپلکس (*Atriplex* sp.)، آذرینوند و همکاران (Azarinvand et al., 2005) بر روی گونه‌های آتریپلکس و خانی نژاد و خواجه حسینی (Khaninejad & Khajeh- Hosseini, 2009) بر روی گونه‌ای از علف جارو (*Koschia scoparia* L.) اشاره کرد. در این مطالعات با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری کاهش یافته و تحمل به شوری این گونه‌ها تقریباً 400 میلی‌مولار بوده است. زهتابیان و همکاران (Zehtabian et al., 2005) اثر تنش شوری بر روی جوانه‌زنی دو گونه مرتعی *Agropyron afghanicum* L. و *A. elongatum* L. را مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت نمک جوانه‌زنی بطور معنی‌داری کاهش یافته و *A. elongatum* L. در مقاومت به تنش شوری از نظر درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه در رتبه اول و از نظر طول ریشه‌چه با اندک اختلافی در رتبه دوم قرار دارد. ریشه‌چه و ساقه‌چه گونه‌های مورد نظر تا سطح شوری 300 میلی‌مولار رشد داشته و در غلظت‌های بالاتر رشد متوقف شده است. مطالعه دیگری بر روی دو گونه آرتمیزیا *Artimisia vulgaris* L. و *A. scoparia* L. توسط آذرینوند و همکاران (Azarinvand et al., 2007) انجام شد که جوانه‌زنی و رشد این گونه‌ها نیز با افزایش پتانسیل اسمزی کاهش یافته و در غلظت 400 میلی‌مولار جوانه‌زنی و رشد متوقف شده است. (Ramazani et al., 2009) اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کور (*Capparis spinosa* L.) را ارزیابی کرده و نشان دادند که با افزایش غلظت شوری و خشکی جوانه‌زنی و رشد به طور معنی‌داری کاهش یافته و گیاه کور تا غلظت 1/2 مگاپاسکال جوانه‌زنی داشته و در غلظت‌های بالاتر جوانه‌زنی متوقف شده است، اما رشد گیاهچه در غلظت 1 مگاپاسکال متوقف شد. غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) شاخص‌های جوانه‌زنی ماشک گرمسیری (*Vicia monantha* L.) را ارزیابی و مشاهده کردند که با افزایش شوری و خشکی درصد،

برای مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تیمارهای تنش شوری و خشکی اثر معنی‌داری بر تمام صفات اندازه‌گیری شده بذر در مرحله جوانه‌زنی داشتند (جدول 1).

درصد جوانه‌زنی: با افزایش میزان شوری از محلول شاهد به سمت 300 میلی‌مولار در گونه مورد بررسی درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. به جز در تیمار 300 میلی‌مولار بین بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل 1-الف). همچنین درصد جوانه‌زنی با افزایش خشکی کاهش یافت. به طوری که در سطوح مختلف خشکی حداکثر درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد و کمترین میزان آن متعلق به سطح خشکی 0/2 مگاپاسکال می‌باشد (شکل 1-ب) که با مطالعه مؤیدی شهرکی و همکاران (Moayedi Shahraki et al., 2009) در مورد گونه گاودانه (*Vicia ervilia* L.) مشابهت دارد. تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، حرکت و انتقال ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین جنین جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dodd & Danovan, 1999). در تیمارهای بالاتر از 0/4- مگاپاسکال هیچگونه جوانه‌زنی مشاهده نشد که با مقایسه این گونه با ماشک گرمسیری (*V. monantha* L.) که توسط غلامی و همکاران (Gholami et al., 2009) مورد مطالعه قرار گرفته بود، مطابقت دارد.

درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ضریب آلومتری و بنیه بذر اقدام گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه پس از قرار گرفتن نمونه‌های تر به مدت 48 ساعت در دمای 80 درجه سانتی‌گراد آن توزین شدند. درصد جوانه‌زنی از تقسیم تعداد نهایی بذور جوانه زده بر تعداد بذور کشت شده ضربدر 100 و سرعت جوانه‌زنی با استفاده از معادله (1) زیر محاسبه شد (Maguire, 1962):

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i} \quad (\text{معادله 1})$$

که در این معادله R_s = سرعت جوانه زنی، S_i = تعداد بذور جوانه زده در هر شمارش، D_i = تعداد روز تا شمارش n = دفعات شمارش می‌باشد. ضریب آلومتری از نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه محاسبه شد (Shams et al., 2006). شاخص بنیه بذر با استفاده از رابطه تقسیم حاصل ضرب میانگین طول گیاهچه بر حسب میلی‌متر در درصد جوانه‌زنی به عدد 100 تعیین گردید (Abdul-Baki & Anderson, 1973).

از آنجایی که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نکردند، لذا قبل از آزمون‌های آماری از تبدیل لگاریتمی برای درصد جوانه‌زنی و از تبدیل جذری برای نرمال کردن سایر شاخص‌ها استفاده شد (Sokal & Rolaf, 1995). با استفاده از نرم افزار MiniTab ver. 13 آنالیز واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی برای هر یک از تنش‌ها انجام و در صورت معنی‌دار شدن مقادیر F از روش LSD

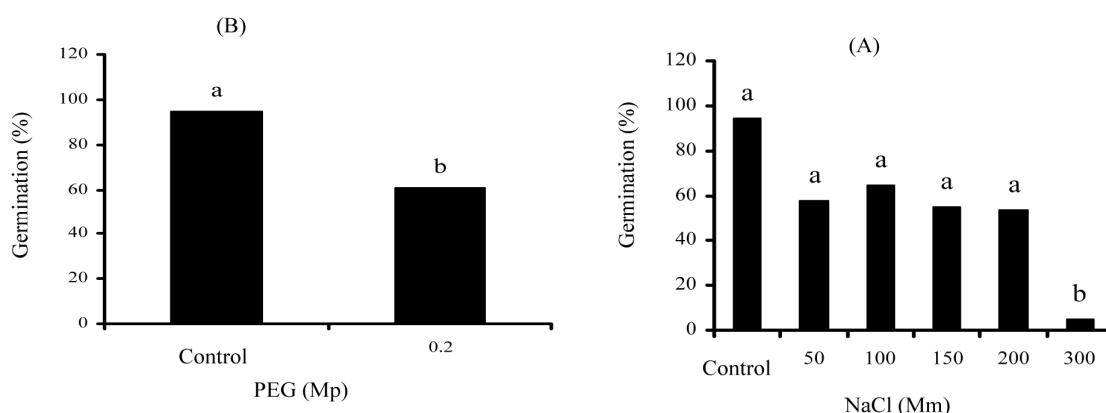
جدول 1- نتایج آنالیز واریانس ارزیابی اثر تنش شوری و خشکی بر برخی صفات بذر ماشک گرمسیری در مرحله جوانه‌زنی
Table 1- ANOVA of the effect of salinity and drought stresses on some seed germination characteristics of vetch

تنش خشکی Drought stress		تنش شوری Salinity stress		صفات اندازه گیری شده Measured variables
سطح معنی‌داری (P) P- value	F (5, 18)	سطح معنی‌داری (P) P- value	F (5, 18)	
<0.001	817.43	<0.001	12.59	درصد جوانه زنی Germination percentage
<0.001	111.19	<0.001	34.45	سرعت جوانه زنی Germination rate
<0.001	42.38	<0.001	36.51	طول ریشه چه Radicle length
<0.001	31.89	<0.001	33.19	طول ساقه چه Plumbe length
<0.001	11.58	<0.001	66.83	وزن ریشه چه Radicle wieght
<0.001	44.37	<0.001	26.83	وزن ساقه چه Plumbe weight
<0.001	4.19	<0.001	63.92	ضریب آلومتری Alomtric index
<0.001	48.28	<0.001	42.09	شاخص بنیه بذر Seed vigor index

جعفری (Farhangian Kashani & Jafari, 2009) مطالعه و مشاهده کردند که جوانه‌زنی گونه‌های مذکور با افزایش غلظت شوری کاهش یافته و در غلظت 300 میلی‌مولار جوانه‌زنی متوقف شده است که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

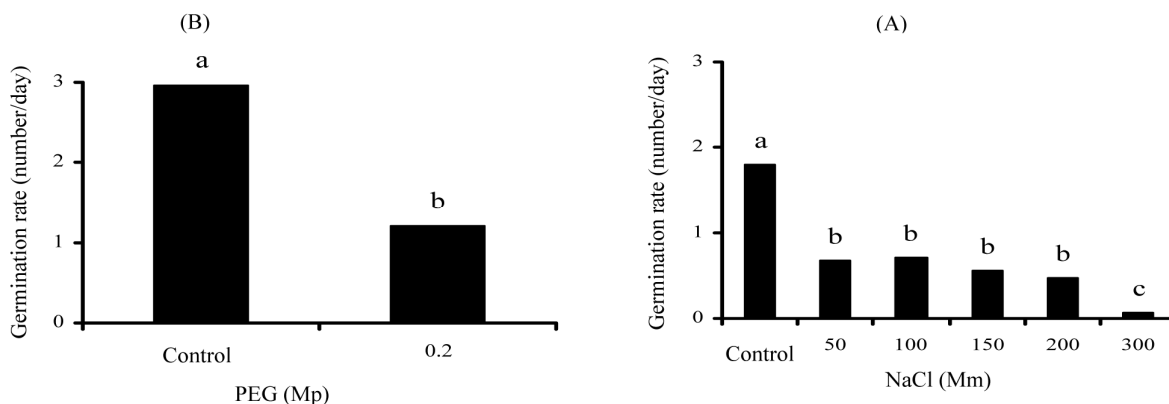
سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری با افزودن غلظت کلرید سدیم کاهش پیدا نمود (شکل 2- الف). همه تیمارهای شوری با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند، اما بین سطوح شوری 50، 100، 150 و 200 میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل 2- الف). کمترین سرعت جوانه‌زنی در بالاترین سطح شوری یعنی 300 میلی‌مولار مشاهده گردید.

تنش شوری موجب کاهش جوانه‌زنی شد، زیرا با افزایش شوری فشار اسمزی محلول زیاد شده که این امر از جذب جلوگیری نموده و باعث به هم خوردن تعادل یونی می‌شود که در نهایت فعل و انفعالات حیاتی بذر را متأثر ساخته و باعث جلوگیری از جوانه زنی بذر می‌شود (Khan & Ungar, 2001). تنش شوری از طریق کاهش سرعت جذب آب (اثر اسمزی) و یا افزایش خروج یون‌ها که ممکن است فعالیت‌های آنزیمی یا هورمونی را تغییر دهد، می‌تواند بر فرآیند جوانه‌زنی و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی تأثیر بگذارد (Hung & Redmann, 1995). اثرات شوری بر جوانه‌زنی اسپرس (*Onobrychis viciifolia* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) توسط فرهنگیان کاشانی و



شکل 1- میانگین درصد جوانه‌زنی گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)
Fig. 1-Mean seed germination percentage for vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).



شکل 2- میانگین سرعت جوانه‌زنی گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)
Fig. 2- Mean germination rate of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

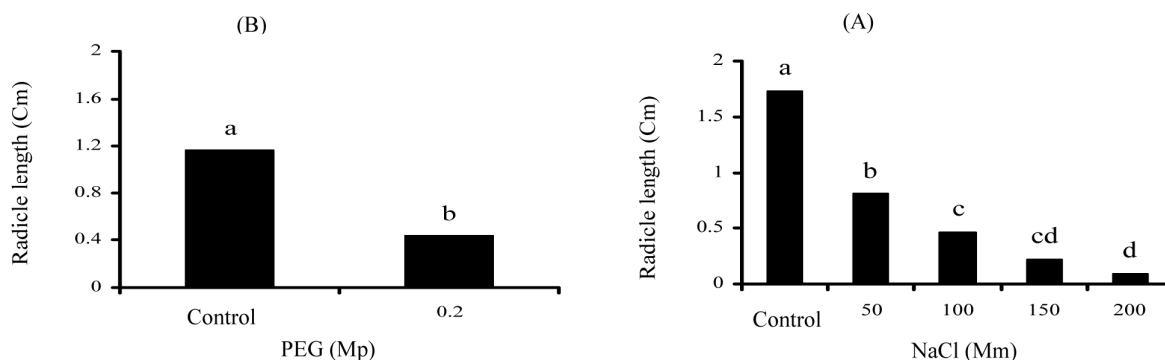
ذخیره‌ای ریشه‌چه باشد که با نتایج شارما و همکاران (Sharma et al., 2004) در مورد کاهش طول گیاهچه بواسطه کاهش میزان آب بافت گیاهچه تحت تأثیر افزایش شوری مطابقت دارد.

طول ساقه‌چه: تنش شوری و خشکی منجر به کاهش طول ساقه‌چه‌ها گردیدند. به طوری که در سطوح شوری بالاتر از 100 میلی‌مولار طول ساقه‌چه رشدی نداشت (شکل 4- الف). طول ساقه‌چه در تیمار 50 و 100 میلی‌مولار به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود (شکل 4 الف). نتایج حاصل از مقایسه میانگین طول ساقه‌چه در تیمار خشکی نشان داد که با افزایش میزان خشکی از محلول شاهد به سمت 0/2 مگاپاسکال پلی اتیلن گلیکول طول ساقه‌چه به طور معنی‌داری با کاهش شدیدی همراه بوده است (شکل 4- ب). در سطح 0/4 مگاپاسکال پلی اتیلن گلیکول و بالاتر جوانه‌زنی مشاهده نگردید (شکل 4- ب). به هر حال تأثیر تنش شوری بر اجزای جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها یکسان نبوده و به نظر می‌رسد که رشد اولیه گیاه بیشتر از مرحله جوانه‌زنی آن تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته باشد، زیرا با افزایش غلظت شوری تا 200 میلی‌مولار ریشه‌چه رشد داشت، اما طول ساقه‌چه بیشتر از سطح 100 میلی‌مولار رشدی نداشته است که با نتیجه گواهی و همکاران (Gavahi et al., 2009) مطابقت دارد.

وزن ریشه‌چه: نتایج همچنین حاکی از تأثیر منفی تنش شوری و خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه‌های این گیاه در مرحله جوانه‌زنی بذر است به طوری که در هر دو تنش وزن خشک ریشه‌چه‌ها کاهش معنی‌داری نشان دادند (شکل 5- الف و ب).

بین سطوح مختلف خشکی از نظر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد بوده و با افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول رشد به طور معنی‌داری کاهش یافته و از سطح خشکی بالاتر از 0/2 مگاپاسکال جوانه‌زنی متوقف شد (شکل 2- ب). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش خشکی توسط آذریوند و جوادی (2003) (Azarivand & Javadi) در مورد دو گونه مرتعی آگروپایرون (توقف جوانه‌زنی در غلظت 0/3 مگاپاسکال)، آخوندی و همکاران (Akhondi et al., 2004) در مورد یونجه یکساله (*M. scutellata*) (توقف جوانه‌زنی در غلظت 0/8 مگاپاسکال) گزارش گردید. شوری و خشکی همچنین سرعت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد که مشابه نتایج گزارشات قبلی است (Amini Far et al., 2009; Gavahi et al., 2009).

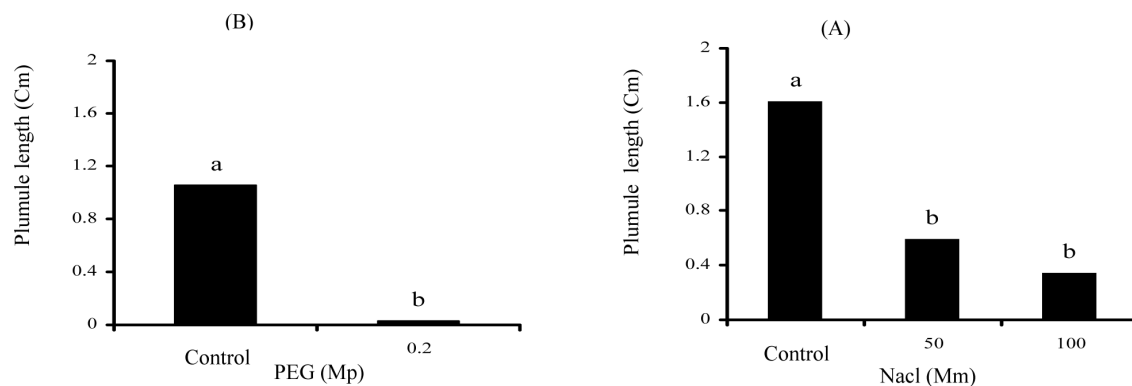
طول ریشه‌چه: با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری کاهش شدیدی را نشان داد. به طوری که از حدود 1/75 سانتی‌متر در شاهد به 0/1 سانتی‌متر در سطح شوری 200 میلی‌مولار رسید (شکل 3- الف). همه تیمارهای شوری با شاهد از نظر طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌داری داشتند. در بین تیمارهای شوری بین 100 و 150 میلی‌مولار و همچنین بین تیمارهای 150 میلی‌مولار با غلظت‌های شوری بالاتر از آن از نظر طول ریشه‌چه اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (شکل 3- الف). با افزایش میزان خشکی نیز طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری کاهش یافت. طول ریشه‌چه در تیمار 0/2 مگاپاسکال با شاهد اختلاف معنی‌داری داشته و برای سایر تیمارها جوانه‌زنی بذر اتفاق نیفتاد (شکل 3- ب) که این کاهش می‌تواند به علت محدودیت فشار تورژسانس و یا تجمع ماده خشک در بافت‌های



شکل 3- میانگین طول ریشه‌چه گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)

Fig. 3- Mean radicle length of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.
Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

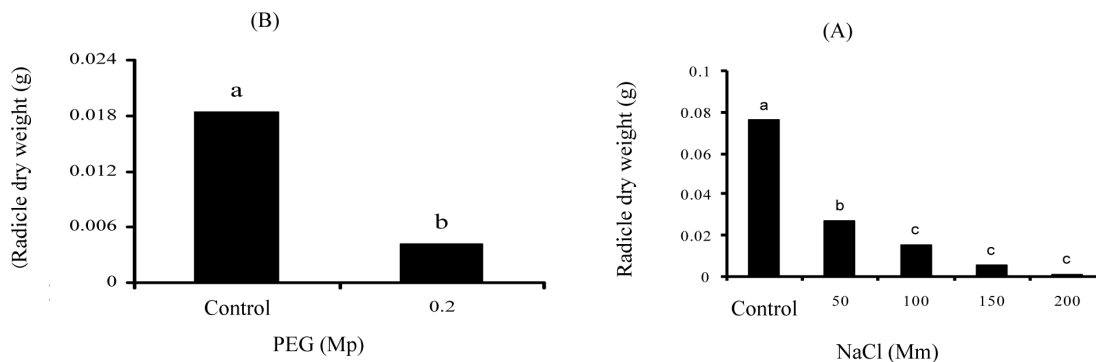


شکل 4- میانگین طول ساقچه‌چه گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و خشکی (ب)

Fig. 4- Mean plumule length of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

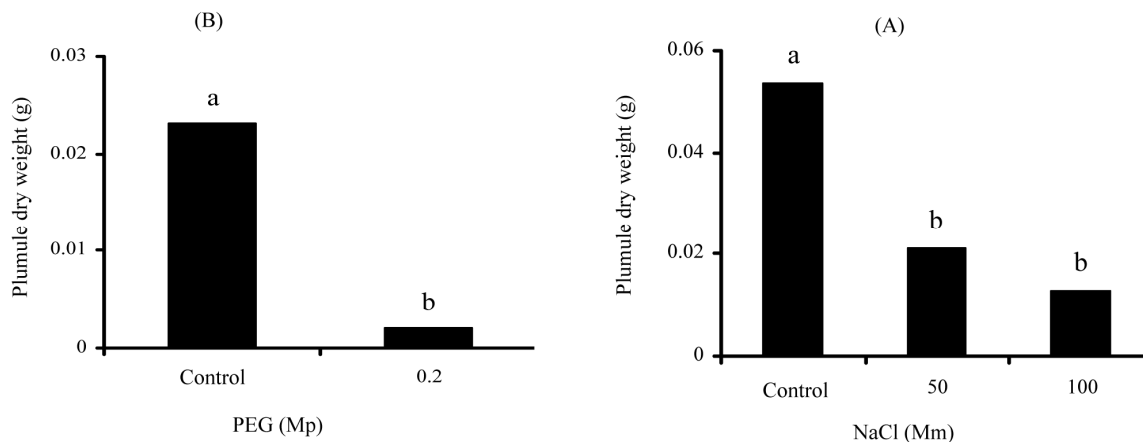


شکل 5- میانگین وزن خشک ریشه‌چه در پتری دیش گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)

Fig. 5- Mean radicle dry weight of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).



شکل 6- میانگین وزن خشک ساقچه‌چه در پتری دیش گونه ماشک گل خوشه‌ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)

Fig. 6- Mean plumule dry weight in Petri dish of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

گیاهچه‌ها به تنش شوری به توانایی آنها برای ذخیره سازی یون‌های سمی سدیم و کلر در واکوئل‌های خود به طوری که متابولیسم سلولی تحت تأثیر قرار نگیرد، بستگی دارد (Wahid et al., 1997). نتایج حاصل از آزمایش حاضر نشان داد که شوری با غلظت‌های مختلف تأثیر معنی‌داری بر روی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و ضریب آلومتری و بنیه بذر دارد و با افزایش غلظت نمک این شاخص‌ها کاهش می‌یابند. بذوری که در نواحی خشک از درصد جوانه‌زنی و سرعت رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه خوبی برخوردار باشند می‌توانند استقرار و عملکرد بهتر و بیشتری داشته باشند.

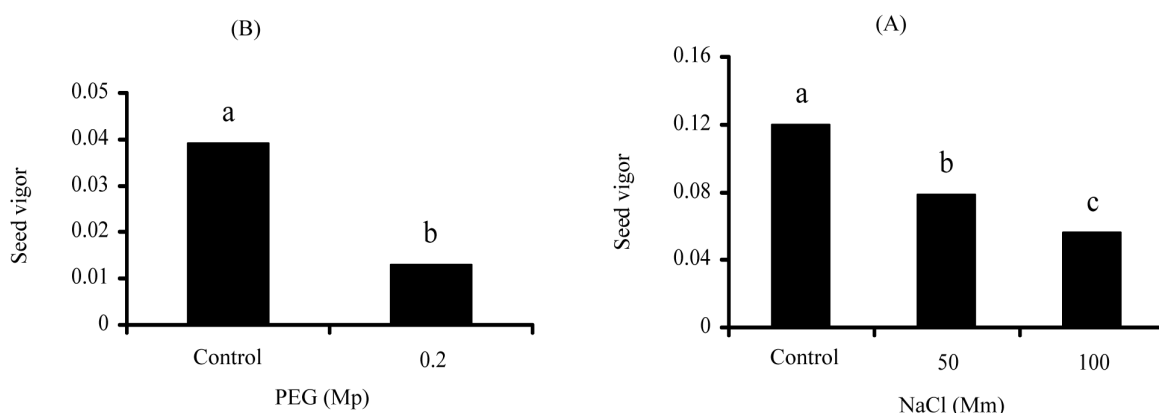
ضریب آلومتری: مقایسه میانگین ضریب آلومتری نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین شاهد و دیگر سطوح شوری وجود دارد. همچنین بین غلظت‌های 50 و 100 میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با افزایش غلظت کلرید سدیم ضریب آلومتری افزایش یافته است (شکل 8-الف). در تیمارهای خشکی ضریب آلومتری در غلظت 0/2 مگاپاسکال بیشتر از شاهد است (شکل 8-ب)

تنش خشکی اثر معنی‌داری بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه داشت به طوری که با کاهش پتانسیل اسمزی ضریب آلومتری افزایش یافت که بیانگر حساسیت بیشتر رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه به تنش است. از آنجا که در این آزمایش با کاهش پتانسیل اسمزی در تنش خشکی ضریب آلومتری افزایش یافت، می‌توان دریافت که رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه به تنش حساسیت بیشتری داشته است.

وزن ساقه‌چه: روند کاهشی وزن خشک ساقه‌چه با افزایش غلظت شوری و خشکی نیز مشاهده گردید (شکل 6 - الف و ب). در تیمار شوری وزن خشک ساقه‌چه تا تیمار 100 میلی‌مولار قابل اندازه‌گیری بوده که وزن خشک ساقه‌چه در تیمار 50 میلی‌مولار با وزن خشک تیمار 100 میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل 6-الف). در تنش خشکی، وزن خشک ساقه‌چه در تیمار 0/2 مگاپاسکال به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بوده است (شکل 6-ب). محمودی و همکاران (Mahmodi et al., 2008) با بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی یونجه (*Medicago scutellata* L.) بیان داشتند که وزن خشک تحت تأثیر تیمار خشکی کاهش یافته و حداقل وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در غلظت 0/8 مگاپاسکال بود. در صورتی که در تحقیق حاضر حداقل وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در غلظت 0/2 مگاپاسکال می‌باشد.

شاخص بنیه بذر: با افزایش میزان شوری و خشکی شاخص بنیه بذر کاهش یافت (شکل 7-الف و ب). در تنش شوری غلظت‌های مختلف با هم اختلاف معنی‌داری دارند و با افزایش شوری شاخص بنیه بذر کاهش پیدا کرد (شکل 7-الف). همچنین شاخص بنیه بذر در تیمار 0/2 مگاپاسکال با شاهد اختلاف معنی‌داری داشته و کمتر از شاهد می‌باشد (شکل 7-ب).

از آنجایی که در سطوح بالای تنش شوری و خشکی علاوه بر کاهش طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی نیز کاهش یافت، لذا شاخص بنیه بذر که از حاصل ضرب این دو پارامتر بدست می‌آید نیز کاهش می‌یابد به هر حال در مراحل پس از جوانه‌زنی تحمل

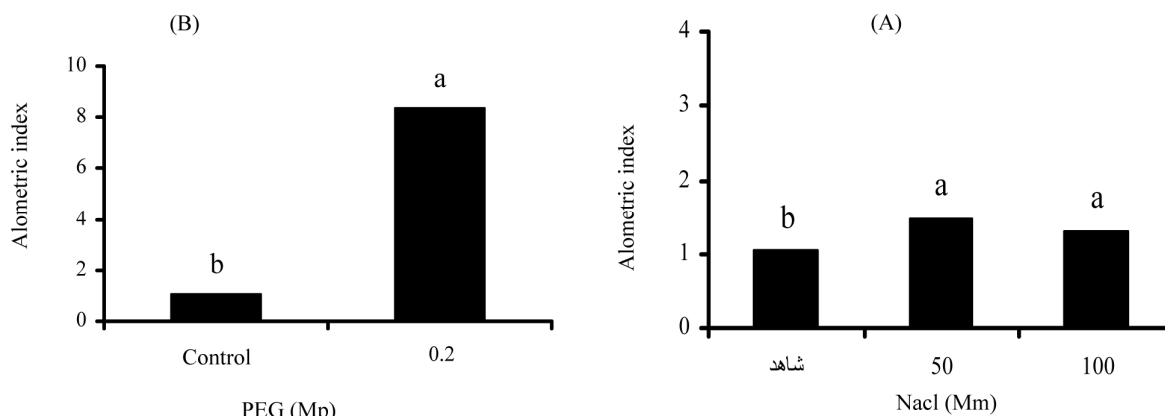


شکل 7- شاخص بنیه بذر گونه ماشک گل خوشه ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)

Fig. 7- seed vigor of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).



شکل 8- ضریب آلومتری گونه ماشک گل خوشه ای در تیمارهای مختلف شوری (الف) و سطوح خشکی (ب)

Fig. 8- Alometric index of vetch in different salinity (A) and drought levels (B)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

Means with different letter are significantly different based on LSD test ($\alpha=0.05$).

حاصل از آن بیشتر در شرایط آزمایشگاهی قابل استفاده می‌باشد و برای آگاهی از چگونگی عکس‌العمل آن به تنش خشکی و شوری در مرحله پس از جوانه‌زنی در عرصه‌های طبیعی لازم است که همانند آزمایش فوق در شرایط طبیعی و در مناطق مختلف انجام شود تا با نتایج بدست آمده بتوان مقاومت این گیاه را ارزیابی نمود.

نتیجه‌گیری

ماشک گل خوشه‌ای شرایط شوری را بهتر از خشکی تحمل می‌کند. این گیاه برای مناطق با خشکی بیش از 0/2- مگاپاسکال در مرحله جوانه‌زنی پیشنهاد نمی‌شود، اما این گونه با شوری 300 میلی‌مولار نیز رشد کرده است. در پایان آنچه که اهمیت دارد، توجه به این است که تحقیق حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام شده و نتایج

منابع

- 1- Abdul-Baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630-633.
- 2- Akhondi, M., Safarnejhad, A., and Lahoti, M. 2004. Indices morphology of genotypes of *Medicago sativa* against drought stress. *Pajouhesh & Sazandegi* 62: 51-57. (In Persian with English Summary)
- 3- Almansouri, M., Kinet, J.M., and Lutts, S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum*). *Plant and Soil* 231: 243-254.
- 4- Aminifar, J., Mohsenabadi, G., and Ghaderi, S. 2010. Effect of drought stress on germination and seedling growth of vetch (*Vicia sp.*). The first National Conference of Environmental stresses in agricultural science. The University of Birjand, 28- 29 Jan. 1-4. (In Persian)
- 5- Askarian, M. 2004. The effects of salinity and dryness on germination and seedling establishment in *Elymus junceus* and *Kochi prostrata*. *Journal of Pajouhesh & Sazandegi* 64: 71-77. (In Persian with English Summary)
- 6- Azarnivand, H., Javadi, M.R. 2003. The effect of drought stress on germination of two species of *Agropyron*. *Journal of Desert*. 8(2): 192-205. (In Persian with English Summary)
- 7- Azarnivand, H., Ghorbani, M., and Joneidi Jafari, H. 2007. The effect of salinity stress on germination of two species of *Artemisia scoparia* and *Artemisia vulgaris*. *Iranian Journal of Range and Desert Research* 14(3): 352-358. (In Persian with English Summary)
- 8- Azarnivand, H., Nosrati, K., Bijhanzadeh, A., and Shahbazi, A. 2005. The effect of salinity stress and temperature on germination of two species of *Atriplex canescens*, *A.halimus*. *Journal of Desert* 10(2): 383-396. (In Persian with English Summary)
- 9- Azarnivand, H., nd Zare Chahouki, M.A. 2008. Range Improvement. University of Tehran Press. 354 pp. (In Persian)
- 10- Barzgar, A.B. 2009. The effects of some environmental stress stimulation of germination on hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 24(4): 499-505. (In Persian with English Summary)

- 11- Dodd, G.L., and Danovan, L.A. 1999. Water potential and ion effects on germination and seedling growth of cold deserts shrubs, *American Journal of Botany* 86(1): 146-153.
- 12- Farhangian Kashani, S., and Jafari, A.A. 2009. Effect of salinity on germination of *Medicago sativa* and *Onobrychis sativa*. *Journal of Rangeland* 3(3): 491-507. (In Persian with English Summary)
- 13- Gavahi, M., Zarie, M., and Ansari, M.S. 2009. The effect of salinity stress on germination of three species of medicinal plant. The first National Conference of Environmental stresses in agricultural science. The University of Birjand, 28- 29 Jan. 401-406. (In Persian)
- 14- Ghahremani, H., Mumivand, H., Dashti, F., and Sadat, S. 2009. The effect of salt and drought stresses on seed germination and early growth of Iranian catnip (*Nepeta persica*). The first National Conference of Seed Science and Technological in Iran, Gorgan, 12-13 Nov. 1-6pp. (In Persian)
- 15- Gholami, P., Ghorbani, J., Karimzadeh, A., Salarian, F., and Ghaderi, S. 2009. Assessment of germination indices in *Visia monantha* under salinity stress. The first National Conference of Environmental Stresses in Agricultural Science. The University of Birjand. 28- 29 Jan, 464-471. (In Persian with English Summary).
- 16- Hadi, M.R., Taheri, R., and Sharif M.A. 2007. Study effects of salinity on the seed germination of *Seidlitzia rosmarinus*. *Pajouhesh & Sazandegi* 76: 151-157. (In Persian with English Summary)
- 17- Haj Ghani, M., Safari, M., and Maghsodi Mod, A.A. 2008. The effects different salinity stress germination and seedling growth caper (*Carthamus tinctorius*. L). *Agricultural of Science and Industrial* 12(45): 449-458. (In Persian with English Summary)
- 18- Heidari Sharif Abad, H. 2001. Plants and Salinity. Research Institute of Forest and Rangelands, 147 pp. (In Persian)
- 19- Hung, J., and Redmann, R.E. 1995. Salt tolerance of *Hordeum* and *Brassica* species during germination and early seedling growth. *Canadian. Journal of plant Science* 75: 815- 819.
- 20- Jafari, M. 1994. Consideration of Salinity Resistance of some Rangeland Grasses in Iran Research Institute of Forest and Rangelands Publishers, First published, 100 pp. (In Persian)
- 21- Karimi, H. 2007. Dictionary of Iran's vegetation (Plant). Vol. 4. Agriculture Science Press. 417pp. (In Persian)
- 22- Karimi, H., Hidari Sharif Abadi, H., and Asareh, M.H. 2004. The effect of salinity stress on germination seedling growth caper and poroline content of two species of *Atriplex verrucifera*. *Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research* 12(4): 419-433. (In Persian)
- 23- Khammari, I., Sarani, S.A., and Dahmardeh, M. 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 23(3): 331-339. (In Persian with English Summary)
- 24- Khan, M.A., and Ungar, I.A. 2001. Seed germination of *Triglochin maritime* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. *Biological Plant* 44: 301-303.
- 25- Khaninejadand, S., and Khajeh- Hosseini, M. 2009. Effects of salinity on germination of four ecotypes of *Kochia scoparia* L. *Journal of Agroecology*. 1(2): 19-28. (In Persian with English Summary)
- 26- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science* 2: 176-177.
- 27- Mahmoodi, A., Barani, H., Soltani, A., and Sepehri, A. 2008. Effect of drought stress on germination of *Medicago scutellata* (L.) Mill. *Journal of Rangeland* 2(2): 113-124. (In Persian)
- 28- Masoumi, A., Kafi, M., and Khazaei, H.R. 2008. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) germination responses to water stress induced by polyethylenglycol 6000. *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(2): 453-462. (In Persian with English Summary)
- 29- Moayedi Shahraki, E., Ebrahimi, E., Esmaili, A., and Mahmoodi, S. 2009. Tolerance evaluation of forage garden (*Vicia ervilia* L.) plant to salinity stress in early growth stages. The first National Conference of Environmental stresses in agricultural science. The University of Birjand, Iran. 28- 29 Jan. 345-349. (In Persian with Summary)
- 30- Omid Bigi, R. 2000. Apporaches production and processing of medicinal plant. Mashhad Publications, Astan Quds Razavi. 397 pp. (In Persian)
- 31- Pazira, E., and Sadeghzadeh, K. 1998. National review document on optimizing soil and water use in Iran, Work shop of ICISAT, Sahelian center. Niamey, Niger, 13-18 April.
- 32- Ramazani, M., Taghvaei, M., Masoudi, M., Riahi, A., and Behbahani, N. 2009. The evaluation of drought and salinity effects on germination and seedling growth caper (*Capparis spinosa* L.). *Journal of Rangeland* 2(4): 411-420. (In Persian with English Summary)
- 33- Razi, H., and Asad, M. 1998. Evaluation of cultivars traits and criteria of drought tolerance in *Helianthus annus*. *Iranian Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 2(1): 31-42. (In Persian with English Summary)
- 34- Rehman, S., Harris, P.J.C., Bourne, W.F., and Wilkin, J. 1996. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium content of *Acacia* seeds. *Seed Science and Technology* 25: 45-57.
- 35- Sathiyamoorthy, P., and Nukamura, S. 1995. Effect of gibberalic acid and inorganic salts on breaking dormancy and enhancing germination of true potato seed. *Seed Research* 23: 5-7.
- 36- Shams, R., Shariati, M., and Modaresi Hashemi, M. 2006. Study of some dormancy breaking treatments in five

- pronances of *Stipa barbata*. Iranian Journal of Biology, 18(1): 48- 59. (In Persian with English Summary)
- 37- Sharma, A.D., Thakur, M., Rana, M., and Singh, K. 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphates activities in *Sorghum bicolor* L. Moench seeds. African Journal of Biotechnology 3: 308-312.
- 38- Soiyun, C., Guangmin, X., Taiyong, Q., Fengning, X., Yan, J., and Huimin, C. 2004: Introgression of salt-tolerance from somatic hybrid between common wheat and *Thionpyrum ponticum*, Journal of plant Science 167: 773-779.
- 39- Sokal, R.R., and Rolaf, F.J. 1995. Biometry. 3rd W.H. Freeman and Co., New York, US, 456 pp.
- 40- Wahid, A., Rasul, E., and Rao, A.R. 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride. Seed Science and Technology 25: 467-470.
- 41- Zehtabian, G.R., and Javadi, M.R. 2003. Effect of water stress on seed germination of three species of *Salsola*. Journal of Desert 8(1): 21-32. (In Persian with English Summary)
- 42- Zehtabian, G.R., Azarnivand, H., Javadi, M.R., and Shahriyari, E. 2005. The effect of salinity on stress germination of two species of *Agropyron* (*Agropyron afghanicum*- *A. elongatum*). Journal of Desert 10(2): 301-310. (In Persian with English Summary)

تأثیر مقادیر مختلف کود سوپر فسفات تریپل و میزان کارایی روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)

مالک لویمی^{1*}، عبدالمهدی بخشنده² و عبدالنور چعب³

تاریخ دریافت: 1389/05/30

تاریخ پذیرش: 1389/10/08

چکیده

به منظور ارزیابی اثر سطوح مختلف کود فسفره و کارایی روش کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت (*Zea mays* L.)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان) به صورت کرت‌های یکبار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال 1385 اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر مختلف کود فسفره (0، 150 و 300 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل به عنوان عامل اصلی، و شیوه کوددهی (کودکاری نواری در اعماق 10، 20، و توأمان 10 و 20 سانتیمتر) به عنوان عامل فرعی طراحی گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل سطوح متفاوت کود فسفره و شیوه کوددهی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه (بجز عملکرد بیولوژیک) تأثیر معنی‌داری نداشته است. با این وجود سطوح متفاوت کودی و شیوه کوددهی به تنهایی موجب اختلاف معنی‌داری میان عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در ردیف گردید. میان تعداد دانه در مترمربع و وزن هزاردانه از نظر روش کوددهی تفاوت معنی‌دار بود، در صورتی که تحت تأثیر مقادیر کودی بین این صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تعداد ردیف در بلال تحت تأثیر هیچ کدام از تیمارها قرار نگرفت. بطور کلی عملکرد دانه ذرت در روش کودکاری با دو نوار توأمان با اختلاف 34 درصدی نسبت به کودپاشی (شاهد)، و سطح کودی 150 کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد (36 درصد) برتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: شیوه کوددهی، عملکرد دانه، نوار کودی

مقدمه

اهداف کشاورزی پایدار است، لذا لزوم تغییر در شیوه‌های استعمال کودهای فسفره که هدف آن به حداقل رساندن کاربرد آن است، امری اجتناب ناپذیر است (Malakooti & Hommaei, 2003). یافته‌های آلستون (Alston, 1980) حاکی از آن است که با مقایسه مقادیر مختلف کود اظهار کرد که استفاده از کود فسفره بصورت نواری حتی در خاک غنی از فسفر نیز باعث افزایش جذب فسفر بوسیله گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌شود، که علت آن کاهش تثبیت فسفر در این حالت است. در آزمایشی دیگر درباره شیوه کوددهی فسفر و تاریخ کاشت گزارش شده است که در کاشت دیرهنگام ذرت (*Zea mays* L.)، استفاده از کود فسفره در عمق استقرار بذر بهتر از جایگذاری کود در عمق 10 سانتیمتری زیر محل استقرار بذر در افزایش عملکرد مؤثر است، ولی در شرایط کاشت بموقع، فسفر قرار داده شده در عمق 10 سانتیمتری در مراحل بعدی رشد گیاه بهتر جذب می‌شود (Sander & Egbal, 1998). بررسی‌های گاکمن و سنکار (Gokman & Sencar, 1992) درباره اثر روش استفاده از کودهای فسفر بر عملکرد گندم زمستانه حاکی از

فسفر یکی از عناصر مهم و مؤثر در فرآیندهای رشد و نمو گیاه و نیز عنصری غیرمتحرک می‌باشد که اکثر کشاورزان این عنصر را برای تغذیه گیاه به هنگام تهیه زمین و در صورتی که فرصت کافی وجود نداشته باشد در موقع کاشت و از طریق کودپاشی و مخلوط کردن با خاک بکار می‌برند (Malakooti, 2005). بهمین دلیل این شیوه مصرف کود، سبب بروز مشکلاتی نظیر افزایش کود مصرفی، و به تبع آن بالا بردن هزینه‌های تولید و از این مهم‌تر موجب افزایش آلودگی‌های زیست محیطی شده است. از این رو با توجه به ضرورت افزایش کارایی استفاده از کودهای شیمیایی و کاهش مصرف آنها بویژه از نظر کاهش مخارج و کاهش آلودگی زیستگاه‌ها در چارچوب

1. و 2- به ترتیب کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان) و دانش‌آموخته سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (خوزستان)
(* - نویسنده مسئول: Email: malekloveymi@yahoo.com)

دیسک تا عمق 10 سانتیمتری با خاک مخلوط شد. رقم ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 بود. طول هر کرت 8 متر و عرض آن 4/5 متر و فاصله خطوط کشت 75 سانتی متر بود، و در هر کرت 6 خط کاشت در نظر گرفته شد. عملیات تهیه بستر کاشت متناسب با روش متداول منطقه و مقادیر نیتروژن و پتاس خالص مصرفی مطابق با گزارش آزمون خاک به ترتیب 173، 35/7 کیلوگرم در هکتار بود. بطوریکه تمام کود پتاس و همچنین یک سوم کود نیتروژن، پس از تسطیح به خاک اضافه شد. مابقی کود نیتروژن به صورت کود سرک در مراحل 4-5 برگی و 8-9 برگی به نسبت مساوی به کار برده شد.

پس از پیاده سازی نقشه آزمایش روی زمین کود محاسبه شده آنها به طور یکنواختی با دست پاشیده، و با دستگاه دیسک به عمق حدود 10 سانتی متر به زیر خاک برده شد. برای سایر تیمارها شیاریهایی به تناسب عمق نوار به وسیله بیلچه و توسط کارگر ایجاد گردید. ضمناً به منظور تنظیم عمق شیاریهای ایجاد شده، ابتدا به وسیله شیلنگ تراز و میخ نقشه برداری و ریسمان کشی در آغاز و انتهای هر ردیف کشت، عمق موردنظر نوار کودی تراز شد. سپس به منظور شکل دهی مجدد جوی و پشته های قبلی که عملیات کودکاری بر روی آنها صورت گرفته، اقدام به عملیات دوباره فاروژنی توسط تراکتور شد. علاوه بر این جهت هدایت مناسب آب به داخل کرتها آبیاری به روش نشتی صورت گرفت. تاریخ کاشت در این آزمایش پنجم مرداد بود. سرانجام در پایان فصل رشد (130 روز پس از سبز شدن) برای تعیین اجزای عملکرد ذرت با در نظر گرفتن اثر حاشیه ای، بطور تصادفی تعداد هفت بلال از کل بلال های سطح نمونه برداری را جدا و سپس اقدام به شمارش تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف نموده شد. جهت برآورد عملکرد دانه، برداشت نهایی پس از حذف حواشی در سطح 6 متر مربع صورت گرفت. در پایان، داده های بدست آمده از این آزمایش توسط نرم افزار ver 9.1 SAS تجزیه شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن (سطح احتمال 5 درصد) برای رسم اشکال از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر وجود اختلاف معنی دار اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفره و روش های مختلف کوددهی برای صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال 1 درصد بود. در صورتی که برای صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در ردیف از نظر سطوح مختلف کود فسفره و روش های مختلف کوددهی هر کدام به تنهایی معنی دار شد. تعداد دانه در مترمربع و وزن هزاردانه فقط میان شیوه های مختلف کوددهی تفاوت مشاهده گردید و برای تعداد ردیف در بلال هیچگونه اختلافی از نظر دو عامل اصلی و فرعی ملاحظه نشد (جدول 1).

آن است که استفاده از این کودها همراه با کاشت بذر باعث کاهش قابل توجهی در جوانه زنی گیاه می شود، زیرا استفاده از کود فسفره بصورت نواری در عمق 5 سانتیمتری زیر بذر، علاوه بر عدم کاهش جوانه زنی، میزان پنجه زنی و تعداد دانه در خوشه را افزایش می دهد. همچنین آنها پی بردند که در رطوبت کم خاک، کاشت توام بذر و کود فسفره باعث جذب بهتر فسفر بوسیله ریشه های اولیه در مراحل ابتدایی رشد گیاه می شود. در مطالعه ای دیگر، مگه دی و خادمی (Magehdi & Khademi, 1999) با بررسی اثرات جایگذاری فسفر و پتاسیم بر روی محصول ذرت، گزارش نمودند که جایگذاری در فاصله 5 سانتیمتری زیر بذر در بین ردیف ها باعث افزایش عملکرد دانه در ذرت شده است. همچنین با مقایسه کودکاری نواری با روش کودپاشی و مخلوط کود با خاک قبل از کاشت مشاهده شد که با کودکاری کود فسفره میزان فسفر مورد نیاز گیاه به میزان 50 درصد کاهش یافت (Rehm 2002). در همین راستا سیمس (Sims, 2002) در تحقیقی در مورد گندم بهار اظهار نمود که میزان افزایش محصول ناشی از کاربرد 14 کیلوگرم کود فسفره در هکتار به صورت نواری معادل با کاربرد 70 کیلوگرم کود با روش کودپاشی است. در نهایت، این آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کود فسفره و میزان کارایی روش کودپاشی و کودکاری نواری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش ها

این پژوهش در سال زراعی 85-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین که در شهر ملائانی و در 36 کیلومتری شمال شرقی شهرستان اهواز و در حاشیه کارون با عرض جغرافیایی 31 درجه و 36 دقیقه و طول جغرافیایی 48 درجه و 53 دقیقه و ارتفاع 50 متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا گردید. در طول دوره آزمایش میزان بارندگی 110/9 میلی متر بود. این منطقه از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک محسوب می شود. آزمایش به صورت طرح کرت های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. براساس نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی آزمایشگاه، خاک محل اجرای آزمایش از نوع رس - سیلت - شنی و هدایت الکتریکی عصاره اشباع معادل 1/5 دسی زیمنس بر متر و pH 7/5 بود. مقدار کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب 0/7 درصد، 12/5 و 130 قسمت در میلیون (ppm) برآورد شد و سال قبل تحت آیش بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از مقدار کود فسفره در سه سطح (0، 150، 300 کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل بعنوان فاکتور اصلی و شیوه کوددهی شامل چهار سطح (کودپاشی و کودکاری نواری در اعماق 10، 20، و توامان 10 و 20 سانتیمتر) زیر و مجاور ردیف های کاشت بذر به میزان مساوی بعنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. شایان ذکر است که در تیمار کودپاشی (شاهد) پس از پاشیدن یکنواخت کود در کرت های مربوطه، کود بوسیله دستگاه

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه
Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for biologic yield, grain yield, harvest index and grain yield components

وزن هزار دانه 1000Kernel	دانه در ردیف Kernel per row	ردیف در بلال Row per ear	دانه در مترمربع Kernel per m ²	شاخص برداشت HI	عملکرد دانه GY	عملکرد بیولوژیک BY	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
4248.14 **	68.7 **	1.55 *	444090.00 *	47.34 *	0.86 ns	1.48 ns	3	بلوک Block
3712.95 ns	586.72 **	1.07 ns	4328300.77 ns	227.94 *	1787.0 **	47.88 **	2	سطوح کودی (A) Fertilizer rates (A)
873.65	13.15	0.45	104136.17	30.19	0.54	0.82	27	خطای اصلی Error a
3321.15 *	168.86 **	0.30 ns	1416064.26 **	226.79 **	6.27 **	3.14 *	3	شیوه‌های کوددهی (B) Fertilization methods (B)
831.06 ns	3.43 ns	0.39 ns	102954.65 ns	54.49 ns	0.92 ns	5.15 **	6	اثر متقابل سطوح کودی در شیوه کوددهی A×B
1242.44	105.13	1.83	225826.59	28.88	0.17	0.72	6	خطای فرعی Error b
13.5	12.0	5.04	15.2	10.3	12.6	8.2		ضرب تغییرات C.V. (%)

ns، * و ** به ترتیب نیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

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

به روش معمول کوددهی یعنی کودپاشی و عملیات دیسک‌زنی پس از آن است. احتمالاً دلیل این موضوع را می‌توان به گسترش بیشتر طول ریشه و جذب بیشتر و کارآمدتر فسفر در مراحل اولیه رشد نسبت داد. در ارتباط با برتری روش کودکاری توأمان، به نظر می‌رسد علت این افزایش عملکرد استفاده موثر گیاه از نوار دوم فسفر (نوار عمق 20 سانتی‌متر) که از مرحله تشکیل و ظهور بلال در گیاه شروع، و بعد از آن ادامه می‌یابد، است. البته مشاهدات موردی ریشه در کرت‌های مختلف تأییدکننده این واقعیت است. در پژوهشی مگهدی و خادمی (Magehdi & Khademi, 1999)، با بررسی اثر جایگذاری کود فسفره و پتاسه بر عملکرد دانه ذرت به نتیجه مشابهی پی بردند. در حالیکه بردلی و مالارینو (Bordoli & Mallarino, 1998) با مقایسه روش جایگذاری نواری و کودپاشی کود فسفره و پتاسه بر عملکرد دانه ذرت نشان دادند که جایگذاری کود فسفره اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد نداشته است. آنچه مسلم است این است که این اختلاف در نتایج، ناشی از تفاوت شرایط حاکم بر این آزمایش‌ها همانند سطوح کودی، روش کودکاری و کودپاشی، نوع رقم و اثر عوامل محیطی مختلف می‌باشد که برآیند همه آنها بسته به شرایط محیطی و زیستی تحقیق، باعث تغییر نتایج می‌شود.

اثر متقابل سطوح کود فسفره و شیوه کوددهی از نظر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید. در صورتی که مقادیر متفاوت کود فسفره در سطح احتمال 5 درصد، و روش کوددهی در سطح 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). این امر بیانگر مستقل بودن تأثیر هر کدام از این تیمارها بر شاخص برداشت است. همانگونه که در جدول 3 ملاحظه می‌شود سطوح کودی 150 و 300 کیلوگرم با تفاوت‌هایی در گروه آماری متنوعی قرار گرفتند. البته سطح کودی 300 کیلوگرم با اختلاف اندکی با تیمار شاهد در یک سطح آماری جا گرفتند. در حالی که از نظر شیوه کوددهی کودکاری نواری توأمان با 58 درصد در بالاترین مقدار خود، کودکاری نواری 10 و 20 سانتی‌متر به ترتیب با 55 و 52 درصد در گروه متوسط، و کودپاشی با 48 درصد در پایین‌ترین میزان خود قرار گرفتند (جدول 3). این موضوع حاکی از این است که شاخص برداشت به روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری گوناگون، عکس‌العمل نشان داده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تعداد دانه در مترمربع در جدول 1 آورده شده است. نتایج نشان داد گرچه این جزء عملکردی از نظر روش‌های متفاوت کوددهی در سطح 1 درصد معنی‌دار شد، ولی تحت تأثیر اثر متقابل دو تیمار و عامل اصلی (سطوح کودی) به تنهایی قرار نگرفت. با این وجود همانطور که در جدول مقایسه میانگین مشاهده می‌شود تمامی مقادیر کودی 0، 150 و 300 کیلوگرم در هکتار در یک سطح هستند (جدول 3). اما شیوه کوددهی نواری 10 و 20 سانتی‌متر، و کودکاری توأمان، به ترتیب با اختلاف 33، 23 و 49 درصد نسبت

اثر سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و اثرات متقابل سطوح مختلف کود فسفره و روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). بنابراین معنی‌دار بودن اثر متقابل نشان دهنده واکنش سطوح مختلف کود فسفره به روش‌های مختلف کوددهی است. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل بیانگر این مطلب است که در مقادیر 0 و 300 کیلوگرم در هکتار با روش‌های مختلف کوددهی، کود فسفره از نظر تأثیر بر عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود دارد. چنانکه این تیمارها در گروه آماری متفاوتی قرار گرفتند. در حالی که در تیمار 150 کیلوگرم در هکتار، بین شیوه‌های متفاوت کوددهی تفاوتی مشاهده نشد (جدول 2). به عبارت بهتر، عملکرد این تیمارها به کاربرد روش‌های کودپاشی و کودکاری در این سطح واکنش نشان نداد. اما در مورد استفاده از مقادیر 0 و 300 کیلوگرم همانگونه که در جدول 2 ملاحظه می‌شود در هر دو میزان کودی، به ترتیب کودکاری نواری توأمان 10 و 20 سانتی‌متر، 10 سانتی‌متر، 20 سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد (کودپاشی) برتری نشان دادند و در بالاترین سطح آماری قرار گرفتند. دلیل این امر را می‌توان به افزایش دسترسی ریشه گیاه به این عنصر و کاهش سطح تماس این نمک (کود فسفره) با بذرها که موجب سوختگی گیاهچه‌ها می‌شود، مربوط دانست. صرف‌نظر از مقادیر مختلف کود فسفره در آزمایش با بررسی روش‌های مختلف کوددهی بر روی جایگذاری کودهای N، P و K در ذرت، گزارش شد که عملکرد بیولوژیک روش کودکاری نواری بیشتر از کودپاشی است (Buah et al., 2000). در مطالعه‌ای دیگر، در گندم تفاوت معنی‌داری را در افزایش عملکرد بیولوژیک انواع روش‌های کوددهی به ویژه در روش دو نوار کودکاری کود فسفره مشاهده شد (Gokman & Sencar, 1992).

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول 1) مشاهده می‌شود عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر سطوح گوناگون کود فسفره و روش‌های کوددهی قرار گرفت، و به ترتیب در سطح آماری 1 و 5 درصد معنی‌دار شد. در صورتی که اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار نشد. چنانکه جدول مقایسه میانگین نشان داد اختلاف سطوح کودی 150 و 300 با تیمار شاهد (صفر کیلوگرم در هکتار) به ترتیب 36 و 40 درصد بود و هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 3). بدیهی است که این امر لزوم افزایش مصرف کودهای شیمیایی برای حصول عملکرد بالاتر را به خوبی منتفی می‌نماید. از نظر روش‌های مختلف کوددهی تفاوت کودکاری نواری اعماق 10، 20 و توأمان 10 و 20 سانتی‌متر با تیمار کودپاشی (شاهد) به ترتیب 20، 14 و 34 درصد بود. که این مسئله به وضوح حاکی از افزایش کارایی مصرف کود در روش کودکاری نواری، به ویژه شیوه نوار توأمان 10 و 20 سانتی‌متر نسبت

ردیف در سه گروه تقسیم‌بندی شدند که عبارتند از: گروه اول شامل کودپاشی (25/5)، گروه دوم کودکاری نواری با اعماق 10 و 20 سانتی متر (به ترتیب 31/4 و 29/9)، و گروه سوم کودکاری نواری توأمان (34/5) بود.

نتیجه تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر روی وزن هزاردانه در جدول 1 آورده شده است. این نتایج نشان داد که سطوح مختلف کود فسفره، و اثر متقابل سطوح کودی و شیوه کوددهی معنی‌دار نگردید، در حالیکه تأثیر معنی‌داری در استفاده از تیمارهای مختلف شیوه کوددهی در سطح 5 درصد مشاهده می‌شود. چنانکه در جدول مقایسه میانگین ملاحظه می‌گردد انواع کودکاری نواری نسبت به کودپاشی باعث افزایش وزن هزاردانه بیشتری در گیاه شده است (جدول 3). به نحوی که کودکاری نواری با عمق 10، 20 و توأمان 10 و 20 سانتی متر به ترتیب با 224، 229 و 229 گرم در یک سطح آماری، و تیمار شاهد (کودپاشی) با 194 گرم به تنهایی در سطح آماری دیگری قرار گرفته است، ولی کودکاری در یک نوار و دو نوار تفاوت قابل توجهی در افزایش وزن هزاردانه نشان نداد.

به شاهد کودپاشی، در گروه آماری متنوعی قرار گرفتند (جدول 3). همانگونه که در این جدول دیده می‌شود علیرغم تفاوت 10 درصدی میان کودکاری اعماق 10 و 20 سانتی متر، هر دو روش دارای حروف مشترکی هستند، بنابراین از نظر آزمون آماری یکسان هستند. در صورتی که روش کوددهی توأمان با 49 درصد تفاوت با شاهد، بالاترین گروه آماری را در میان سایر روش‌ها اشغال نمود.

تجزیه واریانس اثر متقابل سطوح متفاوت کود فسفره و روش‌های کوددهی بر تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. با این وجود اثر هر کدام از این تیمارها بر این صفت در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار شد (جدول 1). بنحویکه آزمون مقایسه میانگین نشان داد که هم بین مقادیر 0، 150 و 300 کیلوگرم کود فسفره، و هم میان روش‌های کودپاشی و کودکاری نواری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر سطوح مختلف کودی بیشترین و کمترین دانه در ردیف با میانگین 36/8 دانه به سطح 150، و با 24/8 دانه به مقدار 0 کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. سطح 300 کیلوگرم با وجود تفاوت 18 درصدی با شاهد، اما در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 3). روش‌های گوناگون کوددهی به ترتیب کمترین، متوسط و بیشترین شمار دانه در

جدول 2- مقایسه میانگین جداگانه اثرات متقابل سطوح مختلف کود فسفره و شیوه‌های کوددهی برای عملکرد بیولوژیک

Table 2- Mean comparison of interaction of phosphorus fertilizer various rates and fertilization methods for biological yield

عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (t.ha ⁻¹)	سطوح کود فسفره (کیلوگرم در هکتار) Phosphorus fertilizer rates (kg.ha ⁻¹)	شیوه‌های کوددهی fertilization methods (cm)
8.5 d*	0	Broadcast fertilizer
8.7 b	0	Banding
8.6 c	0	Banding
11.2 a	0	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20
10.4 a	150	Broadcast fertilizer
11.0 a	150	Banding
10.9 a	150	Banding
12.1 a	150	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20
12.1 c	300	Broadcast fertilizer
13.6 b	300	Banding
13.6 b	300	Banding
14.4 a	300	نوار توأمان 10 و 20 Double banding 10 & 20

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانکن 5%).

*Means followed in each column by similar letter (s) are not significantly different (Duncan= 5%).

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود فسفره و شیوه‌های کوددهی برای عملکرد دانه، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه
Table 3- Mean comparison of phosphorus fertilizer various rates and fertilization methods for grain yield, harvest index and grain yield components

وزن هزارانه (گرم) 1000-Kernel (g)	دانه در ردیف Kernel per row	دانه در مترمربع Kernel per m ²	شاخص برداشت HI (%)	عملکرد دانه (تن) Grain yield (t.ha ⁻¹)	تیمارها
سطوح کود فسفره Phosphorus fertilizer rates (kg.ha ⁻¹)					
201.5 a	24.8 b	1607.7 a	50.1 b	4.7 b*	0
227.4 a	36.8 a	2647.6 a	57.5 a	6.4 a	150
228.3 a	29.4 ab	2105.4 a	52.3 b	6.6 a	300
شیوه‌های کوددهی Fertilization methods (cm)					
194.3 b	25.5 c	1680.5 c	47.8 c	5.0 c	کودپاشی Broadcast fertilizer
228.7 a	31.4 b	2234.9 ab	54.9 ab	6.0 b	Banding 10
224.2 a	29.9 b	2065.2 b	52.5 b	5.7 b	Banding 20
229.0 a	34.5 a	2500.4 a	58.1 a	6.7 a	Double banding 10 & 20 نوار توأمان ۱۰ و ۲۰

* Means followed in each column by similar letter (s) are not significantly different (Duncan= 5%).

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی دار می‌باشد (دانکن = ۵٪).

*حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد (دانش / α=5%).

*Means followed in each column by similar letter (s) are not significantly different (Duncan= 5%).

نتیجه‌گیری

از آنجا که عملکرد ذرت در مقادیر 150 و 300 کیلوگرم کود

فسفره در هکتار در یک سطح آماری هستند به منظور کاهش هزینه‌ها و مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌توان از سطح 150 کیلوگرم در هکتار استفاده نمود. ضمناً برای ممانعت از رسوب فسفر و نتیجتاً

افزایش کارایی جذب ریشه، کاهش سوختگی فیزیکی گیاهچه‌ها،
 صرفه‌جویی مصرف کود و کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در
 روش کودکاری نواری (به ویژه سیستم نواری توأمان 10 و 20
 سانتی‌متر) نسبت به کودپاشی، توصیه می‌شود.

منابع

- 1- Alston, A.M. 1980. Response of wheat to deep placement of nitrogen and phosphorus fertilizer on a soil high in phosphorus fertilizer in surface layer. Australia. Journal of Agricultural Research 31: 13-24
- 2- Bordoli, J.M., and Mallarino, A.P. 1998. Deep and shallow banding of phosphorus and potassium as alternatives to broadcast fertilization for no-till corn. Agronomy Journal 90: 27-33.
- 3- Buah, S., Polito, T.A., and Killorn, R. 2000. No-tillage corn response to placement of fertilizer nitrogen, phosphorus, and potassium common. Soil Science 31: 3121-3133.
- 4- Gokman, S., and Sencar, O. 1992. Effect of phosphorus fertilizer and application methods on yield of wheat grain under dry-land condition. Journal of Agriculture and Forestry 23: 393-399.
- 5- Malakooti, M.J. 2005. Sustainable Agriculture and Yield Increasing with Optimization of Fertilizer Consumption in Iran. Sana Publication, Tehran. (In Persian)
- 6- Malakooti, M.J., and Hammaei, M. 2003. Soil Fertility of Arid and Semi-arid Areas, Problems and Solutions. Tarbiat Modarres University Publication, Tehran. (In Persian)
- 7- Magehdi, R., and Khademi, Z. 1999. Effect of placement of potassium and phosphorous fertilizers on corn yield. In: Proceedings of the International Symposium of the Soil and Water Research pp. 311-315.
- 8- Rehm. G.W. 2002. Use of banded fertilizer for corn production. University of Minnesota Extension Services, pp. 25-74.
- 9- Sander, D.H., and Eghal, B. 1998. Planting date and phosphorus fertilizer placement effects on winter wheat. Agronomy Journal 5: 707-717.
- 10- Sims, A.L. 2002. Hard red spring wheat response to phosphorus fertilizer place in various band widths. North West Research and Outreach Center Press 39: 245-256.



Estimation model the virtual profit of organic wheat in transition period (Case study of Khorasan Razavi province)

M. Ghorbani^{1*}, M. Rajabzadeh² and H. Zare Mirakabad³

Submitted: 15-06-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

Wheat production with the least use of chemical inputs is an important goal of modern farming to decrease of negative effects of the use of chemical inputs. This paper has estimated the virtual profit of organic wheat in transition period using a cross sectional data of 453 wheat producers of Khorasan Razavi province during 2007. A model introduced to this objective so that it has ability of estimation the virtual yield, revenues, costs and profit of organic wheat based on traditional wheat input-output data. Results of study showed that yield loss of organic wheat compensate in extremely six years. It can consider transition period from one to six year based on price of organic wheat but compensation of reducing farmer's revenue is easier and price pressure on consumer level is lower in six years transition period. Based on the results of the present study, using of introduced model structure is recommended in order to estimate the virtual profit of agricultural organic products.

Keywords: Cost, Organic products, Price, Revenue, Yield

1, 2 and 3- Associate Prof. of Agricultural Economics, Graduate student of Commercial Management and Former graduate student of Biotechnology and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*-Corresponding author Email: ghorbani@um.ac.ir)



Response of yield and yield components of three sesame (*Sesame indicum* L.) cultivars to application of nitrogen and supernitroplus biofertilizer

R. Hasanpour¹, H. Pirdashti^{2*}, M.A. Esmaili³ and A. Abbasian⁴

Submitted: 15-06-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

Recently, biofertilizer application is growing to meet sustainable agriculture goals. The present experiment was designed to evaluate four nitrogen levels (0, 60, 90 and 120 kg N.ha⁻¹) as main plots, two supernitroplus biofertilizer levels (with and without biofertilizer) as sub-plots on yield and yield components of three sesame cultivars (Naz, Oltan and Varamin) as sub-sub-plots in a split-split plot experiment arranged in a randomized complete block design with three replications. Nitrogen rates had a significant effect on number of capsule per plant, number of seed per capsule, 1000-seed-weight, number of stem branch per plant and seed yield. Application of biofertilizers could increase percentage of fertile flower in all cultivars while number of capsule per plant increased only in Varamin. Application of biofertilizer caused an increase in seed yield by 10% compared to control. Optimum amount of seed yield was belong to Oltan (3240 kg.ha⁻¹) with 60 kg N.ha⁻¹, Naz 2971 kg.ha⁻¹) and Varamin (2319 kg.ha⁻¹) with 90 and 120 kg N.ha⁻¹. Oltan was superior than Naz while Naz had better performance than Varamin for seed yield.

Keywords: Number of capsule per plant, Number of seed per capsule, Number of stem branch per plant, Percentage of fertile flower, 1000-seed weight



Comparison of two organic fertilizers along with Zn and B elements on concentration, uptake of nutrients and some growth parameters in millet (*Panicum miliaceum* L.)

T. Nezhad hoseini¹, A. R. Astarai^{2*}, R. Khorasani² and H. Emami²

Submitted: 19-06-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

A field experiment was conducted to study the effect of two organic fertilizers along with zinc and boron elements on some growth parameters, concentration and uptake of nutrients in millet (*Panicum miliaceum* L.) by using factorial based on randomized completely block design with three replications in Qaen region, Iran. The main treatments were municipal solid waste compost and cow manure (each at 0 and 25 t.ha⁻¹) and sub treatments were elements of Zn (0, 50 kg.ha⁻¹) and B (0, 10 kg.ha⁻¹) using their respective ZnSO₄ and H₃BO₃ salts. Results showed that treatments interaction had significant effects on total dry matter yield, number of tillers per plant and plant height of Millet. The highest total dry matter production was achieved by interaction of cow manure along with Zn and B elements. Concentrations of N, Fe, Zn, B and Cu in plant were increased significantly by treatments interaction effects compared to control. Interaction effect of organic fertilizers with B (in the absence of Zn) enhanced plant B concentration significantly, whereas, interaction of organic fertilizers with Zn (in the absence of B) decreased B concentration in plant. The highest plant uptake of N, P, K, Zn, and B was observed in plots with cow manure and Zn and B elements.

Keywords: Cow manure, Micro elements, Municipal solid waste compost, Plant nutrition

1, 2 and 3- MSc student, Associate Prof., and Assistant Prof. of Soil Science Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

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



Evaluation of yield and yield components in additive intercropping of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under complete and limited irrigation conditions

S. Sanjani^{1*}, M.B. Hosseini², M.R. Chaichi³, and S. Rezvan beydokhti⁴

Submitted: 22-06-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

To evaluate the yield and yield components in additive intercropping system of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under limited irrigation condition, an experiment was conducted in Research Farm of College of Agriculture, University of Tehran, during spring 2006. The experimental treatments were arranged in split plots based on a complete randomized block design with four replications. The limited irrigation (moisture stress) treatments of IR1: normal weekly irrigation (control), IR2: moderate moisture stress during vegetative and generative growth, IR3: moderate moisture stress during vegetative and severe during generative growth, IR4: severe moisture stress during vegetative and moderate during generative growth, were allocated to the main plots and different combinations of sorghum and cowpea in additive intercropping systems of S1: sole sorghum (weed free), S2, S3 and S4 additive series of 15, 30 and 45% of the sole cowpea seed rate mixed with full sorghum seed rate, respectively and S5: sole sorghum (weeded), were allocated to sub plots. The results of the experiment showed that there was a significant effect of limited irrigation systems, additive intercropping systems and their interaction on yield and yield components of sorghum and cowpea. The highest grain yield of sorghum was obtained in normal weekly irrigation treatment (control) which was followed by IR2 irrigation system. The same result was obtained in weed free sorghum treatment which was followed by additive mixture of sorghum+45% cowpea. Additive mixture of sorghum+45% cowpea was the most stable production system at different limited irrigation systems. The highest total sorghum yield (equivalent yield) was obtained in IR1-S4 treatment which was followed by IR2-S4. Based on the results of this experiment the additive mixed cropping of sorghum+ 45% sole seed rate cowpea at moderate limited irrigation (IR2) could be recommended for yield advantages, higher income, and more efficient utilization of resources in arid and semi arid areas of Iran.

Keywords: Equivalent yield, Intercropping, Water stress, Weed,

1, 2, 3 and 4- Ph.D student College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Assistant and Associate Professors, Faculty of Agronomy and Animal Science, Tehran University and Member of staff, Department of Agronomy, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran, respectively.
(*-Corresponding author Email: Sanjani20_s@yahoo.com)



The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of Saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior

A. Koocheki^{1*}, A. Siahmarguee², G. Azizi³ and M. Jahani-Kondori⁴

Submitted: 25-06-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

In order to investigate the effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of Saffron, a field experiment was conducted as a complete randomized block design with three replications in Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during two growing seasons of 2008-2009 and 2009-2010. Treatments were six levels of high densities (8, 11, 13, 16, 19 and 21 ton corms per hectare) and three planting depths (5, 10 and 15 cm). Results indicated that the flowering rate increased in the second year and maximum and minimum of flower number, dry weight of flower and stigma were observed in 10 cm and 5 cm planting depth, respectively. With increasing corm density, flower number, dry weight of flower and stigma were increased significantly and maximum flower number, dry weight of flower and stigma were obtained in 19 and 21 tone corm per hectare. Result of this study showed that the maximum flower and stigma yield was obtained with 10cm planting depth and 19 t.ha⁻¹. The highest and lowest number of corms observed in 21 and 8 t.ha⁻¹ corms planting with 213.17 and 80.22 corms in m², respectively; however, the maximum dry weight of corm was obtained in 11 tone corms per hectare. The maximum and the minimum of corm number was found in 5 cm and 15 cm planting depth but the highest and lowest dry weights of corm was obtained in 15 cm and 5cm planting depth, respectively.

Keyword: Corm yield, High density planting, Planting depth, Stigma and flower yield

1, 2, 3 and 4- Prof. from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Department of Agronomy, Payam Noor University, Sabzevar, and PhD student from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

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



Studying correlation and regression equations between traits of grain corn under different fertilizer combinations and drought stress condition

M. Zarabi^{1*}, I. Alahdadi², G.A. Akbari², H. Iranejad² and G.A. Akbari³

Submitted: 01-07-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

In order to study the combined and separate effects of phosphorus fertilizer, phosphate-solubilizing bacteria and mycorrhizal fungus on adjusting and reducing the loss of yield resulting from drought stress during the stage of growth of grain corn (SC704) an experiment was performed in Aboureihan Campus of the University of Tehran, Iran, during 2007-2008. The experiment was conducted as split plot based on a randomised completely block design (RCBD) with four replications. Experimental factors were drought stress as the main-plot [irrigation after 50 [without drought stress], 100 and 150 mm evaporation from pan class A, and fertilizer compounds as the sub-plot (100% phosphorus (b_5), 50% super phosphate triple+ mycorrhizal fungus + Phosphate-solubilizing bacteria (b_2), mycorrhizal fungus + Phosphate-solubilizing bacteria (b_1), 50% super phosphate triple + Phosphate-solubilizing bacteria (b_3), and 50% super phosphate triple + mycorrhizal fungus (b_4)). Drought stress happened after seedling establishment. Result of variance analysis showed that drought stress significantly affected plant height, stem dry weight, stem diameter, ear height, kernel number per row, 300 kernel weight, ear weight, ear length, ear diameter, cob diameter, kernel depth, cob percentage and total yield traits. Also, there was not significantly difference between fertilizer treatment for number of Leaf per plant, stem diameter and ear height traits. All the assessed traits in b_2 inoculated treatment showed of higher values than other treats under water deficit stress condition. Furthermore, the investigated traits of b_5 treat under severe water deficit stress were significantly less pronounced than normal irrigation and low stressed conditions. The results showed that all measured traits in seed inoculums with b_2 under the low drought stress stood higher than other treats. Using stepwise regression was performed for grain corn in all conditions and in high stress conditions four traits have been extracted, which describe most 90% of yield variations. These results have completely coincidence with simple correlation analysis.

Keywords: Mycorrhiza fungies, Phosphate-solubilizing bacteria, Super phosphate triple

1, 2 and 3- M.Sc student of Agronomy & Plant Breeding, Associate Prof. and Assistant Prof. from Dept of Agronomy and Plant Breeding, Abouraihan Campus, University of Tehran, Iran, respectively.

(*-Corresponding author Email: zarabi@ut.ac.ir)



Evaluation of freezing tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under controlled conditions

A. Nezami^{1*} and Z. Boroumand Rezazadeh²

Submitted: 06-07-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

In order to evaluate the effect of freezing stress on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes, an experiment was conducted in Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Treatments included 6 genotypes (K.W.3, K.W.6, K.W.16, Zarghan 279, Line 295 and IL-111) and freezing temperatures (0, -4, -8, -12, -16 and -20 °C). The trial was arranged as factorial based on completely randomized design with three replications. Plants were grown in small pots in natural environment till 5-7 leaf stage and then transferred to controlled conditions and freezing stress were imposed. Survival percentage, plant height, number of nodes per stem, length of internodes, leaf number and area, stem, leaf and plant dry weight were determined after three weeks (end of recovery). Results indicated that there was no difference between genotypes in survival percentage and lethal temperature 50 (LT₅₀) was between -13 to -13.5°C. Recovery of plants showed that the dry matter of safflower genotypes was significantly different and the lowest was belonging to IL-111 genotype. The lowest LT₅₀ and Reduced Dry Matter Temperature 50 (RDMT₅₀) was belong to the Line 295 and IL-111 showing the recovery weakness of these two genotypes compared to others.

Keywords: LT₅₀, RDMT₅₀, Recovery, Survival percentage

1 and 2- Associate Prof., and PhD student from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

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



Allelopathic effects of pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) organs on seed germination and seedling growth of canola (*Brassica napus* L.)

T. Hamidi^{1*} and R. Hamidi²

Submitted: 16-07-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

Greenhouse and laboratory studies were conducted to examine the allelopathic effects of water extracts of pigweed (*Amaranthus retroflexu* L.) leaf, stem, root and flower at different growth stages on canola seed germination and seedling growth. Water extracts of leaf, stem, root and flower as individually, binary, ternary and quadri mixtures at 0, 50 and 100% concentrations were made and their effects on the germination, shoot and root length, shoot and root dry matter of canola were investigated. Experiment was conducted in a completely randomized design in factorial arrangement with three replications. The results showed that quadric mixture of leaf, stem, root and flower exerted the most inhibitory effects on canola germination at 100% concentration in maturity stage. The most inhibitory effects on canola shoot length at 100% concentration in 2-4 leaf stage were observed in ternary mixture of leaf, stem and root extract. Quadric mixture of leaf, stem, root and flower extracts had the most inhibitory effects on canola root length at 100% concentration in maturity stage. The most inhibitory effects were observed in quadric mixture extract on canola shoot dry matter at 100% concentration in maturity stage. Ternary extract of leaf, stem and root extracts showed the most inhibitory effects on canola root dry matter at 100% concentration at 2-4 leaf stage.

Keywords: Joint effects of allelochemicals, Vegetation stage and flowering stage, Weed

1 and 2- M.Sc. Student of Agronomy and Assistant Prof. of Department of Crop Production and Plant breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.

(* -Corresponding author Email: ta.hamidi@gmail.com)



Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.)

A.A. Mohammad Abadi¹, P. Rezvani Moghaddam^{2*} and J. Fallahi³

Submitted: 16-07-2010

Accepted: 24-11-2010

Abstract

Studies on crop improvement of saffron (*Crocus sativus* L.) can play an important role in development of this native crop. In this context, an experiment was conducted at Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, as a factorial based on randomized complete block design with three replications, during 2005-2010 years. First studied factor was planting pattern of saffron (planting distances of 20×5, 20×10, 20×15 and 20×20 cm) and the second one was irrigation management (first irrigation performed at the beginning of September, the beginning of October and early November). During these experiments these criteria were studied: fresh flowers yield, stigma dry yield, fresh and dry forage yield, number of mother corm, number of replacement corm, replacement number of corm per mother corm, the total weight of corms without scales, the total weight of scales, weight ratio of corm scales-less to scales, the total weight of corms, the average weight of corms, average diameter of corms, average number of buds per corm, the total number of buds, the percentage of corm with abnormal root, leaf dry weight and leaf area. The results showed that, only the planting pattern was affected the studied indexes and the influence of irrigation time and interaction effects between planting pattern and irrigation was not significant. The results of mean comparison showed that the pattern 10×20 cm was comparatively advantage in respect to the studied characteristics. As in this treatment more fresh flower yield (170 kg.ha⁻¹), dry stigma yield (12 kg.ha⁻¹), average weight of corms (9.2 g) and average corm diameter (1.5 cm) was observed. The highest yield of fresh and dry forage (3916 and 1276 kg.ha⁻¹, respectively) was obtained in the pattern 5×20 cm, and then was located 10×20 cm. Moreover, the highest frequency of corm was stand in weight of less than three grams and less than two centimeters in diameter.

Keywords: Cash crop, Flower, Forage, Stigma

1, 2 and 3- Instructor, Prof., and PhD student in Crops Ecology, Center of Excellency for Special Crops, Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, respectively, Iran, respectively.

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



Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices

F. Eslami Khalili¹, H. Pirdashti^{2*} and A. Motaghian³

Submitted: 16-07-2010

Accepted: 29-12-2010

Abstract

In order to study the intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) an experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with two factors and three replications at Sari Agricultural Science and Natural Resources University during 2009. The first factor was two seed ratios include D₁: 75 and 150 kg.ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively (optimum seed ratio) and D₂: 100 and 200 kg.ha⁻¹ of faba bean and barley, respectively (high seed ratio) and the second factor consisted of different planting ratio, P₁: sole cropping of faba bean, P₂: 50% faba bean + 50 % barley, P₃: 75% faba bean + 25% barley, P₄: 25% faba bean + 75% barley, P₅: sole cropping of barley. Land equivalent ratio (LER) indicated that intercropping of 25% faba bean + 75% barley was better than 50% faba bean + 50% barley. According to significant interaction effects of density and intercropping ratio in terms of seed yield and some competitive indices for both crop species, the highest barley and faba bean yield (3306.66 and 4884.56 kg.ha⁻¹, respectively) were observed in sole cropping with high density. In this experiment, the 75 % faba bean + 25 % mixture with high density was recorded highest intercropping yield, barley aggressivity value and 27% yield increases of barley in mix-proportion compared to sole crops. Also, the most of faba bean aggressivity value and faba bean yield increases in mix-proportion compared to sole crop were obtained when 25% faba bean + 75% barley mixture with optimum density was used. Furthermore the 75% faba bean + 25% barley treatment plus optimum seed ratio had highest system productivity index.

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

1- MSc student, Islamic Azad University, Ghaemshahr Branch, Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University and MSc of Agronomy, Rice and Citrus Research Institute, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, respectively.

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



Evaluation of radiation absorption and use efficiency in replacement series intercropping of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.)

F. Hosseinpanahi^{1*}, F. Pouramir¹, A. Koocheki², M. Nassiri² and R. Ghorbani³

Submitted: 21-07-2010

Accepted: 29-12-2010

Abstract

The present study was carried out to evaluate radiation absorption and use efficiency (RUE) in replacement series intercropping of chickpea and sesame. The Experiment included main factor A (planting methods) with two levels a_1 (row planting) and a_2 (mixed planting) and factor B (replacement planting pattern) consisting of five levels b_1 (chickpea monoculture), b_2 (75% chickpea+25% sesame), b_3 (50% chickpea+50% sesame), b_4 (25% chickpea+75% sesame) and b_5 (sesame monoculture). The experiment was arranged in a split plots based on randomized complete blocks design with three replications. Results showed that sesame RUE was higher than chickpea RUE in all treatments. The amount of sesame RUE varied from 1.33 up to 2.07 g.MJ⁻¹ PAR and from 1.27 up to 1.66 g.MJ⁻¹ PAR in row planting and mixed planting, respectively. RUE chickpea, also varied from 0.86 up to 1.14 g.MJ⁻¹ PAR and from 0.48 up to 0.99 g.MJ⁻¹ PAR in row planting and mixed planting, respectively. The results also showed that sesame and chickpea RUE of intercropping treatments was higher than monocrop. In general, the amount of RUE of both crops in row planting was higher than mixed planting either in intercrop or monocrop treatments. On the basis of these results the best recommendable treatment for intercropping is 75% chickpea+25% sesame based on row planting. The chickpea RUE of this treatment was highest level (1.14 g.MJ⁻¹) among the other treatments and the sesame RUE of this treatment was higher than sesame monocrop RUE. The results of radiation absorption showed that in row intercropping treatments the amount of radiation absorption was higher than sesame monocrop but had not significant differences with chickpea monocrop. The amount of radiation absorption of mixed planting was lower than row planting. Furthermore, the differences between radiation absorption of mixed intercropping treatments and monocrop were not equal to the differences between radiation absorption of row intercropping treatments and monocrop.

Keywords: Mixed intercropping, Photosynthetic active radiation, Row intercropping, Shading

1, 2 and 3- PhD Students of Crop Physiology, Prof., and Associate Prof., from Department of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.

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



Effect of drought and salinity stresses on germination indices of vetch (*Vicia villosa* L.)

S. Ghaderi¹, J. Ghorbani^{2*}, P. Gholami¹, A. Karimzadeh¹ and F. Salarian¹

Submitted: 27-07-2010

Accepted: 29-12-2010

Abstract

One of the important issues in the arid and semi-arid regions is the water deficit and soil salinity. Therefore, selecting tolerant species to salinity and drought especially in seed germination and emergence stage is important. In the present study the effects of drought and salt stress on seed germination of vetch (*Vicia villosa* L.) which is palatable forage was investigated. The germination percentage, germination rate, plumule and radicle, seed vigor and alometric coefficient under both stresses were recorded. A completely randomised design was carried out using six salinity treatments (control distilled water, 50, 100, 150, 200 and 300 mM NaCl) and six drought treatments (control, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 MPa polyethylene glycol 6000). For each treatment 15 seeds in Petri dish were placed as replicate and put in Germinator for two weeks. Results showed that both stresses significantly ($P < 0.001$) influenced seed germination trait as a result we found a significant reduction of percentage of seed germination, seed germination rate, plumule and radicle, alometric coefficient, and seed vigor. Seed germination was found up to 300 mM NaCl and 0.2 MPa whereas the growth of stem and root stopped at 100 and 200 mM NaCl, respectively.

Keywords: Germination percentage, Germination rate, Plumule root, Radicle root, Seed vigor index

1 and 2- MSC student and Assistant Prof., from Range Management, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, respectively.

(* -Corresponding author Email: j.ghorbani@sanru.ac.ir)



Influence of various rates of triple super phosphate and fertilizer efficiency of broadcasting and banding methods on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.)

M. Loveimi^{1*}, A. Bakhshandeh² and A. Chaab³

Submitted: 21-08-2010

Accepted: 29-12-2010

Abstract

In order to investigate the effect of various rates of phosphorus fertilizer and efficiency amount of broadcasting and banding methods on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.), a field experiment were arranged in a split-plot design based on a randomized complete block design with four replications at the Research field, Ramin Agricultural and Natural Resources University, Mollathani, Khouzestan, Iran, during 2008 growing season. Treatments included: phosphorus various amounts (0, 150 and 300 kg.ha⁻¹) as main factor from triple-super phosphate source, and fertilization methods (broadcast fertilizer, banding fertilizer in depths of 10, 20 cm and double banding application in depths of 10 and 20 cm), as sub factor. The results indicated that interaction of phosphorus fertilizer various rates and fertilization methods did not have a significant effect on yield and yield components of corn grain (exception biological yield). However, all various phosphorus fertilizer rates and fertilization methods caused significant differences among grain yield, harvest index and the number grain per row. Between the number of grains per m² and 1000-Kernel were signification differences while fertilizer rates were not significantly different on traits. The number row per ear was not affected by any treatments. In addition, grain yield of double banding treatment was 34% higher than broadcast fertilizer (control) and in fertilizer rate of 150 kg.ha⁻¹ 36% it was higher than 0 kg.ha⁻¹.

Keywords: Banding fertilizer, Fertilization method, Grain yield

1, 2 and 3- MSc student Agricultural organization of Khouzestan, Prof. of Agronomy Department, Ramin Agricultural and Natural Resources University (Khouzestan) and MSc student of Agronomy, Ramin Agricultural and Natural Resources University (Khouzestan), Iran, respectively.

(*Corresponding author Email: malekloveymi@yahoo.com)

Contents

<u>Paper topic</u>	<u>Author(s)</u>	<u>Page</u>
Estimation model the virtual profit of organic wheat in transition period (Case study of Khorasan Razavi province)		1
M. Ghorbani, M. Rajabzadeh and H. Zare Mirakabad		
Response of yield and yield components of three sesame (<i>Sesame indicum</i> L.) cultivars to application of nitrogen and supernitroplus biofertilizer		9
R. Hasanpour, H. Pirdashti, M.A. Esmaeili and A. Abbasian		
Comparison of two organic fertilizers along with Zn and B elements on concentration, uptake of nutrients and some growth parameters in millet (<i>Panicum miliaceum</i> L.)		17
T. Nezhad hoseini, A. R. Astaraei, R. Khorasani and H. Emami		
Evaluation of yield and yield components in additive intercropping of grain sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) and cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.) under complete and limited irrigation conditions		25
S. Sanjani, M.B. Hosseini, M.R. Chaichi, and S. Rezvan beydokhti		
The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristic of Saffron (<i>Crocus sativus</i> L.) and corms behavior		36
A. Koocheki, A. Siahmarguee, G. Azizi and M. Jahani-Kondori		
Studying correlation and regression equations between traits of grain corn under different fertilizer combinations and drought stress condition		50
M. Zarabi, I. Alahdadi, G.A. Akbari, H. Iranejad and G.A. Akbari		
Evaluation of freezing tolerance in safflower (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) genotypes under controlled conditions		65
A. Nezami and Z. Boroumand Rezazadeh		
Allelopathic effects of pigweed (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.) organs on seed germination and seedling growth of canola (<i>Brassica napus</i> L.)		72
T. Hamidi and R. Hamidi		
Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron (<i>Crocus sativus</i> L.)		83
A.A. Mohammad Abadi, P. Rezvani Moghaddam and J. Fallahi		
Evaluation of barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) and faba bean (<i>Vicia faba</i> L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices		93
F. Eslami Khalili, H. Pirdashti and A. Motaghian		
Evaluation of radiation absorption and use efficiency in replacement series intercropping of chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) and sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.)		105
F. Hosseinpanahi, F. Pouramir, A. Koocheki, M. Nassiri and R. Ghorbani		
Effect of drought and salinity stresses on germination indices of vetch (<i>Vicia villosa</i> L.)		120
S. Ghaderi, J. Ghorbani, P. Gholami, A. Karimzadeh and F. Salarian		
Influence of various rates of triple super phosphate and fertilizer efficiency of broadcasting and banding methods on yield and yield components of corn (<i>Zea mays</i> L.)		130
M. Loveimi, A. Bakhshandeh and A. Chaab		
English abstracts		138-150