مجـــله زراعـــت و اصـــلاح نبـــاتات

جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳

انتشار این فصلنامه طی نامه شماره ۷۸/۱۵۵۵۰۹ مورد تائید کمیسیون بررسی و تائید نشریات علمی دانشگاه آزاد اسلامی قرار گرفته است.

شاپا: ۸۴۸۵-۲۰۰۸

صاحب امتیاز: دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مدیر مسئول: دکتر محمد رضا اردکانی

سردبیر: دکتر داود حبیبی

مدیر داخلی: دکتر عبداله محمدی

گروه دبیران (هیات تحریریه) (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمد رضا اردکانی استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

دکتر داود حبیبی استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

دکتر ناصر خدابنده استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر داریوش فتح اله طالقانی دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند

دکتر محمد رضا بی همتا استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر اسلام مجیدی هروان استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی

دکتر شیرمحمد معز اردلان دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر سعید وزان دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

ویراستاران (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمد نبی ایلکایی

دکتر محمد رضا بی همتا

دکتر داود حبیبی

دکتر سعید صادق زاده حمایتی

دکتر مهدی صادقی شعاع

دکتر امین طیبی میگونی

دکتر داریوش فتح اله طالقانی

دکتر عبداله محمدی

دکتر خداداد مصطفوی

دکتر سعید وزان

مدیر هماهنگی: مهندس سهیلا زمانی نسب

طراح جلد: خانم نگین منوچهری

صفحه آرایی: کانون تبلیغاتی نوژن طراحان

تایپ کامپیوتری: دفتر مجله زراعت و اصلاح نباتات

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

نشانی: کرج-مهرشهر- بلوار ارم - بلوارآزادی- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تلفن: ۳۳۲۰۰۲۲۰- ۰۲۶ **فاکس:** ۳۳۲۰۲۵۲۳- ۰۲۶

پست الکترونیکی: JAPB@kiau. ac. ir

مجله زراعت و اصلاح نباتات، سالانه در چهار شماره منتشر می‌شود حق اشتراک سالانه برای هر جـلد (۴ شماره) ۲۴۰۰۰ریال است که برای دانـــشجویان ۵۰٪ تخفیف داده می‌شود. از علاقمندان اشتراک درخواست می‌شود، مبلغ اشتراک را به حساب جاری شماره ۱۱۵۰- بانک ملی - شعبه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به نام دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واریز واصل رسید را با نشانی کامل به دفتر مجله ارسال دارند (فرم اشتراک ضمیمه می‌باشد)

تأیید به درجه علمی

به استناد مصوبات کمیسیون بررسی و تأیید مجلات علمی دانشگاه آزاد اسلامی و براساس رأی سی‌وششمین و سی‌وهفتمین جلسه مورخ ۱۳۸٦/٤/۲۸ کمیسیون مذکور مجله **زراعت و اصلاح نباتات** دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج حائز شرایط دریافت درجه **علمی پژوهشی** شناخته شد.

این تأییدیه از تاریخ تصویب به مدت یک سال معتبر است.

دکتر تقی ترابی
معاون پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی

درج درجه علمی بر روی جلد و شماره پروانه در داخل مجله الزامی است.

تذهیب شماره ۵۰۲ اثر عباس خوشی - فرهنگسرای میردشتی مشهد ۸۵۴۴۹۵۱ - ۰۵۱۱ - تهران ۶۴۹-۶۶۱/۲ حق طبع محفوظ

به نام خدا

راهنمای تهیه مقاله برای «مجله زراعت و اصلاح نباتات»

«مجله زراعت و اصلاح نباتات» مقاله‌های تحقیقی تهیه شده در زمینه علوم کشاورزی (زراعت، اصلاح نباتات، فیزیولوژی، ژنتیک، سیتولوژی، متابولیسم، اکولوژی، علف‌های هرز، بیوتکنولوژی گیاهان زراعی و رشته‌های مرتبط با این علوم) را که به زبان فارسی نوشته شده و قبلاً در هیچ مجله‌ای انتشار نیافته باشند با رعایت نکات زیر جهت درج در مجله می‌پذیرد.

روش نگارش

تمام مقاله باید روی کاغذ به قطع ۲۱×۲۸ سانتیمتر A4 و با فاصله سطور ۱ و رعایت سه سانتیمتر حاشیه در چهار طرف تایپ شده باشد. اسامی علمی لاتین بایستی به صورت ایتالیک در پرانتز نوشته شوند. اسامی نگارنده (گان) مرجع با ذکر تاریخ بعد از فارسی آن به لاتین در متن قید می‌گردد. تا حد امکان از نوشتن پاورقی اجتناب گردد مگر در مواردی مثل مرتبه علمی و محل کار نگارنده (گان) که با اعداد ۱ و ۲ و... در پاورقی مشخص می‌گردد. محتوای مقاله نباید از ۱۵ صفحه تجاوز کند. از هر مقاله باید چهار نسخه کامل تایپ شده کامپیوتری (Word 2003) جهت بررسی به نشانی دفتر مجله ارسال گردد.

ترتیب بخش‌ها

بخش‌های مختلف مقاله به ترتیب عبارتند از: عنوان، چکیده، واژه‌های کلیدی، مقدمه و بررسی منابع، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه گیری کلی، سپاسگزاری، منابع مورد استفاده و چکیده به زبان انگلیسی.

برگ شناسه

عنوان مقاله، نام، نام خانوادگی و سمت نگارنده (گان)، نام دانشگاه و موسسه پژوهشی که نگارنده (گان) در آن به پژوهش اشتغال دارند و آدرس نگارنده (گان) روی صفحه درج گردد.

عنوان

عنوان باید فشرده و گویا باشد و از ۲۵ کلمه تجاوز نکند. ترجمه انگلیسی عنوان (با حروف کوچک) نیز باید در زیر عنوان فارسی نوشته شود.

چکیده

چکیده باید فشرده‌ی گویایی از مقاله با تاکید بر هدف، مواد و روش کار و نتایج باشد و از ۲۰۰ کلمه نباید فراتر رود.

مقدمه و بررسی منابع

در این بخش پس از اشاره کافی به منابع و پژوهش‌های اجرا شده قبلی (داخلی و خارجی) در زمینه مورد بحث، هدف بررسی به طور واضع مطرح گردد.

مواد و روش‌ها

در این قسمت باید مواد طرح آزمایشی و روش‌های مورد استفاده به طور کامل بیان شود ولی در عین حال نیازی به شرح کامل روش‌های اقتباس شده نبوده و باید به ذکر اصول و ماخذ اکتفا گردد.

نتایج و بحث

نتایج تحقیق به صورت نوشتار جدول، شکل و نمودار در این قسمت ارائه می‌شود. مضمون جداول به هر نحو و یا به هر شکل نباید در مقاله تکرار گردد. هر جدول از شماره، عنوان، سرستون و متن جدول تشکیل می‌شود. هر جدول با یک خط افقی از شماره و عنوان جدول متمایز می‌شود. همچنین سر جدول با یک خط افقی از متن جدول جدا شده و در زیر متن

جدول نیز یک خط افقی ترسیم می‌شود.

در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سرجدول از خطوط افقی در داخل کادر سرجدول استفاده کرد. در بالای کادر جدول پس از کلمه جدول و شماره آن، خط تیره و سپس عنوان ذکر می‌شود. در متن جدول تا حد امکان نباید از خطوط افقی و عمودی استفاده کرد. هر ستون باید دارای عنوان و واحد مربوط به آن ستون باشد. چنانچه تمام ارقام متن جدول دارای واحد مشترک باشند می‌توان واحد را در عنوان اصلی جدول ذکر نمود. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه می‌شوند و ارتباط آن‌ها با جدول به صورت اعداد یا حروف انگلیسی در بالا و سمت راست جملات و اعداد مشخص می‌گردد.

نتایج و بررسی‌های آماری باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود، چنانچه محاسبات آماری منجر به اختلاف معنی‌داری شده باشد در سطوح ۵% و ۱% به ترتیب با یک و دو ستاره نشان داده شده و در صورتی که اختلاف معنی‌دار نباشد با علامت «ns» مشخص گردد. برای اینکه جدول‌های مربوط به نتایج برای خوانندگان غیرفارسی زبان نیز قابل استفاده باشد، عنوان و شماره جدول، متن جدول، سرستون‌های و کلیه علایم و توضیحات پایین جدول باید به انگلیسی ترجمه شده و در زیر شرح فارسی نوشته شود.

تاریخ‌های مورد اشاره در متن جدول از تاریخ هجری خورشیدی به میلادی تبدیل و در جدول ارائه گردد. طبعاً اعداد متن جدول نیز باید به انگلیسی نوشته شده و کلیه مندرجات جدول از چپ به راست تنظیم شود. نمودارها و کارهای ترسیمی باید روی کاغذ سفید و یا کالک، خوانا و با مرکب مشکی تهیه شوند. اندازه جدول حتی المقدور از ۱۲×۲۰ سانتیمتر نباید تجاوز کند.

در مورد شکل و نمودار، نوشتار بایستی در زیر شکل یا نمودار باشد. عکس‌ها معمولاً باید به صورت سیاه و سفید تهیه گردند. در پشت عکس‌ها و نمودارها نام نویسنده، عنوان مقاله و شماره عکس، عکس یا نمودارها و شرح موضوع با مداد کم رنگ نوشته شود. نمودارها نیز باید با اعداد انگلیسی تنظیم شوند و ترجمه انگلیسی شرح نمودار و یا شکل در زیر شرح فارسی ارائه گردد. بدیهی است که جدول‌ها و شکل‌ها دو زبانه خواهند بود و اعداد آن‌ها به لاتین نوشته می‌شوند.

در این قسمت نتایج حاصل تجزیه و تحلیل علمی می‌شوند و با توجه به هدف تحقیق و کارهای پژوهشی انجام شده دیگران بحث و نتیجه گیری به عمل می‌آید.

سپاسگزاری

در این بخش که حداکثر در چهار سطر تنظیم می‌شود، می‌توان از اشخاص و افرادی که در راهنمایی و یا انجام تحقیق مساعدت نموده و یا در تامین بودجه، امکانات و لوازم کار نقش موثری داشته اند، سپاسگزاری نمود.

منابع مورد استفاده

ارجاع معمولاً پس از یک مطلب مهم قید می‌شود. طرز نوشتن ارجاع در متن بر اساس زیر خواهد بود. به این ترتیب که ابتدا باید پس از اتمام دستنوشت مجله، فهرست منابع مورد استفاده بر حسب حروف الفبا تنظیم گردد و سپس منبع مورد نظر که مطلب به آن ارجاع داده می‌شوند در پایان جمله در داخل پرانتز به فارسی و لاتین گذاشته شود. مراجعی که دو نویسنده دارند، ابتدا اسم نفر اول و پس از آن در فارسی از واژه «همکاران» و تاریخ و در انگلیسی «*et al.,*» و تاریخ استفاده می‌شود.

فهرست منابع مورد استفاده در آخر به صورت پیوسته، نخست برای منابع فارسی، سپس برای منابع خارجی تنظیم می‌گردد. منابع مورد استفاده بر حسب حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده (یا اولین نگارنده برای منابعی که بیش از یک نگارنده دارند) زیر هم آورده می‌شوند. چنانچه از یک نگارنده چندین منبع مورد مراجعه قرار گرفته باشد، ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار، از قدیم به جدید خواهد بود. اگر از نگارنده‌ای چندین منبع همسال وجود داشته باشد، با گذاشت حروف a، b و c در جلو سال انتشار از یکدیگر متمایز خواهند شد. در صورتی که مقالات

منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه شود، ابتدا مقالات منفرد و سپس مقاله‌های مشترک به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب می‌شوند. در مورد مقاله به ترتیب نام خانوادگی نگارنده، حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان اختصاری یا کامل مجله، شماره جلد، شماره مجله در داخل پرانتز و اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد.

در مورد کتاب به ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب خواهد آمد.

در مورد مقاله یا کتابهایی که بیش از یک نفر نویسنده دارند به ترتیب نام خانوادگی و حرف اول اسم اولین نویسنده و سپس اول اسم دومین و... نویسنده و پس از آن نام خانوادگی آنها ذکر می‌گردد.

در مورد مقاله‌ای که از یک مجموعه استخراج شده است، بعد از ذکر نام نگارنده (گان) و سال انتشار کتاب عنوان مقاله نوشته می‌شود و پس از قرار دادن یک نقطه و حرف «ص» یا «pp» شماره صفحه‌های آغاز و پایان آن قسمت با خط فاصله میان این دو، یک نقطه گذاشته می‌شود. سپس با نوشتن عبارت «زیر نظر» و گذاشتن دو نقطه، نام ویراستار (ان) کتاب، عنوان کتاب، شماره جلد، نام ناشر و محل چاپ خواهد آمد. در منابع مشابه خارجی به جای «زیرنظر» فقط «in» نوشته شده و «eds. » مخفف «editors» آورده می‌شود.

در مورد مراجعی که نویسنده آن مشخص نیست به جای نام نگارنده کلمه «بی نام» و در مرجع خارجی کلمه «Anonymous» ذکر خواهد شد. مرجع یا مراجعی که ترجمه باشند در فهرست منابع بایستی ابتدا نام نویسنده (گان) کتاب اصلی، عنوان مشخصات فارسی آن و سپس نام مترجم (مترجمان) ذکر گردد.

چکیده به زبان انگلیسی

چکیده مقاله به زبان انگلیسی باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد.

سایر نکات

نگارندگان مسئول نظراتی هستند که در مقاله‌های خود بیان می‌کنند. اعضای هیات تحریریه از پذیرش مقاله‌هایی که قبلا به صورت تک نگاشت و یا سایر انتشارات چاپ و توزیع شده‌اند معذور است. بدیهی است مقاله‌های ارائه شده در کنگره‌ها، سمپوزیم‌ها و یا سمینارهای داخلی و خارجی که فقط خلاصه انها چاپ و منتشر شده باشد مستثنی هستند.

اعضای هیات تحریریه حق قبول، رد و ویرایش مقاله‌ها را دارد. مقاله‌های رسیده توسط اعضاء هیات تحریریه با همکاری متخصصان، داوری شده و در صورت تصویب با رعایت نوبت به چاپ می‌رسند.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۱۱-۱

بررسی اثر تیمارهای مختلف پیش تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های جوانه زنی و رشدگیاهچه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

Effect of different priming materials on germination and seedling growth of (*Nigella sativa* L.)

امید اکرمی نژاد[۱]، مهری صفاری[۱]، روح اله عبدالشاهی[۱]، رقیه امیری[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر پرایمینگ بعضی مواد بر ویژگی‌های جوانه زنی بذر سیاهدانه پژوهشی جداگانه و هرکدام درقالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای پرایمینگ بذر عبارت بودند از: سه سطح اسید جیبرلیک (۵۰،۱۰۰،۲۰۰ ppm)، سه سطح سیلیسیوم (۲، ۱/۵، ۱ درصد)، سه سطح اسید هیومیک (۲، ۱/۵،۱ درصد) و سه سطح اسید اسکوربیک (۱، ۱/۵ و ۰/۵میلی مولار). مدت زمان پیش تیمار اسید اسکوربیک ۱۰ ساعت و بقیه تیمارها ۲۴ ساعت در نظر گرفته شد. صفاتی از قبیل درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط زمان لازم برای جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه، طول ساقه چه و ریشه چه مورد ارزیابی قرار گرفت.پس از تجزیه آماری صفات مورد بررسی در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه ها، مشاهده شد که پیش تیمارهای اعمال شده تاثیر معنی داری بر درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط زمان لازم برای جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه و طول ساقه چه داشتند ولی بر طول ریشه چه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بیشترین درصد جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه، سرعت جوانه زنی و کمترین متوسط زمان لازم برای جوانه زنی مربوط به هیومیک اسید با غلظت ۱/۵ درصد و بیشترین طول ساقه چه را GA با غلظت ۱۰۰ppm داشت. می‌توان چنین نتیجه گیری کرد که اثرات مفیدرایمینگ بذر سیاهدانه با اسید جیبرلیک و اسید هیومیک برای بهبود کارایی جوانه زنی بذر این گیاه مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش تیمار، سیاهدانه، جوانه زنی، هیومیک اسید، اسید جیبرلیک، اسید آسکوربیک، سیلیسیوم

۱- دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه زراعت، کرمان، ایران
۲- دانشگاه باهنر کرمان، گروه گیاهپزشکی، کرمان، ایران
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: omidakrami122@yahoo.com

مقدمه

سیاهدانه با نام علمی (*Nigella sativa* L.) گیاهی دارویی، دو لپه، علفی و یکساله، متعلق به تیره Ranunculaceae می‌باشد (Bassim Atta, 2003) که بومی غرب آسیا و منطقه مدیترانه است (Mashhadian and Rakhshande, 2005). در ایران این گیاه به ویژه در اراک و اصفهان به فراوانی می‌روید و از دانه های آن به عنوان ادویه استفاده می‌شود. به دلیل داشتن ماده تیموکیتون، این گیاه دارای اثر ضد تشنجی است همچنین در دانه های آن اثر ضد توموری و ضد باکتریایی نیز مشاهده شده است.از اسانس گیاه سیاهدانه ماده ای بنام نیژلون استخراج می‌شود که می‌تواند اثرات قاعده آور، کرم کش، مسهل و زیادکننده ترشحات شیر داشته باشد (Riaz et al., 1996). جوانه زنی اولین مرحله نمو در گیاه است که یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و یک فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می‌باشد (De Villiers et al., 1994). استقرار زودتر گیاهچه‌ها بدنبال سبز شدن سریع، از عوامل موثر برای تشکیل عملکرد دانه موفق می‌باشد (Peltonen-Sainio et al., 2006).

پیش تیمار بذور سبب تسریع فرایند های جوانه زنی می‌شود. بنا به تعریف، پیش تیمار به تیمار بذر قبل از کشت اطلاق می‌شود که به وسیله آن بذر مراحل اولیه جوانه زنی (Nascimento and Aragão, 2004) که سبب تحریک فعالیت جنینی می‌شود (Corbineau, and Come, 2006) را طی می‌کند. این روش از انتقال مواد ذخیره ای، طی فعال سازی و سنتز چندین آنزیم، سنتز RNA و DNA و تولید ATP و بهبود غشای سیتوپلاسمی در بذرها آغاز می‌شود (حسینی و کوچکی، ۱۳۸۶) ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده خروج ریشه چه صورت نمی‌گیرد (Nascimento and Aragão, 2004). در نهایت قبل از ظهور ریشه چه بذرها دوباره خشک شده و به رطوبت اولیه برگردانده می‌شوند (Corbineau and Come, 2006). هورمون‌ها در ایجاد و کنترل جوانه زنی و خواب فیزیولوژیکی بذر نقش اساسی دارند. در بین هورمون‌های مورد بررسی جیبرلیک اسید از راه القاء جوانه زنی، خواب بذر را کنترل می‌کند. مشخص شده است که اسید جیبرلیک در این فرایندها نقش اساسی را ایفا می‌کند. همچنین اسید جیبرلیک در تنظیم فرایندهایی مثل رشد ساقه، گلدهی گیاهان دوساله در سال اول، گلدهی، جوانه زنی، بروز جنسیت، پیری، پارتنوکارپی و به میوه نشستن نیز نقش دارد (Esmailpour and Fathi, 2000). در گیاه درمنه دشتی اعمال تیمار جیبرلیک اسید تاثیر معنی داری بر در صد جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، طول گیاه چه و شاخص بنیه بذر داشت و غلظت ۲۵۰ppm بهترین نتیجه را نشان داد ولی اسید اسکوربیک تاثیر معنی داری بر این صفات نداشت (طویلی، ۱۳۸۸). در بذرهای هلو پیش تیمار با جیبرلین ۳۵ تا ۴۰ درصد جوانه زنی را در بذرهایی که سرمادهی مرطوب دیده اند، تحریک می‌کند که در واقع تخریب پیوندهای بین پروتئین‌ها را تسریع می‌کند. (Ahmed et al., 1994)

در تحقیقی جوانه زنی ۵ توده مختلف از گیاه بومادران دبا استفاده از تیمار GA بررسی شد که جوانه زنی گیاه با GA افزایش یافت (شریعتی و همکاران، ۱۳۸۱).بهره گیری بیرونی از اسکوربیک اسید به صورت پیش تیمار توانسته است قابلیت انبار مانی بذرها را افزایش دهد. بهره گیری بیرونی از اسید اسکوربیک پیش از انبار داری سبب افزایش نگهداری ویژگی‌های فزیولوژیکی و کاهش زوال بذر قهوه در طول مدت انبار داری شد (Kikuti et al., 2002). سیلیسیوم دومین ترکیب عنصر معدنی در خاک پس از اکسیژن بوده و تقریبا ۳۱ درصد پوسته زمین را اشغال کرده است. اگر چه سیلیسیم به عنوان عنصر ضروری برای رشد اکثر گیاهان معرفی نشده است، اما اثرهای سودمندی در رشد و نموگیاهان دارد (Epstein, 1999) از اثرهای مفید سیلیسیم تعدیل اثر مضر آلومینیوم و سمیت منگنز (Hodson, and Evans, 1995) و باعث افزایش ویزگی‌های جوانه زنی بذر می‌شود (پیوست و همکاران،۱۳۸۷) در محلول خاک، سیلیسیوم به صورت سیلیس حل شده (مونوسیلیسیک اسید) وجود دارد و با همین فرم جذب گیاه می‌شود (Raven, 1983) سانگ و

همکاران(۲۰۰۲) پژوهشی را روی اثر سیلیس بر جوانه زنی و رشد گیاهچه های ذرت انجام دادند و گزارش کردند که سیلیسیوم منجر به افزایش سرعت تنفس در گیاهچه‌ها می‌شود (Cang et al, 2002). در تحقیقی غلظت های صفر، ۱ میلی مولار و ۲ میلی مولار از نانو سیلیسیوم و سیلیکات پتاسیم روی بذر گوجه فرنگی استفاده شد و گزارش کردند این مواد قادرند منجر به بهبود جوانه زنی و رشد گوجه فرنگی شوند. درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذر های گوجه فرنگی در حضور سیلیکات پتاسیم ا میلی مولار بیشترین مقدار بود و نانو سیلیس باعث افزایش طول ریشه و شاخساره گیاهچه های گوجه فرنگی در غلظت ۲ میلی مولار شد. (مظفریان و همکاران، ۱۳۹۰)

استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. اسیدهای آلی در مقادیر بسیار کم اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بذر دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴)، از جمله این مواد می‌توان به ترکیبات هیومیکی اشاره کرد که به طور کلی به ۳ دسته اسید هیومیک، اسید فولیک، و هیومین تقسیم می‌شوند. در میان این ترکیبات اسید هیومیک و اسید فولیک ترکیبات ناهمگن زرد تا سیاه رنگ با وزن مولکولی نسبتا بالا (۲۰۰۰تا ۳۰۰۰۰۰) کیلو دالتن می‌باشند.

(Peltonen-Sainio, 2006، El-Mohamedy and Ahmed., 2009)

غلظت ۵۴ میلی گرم اسید هیومیک در لیتر بیشترین سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه گیاهچه، طول ریشه چه و وزن خشک ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه را در گیاه جو باعث گردید(سبزواری و همکاران، ۱۳۸۹).کاربرد اسید هیومیک در سویا باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه زنی و تنفس شد(Iswaran and Chonkar, 1971).

به دلیل اهمیت این گونه گیاهی در استان کرمان، پس از بررسی‌های ابتدایی و پایین بودن درصد جوانه زنی حاصل از بذر این گونه در مزارع و با توجه به اثرات مثبت مواد استفاده شده از جمله اسیدجیبرلیک، اسیداسکوربیک و سیلیسیوم و اسید هیومیک روی صفات مختلف جوانه زنی بذرها و همچنین اثرات آن روی یکنواختی جوانه زنی در بذرها، این پژوهش با هدف یافتن تأثیر این مواد تنظیم کننده رشد روی خصوصیات جوانه زنی بذرهای سیاه دانه و یافتن بهترین غلظت برای جوانه زنی بذر در این گیاه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر کاربرد روش‌های مختلف با مواد شیمیایی بر جوانه زنی بذر سیاهدانه پژوهشی به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. تیمارهای ازمایشی شامل اسید هیومیک(۲ ،۱/۵ ،۱) (Hu.Aدرصد) و اسید اسکوربیک (۱/۵ ،۱ ،۰/۵) (AsA میلی مولار) و اسید جیبرلیک (۲۰۰ppm،۱۰۰،۵۰) (GA) و سیلیسیوم (Si) به صورت سیلیکات سدیم (۱، ۲ ،۱/۵ درصد) بودند. از آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. بذرها با محلول هیپو کلریت سدیم (با یک درصد کلر فعال) ضدعفونی و ۳ بار با آب مقطر شستشو گردیدند، مدت زمان پیش تیمار برای محلول اسکوربیک اسید ۱۰ ساعت و ۲۴ ساعت برای سیلیسیوم، اسید هیومیک و اسید جیبرلیک در محیط تاریک در نظر گرفته شد. ۱۵ عدد بذر برای هر گلدان در نظر گرفته شد سپس بذرها در عمق مساوی در بستر کوکوپیت کشت شدند. گلدان‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری و به صورت یک روز در میان به اندازه مساوی با آب مقطر آبیاری شدند. پس از کاشت، گلدانها به صورت روزانه سرکشی و بذرهای جوانه زده در هر واحد آزمایشی به منظور بر آورد سرعت جوانه زنی شمارش می‌شد و این کار تا زمانی انجام شد که در هر واحد آزمایشی ۳ روز متوالی تغیری در بذرهای جوانه زده مشاهده نشد. پس از گذشت زمان لازم از کشت بذرها و رشد مطلوب، گیاهچه‌ها از گلدان خارج وجهت اندازه گیری برخی صفات به ازمایشگاه منتقل شدند. طول ساقه چه و ریشه چه با

خط‌کش با دقت ۱ میلی متری اندازه‌گیری شدند. سپس درصد جوانه‌زنی (Camberato and Mccarty, 1999)، متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (Piccolo et a1., 1993) متوسط جوانه‌زنی روزانه (Scott et al., 1984) و سرعت جوانه‌زنی (Huntr et al., 1984) محاسبه شدند.

۱) درصد جوانه زنی $Gp^{1}=\frac{\sum G}{N}\times 100$

که در این رابطه، $\sum G$= تعداد بذرهای جوانه زده، N= کل بذرهای کشت شده می‌باشد.

۲) متوسط زمان لازم برای جوانه زنی $MTG^{2}=\frac{\sum(nd)}{\sum n}$

که در این رابطه، $\sum n$- تعداد کل بذرهای جوانه زده، n= تعداد بذرهای جوانه زده طی d روز، d= تعداد روزها می‌باشد.

۳) متوسط[1] جوانه زنی روزانه، $MDG^{3}=\frac{FGP}{d}$

در این رابطه FGP درصد جوانه زنی نهایی و d تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه زنی نهایی (طول دوره آزمایش) می‌باشد.

۴) سرعت جوانه زنی، $DGS^{4}=\frac{1}{MDG}$

که این شاخص عکس متوسط جوانه زنی روزانه می‌باشد.

بعد از اندازه گیری صفات، دادها در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی با بهره گیری از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

از آنجا که عملکرد از نظر کمی به میزان درصد سبز شدن و همچنین یکنواختی آن وابسته می‌باشد بنابراین مرحله جوانه‌زنی گیاهچه مرحله حساس و مهمی است که می‌تواند با استقرار بهینه گیاهچه‌ها در فرایند تولید نقش مهمی ایفا کند. پیش تیمار بذر به عنوان یک راهکار برای افزایش استقرار گیاهچه به ویژه در شرایط نامطلوب است (Judi and Sharifzadeh, 2004).

نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف پرایمینگ در تاثیر روی جوانه زنی بذر و رشد آغازین گیاهچه سیاهدانه از نظر تاثیر گذاری درصد جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه، طول ساقه چه(سطح ٪۱) و متوسط زمان لازم برای جوانه زنی و سرعت جوانه زنی (سطح ٪۵) اختلاف معنی داری وجود دارد ولی برای طول ریشه چه تفاوت معنی داری وجود ندارد (جدول ۱)

1. Germination Percent (GP)
2. Mean Time Germination (MTG)
3. Mean Daily Germination (MDG)
4. Daily Germination Speed (DGS)

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بذرهای سیاهدانه

Table 1: Analises of variance for seed reminig methods in (Nigella sativa L.)

منابع تغیرات Source of variation	درجه ازادی df	درصدجوانه زنی germination Percent	متوسط زمان لازم برای جوانه زنی(روز) Mean Time Germination(day)	متوسط جوانه زنی روزانه Mean Daily Germination	سرعت جوانه زنی Germination speed	طول ساقه چه (سانتی متر) Shoot Length(cm)	طول ریشه چه Root Length(cm)
بلوک Replication	2	10.34^{ns}	0.1164^{ns}	0.0685^{ns}	0.00009^{ns}	3.191^{ns}	4.868^{**}
تیمارهای پرایمینگ Priming treat	12	88.15**	0.25579^{*}	0.3515^{**}	0.0004^{*}	0.8077^{**}	0.251^{ns}
خطا Error	24	24.90	0.1019	0.1112	0.0001	0.2319	0.4621
ضریب تغیرات C.V (%)		5.43	3.48	5.04	7.85	12.48	22.39

**: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد ns: غیر معنی دار

**: singnificant at 1%, * singnificant at 5% , ns: not singnificant

اثرگذاری اسید جیبر لیک بر جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها: با توجه به جدول تجزیه واریانس مقایسه میانگین‌ها تشان می‌دهد اعمال تیمار اسید جیبرلیک تاثیر معنی داری بر درصد جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه و طول ساقه چه (سطح ٪۱) و متوسط زمان لازم برای جوانه زنی و سرعت جوانه زنی (سطح ۵ ٪) داشت ولی بر طول ریشه چه تاثیر معنی داری نداشت(جدول۱). مقایسه میانگین‌ها برای درصد جوانه زنی نشان می‌دهد که غلظت ۱۰۰ ppm بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی داری با شاهد داشت. اگر چه میانگین درصد جوانه زنی غلظت ۲۰۰ ppm بیشتر از غلظت ۵۰ بود ولی تفاوت معنی داری با هم نداشتند (شکل۱). کمترین متوسط زمان لازم برای جوانه زنی در غلظت ppm ۱۰۰ بدست امد که تفاوت معنی داری با شاهد داشت ولی بین دو غلظت ppm۵۰ و ۲۰۰ تفاوت معنی داری دیده نشد و این دو غلظت با شاهد هم تفاوت معنی داری نداشتند(شکل۲). بیشترین متوسط جوانه زنی روزانه در غلظت ppm۱۰۰ بدست امد که تفاوت معنی داری با شاهد دارد ولی تفاوت معنی داری با غلظت ۵۰ ppm و ۲۰۰ ppm نداشت(شکل۳). همچنین بیشترین سرعت جوانه زنی را غلظت ppm۱۰۰ داشت که تفاوت معنی داری با شاهد داشت ولی بین غلظت‌ها تفاوت معنی داری با هم مشاهد نشد. بیشترین طول ساقه چه را غلظت ۱۰۰ ppm به خود اختصاص داد که تفاوت معنی داری با شاهد و غلظت ۵۰ ppm داشت(شکل۴). غلظت‌های ppm۲۰۰ طول ساقه چه بیشتری داشت و با شاهد تفاوت معنی داری داشت ولی با غلظت ۵۰ ppm تفاوت معنی داری نداشت (شکل۵). به طور کلی اسید جیبرلیک در موقع جوانه زنی باعث تولید آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود. تولید آنزیم یاد شده، هیدرولیز نشاسته به قند را در پی دارد که برای فراهم نمودن انرژی مورد نیاز برای عمل جوانه زنی لازم است (Varner, 1964). اسید جیبرلیک در دو مرحله در فرایند جوانه زنی دخالت می کند در مرحله اول، در نسخه برداری از کروموزوم‌ها در مرحله آغازی ایجاد آنزیم دخالت می‌کند. در مرحله بعدی که بسیار مؤثر است، نقش جیبرلین فعال کردن آنزیم های دخالت کننده در سیستم های جا به جایی مواد غذایی است (خوشخوی، ۱۳۷۵). کاربرد غلظت های مختلف اسید جیبرلیک تأثیر معنی دار بردرصدجوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذرهای P. distans داشت و غلظت ppm۲۵۰ بهترین پاسخ را نسبت به تیمارهای دیگر داشت همچنین اسید اسکوربیک باعث افزایش درصد و سرعت جوانه زنی نسبت به شاهد شد(صابری و طویلی. ۱۳۸۹.). به طورکلی افزایش ویژگی‌های جوانه زنی با استفاده از تیماراسید جیبرلیک در بذر یولاف وحشی Avena fatua (Chen and Park., 1973) Leymus arenarius و (Greipsson., 2001) گزارش شده است.

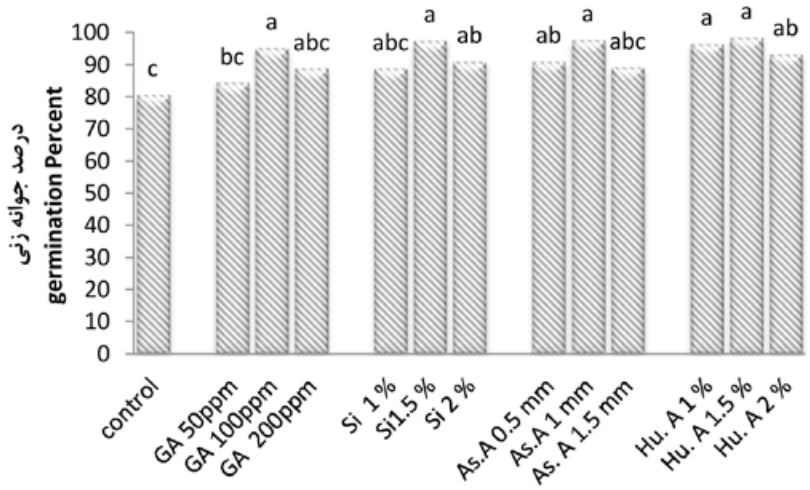
اثرگذاری سیلیسیوم بر جوانه زنی و ویژگی‌های گیاهچه ها: اثر گذاری سیلیسوم بر درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط جوانه زنی، زمان لازم برای جوانه زنی معنی دار بود (جدول۱). بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه مربوط به غلظت ۱/۵ درصد بود که تفاوت معنی داری با شاهد داشت(شکل‌های ۱، ۴،۳). کمترین متوسط زمان لازم برای جوانه زنی غلظت ۵/۱ به خود اختصاص داده که تفاوت معنی داری با شاهد داشت.(شکل۲) برای متوسط جوانه زنی روزانه غلظت ۲ درصد تفاوت معنی داری با شاهد داشت و اگر چه میانگین بیشتری نسبت به غلظت ۱ داشت ولی تفاوت معنی داری با هم نداشتند(شکل۳). تیمار سیلیسیوم هیچ گونه تاتیر معنی داری روی طول ساقه چه و ریشه چه نداشت. سیلیسیوم از طریق بالا بردن فعالیت آنزیم هایی مانند پروتئاز و لیپاز در طول جوانه زنی بذر، جوانه زنی را افزایش می‌دهد. سیلیسیوم محتوای کلروفیل، میزان فتوسنتز، فعالیت ریشه و نیز فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز را در طول رشد افزایش می‌دهد. (Cang et al., 2002). از سوی دیگر سیلیسیوم نرخ تعرق و محتوای آب برگ را نیز کاهش می‌دهد. در مورد تاثیر شکل نانوی سیلیسیوم تحقیقات اندکی انجام شده است. پژوهشگران مشاهده کردند که جوانه زنی و رشد گیاهچه های سویا با استفاده از آمیخته ای از نانو اکسید سیلیسیوم افزایش قابل

توجهی نشان داد. (Lee et al., 2010)

اثرگذاری اسید اسکوربیک بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ها: اثر غلظت‌های اسید اسکوربیک بر درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی معنی دار بود ولی بر طول ساقه چه و ریشه چه تفاوت معنی داری مشاهده نشد(جدول۱). برای درصد جوانه زنی غلظت ۱ میلی مولار بیشترین درصد جوانه زنی را نسبت به غلظت‌های دیگر داشت ولی تفاوت معنی داری با هم نداشتند. ولی با شاهد تفاوت معنی داری داشت (شکل۱). کمترین متوسط زمان لازم برای جوانه زنی از غلظت ۱/۵ میلی مولار به خود اختصاص داد که تفاوت معنی داری با شاهد داشت و بین غلظت‌ها با هم تفاوت معنی داری دیده نشد(شکل۲). بیشترین متوسط جوانه زنی روزانه را غلظت ۱ میلی مولار به خود اختصاص داد که با شاهد تفاوت معنی دار داشت. اگر چه بین غلظت‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد ولی غلظت‌های ۱ و ۱/۵ میلی مولار پاسخ بهتری نسبت به غلظت ۵/. از خود نشان دادند (شکل۳). بیشترین سرعت جوانه زنی را غلظت ۱/۵ میلی مولار به خود اختصاص داد که با شاهد تفاوت معنی داری داشت(شکل۴). بین غلظت‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بنابراین در خصوص علت تأثیر اسید اسکوربیک بر جوانه زنی بذر و افزایش آن در مقایسه با حالت شاهد در این پژوهش, می‌توان به نقش آن درکاهش اثرات سوء رادیکال های آزاد بذر اشاره کرد. یکی از راههای مبارزه با رادیکال های آزاد برای بذرها، ویتامین های آنتی اکسیدانت ازجمله اسید اسکوربیک (ویتامین c) و توکوفرول (ویتامین E) است. ویتامین c یک ویتامین محلول در آب است و قابلیت واکنش و از بین بردن اثرات سوء رادیکال‌های ازاد سوپر اکسید و هیدروکسیل را دارد (McDonald., 2004).

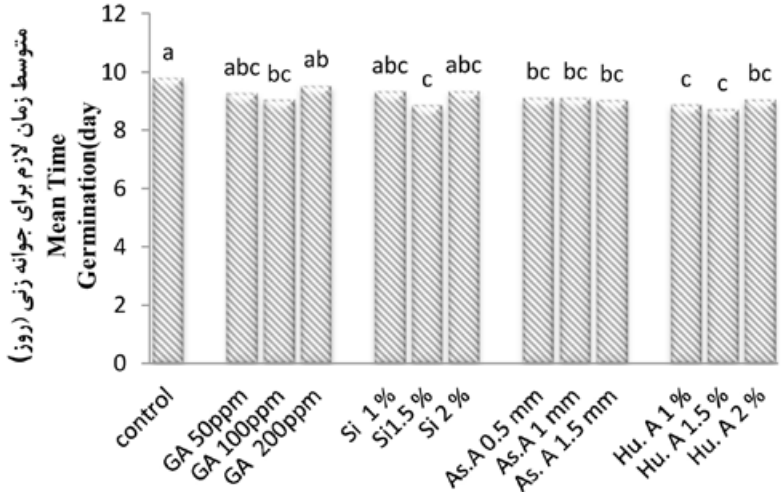
ایجاز احمد و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه ذرت بیان کردند که اسید اسکوربیک باعث افزایش وزن خشک ریشه و ساقه چه، در صد و سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه بذر، و کاهش زمان جوانه زنی شد (Ijaz Ahmad et al., 2112) مرتضی صابری بیان کرد که اسید اسکوربیک تاثیر معنی داری بر مشخصه‌های جوانه زنی نداشت (صابری و طویلی، ۱۳۸۹).

اثر گذاری اسید هیومیک بر جوانه زنی و ویژگی‌های گیاهچه‌ها: اثر تیمار غلظت‌های متفاوت اسید هیومیک بر درصد جوانه زنی، متوسط زمان لازم برای جوانه زنی، متوسط جوانه زنی روزانه و سرعت جوانه زنی معنی دار بوده ولی برای طول ریشه چه و ساقه چه تفاوت معنی داری نداشتند(جدول ۱). غلظت ۱/۵ درصد بیشترین میانگین درصد جوانه زنی را داشت که تفاوت معنی داری با شاهد دارد ولی بین غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری با هم مشاهده نشد(شکل۱). کمترین متوسط زمان لازم برای جوانه زنی را غلظت ۵/۱ درصد به خود اختصاص داده بود. اگر چه با دیگر غلظت‌های اسید هیومیک تفاوت معنی داری نشان نداد ولی با شاهد تفاوت معنی داری داشت(شکل۲). غلظت ۱/۵ درصد بیشترین متوسط جوانه زنی روزانه را داشت که بدون تفاوت با دو غلظت دیگر، با شاهدتفاوت معنی داری داشت(شکل۳). غلظت ۱/۱ درصد بیشترین سرعت جوانه زنی را داشت که البته در غلظت‌های دیگر(۱و۲) تفاوت معنی داری با شاهد نداشتند (شکل۴). آیسو (۱۹۹۶) در تحقیقی اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک بدست آمده از پسماند های شهری و اسید هیومیک بدست آمده از منابع آلی(لئونارد یت و پیت) روی جوانه زنی بذور جو و تنباکو دریافتند که اسید هیومیک بدست آمده از پسماندهای شهری نقش تنظیم کنندگی بیشتری روی سرعت جوانه زنی و کاهش زمان جوانه زنی بذور داشت (Ayuso et al., 1996). در تحقیقی دیگر غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسیدهیومیک باعث افزایش طول ساقه از ۲۰/۹ تا ۵/۵۱ سانتی متر شود (Stephan and Charles., 1994). در نتیجه اسید هیومیک ویژگی‌های جوانه زنی را نسبت به شاهد (آب مقطر) افزایش داد. که می‌تواند با تاثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی نظیر هیدرولیز، جذب، فعالیت‌های آنزیمی و پروتئینی که محرک جوانه زنی اند باشد. اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه چه در سیاهدانه شد، که به نظر می‌رسد به دلیل تاثیر اسید هیومیک بر افزایش تقسیم سلولی و رشد طولی سلول است (Mato et al., 1971).



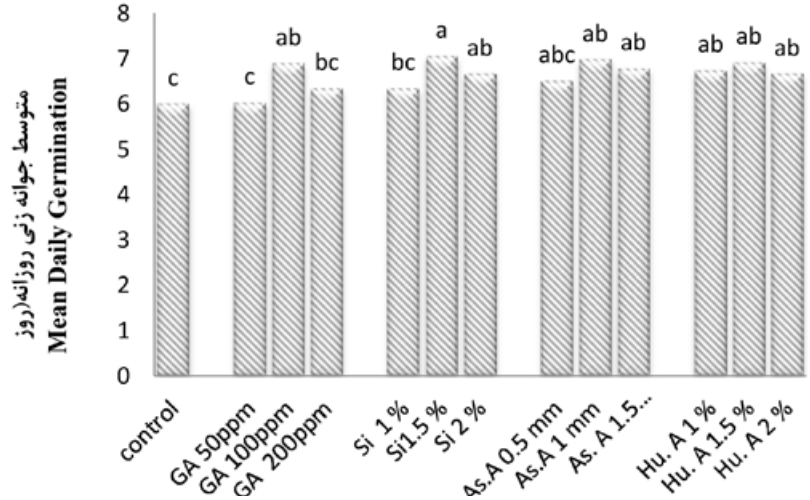
شکل۱: مقایسه در صد جوانه زنی بذرهای سیاهدانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig1: Present germination seeds of comparison Nigella sativa L. under different treatments



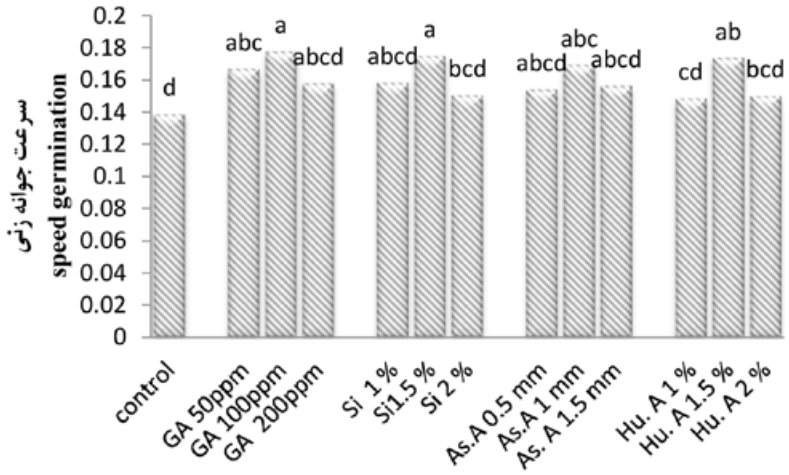
شکل۲: مقایسه متوسط زمان لازم برای جوانه زنی بذرهای سیاهدانه تحت تیمارهای مختلف

Fig 2: Main time germination seeds comparison of Nigella sativa L. under different treatment



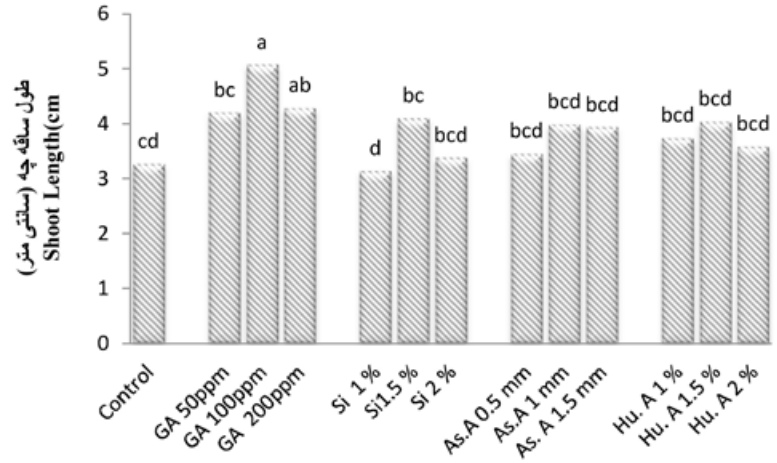
شکل۳: مقایسه متوسط جوانه زنی روزانه بذرهای سیاهدانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 3: Main daily germination seeds comparison of Nigella sativa L. under different treatments condition



شکل۴: مقایسه سرعت جوانه زنی بذرهای سیاهدانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 4: Speed germination of comparison Nigella sativa L. under different treatmentments condition



شکل۵: مقایسه طول ساقه چه گیاهچه‌های سیاهدانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف

Fig 3: Shoot length seedling of comparison Nigella sativa L. under different treatments condition

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق میتوان بیان کرد که پرایمینگ بذور با جیبرلیک اسید، هیومیک اسید و سیلیسیم و اسید اسکوربیک اثرات مثبتی بر روی مولفه‌های جوانه زنی نسبت به شاهد دارند. بین غلظت‌ها بهترین غلظت مربوط به غلظت‌های متوسط بود. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان از این مواد برای پرایمینگ بذور سیاهدانه جهت افزایش درصد و سرعت جوانه زنی و استقرار گیاهچه در شرایط گلخانه بهره جست.

منابع References

پیوست، غ. زارعی، م، ر. سمیع زاده، ح، ۱۳۸۷.، اثر متقابل سطوح مختلف سیلیسیم و تنش شوری بر رشد کاهو پیچ تحت شرایط کشت در سیستم لایه نازک محلول غذایی(NFT). مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی، جلد ۲۲، شماره ۱.ص:۸۵-۸۱.

حسینی، آ. کوچکی، ع.۱۳۸۶. اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه زنی چهار رقم بذر چغندر قند. مجله پژوهش های زراعی ایران،.-۶۹ ۷۶

خوشخوی، م.،۱۳۷۵.گیاه افزایی (ازدیاد نباتات) مبانی و روش ها، ترجمه. چاپ پنجم، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، صفحه.۳۷۳

سبزواری، س. خزاعی، ح،ر. کافی، م. ۱۳۸۹. مطالعه اثر اسید هیومیک بر جوانه زنی چهار رقم گندم پاییزه (سایونز و سبلان) و بهاره (چمران و پیشتاز). مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۸ شماره ۳.ص: ۴۸۰-۴۷۳.

سماوات، س. ملکوتی، و م. ۱۳۸۴. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولیک)برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۴۶۳. انتشارات سنا. تهران، ایران.

شریعتی، م.، آسمانه، ط. و مدرس هاشمی م.، ۱۳۸۱. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر در گیاه بومادران، مجله. پژوهش و سازندگی، ۵۷ - ۵۶.

صابری، م. طویلی، ع. ۱۳۸۹. اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر ویژگی های جوانه زنی بذر (*Puccinellia distans* L.). فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران - جلد ۱۷، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۵۱-۶۰.

طویلی، ع. صابری، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر تیمارهای پیش رویشی بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه‌های درمنه دشتی. نشریه مرتع و ابخیز داری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۲، شماره ۴. ص:۵۱۵-۵۲۵.

مظفریان، م. عفیفی پور، ز. حقیقی، م.۱۳۹۰. اثر نانو سیلیسیوم و سیلیکات پتاسیم بر پرایمینگ بذر های گوجه فرنگی. اولین کنگره ملی علوم و فناوریهای نوین کشاورزی.

Ijaz, Ahmad., Tasneem Khaliq., Ashfaq, Ahmad., Shahzad M. A. Basra, Zuhair Hasnain and amjed ali.2112. Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. Afri J of Biot.Vol. 11(5), pp. 1127-1132.

Ahmed, M., Frank, G., Dennis, J., 1994. Protein changes in peach seeds deny chilling are not associated with breaking dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci 119: 131-135

Ayuso, M., Hernandez, T. C. 1996. Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. J-Sci-Food-Agricv. 72 (4) : 461-468.

Bassim Atta, A., 2003. Some characteristics of nigella withaniasomnifera. Pla Om J, 2(2): 85- 90.

Camberato, J., Mccarty.B., 1999. Irrigation water quality: part I. Salinity. South CarolinaTurfgrass Foundation News. 6: 6-8.

Cang M. C. , L. Q. Fang, S. L. Zuo and Z. J. Yu. 2002. Preliminary explanation of the mechanism about effects of silicon on maize seed germination and seedling growth. Acta Agro Sci, 490-496.

Chen, S.C.C. and Park, W., 1973. Early actions of gibberellic acid on the embryo and on endosperm of Avena fatua seeds. Pla Physio. 52: 174-176.

Corbineau, F. and Come, D., 2006. Priming: a Technique for Improving Seed Quality. Seed testing international, 132: 38-40.

De Villiers, A. J., Van Rooyrn, M. W. Theron, G. K. and. Van Deventer, H.A. 1994. Germinationof three namaqualand pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. Seed Sci Technol. 22: 427-433.

El-Mohamedy, R.S.R. and Ahmed, M.A. 2009. Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root disease and improvement yield quality of mandarin (Citrus reticulate Blanco). Res. J. Agr. Biol. Sci., 5(2): 127-137.

Epstein, E., 1999. Silicon. Annuals Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 641-664

Fathi, Gh., and Esmailpour, B., 2000. Plant growth regulator, fundamental and application. Mashad jahad e Daneshgahi Press. 288 pp. (Translated in Persian).

Greipsson, S., 2001. Effects of stratification and GA3on seed germination of a sand stabilizing grass Leymusare nariusused in reclamation. Seed Sci Technol. 29: 1-10.

Hodson, M.J. and Evans, D.E., 1995. Aluminium/silicon interactions in higher plants.J of E Bot, 46(2): 161-171.

Huntr, E.A., Glasbey, C.A. and Naylov, bR.E.L., 1984. The analysis of data from germination tests.J of Agri Sci, Cam. 102:207-213.

Iswaran, V. and Chonkar, P.K. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali sail. In B. Novak et al. Humus et Planta:613-615.

Judi, m., andSharifzadeh, F., 2004. Hydropriming effects on different varieties of Hordeum. J of Des, 3: 99-108.

Kikuti , A.L. P., Guimaraes,R.M., andOliveira,j., 2002. Application of antioxidant on
cofee seeds aiming at quality preservation.Sci Agro.,Levras,.4:pp 663-672.

Lee, C. W. , Mahendra, S., Zodrow, K., Li, D., Tsai, Y., Braam, J and Alvarez, P. J. J.. 2010. Developmental phytotoxicity of metal oxide nanoparticles to Arabodopsis thaliana. Envi. Tox. Chem. 29:669-675

Mashhadian, N. and Rakhshande, H., 2005. Antibacterial and antifungal effects of Nigella sativa extracts against S. aureus, P. aeroginosaandC.albicans. Pakistan Journal of Medicine Sciences, 21(1): 47-52.

Mato,M.C. Fabregas, R., Mendez, J. 1971. Inhibitory effect of soil humic acids on indol acetic oxidase. Soil Biol. Biochem.3: 285-288.

McDonald , M.B., 2004. Orthodox seed detroration and it is repair. pp. 273-304 In beanch – Arnold ,R.L. and R.L. Sanchez.Handbook of seed physiology Food prodact press. Argantina

Nascimento W.M. and Aragão, F.A.S., 2004. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. Scientia Agricola. 61(1):114-117.

Peltonen-Sainio, P., Kontturi, M., and Peltonen, J. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on erly growth and yield components in oat. Agronomy Journal 98:206–211.

Piccolo, A., Celanoand, G., and Pietramellara, G.1993. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (Lactuca sativa and Lycopersicon esculentum). Biolo and Ferti of soil.16: 11-15.

Raven, J.A., 1983. The transport and function of silicon in plants. Biological Reviews, 58(2): 179-207.

Riaz, M., Syed, M. and Chaudhary, F.M., 1996. Chemistry of the medicinal plants of the genus Nigella. Hamdard Medicus, 39(2): 40-45.

Scott, S.J., Jones, R.A. and Willams, W.A., 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24:1192-1199.

Stephan, W.K. and Charles, W.J. 1994. Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. Proposal. Arkansas Tech University.

Varner, J.E., 1964. Gibberlic acid controlled synthesis of α-amylase in barley endosperm. Plant Physiol. 39:413-415.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۲۳-۱۳

تأثیر کشاورزی مدرن بر میزان تجمع عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل) در خاک‌های زراعی منطقه مغان

Effect of Modern Agriculture on Accumulation Rate of Heavy Elements (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd and Ni) in Farming Soils of Moghan

تهمینه بهرام پور[1]*، علیرضا فلاح[2]، حسین ولیزاده[1] و خدامیرزا فرهمند[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۸

چکیده

امروزه با ظهور کشاورزی مدرن و فشرده و استفاده غیر علمی و بی رویه از نهاده‌های کشاورزی به ویژه سموم و کود در اکثر مناطق کشاورزی ایران به ویژه منطقه مغان متداول شده است. به همین منظور از خاک‌های زراعی و غیرزراعی قسمت‌های مختلف مغان تعداد ۱۲۷ نمونه تهیه و عصاره‌گیری شدند و میزان عناصر آهن، مس، روی، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل این عصاره‌ها با دستگاه جذب اتمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج حکایت از افزایش آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در خاک‌های زراعی نسبت به خاک‌های غیرزراعی از نظر عناصر مس، روی، آهن، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل داشت. به‌طوری‌که در خاک‌های زراعی میزان تجمع مس ۵ برابر، روی ۵/۳، آهن ۱۰، منگنز ۱۴، سرب ۳ برابر، کادمیم ۲۰ برابر و نیکل ۵ برابر نسبت به خاک‌های غیرزراعی بود که علت آن را می‌توان به مصرف بی‌رویه سم و کود در زمین‌های زراعی و استفاده از آب آبیاری آلوده نسبت داد.

واژه های کلیدی: خاک، عناصر سنگین، کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، آلاینده‌ها

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، اردبیل، ایران
۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: tahmineh1390@gmail.com

مقدمه

افزایش تولید محصولات زراعی نباید با بی توجهی به مسایل مهم دیگر صورت پذیرد با این حال مصرف بیش از حد نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سموم شیمیایی در حال حاضر نیز زیان‌های فراوانی وارد کرده است. کادمیم و نیکل از جمله عناصر سمی برای انسان می‌باشند که می‌توانند باعث اختلالات مختلف متابولیکی در انسان گردند. در کشورهای پیشرفته همچون استرالیا هر دو سال یک‌بار مقدار عناصر سمی از جمله کادمیم و ترکیبات آلی سمی موجود در مواد غذایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال چنانچه مقدار کادمیم در سیب زمینی بیش از ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم باشد اجازه فروش نخواهد داشت بعضی از محققان نشان دادند که جذب کادمیم به‌وسیله گیاه تابع مقدار کادمیم قابل جذب خاک می‌باشدبرزگر و کوچک زاده (Barzegar and Koocheczadeh,1381).

یکی از منابع مهم آلودگی خاک‌های زراعی با کادمیم، مصرف کودهای فسفاته و سولفات روی است. غلظت کادمیم در کودهای فسفاته از ۱۰ تا ۱۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و در کود سولفات روی تا ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر می‌باشد. کادمیم به صورت سولفید با ترکیب با عناصر دیگر غالباً به صورت ناخالص در سنگ معدن روی، مس و سرب یافت می‌شود رضایی و ملکوتی (Rezaei and Malakooti, 1382).

مصرف کودهای فسفاته توسط کشاورزان در شالیزارهای شمال کشور میزان کادمیم در خاک را در طی دو سال به میزان ۵/۱۵ درصد (۳۲/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) افزایش داد ملکوتی و کاووسی (Malakooti and Kavosi, 1383).

اسمیت (Smith, 2000) گزارش کردندکه محیط‌های اطراف جاده به طرز زیاد بوسیله کادمیم و سرب آلوده می‌گردند. مقدار مصرف سالانه کودهای فسفاته در کشور ۸۰۰ تن در سال در نظر گرفته شود و غلظت کادمیم در کودهای فسفاته وارداتی ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فرض شود بدین ترتیب سالانه متجاوز از ۸۰ کیلوگرم کادمیم وارد خاک‌های زراعی کشور شده که رقم بسیار بالا و خطرناکی است ملکوتی و خانی (Malakooti and Khani, 1378) افزایش غلظت کادمیم در خاک باعث کاهش محصول می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده در خاک قلیایی که تحت کشت چغندرقند بوده اگر مقدار کادمیم برگ به حد بحرانی ۱۵۰ میکروگرم در گرم برسد، میزان محصول ۲۵ درصد کاهش می‌یابد بینگهام (Bingham, 1999).

کادمیم در خاک‌های اسیدی نسبت به خاک‌های آهکی از تحرک بیشتری برخوردار می‌باشدملکوتی و همکاران (Malakooti, Et al,1387). در مطالعات مشخص شد حدود ۷۰ درصد از کل کادمیم خاک به آسانی قابل تحرک بوده که این مقدار به راحتی از خاک شسته شده و وارد آب آبیاری می‌گردد و ریشه گیاه به آسانی آن را از محلول خاک جذب می‌کند. ولی در خاک‌های آهکی، محققین حرکت کادمیم (Cd) را بسیار کند دانسته و به همین دلیل جذب آن فقط در شرایط غرقابی در گیاهان مطرح می‌باشد چراتی و ملکوتی. (Charati and Malakooti,1383)

میزان فلزات سنگین در مناطق شهری و صنعتی بیشتر از مناطق روستایی است گینور و همکاران (Ginoor, Et al, 1998). مهم‌ترین بیماری که از زیادی جذب کادمیم و سرب گزارش شده است فشار خون بالا یا هیپرتنشن[1] و به طورکلی بیماری عروقی است. آگاهی از خطرهای بهداشتی کادمیم، جذب آن به وسیله سبزی‌ها و محصولات کشاورزی را موضوع تحقیقات گسترده‌ای ساخته است کریمیان (Karimian,1371). علت اصلی سمی بودن عنصر کادمیم احتمالاً میل ترکیبی شدید آن با گروه‌های تیول (--SH) در آنزیم‌های پروتئین‌ساز است رضایی و ملکوتی (Rezaei and Malakooti, 1382).

ملکوتی و خانی (Malakooti and Khani, 1378) گزارش کردند نظر براینکه در ۳۰ سال گذشته در تجزیه کودهای فسفاته فقط به مقدار فسفر موجود در آن توجه شده ولی کنترلی بر غلظت کادمیم اعمال نگردیده، بنابراین سالانه

1- Hypertension

مقادیر قابل توجهی کادمیم از طریق مصرف کودهای فسفاته وارد خاک‌های زراعی و باغی کشور شده است. گلچین و ملکوتی (Goolchin and Malakoti,1378) برای تعیین شدت و غلظت آلودگی خاک‌های استان زنجان به فلزات سنگین و مشخص‌نمودن منابع آلاینده آنها و نوع آلودگی، از خاک قسمت سطحی بعضی از نقاط نمونه تهیه وپس از عصاره‌گیری غلظت فلزات سنگین از قبیل، کادمیم، سرب، کروم و نیکل، به کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که معادن و کارخانجات ذوب فلز، صنایع متالوژی، صنایع تهیه فولاد، صنایع سازنده مواد شیمیایی، استفاده از لجن فاضلاب به عنوان کود و استفاده بی‌رویه از بعضی نهاده‌های کشاورزی مخصوصاً کودهای فسفاته و سولفات روی می‌توانند موجبات آلودگی خاک و گیاه را به فلزات سنگین فراهم آورند. در بعضی از خاک‌های مربوط به باغ‌های مجاور انبارهای نگهداری کنسانتره مواد معدنی، غلظت کادمیم در حد ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و سرب در حد ۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش گردید.

منطقه مغان یکی از قطب‌های اصلی کشاورزی ایران بوده و محصولات متنوع، استراتژیک و صنعتی در آن کشت می‌شود. متأسفانه در سال‌های اخیر بهره برداران کشاورزی بدون توجه به مسائل زیست محیطی و توسعه پایدار کشاورزی صرفاً جهت کسب سود بیشتر در زمان کوتاه اقدام به مصرف بی رویه نهاده‌های کشاورزی می‌نمایند. به منظور بررسی وضعیت تجمع فلزات سنگین و مضر در مزارع دشت مغان این بررسی با اهداف بررسی میزان تجمع عناصر سنگین (مس، آهن، روی، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل) در خاک‌های زراعی و خاک‌های غیرزراعی منطقه مغان و مقایسه عناصر فوق در خاک‌های زراعی با خاک‌های غیر زراعی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

شهرستان مغان جلگه حاصل‌خیز در شمال شرقی استان اردبیل از شمال وغرب به رودخانه ارس و از شرق به مرز جمهوری آذربایجان و از جنوب به ارتفاعات سبلان مشرف می‌باشد. این دشت در فاصله مدارهای ۲۵ /°۴۷ تا ۲۵ /°۴۸ شمالی و طول جغرافیایی ۲۵ /°۴۹ تا ۴۲ /°۳۹ شرقی قرار دارد. مساحت منطقه‌ای که به آن دشت مغان اطلاق می‌شود، در حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰ هزار هکتار برآورد شده است که طرح بهره برداری از منابع آب رودخانه ارس در ۹۰ هزار هکتار آن پیاده شده است. محصولات رایج در منطقه مغان شامل گندم، پنبه، چغندرقند، یونجه، ذرت و صیفی، سویا، جو، کنجد و بادام زمینی می‌باشد. در قسمتی از اراضی زهدار نیز برنج کشت می‌شود. از محصولات باغی منطقه می‌توان به باغات گلابی، سیب، هلو و فندق اشاره نمود. مصرف عمده کود شامل کودهای فسفاته، اوره و کودهای مایع در کشت ذرت و صیفی جات می‌باشد. به دلیل وسعت زیاد منطقه، متفاوت بودن نوع تناوب و عمر زراعت مدرن در قسمت های مختلف منطقه و همچنین لحاظ نمودن تقسیم بندی سازمان جهاد کشاورزی از نظر حوزه های خدمات جهاد کشاورزی، محل مورد مطالعه به ۹ منطقه شامل روستاهای تحت پوشش، منطقه ۱ (فیروزآباد)، منطقه ۲ (تازه کند قدیم و جدید، عباس آباد و تکله)، منطقه ۳ (اوزون قویی و مرکز خدمات دشت)، منطقه ۴ (قوشاقشلاق، حمداله آباد)، منطقه ۵ (تکچی)، منطقه ۶ (اولتان، پیرایواتلو، شرکت فردوس، شهرک صنعتی، اسلام آباد قدیم و جدید)، منطقه ۷ (اجیرلو، پارس آباد، آغدام و گوشلو)، منطقه ۸ (مزارع مرکز تحقیقات کشاورزی مغان، شرکت کشت و صنعت مغان و مرکز آموزش)، منطقه ۹ (جعفرآباد) تقسیم شد. جهت بررسی وضعیت تجمع فلزات سنگین تعداد ۱۲۷ نمونه (تعداد ۱۱۷ نمونه خاک زراعی و تعداد ۹ نمونه خاک غیرزراعی) با استفاده از روشهای متداول نمونه برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی متری تهیه گردیدعلی احیایی (Ali-Ehyayi,1376). غلظت عناصر سنگین بعد از هوا خشک کردن توسط روش (لیندسی و نورال به نقل از علی احیای،۱۳۷۶) اندازه‌گیری گردید. بدین ترتیب که از نمونه خاک‌های الک شده مقدار ۲۰ گرم به وسیله ترازوی حساس آزمایشگاهی توزین نموده و در ارلن

مایرپلاستکی دربدار ریخته شد. مقدار ۴۰ میلی‌لیتر محلول DTPA به آن اضافه گردید. سپس به وسیله شیکر ۱۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲ ساعت به هم زده شد. با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عصاره‌گیری گردید. غلظت عناصر در عصاره‌ها به وسیله دستگاه جذب اتمی با کمک لامپ مخصوص هر عنصر قرائت گردید علی احیایی (Ali-Ehyayi,1376).

برای نمونه‌برداری از آب از مکان‌هایی که نمونه خاک برداشته شده بود از آب ورودی به مزرعه وآب خروجی از مزرعه (زهکش) نمونه آب تهیه گردید و عناصر سنگین (آهن، روی، مس، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل) اندازه‌گیری شدند.

برای آزمون اختلاف آماری بین خاک‌های زراعی مناطق از تجزیه واریانس یک طرفه استفاده گردید. مقایسه میانگین عناصر مکان‌های مختلف با آزمون دانکن انجام گرفت. برنامه آماری SPSS جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

آنالیز داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عناصر (آهن، مس، روی، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل) در خاک‌های مناطق مختلف تحت بررسی نشان داد که بین مناطق نه گانه از نظر میزان فلزات سنگین اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ٪۱ وجود دارد. مقایسه میانگین عناصر مکان‌های مختلف نشان داد منطقه ۷ بالاترین میزان مس، روی و سرب را به ترتیب با ۶/۴، ۳/۳ و ۳/۵۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم داشت. کمترین میزان مس، روی و سرب به ترتیب به مناطق ۲، ۵ و ۵ با میزان ۲/۳۴، ۰/۶۷۴ و ۱/۴۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط بود (جدول ۳). علت بالابودن عناصر فوق در منطقه ۷ نسبت به سایر مناطق احتمالاً با کاشت محصولات سبزی و صیفی و جالیزی به عنوان کشت دوم در این منطقه مرتبط است. استفاده بی‌رویه و بدون کنترل از سموم شیمیایی حاوی ترکیبات مس و سایر سموم در این منطقه معمول بوده و می‌تواند یکی از علل افزایش مس در این منطقه باشد. کریمیان (Karimian,1371) گزارش کرد مس به شکل سولفات مس در برخی از قارچ‌کش‌ها نیز وجود دارد.

بررسی‌های به عمل آمده در منطقه ۲ که میانگین عنصر مس در آن پایین می‌باشد، نشان می‌دهد که خاک‌های کشاورزی این منطقه جوان بوده و بعد از خاک‌های منطقه ۶ و ۷ زیر پوشش شبکه آبیاری رفته است. کشاورزی این منطقه همچنان شکل سنتی داشته و از طرف دیگر کشت دوم هنوز در این منطقه رواج نیافته است. همچنین نتایج حاکی از آن است که زمین‌های زراعی که نزدیک جاده هستند به علت تردد و رفت وآمد بیشتر وسایل نقلیه دارای مقدار سرب بیشتری نسبت به مزارع دوردست و دور از جاده‌ها بودند. اسمیت (Esmith,1976) گزارش کرد میزان آلودگی به سرب تحت تأثیر فاصله از جاده قرار می‌گیرد. لذا محیط‌های اطراف جاده به میزان بیشتری به وسیله سرب آلوده می‌گردند.منطقه ۶ با میزان ۷/۴۳۳ و ۳۳/۸۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب دارای بالاترین مقدار آهن و منگنز بود (جدول۳). مقدار مجاز عنصر آهن در خاک‌ها ۵/۲ تا ۵/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد ملکوتی (Malakooti,1375). بنابراین تجمع عنصر آهن در خاک‌های مناطق مورد مطالعه بیش از حد مجاز می‌باشد. کمترین میانگین آهن و منگنز مربوط به منطقه ۵ به ترتیب با میزان ۳/۲۴۳ و ۱۵/۲۳۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۳). بدیهی است در زمین‌هایی‌که از کودهای سولفات آهن و سایر کودهای حاوی آهن استفاده می‌گردد به مرور زمان مقدار آهن نیز افزایش می‌یابد. حکیمی و علیمرادی (Hakimi and Alimoradi,1378) گزارش کردند که غلظت فلزات سنگین در خاک مزرعه‌ای که با آب آلوده آبیاری شده، بیش از خاک‌هایی است که با آب معمولی آبیاری می‌شوند. به طوری‌که مقدار کل فلزات سنگین در مزارعی که با آب آلوده آبیاری شده بودند، در حدود ٪۵۳/۴۶ بیش از مزرعه‌ای بود که با آب معمولی آبیاری شده بود. بطورکلی در بررسی حاضر، مقدار آهن در مزارعی که از نظر کشاورزی پیشرفته هستند و محصولات متنوعی در آنها کشت می‌شود، زیاد بود. می‌توان کم بودن میانگین آهن در مناطق۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به نوپا بودن زراعت فشرده در این مناطق نسبت داد. لازم به ذکر است اراضی این منطقه بعداز مناطق ۶

و۷ زیر شبکه آبیاری رفته است.

همچنین نتایج نشان می‌دهد تجمع منگنز در خاک منطقه مغان از حد مجاز منگنز در خاک‌های زراعی بیشتر می‌باشد. مقدار مجاز عنصر منگنز در خاک‌ها ۱ تا ۲ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد ملکوتی (Malakooti,1375).

کادمیم و نیکل در مناطق ۵ و ۸ به ترتیب با میزان ۱/۷۹۱ و ۴/۴۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بالاترین میزان را داشت. کمترین میانگین کادمیم و نیکل مربوط به منطقه ۲ به ترتیب با میزان ۰/۸۵۷ و ۳/۶۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۳). ملکوتی و خانی (Malakooti and Khani, 1378) گزارش کردند نظر براینکه در ۳۰ سال گذشته در تجزیه کودهای فسفاته فقط به مقدار فسفر موجود در آن توجه شده ولی کنترلی بر غلظت کادمیم اعمال نگردیده، بنابراین سالانه مقادیر قابل توجهی کادمیم از طریق مصرف کودهای فسفاته وارد خاک‌های زراعی و باغی کشور شده است.

به منظور بررسی و مقایسه میانگین تجمع عناصر در خاک‌های زراعی و خاک‌های غیرزراعی از آزمون t استیودنت استفاده شد. تجزیه آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عناصر مورد مطالعه در خاک‌های زراعی و غیرزراعی نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ بین خاک‌های زراعی و غیرزراعی از نظر کلیه عناصر مورد مطالعه در کلیه مناطق وجود دارد. به‌طوری‌که در منطقه ۷ میزان مس از ۱/۰۰۶۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های غیرزراعی به ۶/۳۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته که این افزایش ۵ برابری مس می‌تواند نتیجه مصرف بی‌رویه سم و کود در زمین‌های زراعی و استفاده از آب آبیاری حاوی مس باشد. مقدار مس موجود در زمین‌های زراعی بیش از مقدار مطلوب و نرمال عنصر مس(۰/۲–۰/۸) در زمین‌های کشاورزی است ملکوتی (Malakooti,1375). در زمین‌های غیرزراعی، منطقه ۲ با میزان ۲۱۸/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم، بیشترین میزان این عنصر را به خود اختصاص داد. منطقه ۶ با میزان ۰/۰۹۴ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین مقدار مس را دارا بود (جدول ۳). در حال حاضر مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته آثار منفی و مسمومیت عنصر مس را خنثی می‌نماید. امّا با ادامه روند افزایشی استفاده از سموم حاوی مس و کود فسفاته در آینده شاهد مشکلات عدیدهٔ دیگری نیز خواهیم بود.

میزان روی در منطقه ۷ از ۰/۷۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های غیرزراعی به ۳/۲۹۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته و این افزایش ۳/۵ برابری، بیشتر به خاطر مصرف بی‌رویه سم و کود می‌باشد. ملکوتی و خانی (Malakooti and Khani, 1378) نشان دادند که استفاده بی‌رویه از بعضی نهاده‌های کشاورزی مخصوصاً کودهای فسفاته و سولفات روی می‌توانند موجبات آلودگی خاک و گیاه به فلزات سنگین را فراهم آورند. در زمین‌های غیرزراعی میانگین عنصر روی از ۰۱۸۶/۰ تا ۷۴۹/۰ متفاوت بود(جدول۳).

مقایسه میانگین عنصر آهن در زمین‌های زراعی با میزان ۵/۱۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم و زمین‌های غیرزراعی با میزان ۰/۸۴۹ میلی‌گرم در کیلوگرم نشان می‌دهد که میزان این عنصر در زمین‌های زراعی خیلی بالاست. میزان آهن در منطقه ۶ از ۰/۶۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های غیرزراعی به ۷/۴۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته که این افزایش ۱۰ برابری میزان آهن را می‌توان به مصرف بی‌رویه سم و کود در زمین‌های زراعی نسبت داد. زمین‌های غیرزراعی منطقه ۲ با میزان ۱/۷۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین میزان این عنصر را داشت. منطقه ۸ با میزان ۰/۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میانگین این عنصر را دارا بود (جدول۳). زمین‌های غیرزراعی منطقه ۴ با میانگین ۵/۴۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین میزان منگنز را داشت. منطقه ۶ با میزان ۲/۲۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میانگین را دارا بود. میانگین کل عنصر منگنز در زمین‌های زراعی ۲۲/۸۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم و در زمین‌های غیرزراعی ۳/۹۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم است (جدول۲ و ۳).

به‌طوری‌که میزان سرب در منطقه ۷ از ۰/۹۶۸۶ میلی‌گرم

در کیلوگرم در خاک‌های غیر زراعی به ۳/۵۹۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته است. یعنی افزایش میزان ۳ برابر داشته است. پس می‌توان نتیجه گرفت مصرف بی‌رویه سم و کود در زمین‌های زراعی باعث افزایش این عنصرشده است. در زمین‌های غیر زراعی منطقه ۲ با میزان ۰/۸۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین میزان این عنصر را به خود اختصاص داد (جدول ۳). منطقه ۸ با میزان ۰/۰۶۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان این عنصر را داشت. میانگین کل عنصر سرب در زمین‌های زراعی ۲/۴۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و در زمین‌های غیرزراعی ۰/۵۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم است (جدول۲ و ۳). میزان عنصر فوق گرچه با حد مجاز (۱-۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) فاصله دارد. میزان کادمیم در منطقه ۸ از ۰/۰۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های غیرزراعی به ۱/۷۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته، به عبارت ساده‌تر میزان کادمیم ۲۰ برابر افزایش یافته است(جدول ۳). در اراضی غیرزراعی، منطقه ۸ با میزان ۰/۰۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم دارای بیشترین میزان عنصرکادمیم را داشت. منطقه ۴ با میزان ۰/۰۳۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان این عنصر را داشت (جدول۳). میانگین کل عنصر کادمیم در زمین‌های زراعی ۱/۱۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و در زمین‌های غیرزراعی ۰/۰۳۹۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۲و ۳). کوپرمن و سریرو (Kuperman and Crreiro, 1997)گزارش کردند کودهای شیمیائی فسفری، حاوی ناخالصی از نوع فلزات سنگین هستند. فلزات سنگین، آلاینده خاک محسوب شده، باعث کاهش فعالیت‌های میکروبی شده و علاوه بر آن ممکن است توسط گیاهان جذب و از آن طریق وارد زنجیرهٔ غذایی انسان و حیوان گردند.

آلووی (Alloway,2002) سهم نسبی کود فسفر در آلودگی خاک به کادمیم را بین ۵۴-۵۸ درصد عنوان کرده و مابقی را به ته نشست‌های اتمسفری و لجن فاضلاب نسبت داده است. بنابراین باید بیشترین تلاش را در مصرف مناسب و بهینه کودهای فسفری انجام داد. رضایی و ملکوتی (Rezaei and Malakooti, 1382) گزارش نمودند غلظت کادمیم در خاک فسفات‌های تولیدی، کشورهای سنگال، توگو، مراکش و تونس در مقایسه با خاک فسفات‌های فدراتیو روسیه، اردن، سوریه و ایران دارای کادمیم بیشتری می‌باشند. بنابراین توصیه می‌گردد که در خرید خاک فسفات و کودهای فسفاتی بایستی کشورهای تولیدکننده مدنظر قرار گیرند. حد استاندارد کادمیم در کودهای فسفاته و سولفات روی و یا خاک فسفات، ۱۵-۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد که رعایت آن برای جلوگیری از آلودگی خاک‌ها ضروری است. از موارد دیگری که می‌تواند از تجمع و ورود کادمیم در چرخه غذایی حیوانات جلوگیری نماید، اصلاح ژنتیکی گیاهان زراعی به منظور کاهش ورود این عنصر به گیاه می‌باشد. آب آبیاری آلوده نیز موجب تجمع کادمیم در زمین‌های زراعی می‌گردد. بطورکلی اگر افزایش تجمع کادمیم با این روند ادامه پیدا کند، با توجه به سمی و سرطانزا بودن این عنصر مشکلات عدیده‌ای را برای نسل آینده در پی خواهد داشت.میزان نیکل در منطقه ۸ از ۰/۷۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های غیر زراعی به ۴/۴۶۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در خاک‌های زراعی افزایش یافته، به عبارت دیگر میزان نیکل تقریباً به ۵ برابر افزایش یافته است. راون و لئوپرت (Raven and Loeppert,1997) نشان دادند برخی از کودهای فسفری رایج حاوی غلظت‌های نسبتاً بالایی از آرسنیک، اورانیم، سرب، کادمیم و نیکل می‌باشند. در زمین‌های غیر زراعی، منطقه ۳ با میزان ۱۰۲/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین میزان نیکل را داشت. منطقه ۱ با میزان ۳۲۶/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میانگین این عنصر را داشت (جدول ۳). میانگین کل عنصر نیکل در زمین‌های زراعی ۹۰۳/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم و در زمین‌های غیرزراعی ۸۵۵/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (جدول ۲و۳). علت افزایش نیکل علاوه بر کودهای شیمایی، آب آبیاری نیز می‌تواند باشد. متشرع‌زاده (Motasharezadeh,1383) گزارش کرد که برای کاهش سمیت نیکل در خاک‌های سرشار از آن،

می‌توان اقدام به اضافه کردن فسفات نمود. فسفات‌های نیکل حاصله حلالیت اندکی داشته، غلظت نیکل را در محلول خاک کاهش می‌دهند.

آب آبیاری منطقه مغان از رودخانه ارس تأمین می‌شود و رودخانه ارس به علت فاضلاب‌های صنعتی کشورهای همجوار آلوده به عناصر سنگین می‌باشد. بررسی میانگین عناصر مورد مطالعه در کل منطقه نشان می‌دهد میانگین مس، روی، آهن، منگنز، سرب، کادمیم و نیکل به ترتیب برابر با ۱/۱۹۲، ۰/۹۳۳، ۰/۶۲۳، ۱/۶۳۹، ۰/۹۹۶، ۰/۸۶۴ و ۱/۳۴۹ میلی‌گرم در لیتر بودند که میزان مس، آهن و کادمیم از حد مجاز در آب آبیاری بیشتر می‌باشد. پس در مورد این عناصر بایستی دقت کرد تا میزان این مواد از طریق منابع دیگر یعنی کود و سموم افزایش پیدا نکند.

بطورکلی می‌توان گفت میزان عناصر سنگین اندازه‌گیری شده در خاک‌های زراعی خیلی بیشتر از خاک‌های غیرزراعی می‌باشد. که این افزایش قابل ملاحظه در میزان عناصر به علت مصرف بی‌رویه کود و سموم شیمیایی می‌باشد. بنابراین جهت جلوگیری از افزایش بیش از حد بایستی مصرف نهاده‌های کشاورزی به صورت کنترل شده انجام پذیرد.

جدول -۱ میانگین مربعات (تجزیه واریانس) عناصر مورد مطالعه در خاک‌های زراعی مناطق مختلف مغان

Table 1-Analysis of variance of the studied elements in arable lands of Moghan.

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	نیکل(Ni)	کادمیم (Cd)	سرب(Pb)	منگنز(Mn)	آهن(Fe)	روی(Zn)	مس(Cu)
Between Locations	بین مناطق	8	1.068**	2.082**	3.068**	70.994**	18.585**	5.111**	30.911**
Within locations	درون مناطق	108	0.153	0.014	0.102	68.228	5.073	0.936	2.380

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns , *, ** non significant, significant at 5 and 1 percent levels, respectively

جدول -۲ میانگین عناصر مورد مطالعه در مناطق مختلف مغان

Table 2- Mean of studied elements at different location (mg/kg)

مناطق Location	مس (Cu)		روی (Zn)		آهن (Fe)		منگنز (Mn)		سرب (Pb)		کامیم (Cd)		نیکل (Ni)	
1	2.876	BC	1.039	B	4.947	BC	12.945	D	2.409	C	0.862	D	3.772	C
2	2.344	C	0.88	B	4.483	BC	18.285	C	2.242	C	0.857	D	3.629	C
3	2.749	C	1.040	B	3.801	C	16.988	CD	2.310	C	0.854	D	3.714	C
4	4.084	B	0.989	B	4.675	BC	25.089	B	2.254	C	1.019	C	3.756	C
5	2.394	C	0.674	B	3.243	C	15.236	CD	1.452	D	1.014	C	4.016	BC
6	6.152	A	1.184	B	7.433	A	33.837	A	3.174	B	1.740	A	4.229	B
7	6.382	A	3.296	A	5.996	B	25.813	B	3.598	A	1.690	A	4.271	AB
8	5.499	A	1.355	B	5.975	B	28.517	B	2.335	C	1.791	A	4.462	A
9	3.964	BC	1.531	B	3.614	C	30.842	AB	2.331	C	1.353	B	3.903	BC
(Mean) میانگین	4.049		1.33		5.159		22.847		2.495		1.175		3.903	

میانگین های با حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

Values in a column bearing different superscript are significantly different at 0.05 probability level

جدول-۳ تجزیه آماری میزان عناصر در خاک زراعی در مقابل خاک غیر زراعی در مناطق تحت بررسی

Table 2- Statistical analysis of element in crop land and non crop land in the studied areas

مناطق	مس (Cu)			روی(Zn)			آهن(Fe)			منگنز(Mn)		
(location)	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated
1	0.913	2.88	4.89**	0.0714	1.039	18.964**	1.112	4.946	11.540**	2.480	12.945	11.59**
2	1.218	2.34	3.32**	0.492	0.879	5.441**	1.705	4.482	5.924**	4.66	18.285	6.62**
3	0.2019	2.75	4.89**	0.0361	1.04	11.484**	0.518	3.800	6.813**	4.312	16.988	4.86**
4	1.012	4.08	19.38**	0.105	0.989	14.199**	0.802	4.675	12.449**	5.445	25.089	19.76**
5	1.02	2.39	3.11**	0.042	0.674	13.737**	0.794	3.242	4.061**	4.234	15.236	2.97**
6	0.094	6.15	12.4**	0.648	1.184	9.786**	0.628	7.433	7.785**	2.268	33.837	12.71**
7	1.0061	6.38	6.75**	0.749	3.296	2.022**	1.064	5.996	5.203**	3.104	25.813	6.8**
8	1.0042	5.499	12**	1.0186	1.355	11.78**	0.450	5.974	6.100**	4.152	28.517	5.09**
9	1.011	3.964	5.13**	0.091	1.531	2.600**	0.570	3.614	4.820	5.233	30.841	8.37**

ادامه جدول -۳

مناطق (location)	نیکل(Ni)			کادمیم(Cd)			سرب(Pb)		
	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated	خاک غیر زراعی Non-crop land	خاک زراعی Crop land	T محاسبه شده T Calculated
1	0.329	3.772	42.357**	0.0249	0.862	60.498**	0.712	2.408	28.084**
2	0.664	3.629	27.972**	0.069	0.8566	47.147**	0.884	2.241	23.930**
3	1.102	3.713	22.097**	0.011	0.8536	21.703**	0.623	2.309	19.821**
4	0.875	3.756	49.292**	0.035	1.0192	89.255**	0.379	2.254	33.978**
5	1.033	4.016	4.016a	0.029	1.014	15.936**	0.379	1.451	9.407**
6	0.829	4.229	32.728**	0.089	1.739	87.715**	0.167	3.173	27.081**
7	1.074	4.271	28.766**	0.015	1.690	18.284**	0.967	3.597	27.479**
8	0.766	4.461	26.177**	0.084	1.791	64.924**	0.0656	2.335	33.292**
9	1.041	3.902	14.964**	0.0247	1.352	6.184**	0.653	2.330	6.515**

منابع **References**

برزگر، ع وکوچک زاده، ر. ۱۳۸۱. وضعیت کادمیم و نیکل در نیشکر. مجله دانش کشاورزی، جلد۱۲، شماره۱،ص۱۲۷-۱۱۹.

حکیمی، م و علیمرادی، ا. ۱۳۷۸. تأثیر استفاده از آب آلوده در افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک و چغندرقند، کنفرانس سراسری محیط زیست و پیآمدهای آلودگی آن، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل، ص۶۶.

چراتی، ع و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۳. ضرورت کاهش آلاینده‌های کادمیم و نیترات در شالیزارهای شمال کشور (بررسی تأثیر روی و کادمیم بر رشد و ترکیب شیمیائی برنج). کتاب تغذیه متعادل برنج. انتشارات سنا. وزارت کشاورزی معاونت زراعت. تهران. ایران.

رضائی، ش و ملکوتی، م. ج.۱۳۸۲. کاهش آلاینده کادمیم (Cd) گامی مؤثر در راستای تأمین امنیت غذایی جامعه، نشریه علمی آموزشی نهاده، شماره ۷، ص ۴.

علی- احیایی، م.۱۳۷۶. روشهای تجزیه شیمیایی خاک، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، نشریه شماره ۱۰۲۴، جلد ۲ صفحه ۷۲

کریمیان، ن. ع.۱۳۷۱. فیزیک خاک،جلد اول،(ترجمه)، مرکز نشر دانشگاه تهران، ص ۲۱۶ تا ۲۲۸.

گلچین، ا و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۸. منابع آلاینده خاک‌ها به فلزات سنگین. کنفرانس سراسری محیط زیست و پیامدهای آلودگی آن. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، ص ۱۵۳.

متشرع‌زاده، ب.۱۳۸۳. فلزات سنگین در کشاورزی و محیط زیست، نشریه علمی- آموزشی نهاده، جلد ۲۷، شماره ۳، خرداد ۱۳۸۴،ص ۱۹.۴۰-۲۰

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی. معاونت آموزش و نیروی انسانی. وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

ملکوتی، م. ج و خانی، ر.۱۳۷۸. اثرات سوء کادمیم در محصولات کشاورزی، کنفرانس سراسری محیط زیست و پیآمدهای آلودگی آن، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اردبیل، ص ۱۲ تا ۱۳.

ملکوتی، م. ج و کاووسی، م. ۱۳۸۳. تغذیه متعادل برنج، انتشارات سنا، وزارت جهاد کشاورزی معاونت زراعت.

ملکوتی، م. ج، ترابی، م. و طباطبائی، س. س. ۱۳۷۹. اثرات سوء کادمیم و روش‌های کاهش غلظت آن در محصولات **کشاورزی. نشریه فنی شماره ۸۷.** موسسه تحقیقات خاک و آب، نشر آموزش کشاورزی.

Alloway, B.J. 2002. Heavy metals in soils. Blackies and sons Ltd NewYork.

Bingham, F.T. 1999. Availablity of Cd to food crops in relation to heavy metal content of sludge amended soil. Environmental Health Perspect. 28:39-43

Smith, W.H. 2000. Lead contamination of roadside ecosystem, J. Air pollu.

Control. Assoc. 26: 753-766

Smith, B.P. 1996. Large Animal Internal medicine. 2nd ed. Mosby yearbook. Inc. Baltimore. PP: 448-455, 829-1104.

Ganor, E., Altshuller, S. Foner, H.A., Brenner, S. and Cabby, J. 1988. Vanadium and Nickel in dustfall as indicators of power plant pollution, 42:241-252.

Kuperman, R.G. and. Crreiro, M. 1997. Soil heavy metal concentrations, microbial biomass and enzyme activities in a contaminated grassland ecosystem. Soil Biol. Biochem. 29: 179- 190.

Raven, K.P. and Loeppert, R.H.1997. Trace element composition of fertilizers and soil amendments. J. Environ. Qual. 26: 551-557

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۳۶-۲۵

بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای مختلف ذرت علوفه‌ای

Effect of drought stress on yield and yield components on different forage corn hybrids

مریم حاجی بابائی*[۱]، فرهاد عزیزی[۲]، کاوه زرگری[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد چند هیبرید جدید ذرت علوفه‌ای، آزمایشی بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (بترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی نیز شامل ۱۴ هیبرید ذرت بود. در این آزمایش عملکرد علوفه خشک در هکتار، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک بلال و وزن خشک ساقه اندازه گیری و محاسبه شد. نتایج نشان داد که تفاوت هیبریدها از نظر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال ٪۵ و از نظر شاخص سطح برگ و وزن خشک بلال در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود، در حالیکه بین هیبریدهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن خشک برگ مشاهده نگردید. همچنین کلیه صفات مورد بررسی به تنش خشکی واکنش نشان داده و اختلاف آنها در تنش های مختلف در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار شد. افزایش دور آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش عملکرد علوفه خشک به میزان ۴۴ ٪ درصد شد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، هیبرید، عملکرد علوفه خشک.

۱- گروه زراعت، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران
*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Hajibabaee_m@yahoo.com

مقدمه

امروزه نیاز بخش کشاورزی برای تامین آب در حال افزایش است و در آینده نیز به‌واسطه افزایش جمعیت و همچنین تاثیر تغییرات اقلیمی بر میزان بارندگی‌ها و تبخیر در بسیاری از نواحی، ادامه خواهد یافت. بنابراین در آینده بخش کشاورزی در رقابت شدید با مصارف دیگر همچون مصرف انسان‌ها، تاسیسات صنعتی، خنک‌کننده‌ها و دیگر بخش‌ها با بحران جدی در تامین آب روبرو خواهد شد (Tarddieo,.2005) به‌طور کلی در بین تمام تنش‌ها، تنش خشکی یکی از مهمترین و شایع ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌آید (Turhan and Baser, 2004). تنش کمبود آب از عوامل اصلی محدود کننده تولید ذرت در مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌آید. ذرت یک گونه علوفه‌ای مهم است که برای مصرف به صورت سیلوئی، کل گیاه برداشت می‌شود (Coors, 1995). این گیاه با وجود داشتن یک نوبت برداشت دارای عملکرد ماده خشک بالایی است سیلاژ آن به آسانی تهیه می‌شود و یک علوفه خوش خوراک با کیفیت پایدار برای دام می‌باشد و انرژی بالاتری نسبت به سایر علوفه‌ها داراست (Curran and Posch, 2000) در این گیاه بیشترین قابلیت هضم و کمترین دیواره سلولی مربوط به دانه می‌باشد و پس از آن برگ گیاه سهم عمده‌ای در این امر دارا است (چوگان، ۱۳۷۵). قابلیت هضم برگ بیشتر از ساقه می‌باشد و با افزایش نسبت برگ به ساقه معمولا کیفیت علوفه افزایش می‌یابد (Genter and Camper, 1973). لاور و کوشیکونکویی (۱۹۹۷) اظهار داشتند که نسبت دانه به علوفه موثرترین فاکتور انرژی در سیلاژ ذرت است. رضا وردی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال تیمارهای کم آبیاری گزارش کردند که تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و گلدهی به‌ترتیب باعث کاهش ۲۸ و ۲۹ درصدی عملکرد نسبت به تیمار آبیاری متداول گردید. سونگ و همکاران (۲۰۰۰) اثر تنش خشکی بر رشد و توسعه ذرت را بررسی کردند و بیان داشتند که استرس خشکی مانع از رشد و توسعه گل‌آذین ماده در گیاه ذرت می‌گردد و کوتاه شدن طول، قطر، و وزن خشک و وزن تر بلال از اثرات کمبود آب روی بلال ذرت است. چکر (۲۰۰۴) گزارش کرد که تنش رطوبتی در طول مراحل مختلف رشد ذرت عملکرد آن را در درجات متفاوت کاهش می‌دهد که شدت کاهش عملکرد نه تنها به شدت تنش بلکه به مرحله رشدی گیاه نیز وابسته است. شعرباف و احمدی (۱۳۷۷) در آزمایشی جهت بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد و بر خصوصیات رویشی ذرت گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع نهایی گیاه و شاخص سطح برگ می‌گردد. عملکرد بیولوژیکی نیز در رژیم‌های مختلف آبیاری تفاوت معنی داری داشت که با افزایش تنش خشکی، میزان کاهش آن بیشتر شد. رنجبر (۱۳۸۴) با مطالعه‌ای به منظور تاثیر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، در مراحل مختلف رشد نشان داد که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ، گره و میانگره، وزن خشک پوشش بلال، طول بلال و کاهش عملکرد دانه به میزان ۷٪ گردید. شعاع حسینی و همکاران (۱۳۸۷) در آزمایشی جهت بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد ذرت و صفات وابسته به آن گزارش کردند که بیشترین اثر تنش بر روی عملکرد بود که در اثر کاهش ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه ایجاد شد. در این مطالعه نیز تاثیر تنش خشکی بر چند هیبرید ذرت علوفه‌ای و نحوه تاثیر صفات بر روی عملکرد در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۵۴ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی- رسی با pH = ۵/۷ و هدایت

الکتریکی ۷/۰ دسی زیمنس بر متر (dsm-1) بود. این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد مطالعه سه رژیم آبیاری بعنوان عامل اصلی شامل S1 = آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰ میلیمتر تبخیر)، S2 = تنش ملایم (آبیاری پس از ۱۰۰ میلیمتر تبخیر)، S3 = تنش شدید (آبیاری پس از ۱۳۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و ۱۴ هیبرید دیررس ذرت علوفه‌ای به‌عنوان عامل فرعی بودند (جدول ۱).

جدول ۱- لیست هیبریدهای دیررس ذرت علوفه‌ای مورد آزمایش

Table 1. List of late maturity forage corn hybrids tested

Hybrids	Number
K47/2-2-1-4-1-1-1× O17	1
K3653/2×K19	2
K3653/2×MO17	3
KSC700	4
KSC704	5
KSC720	6
KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3545/6	7
K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6	8
K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1	9
KL M76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1	10
K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1	11
K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17	12
KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17	13
KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17	14

در کرت‌های فرعی بصورت تصادفی قرار گرفتند. محل اجرای آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ به وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و برای خردکردن کلوخه‌ها و همچنین یکنواخت شدن خاک مزرعه از دیسک و ماله استفاده گردید. مزرعه با استفاده از فاروئر به صورت جوی و پشته درآمد. در این طرح بذور هر هیبرید پس از ضدعفونی برروی ۳ ردیف ۷ متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر و به صورت کپه‌ای کشت شدند. فاصله کپه‌ها روی ردیف‌های کاشت ۱۸ سانتیمتر (تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. به منظور ممانعت از اختلاط آبیاری در ابتدا و انتهای هر بلوک ۲ ردیف کاشت به عنوان حاشیه و همچنین دو ردیف بدون کاشت لحاظ گردید. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک در اختیار گیاه قرار گرفت. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت نیمی قبل از کاشت و مابقی در مرحله ۶-۷ برگی به عنوان سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و سوزنی برگ از علف‌کش آترازین به‌مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با لاسو (الاکلر) در مرحله بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری صورت گرفت و در مرحله ۶-۵ برگی از سم 2,4,D به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار علیه علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده شد و یک مرحله وجین دستی در همین مرحله صورت گرفت. زمان آبیاری با استفاده از میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A مشخص شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه برداری ازخاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام گردید. نمونه مذکور بمدت ۲۴ ساعت در آون ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد و حجم آب آبیاری با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ در هر آبیاری تعیین‌گردید. مقدار آب مصرفی نیز با استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود کنترل شد. آبیاری مزرعه آزمایشی با استفاده از لوله‌های هیدروفلوم و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود صورت گرفت.

$$H = \rho b(\theta_{F.C} - \theta_m) D \quad (۱$$

$$V = H \times A \quad (۲$$

در معادله‌های ۱ و ۲، H نشان دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک، رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است. مساحت برداشت پس از حذف حاشیه‌ها در هر کرت معادل ۱۴/۷۵ متر مربع بود. جهت تعیین صفاتی از قبیل عملکرد علوفه خشک در هکتار، شاخص سطح برگ،

وزن خشک برگ، وزن خشک بلال و وزن خشک ساقه از هر ردیف تعداد ۱۰ بوته بطور تصادفی انتخاب و صفات مذکور از روی آنها اندازه‌گیری شدند. محاسبات آماری و تجزیه واریانس‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱، رسم نمودارها به وسیله نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه خشک

در بررسی عملکرد علوفه خشک، اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید به ترتیب در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بودند ولی اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های آبیاری معنی‌دار نگردید که بیانگر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به شرایط تنش اعمال شده می‌باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک ۱۷۸۷۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و۹۸۶۲ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۴ ٪ و ۴۵ ٪ نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر کاهش نشان دادند (جدول ۳). این اختلاف می‌تواند ناشی از کاهش توانائی هیبریدها در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال مواد پرورده در اثر کمبود آب باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه شده است. کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگری نظیر اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) و فاطمی و همکاران (۱۳۸۰) نیز گزارش شده است.

افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر)، می‌تواند به دلیل گسترش بیشتر سطح برگ باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هرچه بیشتر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است. لک و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر این موضوع تاکید کرده‌اند. کاهش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر بیشتر به دلیل تاثیر منفی تنش خشکی بر وزن خشک بلال (با ۵۱ ٪ کاهش) رخ داده است زیرا در ذرت بلال جزء مهمی از قسمتهای هوایی را تشکیل می‌دهد. همچنین وزن خشک ساقه با (۴۶ ٪ کاهش) و وزن خشک برگ نیز با (۲۸ ٪ کاهش) در شرایط آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر باعث کاهش عملکرد علوفه خشک گردیده‌اند. با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها مشخص شد که هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دارای بیشترین وزن خشک کل بوته در هکتار بوده‌اند که می‌توان بالابودن عملکرد علوفه خشک در این هیبریدها را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آنها نسبت داد که زمان بیشتری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهند. هیبرید شماره ۱۰ نیز دارای کمترین میزان وزن خشک کل بوته (۱۰۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) بوده است (شکل۱). گزارش شده است که معمولاً هیبریدهایی که دوره رشد طولانی تری دارند ماده خشک بیشتری نیز تولید می‌کنند (جاکوبس و پیرسون، ۱۹۹۱).

جدول-۲ نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه هیبریدهای ذرت تحت تاثیر ۳ تیمار رژیم آبیاری

Table 2. Analysis of variance for studied traits of fourteen corn hybrids under three irrigation regimes

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	شاخص سطح برگ Leaf Area Index	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک بلال Ear dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	عملکرد علوفه خشک Dry fodder yield
تکرار Replication	2	0.585*	11907.814**	109020.097*	163598.171**	52928023**
آبیاری Irrigation	2	2.297**	72612.977**	2173347.101**	951182.469**	705763464**
خطای E(a)	4	0.186	3170.086	27180.610	89151.118	36014993
هیبرید Hybrid	13	0.629**	1708.161ns	91988.054**	28933.702ns	17116088*
هیبرید× آبیاری H*I	26	0.113 ns	1299.885ns	37005.434ns	12825.704ns	8764874ns
خطای E(b)	78	0.138	1172.904	29474.058	17334.171	7733934
ضریب تغییرات CV	-	10.137	14.054	26.092	28.678	19.350

ns: غیر معنی‌دار، **و* به ترتیب ، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ns: Non significant and * , ** significant at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

شاخص سطح برگ

در بررسی شاخص سطح برگ، اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری روند کاهش شاخص سطح برگ را در اثر افزایش فواصل بین آبیاری‌ها نشان داد (جدول ۳). محققان دیگری نیز نظیر نوری اظهر و احسان زاده (۲۰۰۷)، صابر علی و همکاران (۲۰۰۷)، پاندی و همکاران (۲۰۰۰) و شعرباف و احمدی (۱۳۷۷) نیز کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ را در اثر تنش خشکی تایید می‌کنند. ریچی (۱۹۸۷) نیز گزارش کرد که LAI در بوته‌های تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در تمام فصل رشد تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم نداشتند اما تنها تفاوتی که در LAI بین تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش خشکی مشاهده شد مربوط به انتهای دوره رشد بوده که در آن بوته‌های تحت شرایط تنش سطح برگ خود را زودتر از دست دادند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۴ دارای بیشترین میزان شاخص سطح برگ (۴/۰۶۹) و هیبرید شماره ۱۱ دارای کمترین میزان شاخص سطح برگ (۳/۱۷۶) بود (شکل ۲).

جدول-۳ جدول مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3. Means Comparison of studied traits under different irrigation regimes

رژیم آبیاری Irrigation regimes	شاخص سطح برگ Leaf Area Index	وزن خشک برگ Leaf dry weight (gr)	وزن خشک بلال Ear dry weight (gr)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (gr)	عملکرد علوفه خشک Dry fodder yield ($kg.ha^{-1}$)
70 میلیمتر تبخیر (I_1)	3.884 [a]	273.804 [a]	892.86 [a]	532.08 [a]	17871.8 [a]
100 میلیمتر تبخیر (I_2)	3.693 [b]	260.997 [a]	642.36 [b]	559.17 [a]	15381.8 [b]
130 میلیمتر تبخیر (I_3)	3.419 [c]	196.241 [b]	438.71 [c]	286.03 [b]	9862.1 [c]

توضیح : میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

NB: Different between means with similar letters in each column are not significant at 5% probability level

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس وزن خشک برگ نشان داد که اثر رژیم‌های مختلف آبیاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. در حالیکه اثر هیبریدها و اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبریدها بر این صفت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر با آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۳). نتایج آزمایشات صورت گرفته بر کاهش سطح برگ به واسطه اختلال در فتوسنتز و کاهش کلروپلاست و در نتیجه زرد و نکروزه شدن سریع برگ‌ها در شرایط کمبود رطوبت خاک دلالت می‌کنند که به عنوان مکانیسمی برای سازگاری به خشکی به شمار می‌آید (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۲؛ گوکسوی و همکاران، ۲۰۰۴). یگاپان و همکاران (۱۹۹۶) اظهار داشتند که تنش خشکی پیری زودرس برگ‌ها، کاهش تعداد برگ، سطح برگ، وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه در آفتابگردان را سبب می‌شود. در پژوهشی که توسط شرستا و همکاران (۲۰۰۶) بر روی تاثیر کم‌آبی در مرحله پر شدن غلاف در گیاه عدس صورت گرفت، مشخص شد که کمبود آب در طی مرحله پر شدن دانه موجب کاهش میزان وزن خشک برگ‌ها گردید که دلیل آن کاهش میزان رشد رویشی گیاه و میزان وزن خشک اندام‌های رویشی (برگ‌ها، ساقه‌ها و دیواره‌های غلاف) بود. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۶ دارای بیشترین میزان (۲۶۸/۱۳ گرم) و هیبرید شماره ۱۱ دارای کمترین میزان (۲۲۰/۰۴ گرم) وزن خشک برگ بود.

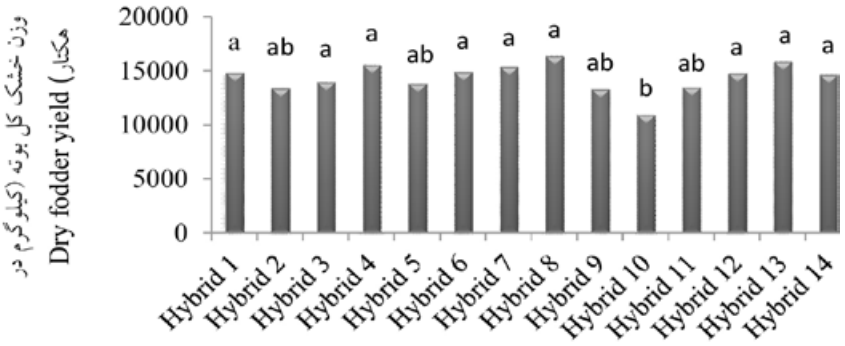
وزن خشک بلال

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبریدها بر وزن خشک بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری روند کاهش معنی‌دار وزن خشک بلال را در اثر افزایش فواصل بین آبیاری‌ها نشان داد (جدول ۳). این نتایج یافته‌های پژوهشگرانی نظیر سونگ و دی (۲۰۰۰) را تایید می‌کند. این محققین همچنین اظهار داشتند که فتوسنتز در حین تنش خشکی کم می‌شود ولی در شرایط

طبیعی و پس از دریافت آب کافی، فتوسنتز جاری افزایش یافته و از طرف دیگر انتقال مواد ذخیره‌ای ساقه در حین پر شدن سریع دانه باعث جلوگیری از عقیمی دانه‌ها می‌شود. با توجه به شکل مقایسه میانگین هیبریدها مشخص شد که هیبریدهای شماره ۴ و ۸ دارای بیشترین وزن خشک بلال و هیبرید شماره ۱۰ دارای کمترین میزان (۴۳۵/۲۹ گرم) وزن خشک بلال بوده است (شکل ۴).

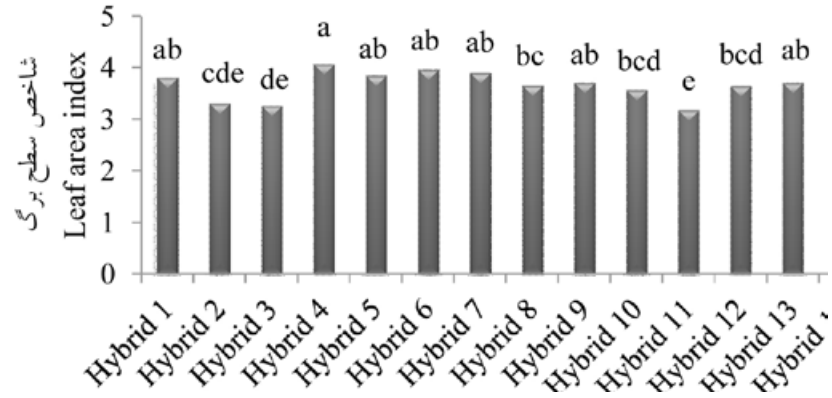
وزن خشک ساقه

در این بررسی، اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود در حالیکه اثر هیبرید و اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و هیبرید معنی‌دار نبودند (جدول۲). مقایسه میانگین رژیمهای مختلف آبیاری نشان داد که بین تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود نداشتند در حالیکه بین تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر با تیمار آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۵). اعمال تنش رطوبتی به دلیل کاهش میزان رشد رویشی گیاه، میزان وزن خشک اندامهای رویشی (برگ، ساقه) را کاهش می‌دهد (شرستا و همکاران، ۲۰۰۶). کاهش وزن خشک ساقه توسط تنش خشکی توسط پژوهشگرانی نظیر سینکلر و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش گردیده است.



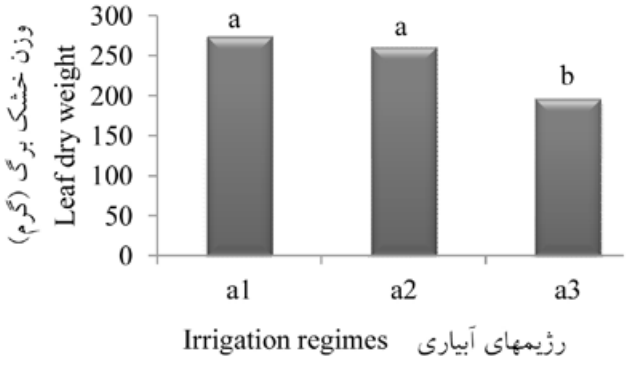
شکل-۱ مقایسه میانگین هیبریدهای مختلف برای عملکرد علوفه خشک

Figure 1. Means comparison of different hybrids for dry fodder yield



شکل -۲ مقایسه میانگین هیبریدهای مختلف برای شاخص سطح برگ

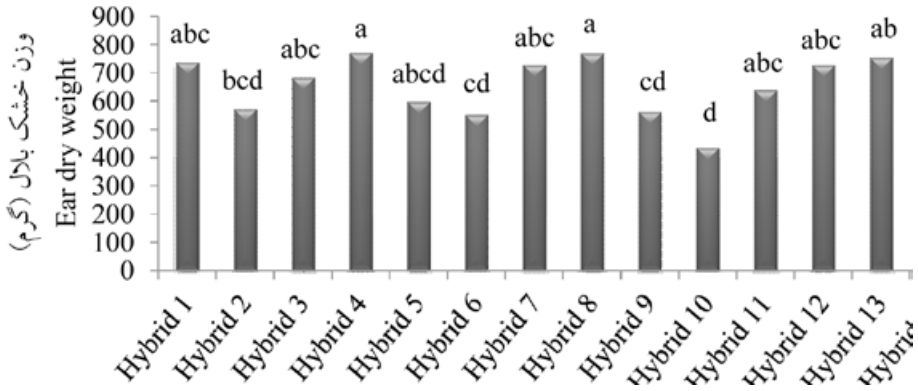
Figure 2. Means comparison of different hybrids for leaf area index



(تنش شدید :a3 و تنش ملایم :a2 و آبیاری نرمال :a1)

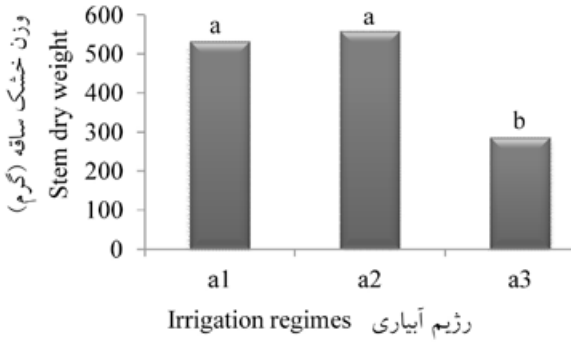
شکل -۳ مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری برای وزن خشک برگ

Figure 3. Means comparison of different irrigation regimes for leaf dry weight



شکل -۴ مقایسه میانگین هیبریدهای مختلف برای وزن خشک بلال

Figure 4. Means comparison of different hybrids for ear dry weight



(تنش شدید :a3 و تنش ملایم :a2 و آبیاری نرمال :a1)

شکل -۵ مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری برای وزن خشک ساقه

Figure 5. Means comparison of different irrigation regimes for stem dry weight

همبستگی و روابط صفات

مطابق جدول همبستگی صفات (جدول۴) مشخص می‌شود که بین شاخص سطح برگ با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی داری وجود دارد. بین وزن خشک ساقه با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی داری وجود دارد. بین وزن خشک بلال با تمام صفات همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود دارد. بین وزن خشک برگ با عملکرد علوفه خشک همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود دارد. با توجه به جدول همبستگی می‌توان نتیجه گرفت که صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک بلال در تغییرات عملکرد علوفه در شرایط کمبود رطوبت خاک می‌توانند تاثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشند. در نتیجه با اصلاح این صفات در هیبریدها می‌توان تا حدود زیادی از کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی اجتناب نمود.

جدول-۴ جدول ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد

Table 4- Correlation coefficients between yield and yield components.

	شاخص سطح برگ **Leaf Area Index**	وزن خشک ساقه **Stem dry weight**	وزن خشک بلال **Ear dry weight**	وزن خشک برگ **Leaf dry weight**
وزن خشک ساقه **Stem dry weight**	0.48**			
وزن خشک بلال **Ear dry weight**	0.41**	0.48**		
وزن خشک برگ **Leaf dry weight**	0.56**	0.87**	0.64**	
عملکرد علوفه خشک **dry fodder yield**	0.52**	0.82**	0.89**	0.88**

ns : غیر معنی‌دار، **و* به ترتیب ، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

ns: Non significant and * , ** significant at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively

منابع References

چوگان، ر. ۱۳۷۵.بررسی و مقایسه عملکرد واجزا عملکرد در ارقام هیبرید ذرت سیلویی.نشریه تحقیقاتی کشاورزی نهال و بذر. جلد ۱۲. شماره ۲.صفحه ۴۰-۳۶.

رنجبر، ح. ۱۳۸۴. تاثیر تنش خشکی و تنک کردن در مراحل مختلف رشد بر ویژگی های ظاهری فیزیولوژیک، عملکرد و اجزا عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل کراس۷۰۴. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

شعاع حسینی، م.، م. فارسی، و س. خاوری خراسانی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات کمبود آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی. جلد ۹۲. شماره ۱. صفحه -۸۵ ۷۱.

شعرباف خجسته، س. و م. احمدی.۱۳۷۷. بررسی اثرات رژیم مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دانه ذرت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات کرج. صفحه ۲۵۱.

کریمی، م.، م. اصفهانی، م. بیگلوئی، ب. ربیعی و ع. قاسمی. ۱۳۸۸. تاثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی.جلد ۲.شماره ۲.صفحه ۱۰۹-۹۱.

فاطمی، ر.، ب. کهراریان، ا. قنبری. و م. ولی‌زاده. ۱۳۸۰. بررسی اثرات رژیم‌های مختلف آبیاری و نیاز آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سنگل کراس ۷۰۴، مجله علوم کشاورزی. سال دوازدهم. شماره ۱. صفحه -۱۴۰ ۱۳۳.

نورمحمدی.ق.، سیادت، و ع. کاشانی. ۱۳۸۱. زراعت جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۴۴۶ صفحه.

Albert, H. W. 1991. Relation of time of planting corn to the time of silking, denting and senescence. Agronomy Journal. 18: 375- 380.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89:1-16.

Coors, J. G. 1995. Grain yield and nutritional quality of corn silage.Final 4 year UW corn silage research consortium meeting Madison.WS unpublished.

Curran, B. and J. Posch.2000. Agronomic management of silage for yield and quality:silage cutting height. Crop Insights Vol:10(2).Pioneer Hi-bred International.INC.

Denmead, O. T. and R.H. Show.1960. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal.52:272-274.

El Neomani, A. A., El Halim, A. K. A., El Zeynu, H. A. and Abd El Halim, A. K. 1990. Response of maize (Zea mays L.) to irrigation intervals under different levels of nitrogen fertilization. Egyptian Journal of Agronomy, 15: 147-158.

Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R. and De Caro, A. 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (Helianthus annus L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. Eur. J. of. Agron. 17: 221-230.

Gavloski, J. E., Whitfield, G.H., and Ellis, C. R. 1992. Effect of restricted watering on sap flow and growth in corn (Zea mays L.) Can. J. Plant Sci. 72: 361–368.

Genter, C. F. and H. M. Camper.1973. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. Agronomy Journal 65:669-671 pp.

Goksoy, A. T., Demir, A. O, Turan, Z. M. and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Filed Crops Res. 87: 167- 178.

Hogenboom, G., C.M. Peterson, and M.G. Huck. 1987. shoot growth rate of soybeen as affected by drowght stress. Agron. J. 79: 598-607.

Kocheki, A., and Sarmadnia, Gh. 2005. Crops physiology. Mashhad jehad. Daneshgahi Press. (Translated in Persian).

Lak, S., N. Naderi, S. A. Siadat, A. Aynehband and Gh. Noormohammadi. 2007. Effects of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid KSC 704 at different nitrogen rates and plant population. Iranian J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(2): 63- 76. (In Persian with English abstract).

Lauer,J. and J.Cussicunqui.1997. How thick should I plant my corn?. Field Crops 28:5-15pp.

Osborne, S.L., Schepers, D.D., Francis, J. S. and Schlemmer, M. R. 2002. Use of spectral radiance to estimate in- season biomass and grain yield in nitrogen and water stress on corn. Crop Science, 42:165-171.

Pandey, R. K., Maranville, J.W., and Chetima, M.M. 2000a. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agric. Water Manage. 46:15-27.

Ritchie, J. T. 1987. Influence of soil water status and meterological conditions on evaporation from a corn canopy. Agron. J. 65: 893- 897.

Saberali, S. F., Sadatnouri, S. A., Hejazi, A., and Zand, E. 2007. Influence of plant density and planting pattern of corn on its growth and yield under competition with common Lambesquarters (Chenopodium album). J. Res. Prod. 74:143-152.

Schussler, J. R. and M. E. Westgate. 1995b. Maize kernel set at low water potential : II. Sensitivity to reduced assimilates at pollination. Crop Science. 31:1196-1203.

Shrestha, R., Turner, N. C., Siddique, K. H. M., Turner, D. W. and Speijers, J. 2006. A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod number but not pod size. Aust. J. of. Agric. Res. 57(4): 427-438.

Sinclair, T. R., T. Shiraiwa and G. L. Hammer. 1990. Variation in crop radiation- use efficiency with increased diffuse radiation. Crop Science 32: 1281- 1284.

Song, F B., and Y Y. Dai. 2000. Effect of drought stress on growth and development of female inflorescence and yield of maize. Journal of jilin Agricaltural university. 22 (1) : 18-22.

Sarvar, AKMG and MA. Ali. 1999. Effect of water stresses on the growth features of different maize (Zea Mays L.) cultivars. Pakistan Journal of Botany. 31 (2): 455- 654.

Tarddieo, F. 2005. Plant tolerance to water deficit : Physical limits and possibilities for progress. C.R. Geosience. 337:57-67.

Traore, S.B., Carlson, R.E., Pilcher, C.D., and Rice, M.E. 2000. Bt and Non-Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agron. J. 92: 1027-1035.

Turhan, H. and Baser, I. 2004. In vitro and in vivo water stress in sunflower (Helianthus annus L.). HELIA. 27:227-236.

Yazar, A., Sezen, S. and Gencel, B. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (SAP) area in Turkey. Irrigation and Drainage, 51:293-300.

Yegappan, T. M., D. M. Paton., C. T. Gates., and W. J. Muller. 1996. Water stress in sunflower (Helianthus annus L.) Effects on leaf cells and leaf area. Ann. Bot. 49: 63-68.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۴۴-۳۷

مقایسه بین آبیاری غرقابی و تناوبی و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج

Comparison between basin and alternating irrigation and its effect on yield and yield components of rice

روح اله حسینی منفرد[۱]، مستانه شریفی*[۲]، سولماز پایدار[۲]، مریم صفرپور شورباخلو[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۲۸

چکیده

به منظور مقایسه آبیاری غرقابی با سطوح مختلف آبیاری تناوبی، تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد و بهینه سازی مصرف آب در برنج رقم چمپای قصرالدشتی، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در منطقه رامجرد از توابع شهرستان مرودشت در استان فارس انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اثر آبیاری غرقابی و آبیاری تناوبی با دور آبیاری ۲، ۴، ۶ و ۸ روزه بود. نتایج نشان داد با افزایش دور آبیاری تعداد پنجه‌ها افزایش می‌یابد. میزان رشد علف‌های هرز در آبیاری تناوبی نسبت به غرقابی بیشتر بود و رشد سوروف‌ها در آبیاری غرقابی بیشتر مشاهده شد. میزان آب مصرفی در شرایط آبیاری تناوبی با غرقابی اختلاف معنی داری داشت و در آبیاری تناوبی با دور ۸ روز میزان مصرف آب نسبت به تیمار غرقابی دائم، ۳۹/۴ متر مکعب در سطح ۱۰۰متر مربع کاهش یافت. ضمن این که عملکرد در آبیاری تناوبی با دور ۸ روز و آبیاری غرقابی دائم اختلاف معنی داری نداشتند. سایر اجزای عملکرد از قبیل وزن هزار دانه، تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه در آبیاری تناوبی با آبیاری غرقابی تفاوت معنی داری نشان ندادند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تناوبی، آبیاری غرقابی، برنج، دور آبیاری

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران
۲- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، فارس، ایران
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: Sharifi_m2002@yahoo.com

مقدمه

برنج از مهم‌ترین غلات و اقلام غذایی جهان است. نیمی از جمعیت جهان، به برنج به عنوان یک غذای اصلی وابسته هستند. برنج از نظر میزان مصرف آب بین تمام محصولات کشاورزی بیشترین نیاز را به خود اختصاص داده است (تقی زاده و همکاران، ۱۳۸۷). برای تولید یک کیلو گرم این محصول، ۲ تا ۳ برابر بیشتر از سایر غلات آب مصرف می‌شود (Toung,1999). برنج تا رسیدن کامل برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک به ۷۰۰ لیتر آب نیاز دارد (رضایی و نحوی، ۱۳۸۶). مقدار آب مورد نیاز زراعت برنج بستگی به روش کاشت، ابعاد کرت، تراکم بوته، مقدار مصرف کود، بافت خاک، شرایط اقلیمی، شرایط اکولوژیکی و نوع رقم دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). مقدار آب مورد نیاز در ارقام زودرس کمتر از ارقام دیر رس می‌باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). در زمان پنجه دهی، تشکیل خوشه وگلدهی باید به اندازه کافی آب در اختیارگیاه قرارگیرد، اگر در مرحله تشکیل خوشه و گلدهی آب به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار نگیرد عمل تلقیح بخوبی انجام نشده و برنج بدست آمده دارای عملکرد پایینی خواهد بود زیرا در رطوبت کم دانه‌های گرده نمی توانند به تخمدان نفوذ نمایند و در نتیجه تلقیح انجام نگرفته و دانه‌های پوک تولید می‌گردد، سایر مراحل رشد گیاه برنج نیاز چندانی به شرایط غرقاب ندارد (پورعزیزی و مهدوی، ۱۳۸۵). تونگ و همکاران (Toung et al. 2003) اعلام کردند کاهش میزان تلفات نفوذ عمقی و نشت ناشی از اثر فشار هیدرواستاتیکی ارتفاع آب در حالت غرقاب دائم از طریق تغییر مدیریت مصرف آب امکان پذیر است. از جمله این روش‌ها،آبیاری متناوب و اشباع دائم خاک است.

براون و همکاران (Brown et al. 1977) در پژوهشی عنوان کردند روش آبیاری غرقابی یک ابزار مدیریتی مناسب جهت کنترل آفات، دسترسی آسان به مواد غذایی و جلو گیری از تنش آبی می‌باشد نه یک ضرورت برای گیاه برنج، ضمن اینکه بکارگیری این روش نیاز به مصرف مقادیر زیاد آب دارد. در پژوهشی به منظور مقایسه روش آبیاری غرقابی پیوسته با روش آبیاری غرقابی ناپیوسته نشان داده است که روش غرقابی ناپیوسته باعث صرفه جویی آب می‌گردد بدون اینکه کاهش محسوس و معنی داری در عملکرد دانه به وجود آید (Tripathi et al.,1986). سعادتی (۱۳۷۷) نشان داد که در رقم طارم و نعمت باید ۲ تا ۳ هفته اول ارتفاع آب ۲ تا ۵ سانتی متر باشد بعد از این ۲هفته، آبیاری باید زمانی انجام گردد که ارتفاع آب در کرت به صفر برسد در این مطالعه در شمال کشور در ارقام اصلاح شده ۲۱ درصد و در ارقام محلی طارم تا حدود ۳۳درصد بهره وری آب افزایش پیدا کرد. با اعمال مدیریت مناسب کاربرد آب و اعمال دور مناسبی از آبیاری می‌توان بدون ایجاد تنش آب و تبعات آن شامل کاهش عملکرد و اجزا عملکرد به میزان زیادی در مصرف آب صرفه جویی کرد اما عدم آگاهی از مدیریت آبیاری و دور آبیاری موجب کاهش رطوبت خاک و در پی ان کاهش رشد گیاه، کاهش عملکرد، تأخیر در رسیدگی، رشد علف‌های هرز، ایجاد ترک در سطح مزرعه و افزایش آب مصرفیدر داخل مزرعه می‌شود و تأثیر بر راندمان کود را شاهد خواهیم بود (پور عزیزی و مهدوی، ۱۳۸۵). فلاح و سعادتی (۱۳۷۰) در آزمایشی در مازندران بر روی برنج بیان کردند مقدار قابل توجهی از تلفات کودها به خصوص کود نیتروژنه زمانی است که در شرایط غرقابی به خاک افزوده شود و همچنین اذعان داشتند که کارایی نهاده‌ها در آبیاری تناوبی بیشتر می‌باشد. مائوژی (Maozhi,1993) درخصوص بررسی آلودگی خاک و آب در شرایط غرقابی و تناوبی زراعت برنج به این نتیجه رسیدند که درآبیاری تناوبی این آلودگی‌ها به علت نفوذ عمقی ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش می‌یابد، همچنین در این آزمایش مشخص شد اراضی که تحت آبیاری تناوبی هستند اکسیژن محتوی خاک آنها افزایش یافته و آزاد سازی آمونیوم ۲۶ برابر افزایش نسبت به شرایط غرقابی نشان می‌دهد. براساس تحقیقات صورت گرفته با آبیاری تناوبی براساس افزایش درجه حرارت، رطوبت نسبی بین فاصله ردیف‌ها ۱الی

۵ درصد کاهش پیدا کرده و این عامل تأثیر معنی داری در کاهش ورس، امراض، آفات و بیماری‌ها داشته است. هدف از اجرای این آزمایش مقایسه آبیاری غرقابی با سطوح مختلف آبیاری تناوبی و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد و بهینه سازی مصرف آب در برنج رقم چمپای قصرالدشتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی دورهای مختلف آبیاری تناوبی و تاثیر آن بر عملکرد برنج نسبت به آبیاری غرقابی، مطالعه‌ای در منطقه رامجرد (۲۹/۸ درجه شمالی،۵۲/۸۳ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۲۰متر)، واقع در جنوب غربی شهرستان مرودشت و حاشیه رود کر در استان فارس انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری غرقابی و آبیاری تناوبی با دورهای ۲، ۴، ۶ و ۸ روزه بودند..

سه هفته قبل از اجرای آزمایش اولین شخم و در اوایل تیرماه ۸۸ زمین اصلی پس از شخم دوم، ماله کشی و پس از تسطیح نقشه طرح در آن پیاده شد. آماده سازی بستر به صورت یکسان صورت گرفت. پس از مراحل آماده سازی مرزهای کرت‌ها با استفاده از پوشش نایلونی کاملاًپوشیده شد تا از تلفات نشت جانبی جلوگیری شود. میزان کود مصرفی بر اساس تجزیه خاک به صورت یکسان برای تمامی تیمارها تعیین گردید. ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره در ۳ مرحله (قبل از نشا کاری، دز زمان پنجه زنی و قبل از شروع رشد زایشی) و ۵۰ کیلوگرم فسفرخالص از منبع سوپر فسفات تریپل در هکتار به صورت پایه همزمان با شخم به زمین اصلی اضافه گردید. نشا کاری بعد از ۳ تا ۴ برگی شدن با انتخاب گیاهچه‌های سالم و یکنواخت برنج از خزانه، با فواصل ۲۰×۲۰سانتی متر و تعداد گیاهچه در هر کپه ۳ عدد در کرت‌های به ابعاد ۲۰×۵ متر به زمین اصلی منتقل شد. اعمال تیمارهای آبیاری از ۱۵ روز پس از نشاکاری آغاز شد. در زمان ظهور اولین خوشه چه تا ۲ هفته بعد از آن نیز آبیاری در تمام کرت‌ها به صورت غرقاب دائم انجام شد. بذر برنج چمپای قصر الدشتی در اول خرداد ماه در خزانه پاشیده شد و در ۱۵ تیر ماه نشاکاری انجام گردید. بافت خاک لومی رسی سیلتی بود (جدول ۱) و آب آبیاری در محل مذکور از یک حلقه چاه تامین گردید (جدول۲). اندازه گیری و نمونه برداری صفات: تعداد پنجه، علف هرز در متر مربع، دانه در خوشه، وزن هزار دانه(گرم)، ارتفاع گیاه (سانتی متر)، تعداد بوته در متر مربع، تعداد خوشه در متر مربع، دانه در خوشه عملکرد به کیلوگرم در متر مربع و آب مصرفی بر حسب متر مکعب در هر کرت به صورت تصادفی انجام شد. اندازه گیری‌های این صفات در یک تاریخ همزمان و با استفاده از کادر مربعی شکل چوبی به ابعاد ۱×۱ متر، ترازوی دیجیتال، متر و کنتور اندازه گیری آب صورت گرفت.

پس از انجام آزمایش و نمونه برداری، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی صورت گرفت. برای انجام عملیات آماری از نرم افزارهای MSTATC و Excel و SPSS استفاده گردید

جدول -۱ خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1: Specifications of experimental farm soil

texture بافت	Clay% رس	Silt% لای	Sand% شن	K(ppm) پتاسیم	P(ppm) فسفر	N% ازت	Tnv% آهک	s.p% رطوبت کل اشباع	Ec(ms) شوری	pH واکنش
Silty clay loam لومی رسی سیلتی	38	44	18	166	11	0.75	45	49	0.98	7.64

جدول -۲ خصوصیات آب آبیاری آزمایشی

Table2: Experimental characterization of irrigation water

Na^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^{-}	So^{4-}	Hco^{3-}	Ph	Sar	Ec(ms)
سدیم	منیزیم	کلسیم	کلر	سولفات	بی کربنیک	اسیدیته	نسبت جذب سدیمی	شوری
ppm				Meq/litr				
0.4	1.5	3	0.95	0.4	4	7.8	0.53	0.51

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای رژیم آبیاری بر عملکرد شلتوک اثر معنی داری ندارد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، با افزایش مدت دور آبیاری از غرقاب دائم تا ۸ روز، عملکرد از ۴۶۸۰ تا ۵۲۵۰ کیلو گرم در هکتار رسید هر چند همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین تغییر روش آبیاری در کاهش یا افزایش عملکرد تأثیری نداشت (جدول ۴). قابل ذکر است که متوسط عملکرد منطقه ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. به نظر می‌رسد با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها در منطقه مورد مطالعه رقم چمپای قصر الدشتی با آبیاری تناوبی با دور آبیاری ۸ روز اقتصادی می‌باشد (تعداد کل آب مصرف شده در تیمارها در ۱۰۰ متر مربع در جدول ۴ آمده است). تقی زاده و همکاران(۱۳۸۹) گزارش کردند رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد برنج رقم طارم هاشمی در رشت تأثیر معنی داری نداشته است. رضایی و نحوی (۱۳۸۶) نشان دادند تفاوت معنی داری در عملکرد در مدیریت‌های آبیاری غرقابی،صفر،۳، ۶ و ۹ روز پس از ناپدید شدن آب از سطح کرت بر روی دو واریته برنج بینام و حسنی مشاهده نشد. گیلانی و آبسالان (۱۳۸۳)، تابال و همکاران (Tabbal et al. 2002)، تانگ و بومن (Toung & Bow-man, 2003) و اسدی و رضایی (۱۳۸۳) نیز در تحقیقات خود درباره مقایسه مدیریت آبیاری بر عملکرد برنج نتایج مشابهی را در عملکرد شلتوک گزارش نموده اند. در این بررسی به نظر می‌رسد رسی بودن خاک منجر به افزایش توانایی خاک در نگهداری آب شده و همچنین بالا بودن رس و سیلت منجر به کاهش هدایت الکتریکی و در نتیجه کند شدن آب در خاک شده است. به طور کلی عدم تفاوت معنی دار در میزان عملکرد شلتوک، یعنی تأمین آب به مقدار کافی در تمام سطوح تیمارهای آبیاری صورت گرفته و در هیچ کدام از رژیم‌های آبیاری اعمال شده،گیاهچه دچار کم آبی نشده است، به همین دلیل موجب نقصان عملکرد نگردید (Tripathi et al.1986). یکی از مراحل رشد گیاه برنج که تقریباً رابطه مستقیمی با عملکرد دارد پنجه دهی می‌باشد مطالعات انجام شده بیانگر این است که در این مرحله از رشد، باید آب به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرد ضمن اینکه یک تنش کوتاه مدت خشکی قبل از پنجه دهی می‌تواند بر افزایش تعداد پنجه‌ها موثر باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). با توجه به نتایج به دست آمده، دورهای آبیاری در سطح ۵ درصد بر روی تعداد پنجه معنی دار بودند (جدول۳). بالاترین پنجه به تعداد ۳۸/۸۸ عدد در تیمار با دور آبیاری ۸ روز به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۴). رابطه بین میزان آب مصرفی و تعداد پنجه بیانگر این بود که با افزایش میزان آب مصرفی تعداد پنجه‌ها کاهش یافت (شکل۲). فلاح و سعادتی (۱۳۷۰) در آزمایشی با بررسی سه روش آبیاری (غرقابی، اشباع و تناوبی) معنی دار بودن اثر روش‌های متناوب آبیاری بر صفت تعداد پنجه را گزارش کردند.

جدول ۳: میانگین مربعات تجزیه واریانس صفات در رقم چمپای قصرالشتی

Table 1: Mean square of ANOVA of characteristics in Ghsroddashti Champa variety

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	آب مصرفی Consumptive water	عملکرد شلتوک paddyYield	وزن هزار دانه Weight 1000 seeds	تعداد دانه در خوشه Num of seed in panicle	تعداد خوشه Num of panicle	ارتفاع گیاه	تعدادعلف هرز Num of weed	تعداد پنجه Num of tiller
تکرار (rep)	3	309.23^{ns}	0.003^{ns}	6.7^{ns}	417.35^{ns}	3772.8^{ns}	42.34^{ns}	1.41^{**}	15.91^{ns}
تیمار (treat)	4	1244.13^{**}	0.002^{ns}	12.04^{ns}	115.58^{ns}	1683.5^{ns}	84.17^{ns}	8.19^{**}	65.2^{*}
خطای آزمایش (error)	12	217.11	0.001	8.83	88.85	1815.61	151.38	0.14	13.40
ضریب تغییرات(%)Cv		13.48	7.25	14.22	12.14	10.25	17.21	12.44	12.53

ns،*و** به ترتیب غیر معنی دار،معنی دار در سطح ۵ درصد و معنی دار در سطح یک درصد

ns*,**:non significant, Significant at p<5% and p<1% respectively

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات مختلف در رقم چمپای قصرالشتی در دورهای مختلف آبیاری

Table 4: Mean comparisons of characteristics in Ghsroddashti Champa variety in different period irrigation

صفات مورد اندازه گیری Traits measured	دورهای مختلف آبیاری different period irrigation				
	آبیاری غرقابی basin irrigation	متناوب ۲ روزه 2 day period	متناوب ۴ روزه 4 day period	متناوب ۶ روزه 6day period	متناوب ۸ روزه 8 day period
تعداد پنجه (Num of tiller in m^2)	31.98 a	27.75ab	29.5ab	30.25ab	34.98a
ارتفاع گیاه (Length cm)	78.72 a	73.22 a	67.5a	68.5 a	69.5 a
تعداد خوشه(Num of panicle in m^2)	390a	403.75a	411.5a	433.8a	438.85a
وزن هزار دانه(Weight of 1000 seeds:gr)	18.25a	20.25a	21.25a	22.15a	22.65a
آب مصرفی (consumptive water m^3/100m)	127.5a	128.5a	106.5ab	96/7ab	88.5b
عملکرد شلتوک (paddy yield:kg/m^2)	0.462a	0.477a	0.492a	0.495a	0.525a
تعداد علف هرز (Num of weed in m^2)	1.5d	2.05cd	2.80bc	3.55b	5.15a
تعداد دانه در خوشه (Num of seed in panicle in m^2)	73a	72.9a	76.15a	81.05a	85.25a

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح5 ٪ میباشد.

Mean with the same letters in each row don't have significant differences at the 5% probability level

نتایج این بررسی نشان داد اثر دورهای مختلف آبیاری برروی تعداد علف‌های هرز در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد علف‌های هرز مربوط به تیمار آبیاری با دور ۸ روز بود وکمترین میزان علف‌های هرز نیز در تیمار آبیاری غرقابی دائم به دست آمد (جدول ۴). رابطه بین میزان آب مصرفی و تعداد علف‌های هرز نشان داد با کاهش میزان آب مصرفی تعداد علف‌های هرز افزایش پیدا کرد (شکل ۳). در تیمار آبیاری ۸ روز، ۵۶/۵ درصد علف‌های هرز از خانواده جگن‌ها و نزدیک به ۴۰درصد علف‌های هرز از خانواده سوروف و حدود ۵/۳ درصد سایرگونه‌های علف‌های هرز بودند و در تیمار آبیاری غرقابی حدود ۶۵درصد علف‌های هرز از خانواده سوروف ها،۳۰درصد جگن‌ها و ۵ درصد سایر گونه‌های علف‌های هرز رشد کردند. براون و همکاران (Brown et al, 1977) بیان کردند غرقاب دائم برای کنترل علف‌های هرز در زراعت برنج ضرورتی ندارد، با اعمال مدیریت صحیح و قرار دادن برنج در معرض کم آبی می‌توان به عملکرد مطلوبی دست یافت. نتایج به دست آمده در این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط رضایی و نحوی (۱۳۸۶)، نحوی(۱۳۷۹) و سعادتی (۱۳۷۷) مطابقت دارد. علف‌های هرز علاوه بر رقابت برای جذب آب، عناصر غذایی، نور و اشغال فضا پناهگاه عمده آفات و بیماری‌های گیاهی می‌باشند. مدیریت آب در ۲-۳ هفته اول بعد از نشاکاری تأثیر عمده‌ای بر کاهش میزان علف‌های هرز و اثر علف کش‌ها دارد (Eskardin, 2006). چنانچه در این مرحله از رشد گیاه مدیریت صحیح صورت نگیرد کنترل علف‌های هرز با آبیاری با مشکل مواجه خواهد شد. گرچه ارتفاع گیاه در شرایط غرقابی بیشتر از سایر تیمارها و آبیاری تناوبی با دور ۸ روز کمترین ارتفاع را دارد اما اختلاف بین تیمارها طبق آزمون توکی معنی دار نبود و همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴).

تعداد خوشه در متر مربع از مهمترین اجزای عملکرد می‌باشد.

حدود ۸۹ درصد از تغییرات عملکرد توسط این صفت قابل توجیه می‌باشد (تقی زاده و همکاران، ۱۳۸۷). در این بررسی اثر دورهای آبیاری برتعداد خوشه معنی دار نبود (جدول۳). بیشترین میانگین تعداد خوشه ۴۳۸/۸۵ عدد مربوط به تیمار شماره ۵ (دور۸ روز) و کمترین آن با ۳۹۲/۷۴ عدد مربوط به تیمار شماره ۱(غرقاب دائم) بود اما همه تیمارها در یک گروه آماری قرار داشتند و اختلاف بین آنها معنی دارنبود. بیشترین میانگین تعداد دانه پر با ۸۵/۲۵ عدد مربوط به تیمار آبیاری تناوبی با دور ۸ روز و کمترین آن با میزان ۷۳ عدد در آبیاری غرقاب دائم بود اما اختلاف بین تیمارهای دورهای آبیاری معنی دار نبودند و همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). تالاکدار و همکاران (Taluckdar et al. 2002) طی آزمایشی بیان نمودند با تغییر الگوی غرقابی به تناوبی کارایی مصرف نیتروژن افزایش یافته و این عامل تاثیر مثبتی در جهت افزایش تعداد دانه‌های پر داشته است.

وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی بوده و در ارقام مختلف فرق دارد و مقدارآن متأثراز شرایط دوره رسیدگی است (Ohnishi, 1999). بیشترین وزن هزار دانه ۲۲/۶۵گرم در تیمار آبیاری با دور تناوب ۸ روز و کمترین آن با ۱۸/۲۵گرم در آبیاری غرقاب دائم مشاهده گردید.با افزایش مدت دور آبیاری تا ۸ روز وزن هزار دانه افزایش اندکی داشته و با تیمارهای دیگر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). میزان آب مصرفی در شرایط غرقابی و دور ۲ روز در یک کلاس به میزان ۱۲۷/۵، دور ۴ روز به میزان ۱۰۶/۵، دور ۶ روز ۹۶/۷ و دور آبیاری ۸ روز به میزان ۸۸/۱۵ متر مکعب بود که نشانگر کاهش حدود ۳۰ درصدی آب مصرفی در آبیاری تناوبی دور ۸ روزه نسبت به شرایط غرقابی دائم در سطح ۱۰۰ متر مربع بوده است (جدول ۴). عرب زاده و آقاجانی(۱۳۸۱) اعلام کردند رژیم آبیاری غرقاب دائم سبب از دست رفتن فرصت بهره گیری از آب می‌گردد. در مورد آبیاری غرقابی برنج محققین بسیاری عنوان کردند که این روش یک ابزار مدیریتی مناسب جهت کنترل آفات، دسترسی آسان به مواد غذایی و جلو گیری از تنش آبی می‌باشد نه یک ضرورت برای گیاه برنج. ضمن اینکه بکارگیری این روش نیاز به مصرف مقادیر زیاد آب دارد. (Brown et al.; 1977) عرب زاده و توکلی،۱۳۸۴). بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق آبیاری متناوب با دور ۸ روز با کاهش مصرف آب و تأثیرات مثبت آن برصفات عملکردی می‌تواند جایگزین خوبی بر روش آبیاری غرقابی باشد.

منابع References

احسانی، م و ه. خالدی.۱۳۸۲. بهره وری آب در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. کارگروه سیستم آبیاری در مزرعه. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری. صفحه ۶۵۷-۶۷۴.

اسدی، ر. و م. رضایی.۱۳۸۳. راه حل ساده برای مقابله با خشکسالی در شالیزارهای مازندران. فصلنامه علمی، ترویجی، خشکی، وخشکسالی. کشاورزی. شماره ۱۴. صفحه ۷۳-۱۰۲

تقی زاده، م.، م. اصفهانی، ن. دواتگر و ح. مدنی.۱۳۸۷.تاثیر دور آبیاری و مقادیر نیتروزن بر عملکرد واجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی در رشت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال دوم. شماره۴. صفحه ۳۵۵-۳۶۴.

رضایی،م. و م. نحوی. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر دور آبیاری در خاک رسی بر کارایی مصرف آب و برخی از صفات دو رقم برنج محلی در استان گیلان. پژوهشنامه علوم کشاورزی. شماره۹. صفحه ۱۶-۲۴

سعادتی، ن.۱۳۷۷. بررسی اثر تنش آب در مراحل مختلف رشد برنجبرروی عملکرد و تعیین میزان آب مصرفی رقم‌های طارم و نعمت.گزارش نهایی موسسه تحقیقات برنج کشور نشریه ترویجی موسسه تحقیقات برنج کشور. شماره ۲۰ صفحه۵۶-۶۸.

عرب زاده، ب. و س. آقاجانی.۱۳۸۱. برنج، رشد ونمو گیاهی، نیاز آبی، آفات و بیماری‌ها و مدیریت علف‌های هرز. انتشارات دانشگاه آزاد رشت. صفحه ۱۶۰-۱۸۰

عرب زاده، ب. و ع. توکلی.۱۳۸۴. به گزینی مدیریت کم آبیاری تنظیم شده در کشت نشایی برنج. مجله علوم کشاورزی ومنابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره ۴. صفحه ۱۱-۲۰

فلاح، الف. و ن. سعادتی.۱۳۷۰. بررسی اثر کود نیتروژنه در شرایط غرقاب برنج. گزارش نهایی موسسه تحقیقات برنج کشور. مجله موسسه تحقیقات برنج کشور. شماره ۳۸. صفحه۱۲-۲۱.

گیلانی، الف. و ش. آبسالن.۱۳۸۳. بررسی اثر رژیم‌های آبیاری سطحی روی عملکرد و شاخص‌های رشد سه رقم برنج در استان خوزستان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتیموسسه تحقیقات برنج کشور.. ۱۴۳ صفحه.

نحوی، م.۱۳۷۹. تعیین مناسب ترین فاصله آبیاری براساس آنالیز شاخص‌های رشد وعملکرد برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. ۱۳۰ صفحه.

پورعزیزی م و ف. مهدوی. ۱۳۸۵. مصرف بهینه آب در برنج.دوازدهمین همایش برنج کشور. انتشارات انجمن برنج ایران. سایت برنج. www.berenge.com

Brown, BAM, FT Turner, JC Thomas, LE CDeul. and ME Keener. 1977. Water balance of flooded rice paddies. Agricultural Water Management 1(3): 227-291 ,WWW.ScienceDirect.com

Eskardin, m. 2006. Direct seeded- Puplish by mohanprimalni for oxford.

Mao Zhi.1993. Direct seeded supply. ASAE. 31(3).712-719

Ohnishi, Horrio, T., K. Homma, H. Takano and S. Yamamoto. 1999. Nitrogen management and culture effects on rice yield and nitrogen use efficiency in nothheast Thailand. Field Crops Research. 64: 109-120

Tabbal, DF, BAM Bouman, SI Bhuiyan, EB Sibayan and MA Satter.2002. On farm strategies for reducing water in put in irrigated rice. case studies in pilippines. Agricultural Water Manegement 56:93-112

Talcukdar, A S M H M, , MA Sufian, C A Meisner, J M Duxbury, JG Lauren and ABS Hossain. 2002.

Rice, wheat and mungbean yield in response to levels and management under a bed planting system. WCSS, Thainland, pp 1256-1267.

Tripathi RP, HS kushava and Rk mishra, 1986. Irrigation in Water scares environments. Water Management. Pp 53-67.

Tuong, TP and BAM Bouman. 2003. Rice production in water scarce environments. Pp:53-67. In: J.W. Kijne, R. Barker and D. Molden (eds) Water productivity in agriculture. limits and opportunities.

Tuong, TP. 1999. Methods for increasing rice water use efficiency in rice production, Leacton, pp.45-46

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۵۷-۴۵

بررسی تاثیر کاربرد مقادیر مختلف جلبک سارگاسوم و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴

Effects of different levels of nitrogen fertilizer and seaweed Sargassum on yield andyield components of maize single cross 704

فاطمه خدام[1*]، علی کاشانی[1]، فرزاد پاک نژاد[1]، غلامرضا رفیعی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۲۴

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و جلبک دریایی سارگاسوم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ می‌باشد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۸۹ انجام شد. کرت‌های اصلی شامل ۴ سطح کود شیمیایی نیتروژن به ترتیب: صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره و ۴ سطح جلبک به ترتیب: صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کرت‌های فرعی در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد سطوح جلبک و کود نیتروژن بر روی ذرت در اکثر صفات اندازه گیری شده در سطح یک درصد معنی دار بود. گیاه جلبک به عنوان کود زیستی روی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و شاخص برداشت تاثیر معنی داری در سطح یک درصد نشان داد و بر صفات تعداد کل دانه در بلال و درصد کچلی بلال در سطح ۵ درصد تاثیر معنا دار و بر وزن هزار دانه بی تاثیر بود. بیشترین عملکرد دانه با ۷/۹ تن در هکتار مربوط به تیمار ۷۵۰ کیلوگرم جلبک در هکتار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن نشان داد، تیمار کود ۷۵۰ کیلوگرم جلبک در هکتار و تیمار کود نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد دانه را با ۱۰/۶ تن در هکتار و با ۴۳/۹ درصد بیشترین میزان شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: جلبک سارگاسوم، کود نیتروژن، ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، عملکرد و اجزای عملکرد

۱- گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران، گروه شیلات و منابع طبیعی، کرج، ایران
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: khodamf@yahoo.com

مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت جهان و توسعه شهرها و تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به مسکونی، محدودیت منابع پایه و همچنین تنش‌های اقلیمی از قبیل خشکسالی‌ها و از سوی دیگر آلودگی‌های زیست محیطی حاصل از سرعت پیشرفت زندگی مدرن در دو دهه اخیر توجه دو چندان بشر را به طبیعت و ضرورت حفظ و پایداری آن برای نسل‌های آینده جلب نموده است. یکی از راه حل‌های افزایش مقدار مواد آلی خاک‌های کشاورزی استفاده از کودهای آلی از قبیل کود سبز می‌باشد. یکی از مهمترین این مباحث موضوع توجه به منابع غذایی پاک با کمترین فشار بر منابع می‌باشد. در ایران جلبک‌های دریایی در سواحل جنوبی کشور رشد و نمو می‌یابند ولی استفاده اقتصادی مهمی از این تولیدات در کشور انجام نمی گیرد. با توجه به اینکه در ایران تحقیق مشخصی جهت استفاده از جلبک در کشت گیاهان زراعی بخصوص ذرت انجام نشده است لذا با توجه به شرایط بهینه زیست محیطی ایران به دلیل دارا بودن خط ساحلی گسترده و وجود منابع مناسب جلبک که به طور طبیعی به صورت انبوه در سواحل رشد می‌کنند و همچنین مزارع تولید جلبک می‌توان در زمینه فعالیت بر روی تولید کودهای جلبکی اقدام نمود. در این آزمایش با توجه به فراوانی جلبک سارگاسوم به طور طبیعی و همچنین مزارع پرورشی آن در سواحل خلیج فارس این گونه به منظور تولید کود انتخاب گردید. تاکنون در زمینه کاربرد گیاهان دریایی بخصوص جلبک به عنوان کود سبز در ایران تحقیقات مشخصی بر روی گیاهان زراعی به خصوص ذرت انجام نشده است.

در سایر کشورهای جهان سابقه استفاده از جلبک‌های دریایی به عنوان کود به قرن‌های گذشته بر می‌گردد. به عنوان مثال می‌توان به استفاده از کود جلبکی در قرن ۱۹ میلادی اشاره نمود که در کشور ایرلند، انگلیس و برخی کشورهای آسیایی صورت می‌گرفته است. از سال ۱۹۶۹ به دلیل ارزش کودهای جلبکی که دارای مقادیر زیادی نیتروژن و پتاس نسبتا غنی هستند در بسیاری از مناطق جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مطالعات (Crouch and et al., 1990) اثرات جلبک دریایی متراکم شده کلپاک (Kelpak) بطور معنی داری سبب افزایش عملکرد و تراکم مقادیر کلسیم، پتاسیم و منیزیم در برگ‌های کاهو که مواد غذایی کافی دریافت کرده بودند، شد ولی تاثیر کمی بر گیاهان تحت تنش غذایی داشت. همچنین در آزمایشی دیگر کاربرد کلپاک اختلاف معنی داری برای وزن کل غده سیب زمینی ایرلندی در سطح ۵ درصد نشان داد. دی آمونیوم فسفات بعلاوه کلپاک که غده‌ها با آن آغشته شده بود بالاترین عملکرد را درحد ۸/۳۳ تن در هکتار غده تولید کرد (Oyoo and et al., 2010). عملکرد سیب‌زمینی و ذرت با افشانه‌های جلبک دریایی، افزایش یافت (Chapman., 1980). افشانه‌های جلبک دریایی، عملکرد نهایی را افزایش داده و همچنین باعث بلوغ زودرس گوجه فرنگی شد (Csizinszky., 1984).

کیفیت مغذی و عملکرد میوه بامیه توسط اسپری کود جلبک دریایی مایع (LSF) افزایش یافت (Zodape and Kawarkhe., 2008). تاثیر کود مایع جلبکی یا Seaweed Liquid Fertilizer (SLF) حاصل از Rosenvigea intricata به همراه کود شیمیایی روی Cyamosis Tetrogonolaba (L) Taub بررسی و آنالیز شد نتایج نشان داد که پارامترهای جوانه زنی، رشد و میزان محصول مانند طول شاخه و ریشه، تعداد ریشه جانبی، تعداد برگ، تعداد گیاه، ارتفاع گیاهان و وزن آن ها، تراکم رنگدانه تشکیل مواد آلی به کمک نور (Photosynthetic) در غلظت ۲۰درصد کود مایع جلبکی همراه با کود شیمیایی یا بدون آن در حد بیشینه می‌باشد (Thirumaran and et al., 2009). جلبک در محصولاتی از قبیل سیب زمینی، ذرت، فلفل، گوجه فرنگی، آناناس و پرتقال تاثیرات قابل توجهی داشته و موجب افزایش محصول تولیدی در واحد سطح گردیده است (Chapman and Chapman., 1980). در مجموع نتایج سایر کشورها نشان می‌دهد که کودهای جلبکی مورد استفاده در خاک‌های ماسه‌ای و گچی موجب بهبود کیفیت

و حاصلخیزی خاک می‌گردد (دادخواهی،۱۳۸۶). در نهایت مصرف جلبک‌ها باعث افزایش مواد معدنی خاک شده و متعاقبا افزایش محصولات کشاورزی را نیز به همراه خواهد داشت. بنابراین با توجه به اهمیت جلبک‌ها در این زمینه، شایسته است کشاورزی سنتی و صنعتی برای توسعه پایدار فناوری های جدید، نهادینه شوند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت کرج با موقعیت ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض جغرافیایی و ۵۱ درجه و ۵۶ دقیقه طول جغرافیایی با ارتفاع ۱۳۱۳ متر بالاتر از سطح دریا اجرا شد. قبل از انجام آزمایشات مزرعه ای، به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، نمونه برداری از خاک محل تحقیق انجام گرفت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. رقم مورد کشت ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بود. این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید، به طوری که فاکتور کود نیتروژن از منبع اوره با چهار سطح بدون کود (شاهد N4) ،۳۰۰ (N3) ،۲۰۰ (N2) ،۱۰۰ (N1) کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در کرت‌های اصلی و فاکتور جلبک با چهار سطح بدون جلبک (شاهد A3) ،۵۰۰ (A2) ،۲۵۰ (A1) و ۷۵۰ (A4) کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای تهیه جلبک در استان بوشهر مناطق رویش جلبک سارگاسوم زوم بندی[1] شد و به صورت تصادفی نمونه‌های مورد نیاز برداشت گردید. نمونه‌های برداشت شده در ابتدا با آب دریا شسته شده تا گل و لای و ضایعات از آن جدا شود و سپس با نور آفتاب خشک گردید و به تهران منتقل شد. سپس در آزمایشگاه برای کمک به تسریع پوسیدگی در خاک، جلبک‌ها آسیاب و در نهایت به صورت پودر خشک تبدیل گردید. بعد از انجام عملیات زراعی و مشخص کردن کرت‌ها در تاریخ ۸۹/۲/۳۰ کل تیمار جلبک هر کرت به طور یکجا و یکنواخت داخل هر کرت مربوطه ریخته شد. برای پوسیده شدن گیاه جلبک آسیاب شده و جذب بهتر آن در زمان نیاز گیاه ذرت عملیات کود دهی قبل از تاریخ کاشت انجام شد و همچنین برای افزایش سرعت روند پوسیدگی، جلبک‌ها با کودهای دیگر بطور همزمان اعمال گردید. بدین ترتیب که بعد از مخلوط کردن تیمار جلبک هر کرت با خاک، پشته‌ها ایجاد شد و سپس با شیار باز کن روی هر پشته باز شد و کود محاسبه شده هر کرت داخل شیارهای ایجاد شده روی پشته‌ها و همچنین در جوی‌ها ریخته شد. بدین ترتیب که تمامی کود فسفاته از منبع سوپر فسفات تریپل و نیمی از کود نیتروژن قبل از کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ۱۰ تا ۱۱ برگی اعمال گردید. به علت نامساعد بودن شرایط جوی، کاشت در تاریخ ۸۹/۳/۱۷ صورت گرفت. بذور ذرت با فاصله ۱۸ سانتی متر روی ۵ ردیف ۳ متری و فاصله ردیف ۶۵ سانتی متر کشت شدند. اولین آبیاری، یک روز بعد از کاشت انجام شد. جهت تسریع در سبز شدن چهار روز پس از آبیاری اول، آبیاری دوم انجام شد و سپس به طور مرتب هفته‌ای یک مرتبه تا آخر فصل رشد آبیاری انجام شد. زمانی که رطوبت دانه‌ها به ۲۵ تا ۳۰ درصد رسید و رنگ نوک دانه‌ها به سیاهی متمایل شد (رسیدن فیزیولوژیک) بعد از حذف اثر حاشیه‌ای (حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و دو ردیف از دو طرف هر کرت)، عملیات برداشت از سه ردیف وسط هر کرت انجام شد. برای تعیین اجزای عملکرد از هر خط کاشت (۳خط میانی هر کرت)، ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب (۱۵ بوته از هر کرت) و به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات اندازه گیری شده شامل کلیه صفات عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص برداشت بود. نتایج حاصل از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار تخصصی SAS آنالیز گردید. میانگین صفات به کمک آزمون دانکن مورد استفاده قرار گرفت و کلیه نمودارها توسط Excel ترسیم گردید.

1- zoom layout

جدول -۱ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Soil	بافت خاک		N	P	K	EC	PH
(%)Sand	(%)Silt	(%)Clay	(%)	(p.p.m)	(mg/kg)		
44	32	24	0.13	13	300	3.65	7.7

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که سطوح مختلف جلبک بر روی عملکرد دانه تاثیر معنی داری در سطح یک درصد دارد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمار A4 با قرار گرفتن در گروه آماری a حداکثر عملکرد دانه را با تولید ۷/۹ تن دانه در هکتار و تیمار شاهد یا A1 با قرار گرفتن در گروه آماریc، حداقل عملکرد دانه را با تولید ۶/۳ تن دانه در هکتار نشان داد. به طوری که تیمار A4 موجب افزایش عملکرد ۲۰/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. اثرات جلبک دریایی متراکم شده کلپاک (Kelpak) روی رشد و مواد معدنی گیاه کاهو که در شرایط تامین غذایی متفاوت رشد مورد بررسی قرار گرفت، کلپاک به طور معنی داری سبب افزایش عملکرد و تراکم مقادیر کلسیم، پتاسیم و منیزیم در برگ‌های کاهو که مواد غذایی کافی دریافت کرده بودند، شد ولی تاثیر کمی بر گیاهان تحت تنش غذایی داشت (Crouch and et al, 1990). همچنین در آزمایشی دیگر کاربرد کلپاک اختلاف معنی داری بر وزن کل غده سیب زمینی ایرلندی در سطح ۵ درصد نشان داد. غده‌های آغشته به دی آمونیوم فسفات و کلپاک بالاترین عملکرد را با ۸/۳۳ تن در هکتار غده تولید کرد. درتیمار شاهد نیز عملکرد ۴/۶۷ تن در هکتار به دست آمد در حالیکه دی آمونیوم فسفات با عملکرد، ۷/۶۷ تن در هکتار همراه بود. از کلپاک باید همراه دی آمونیوم فسفات به منظور تولید بالاترین محصول غده تازه سیب زمینی ایرلندی استفاده شود. تیمار کلپاک و ارژلی به طور مجزا عملکرد معنی داری را نشان ندادند (Oyoo and et al, 2010). تیمار تولیدات جلبک دریایی بر روی محصولات باغبانی در ایالت متحده، میزان عملکرد و کیفیت آن را افزایش داده و همچنین افزایش عملکرد سیب‌زمینی و ذرت با افشانه‌های جلبک دریایی، گزارش شده است(Chapman,1980). افزایش عمر درختان هلو در اثر اسپری جلبک دریایی گزارش شد است (Skelton and Senn., 1966). در آزمایشاتی در فلوریدا، افشانه‌های جلبک دریایی، عملکرد نهایی را افزایش داده و همچنین باعث بلوغ زودرس گوجه فرنگی شده بود(Csizinszky., 1984). آزمایشی در تابستان سال ۲۰۰۶ بر روی اثرات حاصلخیزی جلبک دریایی مایع انجام شد که به صورت افشانه بر روی برگ بامیه به کار برده شد. گیاهان کنترل با آب، آبپاشی شدند. همچنین در آزمایشی کیفیت مغذی و عملکرد میوه بامیه توسط اسپری کود جلبک دریایی مایع (LSF) افزایش یافت. (Zodape and Kawarkhe., 2008)

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه تاثیر معنی داری در سطح یک درصد دارد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمار N4 با قرار گرفتن در گروه آماری a حداکثر عملکرد دانه را با تولید ۹/۳ تن دانه در هکتار و تیمار شاهد یا N1 با قرار گرفتن در گروه آماریc، حداقل عملکرد دانه را با تولید ۴/۷ تن دانه در هکتار نشان دادند. به طوری که تیمار N4 موجب افزایش عملکرد به میزان ۴۹/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. نیتروژن به دلیل نقشی مهمی که در افزایش رشد رویشی گیاه دارد، نهایتا باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود، از سوی دیگر توان بالای ذرت در به کارگیری نیتروژن بیشتر، از اهمیت خاصی برخوردار است که احتمالا به وجود سیستم فتوسنتزی C4 گیاه مربوط می‌شود، لذا با افزایش کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، از طرق افزایش تعداد ردیف در بلال و

وزن هزار دانه به طور غیر مستقیم سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید کاهش عملکرد دانه در ذرت را نتیجه کمبود نیتروژن، ناشی از کاهش تعداد دانه و وزن دانه دانستند و اظهار داشتند عمده کاهش عملکرد مربوط به عدم باروری تخمک‌ها و همچنین تکامل نامناسب دانه‌ها است، در آزمایش فوق کمبود نیتروژن، عملکرد دانه را تا ۳۵ درصد در مقایسه با گیاهان بدون تنش نیتروژن کاهش داد (Uhart and Anderade., 1995). کمبود نیتروژن عملکرد دانه را از طریق کاهش وزن دانه و تعداد دانه کاهش می‌دهد(Wilson., 1999). بیشترین عملکرد دانه در ذرت شیرین با مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و اجزای عملکرد دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال توجیه کننده افزایش این صفت بودند (فتحی، ۱۳۸۴). آزمایشات مختلف نشان داده است که نیتروژن تاثیر زیادی بر رشد و نمو برگ دارد. افزایش مصرف نیتروژن از طریق تاثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی، از جمله افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ، منجر به تولید آسیمیلات بیشتر، ماده خشک بیشتر و عملکرد دانه بالاتر می‌گردد (اسدپور و مقدم، ۱۳۸۶). در آزمایش بهزاد و همکاران (۱۳۸۷) بیشترین عملکرد دانه در بالاترین تیمار کودی (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در آزمایش اکبری و همکاران، ۱۳۸۴ مصرف کودهای نیتروژن و پتاس تا سطح تیمار کودی N150K100 عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت را افزایش داد ولی مقادیر بالاتر، تاثیر معنی داری را نشان نداد. ایزدی و امام (۱۳۸۹) اظهار داشتند که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در آرایش کاشت زیگزاگ، بتوان عملکرد دانه بیشتری در واحد سطح از مزارع ذرت سینگل کراس ۷۰۴، بدست آورد. در مطالعات akintoye و همکاران (۱۹۹۹)، با افزایش مصرف کود نیتروژنه از صفر تا ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار در گیاه ذرت، بر اثر اختصاص بیشتر ماده خشک در مرحله پر شدن دانه ها، وزن دانه و عملکرد افزایش یافت. همچنین کاهش وزن دانه حاصل از کمبود نیتروژن توسط(1999) Willson نیز گزارش شده است.

ذرت یکی از محصولات پر توقع بوده و با مصرف متعادل عناصر غذایی می‌توان عملکرد در واحد سطح آن را افزایش داد. نتایج این آزمایش حاکی از نقش این عناصر در تشکیل دانه و افزایش وزن آن و کمک در ماده سازی و تولید کربوهیدرات و پروتئین باشد. افزایش سطح برگ و به دنبال آن افزایش میزان فتوسنتز گیاه می‌تواند، دلیل احتمالی افزایش عملکرد با کاربرد این کودها باشد.

تجزیه واریانس اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر عملکرد دانه نیز در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول۲). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر صفت عملکرد دانه نشان داد که تیمار A4N4 یا۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به همراه ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار جلبک خشک بیشترین عملکرد (۱۰/۶ تن دانه در هکتار) نسبت به تیمار A1N1 یا شاهد(۳/۱ تن دانه در هکتار) به خود اختصاص داد. در سطح یک نیتروژن، کاربرد جلبک عملکرد دانه را از ۳ تن به ۵/۸ تن در هکتار افزایش داد. در سطح ۲ و ۳ کود نیتروژن نیز، کاربرد جلبک باعث افزایش عملکرد (۱ تن در هکتار) شده و در سطح ۴ کود نیتروژن کاربرد جلبک ۲ تن در هکتار افزایش عملکرد را نشان داده است (شکل ۱). از نتایج می‌توان استنباط کرد که در مقادیر پایین کود نیتروژن تاثیر جلبک بیشتر بوده به طوریکه کاربرد جلبک توانسته عملکرد قابل توجهی را از خود نشان دهد.

عملکرد بیولوژیک

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف جلبک بر عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمارها هر کدام در گروه آماری متفاوت قرار گرفتند. بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب مربوط به تیمار ۲۲/۳۳ (A4) تن و (A1)

با (۲۰/۹۵ تن) در هکتار بود. تیمارA2 به همراه تیمار A3 در گروه دوم مقایسات قرار گرفتند. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف جلبک عملکرد بیولوژیک نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. در آزمایشی تاثیر کود مایع جلبکی[1] جلبک Rosenvigea intricata به همراه کود شیمیایی و بدون آن، در جوانه زنی بذر و رشد و عملکرد، مقدار رنگدانه و پروفیل خاک در Cyamosis Tetrogonolaba (L) Taub بررسی شده است. در این تحقیق معلوم شد که پارامترهای جوانه زنی، رشد و میزان محصول مانند طول شاخه و ریشه، تعداد ریشه جانبی، تعداد برگ، تعداد گیاه، طول گیاهان و وزن آنها، تراکم رنگدانه تشکیل مواد آلی به کمک نور (Photosynthetic) مانند سبزینه a، سبزینه b، سبزینه کل و کاروتنوئیدها (رنگدانه‌های زرد تا قرمز) در غلظت ۲۰٪ کود مایع جلبکی همراه با کود شیمیایی یا بدون آن در حد بیشینه می‌باشد. بنابراین مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تیمار اخیر بیشترین رشد، عملکرد، رنگدانه سبزینه و پروفیل خاک را در مقایسه با سایر تراکم‌ها دارد (Thirumaran and et al., 2009). با تمرکز بر روی اطلاعات بدست آمده و مشخصات اندازه‌گیری شده طی ۲ تا ۳ سال بر روی نارنگی (Sunburs) در سال ۱۹۸۵، میوه افزایش عملکرد ۵۰ درصدی در عملکرد خاک‌های با الگوی محلول جلبکی نسبت به تیمار شاهد نشان داد. (Koo., 1988)

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد که سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک ذرت تاثیر معنی داری در سطح یک درصد دارد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمار N4 با تولید ۲۴/۲۳ تن دانه در هکتار در گروه آماری a قرار گرفت و بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک با ۲۰/۹۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد (N1) با تولید ۱۹/۱۶ تن بیوماس در هکتار همراه بود. سپس تیمارهای N2 و N3 به ترتیب با تولید ۲۰/۵۶ و۲۲/۶۵ تن در هکتار، در گروه ab و bc قرار گرفتند. با توجه به اینکه عدم تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه موجب کاهش رشد و مقدار فتوسنتز و همچنین نقصان ماده خشک گردیده و تولید در واحد سطح را کاهش می‌دهد لذا مصرف کود نیتروژن تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی شده است. به نظر می‌رسد که دادن کودهای نیتروژنه با گسترش ریشه و افزایش عمق آن‌ها سبب فراوان تر شدن ریشه بخصوص در ابتدای فصل رشد شده که باعث جذب بیشتر مواد در دوره رشد و افزایش ماده سازی در گیاه می‌شود و در نتیجه ماده خشک افزایش می‌یابد. همچنین مطابق گزارشات برخی محققین با افزایش نیتروژن، عملکرد بیولوژیک در ذرت افزایش یافته است (Anderson et al., 1985). طبق نتایج توحیدی نژاد، ۱۳۷۳ افزایش کود نیتروژن از صفر به ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار در ذرت موجب افزایش ماده خشک از ۲۸/۶۴ به ۳۱/۲۳ تن در هکتار گردید. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۲).

شاخص برداشت

شاخص برداشت، نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی می‌باشد که منعکس کننده بازدهی فیزیولوژیکی گیاه یعنی توانایی گیاه برای توزیع آسمیلات‌ها به دانه‌ها است. در جدول تجزیه واریانس (جدول۲) بین کاربرد سطوح مختلف جلبک بر روی شاخص برداشت تاثیر معنی داری در سطح یک درصد مشاهده شد. بر طبق مقایسه میانگین هر تیمار در گروه آماری مختلف قرار گرفت. تیمار A4 با شاخص برداشت ۳۶/۳ درصد، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و نسبت به تیمار شاهد با (۳۰/۲ درصد) که در گروه d قرار گرفت به طوری که با دارای ۱۶/۸ درصد افزایش همراه بود. سپس تیمارهای A2 و A3 به ترتیب با تولید ۳۲/۲ و۳۴/۵ درصد، در گروه c و b قرار گرفتند. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف جلبک شاخص برداشت نیز به همان نسبت افزایش یافت.

1-Seaweed Liquid Fertilizer (SLF)

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن از منبع اوره بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمارها هر کدام در گروه آماری متفاوت قرار گرفتند. بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به تیمار N4 با (۶/۳۹ درصد) و N1 با (۲۴/۹ درصد) بود. تیمار N2 به همراه تیمار N3 در گروه دوم مقایسات قرار گرفتند. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن میزان شاخص برداشت نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. به دلیل مصرف بیشتر نیتروژن، امکان استفاده گیاه از آن بیشتر می‌شود و بر اثر جذب بیشتر نیتروژن توسط ریشه‌ها و انتقال به اندام زایشی، عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت افزایش می‌یابد در حالی که در شرایط کمبود این عنصر به خصوص در مرحله پر شدن دانه، انتقال و اختصاص آن به دانه کاهش یافته و در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد.(Dwyer & Gregorich., 1999) مجیدیان و همکاران (۱۳۸۰) و اسدپور و مقدم (۱۳۸۶) در رابطه با تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص برداشت ذرت، اثر معنی داری را مشاهده نکردند، همچنین حیدری و همکاران (۱۳۸۴) و تقی پور و اخیانی (۱۳۸۴)، نتیجه مشابهی را در گیاه ذرت به دست آوردند.

اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر شاخص برداشت نیز در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول۲). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر شاخص برداشت نشان داد که تیمار ۳۰۰) A4N4 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به همراه ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار جلبک خشک) با ۴۳/۹ درصد بیشترین و تیمار A1N1 یا شاهد با ۱۷/۶ درصد کمترین میزان شاخص برداشت را تولید نمودند(شکل ۲). در سطح یک نیتروژن یا شاهد، کاربرد جلبک میزان شاخص برداشت را از ۱۷/۶ درصد به ۳۰/۴ درصد رسانید و ۱۲/۸ درصد افزایش یافت. در سطح ۲ و ۳ کود نیتروژن، کاربرد جلبک باعث ۲/۵ درصد افزایش میزان شاخص برداشت شده و در سطح ۴ کود نیتروژن کاربرد جلبک ۶/۸ درصد افزایش را نشان داد. از نتایج این آزمایش میتوان استنباط کرد که، در مقادیر پایین کود نیتروژن تاثیر جلبک بیشتر بوده به طوری که کاربرد جلبک توانسته عملکرد قابل توجهی را از خود نشان دهد.

وزن هزار دانه

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف جلبک بر روی صفت وزن هزار دانه ذرت معنی دار نبود (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند.

مطابق نتایج (جدول۲)، اثر سطوح مختلف کود نیتروژن از منبع اوره بر روی صفت وزن هزار دانه ذرت در سطح پنج درصد معنادار بود. تیمار N4 با میزان وزن هزار دانه ۳۶۲/۶۷ گرم بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. بین تیمارهای N1، N2و N3 اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد و در یک گروه آماری قرار گرفتند. حداکثر وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال، طول بلال، وزن دانه در بلال نیز با تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمده است (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۳). پیربلوطی و همکاران (۱۳۸۱) نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن شاخص برداشت نیتروژن، وزن هزار دانه، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه ذرت افزایش می‌یابد. چاکر الحسینی (۱۳۸۵) گزارش نمود که تیمارهای نیتروژن و فسفر تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه گلرنگ نداشتند اما سبب افزایش این ویژگی شدند. در آزمایش امید بیگی و همکاران (۱۳۸۰) وزن هزار دانه تفاوت معنی دار بین سطوح مختلف نیتروژن)۵۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از خود نشان نداد. مطابق نتایج اکبری و همکاران، ۱۳۸۴مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت را افزایش داد، اما مقادیر بالاتر آن تاثیر معنی داری بر این صفت نگذاشت. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل جلبک و کود

نیتروژن بر وزن هزار دانه بود(جدول۲).

ارتفاع بوته بدون تاسل

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف جلبک بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). لذا می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد جلبک به عنوان کود بیولوژیک یا سبز بر صفت ارتفاع بوته تاثیر داشته است. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمار A4 با ارتفاع ۱۳۶/۶ سانتی متر در گروه آماری برتر قرار گرفت و کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار A1 (شاهد) با ۱۲۳/۳ سانتی متر بود. یک نوع کنسانتره تجاری جلبک دریایی (کلپاک ۶۶) روی بوته‌های خیار تحت شرایط تنش مواد غذایی (Cucumis sativa L ev.Peninova) بصورت آغشته کردن ریشه در مرحله نشائی یا محلول پاشی هفتگی شاخ و برگ به کاربرده شد به طوری که توده خشک گیاهان در اثر این تیمارها افزایش یافت. گیاهانی که بالاترین میزان جلبک دریایی را دریافت کرده بودند افزایش بالاتری را از رشد ریشه نشان دادند (Nelson and Staden.1984). استفاده توام از جلبک دریایی قهوه‌ای Paeruginosa به همراه swartzii Sargassum و یا جلبک wightii Sargassum ارتفاع بیشتر بوته و وزن تر ساقه را در مقایسه با تیمارهای شاهد و تیمارهایی با کاربرد یک نوع جلبک دریایی نشان داد. (Jehan Ara and Ehteshamul., 1997)

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن از منبع اوره بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۲). بین تیمارهای N3 ،N2و N4 اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد و هر سه با اختلاف کمی از یکدیگر در گروه اول مقایسات قرار گرفتند و تیمار شاهد یا N1 در گروه b قرار گرفت. بیشترین و کمترین طول ساقه به ترتیب مربوط به تیمار N4 با طول ۱۳۵/۷ سانتی متر و N1 با طول ۱۱۵/۰۴ سانتی متر بود. نتایج آزمایش فوق نشان داد که تیمارهای کود نیتروژن نسبت به تیمار تحت تنش تغذیه کود، دارای افزایش ارتفاع بوده اند اما بین تیمارهای کود نیتروژن تفاوت چشمگیری دیده نمی شود. با توجه به اینکه با افزایش کود نیتروژن از صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، ارتفاع گیاه نیز افزایش یافته است، می‌توان نتیجه گیری کرد که این افزایش ارتفاع به علت تاثیر کود نیتروژن بر رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه بوده که باعث افزایش سرعت تقسیم سلولی و رشد سلول‌های ساقه گردیده و از این طریق ارتفاع بوته افزایش یافت. همچنین ارتفاع زیاد گیاه از طریق افزایش مواد ذخیره‌ای ساقه، سبب شده تا که در طول دوره پر شدن دانه تامین مواد پرورده افزایش یافته و از این طریق افزایش عملکرد دانه افزایش یابد (Morrison et al., 1999). بهزاد (۱۳۸۷) نیز اظهار داشت که حداکثر ارتفاع گیاه مربوط به تیمار ۲۰۰ (N200 کیلوگرم در هکتار نیتروژن) و حداقل آن متعلق به تیمار شاهد بود. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر طول ساقه ذرت بود (جدول۲).

درصد کچلی در بلال

عواملی که باعث غیر هم زمانی در ظهور اندام نر و ماده و یا تاخیر در ظهور اندام نر یا کاکل شود منجر به عقیمی بلال‌ها گشته و در نتیجه عملکرد بلال را کاهش می‌دهد. در جدول تجزیه واریانس (جدول۲) بین کاربرد سطوح مختلف جلبک بر صفت درصد کچلی در بلال تاثیر معنی داری در سطح (p< ٪ ۵) مشاهده شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمار A4 با درصد کچلی ۱۰ درصد، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد و نسبت به تیمار شاهد با درصد کچلی ۱۳/۱ درصد در گروه b قرار گرفت. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف جلبک از صفر تا ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار درصد کچلی نیز به همان نسبت کاهش می‌یابد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که مقادیر مختلف کود نیتروژن از منبع اوره بر درصد کچلی در بلال تاثیر معنی

داری در سطح (۱ ٪ >p) دارد (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان می‌دهد که تیمارها هر کدام در گروه آماری متفاوت قرار گرفتند. کمترین درصد کچلی مربوط به تیمارN4 با ۹/۹ درصد و بیشترین آن مربوط به تیمار N1 (شاهد) با ۱/۱۴ درصد بود. در مقایسه میانگین تیمارها مشاهده می‌شود که با افزایش کود نیتروژن از صفر تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار، درصد عقیمی کاهش یافته است. این نتایج آزمایش با گزارش بهزاد (۱۳۸۷) مطابقت داشت. خزایی (۱۳۸۵) اظهار داشت که با افزایش مقدار نیتروژن تا اندازه‌ای از طول قسمت تلقیح نشده بلال (درصد کچلی) کاسته می‌شود. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر درصد کچلی در بلال بود (جدول۲).

تعداد کل دانه در هر بلال

مطابق نتایج (جدول ۲) اثر مقادیر مختلف جلبک بر تعداد دانه در بلال (۵ ٪ >p) معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بیشترین تعداد دانه مربوط به تیمار A4 با ۴۳۸/۷ دانه در هر بلال بود به طوری که در گروه برتر قرار گرفت و کمترین تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار A1 (شاهد) با تعداد ۳۶۳/۵ دانه در بلال بود که در گروه b قرار گرفت. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف جلبک تعداد دانه در بلال نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد.

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن از منبع اوره بر تعداد دانه در بلال (۱ ٪ >p) معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که تیمارها در گروه آماری متفاوتی قرار گرفتند. بیشترین و کمترین تعداد دانه در بلال به ترتیب مربوط به تیمار ۴۵۵/۷ (N4) دانه و (N1) ۳۱۹/۱ دانه در هر بلال بود. تیمار N3 و تیمار N2 هر کدام به ترتیب گروه دوم و سوم مقایسات قرار گرفتند. این آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن تعداد دانه در بلال نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد. کریمی(۱۳۸۸) طی آزمایشی در گیاه ذرت تاثیر کودهای NPK را در سطح یک درصد بر تعداد دانه در بلال معنی دار گزارش کرد. وجود غلظت مناسب عناصر غذایی در خاک و تامین مواد پرورده کافی در دوره کاکل دهی و اوایل دوره پر شدن دانه‌ها عامل تعیین کننده در افزایش تعداد دانه در بلال است. روند افزایشی تعداد دانه در بلال با افزایش مقادیر NPK با ایجاد شرایط فیزیولوژیکی بهتر در اثر جذب بیشتر عناصر غذایی و متابولیسم بیشتر مواد پرورده و نیز شرایط مطلوب تر محیطی که در اثر دسترسی کافی به عناصر غذایی به وجود آمده است. پژوهش اکبری و همکاران (۱۳۸۴) نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار عملکرد و اجزای عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. کافی قاسمی و همکاران (۱۳۸۲) با مقایسه سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۶۷، ۱۳۸ و ۲۰۷ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در گیاه ذرت نتیجه گرفتند که مصرف ۲۰۷ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین تعداد دانه در بلال را تولید کرد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی دار نبودن اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر تعداد کل دانه در هر بلال بود (جدول ۲).

جدول -۲ تجزیه واریانس اثر جلبک و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد

Table 2. Analysis of variance for algae and nitrogen fertilizer on yield, yield components

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات (M.S) عملکرد دانه Seed yeild	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	وزن هزار دانه 1000 Seed weight	ارتفاع بوته Plant height	درصد کچلی بلال Percent alopecia ear	تعداد کل دانه در بلال Total seed number/ ear
Replication تکرار	2	0.672	341.67	565.92	*613.22*	*52.26*	0.93	*5958.55*
Algae(A) جلبک	3	6.14**	3.98**	*84.81***	*145.60 ns*	*439.90 **	19.57*	*11733.62 **
نیتروژن (N) Nitrogen	3	45.62**	60.21**	*462.96***	*3213.53 **	*1033.8 **	36.73**	*43043.61 **
اثر متقابل N × A	9	0.61**	0.040 ns	*17.90***	*1603.52 ns*	*74.0 ns*	11.38 ns	*2317.17ns*
خطا Error	24	0.046	0.32	*1.49*	*1060.0*	*61.01*	5.79	*2828.99*
ضریب تغییرات C.V	(%)	3.03	2.64	*3.66*	*9.61*	*6.10*	20.54	*13.37*

n.s، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

ns, * and **: Non Significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول -۳ مقایسه میانگین اثرات جلبک و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد

Table 3. Mean Comparison of algae and nitrogen fertilizer effects on yield, yield components and harvest index

صفات / تیمار	عملکرد دانه Seed yeild (t/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (t/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	درصد کچلی بلال Seed abortion (%)	تعداد کل دانه در بلال Total seed number/ ear
A1	6.30 d	20.96 c	30.24 d	341.34 a	58.43 b	13.014 a	363.47 b
A2	6.84 c	21.50 b	32.16 c	339.36 a	58.91 b	12.22 a	388.86 b
A3	7.38 b	21.79 b	34.55 b	340.46 a	60.26 b	11.61 ab	399.89 ab
A4	7.97 a	22.34 a	36.30 a	333.61 a	66.44 a	10.00 b	438.67 a
	(t/ha)	(t/ha)	(%)	(g)	(cm)	(%)	
N1	4.66 d	19.15 c	24.86 c	335.67 b	53.02 b	14.106 b	319.11 c
N2	6.72 c	20.55 bc	33.34 b	327.98 b	59.51 b	11.75 ab	385.6 b
N3	7.83 b	22.65 ab	35.41 b	328.46 b	65.35 a	11.001 ab	430.52 ab
N4	9.29 a	24.22 a	39.63 a	362.67 a	66.17 a	9.996 a	455.67 a

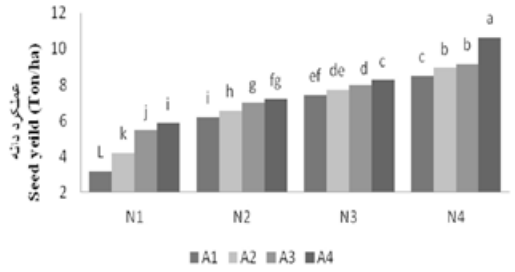
حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan's Multiple Range Test

جدول-۴ مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

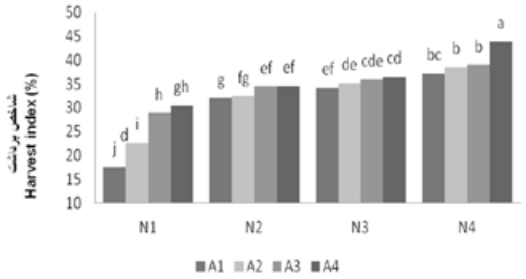
Table 4. Mean comparison of interaction traits effects

تیمار ها Treatment		عملکرد دانه Seed yield (t/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
کود نیتروژن N	جلبک A	Mean	Mean
N1	A1	3.17	17.63
N1	A2	4.21	22.57
N1	A3	5.44	28.86
N1	A4	5.85	30.39
N2	A1	6.18	32.02
N2	A2	6.55	32.42
N2	A3	6.97	34.44
N2	A4	7.18	34.5
N3	A1	7.39	34.2
N3	A2	7.71	35.14
N3	A3	7.98	35.94
N3	A4	8.25	36.37
N4	A1	8.48	37.12
N4	A2	8.92	38.53
N4	A3	9.16	38.95
N4	A4	10.61	43.92



شکل -۱ مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر عملکرد دانه

Figure 1 - Comparison of algae and fertilizer nitrogen effects on grain yield



شکل -۲ مقایسه میانگین اثر متقابل جلبک و کود نیتروژن بر شاخص برداشت

Figure 2 - Comparison of the interaction of algae and fertilizer nitrogen

منابع References

اسدپور، ش و الف، فیاض مقدم.۱۳۸۶. تاثیر تاریخ کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر کمیت و برخی خصوصیات مرتبط با کیفیت علوفه‌ای ذرت سیلویی رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۷، شماره ۱، صفحات -۴۹ ۳۹.

اکبری، غ.، مظاهری، د.، و ع، مختص بیگدلی.۱۳۸۴. بررسی اثرات تراکم کاشت و مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و پتاس بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت (Zea mays L.). علوم کشاورزی و منابع طبعی شماره ۱۲(۵):۴۶-۵۴.

ایزدی، م.ح و ی. امام. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲(۳): ۲۳۹-۲۵۱.

امیدبیگی، ر.، س. م. فخر طباطبایی.، و ط، اکبری.۱۳۸۰. اثر کود نیتروژن و آبیاری بر باروری (رشد، عملکرد دانه و مواد موثره) کتان روغنی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۱: ۵۳-۶۴.

بهزاد، آیدا.، حبیبی، د.، پاکنژاد، ف.، اصغر زاده، ا و م، عبدالهیان.۱۳۸۷. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید دبل کراس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد کرج.

پیر بلوطی، ع.، غ. اکبری، م. نصیری محلاتی و الف. گلپرور.۱۳۸۱. بررسی مقادیر مختلف نیتروژن بر شاخص برداشت نیتروژن، پروتئین دانه، اجزای عملکرد و عملکرد دانه ذرت. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

تقی پور، ف و ا. اخیانی. ۱۳۸۴. بررسی اثرات منابع کود ازته بر عملکرد کمی و کیفی دانه گندم. نهمین کنگره علوم خاک ایران. جلد اول.

چاکرالحسینی، م.ر.۱۳۸۵. اثرات نیتروژن و فسفر بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ در شرایط دیم نیمه گرمسیری. مجله علوم خاک و آب. جلد ۲۰. شماره ۱. ۱۸-۲۵.

حیدری، م.، ع. بخشنده.، ح. نادیان و ق. فتحی. ۱۳۸۴. تاثیر سطوح ئمختلف شوری و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم. نهمین کنگره علوم خاک ایران. جلد اول.

خزایی، ف. ۱۳۸۵. تاثیر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد و علوفه ذرت شیرین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

دادخواهی پور، ک. ۱۳۸۶. جلبک‌ها درخدمت نانو گیاه پزشکی. جام جم آنلاین.

فتحی، هومن.۱۳۸۴. به سوی کشاورزی در جهان مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

قاسمی، ع.، م.اصفهانی، ل. خطیبانی، و ب. سرابی.۱۳۸۲. بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه گیلان. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی گیلان.

کریمی م.، اصفهانی م.، بیگلوئی م. ح.، ربیعی ب.، کافی قاسمی ع.، (۱۳۸۸). تاثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوائی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲):۹۱-۱۰۹.

کافی قاسمی،ع و م.اصفهانی.۱۳۸۱. بررسی تأثیر کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه گیلان. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

مجیدیان، م.، ح. غدیری و ن. کریمیان.۱۳۸۰. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش رطوبت در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک. عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در منطقه کوشکک در استان فارس. هفتمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهرکرد.

Akintoye, H.A., E O, Lucas and J.G, kliny., 1999. Grain yield and yield components of single, double

and synthetic maize lines grown at four nitrogen levels in three ecological zones of west Africa. Tropical agriculture.76:51-56.

Anderson,E.L., E.J.Kamprath and R.H.Moll. 1985. Prolificacy and nitrogen fertilizer effect on yield and nitrogen utilization in maize. Crop science.25:598-602.

Chapman, V.J. ,Chapman, D.J. 1980. Seaweed and their use. Third edition, London.

Crouch , I ,J.,R. P. Beckett & J. van staden. 1990. Effect of seaweed lettuce. Journal of Applied phycology 2:269-272.

Csizinszky, A.A. 1984. Response of seaweed based nutrient spray. Proc Fla. State Hort. Suc.97:151-157.

Dwyer,I ,M. E &G. Gregorich. 1999. Soil nitrogen ameiubment effect on nitrogen and yield of maize agronomy jornal:950-956.

Fathi, GH. 1384. mode of application of nitrogen fertilizer levels on growth and yield of sweet corn. Iranian Congress of Soil Science. The first volume.

Jehan Ara, S.Ehteshamul., 1997. Use of sargassum species for the control of meloidogyne javanica in okra. Nematol. Medit.25:125-128.

KOO, R.C.J. 1988. Response of citrus to seaweed-based nutrient sprays.proc. fla. State hort. Soc. 101:26-28.

Morrison, M. J., H. D. Voldeng, and E. R. Cober. 1999. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. Agronomy Journal. 91:685–689.

Nelson, W.r. and J.Van Staden. 1984. The Effect of Seaweed Concentrate On Growth Of Nutrient Stressed, Green House Cucumbers. Hortscieuce.19(1):81-82.

Oyoo, J., M. Nyongesa., M. Mbiyu and C. Lung'aho., 2010.ORGANIC FARMING: EFFECT OF KELPAK AND EARTHLEE ON THE YIELD OF IRISH POTATOES.

Skelton, B. J. and T. L.Senn. 1966. Effect of seaweed on quality and shelf-life of Harvest Gold and Jersey land peaches.South Garolina Agr. Expt. Sta. Hort.Dept.Res.Ser.No.86.

Thirumaran, G., and et al. 2009. Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of Cyamopsis tetrogonolaba (L) Taub. American-Eurasian Journal of Agronomy 2 (2): 50-56.

Tohidi nejad, E. U. 1373. the effect of different amounts of nitrogen fertilizer and its distribution on the quantity and quality of corn seed and its growth curve in Jiroft. MS Thesis. Tarbiat modares University.

UHART S.A., ANDRADE F.H., 1995. Nitrogen deficiency in maize (zea mays L.): Effect on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. Crop Sci 35, 1376- 1388.

Wilson, s.1999.crop yield response to deficit irrigation. Plant cell invironment.19:75-84.

Zodape, S.T., and V. J. Kawarkhe. 2008. Effect of liquid seaweed fertilizer on yield and quality of okra (Abelmoschus esculentus L.). Journal of scientific & industrial research vol.67, pp.1115-1117.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۷۱-۵۹

بررسی تاثیر کودهای آلی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم بهاره در شرایط تنش خشکی

Effect of organic fertilizers on the yield and yield components of spring wheat under drought stress

حسن سوری[۱]، غلامعباس اکبری[۲]، بهزاد آزادگان[۲]، ایرج اله دادی[۲]، مهدی صادقی شعاع[۳]، مهدی عبادی[۴]، امین اله موسوی بوگر*[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر کودهای آلی بر رشد و عملکرد گندم بهاره تحت شرایط کم آبیاری در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت استان تهران طی سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی تنش قطع آبیاری، در سه سطح (قطع آبیاری در مرحله گلدهی(a1)، پرشدن دانه (a2) و آبیاری معمول منطقه (a3)) بود و عامل فرعی در چهار سطح (۱۵ تن کمپوست قارچ + ۱۵تن کود دامی ،(b1) ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن خالص + ۱۵ تن کود دامی ۶۰ ،(b2) کیلوگرم کود نیتروژن خالص + ۱۵تن کمپوست قارچ (b3) و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص (b4)) بودند. در این آزمایش اثر تیمار تنش قطع آبیاری بر روی صفات وزن بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، درصد شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه نابارور در سنبله دارای اثر معنی داری بود.تیمار کودی نیز بر روی صفات وزن بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، درصد شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه نابارور در سنبله اثر معنی داری داشت. استفاده از کودهای آلی در شرایط تنش‌های محیطی به ویژه تنش خشکی باعث می‌شود که اثرات تنش کاهش یافته و گیاه بتواند عملکرد بهتری را نشان دهند.کودهای آلی با بهبود خصوصیات خاک به خصوص ظرفیت نگهداری رطوبت در داخل خاک باید ایجاد خاکدانه، کمک می‌کند تا میزان رطوبت قابل دسترس در اختیار گیاه افزایش یابد. استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند اثرات منفی کودهای شیمیایی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: تنش قطع آبیاری، پرولین، کود دامی، کمپوست قارچ دکمه‌ای و گندم بهاره.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران
۲- دانشیاران پردیس کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۴- دانش آموخته ارشد دانشگاه تهران
۵- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه لرستان
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: amin.mosavi.89@gmail.com

مقدمه

براساس پیش بینی‌ها جمعیت دنیا تا سال ۲۰۲۵ به ۸ میلیارد نفر و تا سال ۲۰۵۰ به ۸/۹ میلیارد نفر خواد رسید. هر سال حدود ۸۰ میلیون نفر به جمعیت دنیا افزوده می‌شود و ۹۷٪ افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه رخ می‌دهد. بنابراین تا سال ۲۰۲۵ نیاز به تولید غذا دو برابر خواهد شد. این پدیده علاوه بر اعمال فشار به محیط زیست، امنیت غذایی کشورهای درحال توسعه از جمله ایران را بیشتر از سایر کشورها تحت تاثیر قرار خواهد داد. (کافی، ۱۳۸۸). آب در اساسی ترین واکنش حیات، یعنی فتوسنتز، به عنوان ماده تامین کننده الکترون و هیدروژن و اکسیژن نقش دارد. آب به عاملی در حفظ اسکلت گیاهی مطرح است. یک عامل اصلی سرپابودن گیاهان علفی فشار آماس ناشی از آب و اعمال نیرو به دیواره‌های سلولی است. آب به عنوان فراوانترین و بهترین حلال و بستر انجام بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی است. آب تاثیر بسزایی بر ساختمان مولکول‌ها و خصوصیات پروتئینها، غشاها و نوکلئیک اسیدها دارد (تایز و زایگر، ۲۰۰۶؛ کافی و دامغانی، ۱۳۸۱؛ علیزاده، ۱۳۸۲؛ سلطانی، ۱۳۸۶). از دید فیزیکی- شیمیایی دانشمندان آب سلول را به دو دسته آب آزاد (Free water) و آب پیوندی (Bound water) تقسیم می کنند. بیش از نیمی از آب داخل گیاه را آب آزاد تشکیل می‌دهد. آب آزاد نقش یک حلال را بازی می کند و مقدار زیادی از ذخیره انرژی را جابه جا می کند، مثل قندها، اسیدهای آلی، مواد ثانویه گیاهی و یون‌ها پیوند اسمزی تشکیل داده است.

(Taiz and Zeiger,2006؛ Sing and Patal,1996؛ کوچکی و همکارن، ۱۳۸۲)

شدت تنش خشکی انتهایی نه تنها به میزان رطوبت نفوذ یافته به خاک، از طریق نزولات آسمانی بستگی دارد، بلکه تابع ظرفیت خاک برای ذخیره رطوبت و همچنین نیاز تبخیری اتمسفری می‌باشد (Saxcena et al.,1993). تنش خشکی می‌تواند بسیاری از جنبه‌های متابولیکی و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (De and Kar,1994). گزارش‌های زیادی مبنی بر تاثیر کمبود آب از چند نوبت تا تنش‌های شدید در رابطه با مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و تغییر در متابولیسم کربوهیدارت‌ها و نیتروژن، تغییر در ساختمان پروتئین‌ها و فعالیت آنزیم ها، تجمع پرولین و کاهش تشدید کنندهای رشد وجود دارد.

(Brar et al.,1990؛ Levitt, 1980؛ Sing and Patal,1996)

تنش که در انتهای فصل رشد بعد از گلدهی در مرحله تشکیل بذر اتفاق می‌افتد با تنش گرمایی در شرایط دیم همراه می‌شود (سابق پور و همکاران، ۲۰۰۳). محققین اهمیت پرهیز از تنش خشکی را در طول دوره بحرانی گلدهی تا رسیدن فیزیولوژیک متذکر شده و بیان داشتند که در طول این دوره میزان رطوبت خاک آب نباید کمتر از ۵۰٪ ظرفیت نگهداری آب در خاک باشد (Scarisbric and Daniel,1986).

در خاک‌های فاقد مواد آلی و بخصوص در خاک‌های رسی به علت فقدان فضاهای درشت و کندی سرعت نفوذ آب در خاک در موقع بارندگی، آب در سطح خاک جریان یافته و موجب فرسایش می‌شود، در اینگونه خاک‌ها پس از خشک شدن، سطح خاک به صورت توده‌ای متراکم و عاری از مواد آلی در آمده که با ایجاد سله در سطح خاک، از جوانه زدن بذر جلوگیری می‌شود(ملکوتی، ۱۳۸۴). با مطالعه زیست شناسی میکروارگانیسم‌های خاک می‌توان دریافت که با افزایش موادآلی به خاک، محیط برای رشد آن‌ها مساعدتر شده و بر جمعیت آن‌ها افزوده می‌شود، به طوری که هرچه مواد آلی خاک (تا حدی) افزایش یابد، میکروارگانیسم‌های آن زیادتر شده و محیط خاک شکل فعال تری به خود می گیرد (بشارتی کلایه و صالح راستین، ۱۳۷۹؛ توسلی، ۱۳۶۳).

غلات و به ویژه گندم نقش مهمی در الگوی مصرف هر کشوری را در دنیا دارد و به همین دلیل از دیرباز حکومتهای حاکم بر دنیا بر خوردی فعال در جهت ازدیاد غلات به ویژه گندم مورد نیاز کشور خود کرده اند. از سقراط نقل شده است که، نظامی می‌تواند بر آتن حکومت کند که قادر باشد نان آن را براحتی تامین کند. آنچه علم کشاورزی، بخصوص زراعت عهده دار آن است عبارت از تولید محصولات زیادتر و با کیفیت بهتر است که بتواند جوابگوی ازدیاد جمعیت باشد، تا بدین وسیله فقر غذایی و گرسنگس را از میان بردارد

(نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و این‌که تاکنون تحقیقات زیادی در مورد تأثیر کودهای آلی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم بهاره صورت نگرفته است و از طرفی نیز کشور ما جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود لذا این مطالعه با هدف تأثیر کودهای آلی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم بهاره تحت شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران با عرض جغرافیایی ۳۳/۲۸ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱/۴۴ درجه شرقی واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب شرق تهران به اجرا درآمد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۱۸۰ متر و میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه حدوداً ۱۷۰ میلیمتر می‌باشد. حداکثر و حداقل دمای مطلق منطقه مورد آزمایش طبق آمار ۲۵ ساله سازمان هواشناسی به ترتیب ۴۴ و ۱۴ - درجه سانتیگراد است. براساس تقسیم بندی دومارتن اقلیم از نوع خشک و براساس طبقه بندی اقلیمی کوپن (۱۹۱۸) نوع Bsaks می‌باشد.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت کرت‌های یک بار خرد شده در سه تکرار به اجرا در آمد. هر کرت اصلی آزمایشی ۱۰ متر طول و ۲ متر عرض و دارای ۴ ردیف که با فاصله ۴۰ سانتیمتر و بین هر تکرار سه متر فاصله منظور گردید. بالا و پایین هر تکرار یک کانال برای آبیاری و یک زهکش برای تخلیه آب اضافی تعبیه شد تا تیمارهای کودی پلات‌های مختلف باهم مخلوط نشود. پس از انجام آزمایش و جمع آوری داده‌ها به منظور بررسی‌ها آماری از نرم افزار SAS و برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده شد.

تیمارهای آزمایش به شرح زیر قرار گرفتند:

عامل اصلی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد:

a1 = قطع آبیاری در مرحله گلدهی، a2 = قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه، a3 = آبیاری معمول در منطقه؛

عامل فرعی سطوح مختلف کودی :

b1 = ۱۵ تن کود دامی + ۱۵ تن کمپوست قارچ، b2 = ۱۵ تن کود دامی + ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه خالص

b3 = ۱۵ تن کمپوست قارچ + ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه خالص، b4 = ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژنه خالص

زمین محل آزمایش در اسفند سال ۱۳۸۹ با استفاده از گاوآهن شخم زده شد و در تاریخ ۸۹/۱۲/۲۷ کمپوست قارچ دکمه‌ای و کود دامی مورد نظر با توجه به میزان ماده خشک تعیین شده به زمین اضافه گردید و سپس با خاک شخم خورده توسط دیسک مخلوط گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود دامی و کمپوست قارچ در جدول شماره ۱ ارائه شده است:

جدول شماره -۱ خصوصیات کود دامی و کمپوست قارچ دکمه‌ای مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Characteristics of button mushroom manure and compost used in the experiment

پارامتر Parameter	قدرت نگهداری آب Water retentivity	pH	EC (ds/m)	N کل(درصد) N total (%)	P کل (درصد) P total (%)	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
کود دامی Manure	89	7.7	19.2	2.66	0.6	21.6	52
کمپوست قارچ دکمه ای Button mushroom compost	79	8.1	21.3	1.56	0.9	18.7	49

نمونه از خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک برداشته و با هم مخلوط گردیده و سپس یک نمونه از آن برای مشخص نمودن خصوصیات خاک تهیه و در آزمایشگاه گروه آبیاری پردیس ابوریحان مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمون خاک در جدول شماره ۲ ارائه شده است:

جدول شماره -۲ خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 2. Characteristics of soil

پارامتر Parameter	مقدار content
pH	7.7
EC (ds/m)	2.74
وزن مخصوص حقیقی (The true density(gr/cm3	2.63
بافت خاک Soil texture	Silt loam
درصد نیتروژن خاک The nitrogen content of the soil	0.36
(mg/kg) K2O	288
(mg/kg) P2O5	45.8
ماده آلی (درصد)(%) Organic matter	0.46
درصد رس(%) Clay	24.4
درصد سیلت(%) Silt	43.2
درصد شن(%) Sand	32.4

کاشت با توجه به بارش‌های بهاری و مساعد نبودن شرایط برای کاشت در تاریخ ۱/۰۱/۱۵ بعد از احداث فارو و نهر در زمین محل آزمایش کاشت با دست و بر روی پشته‌ها انجام گرفت. در این مرحله کودهای نیتروژنه اولیه در پلات‌های که تیمارهای کودی نیتروژنه داشته و فسفر به تمام پلات‌های آزمایشی به یک میزان بعد از محاسبه و وزن کردن میزان کود مورد نیاز، داده شد. عملیات وجین علف‌های هرز و همچنین تنک کردن ۲ هفته بعد از سبز شدن گیاه اصلی انجام گرفت. آبیاری اولیه بعد از کاشت و دور آبیاری به فاصله هر هفت روز یکبار در روزهای دوشنبه از ساعت ۸ تا ۱۰ صبح آبیاری به طور منظم انجام گرفت. آخرین آبیاری برای تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی در تاریخ ۹۰/۰۳/۱۶ صورت گرفت. آخرین آبیاری در مرحله پرشدن دانه در تاریخ ۹۰/۰۳/۲۳ انجام گرفته و آخرین آبیاری در تاریخ ۹۰/۰۳/۳۰ صورت گرفت. برداشت در تاریخ ۹۰/۰۴/۱۴ صورت گرفت، که بعد از حذف یک ردیف کناری به عنوان حاشیه، از هر پلات آزمایشی یک متر مربع به صورت تصادفی انتخاب شده و تمام گیاه‌ها از سطح خاک به صورت کف بر شده و در کیسه‌های که از قبل، برای هر پلات آزمایشی تهیه شده بود قرار داده شد.

صفات اندازه گیری شده در آزمایش عبارتند از: وزن بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، درصد شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه نابارور در سنبله.

نتایج و بحث

وزن بیولوژیک

در این آزمایش، اثر تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی، تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و آبیاری نرمال، با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی دار در وزن بیولوژیک گندم بود. بیشترین وزن بیولوژیک مربوط به تیمار a3 (آبیاری نرمال) به میزان ۵۵۷۴/۱۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن بیولوژیک مربوط به تیمار a1 بمیزان ۳۳۹۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار بود. می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش میزان عملکرد دانه که خود قسمتی از عملکرد بیولوژیک می‌باشد، باعث

ایجاد اختلاف معنی دار در عملکرد بیولوژیک، در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و آبیاری نرمال می‌باشد. اثر تیمارهای کودی بر روی وزن بیولوژیک گندم با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بودند. تیمار b2 به میزان ۴۵۸۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن بیولوژیک دارا بود و کمترین میزان وزن بیولوژیک مربوط به تیمار b1 به میزان ۴۳۰۵/۵۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول شماره ۳ و شماره ۴).

در آزمایشی که توسط سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) انجام شد، کاربرد کمپوست قارچ + کود اوره باعث افزایش وزن ماده خشک کل در آزمایش نسبت به تیمار شاهد گردد. در مطالعه‌ای که توسط مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) صورت گرفت، مشاهده گردید که تنش خشکی بر وزن بیولوژیک گیاه تاثیر گذاشت و با افزایش تنش خشکی وزن بیولوژیک کاهش یافت. در این آزمایش مشاهده شد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار ۹۲ کیلوگرم کود نیتروژن + ۵ تن کود دامی حاصل شد. بهترین وزن‌های بیولوژیک در سیستم تلفیقی (شیمیایی + دامی) بدست آمد و کمترین وزن بیولوژیک در تیمار عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد. نتایج آزمایش، با نتایجی که از آزمایش میری (۱۳۸۹) بر روی گیاه گندم تحت تاثیر تنش خشکی پس از گلدهی بدست آمده بود، مطابقت دارد. میری مشاهده کرد تیمار قطع کامل آبیاری پس از گلدهی کمترین عملکرد بیولوژیک را ایجاد کرده است و همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار آبیاری کامل در طول فصل رشد است. محققان دیگر نیز افزایش رشد و عملکرد گیاه را با کاربرد مقادیر کودهای شیمیایی یا دامی به صورت تلفیقی به علت افزایش N-P-K قابل دسترس گیاه گزارش کرده اند(بهنیا، ۱۳۷۲؛ رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹ ; Mallanagoude,1995).

عملکرد دانه

در این آزمایش، اثر تنش قطع آبیاری بر روی عملکرد دانه همانند صفت وزن بیولوژیک، بین تیمارهای آزمایشی با احتمال ۹۹ درصد اطمینان با هم اختلاف معنی داری دارند. اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بوده است. هر کدام از تیمارهای کودی در یک گروه آمار قرار گرفتند. اثر متقابل بین تیمارهای آزمایش با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود(جدول شماره ۳ و شماره ۴).

علت کاهش عملکرد دانه را می‌توان در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به خاطر کاهش گرده افشانی به علت کمبود رطوبت و از بین رفتن دانه گرده دانست و در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه به خاطر کمبود رطوبت در تشکیل کربوهیدرات‌ها و پرشدن دانه، دانست و دانه‌های تشکیل شده معمولا" چروکیده و دارای وزن طبیعی کمتر بودند.

در آزمایش غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) اثر تنش خشکی بر روی عملکرد دانه آفتابگردان در سطح ۵٪ معنی دارد بود. شرایط کم آبیاری با اثر منفی بر اجزای عملکرد باعث افت عملکرد دانه می‌گردد. در این آزمایش اثر تیمار کود دامی، همراه با زئولیت بیشترین عملکرد و تیمار ۱۰۰ ٪ کود شیمیایی کمترین عملکرد را دارا بود. کارتر و همکاران (Carter et al.,1982) گزارش کردند که کمبود آب باعث کاهش عملکرد دانه و همچنین کاهش تعداد دانه در گیاه یونجه می‌شود. عملکرد دانه با کاهش رطوبت خاک کاهش می‌یابد که این مورد، ناشی از منع فتوسنتز و جابجایی ماده پرورده به سوی دانه می‌باشد که ناشی از تنش رطوبت خاک است. در آزمایشی که توسط میری (۱۳۸۹) صورت گرفت مشاهده گردید که تنش قطع آبیاری پس از گلدهی باعث شد تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشتند. بیشترین و کمترین عملکرد در تیمارهای شاهد (آبیاری کامل در طول فصل رشد) و قطع کامل آبیاری در دوره پس از گلدهی مشاهده گردید.

افزایش عملکرد علوفه خشک و دانه ارزن تحت تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی را جهت بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی، حاصلخیزی خاک و قابل دسترس

کردن عناصر، می‌توان در کاربرد توأم کودهای شیمیایی به همراه کودهای دامی نسبت داد. نتیجه حاصل از این آزمایش با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (توسلی و قنبری، ۱۳۸۶؛ توسلی، ۲۰۰۸). استفاده از کودهای آلی در کشت ذرت توانسته است نقش مثبتی را در افزایش عملکرد آن به همراه داشته باشد. در این زمینه اقبال و همکاران (Eghbal et al.,2004) گزارش کردند که کاربرد یکساله و یا دوساله کمپوست و یا کود دامی می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به شاهد گردد که دلیل آن را بهبود وضعیت عناصر غذایی و اسیدیته خاک دانستند.

وزن هزار دانه

اثر تنش قطع آبیاری بر روی صفت وزن هزار دانه با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود. کمترین تیمار مربوط به a1 به میزان ۲۰/۲۱ گرم بود و بیشترین میزان وزن هزار دانه مربوط به تیمار a3 به میزان ۲۷/۳۱ بود، اما اثر تیمار کودی بر روی صفت وزن هزاردانه با احتمال ۹۵ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود. بیشترین میزان مربوط به تیمار b2 به میزان ۱۶/۲۸ می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به تیمار b4 به میزان ۲۵/۵۱ بود (جدول شماره ۳ و شماره ۴). در آزمایش سیدی و همکاران (۱۳۹۰) کاربرد کمپوست قارچ + کود اوره باعث افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید و تفاوتی با دیگر تیمارهای مواد آلی نداشت، که این نتایج با نتایج آزمایش فوق مطابقت داشت. در آزمایش افراعی و اکبری (۱۳۸۷) مشاهده شد که بیشترین عملکرد دانه و همچنین وزن هزار دانه در تیمار ۳۰ تن کود دامی + ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژنه حاصل شد. آزمایش میری (۱۳۸۹) نشان داد تیمار تنش قطع آبیاری پس از گلدهی تاثیر معنی داری بر روی وزن هزار دانه گندم نسبت به تیمار آبیاری کامل در طول فصل رشد دارد. همچنین اهدایی و همکارن (Ehdaie et al.,2008) مشاهده کردند که در گندم وزن هزار دانه تحت تاثیر تنش خشکی پس از گلدهی از ۴۶/۸ به ۳۴/۷ گرم کاهش یافت. اکبری مقدم و همکاران (۱۳۸۱) در آزمایشی نتیجه گرفتند که قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله سبب کاهش عملکرد می‌شود و مهمترین جزء عملکرد، وزن هزار دانه می‌باشد. اسدی (۱۳۷۸) بیان کرد که تنش در کل دوره رشد از بین اجزاء عملکرد، کمترین اثر را روی وزن دانه دارد، بطورکلی وزن دانه بیشتر تحت تاثیر تنش در مراحل تکامل دانه قرار می‌گیرد.

شاخص برداشت

بر اثر اعمال تنش قطع آبیاری بین تیمارهای آزمایش با احتمال ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین درصد شاخص برداشت مربوط به تیمار آبیاری نرمال به میزان ۵۰/۶۸ درصد می‌باشد و کمترین میزان به تیمار تنش قطع آبیاری در مرحله گلدهی با ۳۸/۷۶ درصد تعلق داشت. در این آزمایش بین تیمارهای کودی با احتمال ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی درای وجود داشت. بیشترین اثر به تیمار b2 به میزان ۴۷/۱۴ درصد تعلق داشت و کمترین اثر برای تیمار b4 به میزان ۴۵/۴۴ درصد بود. با احتمال ۹۹ درصد اطمینان اثر متقابل تیمار تنش قطع آبیاری در تیمار کودی دارای اختلاف معنی داری می‌باشد (جدول شماره ۳ و شماره ۴).

آزمایشی که توسط حاجی هاشمی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی کلزا بهاره انجام شد، مشاهده گردید که قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد باعث کاهش میانگین شاخص برداشت شد. در شرایط غیر تنش، فتوسنتز عامل اصلی تشکیل ماده خشک لازم برای پرشدن دانه می‌باشد، درحالی در شرایط تنش، مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای نقش عمده را در تامین ماده خشک لازم برای پرشدن دانه دارند، همین امر باعث کاهش نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش می‌باشد (Evans, 1993).

در آزمایش آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) بر روی بابونه آلمانی صورت گرفت، مشاهد گردید که کودهای تلفیقی با کودهای شیمیایی تفاوت معنی داری ندارد و می‌توان کودهای آلی را به نسبت مساوی در کشاورزی با کودهای شیمیایی استفاده کرد تا از اثرات مخرب کودهای شیمیایی کاسته شود.

در نتایج آزمایش بابائیان و همکاران (۱۳۸۷) که بر روی گیاه جو انجام شد، مشاهده گردید اعمال تنش در مرحله پرشدن دانه بر روی شاخص برداشت و عملکرد دانه اثر معنی داری دارد. در آزمایشی که توسط توسلی و همکاران (۱۳۸۶) بر روی ارزن مرواریدی صورت گرفت، مشاهده شد که بیشترین شاخص برداشت برای تیمار ٪۵۰ کود دامی + ٪۵۰ کود شیمیایی بود. نتیجه این آزمایش با نتیجه آزمایش بالا مطابقت دارد.

تعداد دانه در سنبله

اثر تنش قطع آبیاری بر روی تعداد دانه در سنبله با احتمال ۹۹ درصد اطمینان، داری اختلاف معنی دار می‌باشد. کمترین تیمار مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به میزان ۱۸/۵۵ عدد بود و بهترین تیمار مربوط به آبیاری نرمال به میزان ۲۹/۲۰ عدد می‌باشد. بین تیمارهای کود با احتمال ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین تعداد دانه در سنبله در تیمار کودی b3 به میزان ۲۵/۴۵ حاصل گردید. کمترین میزان نیز مربوط به تیمار b1 به میزان ۲۴/۲۳ می‌باشد. بین تیمار تنش قطع آبیاری و تیمار کودی با احتمال ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول شماره ۳ و شماره ۴).

در بررسی‌های صورت گرفته در آزمایشی که توسط خورشیدی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی برنج صورت گرفت مشاهده گردد که با کاهش رطوبت موجود در خاک میزان تعداد دانه در خوشه نیز کاهش نشان داد. نتایج آزمایش با نتایج آزمایش سینگ و آگارول (Singh and Agarwal,2001) که بیان کرده بودند با افزایش تدریجی سطوح اعمال شده کود آلی منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شود، مطابقت دارد.

اثرات مثبت کمپوست بر تعداد دانه در سنبله توسط الماسیان و همکاران (Almasiyan et al.,2006) در گیاه گندم گزارش شد به طوری که مقایسه بین خاک شاهد و حاوی کمپوست در خصوص تعداد دانه در سنبله بیانگر افزایش معنی داری معادل ۸/۱۹ درصد در خاک حاوی کمپوست بود.

نتایج آزمایش با نتایجی که از آزمایش میری(۱۳۸۹) بدست آمده متضاد است. در این آزمایش مشاهده شد که قطع کامل آبیاری پس از گلدهی تاثیری بر روی تعداد دانه در سنبله ندارد. می‌توان این گونه نتیجه گرفت که قطع آبیاری پس از گرده افشانی فقط باعث می‌شود که دانه‌های تشکیل شده دارای وزن کمتری باشند و حالت چروکیده داشته باشند ولی قطع آبیاری در هنگام گلدهی باعث خواهد شد گرده افشانی به خوبی انجام نشود و در نتیجه تعداد دانه کمتری در سنبله تشکیل گردد.

جدول شماره -۳ نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزاء عملکرد در گندم
Table 3. Analysis of variance (mean squares) yield and yield components in wheat

Mean-square میانگین مربعات

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (DF)	بیومس Biomass	عملکرد دانه Grain yield	تعداد دانه در سنبله The number of grains per spike	تعداد سنبلچه در سنبله Number of spikelets per spike	شاخص برداشت HI	تعداد سنبلچه نابارور در سنبله Fertile spike spike	تعداد سنبله در متر مربع Number of spikes per square meter	وزن هزار دانه Grain weight
بلوک Replication	2	2852.8 ns	1191.69 ns	0.116 ns	0.777 ns	0.501ns	0.053 ns	305.02 *	3.84ns
قطع آبیاری Hang irrigation	2	14229302.78 **	6889941.44 **	384.911**	0.445 ns	502.875 **	6.771**	103. 44 ns	327.15 **
خطای عامل اصلی Error1	4	873.61	1202.16	0.309	1.047	0.427	0.027	165.40	3.24
تیمار کودی Fertilizer treatment	3	128033.33 **	5163.93 **	2.786 **	2.429 *	4.834 **	0.285**	555.8**	11.03 **
اثر متقابل تنش × تیمار کودی Fertilizer × stress interaction	6	55891.67 **	21634.93 **	2.094 **	0.483 ns	1.126 *	0.047ns	183.11 ns	0.60 **
خطای عامل فرعی Error2	18	977.78	532.26	0.442	0.576	0.223	0.022	71.42	2.15
ضریب تغییرات (٪) C.V	_	20.41	30.06	19.13	5.19	11.76	12.19	7.04	17.13

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار، معنی دار در سطح ۵ درصد و معنی دار در سطح ۱ درصد می باشد.

ns,.*: Non-significant, Significant at 5 prabability levels, respectively

تعداد سنبلچه در سنبله

اثر تیمارهای تنش قطع آبیاری بر روی تعداد سنبلچه در سنبله دارای اختلاف معنی دار نبود. در آزمایش بین تیمارهای کودی با احتمال ۹۵ درصد اطمینان، اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله مربوط به تیمار b4 به میزان ۱۴/۱۵ می‌باشد و کمترین میزان به تیمار b1 به میزان ۱۳/۳۷ می‌باشد. اثر متقابل بین تیمار تنش قطع آبیاری و تیمارکودی دارای اختلاف معنی داری نبود (جدول شماره ۳ و شماره ۴).

در آزمایشی که اکبری نیا و همکاران (۱۳۸۲) بر روی گیاه دارویی زنیان انجام دادند مشاهده کردند که تلفیق کودهای آلی و کودهای شیمیایی می‌تواند اجزا عملکردگیاه را در افزایش دهد که موجب افزایش تعداد گل در چتر (گل آذین گیاهان خانواده جعفری به صورت چتر می‌باشد) گیاه زنیان شده است. این نتایج با آزمایشات پژوهشگران دیگر مطابقت داشت(رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹: Sheng-Shuju et al.,1998). در آزمایشی که بر روی تاثیر کمپوست قارچ دکمه بر روی گندم انجام گرفت، مشاهده شد که کمپوست قارچ دکمه‌ای باعث افزایش میزان سنبلچه در سنبله گندم گردید (سیدی و رضوانی مقدم، ۱۳۹۰).

تعداد سنبله در مترمربع

در این آزمایش، اثر تنش قطع آبیاری بر روی صفت تعداد سنبله در مترمربع دارای اختلاف معنی داری نبود. این نتیجه به خاطر این نکته می‌باشد که زمانی تنش قطع آبیاری آغاز شد که سنبله‌ها به رشد کامل خود رسیده بودند و دیگر تنش قطع آبیاری اثری بر روی سنبله‌ها شده نداشت. اثر متقابل بین تیمار تنش قطع آبیاری و تیمارکودی نیز دارای اختلاف معنی داری نبود. اما اثر تیمار کودی بر روی صفت تعداد سنبله در مترمربع با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود. بیشترین میزان مربوط به تیمار b4 به میزان ۱۸۹/۳۳ می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به تیمار b1 به میزان ۱۷۱/۰۰ بود. به احتمال زیاد فراهمی عنصر غذایی نیتروژن در تیمار b4 باعث افزایش تعداد سنبله در واحد سطح شده است، ولی تیمارهای

تلفیقی ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن و نیز تیمار ۵۰ درصد کمپوست قارچ + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن، در یک گروه آماری قرار گرفته و نشان می‌دهد که کودهای آلی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. در این آزمایش بین بلوک‌های آزمایش اختلاف معنی داری در سطح ۹۵ درصد وجود داشت(جدول شماره ۳ و شماره ۴).

سنبلچه نابارور در سنبله

آزمایش اثر تنش قطع آبیاری بر روی تعداد سنبلچه نابارووردر سنبله با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود. بیشترین تیمار مربوط به تنش قطع آبیاری در مرحله گلدهی به میزان ۶/۲۷ می‌باشد و کمترین میزان مربوط به تیمار a1 به میزان ۴/۸۵ بود. اثر تیمار کودی بر روی تعداد سنبلچه نابارور در سنبله با احتمال ۹۹ درصد اطمینان دارای اختلاف معنی داری بود. تیمار b4 بیشترین تعداد سنبلچه نابارور را به میزان ۵/۶۵ دارا بود و کمترین تعداد سنبلچه نابارور مربوط به تیمار b3 به میزان ۵/۲۵ بود. این می‌تواند نشان دهنده این باشد که میزان تامین رطوبت خاک در تیمار ۱۰۰٪ کود نیتروژنه نسبت به تیمارهای دیگر کاهش پیدا کرده و در نتیجه میزان رطوبت مورد نیاز در مرحله گلدهی کاهش پیدا کرده و تلقیح به خوبی انجام نگرفته است و باعث شده که دانه تشکیل نشود (جدول شماره ۳ و شماره ۴).

در طی مرحله گلدهی و گرده افشانی کمبود آب باعث خشک شدن دانه‌های گرده و کلاه مادگی شده که این مسئله باعث اختلال در گرده افشانی توسط حشرات می‌شود. تمام عوامل مذکور منجر به افت تعداد سنبلچه‌های بارور در سنبله می‌گردد(مظاهری لقب، ۱۳۸۰؛ آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹ و مظفری و عرشی، ۱۳۷۵). در آزمایشی که بابائیان و همکارن (۱۳۸۷) انجام دادند، مشاهده شد اعمال تنش در مرحله پرشدن دانه جو، تعداد دانه در سنبله را به میزان ۶/۳۶ درصد نسبت به شاهد (عدم اعمال تنش) کاهش داد. فیشر و همکاران (Ficher et al.,1977) نشان دادند که اگر تنش خشکی در مرحله گرده افشانی یا کمی قبل از گرده افشانی اتفاق افتد تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. احتمالا گلچه‌های جوان تر در مرحله گلدهی نسبت به گلچه‌های بالغ تر در مرحله شیری شدن در مقابل تنش‌های محیطی از مقاومت کمتری برخودار هستند.

نتیجه گیری کلی

استفاده از کودهای آلی در شرایط تنش‌های محیطی به ویژه تنش خشکی باعث می‌شود که اثرات تنش کاهش یافته و گیاه بتواند عملکرد بهتری را نشان دهند از طرفی کودهای آلی با بهبود خصوصیات خاک به خصوص ظرفیت نگهداری رطوبت در داخل خاک باید ایجاد خاکدانه، کمک می‌کند تا میزان رطوبت قابل دسترس در اختیار گیاه افزایش یابد. همچنین استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند اثرات منفی کودهای شیمیایی را کاهش دهد.

جدول شماره -۴ مقایسه میانگین‌های اثر خشکی و تیمارهای کودی بر عملکرد و اجزا عملکرد در گندم

Table 4: Comparison of the effects of drought and fertilizer treatments on yield and yield components in wheat

تیمار آزمایشی treatment	بیومس (Kg/ha) Biomass	عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)	تعداد دانه در سنبله The number of grains per spike	تعداد سنبلچه در سنبله Number of spikelets per spike	شاخص برداشت HI	تعداد سنبلچه نابارور در سنبله Fertile spike spike	تعداد سنبله در متر مربع Number of spikes per square meter	وزن هزار دانه Grain weight
آبیاری(Irrigation)								
قطع آبیاری در مرحله گلدهی(a1) Cutting off irrigation at flowering stage	3396.67 c	1316.83 c	18.55 c	16.78 a	38.76c	6.27a	176.75 a	21.20 c
قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه(a2) Cutting off irrigation at flowering stage	4450.83 b	2184.83 b	27.20b	17.00 a	49.10 b	5.13 b	176.58a	28.61 b
آبیاری نرمال(a3) Normal irrigation	5574.17 a	2826.67 a	29.20a	17.16 a	50.68a	4.85 c	181.75a	31.27 a
کود(Fertilizer)								
۵۰٪ کود دامی + ۵۰ کمپوست قارچ(b1) 50% mushroom compost+ 50manure	4305.56c	2027.56 d	24.23b	16.37 c	46.32b	5.45 b	171.00 b	27.16a
۵۰٪ کود دامی + ۵۰٪ کود نیتروژنه(b2) 50% manure + 50% N	4584.44 a	2209.67 a	25.36 a	17.31 ab	47.14 a	5.33 bc	175.11 b	28.16 a
۵۰٪ کمپوست قارچ + ۵۰٪ کود نیتروژنه(b3) 50%Mushroom compost + 50% N	4517.78 b	2111.89b	25.44 a	16.74 bc	45.83c	5.24c	178.00ab	27.27 a
۱۰۰٪ کود نیتروژنه(b4) 100% N	4487.78a	2088.67 c	24.90 a	17.51 a	45.44 c	5.65a	189.33 a	25.51b

منابع References

آبادیان، ه. لباسچی، م.ح. ۱۳۸۸. تاثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد کمی و کیفی سه اکوتیپ بابونه آلمانی (Matricaria chamomile). یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه: ۱۵۰۹- ۱۵۰۶.

اسدی،ح. ۱۳۷۸. تعیین ضریب حساسیت گندم به تنش آب (Ky) در مراحل مختلف رویشی در منطقه کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صفحه: ۱۰۵.

افراعی، س. اکبری فامیله، م. ۱۳۸۷. تاثیر مصرف کودهای شیمیایی و دامی بر عملکرد و درصد پروتئین دانه گندم رقم اترک. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه: ۱۶۰۶- ۱۶۰۴.

اکبری مقدم، ح، غ. اعتصام، ش. کوهکن، ح. ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ارقام گندم. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. کرج. صفحه: ۵۴۹.

اکبری نیا، ا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان عملکرد ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. نشریه پژوهش و سازندگی، شماره ۶۱، زمستان ۱۳۸۲، صفحه: ۳۲-۴۱.

آلیاری، ه. و شکاری، ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. صفحه:۱۸۲.

بابائیان، م. ۱۳۸۷. بررسی تاثیر سیستم‌های تغذیه‌ای و تنش خشکی انتهای فطل رشد بر عملکرد کمی و کیفی جو در منطقه سیستان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه: ۱۶۹۹- ۱۶۹۶.

بشارتی کلایه، ح.، صالح راستین، ن. ۱۳۷۹. تاثیر مصرف گوگرد و مایف تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر مقدار آن و روی جذب شده توسط ذرت در شرایط گلخانه. مجله خاک و آب، ویژه نامه بیولوژی خاک. شماره (۷).

بهنیا، م. ر. ۱۳۷۲. اثرات مختلف کود شیمیایی و حیوانی بر عملکرد زعفران و گیاهان دارویی. سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی خراسان.

توسلی، ا. قنبری، ا. ۱۳۸۶. اثر کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی بر روی برخی خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی (Pennisetum americanum) در منطقه سیستان. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه: ۱۶۷۸- ۱۶۷۵.

توسلی، ا. ۱۳۶۳. اکسیداسیون گوگرد در خاک. نشریه شماره۶۷۵، سازمان پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی ایران.

حاجی هاشمی، ز. اکبری، غ. ۱۳۸۸. اثر تنش کم آبی بر عملکرد کلزای بهاره. مجله به زراعی کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۸، صفحه: ۲۹-۳۹.

خورشیدی، م. دانشمند، ع. ۱۳۸۸. بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد و مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه برنج (Oryza sativa L.) رقم طارم هاشمی. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه: ۱۵۰۵- ۱۵۰۳.

رضایی نژاد، ی. و م. افیونی. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴، شماره (۴). صفحات: ۱۹-۲۷.

سلطانی، ا. ۱۳۸۶. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه: ۲۴۶.

سیدی، م. رضوانی مقدم، پ. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در استفاده از کمپوست قارچ، کود بیولوژیک و اوره در گندم (Triticum aestivum). نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، صفحه: ۳۱۳-۳۲۳.

علیزاده، ا. ۱۳۸۲. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). صفحه: ۴۷۲.

کافی، م.، ع. دامغانی. ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. اتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع، ا. سلطانی، م. عزیزی. ۱۳۸۲. اکوفیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کریمیان، ن.، کامگار حقیقی، ع. ۱۳۸۷. تاثیر تنش، کود شیمیایی نیتروژنه، کود دامی و تلفیقی از کود نیتروژن و کود دامی بر عملکرد، و راندمان استفاده از آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره (۴۵)، پاییز ۱۳۸۷. صفحات: ۴۱۷-۴۳۱.

مظاهری لقب، ح، ف. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. مجله پژوهش کشاورزی، سال سوم، شماره (۱)، صفحات: ۴۴-۳۱.

مظفری، ک، ی. عرشی، و. ۱۳۷۵. بررسی در برخی از صفات مرفوفیزیولوژیکی و اجزاء عملکرد دانه آفتابگردان. مجله نهال و بذر، جلد ۱۲، شماره (۳). صفحات ۳۳-۲۴.

ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. پایداری کشاورزی و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سنا.

میری، ح. ۱۳۸۹. تاثیر تنش خشکی بعد از گلدهی بر میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد ارقام گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۳، شماره (۱)، بهار ۱۳۸۹. صفحات: ۱-۱۹.

نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع.، کاشانی، ع. ۱۳۸۹. زراعت، جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

Almasiyan, F., Astayi, A., and Nasiri Mahallati, M. 2006. Effect of municipal leacte and compost on yield and yield component of wheat. Journal of Biyaban, 11: 1. 89-97

Brar, G., S. Kar and N. T. Singh. 1990. Photosynthetic response of wheat to soil water deficits in tropic. Journal of Agronomy and Crop Sciences. 164:343-348.

Carter, P. C. Sheaffer and W. Voorhees. 1982. Root growth, herbage yield and water status of alfalfa cultivars. Crop Sci. 22: 425-427.

De, F. and R. K. Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (Vigna radiate) under water stress included by PEG-6000. Seed Science and Technology. 23: 301-304.

Duysen, M. E. and. T. P. Freeman. 1974. Effects of moderate water deficits on wheat seeding growth and plastid pigment development. Plant Physiology. 31: 262-266.

Eghbal, B., Ginting, D. and Gilley, J.E. 2004. Residual effects of manure and compost application to corn production and soil properties. Agronomy journal, 96:442-447.

Ehdaie, B., Alloush, G. A. and Waines, J. G. 2008. Genotypic variation in linear rate of grain and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crop Res. 106: 34-43.

Evans, J.T. 1993. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press, Cambridge.

Ficher, R. A., and Lindt, J. L., and Glave, A. 1977. Irrigation of dwarf wheats in the Yaqui Valley of Mexico. Experimental Agriculture 13: 353-367.

Levitt, J. 1980. Stress terminology. In: N. C.Tuner P. J. Kramer. (eds.) Adaptation of plants to water and high tempreture stress. Willey, New York. pp. 437-439.

Mallanagoude, B. 1995. Effects of NPK and fym on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Food Scince and Tecnology Mysore, 37:277-281.

Saxcena, N. P., L. Krishnamurthy & C. Johansen. 1993. Registration of a drought resistance chickpea germplasm. Crop Sciences. 33: 1424.

Scarisbric, D. H. & R. W. Daniels. 1986. Oil Seed Rape. First Published in great Britain by Collins professionl and technical books.

Sheng-Shuju, Z., U. Zuping and X, Tiamwes. 1998. Ifluence to the growth of Lemurus artemisi by vrious fertilizer levels. Journal of Plant Resources and Environment. 1: 31-34.

Sing, J. & A. Patal. 1996. Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. Annual of Biology Ludhiana. 12: 77-81

Singh, R., and Agarwal, S.K. 2001. Growth and yield of wheat (Triticum aestivum) as influenced by levels of farmyard manure and nitrogen. Indian Journal of Agronomy 46(3): 462-467.

Taiz, L. & E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Forth Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts. Paper. 738.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۸۱-۷۳

مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس تحت رژیم های مختلف آبیاری

Study of yield and yield components of lentil varieties under different water stress

سعید سیف زاده[۱]*، علی کوهی قوشخانه[۱]، جبار بابایی[۱] و محسن حنیفی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱۵

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام عدس تحت شرایط مختلف رطوبتی، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ اجرا گردید. تیمار آبیاری در چهار سطح که در کرت‌های اصلی قرار گرفتند، شامل I1: آبیاری نرمال (آبیاری کنترل یا شاهد) که هر ۱۰ روز یک بار انجام گرفت، I2: قطع آبیاری در مرحله تشکیل ساقه، I3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی و I4: قطع آبیاری در دوره پرشدن دانه و کرت‌های فرعی شامل ارقام در چهار سطح شامل: V1 : کیمیا، : V2 سبز کوهین، : V3 محلی زنجان : V4 گچساران. نتایج نشان داد که اثر ساده تیمار آبیاری و رقم بر تمامی صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار بودند. اثر متقابل آبیاری و رقم نیز بر تعداد غلاف در واحد سطح و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار بود. بالاترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری نرمال (۱۲۶۳/۰۲ کیلوگرم در هکتار) و پس از آن قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه (۱۱۶۰/۱۸ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین عملکرد دانه به میزان ۱۰۲۷/۸۶ کیلوگرم مربوط به رقم گچساران بود که نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد و پس از آن رقم کیمیا (۳۴/۹۶۴ کیلوگرم در هکتار) در مقام دوم قرار گرفت. بیشترین عملکرد دانه مربوط به اثر متقابل I1V4 به میزان ۱۴۴۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به سایر تیمارهای اثر متقابل برتری نشان داد و پس از آن تیمارهای I1V1 و I4V4 به ترتیب با ۱۳۳۳۵/۶۹ و ۱۲۸۵/۸۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بیشترین تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به رقم کیمیا بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم گچساران بود.

واژه های کلیدی: عدس، تنش خشکی، عملکرد، اجزای عملکرد

۱- گروه زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
* پست الکتریکی نویسنده مسئول: saeedsayfzadeh@yahoo.com

مقدمه

عدس منبع مهم پروتئین با کیفیت بالا برای بشر می‌باشد (Hamdi et al., 1992). عدس گیاهی است که به خوبی سازگار به مناطق کم باران با بارندگی سالیانه کمتر از ۴۰۰ میلی متر می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۰). عدس به همراه نخود یکی از مهم ترین گیاهان لگوم دار می‌باشد. ارقام مختلف عدس برخی تفاوت های ژنتیکی برای تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه نشان می‌دهند (Karadavut and Palta., 2010). یکی از دلایل پایین بودن عملکرد عدس، حساسیت آن به تنش های غیر زیستی از جمله تنش خشکی ذکر شده است (Sarker et al., 2004). صالحی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که عملکرد دانه در گیاه زراعی عدس توسط آبیاری های متعدد افزایش می‌یابد و خاطر نشان کردند که مراحل گیاهچه ای و گلدهی حساسیت بیشتری به تنش خشکی نشان می‌دهند. به هر حال، کمبود آب در طی هر مرحله از رشد لگوم‌ها غالباً موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. پناهیان و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاهش در آب آبیاری در مرحله گلدهی موجب کاهش در تعداد غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن دانه و عملکرد دانه می‌گردد. همچنین بین ژنوتیپ های مورد مطالعه نیز از نظر تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه تفاوت هایی وجود داشت. کمبود آب به طور قابل توجهی بر اجزای عملکرد عدس تاثیر می‌گذارد، به عبارت دیگر کمبود آب، تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه را کاهش می‌دهد (Ferguson et al., 1998). نشان داده شده است که یک آبیاری در طی دوره پرشدن دانه عملکرد عدس را افزایش می‌دهد (Hudak and Patterson., 1995). بین عملکرد دانه در عدس و تامین رطوبت، یک رابطه خطی وجود دارد(Silim et al., 1993a). ختاب (۱۹۹۵) پیشنهاد می‌کند که وزن ۱۰۰دانه، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در گیاه می‌تواند به عنوان یک صفت انتخابی در اصلاح عدس در نظر گرفته شوند، به شرطی که همبستگی بالایی با عملکرد دانه نشان بدهند. صالحی و همکاران (۲۰۰۸) طی آزمایشی که بر روی ۲۰ ژنوتیپ عدس تحت شرایط رژیم‌های رطوبتی مطلوب و تنش خشکی انجام دادند، نتیجه گرفتند که عملکرد دانه در گیاه به تنش خشکی حساس بود، ولی وزن هزار دانه به خشکی متحمل تر بود و صفت پایدارتری در شرایط خشکی بود. گزارش شده است که سه بار آبیاری در دوره پرشدن دانه، عملکرد دانه عدس را افزایش می‌دهد (Erskine and Ashkar., 1993). هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه ارقام عدس تحت تنش خشکی و تعیین مناسب ترین رژیم آبیاری و رقم کشت و کار برای منطقه تاکستان بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان واقع در پنج کیلومتری جنوب غربی شهرستان تاکستان در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی۴۹ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۲۸۳ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه بر اساس تقسیم بندی کوپن، دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه آن در حدود ۲۵۷ میلی متر، متوسط دمای سالیانه آن ۱۳/۸ درجه سانتی گراد و میانگین کمترین و بیشترین دمای سالیانه آن به ترتیب ۱۸ - و ۷/۴۱ درجه سانتی گراد گزارش شده است. نتایج آزمون خاک نشان داد که pH خاک ۸/۱ و میزان عناصر غذایی بر حسب پی پی ام از جمله فسفر، ۱۰، پتاسیم، ۳۲۵، درصد کربن آلی، ۷/۰ درصد و بافت خاک لومی تشخیص داده شد. عملیات خاک ورزی با مساعد شدن شرایط محیطی، در اسفند ماه سال ۱۳۸۹ شامل شخم به عمق۳۰ سانتی متر و پخش کودهای شیمیایی شامل به میزان۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات دی آمونیوم به عنوان کود پایه بر اساس آزمون خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متر و توصیه کودی مورد نظر در سطح زمین مورد آزمایش و

سپس عملیات خرد کردن کلوخه‌ها توسط دیسک و تسطیح زمین توسط لولر انجام شد. خطوط کاشت با دستگاه فاروئر به فاصله ۶۰ سانتی متر ایجاد و نهرهای آبیاری با دستگاه نهرکن پشت تراکتوری ایجاد گردید. سپس نقشه طرح بر اساس کرت های خرد شده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی زمین پیاده شد. چهار تیمار آبیاری در کرت‌های اصلی قرار گرفتند که سطوح آن عبارت بودند از : I1: آبیاری نرمال (آبیاری کنترل یا شاهد) که هر ۱۰ روز یک بار انجام گرفت، I2 : قطع آبیاری در مرحله تشکیل ساقه، I3 : قطع آبیاری در مرحله گلدهی و I4 : قطع آبیاری در دوره پرشدن دانه و کرت های فرعی شامل ارقام در چهار سطح که سطوح آن عبارت بودند از : V1 : کیمیا، : V2 سبز کوهین، : V3 محلی زنجان و : V4 گچساران و بنابراین، آزمایش دارای ۱۶ تیمار و به علت داشتن سه تکرار دارای ۴۸ کرت آزمایشی بود. در هر بلوک (تکرار) چهار کرت اصلی و در هر کرت اصلی چهار کرت فرعی و در هر کرت فرعی سه پشته به فواصل ۶۰ سانتی متر با دو خط کاشت بر روی هر پشته به فاصله ۳۰ سانتی متر (در مجموع شش خط کاشت در هر کرت فرعی) به طول پنج متر قرار گرفتند. فاصله تکرارها از هم دو متر و فاصله تیمارهای آبیاری با یکدیگر دو پشته نکاشت (۱۲۰ سانتی متر) برای جلوگیری از نشت جانبی در نظر گرفته شد. فاصله کرت های فرعی نیز از هم یک پشته نکاشت بود. بذور ارقام تحت آزمایش بر اساس نقشه طرح آزمایشی در تاریخ ۲۷ اسفند ماه سال ۱۳۸۹ به روش خشکه کاری و به صورت دستی با تراکم بالا در عمق چهار سانتی متری در کرت‌های مورد نظر کاشته شدند. اولین آبیاری پس از کاشت انجام شد و به فاصله کوتاهی آبیاری دوم نیز تکرار گردید تا سطح سبز مناسبی ایجاد گردد. پس از سبز شدن و در مرحله چهار برگی عملیات تنک کردن به صورت دستی انجام شد، به طوری که از هر کپه سبز شده، بوته قوی تر و سالم تر باقی ماند و فاصله نهایی بوته‌ها در روی خطوط کشت سه سانتی متر در نظر گرفته شد. همزمان با عملیات تنک، وجین دستی علف‌های هرز مزرعه انجام شد و پس از آن به فاصله هر هفت روز در صورت نیاز، وجین علف های هرز به طور کامل انجام شد. با توجه به این که در طول دوره رشد، آفت یا بیماری خاصی مشاهده نشد، به طبع، مبارزه ای نیز صورت نگرفت. بعد از استقرار گیاهان در مزرعه و تا قبل از اعمال تیمارهای آبیاری، آبیاری های انجام شده هر ۱۰ روز یک بار به طور مرتب انجام شد. اعمال تیمارهای آبیاری شامل آبیاری نرمال، قطع آبیاری در مراحل تشکیل ساقه، گلدهی و پرشدن دانه‌ها در کرت های آزمایشی بر اساس نقشه طرح اجرا شد. در پایان آزمایش و حدود یک هفته قبل از برداشت، اجزای عملکرد دانه شامل تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه اندازه گیری شدند. در هنگام برداشت (۲۴تیرماه) نیز پس از حذف ردیف اول و آخر و ۰/۵ متر بالا و پایین هر کرت فرعی به عنوان حاشیه، چهار ردیف میانی کاشت، برای محاسبه عملکرد دانه در نظر گرفته شد. پس از رسیدن رطوبت دانه‌ها به حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد و خشک شدن کامل غلاف‌ها برداشت غلاف‌ها انجام شده و پس از رسیدن رطوبت دانه به حدود ۱۲ تا ۱۴ درصد، اندازه‌گیری عملکرد دانه صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در واحد سطح

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف آماری بین تیمارهای آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم در سطح احتمال ٪۱ در رابطه با تعداد غلاف در واحد سطح معنی دار بود (جدول ۱). بالاترین تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به تیمار آبیاری نرمال به میزان ۳۶۴۳ عدد بوده که با تیمار I4 (۳۵۶۵/۵۸ عدد) در یک گروه آماری قرار گرفته و نسبت به دو تیمار دیگر برتری نشان داد (جدول ۲). این موضوع نشان می‌دهد که تولید لگوم‌ها (غلاف ها) تحت تاثیر تنش خشکی کاهش می‌یابد. نتیجه این تحقیق با نتایج صالحی و همکاران(۲۰۰۸) و پناهیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) مبنی بر کاهش تعداد غلاف در واحد سطح در اثر تنش خشکی مطابقت می‌نماید. بیشترین

تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به رقم کیمیا با ۳۱۴۳/۰۸ عدد که نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد و پس از آن رقم گچساران با ۳۱۰۴/۵۸ غلاف در واحد سطح که از نظر آماری در کلاس بعدی قرار گرفت (جدول ۳). این موضوع نشان دهنده توانایی بالای ژنتیکی این دو رقم در تولید غلاف نسبت به دو رقم دیگر است. تفاوت در تعداد غلاف در واحد سطح ارقام مختلف قبلا" توسط صالحی و همکاران (۲۰۰۸) و پناهیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. مقایسه میانگین اثر متقابل بین سطوح آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در واحد سطح مربوط به تیمارهایI1V4 ،I1V1 و I4V4 به ترتیب با ۳۸۱۶، ۳۷۹۸/۳۳ و ۳۷۵۵/۳۳ عدد بوده که نسبت به سایر تیمارها برتری نشان داده و کمترین آن مربوط به تیمار I3V3 به میزان ۱۹۶۷/۶۷ غلاف در واحد سطح بود (نمودار ۱). وجود اثر متقابل بین تنش خشکی و ژنوتیپ توسط صالحی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است.

تعداد دانه در بوته

بر طبق تجزیه واریانس، تفاوت معنی داری در تعداد دانه در بوته بین رژیم های آبیاری و همچنین ارقام در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت و اثر متقابل آبیاری و رقم در رابطه با تعداد دانه در بوته از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار آبیاری نرمال به میزان ۵۶/۶۷ عدد بوده که با تیمار (۵۶/۲۵ I4 عدد) در یک گروه آماری قرار گرفته و نسبت به دو تیمار دیگر آبیاری برتری نشان داد (جدول ۲). گزارش شده است که با افزایش در شدت تنش خشکی، تعداد دانه در بوته کاهش می‌یابد (Desclaux et al., 2000). پناهیان کیوی و همکاران (۲۰۰۹) اظهار نمودند که تشدید کمبود آب با افزایش در غلاف های بی دانه و از بین رفتن گل‌ها به طور قابل توجهی موجب کاهش در تعداد دانه در بوته و کاهش تعداد دانه در غلاف می‌گردد. بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم سبز کوهین به میزان ۵۱/۵۸ عدد بوده (جدول ۳) که با سایر ارقام مورد مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی داری نشان داد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است که می‌تواند به طور قابل ملاحظه ای عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار دهد. بر طبق تجزیه واریانس، تفاوت معنی داری در وزن هزار دانه بین رژیم های آبیاری و همچنین ارقام در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت و اثر متقابل آبیاری و رقم در رابطه با وزن هزار دانه از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری I1به میزان ۴۵/۷۹ گرم که با تیمار آبیاری I2(۴۴/۱۳ گرم) دریک گروه از نظر آماری قرار گرفت و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه (I4) به میزان ۳۴/۱۳ گرم بود (جدول ۲) گزارش شده است که کمبود آب، وزن ۱۰۰ دانه را کاهش می‌دهد (Ferguson et al., 1998). به نظر می‌رسد دلیل کاهش وزن هزار دانه در تیمار I4 کمبود آب برای انتقال آسیمیلات های تولید شده از منابع اولیه و آسیمیلات های ذخیره شده از منابع ثانویه به دانه‌ها در مرحله پرشدن دانه‌ها می‌باشد. پناهیان و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاهش در آب آبیاری در مرحله گلدهی نیز موجب کاهش وزن دانه می گردد. در بین ارقام تحت آزمایش، رقم گچساران با وزن هزار دانه ۴۴/۱۱ گرم نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد و پس از آن رقم کیمیا و محلی زنجان به ترتیب با وزن هزار دانه ۴۱/۸ و ۴۱/۱ گرم در گروه دیگری از نظر آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بذوری که وزن هزار دانه آن‌ها بیشتر از ۴۵ گرم باشد، در دسته ماکرواسپرما و اگر کمتر از ۴۵ گرم باشد، در دسته میکرواسپرما می‌باشند (کوچکی، ۱۳۷۵). تفاوت در وزن هزار دانه ارقام عدس، قبلا" گزارش شده است (صالحی و همکاران، (Erskine and Ashkar., 1993 ; 2008). عدم وجود اثر متقابل بین تنش خشکی و رقم در رابطه با وزن

هزار دانه نیز توسط صالحی و همکاران (۲۰۰۸) قبلاً گزارش شده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف آماری بین تیمارهای آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم در سطح احتمال ۱٪ در رابطه با عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۱). بالاترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال (I1) به میزان ۱۲۶۳/۰۲ کیلوگرم در هکتار بوده که نسبت به سایر تیمارهای آبیاری برتری نشان داد و پس از آن تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه (I4) به میزان ۱۱۶۰/۱۸ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بود (جدول ۲) که دلیل آن را می‌توان افزایش در اجزای عملکرد، همچون تعداد غلاف در واحد سطح و افزایش تعداد دانه در بوته در تیمار I4 نسبت به دو تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل ساقه (I2) و مرحله گلدهی (I3) دانست. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به میزان ۴۶۱/۹۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲) که به نظر می‌رسد دلیل کاهش عملکرد دانه در تیمار I3، برخورد این مرحله از رشد عدس با آب و هوای گرم و از بین رفتن گل‌ها به دلیل تنش خشکی و نیز کاهش عمل گرده افشانی و لقاح گل های باقی مانده به دلیل قطع آبیاری در این مرحله بحرانی و حساس به تنش خشکی می‌باشد. میزان عملکرد دانه ۷۳۷/۲۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار قطع آبیاری در مرحله تشکیل ساقه (I2) که حدود ۳۵/۳۷ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار I3 نشان داده است، به نظر می‌رسد به دلیل بارندگی های انجام شده در هنگام اعمال تیمار I2 می‌باشد که جبران کمبود آب را در این مرحله نموده است. کاهش در عملکرد دانه عدس به دلیل حساسیت به تنش خشکی قبلا" توسط تعداد زیادی از محققین گزارش شده است.

(Grzesiak et al., 1996 Panahyan-e-Kivi et al., 2009 , Silim et al., 1993b ;).

کاهش در عملکرد دانه به دلیل کاهش تعداد غلاف در گیاه تحت تاثیر تنش خشکی قبلا" توسط ریچارد (۱۹۸۳) و سیدیک و همکاران (۱۹۹۰) گزارش شده است. در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین عملکرد دانه به میزان ۸۶/۱۰۲۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم گچساران (V4) بود که نسبت به سایر ارقام برتری نشان داد (جدول۳). رقم کیمیا (V4) با داشتن ۹۶۴/۳۴ کیلوگرم دانه در هکتار (۱۳/۸۶ و ۱۷/۰۸ درصد به ترتیب افزایش عملکرد نسبت به رقم سبز کوهین و محلی زنجان) پس از رقم گچساران از نظر آماری در کلاس بعدی قرار گرفت. تفاوت در مقادیر عملکرد دانه به واسطه تفاوت های ژنتیکی ارقام مورد مطالعه می‌باشد. این مطلب توسط پناهیان کیوی (۲۰۰۹) قبلاً گزارش شده است. بر طبق مقایسه میانگین تیمارها، بیشترین عملکرد دانه مربوط به اثر متقابل I1V4 به میزان ۱۴۴۱/۲۷ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به سایر تیمارهای اثر متقابل برتری نشان داد و پس از آن تیمارهای I1V1 و I4V4 به ترتیب با ۱۳۳۵/۶۹ و ۱۲۸۵/۸۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند و کمترین عملکرد دانه مربوط به اثر متقابل I3V2 به میزان ۳۶۲/۱۳ کیلوگرم در هکتار بود (نمودار ۲). گزارش شده است که اصلاح در سازگاری نسبت به محیط های با تنش خشکی، نیازمند به توسعه تحمل به کمبود آب در طی مراحل گلدهی و غلاف دهی است (Salehi et al., 2008).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله، بالاترین عملکرد دانه عدس مربوط به تیمار اثر متقابل رقم گچساران و پس از آن رقم کیمیا تحت شرایط آبیاری نرمال به ترتیب میزان ۱۴۴۱/۲۷ و ۱۳۳۵/۶۹ کیلوگرم در هکتار در شرایط آزمایش حاضر در منطقه تاکستان می‌باشد. همچنین در شرایط تنش خشکی، رقم گچساران با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه به دلیل کمترین افت عملکرد نسبت به شرایط آبیاری نرمال و با عملکرد دانه به میزان ۱۲۸۵/۸۲ کیلوگرم در هکتار جزو تیمارهای برتر و برای منطقه تاکستان و مناطق مشابه از نظر آب و هوایی توصیه می‌شود.

جدول -۱ تجزیه واریانس صفات مورد آزمون

Table 1: Analysis of variance for examined traits

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی(df)	تعداد غلاف در واحد سطح (pod number in square meter)	تعداد دانه در بوته (seed number in plant)	وزن هزار دانه (1000-seed weight)	عملکرد دانه (seed yield)
بلوک (Replication)	2	13827.58	13.27	8.18	6716.21
آبیاری(Irrigation)	3	660816.25**	1818.28**	318.64**	1670865.21**
خطای عامل اصلی E(a)	6	1237.17	8.71	11.27	2848.54
رقم (Variety)	3	331982.75**	170.39**	59.52**	141024.05**
اثر متقابل عامل ها (I×V)	9	7921.4**	1.41ns	1.16ns	5660.54**
خطای عامل فرعی E(b)	24	1397.8	2.05	1.36	1167.06
C.V(%)		9.85	6.02	3.81	8.77

ns،* و**به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد می باشد.

ns and ** non significant and significant at 1% level of probability, respectively

جدول -۲ مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر صفات مورد مطالعه

Table 2: Mean comparison of examined traits under irrigation treatment

تیمار(treatment)	تعداد غلاف در واحد سطح (pod number in square meter)	تعداد دانه در بوته (seed number in plant)	وزن هزار دانه (1000-seed weight)(g)	عملکرد دانه (seed yield) ($Kg.ha^{-1}$)
I_1	3643a	56.67a	45.79b	1263.02a
I_2	2610.5c	46b	44.13c	737.29c
I_3	2123.75d	30.42c	41.67b	461.94d
I_4	3565.58b	56.25a	34.13a	1160.18b

حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪ می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan's Test (at 5% probability level)

جدول -۳ مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات مورد مطالعه

Table 3: Mean comparison of examined traits under variety treatment

تیمار(treatment)	تعداد غلاف در واحد سطح (pod number in square meter)	تعداد دانه در بوته (seed number in plant)	وزن هزار دانه (1000-seed weight)(g)	عملکرد دانه (seed yield)($Kg.ha^{-1}$)
V_1	3143.08a	45.83c	41.8b	964.34b
V_2	2902.08c	51.58a	38.7c	830.64c
V_3	2793.08d	49b	41.1b	799.58d
V_4	3104.58b	42.92d	44.11a	1027.86a

حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪ می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan's Test(at 5% probability level)

جدول -۴ مقایسه میانگین تیمارهای اثرات متقابل آبیاری × رقم بر صفات مورد مطالعه

Table 4: Mean comparison of examined traits under irrigation× variety interaction treatments

تیمار (treatment)		عملکرد دانه (seed yield) ($Kg.ha^{-1}$)	تعداد غلاف در واحد سطح (pod number in square meter)
I_1	V_1	1335.69b	3816a
	V_2	1170.06de	3550.33c
	V_3	1125.04ef	3407.33d
	V_4	1414.27a	3798.33a
I_2	V_1	789.32i	2762f
	V_2	704.50j	2526.67h
	V_3	585.67k	2456.67i
	V_4	869.68h	2696.67g
I_3	V_1	500.59lm	2323.32j
	V_2	362.12n	2036.00l
	V_3	443.40m	1967.67m
	V_4	541.66kl	2168k
I_3	V_1	1231.78cd	3671b
	V_2	1078.90fg	3495.33c
	V_3	1044.22g	3340.67e
	V_4	1285.82bc	3755.33a

حروف مشابه در هر ستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال۵٪ می باشد.

Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncan's Test (at 5% probability level)

References منابع

سرمدنیا، غ و ع. کوچکی، ۱۳۸۰. جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم، ویرایش پنجم.، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کوچکی، ع، ۱۳۷۵. زراعت حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ص.

Desclaux, D., T. T. Huynh and P. Roumet, 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop Sci., 40: 716-722.

Erskine, W. & F. E. Ashkar, 1993. Rain fall and temperature effects on lentil (Lens culinaris Medik) seed yield in Mediterranean environment. J. Agric. Sci., 126: 335-341.

Ferguson, M. E., L. D. Robertson, V. Ford-Lioyed, H. J. Newbury and N. Maxted, 1998. Contrasting genetic variation amongst lentil landraces from different geographical origins. Euphytoca, 102: 265-273.

Grzesiak, S., W. Filek, G. Skrudlik and B. Niziol, 1996. Screening for drought tolerance: Evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants., J. Agron. Crop Science., 177: 245-252.

Hamdi, A., W. Erskine and P. Gates, 1992. Adaptation of lentil seed yield to varing moisture supply. Crop Science., 32: 987-990.

Hudak, C. M. and R. P. Patterson, 1995. Vegetative growth analysis of a drought- resistant soybean plant introduction. Crop Science., 35: 464-471.

Karadavut, U. and C. Palta, 2010. Chemical performance of multi- environment trials in lens (Lens culinaris M.). J. Sci.Food Agric., 90: 117-120.

Khattab, S. A. M, 1995. Performance and genetic parameters in some lentil genotypes under different water regimes. Egypt. J. Agron., 20: 1-12..

Panahyan-e-Kivi, m., A. Ebadi, A. Tobeh and Sh. Jamaati-e- Somarin, 2009. Evaluation of yield and yield components of lentil genotypes under drought stress, Research Journal of Environmental Sciences, 3:456-460.

Richards, R. A., 1993. Main pulation of leaf area and its effect on grain yield in droughted wheat. Aust. J. Agric. Res., 34: 23-31.

Salehi, M., A. Haghnazari and F. Shekari, 2006. The study of morpho-physiological traits of lentil (Lens culinaris Medik) relation with grain yield under normal and drought stress conditions. Proceeding of the 9th Iranian Crop Science Congress, Aug 27-28, Abourehan Campus, University of Tehran, pp:534-535.

Salehi, M., A. Haghnazari, F. Shekari and A. Faramarzi, 2008. The study of seed yield and seed yield components of lentil(Lens culinaris Medik) under normal and drought stress conditions. Pakistan Journal of Biological Science, 11: 758-762.

Sarker, A., Aydogan, S. H. Sabaghour, I. Kusmenglu, D. Sakar, W. Erskine and F. J. Muehlbauer. 2004. Lentil improvement for the benefit of highland farmers, In: 4th International Crop Science Congress, Bisbance, Australia, pp: 1-19.

Siddique, K. H. M., D. Tennat and M. W. Perry, 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res., 41: 431-447.

Silim, S. N., M. C. Saxena and W. Erskine, 1993a. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment: II. Factors of affecting yield under drought conditions. Exp. Agric., 29: 9-19.

Silim, S. N., M. C. Saxena and W. Erskine, 1993b. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment: II. Response to moisture supply. Exp. Agric., 29: 21-28.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۹۷-۸۳

مطالعه تحمل به خشکی در کلزا با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی

Drought Tolerance Study in Canola (*Brassica napus* L.) Using Drought Tolerance Indices

علی بختیاری غریبدوستی[۱]، خداداد مصطفوی[۲*]، عبداله محمدی[۳]، مرتضی فیروزی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۲۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش کم‌آبی در ارقام کلزا از نظر عملکرد و اجزای عملکرد و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه‌ی پژوهشی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ رقم و ۳ تکرار در دو شرایط نرمال و تنش خشکی اجرا گردید. تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی میانگین مربعات ارقام برای تمامی صفات بجز تعداد شاخه فرعی و وزن صد دانه معنی‌دار می‌باشد. بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ارقام لیکورد و Hyola 308 به ترتیب برابر با ۸۷۵/۷ و ۸۲۰/۱ گرم در متر مربع بود. در شرایط تنش خشکی بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ارقام لیکورد و ساری‌گل به ترتیب برابر با ۲۸۷/۸۸ و ۲۴۲/۶۵ گرم در متر مربع بود. شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص تحمل به تنش و میانگین هارمونیک قادر به شناسایی ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی بوده به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل شناخته شدند. مناسب‌ترین ژنوتیپ بر اساس شاخص‌های فوق رقم لیکورد بود. همچنین بر اساس نمایش گرافیکی بای‌پلات ارقام لیکورد و زرفام متحمل‌ترین و ارقام مودنا، اکاپی، Hyola 401 و Hyola 308 حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش خشکی بودند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی، همبستگی.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۴- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
* مکاتبه کننده: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

بر اساس مطالعات به عمل آمده توسط مانتری و همکاران (Mantri et al., 2007) از بین عوامل مختلف ایجاد کننده تنش مانند بیماری، آفت، علف‌های هرز، خشکی، غرقابی، شوری، گرما و سرما، عامل خشکی به تنهایی مسبب ۴۵ درصد از کاهش عملکرد محصول می‌باشد. گائو و همکاران (Gao et al., 2008) افزایش تحمل غلات به تنش‌های خشکی را مهمترین دستاورد اقتصادی برای بهبود بازدهی و کاهش استفاده زز منابع آب در کشاورزی بیان نمودند. کلزا با نام علمی Bras-sica napus به عنوان یکی از گیاهان زراعی متحمل به خشکی ننناخته شده است. در تحقیقات رابرتسون و هالند (Robert-son and Holland, 2004) بر روی کلزا، میزان خسارت تنش خشکی بستگی به گونه گیاهی، شدت و مدت تنش، شرایط آب و هوایی منطقه و همچنین مرحله رشد و نموی این گیاه دارد. نتایج پژوهش‌های کیفوما و همکاران (Qifuma et al., 2006) روی کلزا نشان داد، تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه تأثیر منفی روی عملکرد دانه دارد. عملکرد دانه، به عنوان مهمترین شاخص انتخاب ارقام متحمل به خشکی، تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی زیادی است و این امر تهیه ژنوتیپ‌های مطلوب را مشکل می‌سازد. سیرام و همکاران (Sairam et al., 2002) بیان نمودند ارقام متحمل به خشکی ارقامی هستند که به طور نسبی در مقابل خشکی تحمل می‌کنند و کاهش عملکرد چشمگیری ندارند. همچنین آنها معتقدند شاخص‌های متفاوتی برای انتخاب گیاهان زراعی بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است که عموماً بر مبنای عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش تعریف می‌شوند. روسیل و هامبولین (Rosielle and Hambolin, 1981) برای ارزیابی ارقام متحمل به خشکی شاخص‌های تحمل (TOL[1]) و شاخص متوسط محصول‌دهی (MP[2]) را پیشنهاد کردند. فیشر و مورنر (Fischer and Mourer, 1988) شاخص حساسیت نسبی (SSI [3]) را ارائه نمودند که هر چه مقدار این شاخص برای یک ژنوتیپ کمتر باشد، آن ژنوتیپ تحمل بیشتری به تنش دارد. انتخاب براساس شاخص SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد پائین در شرایط بدون تنش و با عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود. بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه C نمی‌باشد. در این راستا فرناندز (Fernandez, 1992) برای شناسایی ارقام گروه A شاخص تحمل به تنش (STI[4]) را ارائه نمود. مقدار بالای این شاخص برای ژنوتیپ نمایانگر تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است. همچنین وی اظهار داشت که مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. همانطور که قبلاً گفته شد، شاخص حساسیت (SSI) و تحمل (TOL) قادر به تفکیک گروه A از C نمی‌باشند در حالی که شدت استرس (SI[5]) در محاسبه STI منظور شده، بنابراین شاخص STI قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه‌های B و C می‌باشد. فرناندز (Fernandez, 1992) با توجه به اینکه شدت تنش خشکی در سال‌های مختلف متفاوت است، جهت تعیین میزان مقاوت ژنوتیپ‌ها به تنش از میانگین هندسی (GMP[6]) ژنوتیپ‌ها در دو محیط استفاده کردند. میانگین هندسی حساسیت کمتری به اختلاف بین عملکرد در شرایط دیم و آبی دارد. لذا میانگین هندسی برای جدا کردن ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد برتری دارند، شاخص بهتری نسبت به شاخص‌های TOL و شاخص متوسط محصول‌دهی

1 -Tolerance
2- Mean Productivity
3- Stress Susceptibility Index
4- Stress Tolerance Index
5- Stress Index
6- Genometric Mean Productivity

(MP) است. شاخص STI بر اساس شاخص GMP برآورد شده است، لذا همبستگی رتبه‌ای بین STI و GMP برابر یک خواهد بود. در نهایت شاخص STI شاخص مناسبی است که می‌تواند برای برآورد پایداری عملکرد و همچنین دستیابی به ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط بکار رود (گرامی و همکاران، ۱۳۷۷).

با توجه به ضرورت افزایش سطح زیر کشت کلزا در برنامه توسعه کشاورزی و با علم به وجود بالقوه تنش خشکی به عنوان عامل محدودکننده زراعت کلزا، این پژوهش با هدف شناسایی صفات مؤثر در تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا و دست‌یابی به ارقام مناسب در شرایط وجود تنش خشکی و همچنین به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌های عکس‌العمل کلزا در برابر تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ده رقم کلزا در دو آزمایش جداگانه تحت شرایط نرمال و تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ی پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. منطقه کرج با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر و درجه حرارت متوسط ۱۵درجه سانتی‌گراد در طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ و ۴۹ دقیقه شمالی قرار دارد. ارقام کلز شامل ساری‌گل، مودنا، لیکورد، هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸، RGS003 ،SLM046، اپرا، اکاپی و زرفام بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته طبق عرف محل انجام شد و عملیات کاشت بذور به صورت دستی انجام گرفت. سیصد کیلوگرم در هکتار ازت خالص (یک سوم در هنگام کاشت، یک سوم در مرحله روزت و یک سوم باقی مانده قبل از گلدهی) و صد و پنجاه کیلو گرم در هکتار فسفات آمونیوم و علف‌کش ترفلان به صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش و به وسیله دیسک سبک، کود و علف‌کش با خاک مخلوط گردید. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول دو متر و فاصله پنجاه سانتی‌متر از یکدیگر بودند. جهت اعمال تنش در محیط تنش خشکی از مرحله گل‌دهی به بعد آبیاری قطع گردید. جهت اندازه‌گیری صفات پس از حذف حاشیه‌ها از دو ردیف وسط استفاده گردید. بعد از اندازه‌گیری وزن کل بوته‌های هر کرت برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک تعداد ۸ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شدند. در این آزمایش صفات عملکرد دانه در متر مربع، تعداد روز تا ۵۰ درصد گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در ساقه اصلی، طول غلاف، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، وزن صد دانه، تعداد غلاف در ساقه فرعی و تعداد شاخه فرعی ارزیابی شدند. با استفاده از داده‌های شرایط تنش و بدون تنش خشکی شاخص‌های کمی تحمل به خشکی برای هر ژنوتیپ محاسبه شد. شاخص‌های مورد نظر شامل شاخص‌های تحمل به تنش(STI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونی (Harm) و شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL) و حساسیت به خشکی (DSI) بود.

به منظور بررسی وجود تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر صفات مورد نظر در هر یک از محیط‌های تنش خشکی و بدون تنش، تجزیه واریانس برای صفات انجام شد.

با توجه به همبستگی بین شاخص‌های تحمل و عملکرد دانه، مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی انتخاب شدند. در این آزمایش تجزیه به عامل‌ها روی شاخص‌ها و دو صفت عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در ۱۰ ژنوتیپ انجام گردید. در نهایت با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی

شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و شاخص‌های حساسیت به تنش، دیاگرام بای‌پلات پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس دو مؤلفه‌ی اصلی اول و دوم برای عملکرد دانه رسم گردید.

برای تجزیه و تحلیل‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای آماری SAS و GGE biplot استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط نرمال نشان داد که میانگین مربعات تیمار برای صفات عملکرد دانه در متر مربع، عملکرد دانه در بوته و تعداد غلاف در ساقه فرعی در سطح احتمال ٪۵ و برای صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در ساقه اصلی، طول غلاف در سطح احتمال ٪۱ معنی‌دار می‌باشد ولی برای سایر صفات این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱).

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی نشان داد که میانگین مربعات تیمار برای صفات عملکرد دانه در متر مربع، عملکرد دانه در بوته، شاخص برداشت و وزن صد دانه در سطح احتمال ٪۵ و برای صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در ساقه اصلی و تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ٪۱ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). در مجموع با توجه به انحراف معیار و ضرایب تنوع صفات، تنوع نسبتاً بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اکثر صفات مشاهده گردید. نتایج مشابهی برای این صفات توسط (Omidi et al., 2006) نیز گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) نشان داد که در هر دو شرایط نرمال و تنش تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ارقام از نظر تمامی صفات بجز تعداد شاخه فرعی و وزن صد دانه وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد اثر محیط برای صفات تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و تعداد غلاف در ساقه فرعی در سطح احتمال ٪۵ و برای صفات عملکرد در متر مربع، ارتفاع بوته، طول غلاف، عملکرد دانه در بوته و تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ٪۱ معنی‌دار می‌باشد، ولی برای سایر صفات معنی‌دار نمی‌باشد. اثر متقابل رقم × محیط برای صفات عملکرد دانه در متر مربع، تعداد غلاف در ساقه اصلی و فرعی، طول غلاف و تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ٪۵ در شرایط نرمال آبیاری نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ارقام لیکورد، Hyola ۳۰۸، زرفام و اکاپی به ترتیب برابر ۷۱۲/۷، ۸۲۰/۱، ۸۷۵/۷ و ۶۶۴/۸ گرم در متر مربع بود. به نظر می‌رسد که مصرف آب کافی طی مراحل مختلف نمو با اثر مثبت بر اجزای عملکرد (تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه‌ها) منجر به بهبود عملکرد دانه کلزا می‌شود (جدول ۴). بیشترین میزان میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی مربوط به ارقام لیکورد، ساری‌گل، RGS003 به ترتیب برابر با ۲۴۲/۶۵، ۲۸۷/۸۸ و ۲۰۱/۲ گرم در متر مربع بود (جدول ۵). رقم لیکورد بیشترین عملکرد را همانند شرایط بدون تنش به خود اختصاص داد که نشان‌دهنده‌ی پایداری عملکرد این رقم می‌باشد. در یک آزمایش عکس‌العمل سه رقم کلزای پاییزه به چهار رژیم آبیاری مورد مطالعه قرار گرفت و مشاهده گردید که قطع آبیاری (تنش خشکی) موجب کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و طول خورجین)، عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن صد دانه) و عملکرد روغن می‌گردد (Nielsen, 1997).

بلوم (Blum, 1987) اظهار داشت که وضعیت نسبی عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش خشکی می‌تواند به عنوان یک معیار مناسب برای تحمل به خشکی پیشنهاد شود.

فرناندز (Fernandez, 1992) عقیده داشت هر شاخصی که با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی بالا و یکسان داشته باشد، به عنوان بهترین شاخص محسوب می‌گردد زیرا این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. بنابراین با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال و تنش و شاخص‌های کمی تحمل به خشکی، شاخص‌های تحمل را غربال و مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب شد (جدول ۶). با توجه به وضعیت همبستگی عملکرد دانه در دو شرایط تنش و نرمال ($r= 0.28, P \leq 0.05$) مشخص گردید که به طور کلی گزینش بر اساس عملکرد در هر دو شرایط می‌تواند ژنوتیپ‌های پرمحصول و با پایداری عملکرد خوب را حاصل نماید (جدول ۶). با توجه به نتایج ضرایب همبستگی، بین شاخص‌های تحمل MP، GMP، STI و HARM با عملکرد دانه در هر دو محیط (تنش خشکی و نرمال) همبستگی معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ دیده شد. بنابراین شاخص‌های مذکور می‌توانند برای تخمین پایداری و عملکرد و همچنین دست‌یابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط مورد استفاده قرار گیرند. گزینش شاخص‌های میانگین هندسی و تحمل به تنش با یافته‌های کارگر و همکاران (۱۳۸۳) مطابقت دارد. همچنین انتخاب شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در این تحقیق با نتایج سی و سه مرده و همکاران (Siose Mardeh et al., 2006)، سوری و همکاران (۱۳۸۴) و شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷) مطابقت دارد. ملک‌شاهی و همکاران (۱۳۸۸) به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی در کلزا از نظر عملکرد دانه و مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، شاخص‌های MP، GMP و STI به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی کردند. طبق نتایج به دست آمده از جدول ۳ در حالی که شاخص‌های SSI، TOL و DSI همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد در شرایط نرمال از خود نشان دادند، بنابراین انتخاب بر اساس این شاخص‌ها باعث کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی می‌شود. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط (Fernandez, 1992)، سوری و همکاران (۱۳۸۴) و احمدی و همکاران (۱۳۷۹) مطابقت داشت.

جدول ۱ – تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در ۱۰ رقم کلزا تحت شرایط نرمال

Table 1- Analysis of variance (Mean of square) for investigated traits in 10 canola variety under normal condition

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Lateral branch No	تعداد غلاف در ساقه فرعی Pod/Lateral branch	وزن هزار دانه 1000 Kernel weight	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Kernel/pod	عملکرد دانه در بوته Kernel weight/plant	طول غلاف Pod length	تعداد غلاف در ساقه اصلی Pod / main stem	ارتفاع بوته Plant height	روز تا ۵۰٪ گلدهی Days to 50% flowering	عملکرد دانه Kernel Yield
بلوک Replication	2	0.487 ns	6594.16 *	0.022 *	0.001 ns	65.104 **	51.95 ns	0.424 *	548.99 **	1113.16 **	276.13 ns	88157.03 ns
ژنوتیپ genotype	9	0.831 ns	4662.89 *	0.003 ns	0.003 ns	13.81 ns	128.51*	0.636 **	352.818 **	460.14 **	180.13 ns	169845.38 *
خطا Error	18	1.106	1875.143	0.006	0.005	8.858	44.88	0.144	107.96	117.108	143.13	66102.03
ضریب تغییرات CV (%)		9.21	16.15	19.03	25.95	10.99	7.32	6.01	15.31	11.01	7.97	21.45

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

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

جدول ۲ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در ۱۰ رقم کلزا تحت شرایط تنش خشکی

Table 2- Analysis of variance (Mean of square) for investigated traits in 10 canola variety under drought stress condition

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد شاخه فرعی Lateral branch No	تعداد غلاف در ساقه فرعی Pod/Lateral branch	وزن صد دانه 1000 Kernel weight	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Kernel/pod	عملکرد دانه در بوته Kernel weight/plant	طول غلاف Pod length	تعداد غلاف در ساقه اصلی Pod / main stem	ارتفاع بوته Plant height	تعداد روز تا ۵۰٪ گل دهی Days to 50% flowering	عملکرد دانه Kernel Yield
بلوک Replication	2	0.62 ns	5916.63 ns	0.001ns	0.01ns	2.92 ns	25.92 ns	0.18 ns	479.53**	245.41ns	134.43ns	2280.12ns
ژنوتیپ genotype	9	0.41 ns	3686.42 ns	0.01*	0.02 *	20.51**	32.57 *	0.23 ns	180.22**	646.25**	126.67ns	12490.92*
خطا Error	18	0.44	3324.92	0.004	0.02	4.99	13.09	0.14	42.76	151.51	82.35	4764.01
ضریب تغییرات CV (%)		9.76	13.17	14.74	16.19	8.69	18.06	6.68	17.32	17.06	6.23	19.24

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

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

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی ارقام کلزا در شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 3- Combine analysis of variance (Mean of square) for investigated traits in canola variety under normal and drought stress conditions

منابع تغییر S.O.V.	df	تعداد شاخه فرعی Lateral branch No	تعداد غلاف در ساقه فرعی Pod/Lateral branch	وزن صد دانه 1000 Kernel weight	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Kernel/pod	عملکرد دانه در بوته Kernel weight/plant	طول غلاف Pod length	تعداد غلاف در ساقه اصلی Pod / main stem	ارتفاع بوته Plant height	تعداد روز تا ۵۰٪ گل دهی Days to 50% flowering	عملکرد دانه Kernel Yield
محیط (Env)	1	2.95 **	17023.89 *	0.03 *	0.001 ns	28.01 *	432.23 **	4.53 **	953.21 ns	10204.06 **	286.01 ns	1964132.65 **
خطای a (Error a)	4	0.55 ns	6255.39 **	0.01 *	0.008 ns	34.01 **	38.94 ns	0.30*	514.25 **	679.29 **	205.28 ns	45218.58 ns
رقم (Variety)	9	0.89 ns	7422.75 *	0.006 ns	0.02 *	27.72 **	104.93 *	0.56 *	352.14 **	986.80**	262.97 *	109583.19 *
رقم × محیط Variety×Env	9	0.34 *	926.57 *	0.007 ns	0.008 ns	6.60 ns	56.15 ns	0.30 *	180.89 *	119.59 ns	43.83 ns	72753.12 *
خطای b0 b (Error)	36	0.77	2600.03	0.005	0.006	6.92	28.98	0.14	75.36	134.31	112.74	35433.02
ضریب تغییرات (CV%)		26.72	38.02	18.52	28.41	9.97	39.40	6.33	25.83	13.60	7.18	34.05

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

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

جدول ۴ - مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۰ رقم کلزا تحت شرایط نرمال

Table 4- Mean comparison for investigated traits in 10 canola variety under normal condition

رقم (Variety)	تعداد شاخه فرعی Lateral branch No	تعداد غلاف در ساقه فرعی Pod/Lateral branch	وزن صد دانه(گرم) 1000 Kernel weight (gr)	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Kernel/pod	عملکرد دانه در بوته (گرم) Kernel weight/plant (gr)	طول غلاف (سانتی متر) Pod length(cm)	تعداد غلاف در ساقه اصلی Pod / main stem	ارتفاع بوته(سانتی متر) Plant height (cm)	تعداد روز تا ۵۰٪ گل دهی Days to 50% flowering	عملکرد دانه(گرم در متر مربع) Kernel Yield (gr/m^2)
مودنا	3.00 ^{A}	165.89 ^{AB}	0.40 ^{A}	0.28 ^{A}	22.86 ^{B}	13.72 ^{ABC}	5.61^{C}	51.22 ^{AB}	98.93 ^{BC}	151.33 ^{A}	548.8 ^{ABC}
اکاپی	3.220 ^{A}	116.44 ^{B}	0.39 ^{A}	0.266 ^{A}	26.93 ^{AB}	16.96 ^{ABC}	5.58 ^{C}	42.110 ^{ABCD}	93.84 ^{BCD}	158.33 ^{A}	664.8 ^{ABC}
Hyola 401	3.220 ^{A}	110.4 ^{B}	0.43 ^{A}	0.30 ^{A}	29.26 ^{A}	10.130 ^{ABC}	6.65 ^{AB}	24.33 ^{D}	84.99 ^{CD}	144.00 ^{A}	399.7 ^{ABC}
لیکورد	4.55 ^{A}	238.11 ^{A}	0.40 ^{A}	0.23 ^{A}	28.53 ^{AB}	22.46 ^{A}	6.55 ^{AB}	45.00 ^{ABC}	123.08 ^{A}	163.00 ^{A}	875.7 ^{A}
Opera	3.33 ^{A}	112.67 ^{B}	0.42 ^{A}	0.263 ^{A}	26.33 ^{AB}	4.54 ^{C}	6.96 ^{A}	25.66 ^{DC}	101.69 ^{BC}	148.33 ^{A}	174.9 ^{C}
زرفام	3.220 ^{A}	138.33 ^{B}	0.45 ^{A}	0.30 ^{A}	29.40 ^{A}	18.39 ^{AB}	6.13 ^{BC}	27.33 ^{DC}	106.60 ^{AB}	143.00 ^{A}	712.7 ^{AB}
SLM046	3.33 ^{A}	171.44 ^{AB}	0.35 ^{A}	0.25 ^{A}	25.66 ^{AB}	8.42 ^{BC}	6.36 ^{AB}	53.78 ^{A}	104.0^{ABC}	145.33 ^{A}	310.9 ^{BC}
RGS003	3.77 ^{A}	155.89 ^{B}	0.36 ^{A}	0.326 ^{A}	26.60 ^{AB}	12.59 ^{ABC}	6.58 ^{AB}	32.33 ^{BCD}	95.14 ^{BCD}	143.66 ^{A}	503.6 ^{ABC}
ساری گل	4.33 ^{A}	175.33 ^{AB}	0.44 ^{A}	0.323 ^{A}	25.46 ^{AB}	5.64 ^{BC}	6.11 ^{BC}	43.50 ^{ABCD}	96.69 ^{BCD}	159.66 ^{A}	280.6 ^{BC}
Hyola 308	3.220 ^{A}	125.00 ^{B}	0.46 ^{A}	0.31 ^{A}	29.53 ^{A}	22.94 ^{A}	6.70 ^{AB}	30.55 ^{DC}	77.24 ^{D}	144.66 ^{A}	820.1 ^{A}

اعداد دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Numbers with same letter do not significant difference base duncan multiple rang e test

جدول۵ – مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۰ رقم کلزا تحت شرایط تنش خشکی

Table 5- Mean comparison for investigated traits in 10 canola variety under drought stress condition

رقم (Variety)	تعداد شاخه فرعی Lateral branch No	تعداد غلاف در ساقه فرعی Pod/Lateral branch	وزن صد دانه 1000 Kernel weight	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در غلاف Kernel/pod	عملکرد دانه در بوته Kernel weight/plant	طول غلاف Pod length	تعداد غلاف در ساقه اصلی Pod / main stem	ارتفاع بوته Plant height	تعداد روز تا ۵۰٪ گل دهی Days to 50% flowering	عملکرد دانه Kernel Yield
مودنا	3.22 A	111.33 AB	0.41 AB	0.18 C	23.40 C	5.69 B	5.65 AB	35.22 B	65.15 C	145.00 B	82.85 c
اکاپی	3.00 A	84.33 B	0.36 AB	0.23 C	25.13 C	5.25 B	5.51 AB	30.66 BC	64.62 C	146.66 B	136.46 BC
Hyola 401	3.33 A	100.00 AB	0.35 ABC	0.24 C	29.66 AB	8.30 B	6.08 AB	27.22 BC	61.90 C	142.00 B	130.81 BC
لیکورد	3.22 A	205.00 A	0.41 AB	0.26 BC	30.46 A	15.20 A	6.20 A	48.00 A	101.24 A	163.33 A	287.88 A
Opera	2.88 A	105.67 AB	0.35 ABC	0.21 C	22.06 C	4.75 B	5.51 AB	30.55 BC	60.50 C	145.33 B	97.95 C
زرفام	2.666 A	144.67 AB	0.43 A	0.28 BC	26.33 BC	11.85 AB	5.43 B	27.66 BC	95.52 AB	140.66 B	196.81 ABC
SLM046	2.666 A	97.00 A B	0.40 AB	0.20 C	25.80 BC	7.39 B	5.90 AB	25.11 BC	72.72 C	144.33 B	137.76 BC
RGS003	2.77 A	114.33 AB	0.29 BC	0.47 A	24.46 C	8.95 AB	6.10 AB	26.78 BC	63.91 C	142.33 B	201.20 ABC
ساری گل	3.88 A	118.33 AB	0.23 C	0.41 AB	24.20 C	9.06 A B	5.76 A B	26.22 BC	74.81 BC	143.66 B	242.65 AB
Hyola 308	3.11 A	92.00 AB	0.35 ABC	0.26 BC	25.40 C	5.66 B	5.60 A B	18.66 C	61.00 C	142.33 B	159.32 ABC

Numbers with same letter do not significant difference base duncan multiple rang e test اعداد دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول -۶ ضرایب همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش با شاخص‌های تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های کلزا

Table 6. Correlation coefficients between Yn, Ys and Drought Tolerance Indices in Canola genotypes

HARM	STI	GMP	TOL	MP	SSI	Ys	Yn	شاخص‌ها Indices
							0.28 *	Ys
						-0.43 *	0.62**	SSI
					0.53 **	0.40 **	0.99 **	MP
				0.92 **	0.76 **	-0.02 ns	0.96 **	TOL
			0.67 **	0.89 **	0.23 ns	0.74 **	0.83 **	GMP
		0.97 **	0.67 **	0.88 **	0.23 ns	0.69 **	0.82 **	STI
	0.91 **	0.94 **	0.40 *	0.70 **	-0.06 ns	0.89 **	0.62**	HARM
-0.06 ns	0.23 ns	0.23 ns	0.76 **	0.53 **	-0.06 ns	-0.43 *	0.62 **	DSI

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪، * معنی دار در سطح احتمال ۵٪، ns غیر معنی دار

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

Yn: عملکرد دانه در شرایط نرمال، Ys: عملکرد دانه در شرایط تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین بهره‌وری، GMP: میانگین هندسی بهره‌وری، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، Harm: میانگین هارمونی و DSI: شاخص حساسیت به خشکی.

Yn: Normal Yield; Ys: Stress Yield; TOL: Tolerance index; MP: Mean Productivity; GMP: Genometric Mean Productivity; STI: Stress Tolerance Index; SSI: Stress Susceptibility Index; Harm: Harmonic; mean DSI: Drought Stress Index.

در این آزمایش پس از انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی هفت شاخص و دو صفت عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش در ۱۰ ژنوتیپ همان‌گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌گردد دو مؤلفه اول با داشتن مقادیر ویژه بزرگتر از یک مجموعاً ۹۷/۹۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان نمودند، لذا ترسیم دو بعدی بر اساس دو مؤلفه اول انجام شد. استفاده از این دو مؤلفه و چشم‌پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول و دوم دارای کارایی بالایی می‌باشد.

اولین مؤلفه ۷۱/۱۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود و همبستگی مثبت و بالایی با Yn، Ys، MP، GMP و STI داشت. به این دلیل به نام مؤلفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی نام‌گذاری گردید. با توجه به اینکه میزان بالای این شاخص‌ها مطلوب است، بنابراین در بای‌پلات حاصله با توجه به مقادیر مثبت و بالای این مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های MP، GMP و STI بالا هستند، انتخاب کرد.

دومین مؤلفه ۲۶/۸۱ درصد از کل تغییرات داده‌ها را بیان نمود و همبستگی منفی بالا با عملکرد در شرایط تنش و همبستگی مثبت بالا با شاخص‌های حساسیت و Yn داشت. از این رو به نام مؤلفه حساسیت به تنش خشکی و پایداری عملکرد نام‌گذاری گردید. این مؤلفه می‌تواند ژنوتیپ‌هایی با پایداری عملکرد پایین و پتانسیل عملکرد متوسط را انتخاب کند و از آنجا که مقادیر کم شاخص‌های حساسیت مطلوب است پس اگر در بای‌پلات نواحی با میزان پایین این مؤلفه در نظر گرفته شود، می‌توان ژنوتیپ‌های با Ys بالا و شاخص‌های حساسیت پایین را انتخاب کرد. با توجه به این دو مؤلفه، ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخصی قرار می‌گیرند که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل به تنش آنهاست.

جدول ۷ - مقادیر ویژه، بردارهای ویژه و سهم تجمعی شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در ارقام کلزا

Table 7. Eigen values and eigen vectors value and cumulative variance of Drought Tolerance Indices, Ys and Yn in Canola genotypes

DSI	HARM	STI	GMP	TOL	MP	SSI	Ys	Yn	درصد سهم تجمعی Cumulative of variance (%)	مقادیر ویژه Eigen Values	مؤلفه Component
0.26	0.25	0.42	0.40	0.26	0.44	0.26	0.46	0.53	71.16	6.40	1
0.46	0.21	0.20	0.21	0.41	-0.02	0.46	-0.53	0.49	97.97	2.41	2

Yn: عملکرد شرایط نرمال، Ys: عملکرد شرایط تنش، TOL: شاخص تحمل، MP: میانگین بهره‌وری، GMP: میانگین هندسی بهره‌وری، STI: شاخص تحمل به تنش، SSI: شاخص حساسیت به تنش، Harm: میانگین هارمونی و DSI: شاخص حساسیت به خشکی.

Yn: Normal Yield; Ys: Stress Yield; TOL: Tolerance index; MP: Mean Productivity; GMP: Genometric Mean Productivity; STI: Stress Tolerance Index; SSI: Stress Susceptibility Index; Harm: Harmonic; mean DSI: Drought Stress Index.

برای مطالعه روابط بیش از سه متغیر استفاده از نمایش بای‌پلات کارساز خواهد بود. با داشتن جدولی شامل ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی و با استفاده از روش بای‌پلات می‌توان روابط بین ژنوتیپ‌ها، شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی را در یک شکل واحد رسم نمود، بدین طریق بای‌پلات ابزار مفیدی برای تجزیه اطلاعات بوده و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه را ممکن می‌سازد.

بر اساس دو مؤلفه فوق نمودار بای‌پلات ترسیم گردید. به طوری که ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار گرفتند که ارتباط آنها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مورد بحث به خوبی مشهود است.

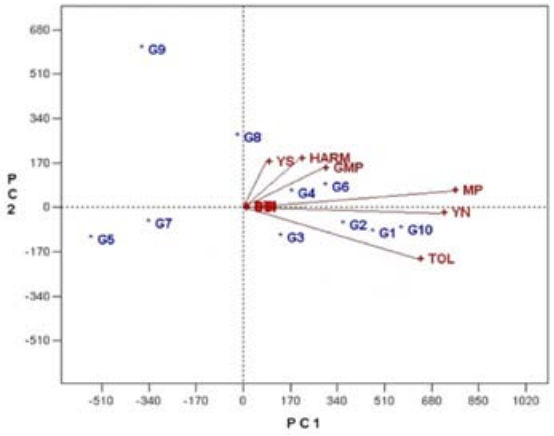
یان (Yan, 2001) در مطالعه خود در گیاه سویا، نتیجه گرفت که ضریب همبستگی بین دو شاخص، تقریباً کسینوس بین بردارهای آنها است، بنابراین چون زاویه‌ی بزرگ بین شاخص-های حساسیت و عملکرد در شرایط تنش وجود داشت، بیان‌گر همبستگی منفی بین آنهاست. بین عملکرد در دو محیط و شاخص‌های MP، GMP و STI همبستگی مثبت وجود داشت، زاویه‌ی حاد بین آنها نیز مؤید این موضوع بود. بنابراین در بررسی او شاخص‌هایی که با عملکرد در دو محیط همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند، شاخص‌های مناسب جهت غربال کردن ژنوتیپ‌ها بودند.

سنجری و همکاران (Sanjari et al., 2006) در بررسی خود نتیجه گرفتند که انتخاب بر اساس شاخص‌های TOL، SSI باعث شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل ولی با عملکرد کم می‌شود، اما انتخاب بر اساس شاخص‌های MP، GMP و STI موجب شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و با عملکرد بالا می‌شود. همانطور که از (شکل ۱) پیداست، با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهند، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های SSI، TOL و DSI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط نرمال (Yn) و همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) دارند. این در حالی است که شاخص‌های MP، GMP، STI و Harm دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش هستند.

همان‌گونه که در (شکل ۱) ملاحظه می‌گردد ژنوتیپ‌های G4 وG6 که در ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی (قسمت سمت راست) در مجاورت شاخص‌های تحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های G3، G2، G1 و G10 در ناحیه حساسیت به تنش خشکی و عملکرد پایین (قسمت پایین) در مجاورت شاخص‌های حساسیت قرار گرفته‌اند و این عکس‌العمل‌های متفاوت نشان دهنده تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها

نسبت به شرایط خشکی است. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی با مطالعات احمدی و همکاران (۱۳۷۹) و سوری و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت دارد.

با توجه به این مطالب شاخص‌های STI، GMP، MP و Harm به خاطر همبستگی مثبت بالا و یکسان با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به عنوان بهترین شاخص‌ها پیشنهاد می‌شوند. با بررسی و مقایسه مقادیر به دست آمده این شاخص‌ها بر ای هر یک از ژنوتیپ‌ها و نتایج حاصله (شکل ۱) در نهایت ژنوتیپ‌های G4 و G6 که در ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی واقع شده‌اند و از مقادیر STI، GMP، MP و Harm بالایی برخوردار هستند، ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند و ژنوتیپ G8 که در مرز بین دو ناحیه پایداری عملکرد و تحمل به خشکی بالا و پایین تا نواحی مرکزی واقع شده است و مقادیر STI، GMP، MP و Harm آن نیز نسبت به دو ژنوتیپ مذکور کمتر بوده است، به عنوان نیمه متحمل شناسایی شد.



شکل -۱ نمایش بای‌پلات برای شاخص‌های تحمل مورد نظر و ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم برای عملکرد دانه

Fig 1- Biplot view for tolerance indices and canola genotypes base PC1 and PC2 for kernel yield

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع تنوع نسبتاً بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر اکثر صفات مشاهده گردید، لذا امکان بیشتری از نظر انتخاب روی هر یک از صفات در دو شرایط محیطی ملاحظه شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو محیط تنش و غیر تنش واکنش متفاوتی را از خود نشان دادند. نتایج نشان داد رقم لیکورد از نظر میانگین عملکرد در شرایط نرمال و تنش در وضعیت مناسبی قرار داشت.

با توجه به نتایج ضرایب همبستگی، بین شاخص‌های تحمل با عملکرد دانه در هر دو محیط همبستگی معنی‌داری دیده شد. بنابراین شاخص‌های مذکور می‌توانند برای تخمین پایداری و عملکرد و همچنین دست‌یابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط مورد استفاده قرار گیرند.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی نشان داد که رقم لیکورد و زرفام متحمل‌ترین ارقام شناخته شدند و در فضای نمودار چند متغیره بای‌پلات در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی قرار گرفتند و ارقام مودنا، اکاپی، Hyola 401 و Hyola 308 حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش خشکی شناسایی شدند.

منابع References

احمدی، ج.، زینالی خانقاه، ح.، رستمی، م.ع. و چوکان، ر. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای‌پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۱. شماره ۳، صفحه ۵۱۳- ۵۲۳.

سوری، ج.، دهقانی، ح. و صباغ‌پور، س.ح. ۱۳۸۴. مطالعه ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش آبی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶. صفحه ۱۵۲۷-۱۵۱۷.

شمسالدین سعید، م. و فرح‌بخش، ح. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۳). صفحه ۷۸-۶۵.

کارگر، س.م.ع.، قنادها، م.ر.، بزرگی‌پور، ر.، احمد عطاری، ا.ع. و بابایی، ح.ر. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. شماره ۱، صفحه ۱۴۲ – ۱۲۹.

گرامی، ع.، طالمی، ع.، سمیع‌زاده، ح. و پوردوایی، ح. ۱۳۷۷. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

ملک‌شاهی، ف.، دهقانی، ح. و علیزاده، ب. ۱۳۸۸. مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی در برخی ارقام پاییزه کلزا (Brassica napus L.). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، جلد ۴۸.صفحه ۷۷ – ۸۹.

Blum, A. 1987. Methods of plant breeding for drought resistance. In: Monti, L and Proceddu, E. (E.d), Drought resistance in Plants: Physiological and genetic aspects. Luxembourg: EEC, PP 126-140.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. In: C.G.Kuo. (E.d), Adaptation of food crops to temperature and water-stress, AVRDC, shanhua, Taiwan. PP. 257-270.

Fischer, R and R. Mourer. 1988. Drought resistance in spring wheat cultivar. I. Grain responses Australian Journal of Agriculture research, 897: 29-95.

Gao, W. R., X. S. Wang, Q. Y. Lin, H. Peng, C. Chen, J. G. Li, and H. Ma. 2008. Comparative analysis of ESTs in response to drought stress in chickpea (C. arietinum L.). Biochemical and Biophysical Research Communication. 376: 578-583.

Mantri, N. L., R. Ford, T. E. Coram, and E. C. K. Pang. 2007. Transcriptional profiling of chickpea genes differentially regulated in response to high-salinity, cold and drought. BMC Genomic 2007, 8:303, doi: 10.1186/1471-2164-8-303.

Nielsen, D. C. 1997. Water use and yield of canola under dry land condition in the Central Great Plains. J. Prod. Agric. 10: 303-313.

Omidi, H. 2006. Yield and Quality of Brassica napus L. as affected by tillage patterns, row distance and sowing date. Thesis of Doctor of philosophy in agronomy. Tarbiat Modares University, p. 165.

Qifuma, Sh., R. Niknam and D. W. Turner. 2006. Resposes of osmotic adjustment and seed yield of Brassica napus and B. juncea to soil water deficit at different growth stages. Aust. J. Agric. Res. 57: 221-226.

Robertson, M. J. and J. F. Holland. 2004. Production risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia.

Aust.J.Agric.Res.55 (5):525-538.

Rosielle, A. A. and K. W. Hambolin. 1981. Theretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21: 943-46.

Sairam, R. J., K. V. Rao and G. C. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Plant Sci. 163; 1037-1046.

Sanjari, A. G., M. Vallizadeh, E. Majidi Hervan and M. R. Shiri. 2006. Evaluation of response of new wheat cultivars to various drought stress conditions for grain yield and some other agronomical and physiological traits. Agricultural Sciences 16 (3): 97-112 (in Persian).

Siose Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Pustin and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.

Yan, W. 2001. GGEbiplot - A Widows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. Agron. J. 93: 1111 – 1118.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۱۰۷-۹۹

ارزیابی تحمل به شوری در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش شوری

Evaluation of salinity tolerance in wheat recombinant inbred lines using salinity stress tolerance indices

بهرام مسعودی*[۱]، اسلام مجیدی هروان[۲]، محسن مردی[۲]، محمدرضا بی همتا[۳]، محمدرضا نقوی[۳]، بابک ناخدا[۲]، اشکبوس امینی[۴]، سید محمد تقی طباطبایی[۵]، محمدحسین دهقان[۵]، مهربانو کاظمی الموتی[۲]، مریم فارسی[۲]و لاله کریمی فرساد[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۲۳

چکیده

به منظور درک واکنش اینبرد لاین‌های گندم به تنش شوری، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۱ بر روی ۳۱۹ لاین نوترکیب خالص (RIL F7) گندم نان، حاصل از تلاقی رقم روشن (متحمل به شوری) و رقم فلات (حساس به شوری)، به همراه والدین و ۳ شاهد (ارگ، بم و کویر) در قالب طرح آلفا لاتیس با ۲ تکرار در دو محیط (شاهد و تنش) در ایستگاه تحقیقات شوری یزد انجام شد. به منظور ارزیابی تحمل به شوری لاین‌های اینبرد تعداد هشت شاخص تحمل به شوری شامل حساسیت به تنش، تحمل، بهره وری متوسط، میانگین هندسی بهره وری، میانگین هارمونیک، تحمل به تنش، شدت تنش و تحمل تنش تغییریافته بر اساس عملکرد لاین‌ها در محیط تنش و بدون تنش محاسبه شدند. ضریب همبستگی بین شاخص‌ها نشان داد که شاخص‌های STI، TOL، MP و GMP بالاترین ضرایب همبستگی را با عملکرد در شرایط نرمال داشتند، همچنین شاخص‌های STI، GMP، MSTI، Harm و MP بالاترین ضرایب همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط تنش شوری دارا بودند. تجزیه به مولفه‌ها برای شاخص‌های تحمل به شوری دو مولفه شناسایی نمود که مولفه اول پایداری عملکرد و تحمل به تنش شوری و مولفه دوم، حساسیت به تنش شوری و پتانسیل عملکرد نامیده شد. شاخص‌های GMP، MP و STI جز بهترین شاخص‌ها برای شناسایی لاین‌های برتر می‌باشند، با استفاده از روش ترسیمی بای پلات دو مولفه‌های اصلی اول، لاین‌های ۳۱۳، ۱۶۴، ۱۵۱، ۵، ۳۳، ۴۱، ۱۱۵، ۱۱۷، ۴۲، ۲۰، ۱۰۷ و ۱۳۲ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش شوری، شاخص‌های تحمل به شوری

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج
۳- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- بخش تحقیقات غلات، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۵- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
* پست الکتریکی نویسنده مسئول:bmasoudi@gmail.com

مقدمه

گندم از جمله قدیمی ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان است که به گسترده ترین وجه کشت و به بیشترین مقدار برداشت می‌شود. این گیاه به عنوان یکی از مهم ترین گیاهان زراعی در تولید فراورده‌های غذایی مطرح بوده و افزایش روزافزون جمعیت و مصرف سرانه بالای نان نیاز به تولید بیشتر این محصول را مبرم ساخته است (کاظمی، ۱۳۷۵). از طرفی شوری خاک و آب آبیاری، از مهم ترین عوامل محدود کننده در افزایش تولیدات کشاورزی است و مناطق وسیعی از سطح زمین به دلیل تحمل کم گیاهان زراعی نسبت به تنش شوری و نبود اطلاعات کافی در مورد مکانیسم‌های تحمل به این تنش (در ارتباط با گزینش مؤثر ارقام متحمل)، عملاً غیر قابل استفاده برای کشاورزی می‌باشند (مهرابی، ۱۳۸۱).

به طور کلی برای مقابله با شوری، دو روش وجود دارد: روش اول ترکیبی از سیستم های زهکشی و آبیاری زمینهای شور است که بسیار گران ونیاز مند آب شیرین می‌باشد. شیوه دوم روش بیولوژیکی است که در آن با کمک اطلاعات فیزیولوژیک ومعیارهای گزینش، گیاهان برای صفت مقاومت به شوری اصلاح می‌شوند (Munns, 2002). دستیابی به ارقام متحمل به شوری که دارای عملکرد بیشتر در شرایط تنش شوری باشند به عنوان یکی از راه حل‌های مقابله با این تنش مطرح است. یائو و فلاورز (Yeo and Flowers, 1989) معتقدند که در مورد یک گونه معین آنچه حائز اهمیت است شناسایی ارقام متحمل به شوری است تا بتوان از آنها برای کشت در مناطق شور یا بهره وری به منظور انتقال صفت به ارقام پرمحصول استفاده نمود.

یکی از روش‌های ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به تنش، محاسبه شاخص‌های تحمل به تنش می‌باشد. این شاخص‌ها عملکرد گیاه در دو محیط واجد تنش و بدون تنش را در بر می‌گیرند و بر اساس این شاخص‌ها ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب می‌شوند (Geravandi et al, 2011; Mitra, 2001). فرناندز (Fernandes, 1993) بر اساس عملکرد در شرایط واجد تنش و بدون تنش، ژنوتیپ‌ها را به ۴ گروه تقسیم کرد: گروه A) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر خوبی در دو محیط واجد تنش و بدون تنش دارا هستند، B) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر بالایی را فقط در محیط بدون تنش دارند، C) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر بالایی را در محیط واجد تنش نشان می‌دهند و گروه D) ژنوتیپ‌هایی که از تظاهر ضعیفی در هر دو محیط برخوردارند. وی اظهار داشت که مناسب ترین معیار انتخاب برای تحمل به تنش، شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. برای انتخاب گیاهان بر اساس عملکرد، شاخص‌های متعددی پیشنهاد شده است، این شاخص‌ها عملکرد گیاه در دو محیط تنش و بدون تنش را در بر می گیرند. این شاخص‌ها باید طوری باشند که بتوانند ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدار و یکسان در هر دو محیط را نشان دهند. فیشر و مور (Fisher and Maurer, 1978) بهترین معیار تحمل به تنش را میزان عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش می‌دانند.

ایشان شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index=SSI) را برای گندم ارائه نمودند که مستقل از اثر پتانسیل عملکرد بود. هر چقدر SSI یک رقم کمتر باشد، مقاومت آن به تنش بیشتر می گردد. فرناندز (Fernandez, 1993) اعلام نمود که شاخص حساسیت به تنش (SSI) موجب گزینش ارقام مقاوم به تنش ولی با عملکرد پایین می‌شود، بنابراین او نوعی شاخص مقاومت به تنش (Stress Ttolerance Index= STI) را ارائه نمود که موجب انتخاب ارقام مقاوم با عملکرد بالا می‌شود. هر چقدر مقدار این شاخص زیاد باشد نشان دهنده تحمل به تنش بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن لاین می‌باشد.

(Golabadi et al, 2006)

علاوه بر این شاخص ها، شاخص‌های متفاوت دیگری نیز برای ارزیابی عکس العمل لاین‌ها در شرایط محیطی مختلف

و تعیین مقاومت و حساسیت آنها ارائه شده اند. روزلی و هامبلین (Rosielle and Hambin, 1981) شاخص تحمل TOL و شاخص بهره وری متوسط MP را معرفی نمودند. شاخص TOL عبارت است از اختلاف عملکرد یک لاین در محیط تنش و بدون تنش. بالا بودن مقدار TOL نشانه حساسیت لاین به تنش بوده و انتخاب لاین‌ها بر اساس مقادیر کم TOL صورت می‌گیرد. انتخاب بر اساس شاخص MP باعث افزایش متوسط عملکرد در هر دو شرایط نرمال و تنش خواهد شد. انتخاب بر اساس شاخص TOL برای ژنوتیپ‌هایی مناسب است که در شرایط نرمال پتانسیل عملکرد پایین و در شرایط تنش پتانسیل عملکرد بالا داشته باشند.

(Golestani Araghi and Assad, 1998)

شاخص MP در گزینش ژنوتیپ‌هایی که در شرایط نرمال عملکرد بالا و در شرایط تنش عملکرد پایین دارند نقش دارد (Fernandez,1992)، همچنین شاخص MP در گزینش ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند مناسب نمی باشد. فرناندز (Fernandez, 1993) از شاخص دیگری تحت عنوان شاخص میانگین هندسی بهره وری (GMP) برای شناسایی ارقام مقاوم به تنش استفاده نمود و بیان داشت که همبستگی بین GMP و STI برابر یک است، بر اساس شاخص GMP و STI، ژنوتیپ‌های پایدارتر و با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش از شاخص GMP و STI بالاتری برخوردار هستند (Golabadi et al, 2006). فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) گزارش نمودند که شاخص‌های MP، GMP و STI در شرایط تنش و بدون تنش همبستگی بالا و معنی داری را با عملکرد در گندم نشان دادند. وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و شاخص‌های MP، GMP و STI در نتایج تحقیقات انجام شده توسط بدینگر و ویتکامب (Bidinger and Witcombe, 1989)، محمدی و همکاران (Mohammadi et al, 2010) و ملکی و همکاران (Maleki et al, 2008) نیز گزارش گردیده است. محمدی و همکاران (Mohammadi et al, 2011) در ارزیابی ژنوتیپ‌های اصلاح شده گندم در شرایط خشکی از شاخص‌های MP، GMP و STI برای گروه بندی ژنوتیپ‌ها استفاده کردند. سنجری و یزدان سپاس (Sanjari and Yazdansepas, 2008) با مطالعه ۲۴ ژنوتیپ گندم دوروم تحت شرایط تنش خشکی در مراحل قبل و بعد از گلدهی اظهار داشتند که گزینش بر اساس شاخص‌های MP، GMP و STI منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل با عملکرد بالا می‌شود.

هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به تنش شوری با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به شوری و انتخاب بهترین معیار گزینش لاین‌های گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳۱۹ لاین نوترکیب خالص (RIL F7) حاصل از تلاقی رقم روشن (متحمل به شوری) و رقم فلات (حساس به شوری)، به همراه والدین و ۳ شاهد (ارگ، بم و کویر) در قالب طرح آلفا لاتیس با ۲ تکرار در دو محیط (شاهد و تنش) در ایستگاه تحقیقات شوری یزد در طی سال زراعی ۹۱- ۱۳۹۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش در منطقه اردکان (به عنوان محیط شور) و یزد-ایستگاه تحقیقات شوری (به عنوان محیط نرمال) انجام شد. عملیات کاشت بصورت دو ردیف ۲ متری در هر پشته با فاصله ۲۰ سانتی متر بین دو پشته صورت پذیرفت. عملیات آبیاری مطابق روال صورت پذیرفت. در آزمایش نرمال شوری خاک ۴/۵ دسی زیمنس و شوری آب ۳/۵ دسی زیمنس و در آزمایش تنش، شوری خاک ۱۲ دسی زیمنس و شوری آب حدود ۱۰ دسی زیمنس در طول دوره رویشی و زایشی بود.

شاخص‌های مقاومت به شوری بر اساس عملکرد گیاهان در شرایط تنش و نرمال در هریک از لاین‌ها از طریق فرمول‌های

زیر محاسبه گردیدند:

شاخص‌های کمی تحمل به شوری توسط فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

شاخص حساسیت به تنش : $SSI = [1-(Y_S / Y_P)] / [1-(\overline{Y}_S / \overline{Y}_P)]$

شاخص تحمل : $TOL = Y_P - Y_S$

شاخص بهره وری متوسط : $MP = (Y_S + Y_P)/2$

شاخص میانگین هندسی بهره وری : $GMP = \sqrt{Y_p \times Y_S}$

شاخص میانگین هارمونیک : $Harm = [2\times(Y_P \times Y_S)]/(Y_P + Y_S)$

شاخص تحمل به تنش : $STI = (Y_p \times Y_S)/(\overline{Y}_P)^2$

شاخص شدت تنش : $SDI = (Y_p - Y_S)/Y_P$

شاخص تحمل تنش تغییر یافته : $MSTI = ((Y_p \times Y_S)/(\overline{Y}_P)^2)\times(Y_S^2/(\overline{Y}_S)^2)$

در نهایت با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی شاخص‌های مقاومت به شوری، دیاگرام بای پلات لاین‌ها بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم برای عملکرد رسم گردید. برای تجزیه‌های آماری داده‌ها از نرم افزارهای SPSS و Stat Graphics Plus 2.1 استفاده شد.

نتایج و بحث

جهت تعیین مناسب ترین اینبرد لاین‌های متحمل به شوری با استفاده از عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش، شاخص‌های مقاومت به شوری (SSI, TOL, MP, GMP, Harm, STI, SDI و MSTI) محاسبه شدند. همبستگی معنی دار بین عملکرد در شرایط تنش و در شرایط بدون تنش موید این مطلب است که واکنش لاین‌ها در شرایط مختلف مورد آزمایش تقریباً مشابه بوده و روند یکسانی داشتند. ضریب همبستگی بین شاخص‌ها نشان داد که شاخص‌های STI، TOL، MP و GMP بالاترین ضرایب همبستگی را با عملکرد در شرایط نرمال داشتند، همچنین شاخص‌های GMP، MSTI، Harm و STI بالاترین ضرایب همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط تنش شوری دارا بودند و در همین شرایط همبستگی بین شاخص‌های SSI، TOL و SDI با عملکرد منفی و معنی دار بود (جدول ۱).

همبستگی مثبت و معنی داری بین شاخص‌های GMP، MP و STI دیده می‌شود که این نتایج در هماهنگی با یافته‌های محققین دیگر می‌باشد.

(Bidinger and Witcombe, 1989, Maleki et al, 2008, Mohammadi et al, 2010)

با توجه به ماهیت شاخص TOL که از اختلاف عملکرد در محیط‌های بدون تنش و تنش دار بدست می‌آید، همبستگی مثبت آن با YP و همبستگی منفی آن با YS قابل توجیه می‌باشد. از آنجائیکه همبستگی بین SSI و YS منفی می‌باشد انتخاب برای مقادیر پایین SSI باعث افزایش عملکرد در شرایط تنش می‌شود. همبستگی بین شاخص‌ها می‌تواند به عنوان تخمین و تقریبی از یک شاخص به شاخص دیگر در شرایط متفاوت به کار رود و به عنوان معیاری برای انتخاب لاین‌های متحمل به شوری استفاده شود. فرناندز (Fernandez, 1992) بیان داشت شاخص‌هایی که در دو محیط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالا با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند چرا که این شاخص‌ها قادر به جداسازی و شناسایی لاین‌ها با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. بنابر این گفته می‌توان اظهار داشت که شاخص‌های GMP، MP و STI جز بهترین شاخص‌ها برای شناسایی لاین‌های برتر در این آزمایش می‌باشند.

جدول ۱- جدول همبستگی بین شاخص‌های تحمل به شوری در لاین‌های مورد بررسی
Table 1. Correlation coefficient between salinity tolerance indices in evaluated inbred lines

	Ys	SSI	TOL	MP	GMP	Harm	STI	SDI	MSTI
Yp	0.23**	0.57**	0.86**	0.91**	0.74**	0.55**	0.75**	0.57**	0.47**
Ys		-0.64**	-0.30**	0.62**	0.82**	0.93**	0.80**	-0.64**	0.89**
SSI			0.89**	0.18**	-0.09	-0.32**	-0.08	1.00**	-0.34**
TOL				0.57**	0.30**	0.05	0.32**	0.89**	0.00
MP					0.95**	0.85**	0.95**	0.18**	0.77**
GMP						0.97**	0.99**	-0.09	0.88**
Harm							0.96**	-0.32**	0.92**
STI								-0.08	0.91**
SDI									-0.34**

** معنی دار در سطح ۱٪

تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز برای عملکرد با استفاده از شاخص‌های مقاومت به شوری محاسبه شد (جدول ۲ و ۳). از آنجا که مولفه اول تغییراتی را در بر می‌گیرد که توسط مولفه دوم تبیین نمی شود و بالعکس، از این رو دو مولفه را می‌توان به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و لاین‌ها را بر اساس این دو مولفه ؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟؟

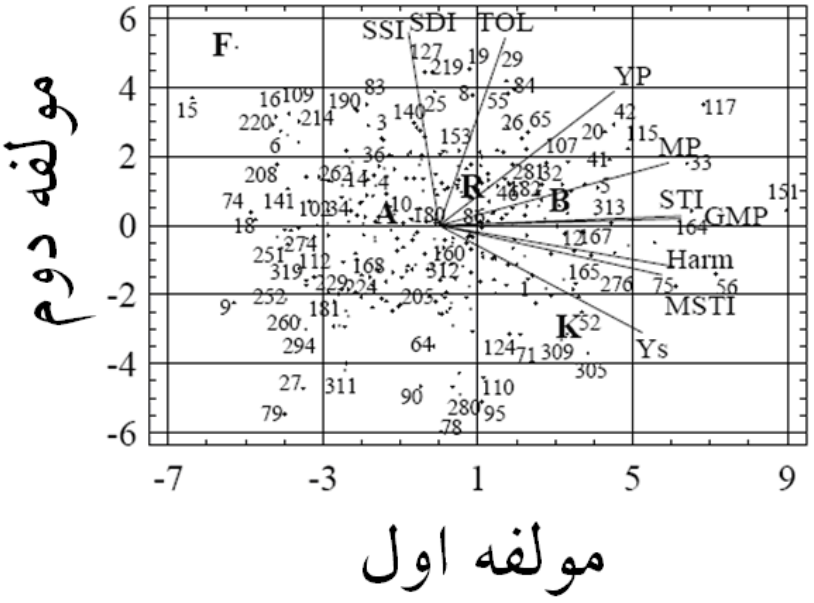
جدول ۲- مقادیر ویژه واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای دو مولفه اول
Table 2. Eigen values of variance and variance cumulative percentage for 2 first principals

شماره مؤلفه ها Component number	مقدار ویژه Eigen values	درصد واریانس Percent of variance	درصد تجمعی واریانس Variance cumulative percentage
1	5.98	59.78	59.78
2	3.82	38.20	97.99

جدول ۳- نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی برای کلیه شاخص‌های مورد اندازه گیری در لاین‌های گندم مورد بررسی
Table 3. Principal component analysis results for all measured indices in evaluated wheat inbred lines

شاخص ها	مؤلفه اول Component 1	مؤلفه دوم Component 2
Yp	0.678	0.727
Ys	0.868	-0.492
SSI	-0.187	0.973
TOL	0.212	0.97
MP	0.922	0.377
GMP	0.991	0.097
Harm	0.98	-0.149
STI	0.992	0.11
SDI	-0.187	0.973
MSTI	0.931	-0.194

در سطح نمودار ذکر شده توسط نقاطی مشخص نمود. همانطور که مشاهده می‌شود دو مولفه اول حدود ۹۷/۹۹ ٪ از تغییرات بین داده‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۲). مولفه اول به علت ضرایب بالای شاخص‌های STI، GMP، Harm، MP، MSTI و عملکرد در شرایط تنش (YS)، پایداری عملکرد و تحمل به تنش شوری نامیده شد. مولفه دوم با توجه به بالا بودن ضرایب TOL، SDI، SSI و عملکرد در شرایط بدون تنش (YP)، حساسیت به تنش شوری و پتانسیل عملکرد نامیده شد، انتخاب براساس مقادیر بیشتر این مولفه موجب گزینش لاین‌های حساس تر به تنش شوری می‌شود. زوایای بین خطوط مولفه‌ها نیز همبستگی بین شاخص‌ها را نشان می‌دهد که تاکیدی بر نتایج جدول همبستگی است. با توجه به نمایش بای پلات (شکل ۱) در نگاه اول بر اساس انتخاب لاین‌های مناطق A و D به عنوان لاین‌هایی که در هر دو شرایط به ترتیب بالاترین و پایین ترین عملکرد را دارند و با در نظر گرفتن سه شاخص معرفی شده به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به شوری در این آزمایش می‌توان لاین‌های مانند ۱۵۱، ۱۶۴، ۳۳، ۱۱۷، ۱۱۵، ۴۱، ۴۲ و... را به عنوان بهترین و لاین‌های ۹، ۲۵۲، ۷۹، ۲۷، ۳۱۱ و... را به عنوان ضعیف ترین لاین‌ها در این تحقیق معرفی کرد. اما با توجهی بیشتر به کلیه شاخص‌های حساسیت و به ویژه SSI لاین‌های ۸۳، ۱۰۹، ۱۶، ۱۵، ۲۲۰، ۱۲۷، ۲۱۹، فلات و... را نیز می‌توان جز لاین‌های حساس به تنش شوری دانست، پژوهشگران اظهار داشتند که شاخص SSI دارای محدودیت‌هایی در بررسی سازگاری متحمل بودن لاین‌ها به شرایط تنش می‌باشد، زیرا این شاخص بر مبنای کاهش کمتر عملکرد در محیط‌های تنش زا در مقایسه با محیط‌های عادی می‌باشد، بنابراین SSI قادر به تشخیص لاین‌های متحمل به تنش و لاین‌هایی که پاسخ ضعیفی به شرایط مطلوب نشان می‌دهند، نمی باشد. بهتر است از شاخص مذکور نه برای گزینش لاین‌های متحمل به تنش بلکه جهت حذف لاین‌های حساس به تنش استفاده گردد (Fernandez, 1992). با توجه به اینکه شاخص TOL متوسط عملکرد سایر لاین‌ها را در نظر نمی گیرد، هر چه مقدار عددی این شاخص کوچکتر باشد، لاین متحمل تر است که این اختلاف ممکن است به علت بالا بودن عملکرد در هر دو شرایط بدون تنش و دارای تنش باشد و یا این که ناشی از افت کم عملکرد در شرایط تنش باشد که این شاخص قدرت تفکیک این دو گروه را از هم ندارد. در تحقیق حاضر نیز عدم کارایی شاخص TOL در انتخاب لاین‌های برتر در هر دو شرایط به اثبات رسید. راسیل و هامبلین (Rosille and Hamblin, 1981) پیشنهاد کردند که هر چه مقدار شاخص TOL کوچکتر باشد حساسیت به تنش ژنوتیپ کمتر و مطلوبتر است ولی گزینش بر اساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایین، ولی در شرایط تنش عملکرد بالقوه دارند. هر چه شاخص MP بالاتر باشد مطلوب تر است. این حالت زمانی رخ می‌دهد که YP و YS هر دو دارای مقادیر بالایی باشند ولی در برخی مواقع مشاهده می‌شود که YP در یک رقم بسیار زیاد است و با YS اختلاف زیادی دارد و در چنین شرایطی علت زیاد بودن MP بالا بودن YP می‌باشد که تفکیک این دو مورد را با مشکل مواجه می‌سازد، شاخص MP سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط مناسب عملکرد بالایی دارند ولی از عملکرد کمی در شرایط نامطلوب برخوردارند. زمانی که اختلاف بین YP و YS خیلی زیاد باشد در این صورت شاخص GMP میانگین متعادل تری نسبت به شاخص MP است. شاخص STI یک شاخص موازنه شده است، در این شاخص هر عملکرد با متوسط عملکرد همه‌ی لاین‌ها تصحیح می‌گردد.



A: ارگ، B : بم، F : فلات، K : کویر، R : روشن

شکل -۱ بای پلات دو مولفه اصلی اول برای شناسایی بهترین لاین‌ها و شاخص‌ها

Fig 1. Plot of first and second components for identifying best lines and indices

استفاده از روش ترسیم بای پلات امکان گزینش لاین‌های با عملکرد بالا و متحمل به شوری را از طریق استفاده از چند شاخص متفاوت فراهم نموده که می‌توان جهت تولید اینبرد لاین‌های مقاوم به شوری، این لاین‌ها را به نسل‌های پیشرفته تر برد و حجم کارهای اصلاحی آتی را کاهش داد.

منابع References

کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۵. زراعت خصوصی، جلد اول: غلات. مرکز نشر دانشگاهی.

مهرابی، ع. ا. ۱۳۸۱. بررسی کالزایی و باززایی کلزا و امکان ارزیابی تحمل به شوری در ارقام مختلف کلزا با استفاده از تکنیک کشت بافت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

فرشادفر، ع.، م. فرشادفر، و ا. معروفی. ۱۳۸۰. جایگاه کروموزومی کنترل کننده شاخص‌های مرتبط با تحمل به خشکی در گندم. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ۱۴ صفحه ۴۰-۴۵.

Bidinger, F.R., and J.R. Witcombe. 1989. Evaluation of specific drought avoidance traits as selection criteria for improvement of drought resistance, pp: 151-164. In: F.W.G. Backer. (Ed.) Drought Resistance in Cereals. CAB International.

Fernandez, G.C.J. 1992. Efective selection criteria for assessing plant tolerance.In proceeding of symposium. Taiwan.13-16 Aug.pp.259-270

Fernandez, G.C.J., 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C. G. Kuo (Ed), Adaptation of food crops to temperature and water stress, pp. 257-270. AVRDC. Shanhua, Taiwan.

Fisher, R.A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1:Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.

Geravandi M., E. Farshadfar, D, Kahrizia. 2011. Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. Russ J Plant Physiol. 58(1):69-75.

Golabadi, M., A. Arzani, S.A. M. Maibody, 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. Afr J Agric Res, 5, 162-171.

Golestani Araghi, S., and M.T. Assad. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica. 103: 293-299.

Maleki, A., F. Babaei, H. Cheharsooghi Amin, J. Ahmadi, A. Asadi Diziji. 2008. The study of seed yield stability and drought tolerance indices of bread wheat genotypes under irrigated and non-irrigated conditions. Res J. Biol Sci. 3: 841-848.

Mitra, J., 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. Curr Sci, 80, 758-762.

Mohammadi, R., M. Armion, D. Kahrizi, A. Amri. 2010. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. International Journal of Plant Production, 4: 1735-8043.

Mohammadi, M., R. Karimizadeh, M. Abdipour. 2011. Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. Crop Science, 5(4): 487-493.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environment, 25: 239- 250.

Rosielle, A. A and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments.Crop Sci. 21:709-946.

Sanjari Pireivatlou, A. and A. Yazdansepas. 2008. Evaluation of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under pre- and post-anthesis drought stress conditions. J. Agric. Sci. Technol., 10: 109-121.

Yeo, A. R., and T.J. Flowers. 1989. Selection for physiological characters-examples from breeding for salt tolerance. In: Jones, H. G., Flowers, T. J., and Jones, M. B. (eds.) plant Under Stress. Cambridge University Press, Cambridge.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳
صفحات ۱۲۵-۱۰۹

اثرات فیزیولوژیک تنش کم‌آبی روی عملکرد دانه، فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها و تخریب لیپیدها در ارقام سویا

Physiological effects of water deficit stress on seed yield, antioxidants activities and lipid peroxidation in soybean cultivars (*Glycine max*)

حسن معصومی[۱]*، داوود حبیبی[۲]، فرخ درویش[۳]، جهانفر دانشیان[۴]، قربان نورمحمدی[۳]، علیرضا پورتقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۲

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش‌های کم‌آبی به روی خصوصیات زراعی، شیمیایی و بیوشیمیایی در پنج رقم سویا (*Glycine max*)، آزمایشات مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. تیمارهای آبیاری (S) در این آزمایش شامل ۳ سطح]آبیاری در زمان هایی که تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A به ترتیب برابر ۵۰ (S1، شرایط مطلوب آبیاری)، ۱۰۰ (S2، تنش متوسط کم آبی) و ۱۵۰ (S3، تنش شدید کم آبی) میلیمتر بود] و ارقام شامل پنج رقم (L17, Clean, T.M.S, Williams*Chippewa و M9) بودند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تنش‌های کم‌آبی، میزان آنتی‌اکسیدان‌های سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیدآز، هورمون آبسیزیک اسید و همچنین مالون‌دی‌آلدئید (فراورده تخریب لیپید) را به طور معنی‌دار افزایش دادند. البته میزان آنتی‌اکسیدان‌ها در شرایط تنش متوسط بیشتر از شرایط تنش شدید کم آبی مشاهده شد (S2>S3>S1). همچنین تنش‌های کم‌آبی، تعداد غلاف در بوته، وزن خشک و عملکرد دانه را نیز به طور معنی‌دار کاهش دادند. در بین ارقام، L17 و Williams*Chippewa به ترتیب در شرایط مطلوب آبیاری (S1) و شرایط تنش‌های متوسط و شدید کم‌آبی (S2, S3) بیشترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. در این آزمایش بین عملکرد دانه با میزان میزان آنتی‌اکسیدان سوپر اکسیددیسموتاز و هورمون آبسیزیک اسید در هر دو سطح تنش متوسط و شدید کم‌آبی همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آبسزیک اسید، تنش اکسیداتیو، خشکی، مالون دی آلدئید

۱- مهندسین مشاور جامع ایران، گروه زراعت، تهران، ایران
۲- گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴- موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش دانه‌های روغنی، کرج، البرز، ایران
* نویسنده و مسئول مکاتبه Masoumi_hassan۱۱۸@yahoo.com

مقدمه

سویا یکی از گیاهان روغنی مهم ایران است که به دلایل اقلیم نیمه خشک کشور، قرارگیری در الگوی زراعی به عنوان کشت دوم و وجود محصولات رقیب در برخی از مراحل رشدی آن، همواره در معرض تنش‌های کم‌آبی و کاهش عملکرد قرار دارد. تنش‌های کم آبی به مانند سایر تنش‌های اکسیداتیو، با تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن مانند رادیکال سوپراکسید (O^{2-})، اکسیژن نوزاد ($^1O_2$)، رادیکال هیدروکسیل (OH^-) و پراکسیدهیدروژن (H_2O_2) سبب تغییر در فرایندهای بیولوژیک گیاهان و تبدیل آنها به فرایندهای خود به خود و غیرقابل کنترل می‌شوند. این فرایندها نیز با تولید سلول‌های تخصصی جدید و خسارت به بخش‌های مختلف سلول (DNA، پروتئین‌ها و لیپیدها) در نهایت کاهش میزان فتوسنتز و حتی مرگ گیاه را سبب می‌شوند (Ashraf and Foolad, 2007). البته میزان خسارت وارده به بخش‌های مختلف گیاه به شدت و مدت وقوع تنش و همچنین مرحله‌ی رشدی گیاه که تنش در آن به وقوع پیوسته بستگی دارد (نورجو و همکاران، ۱۳۸۶). گیاهان نیز به منظور حفاظت بخش‌های مختلف سلولی خود از اثرات نامطلوب رادیکال‌های آزاد، اقدام به فعال‌سازی مکانیسم‌های دفاعی مختلف مانند افزایش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیدآز و...) و غیر آنتی‌اکسیدانی (فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، کارتنوئیدها و اسکوربیک اسید) می‌نمایند (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۵). در مکانیسم دفاع آنتی‌اکسیدانی، آنزیم‌ها با مداخله مستقیم و غیرمستقیم در فرآیندهای دخیل درتنش‌های اکسیداتیو سبب کاهش سرعت اکسیداسیون و کندی دوره انجام آنها می‌شوند .(Nayyar and Gupta, 2006) این ترکیبات در واقع با دادن یک اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد، از گسترش واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداسیون جلوگیری می‌کنند (Rodrigues et al., 2006). سوپراکسیددیسموتاز، نوعی پروتئین ذخیره‌ای با نقش کاتالیزوری بسیار قوی است که دیسموتاسیون سوپراکسید را به پراکسید هیدروژن و اکسیژن کاتالیز می‌نماید. از آنجایی‌که این آنتی‌اکسیدان در همه اندام‌های هوایی و اغلب اجزای سلولی (با قابلیت تولید گونه‌های فعال اکسیژن) وجود دارد، فرض بر این است که، نقشی بسیار محوری در دفاع بر ضد تنش‌های اکسیداتیو ایفا می‌کند (Corpas et al., 2006). گلوتاتیون پراکسیدآز نیز تری‌پپتیدی است که نقش ضداکسیداسیونی آن به وسیله گروه سولفیدریل سیستئین تسهیل می‌گردد. این ماده می‌تواند به دو طریق واکنش شیمیایی با رادیکال‌های آزاد (خاصیت تنظیف‌کنندگی) و یا حذف پراکسیدهای تشکیل شده در واکنش‌های پراکسیداسیون لیپید، ساختمان غشاء را پایدار نماید (Ran et al., 2007). نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که، درجه فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در گونه‌های گیاهی مختلف (Pourtaghi et al., 2011) و همچنین در بین ارقام یک گونه متفاوت است (Lovelli et al., 2007) . در برخی از تحقیقات نیز مشاهده شده است که، بین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، عملکرد دانه و تحمل به خشکی گونه‌های مختلف همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشته است. به‌طوری‌که گونه‌هایی با مقادیر بالاتر آنتی‌اکسیدان‌ها ضمن دارا بودن عملکرد دانه بالاتر از تحمل به تنش مناسب‌تری نیز برخوردار بودند (Selote and Khanna-Chopra, 2004). آبسیزیک اسید هورمون گیاهی موجود در تمام سلول‌های حاوی پلاستیدها بوده و ضمن وساطت در بازدارندگی رشد و خواب، سبب کاهش تلفات آب در گیاهان تحت تنش از طریق بستن روزنه‌ها و نگهداری جذب آب توسط ریشه‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد سلول‌های محافظ، گیرنده‌های ویژه‌ای برای جذب این هورمون در سطح خارجی غشای پلاسمایی خود دارند و آبسیزیک اسید ممکن است به وسیله تعدیل در بازشدن کانال‌های یونی و فعالیت پمپ پروتونی سبب بسته شدن روزنه‌ها شود (Masoumi et al., 2011).

با توجه به این که عملکرد گیاهان زراعی بیش از همه به دو عامل شرایط محیطی و خصوصیات ژنتیک گونه‌ها و ارقام مختلف بستگی دارد لذا مطالعه خصوصیات زراعی

و فیزیولوژیک گونه‌ها و ارقام مختلف در خارج از شرایط مطلوب نقش قابل توجه‌ای در اصلاح و تولید ارقام متحمل به تنش‌های اکسیداتیو خواهد داشت. با توجه به موارد اشاره شده، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات سطوح مختلف تنش‌های کم‌آبی بر برخی از خصوصیات زراعی (تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، وزن خشک گیاه)، شیمیایی (میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز و هورمون آبسیزیک اسید) و بیوشیمیایی (میزان بیومارکر مالون‌دی-آلدئید به عنوان فراورده حاصل تخریب لیپیدها) در پنج رقم سویا بود.

مواد و روش‌ها

نحوه انجام آزمایش در مزرعه

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۲۹ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۹ ثانیه طول شرقی و در ارتفاع ۱۳۲۱ متری از سطح دریا اجرا شده است.

بر اساس نتایج آمار دراز مدت (میانگین ۳۰ ساله) ایستگاه هواشناسی کرج، میانگین سالانه بارش و دما در محدوده آزمایشی به ترتیب ۲۴۶ میلیمتر و ۲۳/۳۶ درجه سانتیگراد بوده و از نظر اقلیمی نیز این محدوده در گروه نیمه خشک قرار دارد. اطلاعات هواشناسی محدوده آزمایشی در طی دو سال اجرای آزمایش در جدول شماره ۱ ارایه شده است. به منظور شناسایی وضعیت خاک مزرعه، دو نمونه از اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتری خاک مزرعه برداشت و به منظور انجام بررسی‌های لازم (تعیین اسیدیته، درصد کربن آلی، نیتروژن کل، سدیم و پتاسیم قابل جذب) به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج بررسی‌های خاکشناسی در جدول شماره ۲ ارایه شده است.

آزمایشات به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انتخاب‌شدند که درآن سطوح آبیاری به عنوان کرت‌های اصلی و ارقام سویا به عنوان کرت‌های فرعی در نظرگرفته شدند. سطوح آبیاری (S) در این آزمایش شامل ۳ سطح]آبیاری در زمان هایی که تبخیر از تشتک تبخیرکلاس A به ترتیب برابر ۵۰ (S1، شرایط مطلوب آبیاری)، ۱۰۰ (S2، تنش متوسط کم آبی) و ۱۵۰ (S3، تنش شدید کم آبی) میلیمتر[بود که اعمال آنها با تغییر دور آبیاری انجام شد. به منظور اطمینان از میزان آب ورودی به کرت‌ها نیز از سیفون استفاده شد. آبیاری در این آزمایش تا زمان استقرار کامل گیاه (مرحله R5، تشکیل گره‌های ۴-۵) برای کلیه تیمارها مشابه و از این مرحله به بعد بر اساس تعریف سطوح آبیاری انجام گرفت. مجموع کل آب آبیاری مصرف شده (بر اساس هکتار) در دوره اجرای طرح در هریک از سطوح آبیاری مطلوب (S1)، تنش متوسط (S2) و تنش شدید (S3) کم آبی نیز به ترتیب ۲۲۶۶، ۱۱۴۲ و ۷۱۴ مترمکعب در هکتار بود. ارقام مورد استفاده (V) در این آزمایش که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند شامل TMS (V1)، Clean (V2)، L17 (V3)، Willams*Chippea (V4) و M9 (V5) بودند.

به منظور کاشت، ابتدا زمین در پاییز شخم و سپس در دو مرحله (اواسط فروردین و اواخر اردیبهشت) دیسک زده شد. قبل از کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و ۱۵کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (به فرم اوره و به صورت یک‌سوم در قبل از کاشت و دو سوم در قبل از اعمال اولین تنش کم آبی) در زمین پخش شد.

هر کرت آزمایشی دارای ۶ خط به طول ۷ متر با فاصله بوته ۵ سانتیمتر روی خطوط کاشت و فاصله بین خطوط ۶۰ سانتیمتر بود. به منظور جلوگیری از ورود آب سطوح آبیاری به یکدیگر، بین هر سطح آبیاری پنج خط (سه متر) به صورت خطوط نکاشت قرار داده شد. بذور در روزهای دوم خرداد ماه سال‌های۱۳۸۷ و چهارم خرداد ماه ۱۳۸۸ و بعد از تلقیح با باکتری رایزوبیوم جاپونیکوم[1] به صورت دستی و با تراکم ۳۳۳۳۳۳ بوته در هکتار کشت شدند. در طول فصل زراعی، کنترل علف‌های هرز به طور

1- Rhizobium japonicam

منظم و به صورت دستی (وجین) انجام شد.

اندازه گیری برخی خصوصیات زراعی (تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و وزن خشک بوته)

به منظور محاسبه تعداد غلاف‌ها در بوته، شش بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از شمارش غلاف‌ها، از آنها میانگین گرفته شد. به منظور محاسبه وزن خشک بوته، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۶ بوته از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و کف‌بر شدند. نمونه‌ها به‌طور مجزا پاکت‌گذاری شده و پس از اتیکت‌زنی به مدت ۷۲ ساعت در آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پس از این مدت نمونه‌ها از آون خارج و توزین شدند. وزن یاداشت شده پس از کسر وزن پاکت، به منظور محاسبه وزن خشک هر بوته به عدد ۶ تقسیم شد. برای محاسبه عملکرد دانه نیز در زمان برداشت (دهه اول مهرماه)، از دو خط وسط هر کرت و بعد از حذف اثرات حاشیه (حذف بوته‌های موجود در یک متر ابتدا و انتهای آنها هر خط)، بوته‌های موجود در ۵ متر باقیمانده به صورت کف‌بر برداشت و بعد از خروج دانه‌ها از غلاف‌ها و توزین آنها به وسیله‌ی ترازوی دیجیتالی دقیق (دقت یک هزارم گرم)، عملکرد به صورت کیلوگرم‌درهکتار محاسبه شد.

اندازه گیری خصوصیات شیمیایی

نمونه گیری و آماده سازی نمونه‌ها برای اندازه گیری میزان پروتئین

به منظور اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان‌های سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیدآز، تعداد ۱۵ برگ به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و پس از قرارگیری در ظروف محتوی نیتروژن مایع بلافاصله به آزمایشگاه ارسال شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها ابتدا با آب مقطر شستشو شده و بلافاصله در بافر فسفات تریس ۰/۱۶ مولار با اسیدیته ۷ قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها خرد و در حجم مشابهی از بافر "دی‌جی‌تونین" و آنزیم هضم کننده دیواره قرار گرفتند تا فرآیند هضم غشاء و دیواره سلول انجام شود. در پایان مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین توسط روش(Lowry et al., 1951) برداشته و مقدار پروتئین آن برحسب میلیگرم بر میلیلیتر تعیین گردید. در ادامه، در باقیمانده محلول استخراجی مقدار هریک از آنزیمها به روش‌های اختصاصی تعیین شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدان سوپراکسید دیسموتاز

جهت اندازه‌گیری این آنتی‌اکسیدان از روش (Misra and Fridovich , 1972)استفاده شد. محلول زمینه بافر تریس حاوی فسفات‌دی‌سدیک با اسیدیته ۷/۲ به همراه ۱/۳ میلی‌مول (EDTA) و ۰/۱ میلی‌مول کربنات منوسدیک بود که از اپی نفرین با غلظت ۰/۲۵ میلی‌مول نیز به عنوان سوبسترا استفاده شد. سپس مجموعه عصاره به آنها اضافه و تغییرات جذب نوری حاصل از اکسیداسیون اپی‌نفرین اندازه‌گیری و بعنوان فعالیت آنزیمی ارزیابی شد. از آنزیم استاندارد و خالص برای استاندارد شدن نتایج استفاده گردید که هر واحد آن قادر به اکسیداسیون ۰/۵ میلی‌مول اپی نفرین در یک دقیقه می‌باشد.

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدان گلوتاتیون پراکسیداز

سنجش این آنتی‌اکسیدان بر اساس روش (Paglia and Valentine, 1987) انجام گرفت. در این روش عصاره استخراجی به محلول بافر حاوی فسفات منوپتاسیک ۰/۵۶ مول با اسیدیته ۷/۲ و ۱/۲ میلی مول EDTA، یک میلی‌مول $NaNO_3$ و ۰/۲ میلی‌مول از NADPH اضافه و میزان جذب آن در ۳۴۰ نانومتر و حرارت ۳۰ درجه سانتیگرا د توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل u – shimadzu – u - - z 100) اندازه‌گیری گردید. همزمان یک محلول بلانک حاوی تمام مواد فوق بدون حضور عصاره استخراجی برای تصحیح و حذف خطاهای احتمالی مورد استفاده قرار گرفت. یک واحد از فعالیت آنزیم

گلوتاتیون پراکسیداز معادل مقدار آنزیمی در نظر گرفته شد که بتواند یک میکرومول از سوبسترا (NADPH) را در یک دقیقه کاتالیز کند. برای استاندارد شدن از نمونه آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز استانداردا‌ستفاده شد.

سنجش فرآورده تخریب لیپید (مالون دی آلدئید)

جهت سنجش مالون‌دی‌آلدئید از روش کروماتوگرافی HPLC بر اساس روش Steven, (1978) استفاده می‌گردد. عصاره‌ای که برای سنجش "دی‌هیدروکسی‌گوآنوزین" مصرف می‌شود بر اساس روش تیوباربتوریک اسید برای اندازه‌گیری "مالون‌دی‌آلدئید" مورد استفاده قرار می‌گیرد. محصول این واکنش پس از عاری شدن از پروتئین بوسیله تری‌کلرواستیک اسید ۱۲ مول به ستون سیلکاژل اکتادسیل منتقل می‌شود. پس از به تعادل رسیدن ستون، این ستون با فاز متحرک شامل فسفات بافر خاصی متانول شستشو می‌شود و پیک مالون‌دی‌آلدئید در اسپکتروفتومتر با دتکتور مرئی در طول موج ۵۳۲ نانومتر شناسائی و بر اساس سطح زیرمنحنی پیک اندازه‌گیری می‌گردد. جهت استاندارد شدن مالون دی آلدئید خالص با نسبت‌های مختلف در بافر شستشو و منحنی استاندارد رسم می‌گردد.

سنجش میزان هورمون آبسیزیک اسید

سنجش این هورمون بر اساس روش (Steward et al., 1985) انجام گرفت. در این روش از دستگاه HPLC مدل Unicam که درآن‌ستون Nucleosil C18 دارای‌طول۱۵ سانتیمتر و قطر ۶/۴ میلیمتر بود استفاده شد. سرعت فاز متحرک یک میلی‌لیتر بر دقیقه تنظیم شد. فاز متحرک شامل استونیتریل –آب–اسید فورمیک به نسبت حجمی۲۵: ۰/۱: ۷۴/۹ بود. مقدار هورمون اسید آبسیزیک اسید بر اساس سطح زیر منحنی نمونه‌های تزریق شده در محل پیک استاندارد و بر حسب قسمت‌درمیلیون از این ماده تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش برای هر صفت و همچنین اثرات متقابل بین رقم وسطوح تنش در آنها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (ver.9) معنی‌داری اختلاف بین میانگین تیمارهای تنش، رقم و اثرات متقابل رقم در تنش و نیز همبستگی بین‌آنها نیز بوسیله آزمون F و با استفاده از آزمون حداقل‌اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی

آبسیزیک اسید

سطوح آبیاری اعمال شده تغییرات معنی‌داری را در میزان هورمون آبسیزیک اسید برگ‌ها سبب شدند (جدول ۳). به‌طوری‌که با افزایش دور آبیاری (اعمال تنش کم‌آبی) میزان این هورمون در تمام ارقام افزایش نشان داد. بر اساس نتایج حاصل از اجرای آزمایش، در شرایط مطلوب آبیاری، ارقام L17 و T.M.S بیشترین و کمترین میزان آبسیزیک اسید را دربین ارقام به خود اختصاص دادند در حالیکه در هر دو سطح تنش متوسط و شدید کم‌آبی (S2 و S3) ارقام Williams*Chippewa وT.M.S به ترتیب حایز بیشترین و کمترین میزان آبسیزیک اسید بودند. البته در سطح تنش شدید کم‌آبی، از نظر میزان هورمون آبسزیک اسید بین ارقام M9 و Clean اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴). در شرایط مطلوب آبیاری (S1)، بین میزان هورمون آبسیزیک اسید با آنتی‌اکسیدان‌های اندازه‌گیری شده (سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز) و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و بین میزان این هورمون با مالون‌دی‌آلدئید (فراورده حاصل از تخریب لیپید) همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۵). چنین نتایجی در سطوح تنش متوسط کم‌آبی (S2) نیز مشاهده شدند. البته در این سطح تنش، همبستگی بالاتری بین میزان آبسیزیک اسید با سوپراکسیددیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید وجود داشت (جدول ۶). بررسی جدول

همبستگی در سطح تنش شدید کم آبی (S3) نیز نشان داد که، بین میزان این هورمون با سوپراکسیددیسموتاز و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با مالون‌دی‌آلدئید همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت (جدول ۷).

بر اساس نتایج تحقیقات بررسی شده، افزایش هورمون آبسیزیک اسید می‌تواند به عنوان یک زنگ هشدار در گیاه عمل کرده تا هماهنگی‌های فیزیولوژیک لازم در جهت فعال‌سازی مکانیسم‌های دفاعی گیاه به منظور مقابله با رادیکال‌های آزاد انجام شوند (Heidari and Moaveni, 2009). در مطالعات (Spollen et al., 2002) نیز نشان داده شد که، تغییرات متابولیک آبسیزیک اسید باعث تغییر در میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شود که این تغییرات به نوبه خود باعث افزایش سیستم دفاعی وابسته به آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود. در تحقیقی نیز ساعی و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند که، آبسیزیک اسید می‌تواند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در پاسخ به تنش خشکی تغییر دهد. او همچنین نشان داد که، این هورمون می‌تواند به طور اختصاصی در یکی از واکنش‌های عمده خشکی یعنی بستن روزنه‌ها حایز اهمیت باشد. در بین ارقام مورد آزمایش، بیشترین میزان آبسیزیک اسید و همچنین بیشترین میزان افزایش این هورمون از شرایط مطلوب آبیاری تا شرایط تنش شدید کم آبی در ارقام Williams*Chippewa و M9 (به ترتیب با ۱۲۹/۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۱۰۱/۶۷ درصد) مشاهده شد که می‌تواند ناشی از بسته شدن بیشتر روزنه‌های برگ‌های قرار گرفته در معرض تنش کم‌آبی به منظور کاهش تلفات آب ناشی از برهم خوردن پتانسیل اسمزی باشد. بنابراین بالابودن مقدار این هورمون در شرایط تنش شدید کم آبی (S3) در این ارقام، می‌تواند دلیلی بر توانایی آنها در تحمل بیشتر نسبت به تنش‌های کم آبی در مقایسه با سایر ارقام باشد.

آنتی‌اکسیدان‌ها (سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز)

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، تیمار تنش کم‌آبی اثر معنی‌داری بر روی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز داشت (جدول شماره ۳). به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش کم‌آبی (افزایش دور آبیاری) میزان این آنزیم‌ها افزایش یافت. اما این مقادیر در هر دو آنزیم در شرایط تنش متوسط کم‌آبی بالاتر از شرایط تنش شدید کم‌آبی بود.(S2>S3>S1) این موضوع می‌تواند با میزان توانایی‌های ارقام مختلف در مقابله با سطوح مختلف تنش‌های اکسیداتیو (از جمله تنش کم‌آبی) در ارتباط باشد. به‌طورکلی وقتی گیاهان زراعی در معرض تنش‌های اکسیداتیو قرار می‌گیرند، به منظور مقابله با رادیکال‌های آزاد و کاهش اثرات مخرب آنها، میزان تولید آنتی‌اکسیدان‌ها در آنها افزایش می‌یابد. در واقع در آنها مکانیسم دفاع آنتی‌اکسیدانی فعال می‌شود.(Nayyar and Gupta, 2006) نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز این موضوع را تایید می‌نماید. زیرا با افزایش دور آبیاری (اعمال تنش کم‌آبی متوسط) مقادیر آنتی اکسیدان‌های اندازه گیری شده در سطح تنش متوسط به‌طورمعنی‌داری نسبت به شرایط مطلوب آبیاری افزایش یافتند (S2>S1). اما به نظر می‌رسد وقتی شدت تنش‌های کم‌آبی از حدی بیشتر شود، خسارات فیزیولوژیک وارده به گیاه آنقدر شدید باشد که نه تنها مکانیسم دفاع آنتی-اکسیدانی بهبود نمی‌یابد بلکه ممکن است حتی در فعالیت این سیستم نیز اختلال ایجاد گردد. بنابراین ممکن است میزان آنتی‌اکسیدان‌ها در این سطوح تنش به حد پایین‌تر از میزان آنها در سطوح قبلی تنش برسد. نتیجه‌ای که در این آزمایش نیز ثبت شده است (S2>S3>S1). در بین ارقام و در شرایط مطلوب آبیاری (S1)، بیشترین و کمترین میزان آنتی‌اکسیدان سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز در ارقام L17 و T.M.S مشاهده شد. در هر دو شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی (S2, S3) نیز بالاترین و پایین‌ترین میزان این آنتی‌اکسیدان‌ها به ترتیب به ارقام Wiliams*Chipewa و T.M.S اختصاص داشت (جدول شماره ۴). همچنین بیشترین درصد افزایش در میزان این آنتی‌اکسیدان‌ها از شرایط مطلوب آبیاری تا تنش شدید کم‌آبی نیز در رقم Wiliams*Chipewa مشاهده شد. با توجه به این‌که این رقم در هردو شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی

از بیشترین میزان عملکرد دانه و آنتی‌اکسیدان‌های اندازه‌گیری شده برخوردار بود، لذا به نظر می‌رسد که مکانیسم دفاع آنتی‌اکسیدانی این رقم نسبت به سایر ارقام در برابر تنش‌های کم‌آبی قوی‌تر باشد. در مطالعات قبلی نیز، افزایش مقادیر آنتی‌اکسیدان‌ها در شرایط تنش‌های کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری کامل در گیاهان ذرت و سویا گزارش شده است (sconcelos et al., 2009). آنها همچنین اشاره داشتند که گونه‌های مقاوم، در پاسخ به تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند در حالی که گیاهان حساس به خشکی در این شرایط فاقد این مکانیسم می‌باشند.

در این آزمایش بین میزان آنزیم سوپراکسیددیسموتاز با گلوتاتیون پراکسیداز و عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش‌های متوسط و شدید کم‌آبی (S2, S3) همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. همچنین بین میزان گلوتاتیون پراکسیداز با فراورده تخریب لیپید (مالون‌دی‌آلدئید) در تمام سطوح آبیاری همبستگی منفی مشاهده شد ولی این همبستگی تنها در شرایط مطلوب آبیاری معنی‌دار بود (جداول ۵و ۶و ۷). در گزارش تحقیقی Lee et al., (2009) نیز، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان آنتی‌اکسیدان‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز با یکدیگر و با هورمون آبسیزیک اسید و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی اعلام شده است.

مالون‌دی‌آلدئید (فراورده حاصل از تخریب غشاء لیپید)

تنش‌های کم‌آبی در این آزمایش پایداری غشاء لیپیدها را تحت تاثیر قرار دادند به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش کم‌آبی، میزان مالون‌دی‌آلدئید (فراورده حاصل از تخریب غشاء لیپیدها) در تمام ارقام به طور معنی‌دار افزایش یافت. در تمام ارقام مورد آزمایش بالاترین میزان مالون‌دی‌آلدئید در سطح تنش شدید کم‌آبی (S3) مشاهده شد (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده، در شرایط مطلوب آبیاری (S1) ارقام T.M.S و L17 به ترتیب بیشترین و کمترین میزان مالون‌دی‌آلدئید را از خود نشان دادند. این در حالی است که در شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی (S2 و S3) غشاء لیپید در رقم Williams*Chippewa مقاومت بالایی از خود نشان داد. به طوری که در هر دوی این شرایط این رقم کمترین میزان مالون‌دی‌آلدیئد را تولید نمود.

این نتایج با گزارشات Sairam and Saxena, (2010) و Dolatabadian et al., (2008) مبنی بر افزایش مالون‌دی‌آلدئید در شرایط تنش خشکی مطابقت دارد. آنها معتقدند، زمانی که دفاع آنتی‌اکسیدانی کاهش و یا تشکیل رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابند، تنش‌های اکسیداتیو پدید می‌آید که می‌توانند منجر به افزایش پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع لیپیدها، تخریب غشاء لیپیدها و در نتیجه خروج آلدئیدهای گوناگونی از جمله مالون دی آلدئید شود. مشابه چنین نتایجی نیز در بررسی اثرات تنش شوری بر میزان پراکسیداسیون لیپیدها در ارقام مختلف سویا گزارش شده است.بررسی نتایج جداول همبستگی بین صفات مورد آزمایش در این مطالعه نیز نشان دادند که، در شرایط مطلوب آبیاری، بین میزان مالون‌دی‌آلدئید با آنتی‌اکسیدان‌های سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیدآز و هورمون آبسیزیک اسید همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. در شرایط تنش‌های متوسط و شدید کم‌آبی نیز بین میزان مالون‌دی‌آلدئید با سوپراکسیددیسموتاز، آبسیزیک اسید و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (جداول ۵و ۶و ۷).

خصوصیات زراعی

تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که سطوح آبیاری، ارقام و اثرمتقابل سطوح آبیاری و ارقام بر روی تعداد غلاف در بوته اثر معنی‌دار داشت (جدول ۳). به طوری که با افزایش دور آبیاری و اعمال تنش‌های متوسط و شدید کم‌آبی میزان این صفت در تمام ارقام به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول

۴). بر اساس نتایج بدست آمده، در شرایط مطلوب آبیاری (S1) و تنش متوسط کم‌آبی (S2)، بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته در ارقام L17 و M9 مشاهده شد. در حالیکه در شرایط تنش شدید کم‌آبی (S3)، بیشترین تعداد غلاف در بوته در رقم Williams*Chippewa و کمترین میزان آن در رقم L۱۷ اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در شرایط مطلوب آبیاری، بین ارقام T.M.S و Williams*Chippewa از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در شرایط تنش شدید کم‌آبی نیز از نظر تعداد غلاف در بوته بین ارقام L17 و Williams*Chippewa و همچنین M9 و Clean اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. بررسی جداول همبستگی بین صفات نیز نشان دادند که در شرایط مطلوب آبیاری، بین تعداد غلاف در بوته با آنتی‌اکسیدان گلوتاتیون پراکسیداز، عملکرد دانه و وزن خشک همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جداول ۵و ۶و ۷). تحقیقات گذشته نیز نشان دادند که، کاهش عملکرد دانه سویا در شرایط محدودیت آبیاری، همگام با کاهش تعداد غلاف در بوته بوده است (Ohashi et al., 2009).

اگرچه وقتی میزان رطوبت موجود در خاک به پایین‌تر از حد رطوبت قابل استفاده رسید، کاهش تعداد دانه در غلاف و وزن تک‌دانه‌ها نیز نقش بسیار مهمی در افت عملکرد اقتصادی (Lobato et al., 2008) و کاهش شاخص برداشت (Kirnak et al., 2008) داشتند.

وزن خشک بوته

اثرات اصلی سطوح آبیاری، ارقام و اثرمتقابل سطوح آبیاری در ارقام به روی وزن خشک بوته در جدول شماره۴ ارایه شده است. در تحت شرایط تنش کم آبی، وزن خشک بوته‌ها در تمام ارقام به طور معنی‌دار کاهش یافت به طوری که کمترین میزان وزن خشک در ارقام مورد آزمایش در سطح تنش شدید کم‌آبی (S3) مشاهده شد. در شرایط مطلوب آبیاری (S1)، بیشترین و کمترین وزن خشک بوته در بین ارقام به ترتیب در L17 و T.M.S مشاهده شد. البته در این سطح آبیاری، اختلاف وزن بوته بین ارقام Williams*Chippewa و M9 معنی‌دار نبود. در سطح تنش متوسط کم‌آبی، ارقام از نظر وزن خشک بوته به ترتیب نزولی به صورت L17>Clean>Williams×Chippewa>M9>T.M.S ردیف شدند. در این سطح تنش نیز بین ارقام L17 و Clean و همچنین Williams*Chippewa و M9 اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک بوته مشاهده نشد. در سطح تنش شدید کم‌آبی، بالاترین و پایین‌ترین وزن خشک بوته به ترتیب به ارقام Clean و T.M.S اختصاص داشت. نتایج محاسبات در بخش همبستگی بین صفات مورد آزمایش نیز نشان دادند که بین وزن خشک بوته با مقادیر آنتی-اکسیدان‌های اندازه‌گیری شده (سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز)، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در شرایط مطلوب آبیاری (S1) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت (جداول ۵و ۶و ۷). در تحقیق دیگری نیز (Pourtaghi et al., 2011) نشان دادند، تنش کم‌آبی به‌طور معنی‌دار وزن خشک بوته‌های آفتابگردان را کاهش داد.

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه در این آزمایش اختلاف معنی‌داری را بین سطوح اصلی آبیاری و ارقام و همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری در ارقام نشان داد (جدول ۴). نتایج نشان دادند که عملکرد دانه از شرایط مطلوب آبیاری تا سطوح تنش متوسط و شدید کم‌آبی، به طور معنی‌دار در تمام ارقام کاهش یافت. در شرایط مطلوب آبیاری، بیشترین و کمترین عملکرد دانه توسط ارقام L17 و T.M.S. تولید شد. در حالیکه در سطوح تنش متوسط و شدید کم‌آبی، بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه به ترتیب در ارقام Williams*Chippewa و T.M.S مشاهده شد (جدول ۵). همچنین بیشترین و کمترین میزان کاهش عملکرد دانه از شرایط مطلوب آبیاری تا شرایط تنش شدید کم‌آبی به ترتیب با ۸۷/۳۹ و ۷۱/۷۲ درصد در ارقام T.M.S و Williams*Chippewa مشاهده شد.

کاهش عملکرد دانه در نتیجه تنش خشکی و افزایش فواصل آبیاری توسط (Ohashi et al., 2009) نیز گزارش شده است. در این گزارشات دلایل عمده کاهش عملکرد گیاهان در شرایط تنش‌های کم‌آبی، کاهش طول دوره رشد، کاهش سطح اندام اصلی فتوسنتز کننده (برگ)، کاهش تعداد گل‌ها (اندام‌های اصلی زایشی) و وزن دانه-ها (به دلیل کاهش انتقال اسمیلات و فتوسنتز جاری) عنوان شده است.

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع، نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان دادند که، پاسخ‌های فیزیولوژیک ارقام سویا به سطوح آبیاری مطلوب و تنش‌های اعمال شده متفاوت بود. همچنین مشخص شد که، تنش‌های کم‌آبی مکانیسم دفاع آنتی‌اکسیدانی را از طریق افزایش میزان این آنتی‌اکسیدان‌ها در تمام ارقام فعال نمود. علیرغم افزایش در میزان آنتی‌اکسیدان‌ها، اعمال تنش‌های کم‌آبی بر میزان پراکسیداسیون لیپیدها نیز افزود. به‌طوری‌که میزان مالون‌دی‌آلدئید حاصل از تخریب لیپیدها در تمام ارقام در هر دو سطح تنش متوسط و شدید کم‌آبی نسبت به شرایط مطلوب آبیاری افزایش نشان داد. همچنین مشاهده شد که ارقامی با مقادیر بالاتر آنتی‌اکسیدان‌ها، از پراکسیداسیون لیپیدی کمتر و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. در نهایت نیز این تحقیق مشخص نمود که در شرایط مطلوب آبیاری رقم L17 و در شرایط تنش‌های متوسط و شدید کم آبی، رقم Williams*Chippewa دارای اولویت کشت می‌باشند.

جدول-۱ میانگین ماهانه دما و بارندگی در فصول زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ و ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در محدوده مزرعه اجرای آزمایش*

Table 2-Average monthly of temperature and precipitation on during the growing season of 2008-2009 and 2009-2010 in experimental location

بارندگی (میلی متر) precipitation (mm)		میانگین دما (درجه سانتی گراد) Average of temperature (°c)						ماه month	
		بیشینه maximum		متوسط mean		کمینه minimum			
۱۳۸۸-۱۳۸۹ 2009-2010	۱۳۸۷-۱۳۸۸ 2008-2009	۱۳۸۸-۱۳۸۹ 2009-2010	۱۳۸۷-۱۳۸۸ 2008-2009	۱۳۸۸-۱۳۸۹ 2009-2010	۱۳۸۷-۱۳۸۸ 2008-2009	۱۳۸۸-۱۳۸۹ 2009-2010	۱۳۸۷-۱۳۸۸ 2008-2009		
19.8	19.9	25.8	26.0	18.9	19.1	12.0	12.1	اردیبهشت	May
0.1	0.3	32.5	32.6	24.7	24.7	16.8	16.9	خرداد	June
5.2	4.6	35.2	35.1	27.2	27.1	19.2	19.1	تیر	July
1.5	1.8	35.0	35.1	27.3	27.4	19.6	19.6	مرداد	August
0.2	0.4	31.3	31.2	23.5	23.5	15.8	15.9	شهریور	September
10.6	11.6	25.1	24.9	18.6	18.4	12.0	11.8	مهر	October

* اطلاعات ارایه شده در جدول از ایستگاه هواشناسی کرج جمع آوری شده اند.

جدول -۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای طرح

Table 2-Physical and chemical properties of experimental soil

میزان (Content)				خصوصیات خاک	
۱۳۸۸-۱۳۸۹ 2009-2010		۱۳۸۷-۱۳۸۸ 2008-2009			
۳۰-۶۰ 30-60	۰-۳۰ 0-30	۳۰-۶۰ 30-60	۰-۳۰ 0-30		
2.1	1.31	2.25	1.4	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	Electrical Conductivity (ds/m)
7.3	7.6	7.6	7.8	اسیدیته	pH
0.51	0.67	0.49	0.72	کربن آلی (درصد)	Organic carbon (%)
0.03	0.05	0.05	0.07	نیتروژن کل (درصد)	Total nitrogen (%)
7.2	7.6	5.7	6.1	فسفر در دسترس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	Available phosphor (mg/kg)
188	195	186	182	پتاسیم در دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	Available potassium (mg/kg)

جدول -۳جدول خلاصه تجزیه واریانس برای اثرات سطوح آبیاری بر روی آبسیزیک اسید، سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدئید، تعداد غلاف در بوته، وزن خشک بوته و عملکرد دانه در ارقام سویا

Table 3-The mean square of ANOVA for effect of irrigation levels on abscisic acid (ABA), superoxide dismutase, glutathione peroxidase, malondialdehyde, number of pod per plant, plant dry weight and seed yield in soybean cultivars

عملکرد دانه seed yield	وزن خشک بوته plant dry weight	تعداد غلاف در بوته number of pods per plant	مالون دی آلدئید malondialdehyde	گلوتاتیون پراکسیداز glutathione peroxidase	سوپراکسید دیسموتاز superoxide dismutase	آبسیزیک اسید abscisic acid	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییرات	
ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1	سال	Year
**	**	**	**	**	**	**	2	سطوح آبیاری	Irrigation levels
ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2	سال*سطوح آبیاری	Year*Replication
**	**	**	**	**	**	**	4	ارقام	Cultivars
**	**	**	**	**	**	**	8	ارقام*سطوح آبیاری	Cultivars*Irrigation levels
ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	4	سال*ارقام	Cultivars *Year
ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	8	سال*ارقام*سطوح آبیاری	Year*Cultivars*Irrigation levels

n.s: فاقد اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰.۰۵ درصد **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰.۰۱ درصد

ns: not significant *, **: non significant on 1 and 5% levels of probability, respectively.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل تیمارهای آبیاری و ارقام بر روی میزان آبسیزیک اسید (میلی گرم در کیلوگرم)، آنتی اکسیدان‌ها (واحد بین المللی بر میلیگرم پروتئین)، مالون دی آلدئید (نانومول برمیلیگرم پروتئین)، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و وزن خشک (کیلوگرم در هکتار)

Table 4- Effects of irrigation levels on abscisic acid (mg/kg), superoxide dismutase (umg-1 protein), glutathione peroxidase (umg-1 protein), malondialdehyde (nmol mg-1 protein), number of pod per plant, plant dry weight and seed yield (kg.ha-1)in soybean cultivars

وزن خشک seed yield	عملکرد دانه plant dry weight	تعداد غلاف‌در بوته number of pods per plant	مالون دی آلدئید malondialdehyde	گلوتاتیون‌پراکسیداز glutathione peroxidase	سوپراکسیددیسموتاز superoxide dismutase	آبسیزیک اسید abscisic acid	رقم Cultivars	سطوح آبیاری Irrigation levels
5063.23[a]	2339.31[a]	27.65[a]	2.42[c]	18.14[c]	1591.86[c]	6.89[c]		S_1
2722.8[b]	1019.52[b]	19.67[b]	2.92[b]	34.75[a]	2442.48[a]	8.27[b]		S_2
2679.04[c]	468.82[c]	14.45[c]	3.49[a]	28.14[b]	2152.15[b]	11.09[a]		S_3
3832.89[a]	1490.70[a]	24.51[a]	2.72[b]	29.00[b]	2216.43[b]	9.39[b]	L_{17}	
3793.94[a]	1359.03[b]	21.61[b]	2.81[b]	25.64[d]	2089.41[d]	9.18[c]	Clean	
2152.61[d]	870.64[d]	17.92[e]	3.91[a]	20.45[e]	1556.41[e]	6.19[e]	T.M.S	
3025.51[b]	1375.54[b]	20.41[c]	2.55[c]	32.95[a]	2304.09[a]	10.13[a]	Williams*Chippewa	
2970.16[c]	1283.49[c]	18.49[d]	2.73[b]	26.92[c]	2144.5[c]	8.86[d]	M_9	
6265.02[a]	2869.17[a]	33.41[a]	1.87[d]	22.68[a]	1856.15[a]	8.33[a]	L_{17}	S_1
5735.23[b]	2458.74[b]	29.58[b]	2.19[c]	19.87[b]	1772.70[b]	7.72[b]	Clean	S_1
4266.14[d]	2002.83[e]	25.82[c]	3.240[a]	14.42[e]	1307.56[d]	5.15[e]	T.M.S	S_1
4481.13c	2245.03[c]	25.39[c]	2.249[c]	17.59[c]	1524.68[c]	7.27[c]	Williams*Chippewa	S_1
4568.60[c]	2120.80[d]	24.04[d]	2.53[b]	16.14[d]	1498.20[c]	5.98[d]	M_9	S_1
3563.59[a]	1184.72[b]	23.11[a]	2.59[c]	40.14[b]	2711.18[b]	9.18[b]	L_{17}	S_2
3516.94[a]	1161.83[c]	20.39[b]	2.96[b]	30.56[d]	2303.22[d]	8.04[d]	Clean	S_2
929.07[c]	356.47[d]	19.53[c]	3.89[a]	25.91[e]	1858.18[e]	5.44[e]	T.M.S	S_2
2835.01[b]	1246.63[a]	18.48[d]	2.54[c]	43.87[a]	2803.12[a]	10.17[a]	Williams*Chippewa	S_2
2769.37[b]	1147.92[c]	16.82[e]	2.62[c]	33.04[c]	2536.71[c]	8.53[c]	M_9	S_2
1670.04[c]	418.22[d]	17.02[a]	3.68[b]	24.19[d]	2081.14[d]	10.67[c]	L_{17}	S_3
2129.63[a]	456.52[c]	14.85[b]	3.265[c]	26.50[c]	2192.30[c]	11.78[b]	Clean	S_3
1262.61[e]	252.62[e]	8.42[c]	4.58[a]	21.02[e]	1503.48[e]	7.96[d]	T.M.S	S_3
1760.38[b]	634.97[a]	17.35[a]	2.87[d]	37.41[a]	2584.45[a]	12.95[a]	Williams*Chippewa	S_3
1572.50[d]	581.75[b]	14.59[b]	3.04[d]	31.59[b]	2398.58[b]	12.06[b]	M_9	S_3

سطوح آبیاری: S_1: شرایط مطلوب آبیاری، S_2: تنش متوسط کم آبی، S_3: تنش شدید کم آبی .میانگین‌های ارایه شده در ستون‌های هربخش که‌دارای‌حروف‌مشترک‌می‌باشند، تفاوتشان‌ازلحاظ‌آماری‌درسطح ۵ درصددانکن‌معنی‌دار است

Irrigation levels; S1 (optimum condition of irrigation), S2, S3 moderate extreme water deficit. Mean followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.

جدول -۵ضریب همبستگی بین میزان آبسیزیک اسید، سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون‌دی‌آلدئید، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و وزن خشک در شرایط مطلوب آبیاری (S1)

Table 5-Correlation coefficient between abscisic acid (mg/kg), superoxide dismutase (umg-1 protein), glutathione peroxidase (umg-1 protein), malondialdehyde (nmolmg protein), number of pod per plant, plant dry weight and seed yield (kgha-1)at the optimum condition of irrigation (S1)

وزن خشک seed yield	عملکرد دانه plant dry weight	تعداد غلاف‌در بوته number of pods per plant	مالون دی آلدئید malondialdehyde	گلوتاتیون‌پراکسیداز glutathione peroxidase	سوپراکسیددیسموتاز superoxide dismutase	آبسیزیک اسید abscisic acid	صفت Characteristics	
						1	آبسیزیک اسید	abscisic acid
					1	0.94*	سوپراکسیددیسموتاز	superoxide dismutase
				1	0.97**	0.96*	گلوتاتیون‌پراکسیداز	glutathione peroxidase
			1	-0.91*	-0.91*	-0.96*	مالون دی آلدئید	malondialdehyde
		1	-0.65	0.91*	0.85	0.78	تعداد غلاف‌در بوته	number of pods per plant
	1	0.94*	-0.85	0.99**	0.94*	0.91*	عملکرد دانه	plant dry weight
1	0.954*	0.95*	-0.78	0.96*	0.96**	0.85	وزن خشک	seedyield

میانگین‌های ارایه شده در ستون‌های هربخش که‌دارای‌حروف‌مشترک‌می‌باشند، تفاوتشان‌ازلحاظ‌آماری‌درسطح ۵ درصددانکن‌معنی‌دار است

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

جدول -۶ضریب همبستگی بین میزان آبسیزیک اسید، سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدئید، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و وزن خشک در شرایط تنش متوسط کم آبی (S۲)

Table 6-Correlation coefficient between abscisic acid (mg/kg), superoxide dismutase (umg-1 protein), glutathione peroxidase (umg-1 protein), malondialdehyde (nmolmg protein), number of pod per plant, plant dry weight and seed yield (kgha-1) at the moderate water deficit stress level (S2)

وزن خشک seed yield	عملکرد دانه plant dry weight	تعداد غلاف‌در بوته number of pods per plant	مالون دی آلدئید malondialdehyde	گلوتاتیون‌پراکسیداز glutathione peroxidase	سوپراکسیددیسموتاز superoxide dismutase	آبسیزیک اسید abscisic acid	صفت characteristics	
						1	آبسیزیک اسید	abscisic acid
					1	0.98**	سوپراکسیددیسموتاز	superoxide dismutase
				1	0.94*	0.93*	گلوتاتیون‌پراکسیداز	glutathione peroxidase
			1	-0.82	-0.96**	-0.96**	مالون دی آلدئید	malondialdehyde
		1	-0.61	0.16	0.06	0.02	تعداد غلاف‌در بوته	number of pods per plant
	1	0.04	-0.97**	0.74	0.89*	0.93*	عملکرد دانه	plant dry weight
1	0.92	0.35	-0.84	0.58	0.75	0.76	وزن خشک	seedyield

میانگین‌های ارایه شده در ستون‌های هربخش که‌دارای‌حروف‌مشترک‌می‌باشند، تفاوتشان‌ازلحاظ‌آماری‌درسطح ۵ درصددانکن‌معنی‌دار است

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

جدول -۷ضریب همبستگی بین میزان آبسیزیک اسید، سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدئید، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه و وزن خشک در شرایط تنش شدید کم آبی (S۳)

Table 7-Correlation coefficient between abscisic acid (mg/kg), superoxide dismutase (umg-1 protein), glutathione peroxidase (umg-1 protein), malondialdehyde (nmolmg protein), number of pod per plant, plant dry weight and seed yield (kgha-1)at the extreme water deficit stress level (S3)

وزن خشک seed yield	عملکرد دانه plant dry weight	تعداد غلاف‌در بوته number of pods per plant	مالون دی آلدئید malondialdehyde	گلوتاتیون‌پراکسیداز glutathione peroxidase	سوپراکسیددیسموتاز superoxide dismutase	آبسیزیک اسید abscisic acid	صفت characteristics	
						1	آبسیزیک اسید	abscisic acid
					1	0.99**	سوپراکسیددیسموتاز	superoxide dismutase
				1	0.91*	0.87	گلوتاتیون‌پراکسیداز	glutathione peroxidase
			1	-0.88	-0.99**	-0.99**	مالون دی آلدئید	malondialdehyde
		1	-0.82	0.64	0.85	0.85	تعداد غلاف‌در بوته	number of pods per plant
	1	0.77	-0.97**	0.95*	0.99**	0.96**	عملکرد دانه	plant dry weight
1	0.46	0.64	-0.65	0.33	0.58	0.69	وزن خشک	seedyield

میانگین‌های ارایه شده در ستون‌های هربخش که‌دارای‌حروف‌مشترک‌می‌باشند، تفاوتشان‌ازلحاظ‌آماری‌درسطح ۵ درصددانکن‌معنی‌دار است

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

منابع **References**

حبیبی، د.، س. شافعی، ع. محمودی، ع. مشهدی اکبربوجار، م. اردکانی، د. طالقانی، ح. رفیعی، و شکروی، و. ۱۳۸۵. بررسی تاثیر تنش کم آبی و کاربرد سلنیوم بر برخی از خصوصیات زراعی دو رقم سویا. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد دوم. شماره ۱. ص ۵۱-۶۴.

ساعی، م.، د. حبیبی، م. مشهدی اکبر بوجار، ع. محمودی، و اردکانی، ر. ۱۳۸۴. تعیین سطح فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت به عنوان یک پارامتر در تعیین گونه های مقاوم سورگوم علوفه ای به تنش خشکی. چکیده مقالات اولین همایش بین المللی علوم زیستی ایران.

نورجو، ا.، م. رضایی، م. دوستی، و اخوان، م. ۱۳۸۶. کاهش اثرات خشکسالی بر عملکرد و روغن استحصالی از سویا در منطقه خوی. فصلنامه کمیته ملی آبیاری و زهکشی. دومین همایش سازگاری با کم آبی. ص : ۱۱۸

Ashraf, M., and M. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59, 206–216.

Corpas, F.j., Fernandez, A., Carreas, A., Valderrama, R., Luque, F., and F. Esteban. 2006. The expression of different superoxide dismutase forms is cell-type dependent in olive leaves. Functional Plant Biology. 38, 1213-1216.

Dolatabadian, A., Modarres-Sanavy, S., and N. Ahmadian-Chashmi. 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of canola (Brassica napus L.) under conditions of salt stress. Journal of Agronomy and Crop Sciences. 194, 206-213.

Heidari, Y., and P. Moaveni. 2009. Study of drought stress on ABA accumulation and proline among in different genotypes forage corn. Research journal of the Biology Sciences. 4(10), 1121-1124.

Kirnak, H., Dogan, E., Alpaslan, M., Celik, S., Boydak, E., and O. Copur. 2008. Drought Stress Imposed at Different Reproductive Stages Influences Growth, Yield and Seed Composition of Soybean. Philippine journal of Agricultural sciences. 91 (3), 261-268.

Lee, B.R., Li, L.S., Jung, W.J., Jin, Y.L., Avice, J.C., Ouryy, A., and T. H. Kim. 2009. Water deficit-induced oxidative stress and the activation of antioxidant enzymes in white clover. Biologia Plantarum. 53 (3), 505-510.

Lobato, A.K.S., Costa, R.C.L., Oliveira Neto, C.F., Santos Filho, B.G., Cruz, F.J.R., Freitas, J.M.N.,and F. C. Cordeiro. 2008. Morphological changes in soybean (Glycine max L.) under progressive water stress. International Journal of Botany. 4, 231-235

Lovelli, S., Perniola, M., Ferrara, A., and T. Di Tommaso. 2007. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of Carthamus tinctorius L. and Solanum melongena L. Agricultural Water Management. 92, 73-80.

Lowry, O., Rosebrough, A., Far, A., and R. Randall. 1951. Protein measurement with folin phenol reagent. Journal of Biology and Chemistry. 193, 680-685.

Masoumi, H., Darvish, F., Daneshian, J., Nourmohammadi, G., and D. Habibi. 2011. Chemical and biochemical responses of soybean (Glycine max L.) cultivars to water deficit stress. Australian Journal of Crop Science. 5(5): 544-553.

Misra, H.P., and I. Fridovich. 1972. The generation of superoxide radical during auto oxidation. Journal of Biology and Chemistry. 247, 6960-6966.

Nayyar, H., and D. Gupta, 2006. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress: Association with oxidative stress and antioxidants. Environmental and Experimental Botany. 58, 106-113.

Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., Mohapatra, P.K., and K. Fujita. 2009. Differences in the responses of stem diameter and pod thickness to drought stress during the grain filling stage in soybean plants. Acta Physiologiae Plantarum. 31 (2), 271-277.

Paglia, D.E., and W. N. Valentine. 1987. Studies on the quantitative and qualitative characterization of glutathione peroxidase. Journal of Laboratory and Medicine. 70, 158-165.

Pourtaghi, A., Darvish, F., Habibi, D., Nourmohammadi, G., and J. Daneshian. 2011. Effect of irrigation water deficit on antioxidant activity and yield of some sunflower hybrids. Australian Journal of Crop Science. 5(4): 465-474.

Ran, Q., Liang, H., Ikeno, Y., and Y. Jang. 2007. Reduction in glutathione peroxidase for increases life span through increased sensitivity to apoptosis. Journal of Gerontology and Biology Sciences. 62, 932–42.

Rodrigues, S.M., Andrade, M.O., Gomes, A.P., DaMatta, F.M., Baracat Pereira, M.C., and E. P. Fontes. 2006. Arabidopsis and tobacco plants ectopically expressing the soybean antiquitin-like ALDH7 gene display enhanced tolerance to drought, salinity, and oxidative stress. Journal of Biology and Chemistry. 57, 1909–1918.

Sairam, R., andC. Srivastava. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. Journal of Plant Sciences. 163: 1037-1046.

Selote, D. S., and R. Khanna-Chopra., 2004. Drought-induced spikelet sterility is associated with an inefficient antioxidant defense in rice panicles. Plant Physiology. 121, 462–471.

Spollen, W., Sharp, R., and I. N. Sabb. 2002. Regulation of cell expansion in roots and shoots. Scientific Publishers, oxford. pp: 37-52.

Steven, AK. 1978. Lipid peroxidase in sample as measured by liquid choromatography separation. Annual Review of Biochemistry Researches. 32: 217-220.

Steward, C., Steel, J., and G. Voeberg. 1985. Relationship between stress induced ABA and praline accumulation and ABA induced prolin accumulation in excised barely leaves Plant Physiology. 79: 24-27.

Vasconcelos, A.C., Zhang, X., Ervin, E., and J.D. 2009. Enzymatic antioxidant responses to boistimulants in maize and soybean subjected to drought. Scientia Agricola. 66(3), 395-4