مجـــله زراعـــت و اصـــلاح نبـــاتات

جلد۹، شماره۱، بـهار ۱۳۹۲

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 اردکانیاستاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

دکتر داود حبیبیاستادیار دانشکده کشاورزی ومنابع 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 همتااستاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر اسلام مجیدی هرواناستاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی

دکتر شیرمحمد معز اردلان استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر سعید وزاندانشیار دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

ویراستاران (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمد نبی ایلکایی

دکتر علیرضا پازکی

دکتر فرزاد پاکنژاد

دکتر قاسم توحیدلو

دکتر داود حبیبی

دکتر حسین حسن پور درویشی

دکتر سعید صادق زاده حمایتی

مهندس مهدی صادقی شعاع

دکتر داریوش فتح اله طالقانی

دکتر محمد لطفا اللهی

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 اصلح 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 بخش ها

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 فشرده ی 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 نگگارنده کلمه «بی نام» و در مرجع خارجی کلمه «Anony-mous» 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 زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۱۴-۱

بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و پروفیل یونی برگ پرچم ارقام گندم

Study of tension of drought on yield, it's components and the ion profile of flag leaf of wheat, cultivars

علیرضا زحمتکش[۱]، فواد مرادی[۲] و سعید وزان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تنش خشکی برروی عملکرد و اجزای عملکرد و پروفیل یونی برگ پرچم در ارقام مختلف گندم ازمایشی به صورت کرتهای خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار درسال زراعی۸۹-۱۳۸۸ درمزرعه شخصی واقع درشهرستان دامغان انجام گرفت. این ازمایش شامل۲ عامل بود به طوری که عامل اول تنش خشکی با ۳ سطح (۱- آبیاری معمول بدون تنش هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد ۲- ابیاری هر هفت روز یک بار تا مرحله گلدهی و بعد از آن هرچهارده روز یکبار تا پایان فصل رشد ۳- آبیاری معمول تا مرحله گلدهی و قطع آن تا پایان فصل رشد) وعامل دوم ارقام با ۲ سطح (روشن و پیشتاز) بود که عامل تنس خشکی در کرت‌های اصلی و ارقام در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که تنش خشکی به جز در مورد تعداد سنبلچه در سنبله در نتایج نهایی سایر متغیرهای مورد مطالعه دیگر (عملکرد، تعداد خوشه، دانه در سنبله، وزن هزاردانه، وزن سنبله) اثر معنی‌داری داشت ولی عامل رقم نتوانست در هیچ یک از صفات مورد بررسی تاثیر معنی‌داری داشته باشد. این مطلب می‌تواند بیانگر این باشد که در مطالعات مربوط به تنش خشکی، صفات فوق الذکر می‌تواند به‌عنوان شاخص‌های تمییز دهنده مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه میانگین‌ها در آنالیز پتاسیم نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم (۱۴۷۹/۲)، سدیم (۵/۲۳۷) در تیمار قطع آبیاری مشاهده شد بین سطوح تنش خشکی تفاوت معنی‌داری از نظر میزان منیزیم (۳۰۱/۱) منگنز (۰/۳۶۱۲) کلسیم(۵۸/ ۱۷) نگذاشتند. این نکته می‌تواند دخالت چنین عناصری را در تحمل به تنش خشکی مورد تاکید قرار دهد و به دنبال آن با توجه به نقش این عناصر در فیزیولوژی گیاه می‌توانند در شناسایی فرایندهای دخیل در تحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، برگ پرچم، عملکرد، عناصر

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
۲- عضو هیئت علمی موسسه بیوتکنولوژی ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
* نویسنده مسئول: Email: Alireza_Zahmatkesh@yahoo.com

مقدمه

خشکی مهمترین عامل محدودکننده تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید و این عامل هنگامی ایجاد می‌شود که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش می‌دهند. خشکی همچنین یک عامل کاهش دهنده عملکرد می‌باشد که این حالت حتی در مواردی که صدمه وارده، مشهود نباشد، صادق است. گندم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در تولید فراورده‌های غذایی مطرح بوده و افزایش روز افزون جمعیت و مصرف سرانه بالای نان نیاز به تولید بیشتر این محصول را مبرم ساخته است. (Hekmat shoar, 1993)

بررسی‌های انجام گرفته در محیط‌های کم آب و با آب کافی نشان می‌دهد که میزان حساسیت ارقام گندم به خشکی متفاوت بوده و این حساسیت بستگی به شدت تنش خشکی محیط دارد (Sarmadniya andKuchaki, 1992). براساس گزارش اوسترهیس و همکاران (Osterhuis *et al*.,1983) تنش خشکی می‌تواند گلدهی و رسیدگی گندم را تسریع نماید. وقوع تنش در مرحله گلدهی و دانه بندی، دوره پر شدن را کوتا ه تر می کند (Simane.,*et al* 1993). وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد و به‌عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای مقاومت به خشکی و درجه حرارت بالا مورد توجه قرار گرفته است. (Hekmat shoar, 1993) اهدائی و وینز (Ehdai add Waines,1993) گزارش کردند که میانگین درصد انتقال مجدد در شرایط تنش (۴۴/۶ درصد) از میانگین انتقال در شرایط مطلوب آب (۲۹/۵%) بیشتر است. به طور کلی میزان انتقال مجدد در شرایط خشکی نسبت به شرایط مطلوب بیشتر است شرایط آب و هوایی گرم تر و خشک تر موجب کاهش طول دوره پر شدن دانه و افزایش سرعت رشد دانه می‌شود و کاهش طول دوره پر شدن دانه باعث کاهش وزن دانه و در نهایت موجب کاهش عملکرد دانه می گردد (Dakheel,*et al*., 1970; Gebeyhou,*et al*., 1993). گیاه از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگه داشتن فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند در برابر خشکی مقاومت کند (Safai and Ghadiri ,1995).

یک گیاه علاوه بر اکسیژن- دی اکسید کربن و آب به ۱۴ عنصر معدنی جهت تغذیه مناسب و کافی نیازمند است. فقدان هر یک از این عناصر معدنی رشد گیاه و میزان محصول را کاهش می‌دهد. گیاهان به طور معمول این کانی‌ها را از محلول خاک می گیرند، ۶ عنصر معدنی به نام نیتروژن- فسفر- پتاسیم- کلسیم و منیزیم و فسفر به مقدار بسیار نیاز است در حالی که نیاز به عنصرهای دیگر مانند کربن- برم- آهن- منیزیم- مس- روی- نیکل و مولیبدن بسیار کمتر است. در مناطق جغرافیایی که میزان نور کم است بسیاری از عناصر معدنی را به صورت کود به گیاه می‌دهند تا میزان محصول آن بیشتر گردد (Velasques,1986). سدیم از عناصر مهمی در گیاه به شمار می‌رود که نسبت به تنش‌های محیطی واکنش نشان می‌دهد. واکنش گیاهان مختلف و همچنین اندام‌های مختلف (مانند ریشه و گیاه) یک گیاه نسبت به سدیم در تنش‌های محیطی (مانند کم آبی و یا شوری) متفاوت است. مشاهده شده است که برخی گیاهان در برابر تنش‌های محیطی، سدیم را در ریشه بالا برده و در طی یک جایگزینی یونی به دنبال آن از میزان پتاسیم در ریشه کاسته می‌شود و همچنین در برخی گیاهان دیگر میزان سدیم در بخش ریشه تغییری ننموده ولی میزان آن در بخش‌های هوایی افزایش نشان می‌دهد. این موضوع حتی در ژنوتیپ‌های یک گیاه نیز دیده می‌شود (Akhondi *et al*., 2006). پتاسیم نخستین کاتیونی است که در شرایط کم آبی در گیاه انباشته می‌شود (Sweeny *et al*., 2003). علاوه بر این پتاسیم حداقل ۶۰ آنزیم متفاوت را که در رشد گیاه موثرند فعال می کند و همچنین آنیون‌های معدنی و دیگر ترکیبات گیاه را از نظر تغذیه‌ای قابل مصرف می کند. کلسیم در فرایندهای فیزیولوژیک گیاه وارد شده و گزارش شده است که فرایندهای داخل سلولی یوکاریوت‌ها را در تیمار شاهد و

تنش، فعال یا تنظیم می‌کند (Gebeyehou,. 1982). این عنصر می‌تواند متابولیسم، انتقال و ترشح را کنترل نماید. منگنز در بعضی واکنش‌های آنزیمی شرکت می‌کند. این کاتیون غذایی موجب فعال شدن تعدادی از آنزیم‌ها بویژه دکربوکسیلاز و دهیدروژنازهای چرخه تری کربوکسیلیک (TCA) می‌شود. (Sweeny *et al*, 2003 Gardner,1988 ;) اعلام داشتند منگنز به‌میزان بسیار کمی مورد نیاز گیاه است و در صورت زیاد شدن میزان آن بر روی گیاه اثر مسموم کننده خواهد داشت و البته جذب ناکافی و عدم تامین این عنصر غذایی بر روی رشد و گل‌دهی گیاه تاثیر می‌گذارد. حق پرست (۱۳۷۱) نیز افزایش میزان روی در مرحله پر شدن دانه‌ها را در گلرنگ در شرایط تنش خشکی گزارش کرد. براساس نظر ا ین محقق، تنش خشکی در مرحله زایشی انتقال عناصرآهن و منگنز به دانه را محدود می‌کند. براساس نظر گاردنر (Gardner, 1998) عناصر کم مصرف تاثیر مثبت بر فتوسنتز در گیاهان دارند. کشت گیاهان مقاوم، شناخت ارتباط کمبود آب خاک و رشد محصولات در هر مرحله، بررسی واکنشهای فیزیولوژیکی و روابط مفید داخلی گیاه در مقابله با تنش، انتقال صفات مطلوب به ارقام پر محصول و سایر مواردی که امکان توسعه هر چه بیشتر کشت گیاهان در مناطق خشک را فراهم می‌کند در این رابطه مثمر و مطلوب خواهد بود. از این رو هدف از این آزمایش یافتن مهم‌ترین یون‌های مرتبط با تنش خشکی جهت کمک در انتخاب ارقام متحمل، بررسی تفاوت پروفیل یونی ارقام حساس و متحمل گندم به تنش خشکی درمرحله گلدهی و همچنین بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق مورد نظر در مزرعه شخصی واقع درشهرستان دامغان دراستان سمنان در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجراء گردید. این منطقه دارای آب و هوای خشک می‌باشد و میانگین ۵۰ ساله بارندگی آن حدود ۱۰۹. ۱ میلی‌متر در سال می‌باشد. وضعیت طبیعی منطقه، درحاشیه کویر و منبع آبیاری چاه عمیق می‌باشد. روش آبیاری جوی و پشته‌ای و وضعیت زهکشی زمین در وضعیت خوبی بود. مقدار بذر مورد استفاده جهت کاشت ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از رقم کویر و پیشتاز استفاده گردید و ابعادهرکرت ۶ مترمربع (۲*۳) کرت هایی با شش خط ۲ متری با فواصل ردیف بین تکرارها و کرت‌های اصلی و فرعی ۵۰ سانتی‌متر و درعمق۱-۳ سانتی متر کشت شدند. و همچنین کنترل علف‌های هرز و وجین به صورت دستی صورت گرفت یعنی کشیدن علف‌های هرز با دست توسط کارگر و یا قطع نمودن آنها توسط بیل انجام گرفت در اوایل پاییز به عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر شخم زده شد. پس از نرم کردن بستر (بوسیله دیسک و ماله) و ایجاد جوی‌های آبیاری توسط نهر کن و فارو و بذور بصورت خطی کشت شدند. آبیاری به طور معمول با توجه به نیاز گیاه در دور ابیاری۷ روز تا مرحله گلدهی یعنی اوایل بهار و بعد از آن عملیات اعمال تیمارها بدین شرح انجام گردید ۱- آبیاری معمول بدون تنش هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد ۲- آبیاری هر هفت روز یک بار تا مرحله گلدهی و بعد از آن هرچهارده روز یکبار تا پایان فصل رشد ۳- آبیاری معمول تا مرحله گلدهی و قطع آن تا پایان فصل رشد. تراکم بذور مورد استفاده بر اساس ۴۰۰ دانه در مترمربع در نظر گرفته شد و بلافاصله پس از کاشت آبیاری مزرعه انجام شد. طرح انجام این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. عامل اصلی سطوح مختلف آبیاری و عامل فرعی شامل ارقام بود.

تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه

برای اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله و سنبلچه در سنبله، تعداد ۵۰ سنبله از بوته‌های تیمار شده هر پلات به طور تصادفی انتخاب و پس از خرمن کوبی دانه‌های هر سنبله شمرده و سپس میانگین آنها به‌عنوان تعداد دانه در سنبله و سنبلچه در سنبله ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، ۴ نمونه هزارتایی

دانه از بوته‌های تیمار شده هر پلات به طور تصادفی انتخاب و پس از وزن شدن، میانگین آنها به‌عنوان وزن هزار دانه ثبت شد. همچنین برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، سطح معادل ۱ متر مربع از هر کرت برداشت شد و پس از خرمن‌کوبی به‌عنوان عملکرد دانه ثبت گردید.

نحوه اندازه‌گیری پروفیل یونی

در این بررسی علاوه بر بیوماس اندام هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد، میزان آنیون‌های مانند فسفات (PO_4^{2-})، کلرید(Cl^-)، مالات($C_4H_6O_5^-$)، اگزالات ($C_2O_4^{2-}$)، استات(CH_3COO^-)، پیرووات (CH_3COCOO^-)، نیترات (NO_3^-)، نیتریت (NO_2^-)، سولفات (SO_4^{2-})، گلیولات ($C_2H_4O_3^-$) و ساکسینات ($C_4H_6O_4^-$) با استفاده از دستگاه آنیون کروماتوگرام (Methrohm, Switzerland -850) اندازه‌گیری شد. به این منظور در فالکن ۱۵ میلی لیتری ۰/۵ گرم ماده خشک ریخته و ۱۰ میلی لیتر آب دیونیزه به آن اضافه نموده و به مدت ۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در بن ماری شیکر دار قرار داده شد. سپس هر نمونه در ۱۴۰۰۰g سانتریفیوژ شده و رو شناور پس از عبور از فیلتر مخصوص (فیلتر ۱۳ میلیمتری با غشاء ۰/۲۲ نانومتر از جنس Millipore, USA ,RS) به استفاده از اتو سمپلر به دستگاه تزریق شد. در این شرایط فاز موبایل Na_2CO_3 با غلظت ۷ میلی مول بر لیتر، با جریان ۰/۷ میلی لیتر بر دقیقه و ستون از نوع " Metrosep A Supp ۷ – ۲۵۰" خواهد بود.

همچنین میزان کاتیون‌هایی مانند Li^+، Na^+، K^+، Mg^{2+}، Ca^{2+}، $NH4^+$ و Mn^{2+} با استفاده از دستگاه (Methrohm, Switzerland) Professional Ion Chromatography اندازه‌گیری شد. به این منظور ۰/۵ گرم ماده خشک هر نمونه به روش هضم مرطوب تجزیه شده و نهایتاً به حجم ۱۵ میلی لیتر و توسط اسید نیتریک pH محیط به ۲ رسانده شده با استفاده از دستگاه اتو سمپلر به دستگاه تزریق شد. در این شرایط فاز موبایل تارتاریک اسید ۴ میلی مولار با جریان ۰/۷ میلی لیتر بر دقیقه و ستون از نوع " Metrosep C ۲ – ۲۵۰ "خواهد بود.

میزان کاتیون و فلزات سنگینی مانند Co^{2+}، Ni^{2+}، Zn^{2+}، Cd^{2+} و Pb^{2+} با استفاده از دستگاه ۸۴۴ UV/VIS Ion Chromatography (Methrohm, Switzerland) اندازه‌گیری شد. به این منظور ۲ گرم ماده خشک از هر نمونه پس از هضم خشک با اسید نیتریک ۱ نرمال به حجم ۱۰ میلی لیتر رسیده و در حضور ۰/۲ ۴-(۲- Pyridylazo) resorcinol PAR میلی مول بر لیتر در حضور Post-column reaction در طول موج ۵۲۰ نانومتر میزان این کاتیون‌ها اندازه‌گیری خواهد شد. ستون مورد استفاده، Metrosep C ۲–۱۵۰ فاز موبایل ۱/۷۵ میلی مول اگزالیک اسید و اسکوربیک اسید ۲ میل مول بر لیتر خواهد بود. جریان فاز موبایل ۱ میلی لیتر در دقیقه و جریان PAR ۰/۵ میلی لیتر در دقیقه خواهد بود محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SAS و مقایسات میانگین بوسیله روش دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها و جداول از نرم افزارهای Excel و Word استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد

در این مطالعه بررسی‌ها نشان دادند که اثر ۳ سطح تنش خشکی بر روی میزان عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱) مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار قطع آبیاری تنش خشکی بیشترین عملکرد (۰/۹۰۲۰ گرم بر متر مربع) و تیمار هر ۷ روز آبیاری آن کمترین میزان عملکرد (۰/۲۶۳۹ گرم بر متر مربع) را نشان داد(جدول ۱) حطیمی و همکاران (Hatimi *et al.*, 2008) در مطالعه خود مشاهده نمودند که تنش خشکی در سطح احتمال ۱ درصد بر روی میزان عملکرد ارقام گندم مورد مطالعه آنها تاثیر گذار بود. مقدسی و همکاران (Moghadasi *et al.*, 2009) نیز نتایج مشابه‌ای در این زمینه گزارش نمودند. این شواهد نشان می‌دهند که هر دو رقم در تیمار تنش وارده توانستند عملکرد

خود را حفظ نموده و کاهشی در آن مشاهده نشد. از اثرات مهم تنش خشکی تاثیر روی میزان عملکرد محصول است (Kuchaki and Sarmadvia., 2005). زیاد بودن عملکرد در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تحمل زیاد به تنش و یا ظرفیت تولید بالا و یا هر دو ساز وکار باشد. (Gardner and Auml, 1998) مشاهده نتایج مشابه در این بررسی نیز موید چنین سازوکارهایی در ارقام مورد مطالعه می‌باشد.

جدول ۱-تجزیه واریانس ساده عملکرد، تعدادخوشه و دانه درسنبله
Table1. Analysiny of variance for measured traits

منبع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (m.s.)		
		عملکرد Yield	تعداد خوشه Number of Spikes	دانه در سنبله Seeds per spike
تکرار Replication	3	0/0032 ns	1328/6111 ns	2781451/8ns
خشکی Drought	2	0/9063 **	44227/125*	220925374/9 **
رقم Cultivar	1	0/0034 ns	7776 ns	1202208/8 ns
خشکی × رقم Cultivar × Drought	2	0/0028 ns	720/125 ns	623389/6 ns
خطا Error	15	0/0015	2429/5278	2056028/6
ضریب تغییرات (%) C.V.	-	6/087215	11/29862	8/806582

ns و * و **به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 5٪ و 1٪ می‌باشند.

ns, *, **: ns, *, **: non significant, significant at %5 level and significant at %1 level of probability, respectively.

تعداد دانه در سنبله

نتایج آزمایش حاضر حاکی از آن است که اثر تنش آبی اعمال شده بر تعداد دانه متشکله در سنبله در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر رقم و اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر تعداد دانه در سنبله معنی دار نشد (جدول ۱). تیمار هر ۱۴ روز و قطع آبیاری خشکی اعمال شده به ترتیب با تشکیل

۱۸۵۷۲ و ۲۰۰۰۴ دانه در سنبله در واحدسطح به طور مشترک در رتبه نخست و سطح ۱ تنش خشکی با تشکیل ۱۰۲۷۱ دانه در هر متر مربع در رتبه دوم قرار گرفتند در برخی گزارشات مشاهده می‌شود که گیاهان مورد مطالعه در شرایط تنش محیطی به علت القاء شرایط رقابتی با کاهش تعداد دانه این شرایط را عبور می‌کنند(Dakhel *et al*, 1993)، (Sweeny *et al* ;2003). این موضوع در ارقام مورد مطالعه بررسی حاضر مشاهده نگردید و بالعکس ارقام مطالعه‌ای حاضر با افزایش دانه نیز مواجه گردیدند. این موضوع نیز می‌تواند به دلیل افزایش مواد تغذیه‌ای در شرایط تنش نسبت به تیمار شاهد باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین تعداد خوشه و دانه در سنبله

Table2.comparing of the average of number of acinus and cluster in the wheat ear

خشکی Drought	تعداد خوشه Number of spikes	دانه در سنبله Seeds per spike
هر 7 روز آبیاری Each 7 Days of Irrigation	378/88 b	10271 b
هر 14 روز آبیاری Each 14 Days of Irrigation	409/63 b	18572 a
قطع آبیاری Cutting of Irrigation	520/25 a	20004 a

اعدادی که در هرقسمت از ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد احتمال معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند

Means with the same letters in each column don't have significant differences at 5% probability level.

تعداد خوشه

اثر تنش خشکی بر تعداد خوشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد اما رقم و اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر تعداد خوشه تاثیر معنی داری نداشتند(جدول ۱). تیمار قطع آبیاری تنش خشکی با تشکیل متوسط ۵۲۰/۲۵ عدد خوشه در هر متر مربع در رتبه نخست قرار گرفت و سطوح هر ۷ و ۱۴ روز آبیاری با هم در یک گروه قرار گرفتند عدم تفاوت تعدادخوشه در ارقام مورد مطالعه در برابر کم آبی می‌تواند به دلیل بکارگیری سازوکارهای یکسان و یک اندازه تحمل به خشکی باشد. اسوینی و همکاران (Sweeny *et al*, 2003) در مطالعه اثرات تنش خشکی بر روی صفات مختلف متوجه شدند که تنش بر روی شاخص‌های رویشی اثر منفی داشته ولی در مورد شاخص‌های زایشی حالت افزاینده داشته است به طوری که ارتفاع گیاه کاهش یافته ولی شاخص برداشت

و وزن صد دانه افزایش نشان دادند. افزایش تعداد خوشه در ارقام مورد مطالعه نیز با این یافته‌ها مطابقت داشته و علت آن می‌تواند بالا رفتن شیب دریافت مواد فتوسنتزی در شرایط تنش نسبت به تیمار شاهد باشد (Sweeny *et al*, 2003).

تعداد سنبلچه در سنبله

مطابق با جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) تیمارهای اعمال شده تنش خشکی نتوانستند بر روی تعداد سنبلچه در سنبله تاثیری داشته باشند و همچنین بین دو رقم روشن و پیشتاز نیز در این شاخص هیچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این مسئله می‌تواند بازتاب این موضوع باشد که تنش‌های محیطی بر روی بخش‌های رویشی و زایشی می‌تواند اثرات متنوعی بگذارد به گونه‌ای که در یک بخش باعث افزایش شاخص‌های مورد مطالعه از خود به جای بگذارد و در بخش دیگر نتایج معکوس دهد و حتی می‌تواند در قسمت‌های مختلف برای نمونه بخش زایشی، اثرات گوناگون داشته باشد. همان طور که درصفات پیشین مشاهده شد ما در شرایط تنش شاهد افزایش بودیم ولی در مورد تعداد سنبلچه در سنبله این موضوع نتیجه‌ای معکوس بر جای گذاشت.

وزن هزاردانه

در این مطالعه بررسی میزان تاثیر خشکی بر روی وزن هزار دانه نشان داد که هر سه سطح تیمار خشکی در گروه‌های مجزایی قرار گرفتند و بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۳). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تنش سطح ۳ با ۴۵/۱۹ گرم و کمترین آن مربوط به تیمار هر ۷ روز آبیاری با ۲۵/۹۱ گرم بود (جدول ۴). نتایج به دست آمده نشان دادند که ارقام مورد مطالعه کاهشی در تعداد دانه‌ها نداشته و بر عکس افزایشی نیز در تعداد دانه‌ها در شرایط تنش نسبت به تیمار شاهد از خود بروز دادند. این موضوع نشان می‌دهد که شرایط رقابتی به وجود آمده در حالت کم آبی نتوانسته تاثیر منفی‌ای بر تعداد دانه داشته باشد. این مشاهدات با نتایج کوچکی و همکاران (Kochki *et al*, 2006) و حطیمی و همکاران (Hatimi *et al*, 2008) مطابقت می‌نماید

وزن سنبله

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر تیمار خشکی بر وزن سنبله در سطح احتمال یک درصد تاثیرگذار بوده است. مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که در سطح قطع آبیاری تیمار خشکی بیشترین میانگین وزن سنبله (۰/۹۴۱۳ کیلوگرم در متر مربع) و تیمار هر ۷ و ۱۴ روز آبیاری نیز به ترتیب مرتبه‌های دوم و سوم (۰/۸۲۵۶ کیلوگرم در متر مربع و ۰/۳۶۵۶ کیلوگرم در متر مربع) را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۴). از این لحاظ بین ارقام مورد مطالعه اختلافی دیده نشد و همچنین اثر متقابل تنش خشکی و ارقام بر میزان وزن سنبله معنی دار نگردید (جدول ۴). تاثیر مشابه‌ای در مطالعات کوچکی و همکاران (Kochki *et al*, 2006) در بررسی اثر تنش خشکی بر اجزای عملکرد گندم نان دیده شد

جدول۳- تجزیه واریانس ساده سنبلچه درسنبله، وزن هزاردانه و وزن سنبله

Tabel 3. Analysis of variance for measured traits

منبع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (M.S.)		
		تعداد دانه در سنبله No. of Seed Perspike	وزن هزاردانه 1000 Seeds Weight	وزن سنبله Ear Weight
تکرار Replication	3	726703 ns	0/7922 ns	0/00976 ns
خشکی Drough	2	8621998 ns	835/9**	0/74175 **
رقم Cultivar	1	409326 ns	0/0067 ns	0/0030375 ns
خشکی × رقم Cultivar × Drough	2	604632 ns	10/4 ns	0/007353 ns
خطا Error	15	977022	12/980	0/00198
ضریب تغییرات (%) C.V.	-	16/433	9/6028	6/271

ns و * و **به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 5٪ و 1٪ می‌باشند.

ns, *, **: non significant, significant at %5 level and significant at %1 level of probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌ها برای اثرات ساده و اثرات متقابل سنبلچه درسنبله، وزن هزاردانه و وزن سنبله
Tabel 4. Mean comparison of measured traits

خشکی Drought	سنبلچه در سنبله Spiklet Perspike (m^2)	وزن هزاردانه 1000 Seeds weight (gr)	وزن سنبله Ear weight ($kg\backslash m^2$)
هر 7 روز آبیاری Each 7 Days of Irrigation	6535/4 a	25/91 c	0/3656 c
هر 14 روز آبیاری Each 14 Days of Irrigation	6217/7 a	41/45 b	0/8256 b
قطع آبیاری Cutting of Irrigation	6936/8 a	45/19 a	0/9413 a

اعدادی که در هرقسمت از ستون حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد احتمال معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Means with the same letters in each column don't have significant differences at %5 level of probability.

آنالیز سدیم

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان دادند که تنش خشکی بر روی میزان سدیم در سطح آماری یک درصد اثر معنی‌داری داشته اما رقم به تنهایی و اثر متقابل رقم و تنش خشکی نتوانست بر میزان سدیم برگ پرچم اثر معنی‌داری داشته باشد (جدول۵). برابر با داده‌های جدول مقایسه میانگین هر سه سطح تنشی در گروه‌های مجزا قرار گرفته و بیشترین میزان سدیم در قطع آب (۳۰۱. ۱) و کم ترین میزان (۳۷. ۷۲) مربوط به تنش هر ۷ روز آبیاری مشاهده شد (جدول ۶). نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که تجمع معنی‌دار سدیم در شرایط تنش نسبت به شرایط دیگر با تحمل به شرایط استرس رابطه دارد. سیمانه و همکاران (Simane *et al*, 1993) نیز نتایج مشابهی را در بررسی تجمع یونی ارقام گوناگون جو در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند. ارتباط مستقیمی بین سدیم و اجزای عملکرد در شرایط تنش مشاهده نگردید. این موضوع می‌تواند با توجه به نقش سدیم در فرایند تحمل به تنش نتیجه گیری شود که سدیم به طور غیر مستقیم فرایندهای کمی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همبستگی در سطح یک درصد سدیم و فسفات (جدول ۴-۷) نیز به همین ترتیب تایید دیگری بر این روال دارد و ارتباط سدیم با سازوکارهای متابولیسم را مورد تایید قرار می‌دهد.

آنالیز پتاسیم

در این مطالعه مشخص شد که میزان پتاسیم برگ پرچم در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری در برابر خشکی داشته اما اثر رقم و اثر متقابل رقم و تنش خشکی نتوانست بر میزان

پتاسیم اثر معنی‌داری داشته باشد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که هر سه سطح تنشی در گروههای مجزا قرار گرفته و بیشترین میزان پتاسیم در سطح ۳ (۱۴۷۹/۲) و کم ترین میزان مربوط به تنش تیمار هر ۷ روز آبیاری (۱۱۱/۸) مشاهده شد (جدول ۶). این افزایش در میزان پتاسیم می‌تواند در افزایش پتانسیل اسمزی سلول‌های برگ و در نتیجه در حفظ فشار تورژسانس نقش بازی کند. نتایج به دست آمده از این بررسی و انطباق آن با سایر مطالعات موید نقش پتاسیم در تحمل نسبت به تنش خشکی اعمال شده می‌باشد. افزایش این عنصر در شرایط تنش خشکی می‌تواند با تحمل گیاهان مورد مطالعه به تنش خشکی رابطه مستقیم داشته باشد ارزیابی میزان همبستگی پتاسیم با سایر صفت‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که این عنصر در تحمل گندم به شرایط خشکی نقش داشته و این نقش به صورت کمی در وزن سنبله و میزان زیست توده نهایی تاثیر گذاشته و با این دو صفت یعنی وزن سنبله و زیست توده در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت نشان داد. می‌توان اینگونه نتیجه گیری نمود که در ارقام مورد مطالعه در شرایط تنش، پتاسیم با سازوکارهای فیزیولوییکی مربوطه مانند تاثیر مثبت در فتوسنتز، افزایش رشد و شاخص سطح برگ، تقویت سنتز NADPM و ATP، افزایش سرعت انتقال مواد ازته به دانه غلات، سنتز بیشتر پروتئین، تنظیم باز و بسته شدن روزنه، کاهش تعرق و افزایش جذب آب بوسیله گیاه بر روی اجزای عملکرد موثر است.

آنالیز کلسیم، منیزیم و منگنز

آنالیز این عناصر نشان داد که منابع تغییر مورد مطالعه در این پژوهش یعنی اثر تنش خشکی و رقم چه به تنهایی و چه به طور متقابل نتوانست تغییر معنی‌داری در برگ پرچم بروز دهند (جدول۵). تمامی میانگین‌های حاصله از آنالیز این عناصر در گروه‌های مشابه دسته بندی شدند (جدول۶). این مشاهدات نشان می‌دهد که این عناصر در دو رقم مورد بررسی این پژوهش نقش مستقیمی در تحمل در برابر تنش خشکی ندارد. جدول ضرایب همبستگی این سه عنصر نشان می‌دهد که منیزیم با منگنز و کلسیم به ترتیب در سطح یک درصد و ۵ درصد همبستگی مثبت داشته و همچنین منگنز تنها با کلسیم در سطح ۵ درصد همبستگی مثبت داشته است. هیچکدام از این عناصر با اجزای عملکرد همبستگی نداشتند. اگرچه این عناصر مستقیما در تحمل به تنش خشکی وارد نشده‌اند ولی تاثیرات مثبت و منفی آنان بر روی برخی آنزیم‌ها مانند نیترات ردوکتاز و پرولین اکسیداز مشخص شده است. این موضوع به این معنی نیز می‌تواند باشد که احتمالا اگر شرایط آزمایش اجازه مطالعه سایر ارقام را می‌داد نتایج متنوع تر دیگری نیز به دست می‌آمد. نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر این است که تنش خشکی می‌تواند اثر بسیار مهمی بر روی اجزای عملکرد داشته باشد. این نتایج حاکی از آن است که تنش خشکی به جز در مورد «وزن ساقه» و «سنبلچه در سنبله» در نتایج نهایی سایر متغیرهای مورد مطالعه دیگر (عملکرد، تعداد خوشه، دانه در سنبله، وزن هزاردانه، وزن سنبله، زیست توده و شاخص برداشت) اثر معنی‌داری داشته ولی متغیر رقم نتوانست در هیچ یک از صفات مورد بررسی تاثیر معنی‌داری داشته باشد. این مطلب می‌تواند بیانگر این باشد که در مطالعات مربوط به تنش خشکی، صفات فوق الذکر می‌تواند به‌عنوان شاخص‌های تمییز دهنده مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با در نظر گرفتن شرایط تنش منطقه و با توجه به عدم وجود تفاوت میان دو رقم روشن و پیشتاز می‌توان هر دو رقم را جهت کشت به طور یکسان توصیه نمود.

جدول ۵- تجزیه واریانس ساده سدیم، پتاسیم، منیزیم، منگنز و کلسیم

Tabel5. Analysis of variance for measured traits

منبع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (M.S.)				
		سدیم Na	پتاسیم K	منیزیم Mg	منگنز Mn	کلسیم Ca
تکرار Replication	3	5/237 ns	18423/68 ns	660/2 ns	0/3612 ns	17/58 ns
خشکی Drought	2	301/1 **	215787/9 *	150/83 ns	37/72 ns	27/49 ns
رقم Cultivar	1	0/032 ns	29154/3 ns	132/84 ns	8/722 ns	84/38 ns
خشکی × رقم Cultivar × Drought	2	19/173 ns	16052/8 ns	80/274 ns	19/388 ns	112/67 ns
خطا Error	15	0/81	6284/2	275/78	102/7	93/1
ضریب تغییرات (%) C.V.	-	7/19	6/06	6/81	12/23	8/43

ns و * و **به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 5٪ و 1٪ می‌باشند.

ns, * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵% و ۱% می باشند.

ns, *, **: non significant, significant at %5 level and significant at %1 level of probability, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین‌ها برای اثرات ساده و اثرات متقابل سدیم، پتاسیم، منیزیم، منگنز و کلسیم

Tabel 6. Mean comparion of measured traits

کلسیم Ca	منگنز Mn	منیزیم Mg	پتاسیم k	سدیم Na	خشکی Drought
115/6 a	84/2 a	240/3 a	111/8 c	8/8 b	هر 7 روز آبیاری Each 7 Days of Irrigation
112/3 a	80/9 a	247/8 a	1279/8 b	9 b	هر 14 روز آبیاری Each 14 Days of Irrigation
115/7 a	83/5 a	242/2 a	1479/2 a	22/4 a	قطع آبیاری Cutting of Irrigation

ns و * و** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵% و ۱% می‌باشند.

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

منابع Refrences

آخوندی. م، صفرنژاد. آ و لاهوتی. م ۱۳۸۵ تاثیر تنش خشکی بر روی پرولین و تغییرات عناصر بر روی یونجه رقم یزدی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۷۴-۱۵۶:(۱)۱۰

حق پرست تنها م. ر. ۱۳۷۱. آنالیز و متابولیسم گیاهان. انشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

Dakheel, A. L. Naji, I. Mahalakshmi V. and Peacock, J. m. 1993. Marphophoysiological traits associated with adaption of durum wheat to harsh Mediterranean environments. Aspects of Applied Biology. 34: 297-306

Ehdaie, B and Waines, J. G. 1996. Genetic variation of parenthesis assimilates of grain yield in spring. Wheat. J. Genetic and Breed. 50:47-56

Gardner, F. P. and E. O Auma. 1988. Canopy structure, light interception. Yield and market quality of peanut genotypes as influenced by planting pattern and planting date. Field crop Res., 20: 13-29.

Gebeyehou, G. Knott, D. R, and Baker, R. J. 1982. Relationships among duration of vegetative and grain filling phases, yield components, and grain yield in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 287-290

Hatim, m. Majidiyan,. m va Babay, t, 2008. apparise of comporting of digits about being dry and the lines of bread wheat antagonism by the using dry tention indicators. Yaftehaye novin keshavarzi, 3(1) (9) 25-39

Hekmat shoar, h. 1993,plants physiology in hard conditions. Translait by enetsharat niknam.

Koochaki, a, va Sarmina, gh. 2006. physiological of agrecaltural plantsi. Writer gardner , f. p., pd yers. R. B va mishel. R. l edhthon 2, entesharat jahad daneshgahi mashhad. published 11. page 400.

Kuchaki. A. 1996. planting in dry areas (translait). Enetsharat astan ghods razavi.

Moghadasi. J, Rashidi v, va Rzban Haghighi. A 2009. effect of being dry tension on operation of acinus and some of morpholojic adjective in wheat lines. Olum kehsvarzi, 3 (12). 41-53.

Oosterhuis, D. M. and Cartwight PM. 1983. Spik differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. Crop Sci., 23: 711- 717

Razeghi Yadak, f va Tavkol Afshari,v 2010. considering the being dry tension on operating of acidian and basian enzymes in the anle of after birth condition of pipin of bread in the first level of acrosoiring. olum giyahan zeraei Iran. Dore 41.

Safaei, ,. H, Ghadiri 1995: effects of humidity of cold on part of morphologic adjecyives and physiological 6 digit wheat in the magazine of olum keshavarzi iran. number 3, pages 9-18.

Sweeny, D. W., J. H. Long, and M. B. Kirkhan. 2003. A signal irrigation to improve early soybeab yield and quality. Soil Sci. America JK., 67: 233-240

Simane, B. J. Peacock, M. and Struik, P. C. 1993. Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible culverts of durum wheat. Plant and Soil. 157: 155-166

Velasques, M. J. 1986. Studies on the response of phaseolous vulgaris to drought stress. Dissertation abstract. Vol. 47 92): 329. (CAB Abstracts).

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۲۳-۱۴

تأثیر تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن بر اجزای عملکرد، صفات کمی گیاه تله‌ای تربچه‌روغنی (*Raphanus sativus* L.)

Effect of Sowing date and Nitrogen rate on yield Components of quantitative traits in Oilseed Radish Trap Crop (*Raphanus sativus* L.)

سید علی خلیلی[۱]، علی کاشانی[۱]، سید باقر محمودی[۲] و سعید صادق زاده حمایتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن روی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تله تربچهٔ روغنی (*Raphanus sativus* L.) این تحقیق در منطقه کرج انجام شد. آزمایش به صورت کرتهای نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. دراین طرح کرتهای عمودی به تاریخ کاشت با سه سطح شامل ۲۹تیر، ۱۷مرداد و ۱۵شهریور و کرتهای افقی به مقادیر مختلف نیتروژن با چهارسطح شامل ۰(شاهد)، ۶۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره اختصاص یافت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نشان داد، تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی و در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ، وزن خشک گل آذین، نسبت ریشه به اندام هوایی و نسبت اندام رویشی به زایشی گذاشت. این تأثیر بنحوی بود که تاریخ کاشت ۱۷مرداد از بین سه تاریخ کاشت دیگر بیشترین وزن خشک اندام هوایی، برگ و نسبت اندام رویشی به زایشی را به ترتیب با میزان ۳۸۳/۵۸۴، ۲۲۰/۹۳۲ و ۴/۷۰۲ گرم در متر مربع داشت که البته در وزن خشک برگ با تاریخ کاشت ۱۵شهریور در یک گروه آماری قرار گرفت. بیشترین نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی مربوط به تاریخ کاشت ۱۵شهریور با میزان ۰/۵۶۰ گرم در متر مربع بود. عامل نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد تنها بر مادهٔ خشک گل آذین اثر گذاشت به صورتی که بیشترین میزان به تیمارهای شاهد و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن تعلق داشت. در نهایت با مصرف نیتروژن میزان مادهٔ خشک اندام زایشی افزایش یافت. بطورکلی بیشترین میزان مادهٔ خشک کل گیاه مربوط به تاریخ کاشت ۱۷مرداد با میزان ۵۲۳/۷۱۲ گرم در متر مربع بود. از میان تیمارهای نیتروژن نیز، با اعمال نیتروژن تا سطح ۶۰کیلوگرم، ۴۸۹/۱۰۲ گرم در متر مربع و با مصرف نیتروژن تا سطح ۱۴۰کیلوگرم، ۴۸۸/۱۶۰ گرم در متر مربع به مادهٔ خشک کل گیاه افزوده شد که البته این عاملها بر وزن خشک کل گیاه تأثیر معنی‌داری را نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: کرج، گیاه تله، تربچهٔ روغنی، تاریخ کاشت، نیتروژن، اجزای عملکرد، صفات کمی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، کرج، ایران

مقدمه

هدف از کشاورزی پایدار حذف کودهای شیمیایی نیست بلکه مصرف کم این کودها و تلفیق آن با کودهای آلی و حیوانی است (Guler, 2006). به این جهت که مصرف کود شیمیایی نیتروژن در کوتاه مدت عملکرد را به طور معنی‌داری نسبت به کود آلی افزایش می‌دهد (Mathuva *et al*., 1998). مصرف مقادیر بهینه کود نیتروژن برای تولید حداکثر عملکرد و کاهش آثار منفی زیست محیطی اهمیت دارد (English *et al*., 1996). توجه به مقدار نیتروژن باقی مانده در خاک در زمان کاشت، از طریق آزمون خاک، در تعیین مقدار بهینه مصرف کود نقش تعیین کننده‌ای دارد (Berenguer *et al*., 2009). چنانچه نیتروژن در دسترس، کمتر یا بیشتر از حد نیاز گیاه باشد، اختلالاتی را در فرآیندهای حیاتی گیاه موجب می‌شود که ممکن است به صورت‌های مختلفی نظیر رشد زیاد، کاهش تعریق و یا حتی توقف رشد زایشی بروز نماید (Salisboury and Ross, 1991). با انتخاب عوامل زراعی مناسب مانند تناوب، تاریخ کاشت، مقدار کودهی و غیره می‌توان عملکرد کمی و کیفی گیاه را افزایش داد (Blisborrow and Norton, 1991). گیاهان پوششی از جمله گیاه تربچهٔ روغنی به‌عنوان کود سبز با پس دادن عناصر به خاک و کمک در مبارزه با عوامل بیماریزای خاک برای گیاه اقتصادی بعدی و جلوگیری از فرسایش به کار می‌روند (Lazzeri*et al*., 2004 ; Larkin and Griffin., 2007). استقرار سریع این گیاه و رشد سریع آن در هوای سرد باعث شده که به صورت موفقیت آمیزی به‌عنوان گیاه پوششی در سیستم‌های گوناگون زراعی به کار رود. (Ngouajio and Mutch, 2004)

جذب و بازچرخ نیتروژن اضافی خاک در بیوماس، یکی از ویژگی‌های مهم این گیاه پوششی است به طور مثال رقم Renova نشان داد که بیش از ۱۴۰ پند در ایکر نیتروژن را در فصل رشد بازچرخ می‌کند (Sundermeier, 2008). گیاهان خانوادهٔ براسیکاسه با تولید گلوکوزینولات که از متابولیت‌های ثانویه می‌باشد نشان دادند که پتانسیل کنترل نماتدها، بیماری‌ها و همچنین علف‌های هرز را دارند (Brawn and Mora, 1997; Fahey *et al*., 2001; Tsao, 2002). مطالعات نشان داده است که کاشت گیاهان خانواده ترب در اوایل پاییز پس از برداشت غلات دانه ریز به صرفه تر از کاربرد نماتدکش برای کنترل نماتد سیست چغندرقند می‌باشد (Held *et al*., 2000). در آزمایشات انجام شده در کشورهای ایتالیا (Tacconi *et al*., 1995)، فرانسه (Cailliez, 1996) وآمریکا (Koch and Gary, 1997) با به کارگیری ارقامی از گیاهان تلهٔ خردل و تربچه روغنی در تناوب با چغندرقند در مزارع آلوده به نماتد تأثیر قابل توجهی در کاهش جمعیت این نماتد و افزایش عملکرد چغندرقند مشاهده شد. بنابراین بررسی‌های اقتصادی و انتخاب گیاه تلهٔ خاص و همچنین زمان مناسب کشت این گیاهان نیازمند بررسی بیشتر استفاده از گیاهان تله است (فتح اله طالقانی و همکاران، ۱۳۸۹). این مسئله مشخص شده است که تاریخ‌های متفاوت کاشت اثرات متفاوتی بر وزن تر و میزان عملکرد دارد به طوری که تاریخ کاشت زود یا مطلوب باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (El-Shavareb & Moustafa, 1977). بلیس بارو و نورتون نشان دادند که تاریخ کاشت زود هنگام کلزای پاییزه سبب می‌شود که گیاه قبل از رسیدن زمستان، رشد اولیه خود را سپری کرده و رشد بیشتری داشته باشد.

(Blisborrow and Norton, 1991)

اگر گیاه تربچه روغنی در بهار، اواخر تابستان، یا اوایل پاییز کشت شود به سرعت رشد کرده و بیشترین مقدار بیوماس را در زمان کوتاهی بدست می‌آورد. معمولاً بیوماس کل این گیاه متجاوز از ۴ تن در ایکر است (Ngouajio and Mutch, 2004). تربچه روغنی درصورتیکه در سپتامبر کشت شود پتانسیل تولید ۹/۸ تن در ایکر بیوماس خشک را دارد (Sundermeier, 2008). با توجه به تأثیر مثبت گیاه تربچهٔ روغنی به‌عنوان کود سبز در بهبود وضعیت خاک و گیاه اصلی، همچنین مشخص بودن تأثیر این گیاه بر کنترل نماتدها و بیماری‌ها، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن روی

عملکرد و اجزای عملکرد صفات کمی گیاه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کمال آباد کرج در قطعه زمینی به مساحت حدود ۲۰۰۰ مترمربع که در تناوب پس از گندم قرار داشت به صورت کرتهای نواری درقالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار، به اجرا درآمد. عرض جغرافیای ایستگاه ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی برابر ۵۱ درجه و ۶ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا است. متوسط درجه حرارت منطقه در سال ۹۰ برابر ۱۴/۹ درجه سانتی گراد و بارندگی به میزان ۳۸۷/۲ میلیمتر بوده

است. این منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، از نظر هواشناسی جزء مناطقی با آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و مرطوب و تابستان خشک و گرم است. به طور کلی خاک منطقه خاکی خیلی عمیق با بافت رسی بوده و جزء خاکهای رسوبی محسوب می‌شود. نمونه گیری از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر و به شکل زیگزاگ در قطعه آزمایشی مورد نظر انجام شد. در نهایت نمونه‌ها را با هم مخلوط و یک نمونه مرکب تهیه شد که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است. برای کاشت گیاه تربچهٔ روغنی از رقم Adagio استفاده شده و مقدار بذر مورد کاشت با فرض ۲۰ کیلوگرم در هکتار برای هر کرت معادل ۶۰ گرم در نظر گرفته شد. در ابتدا پس از برداشت گندم در اوایل تیر ماه، عملیات شخم روی زمین انجام گرفت پس از آن به منظور تسطیح و آماده سازی زمین جهت کشت گیاه تربچه روغنی عملیات دیسک، لولر و در نهایت خط کشی انجام شد. همچنین آبیاری بر اساس تشتک تبخیر صورت گرفت. دراین طرح کرتهای عمودی به تاریخ کاشت با سه سطح شامل ۲۹تیر (کاشت گیاه پس از برداشت گندم)، ۱۷مرداد و ۱۵شهریور وکرتهای افقی به مقادیر مختلف نیتروژن با چهار سطح شامل تیمار بدون مصرف نیتروژن (شاهد)، مصرف نیتروژن جهت دستیابی به حد بهینه (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۳۰ درصد کمتر از حد بهینه (۶۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳۰ درصد بیش از حد بهینه (۱۴۰ کیلوگرم در هکتار) نیتروژن خالص از منبع اوره اختصاص یافت. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول ده متر بود. پس از آزمون خاک، میزان مصرف نیتروژن برای دستیابی به سطوح مورد مطالعه نیترات خاک تعیین شد. جهت دقت در توزیع نیتروژن، با تعیین مقدار مختلف نیتروژن که از منبع اوره محتوی ۴۶ درصد نیتروژن تأمین شد، این مقدار برای تک تک ردیف‌های کاشت توزین و در دوسوی ردیف‌های کاشت پس از ایجاد شکاف مصرف و جهت جلوگیری از تبخیر کود، روی آن با خاک پوشانده شد. برداشت از خطوط ۲ و ۳ و در سطح یک متر مربع با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای صورت گرفت و نمونه‌های گیاهی به همراه ریشه از خاک بیرون کشیده شد. هر کدام از نمونه‌ها به پنج قسمت ریشه، دمبرگ، برگ، ساقه و گل‌آذین تقسیم شده و با ترازوی حساس توزین شد. برای محاسبهٔ وزن خشک نمونه‌ها، یک زیر نمونه از هر یک تهیه و داخل آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۸۴ درجه قرار گرفت. در نهایت نمونه‌های خشک شده با ترازوی حساس توزین و در جداول از پیش طراحی شده ثبت شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical traits of soil

بافت خاک Texture of soil	ازت کل TotalN (%)	نیترات $No3^-$ (mg/kg)	آمونیوم $NH4^{2+}$ (mg/kg)	پتاسیم K(mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	سدیم Na(meq/l)	کربن- آلی O.C (%)	اسیدیته PH	هدایتهیدولیکی EC (ds/m)	عمق Depth (cm)
لومی Lom	0.20	11.62	7.98	247.94	23.29	1.46	0.83	7.88	1.08	0-30
رسی Clay	0.10	9.66	8.33	322.49	21.09	1.15	0.71	7.90	0.93	30-60

آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS، تهیه گراف‌ها به وسیله QPRO و Excel و برآورد میانگین‌ها با دو نرم افزار آماری SAS و MSTATC با روش آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج وبحث

اجزای عملکرد صفات

وزن خشک برگ: نتایج نشان داد که عامل تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ گذاشته است (جدول۲)، این مسئله نشان می‌دهد که با انتخاب تاریخ کاشت مناسب می‌توان وزن خشک برگ بیشتری را بدست آورد. نکتهٔ قابل توجه این است که سطوح مختلف نیتروژن اثر معنی‌داری در وزن خشک برگ نگذاشت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین انجام شده نشان داد در تاریخ کاشت‌های ۱۷مرداد و ۱۵شهریور وزن خشک برگ بیشتری به ترتیب با میزان ۲۲۰/۹۳۲ و ۲۰۵/۰۵۶ گرم در متر مربع نسبت به تاریخ کاشت ۲۹تیر به میزان ۱۶۰/۹۰۸ گرم در متر مربع تولید شده و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). احتمال دارد کاهش وزن خشک برگ در تاریخ کاشت ۲۹تیر به دلیل ریزش برگ در انتهای دوره رشد گیاه باشد.

وزن خشک گل آذین: اثر تاریخ کاشت بر وزن خشک گل‌آذین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و مقایسه میانگین تأثیر تاریخ کاشت بر وزن خشک گل آذین نشان داد در تاریخ کاشت ۲۹تیر وزن خشک گل آذین بیشتری به میزان ۳۴/۸۷۱ گرم در متر مربع نسبت به تاریخ کاشت ۱۷مرداد به میزان ۲۵/۸۳۰ گرم در متر مربع تولید شد (جدول۳). از سویی در تاریخ کاشت ۱۵شهریور گل آذین تشکیل نشد. عامل مقادیر مختلف نیتروژن نیز بر روی این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک گل آذین مربوط به تیمارهای شاهد و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب با میزان ۴۱/۵۳۱ و ۳۶/۵۲۴ گرم در متر مربع بوده است که از نظر آماری در گروه اول قرار گرفتند و تیمارهای ۶۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن یعنی کمتر و بیشتر از حد بهینهٔ مصرف نیتروژن به ترتیب با میزان ۲۲/۴۳۸ و ۲۰/۹۰۹ گرم در متر مربع وزن خشک گل آذین کمتری را تولید کردند (جدول ۳). تأثیر نیتروژن در مقایسه با سایر عوامل زراعی روی عملکرد بذر که از اجزای وزن خشک گل آذین می‌باشد بسیار قابل توجه است (Ling *et al*.,1991). تحقیقات Zarishnyak و Shaklyar (۱۹۹۵) نیز بنحوی افزایش وزن خشک گل آذین و عملکرد بذر با کاربر کود نیتروژن به مقدار مورد نیاز گیاه را تأیید می‌کند. همچنین نتایج صادق زاده حمایتی و همکارانش (۱۳۸۵) بر روی مطالعه تأثیر نیتروژن و فسفر بر مولفه‌های فیزیولوژیکی رشد بوته‌های بذری چغندرقند با این نتایج مطابقت دارد. البته در آزمایشات انجام شده توسط این محققین تأثیر گذاری مثبتی از کاربرد نیتروژن بر عملکرد محصولات دانه‌ای گزارش شده و ازآنجائیکه افزایش وزن خشک گل آذین تأثیر سوئی در عملکرد کیفی گیاهان علوفه‌ای دارد و هدف از کشت تربچه روغنی استفاده به‌عنوان کود سبز بوده و عملکرد اندام رویشی مد نظر است کاهش در میزان وزن خشک گل آذین برای افزایش عملکرد کیفی گیاه توصیه می‌شود.

وزن خشک اندام هوایی: عامل تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک اندام هوایی تأثیر معنی‌داری گذاشت. اما تأثیر مقادیر نیتروژن بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار نشد (جدول۲). براساس مقایسهٔ میانگین انجام شده در جدول ۳ بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تاریخ کاشت ۱۷مرداد با میزان ۳۸۳/۵۸۴ گرم در متر مربع بود و کمترین میزان در تاریخ کاشت ۱۵شهریور (۲۷۵/۹۵۳ گرم در متر مربع) بدست آمد(جدول۳). کاهش میزان اندام هوایی در تاریخ کاشت ۱۵شهریور شاید به دلیل قرار داشتن گیاه در مرحلهٔ رشد رویشی و عدم تشکیل ساقه و گل آذین بوده است. که البته این مسئله تا حدودی با نتایج بلیس بارو و نورتون (Blisborrow and Norton, 1991) و نتایج الشاوارب و مصطفی (El-Shavareb & Moustafa, 1977) همخوانی

داشت. کاهش اندام هوایی در تاریخ کاشت ۲۹تیر نسبت به ۱۷مرداد احتمال دارد بدلیل ریزش برگها بر اثر طولانی شدن دوره رشد و بروز گرما باشد.

نسبت ریشه به اندام هوایی: عامل تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر نسبت ریشه به اندام هوایی گذاشت (جدول۲)، این تأثیر به نحوی بود که بیشترین نسبت ریشه به اندام هوایی در تاریخ کاشت ۱۵شهریور با میزان ۰/۲۴۹ گرم در متر مربع بدست آمد. شاید این افزایش بدلیل عدم تشکیل ساقه و گل آذین در این تاریخ کاشت باشد. به گونه‌ای که اندام هوایی کمتری به نسبت تاریخ کاشت ۲۹تیر و ۱۷مرداد داشته و به همین ترتیب نسبت ریشه به اندام هوایی در این تاریخ کاشت افزایش یافت. در اکثر ارقام گیاه تربچه روغنی نسبت وزن خشک اندام هوایی بیشتر از ریشه است بجز رقم Common که از توازن بهتری در این نسبت برخوردار است (Ngouajio and Mutch, 2004). از اینرو با نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که علاوه بر رقم، با تعویض تاریخ کاشت نیز می‌توان در نسبت ریشه به اندام هوایی تغییر ایجاد نمود. مقدار نیتروژن تأثیر معنی‌داری در تغییر این نسبت ایجاد نکرد (جدول ۲).

نسبت اندام رویشی به اندام زایشی: تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر نسبت اندام رویشی به اندام زایشی گذاشت (جدول۲). تاریخ کاشت ۱۷مرداد نسبت اندام رویشی به زایشی بیشتری با میزان ۴/۷۰۲ گرم در متر مربع نسبت به تاریخ کاشت ۲۹تیر با میزان ۲/۷۸۸ گرم در متر مربع داشت (جدول۳). در تاریخ کاشت ۱۵شهریور اندام زایشی تولید نشد. تربچه روغنی در بین گیاهان پوششی فصل سرد، بهترین جایگاه را در اوایل پاییز برای رشد سبزینه‌ای دارد (Ngouajio and Mutch, 2004). کاشت زود هنگام گیاه حتی در ارقام دیر رس موجب ورود آن به مرحله رشد زایشی می‌شود Petersen, (1992). از سویی محتمل است که افزایش نسبت اندام رویشی به زایشی در تاریخ کاشت ۱۷مرداد بدلیل حفظ سطح سبز گیاه و کاهش آن در تاریخ کاشت ۲۹تیر بدلیل قرار داشتن گیاه در اواخر مرحلهٔ رشد و ریزش اندام‌های رویشی برگ و دمبرگ بوده باشد. مقدار نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر نسبت وزن خشک اندام رویشی به اندام زایشی نگذاشت.

وزن خشک کل گیاه: نتایج تجزیه واریانس حاصل از داده‌های آماری نشان می‌دهد؛ عامل‌های تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل گیاه نگذاشتند(جدول۲). این مسئله قابل توجه است که ریزش برگ و از بین رفتن آن در تاریخ‌های کاشت ۱۷مرداد و بخصوص ۲۹تیر بدلیل قرار داشتن مراحل پایانی رشد می‌تواند دلیلی بر تساوی این مقادیر باشد. بطورکلی این نتایج نشان داد با تغییر در تاریخ‌های کاشت بررسی شده، تفاوت چندانی در وزن خشک کل گیاه ایجاد نشده و با کاشتن در اواخر تابستان و اوایل پاییز بدون مصرف آب بیشتر می‌توان همان وزن خشک بدست آمده در سایر تاریخ‌های کاشت را حاصل نمود. در ایالت میشیگان مطالعه‌ای بر روی چهار رقم تربچه روغنی صورت گرفت؛ این ارقام در آگوست کشت شد که در نتیجه مقدار یکسانی از ماده خشک را در طول دو سال تولید نمود (Ngouajio and Mutch, 2004). از آنجائیکه در تاریخ کاشت ۱۵شهریور اندام گل آذین تشکیل نشد و از طرفی تفاوت معنی‌داری میان تاریخ‌های کاشت در ماده خشک کل گیاه وجود نداشت، گیاه کاشته شده در این تاریخ از عملکرد مطلوبتری برخوردار بوده است. همچنین معنی‌دار نشدن عملکرد مربوط به تیمارهای مختلف نیتروژن نشان داد که برای رسیدن به حداکثر عملکرد نیازی به مصرف نیتروژن نیست، در این صورت محتمل است که موجودی نیترات خاک برای رشد گیاه کافی بوده باشد که البته مطالعات بیشتر با تیمارهای مختلف نیتروژن در روشن شدن بیشتر این مسئله نقش دارد.

سپاسگزاری

از کارمندان مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر چغندرقند و کلیهٔ کسانی که در انجام این پژوهش همکاری کردند بدین وسیله تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

جدول۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

Table 2. Analysis of variances for measured traits

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک DryWeight									نسبت ریشه به اندام هوایی	نسبت اندام رویشی به زایشی
S.O.V.	df	ریشه Root	دمبرگ Petiole	برگ Leaf	اندام هوایی Shoot	ساقه Stem	گل آذین Inflorescence	اندام رویشی Vegetative	اندام زایشی Reproductive	کل با ریشه Total (withRoot)	R/S Ratio	Veg./Rep
تکرار Replication	2	79.447$^{n.s}$	729.237$^{n.s}$	891.745$^{n.s}$	3070.689$^{n.s}$	1283.947$^{n.s}$	93.140$^{n.s}$	3360.444$^{n.s}$	750.557$^{n.s}$	3589.230$^{n.s}$	0.012$^{n.s}$	3.216$^{n.s}$
تاریخ کاشت (A)Sowingdate	2	791.436$^{n.s}$	1600.018$^{n.s}$	11608.288*	34976.958**	1270.667$^{n.s}$	490.497*	24390.215$^{n.s}$	3340.100$^{n.s}$	27220.486$^{n.s}$	0.078*	19.988*
اشتباه کرت عمودی E(a)	4	2682.869	849.577	1261.640	1619.718	634.852	13.354	5286.178	569.836	6866.145	0.006	0.221
نیتروژن (B)Nitrogen	3	450.588$^{n.s}$	1350.098$^{n.s}$	1160.859$^{n.s}$	4411.691$^{n.s}$	5302.375$^{n.s}$	629.689*	304.182$^{n.s}$	2619.578$^{n.s}$	2897.763$^{n.s}$	0.003$^{n.s}$	2.788$^{n.s}$
اشتباه کرت افقی E(b)	6	2008.267	562.734	2911.081	4872.279	1630.723	81.543	6172.090	1433.139	9256.707	0.006	2.323
اثر متقابل (A×B)Interaction	6	4074.296$^{n.s}$	363.986$^{n.s}$	1222.188$^{n.s}$	5641.559$^{n.s}$	3236.493$^{n.s}$	438.589$^{n.s}$	7529.570$^{n.s}$	4582.917$^{n.s}$	14654.169$^{n.s}$	0.010$^{n.s}$	4.493$^{n.s}$
اشتباه آزمایش Ed	12	1446.928	145.760	1436.283	3111.695	1015.195	120.830	3709.214	1360.053	6202.712	0.006	2.931
ضریب تغییرات CV (%)	-	26.55	20.51	19.37	16.79	26.91	26.22	15.31	21.61	16.56	26.86	25.18

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول۳- مقایسهٔ میانگین صفات مربوط به عملکرد کمی گیاه تربچهٔ روغنی در سطوح تاریخ کاشت و مقدار نیتروژن در منطقه کرج (۱۳۹۰)

Table 3. Mean comparison of measured variables in Sowing date and Nitrogen rate levels in Karaj region (2011)

نسبت اندام رویشی به زایشی	نسبت ریشه به اندام هوایی	وزن خشک DryWeight									
		کل با ریشه	اندام زایشی	اندام رویشی	گل آذین	ساقه	اندام هوایی	برگ	دمبرگ	ریشه	
Veg/Rep	R/S Ratio	Total (with Root)	Reproductive	Vegetative	Inflorescence	Stem	Shoot	Leaf	Petiole	Root	
											تاریخ کاشت:
2.877 b	0.095 b	474.482	128.463	346.019	34.871 a	93.592	337.249 b	160.908 b	047.878	137.233	۲۹ تیر (a_1) 20 July
4.702 a	0.131 b	523.712	104.869	418.842	25.830 b	79.039	383.584 a	220.932 a	57.782	140.128	۱۷مرداد (a_2) 8 August
-	0.249 a	428.475	-	428.475	-	-	275.953 c	205.056 a	70.897	152.522	۱۵ شهریور(a_3)6 September
											نیتروژن:
4.780	0.150	450.614	85.610	393.541	41.531 a	44.079	305.697	179.982	68.642	144.917	(b_1) 0
3.367	0.142	489.102	130.359	402.196	22.438 b	107.920	347.017	196.204	63.907	142.085	کیلوگرم$N.ha^{-1}$ (b_2) 60Kg
3.695	0.181	474.348	123.468	392.036	36.524 a	86.944	322/716	199.426	40.979	151.632	۱۰۰کیلوگرم$N.ha^{-1}$ (b_3) 100Kg
3.315	0.162	488.160	127.228	403.342	20.909 b	106.319	353.617	206.916	61.883	134.543	کیلوگرم$N.ha^{-1}$ (b_4) 140 Kg

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد.

Mean with the same letters in each column don`t have significant differences at 5% probabilitys level

منابع References

صادق زاده حمایتی، س.، د. فتح اله طالقانی.، و. ساعدنیا.، ش. خدادادی.، ح. نیک پناه و م. دهقانشعار. ۱۳۸۵. تأثیر نیتروژن و فسفر بر مؤلفه‌های فیزیولوژیکی رشد بوته‌های بذری چغندرقند در منطقه اردبیل. مجله چغندرقند مؤسسه تحقیقات چغندرقند کرج-تهران. جلد ۲۲. شماره ۱. صفحه ۹۰-۷۵

فتح اله طالقانی. د.، س. صادق زاده حمایتی.، م. مصباح. ۱۳۸۹. سند ملی راهبردی تحقیقات چغندرقند. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیهٔ بذر چغندرقند. ص ۱۲۵-۱۲۱.

Berenguer, P.,F. Santiveri, J. Bioxadera and J. Lioveras. 2009. Nitrojen fertilization of irrigated maize under Mediterranean conditions. Europ. J. Agron. 30: 163-171.

Bilsborrow, P. F., and G. Narton, 1991. A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape Proc. Int. Canola Conf. Saskatoon, Canada, pp: 1195-1201

Brown, PD., and M. J. Morra. 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. Adv. Agron. 61:167-231.

Cailliez B (1996) Half the number of nematods. Cultivar- Rueil- Malmaison. No. 402. X-Xi

EL-Shawareb, O. A., Moustafa, A. W. 1977. Effects of seeding rates with different sowing methods on Egyption clover (T. alexandrinum L.). Agricultural Research Review, Vol. 55, NO., PP. 89-101.

English, M. and S. N. Raja. 1996. Perspectives on deficit irrigation. Agric. Water Manage. 32: 1-14.

Fahey,J. W., A. T. Zalcmann and P. Talalay. 2001. The chemical diversity and distiribution of glucosinolates and isothiocynates among plants. Phytochemistry 56:5-51.

Guler, S. 2006. Developments on fertilizer consumption of the world and Turkey. J. of Fac. Of Agric., OMU: 21 (2): 243-248.

Held, L. J., J. W. Jennings, D. W. Koch, and F A. Gray. 2000. Economics of trap croppingfor sugarbeet nematode control. J. Sugar Beet Res. 37:45-55.

Koch DW, Gray FA (1997) Nematode-resistant oil radish for control of Heteroderaschachtii. Sugarbeet-barley rotations. Journal of sugarbeet Research. 34: 1-2, 31-34

Larkin, R. P. and T. S. Griffin. 2007. Control of soilborne potato disease using *Brassica*green manures. *Crop Protection* 26 (2007): 1067-1077.

Lazzeri, L., M. Errani, O. Leoni, and G. Venturi. 2004. *Eruca sativa* spp. *Oleifera*: anew non-food crop. *Industrial Crops and Products* 20 (2004): 67-73.

Ling TX, Tang GX, Cal RH, Gu HF (1991) Mathematical model on high seed yield of sugarbeet and optimized combination of cultural measures. China Sugar Beet. No. 4:8-14

Mathuva M. N., Rao, M. R., Smithson, P. C., and Coe, R., 1998. Improving maize (zea mays) yield in semiarid highlands of Kenia; agroforestry or inorganic fertilizers? Field crops Research, 55: 57-72.

Ngouajio, M., and D. R. Mutch. 2004. Oilseed Radish: A New Cover Crop for Michigan. Bulletin E 2907. Michigan State Unversity

Petersen, P. H. 1992. *Biological nematode control*. Saaten-Union, Hannover, Germany, 57 pp.

Salisboury, F. B., and C, W. Ross. 1991. Plant physiology. Fourth edition. Wads worth publishing.company. Belmont. California. USA. P 682.

Sundermeier, A. 2008. Oilseed Radish Cover Crop. http://ohioline. osu. edu. Ohio State University Extension, Wood County, Ohio.

Tacconi R, Biancardi E, Olimpieri R (1995) Effect of rotation of main crops and intercalated crops of resistant trap-plants on Heteroderaschachtii (3rd contribution).

Tsao, R., C. J. Peterson and J. R. Coats. 2002. Glucosinolate breakdown products as insect fumigants and their effect on carbon sioxide emission of insects. BMC Ecology 2002, 2. URL: 1472-6785-2-5. pdf. Retrieved January 2004.

Zarishnyak AS, Shklyar AY (1995) On Diagnosing the nitrogen nutrition of stecklingsugar-beet seed plants. Agrokhimiya. No. 4, 14-21

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۳۴-۲۵

اثر دماهای پایین بر جوانه زنی و صفات مرتبط در ۱۵ رقم گندم در شرایط آزمایشگاهی

The effects of low temperatures on seed germination and Related traits of fifty wheat cultivars under laboratory condition

شقایق اکبر اقدمی[۱]، قاسم توحیدلو[۲]، فرزاد پاک نژاد[۲]، آیدین حمیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۷

چکیده

ایجاد مقاومت به تنش سرما خصوصا غلات همواره یکی از اهداف مهم برای متخصصین اصلاح نباتات و فیزیولوژی بوده است. به منظور بررسی اثر دماهای پایین بر جوانه زنی گندم، آزمایشی در سال ۹۰-۱۳۸۹ در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی که فاکتور اصلی آن شامل درجه حرارت‌های ۳، ۶، ۹ و ۲۰ درجه سانتی گراد و ۱۵ رقم گندم به‌عنوان فاکتور فرعی بود اجرا گردید. نتایج نشان داد کاهش دما از ۲۰ درجه سانتی گراد به ۹، ۶ و ۳ درجه سانتی گراد باعث کاهش معنی‌دار در ضریب سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی نهایی، متوسط جوانه زنی روزانه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه و افزایش معنی‌داری در سرعت جوانه زنی روزانه شد. در دمای پایین درصد جوانه زنی نهایی، متوسط جوانی زنی روزانه، طول گیاهچه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه ی رقم سرداری ۱۰۱ نسبت به ارقام دیگر بطور معنی‌دار بیشتر بود. سرعت جوانه زنی روزانه ارقام سرداری ۱۰۱ و سرداری نسبت به ارقام دیگر کاهش معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد صفاتی که جوانه زنی و استقرار سریع گیاهچه‌ها در دمای پایین و نیز بقای آنها در شرایط دماهای پایین موثر هستند می‌توانند از مکانیزم‌های مهم مقاومت به سرما در گیاه گندم باشد و می‌توان از آنها برای اصلاح مقاومت به سرما استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم، دمای پایین، جوانه زنی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زارعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران
۳- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج

مقدمه

گندم معمولی در محدوده وسیعی از شرایط آّب و هوایی جهان رشد می‌کند و در حقیقت این گیاه سازگارترین گونه‌های غلات است و زمین‌های زیادی در سرتاسر جهان در مقایسه با سایر گیاهان زراعی به کشت آن اختصاص داده شده است (نور محمدی.، ۱۳۸۴ وکریمی.، ۱۳۷۱).

جوانه زنی بذر یکی از مراحل حیاتی و تعیین کننده در چرخه رشدی گونه‌های گیاهی است چراکه تضمین کننده استقرار موفق گیاه و عملکرد نهایی آن است. یکی از مشکلات اصلی در گندم ناتوانی در جوانه زنی تنش سرمایی می‌باشد. به همین دلیل تلفات کامل در زمستان یا فقدان تلفات، در مزرعه ی گندم وجود دارد. از این رو پژوهشگر باید در انتظار زمستانی با حساسیت مطلوب باشد و یا موارد اصلاحی را در سطح گسترده‌ای ارزیابی کند، به امید که تنش مورد نظر را در یک یا چند مکان به دست آورد. افزون بر آن شدت تنش سرما در آزمایش‌های مزرعه‌ای هم روندی وجود ندارد و اغلب اشتباه زیاد است (Fowler *et al*., 1979).

از طرف دیگر از مزایای مهم کاشت محصولات زمستانه، افزایش عملکرد ۲۵-۱۵ درصدی آنها نسبت به محصولات بهاره و همچنین استفاده از آب زمستانه و اجتناب از تنش خشکی تابستان می‌باشد (Poysa., 1984).

کاهش محصول ناشی از کاهش میانگین دما به میزان یک درجه سانتی گراد در حدود ۴۰ درصد برآورد شده است. سهم عامل تنش سرما و یخبندان نسبت به سایر عوامل تهدید کننده در زیربخش‌های زراعی و باغی از وزن بسیار بالایی برخوردار است و پهنه وسیعی از حاصلخیزترین مناطق تولیدی کشور ما و قسمت عمده محصولات اقتصادی مهم کشورهمه ساله در معرض تهدید تنش سرما و یخ زدگی قرار دارند. برخورد گیاهان با دماهای پایین توزیع جغرافیایی آنها را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش چشم‌گیری در متابولیسم گیاهان می‌گردد. گیاهان مقاوم به دماهای زیر یخبندان زمستان همراه با برخورداری از درصد بقای بالاتر به‌عنوان ارقام مناسب کاشت در این مناطق شناخته می‌شوند (Jahanbakhsh-Godehkahriz *et al*., 2006).

Klos and Brummer در سال ۲۰۰۰ بیان داشتند که درجه حرارت محیط موفقیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را تعیین و بر ظرفیت و سرعت جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد. دماهای زیر اپیتیمم می‌توانند باعث جوانه‌زنی ضعیف بذرها شوند. آنها همچنین نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه در شرایط آزمایشگاهی در دمای پایین معیار خوبی برای سنجش استقرار در شرایط نامناسب مزرعه‌ای برای یونجه و اکثر بقولات دانه‌ای می‌باشد.

تفاوت در ارقام گندم از نظر متوسط جوانه‌زنی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است. (Clark.,1980: Lafond and Baker.,1986) تفاوت در سرعت جذب آب توسط بذر(Clark.,1980) و نوع بذر (Lafund and Baker.,1986) را از علل احتمالی این تفاوت‌ها می‌توان در نظر گرفت.

مواد و روشها

این پژوهش در سال ۱۳۸۹ در دانشکده کشاورزی کرج بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. در این آزمایش ۱۵ رقم گندم با نام‌های الموت، زرین، مرودشت، شیراز، کرج ۲، شعله، روشن کراس زمستانه، سبلان، کرج۳، الوند، امید، سرداری۱۰۱، سرداری، رصد، آذر۲ مورد بررسی قرار گرفت. بذرهای ارقام فوق در ۴ سطح دمایی ۳، ۶، ۹ و ۲۰ درجه سانتی گراد کشت شد و آزمایشات لازم روی آنها صورت گرفت.

روش کشت

برای شروع بذور ارقام گندم را پس از ضدعفونی با قارچ کش بنومیل ۲ در هزار در کاغذهای جوانه زنی که قبلا ضدعفونی شده بودند، بدین صورت که ۲ لایه کاغذ در زیر بذرها و یک لایه روی آنها گذاشته (۲۵ بذر) رول کرده وبه حالت ایستاده در انکوباتور با دماهای ۳، ۶، ۹ و۲۰ درجه سانتی گراد قرار

داده شد تا جوانه زنی انجام گیرد. برای بررسی جوانه زنی و عوامل مرتبط با آن رول‌ها هر روز بررسی شدند. ۲ هفته بعد از شروع جوانه زنی آزمایش جهت اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیکی متوقف شد.

آزمون جوانه زنی استاندارد

این آزمون به روش کاشت در لابلای کاغذ جوانه زنی انجام شد. بدین صورت که دولایه کاغذ در زیر و یک لایه بر روی بذرها قرار داده شد (ISTA., 2008). کاغذها قبل از کشت با آب مرطوب شدند و بذرها به صورت ردیفی در وسط کاغذ نهاده شدند، سپس به ظرف‌های پلاستکی دردار منتقل گردیدند. بذرها به مدت ۸ روز، ۸ ساعت در روشنایی و دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و ۱۶ ساعت در تاریکی با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند(ISTA., 2008). از هر رقم گندم ۱۰۰ عدد بذر جدا شد. سپس در ۴ تکرار در کاغذهای کشت که قبلا ضدعفونی شده بودند کشت شد. ضدعفونی کردن کاغذها با گذاشتن آنها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد.

به منظور تعیین سرعت و زمان جوانه زنی در هر آزمون به طور روزانه ظرف‌های کشت شده مورد بازدید قرار گرفته و تعداد بذرهای جوانه زده یادداشت شدند. با شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده، برخی از شاخص‌های جوانه زنی مرتبط با بنیه بذر و گیاهچه شامل موارد زیر محاسبه گردیدند:

۱- ضریب سرعت جوانه زنی نیز که مشخصه سرعت و شتاب جوانه زنی بذر است از رابطه ذیل محاسبه شد:

$$CVG = \frac{G1 + G2 + ... + Gn}{(1 \times G1) + (2 \times G2) + ... + (n \times Gn)}$$

که در این رابطه G_1-G_n تعداد بذر جوانه زده از روز اول تا آخر آزمون است (Scot and *et al*., 1984).

در پایان اجرای هر آزمون نیز تعداد کل گیاهچه‌های عادی تولید شده به‌عنوان قابلیت جوانه زنی شمارش و یادداشت برداری شد.

داده‌های حاصل به‌عنوان درصد جوانه زنی نهایی به منظور محاسبه شاخصهای زیر مورد استفاده قرار گرفتند:

۲- متوسط جوانه زنی روزانه که شاخصی از سرعت جوانه زنی روزانه است، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید:

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

در این رابطه، FGP درصد جوانه زنی نهایی و D تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه زنی نهایی (طول دوره اجرای آزمون) است (Hunter and *et al*., 1984)

پس از پایان اجرای هر آزمون تعداد بذر سخت، پوسیده، گیاهچه‌های غیر عادی و عادی شمارش و از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و طول گیاهچه، ساقه چه، ریشه چه با خط کش با دقت۱ میلی متر اندازه‌گیری شد. وزن تر گیاهچه، ساقه چه، ریشه چه با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت، وزن خشک آن‌ها نیز با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ $\pm$ گرم اندازه‌گیری شدند.

با استفاده از داده‌های طول و وزن خشک گیاهچه و قابلیت جوانه زنی شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه محاسبه گردیدند.

طول گیاهچه × قابلیت جوانه زنی = شاخص طولی بنیه گیاهچه

وزن خشک گیاهچه × قابلیت جوانه زنی = شاخص وزنی بنیه گیاهچه

نتایج و بحث

ضریب سرعت جوانه زنی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱)، اثر فاکتور رقم و اثر متقابل فاکتورهای دما و رقم در سطح احتمال ۰/۰۱ بر ضریب سرعت جوانه زنی معنی‌دار است اما اثر فاکتور دما بر ضریب سرعت جوانه زنی معنی‌دار نیست.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی(جدول ۴-۲) و معنی‌داری اثر فاکتور رقم، بالاترین میزان ضریب سرعت جوانه زنی در رقم‌های سرداری، سرداری ۱۰۱ وشعله با میانگین‌های

به ترتیب۰/۳۹۲۸، ۰/۳۹۱۹ و ۰/۳۹۱۶ بدست آمد که در گروه برتر آماری (a) و به همراه رقم‌های الوند، رصد، سبلان، آذر ۲ و کرج ۳ با میانگین‌های به ترتیب ۰/۳۹۱۵، ۰/۳۹۱۳، ۰/۳۹۰۳، ۰/۳۹۰۱ و ۰/۳۸۸۷ در گروه‌های مشترک قرار گرفتند. پایینترین میزان ضریب سرعت جوانه زنی نیز در رقم‌های الموت، زرین و کرج ۲ با میانگین‌های به ترتیب ۰/۳۸۴۹، ۰/۳۸۴۹و ۰/۳۸۵۳ بدست آمد که در گروه آماری (d) و به همراه رقم‌های روشن کراس، شیراز و امید با میانگین‌های به ترتیب ۰/۳۸۶۲، ۰/۳۸۶۵ و ۰/۳۸۷ در گروه‌های مشترک قرار گرفتند. Klos and Brummer در سال ۲۰۰۰ بیان داشتند که درجه حرارت محیط موفقیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را تعیین می‌کند و بر ظرفیت و سرعت جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد بویژه دماهای زیر اپتیمم می‌توانند باعث جوانه‌زنی ضعیف بذرها شوند.

درصد جوانه زنی نهایی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱)، اثر فاکتور دما و اثر فاکتور رقم در سطح احتمال ۰/۰۱و اثر متقابل فاکتورهای دما و رقم در سطح احتمال ۰/۰۵ بر درصدجوانه زنی نهایی معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی(جدول ۴-۲) و معنی‌داری اثر فاکتور دما، بالاترین میزان درصدجوانه زنی نهایی در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با میانگین ۸۹ درصد بدست آمد که در گروه برتر آماری (a) قرار گرفت. پایینترین میزان درصدجوانه زنی نهایی نیز در دمای۳ درجه سانتیگراد با میانگین ۷۲ درصد بدست آمد که در گروه آماری (d) و متفاوت با سه دمای دیگر قرار گرفت. دماهای۹ و ۶ درجه سانتیگراد هم با میانگین‌های به ترتیب ۸۲ و۷۹ درصددر گروه‌های آماری متفاوت (b) و (c) و بین دو دمای قبلی قرار گرفتند. در این تحقیق مشاهده شد که ارقام مختلف از نظر درصد جوانه زنی نهایی دارای متفاوت می‌باشند که این نتیجه با یافته‌های بدست آمده توسط روبرت و همکاران (۲۰۰۸) همسو می‌باشد. به علاوه نتایج نشان داد که در ارقام مورد بررسی با افزایش دما به۲۰ درجه سانتی گراد، وضعیت جوانه زنی مطلوب تر است که این یافته توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Nyachiro *et al*. 2002).

متوسط جوانه زنی روزانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱)، اثر فاکتور دما و اثر فاکتور رقم در سطح احتمال ۰/۰۱و اثر متقابل فاکتورهای دما و رقم در سطح احتمال ۰/۰۵ بر متوسط جوانه زنی روزانه معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی(جدول ۴-۲) و معنی‌داری اثر فاکتور دما، بالاترین میزان متوسط جوانه زنی روزانه در دمای۲۰ درجه سانتیگراد با میانگین ۶/۳۷۶ بذر در روز بدست آمد که در گروه برتر آماری (a) قرار گرفت. پایینترین میزان متوسط جوانه زنی روزانهنیز در دمای۳ درجه سانتیگراد با میانگین ۵/۱۰۹ بذر در روزبدست آمد که در گروه آماری (d) و متفاوت با سه دمای دیگر قرار گرفت. دماهای۹ و ۶ درجه سانتیگراد هم با میانگین‌های به ترتیب ۵/۸۳۷ و۵/۶۲۸ بذر در روزدر گروه‌های آماری متفاوت (b) و (c) و بین دو دمای قبلی قرار گرفتند. معنی‌دار بودن اثرات متقابل دما و رقم در رابطه با ویژگی‌های جوانه زنی حاکی از متفاوت بودن میزان تغییرات هر یک از این ویژگی‌ها دست کم در تعدادی از ارقام مورد مطالعه به ازای مقدار معینی تغییر در دمای محیط می‌باشد که با نتایج سایر محققین از جمله Kamaha و Maguire در سال ۱۹۹۲ و Wade و همکاران در سال ۱۹۹۳ مطابقت دارد. بنابراین، میانگین تغییرات هر یک از این ویژگی‌ها در کل ارقام قابل تعمیم به یکایک ارقام مورد مطالعه نمی باشد. همچنین، با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل نمی توان ویژگی‌های جوانه زنی ارقام را بر اساس مقدار میانگین کل تیمارهای دمایی با یکدیگر مقایسه کرد.

شاخص طولی بنیه گیاه چه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱)، اثر فاکتور دما، اثر فاکتور رقم و اثر متقابل فاکتورهای دما و رقم در سطح احتمال ۰/۰۱ بر شاخص طولی بنیه گیاه چه معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی (جدول ۴-۲) و معنی‌داری اثر فاکتور دما، بالاترین میزان شاخص طولی بنیه گیاه چه در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با میانگین ۸۰۷/۴۴ بدست آمد که در گروه برتر آماری (a) قرار گرفت. پایینترین میزان شاخص طولی بنیه گیاه چه نیز در دمای۳ درجه سانتیگراد با میانگین ۲۱۱/۳۰ بدست آمد که در گروه آماری (d) و متفاوت با سه دمای دیگر قرار گرفت. دمای ۹ و ۶ درجه سانتیگراد هم با میانگین‌های به ترتیب ۷۵۴/۴۴ و ۴۷۴/۶۴ در گروه‌های آماری به ترتیب (b) و (c) بین دودمای قبلی قرار گرفتند. عکس العمل متفاوت ارقام مختلف به دماهای پایین که در این تحقیق مشاهده شد در راستای نتایج بدست آمده توسط سایر محققان می‌باشد (Addae, P. C., and C. J. Pearson,1992: M. J., and R. Luck. 1991). Boubaker و Yamada در سال ۱۹۹۱ اظهار داشتند که از عکس العمل متفاوت ارقام می‌توان به‌عنوان یک معیار جهت گرینش ارقام مقاوم به سرما استفاده نمود.

شاخص وزنی بنیه گیاه چه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۱)، اثر فاکتور دما، اثر فاکتور رقم و اثر متقابل فاکتورهای دما و رقم در سطح احتمال ۰/۰۱ برشاخص وزنی بنیه گیاه چه معنی‌دار بود.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی (جدول ۴-۲) و معنی‌داری اثر فاکتور دما، بالاترین میزان شاخص وزنی بنیه گیاه چه در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد با میانگین۱۸/۰۳بدست آمد که در گروه برتر آماری (a) قرار گرفت. پایینترین میزان شاخص وزنی بنیه گیاه چه نیز در دماهای ۶ و۳ درجه سانتیگراد با میانگین‌های به ترتیب ۳/۶۷ و ۳/۷۹ بدست آمد که در گروه آماری (c) و متفاوت با دودمای دیگر قرار گرفتند. دمای ۹ درجه سانتیگراد هم با میانگین۹/۸۴در گروه آماری (b) و بین سه دمای قبلی قرار گرفت. گزارش شده است که در دماهای نسبتا پایین رشد گیاهچه و ریشه دهی گیاهان کاهش می‌یابد (Cutforth *et al*., 1986; Stamp *et al*., 1984). با این وجود رشد ریشه نسبت به شاخص وزن گیاهچه بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Kaspar and Bland., 1992). در اثر تغییرات ایجاد شده به واسطه دماهای پایین، ظرفیت ریشه برای جذب آب و مواد معدنی مانند فسفر (MacKay and Barber., 1984)، پتاسیم (Steffens., 1986) و در نهایت رشد گیاه کاهش می‌یابد (Blum., 1988).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع و با توجه به نتایج این تحقیق و گزارشهای قبلی مشخص می‌شود که خصوصیات جوانه زنی با افت دما کاهش می‌یابد. ارقامی که در مواجهه با دماهای پایین ضریب سرعت جوانه زنی بالا و شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه بالایی دارند بهتر مقابله می‌کنند و رشد بهتری دارند. ازنظر تاثیر تنش برجوانه زنی، ارقام سرداری و سرداری ۱۰۱ بطور کل واکنش مطلوب تری نسبت به سایر ارقام از خود نشان دادند. در تحقیقات اصلاحی توانایی‌های ویژه ی ارقام در مواجهه با هریک از انواع تنش در مراحل مختلف رشد بسایر مهم است و پیشنهاد میگردد صفات جوانه زنی در انتخاب ارقام مقاوم به سرما مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تحقیق

Table 1: Analysis of variance for studied traits in research

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)	درصدجوانه زنی نهایی (FGP)	متوسط جوانه زنی روزانه (MDG)	شاخص طولی بنیه گیاه چه (LSVI)	شاخص وزنی بنیه گیاه چه (WSVI)
تکرار (replication)	3	0.0000164^{ns}	2075.37**	10.58**	2796.19^{ns}	3.40
دما (Temprature)	3	0.0000164^{ns}	3231.11**	16.47**	4542574.06**	2755.42
رقم (Variety)	14	0.0001259**	1288.95**	6.57**	115434.99**	72.24
دما × رقم (Variety× Temprature)	42	0.0000511**	83.68*	0.42*	34207.84**	19.00
خطا (Error)	177	0.0000268	52.23	0.26	4267.63	2.67
CV%	---	1.33	8.99	8.99	11.63	18.49

- ** و * و ns به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار، وجود تفاوت معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

1% levels of probability respectively and: Nonsignificant and significant at 5% ** and *ns,

جدول ۲-: مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش (اثرات اصلی)

Table 2: mean comparison of experimental characters (The main effects)

تیمار	Treatment	ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)	درصدجوانه زنی نهایی (FGP) (٪)	متوسط جوانه زنی روزانه (MDG) (جوانه زده در روز)	شاخص طولی بنیه گیاه چه (LSVI)	شاخص وزنی بنیه گیاه چه (WSVI)
t1 (دمای ۲۰ درجه)	temperature ۲۰°C	0.3886^{a}	89^{a}	6.376a	807.44^{a}	18.03^{a}
t2 (دمای ۹ درجه)	temperature ۹°C	0.3881^{a}	82^{b}	5.837b	752.44^{b}	9.84^{b}
t3 (دمای ۶ درجه)	temperature ۶°C	0.3894^{a}	79^{c}	5.628c	474.64^{c}	3.79^{c}
t4 (دمای ۳ درجه)	temperature ۳°C	0.3886^{a}	72^{d}	5.109d	211.30^{d}	3.67^{c}
v_1 (رقم الموت)	Alamoot	0.3849^{d}	69^{ef}	4.928^{ef}	523.04^{cd}	8.90^{cd}
v_2 (رقم زرین)	Zarrin	0.3849^{d}	78^{cd}	5.607^{cd}	521.68^{cd}	7.31^{ef}
v_3 (رقم مرودشت)	Marvdasht	0.3874^{bcd}	78^{cd}	5.606^{cd}	471.75^{de}	8.05^{de}
v_4 (رقم شیراز)	Shiraz	0.3865^{cd}	73d^{e}	5.213^{de}	503.28^{cde}	6.55^{fg}
v_5 (رقم کرج۲)	Karaj ۲	0.3853^{d}	68^{ef}	4.875^{ef}	503.63^{cde}	8.78^{cd}
v_6 (رقم شعله)	Sholeh	0.3916^{a}	66^{f}	4.749^{f}	467.45^{e}	7.35^{ef}
v_7 (رقم روشن کراس)	Roshan keras	0.3862^{cd}	77^{cd}	5.535^{cd}	510.92^{cde}	5.94^{g}
v_8 (رقم سبلان)	Sabalan	0.3903^{abc}	85^{b}	6.106^{b}	553.96^{c}	8.47^{cde}
v_9 (رقم کرج۳)	Karaj ۳	0.3887^{abcd}	80^{c}	5.713^{c}	515.62^{cde}	7.23^{ef}
v_{10} (رقم الوند)	Alvand	0.3915^{ab}	90^{ab}	6.446^{ab}	637.83^{b}	10.35^{b}
v_{11} (رقم امید)	Omid	0.3871^{cd}	75^{cd}	5.356^{cd}	488.89^{de}	7.18^{ef}
v_{12} (رقم سرداری۱۰۱)	Sardari ۱۰۱	0.3919^{a}	92^{a}	6.572^{a}	710.62^{a}	12.47^{a}
v_{13} (رقم سرداری)	Sardari	0.3928^{a}	91^{a}	6.517^{a}	674.78^{ab}	12.00^{a}
v_{14} (رقم رصد)	Rasad	0.3913^{a}	91^{a}	6.498^{a}	679.58^{ab}	12.43^{a}
v_{15} (رقم آذر۲)	Azar ۲	0.3901^{ab}	89^{ab}	6.339^{ab}	658.83^{b}	9.60^{bc}

درهر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ % می‌باشند.

means within the same column and factors, followed by the same letter aren't significantly difference

جدول ۳-: مقایسه میانگین اثرات متقابل

Table 3: Mean comparison interaction

تیمار		Treatment	ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)	درصدجوانه زنی نهایی (FGP) (٪)	متوسط جوانه زنی روزانه (MDG) (جوانه زده در روز)	شاخص طولی بنیه گیاه چه (LSVI)	شاخص وزنی بنیه گیاه چه (WSVI)
v_1 (رقم الموت)	temperature ۲۰ °C t_1 (دمای ۲۰ درجه)	Alamoot	0.3910^{a}	85^{b}	6.070^{b}	946.33^{a}	22.66^{a}
v_2 (رقم زرین)		Zarrin	0.3910^{a}	87^{ab}	6.215^{ab}	799.68^{c}	18.24^{bc}
v_3 (رقم مرودشت)		Marvdasht	0.3862^{ab}	89^{a}	6.357^{a}	700.12^{d}	15.87^{d}
v_4 (رقم شیراز)		Shiraz	0.3875^{a}	88^{a}	6.285^{a}	782.64c	16.32^{cd}
v_5 (رقم کرج۲)		Karaj ۲	0.3832^{b}	85^{b}	6.072^{b}	808.94^{c}	17.60^{c}
v_6 (رقم شعله)		Sholeh	0.3900^{a}	74^{c}	5.285^{c}	837.40^{b}	17.40^{c}
v_7 (رقم روشن کراس)		Roshan keras	0.3885^{a}	86^{b}	6.142^{b}	735.31^{cd}	15.87^{d}
v_8 (رقم سبلان)		Sabalan	0.3865^{a}	90^{a}	6.430^{a}	797.76^{c}	17.52^{c}
v_9 (رقم کرج۳)		Karaj ۳	0.3855^{b}	92^{a}	6.572^{a}	678.72^{d}	14.64^{d}
v_{10} (رقم الوند)		Alvand	0.3892^{a}	97^{a}	6.927^{a}	823.25^{b}	18.00^{c}
v_{11} (رقم امید)		Omid	0.3892^{a}	86^{b}	6.142^{b}	667.23^{d}	14.72^{d}
v_{12} (رقم سرداری۱۰۱)		Sardari ۱۰۱	0.3895^{a}	93^{a}	6.642^{a}	908.25^{ab}	20.50^{ab}
v_{13} (رقم سرداری)		Sardari	0.3927^{a}	97^{a}	6.927^{a}	819.50^{bc}	19.00^{b}
v_{14} (رقم رصد)		Rasad	0.3905^{a}	94^{a}	6.712^{a}	849.00^{b}	20.75^{a}
v_{15} (رقم آذر۲)		Azar ۲	0.3892^{a}	96^{a}	6.857^{a}	957.50^{a}	21.50^{a}
v_1 (رقم الموت)	temperature ۹ °C t_2 (دمای ۹ درجه)	Alamoot	0.3777^{c}	۷۰^{cd}	5.000^{cd}	612.72^{de}	5.72^{fg}
v_2 (رقم زرین)		Zarrin	0.3775^{c}	۷۸^{b}	5.570^{b}	677.12^{c}	3.17^{h}
v_3 (رقم مرودشت)		Marvdasht	0.3835^{bc}	۷۷^{bc}	5.500^{bc}	779.68^{b}	11.44^{c}
v_4 (رقم شیراز)		Shiraz	0.3907^{a}	۸۱^{b}	5.785^{b}	816.42^{b}	5.75^{f}
v_5 (رقم کرج۲)		Karaj ۲	0.3870^{b}	۷۳^{c}	5.212^{c}	720.80^{c}	11.60^{c}
v_6 (رقم شعله)		Sholeh	0.3960^{a}	٦۰^{d}	4.285^{d}	530.64^{e}	9.18^{d}
v_7 (رقم روشن کراس)		Roshan keras	0.3890^{ab}	۸۰^{b}	5.712^{b}	658.77^{cd}	4.95^{gh}
v_8 (رقم سبلان)		Sabalan	0.3905^{a}	۸۷^{ab}	6.212^{ab}	708.81^{c}	8.60^{de}
v_9 (رقم کرج۳)		Karaj ۳	0.3902^{a}	۷۹^{b}	5.642^{b}	775.06^{b}	9.68^{cd}
v_{10}(رقم الوند)		Alvand	0.3895^{a}	۹۳^{a}	6.645^{a}	984.24^{a}	15.96^{a}
v_{11} (رقم امید)		Omid	0.3865^{b}	۸۰^{b}	5.712^{b}	621.18^{d}	7.35^{ef}
v_{12} (رقم سرداری۱۰۱)		Sardari ۱۰۱	0.3935^{a}	۹٤^{a}	6.715^{a}	1015.75^{a}	16.75^{a}
v_{13} (رقم سرداری)		Sardari	0.3937^{a}	۹۲^{a}	6.570^{a}	821.00^{b}	15.35^{ab}
v_{14} (رقم رصد)		Rasad	0.3905^{a}	۹۲^{a}	6.570^{a}	825.25^{b}	14.00^{b}
v_{15} (رقم آذر۲)		Azar ۲	0.3865^{b}	۹۰^{a}	6.430^{a}	739.20^{bc}	8.20^{e}

درهر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ % می‌باشند.

means within the same column and factors, followed by the same letter aren't significantly difference

جدول ۳-: ادامه مقایسه میانگین اثرات متقابل

Table 3: Mean comparison interaction (continued)

شاخص وزنی بنیه گیاه چه (WSVI)	شاخص طولی بنیه گیاه چه (LSVI)	متوسط جوانه زنی روزانه (MDG) (جوانه زده در روز)	درصدجوانه زنی نهایی (FGP) (٪)	ضریب سرعت جوانه زنی (CVG)	Treatment	تیمار	
4.29^{b}	374.68^{d}	4.857^{c}	٦٨^{c}	0.3865^{ab}	Alamoot	v_1 (رقم الموت)	t_3 (دمای ۶ درجه) temperature ۶ °C
4.20^{bc}	450.12^{cd}	5.787^{b}	٨١^{b}	0.3897^{a}	Zarrin	v_2 (رقم زرین)	
2.31^{c}	211.68^{f}	5.427^{b}	٧٦^{b}	0.3895^{a}	Marvdasht	v_3 (رقم مرودشت)	
2.28^{c}	289.80^{ef}	4.712^{cd}	٦٦^{cd}	0.3867^{a}	Shiraz	v_4 (رقم شیراز)	
4.12^{c}	373.35^{de}	4.215^{d}	٥٩^{d}	0.3870^{a}	Karaj ۲	v_5 (رقم کرج۲)	
1.25^{d}	374.76^{d}	4.930^{c}	٦٩^{c}	0.3915^{a}	Sholeh	v_6 (رقم شعله)	
1.00^{d}	509.00^{b}	5.282^{bc}	٧٤^{bc}	0.3795^{b}	Roshan keras	v_7 (رقم روشن کراس)	
3.98^{c}	471.24^{c}	6.072^{a}	٨٥^{a}	0.3935^{a}	Sabalan	v_8 (رقم سبلان)	
2.09^{cd}	410.11^{d}	5.640^{b}	٧٩^{b}	0.3935^{a}	Karaj ۳	v_9 (رقم کرج۳)	
4.07^{c}	514.28^{b}	6.285^{a}	٨٨^{a}	0.3922^{a}	Alvand	v_{10}(رقم الوند)	
3.52^{c}	503.00^{bc}	5.142^{c}	٧٢^{c}	0.3855^{b}	Omid	v_{11} (رقم امید)	
3.60^{c}	554.14^{ab}	6.645^{a}	٩٣^{a}	0.3922^{a}	Sardari ۱۰۱	v_{12} (رقم سرداری۱۰۱)	
6.42^{ab}	786.75^{a}	6.715^{a}	٩٤^{a}	0.3932^{a}	Sardari	v_{13} (رقم سرداری)	
7.15^{a}	703.50^{a}	6.712^{a}	٩٤^{a}	0.3902^{a}	Rasad	v_{14} (رقم رصد)	
4.83^{b}	593.17^{b}	6.000^{ab}	٨٤^{ab}	0.3905^{a}	Azar ۲	v_{15} (رقم آذر۲)	
2.92^{b}	158.44^{d}	3.787^{d}	٥٣^{d}	0.3845^{b}	Alamoot	v_1 (رقم الموت)	t_4 (دمای ۳ درجه) temperature ۳ °C
3.62^{b}	159.80^{d}	4.857^{c}	٦٨^{c}	0.3815^{b}	Zarrin	v_2 (رقم زرین)	
2.58^{b}	195.51^{cd}	5.142^{b}	٧٢^{b}	0.3905^{a}	Marvdasht	v_3 (رقم مرودشت)	
1.84^{b}	124.26^{d}	4.070^{d}	٥٧^{d}	0.3812^{b}	Shiraz	v_4 (رقم شیراز)	
1.78^{bc}	111.42^{d}	4.002^{d}	٥٦^{d}	0.3842^{b}	Karaj ۲	v_5 (رقم کرج۲)	
1.54^{c}	126.99^{d}	4.497^{c}	٦٣^{c}	0.3890^{a}	Sholeh	v_6 (رقم شعله)	
1.92^{b}	140.60^{d}	5.002^{b}	٧٠^{b}	0.3880a^{b}	Roshan keras	v_7 (رقم روشن کراس)	
3.76^{b}	238.04^{c}	5.712^{ab}	٨٠^{ab}	0.3910^{a}	Sabalan	v_8 (رقم سبلان)	
2.52^{b}	198.60^{c}	5.000^{bc}	٧٠^{bc}	0.3857^{b}	Karaj ۳	v_9 (رقم کرج۳)	
3.35^{b}	229.54^{c}	5.927^{a}	٨٣^{a}	0.3950^{a}	Alvand	v_{10}(رقم الوند)	
3.13^{b}	164.16^{d}	4.430^{cd}	٦٢^{cd}	0.3867^{b}	Omid	v_{11} (رقم امید)	
9.02^{a}	364.32^{a}	6.287^{a}	٨٨^{a}	0.3925^{a}	Sardari ۱۰۱	v_{12} (رقم سرداری۱۰۱)	
7.22^{a}	271.86^{bc}	5.857^{a}	٨٢^{a}	0.3915^{a}	Sardari	v_{13} (رقم سرداری)	
7.80^{a}	340.56^{ab}	6.000^{a}	٨٤^{a}	0.3942^{a}	Rasad	v_{14} (رقم رصد)	
3.86^{b}	345.46^{a}	6.070^{a}	٨٥^{a}	0.3942^{a}	Azar ۲	v_{15} (رقم آذر۲)	

در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ % می‌باشند.

means within the same column and factors, followed by the same letter aren't significantly difference

منابع References

کریمی، ه. ۱۳۷۱. گندم، جلد اول. لنتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران.

نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. ۱.، کاشانی. ع. ۱۳۸۴، زراعت غلات، جلد ششم. انتشارات دانشگاه شهید چمران.

Addae, P. C., and C. J. Pearson, (1992). Thermal requirement for germination and seedling growth of wheat Aust J. Argric. Res. 43: 585-594.

Blum, A., 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Boubaker,M., and T. Yamada, 1991, Screening spring wheat genotypes(Triticum sp.) for seedling emergence under optimal and sup-optimal temperature conditions. Jap. J. of Breeding. 41:381-387

Clark, J. M. (1980). Measurement of relative water uptake rates of wheat seeds using agar media. Can. J. Plant. Sci. 21: 1035-1038.

Cutforth HM, Shaykewich CF, Cho CM (1986) Effect of soil water and temperature on corn (*Zea mays* L.) root growth during emergence. *Canadian Journal of Soil Science* 66, 51-58.

Fowler , D,B and L. V. Gusta. 1979. Selection for winter hardiness in wheat I. Identification of genotypic variability. Crop Sci. 19: 769-772.

Hunter, E. A., Glasbey, C. A. and Naylor, R. E. L. 1984. The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 102:207-213.

ISTA. 2008. Handbook of Vigour Test Methods (ed. D. A. Fiala), 2nd edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Jahanbakhsh-Godehkahriz, S., Karimzadeh, G., and Rastegar, F. 2006. Low temperature-induced accumulation of, and SDS-PAGE changes in soluble proteins in the leaves of spring and winter wheat genotypes. Journal of Agricultural Science, 16: 4. 73-83. (In Persian with English Abstract).

Kamaha, C. and Maguire, Y. D. 1992. Effect of temperature on germination of six winter wheat cultivars. Seed Sci. Technol. 20:181-185.

Kaspar, T. C., and W. L. Bland. 1992. Soil temperature and root growth. Soil Sci. 154:290-299.

Klos, K. L. E. and Brummer, E. C. (2000). Field Response to Selection in Alfalfa for Germination Rate and Seedling Vigor at Low Temeratures. Crop science (40) 1227-1232.

Lafond, G. P., and R. J. Baker. (1986). Effects of temperature, moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheat cultivars. Crop Sci. 26:563-567.

Mackay, A. D., and S. A. Barber. 1984. Soil temperature effects on root growth and phosphorus uptake by corn. *Soil Science Society of America Journal* 48: 818–823.

Mackay, A. D., and S. A. Barber. 1984. Soil temperature effects on root growth and phosphorus uptake by corn. *Soil Science Society of America Journal* 48: 818–823.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science, 2:176-177.

Nyachiro, J. M., F. R. Clarke, R. M. Depauw, E. Knoxr and K. C. Armstrong. 2002. Int'l. Symp. on Pre-harvest Sprouting in Cereals. 126(151): 123-127.

Poysa. V. W.,1984. The genetic control of low temperatures ice – encasement and flooding tolerance by chromosomes 5A,5B , and 5D in wheat. Cereal. Res.communications. 12: 3-4: 135-141.

Robert E., L. Naylor and M. Gurmu. 2008. Seed vigor and water relations in wheat. Ann. Appld. Biol. 117:441-447 .

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

Stamp P. 1984. Chilling tolerance of young plants demonstrated on the example of maize (Zea mays L.). Journal of Agronomy and Crop Science 7, (supplement) 1–83.

Steffens, D. 1986. Root System and Potassium Exploitation. In Nutrient Balances and the Need for Potassium. pp 97-108. International Potash Institute, Berne, Switzerland.

Wade, L. J., Hammer, G. L., and Davey, M. A. 1993. Response of germination to temperature amongst diverse sorghum hybrids. Field Crop Res. 31: 295-308.

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۴۷-۳۵

بررسی اثر تنش خشکی و ارزیابی شاخصهای تحمل به خشکی در گندم (*Triticum aestivum* L.)

Effect of drought stress and evaluation of drought tolerance indexes in wheat (*Triticum aestivum* L.)

امین آزادی[۱]، آرش روزبهانی*[۲]و مهدی صادقی شعاع[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۵

چکیده

تنش خشکی یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد و اجزای عملکرد محصولات زراعی می‌باشد، لذا به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم بر اساس شاخصهای حساسیت و تحمل به تنش، آزمایشی بصورت کرتهای نواری در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۸۸ در موسسه اصلاح کرج اجرا شد. دراین آزمایش، تیمارهای آبیاری شامل ۴سطح وارقام گندم شامل ۱۱ سطح بترتیب بعنوان سطوح فاکتور افقی (A) و عمودی (B) منتسب شدند. عملیات کاشت بصورت ۶ ردیف درهر پلات با استفاده از ردیفکار غلات با فاصله ردیف حدود ۱۵سانتیمتر صورت پذیرفت. آبیاری در این روش، آبیاری بارانی بصورت بارانی تک شاخه روی ارقام گندم بود. بنابراین باتوجه به الگوی پخش آب و بدون احتساب بارندگیها میزان حجمی تیمارهای آب آبیاری مصرف شده در طول فصل کشت براساس متر مکعب در این آزمایش بترتیب عبارت بودند از: تیمارآبی a۱=۵۷۰۰، تیمارآبی a۲=۴۵۰۰، تیمارآبی a۳=۳۰۰۰، تیمارآبی a۴=۲۱۰۰. بمنظور ارزیابی تحمل ومقاومت به تنش خشکی ارقام از شاخصهای حساسیت به تنش (SSI)، تحمل (TOL)، میانگین حسابی بهروری (MP)، میانگین هندسی (GMP) و شاخص تحمل به تنش (STI) استفاده شد. نتایج نشان داد که شاخصهای MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی‌داری با پتانسیل عملکرد (Yp) وعملکرد دانه در محیط‌های تنش (ملایم Ys1، متوسط Ys2 و شدید Ys3) داشتند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی وپر محصول برای هر دوشرایط بکار روند. رسم نمودارهای دو بعدی این شاخصها نشان داد که ارقام سرداری وآذر۲ دارای عملکرد بالایی در هر دومحیط می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: گندم، تنش خشکی، شاخصهای حساسیت و تحمل به تنش

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نبات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، شهرری، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نبات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، رودهن، ایران aroozbahani@gmail.com
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران

مقدمه

گندم معمولی (Triticum aestivam) در سطح وسیعی از جهان پیرامون ما کشت می‌شود و احتمالا یکی از اولین گیاهانی است که بوسیله انسان زراعت شده است. همچنین بیشتر زمینهای جهان به تولید گندم اختصاص یافته است تا محصولات تجاری دیگر (Heyne,1978). سطح زیرکشت گندم درجهان طی سالهای ۱۹۹۸تا ۲۰۰۰ (۱۳۶۷تا۱۳۷۹) بین ۲۱۷ تا ۲۳۱ میلیون هکتار متغیر وبطور متوسط سالیانه ۱۵ تا۱۶ درصد زمینهای زیر کشت جهان به این محصول اختصاص می‌یابد. (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۱). درخاورمیانه گندم درکشورهایی نظیرایران، ترکیه، سوریه، افغانستان وعراق بمقدار زیاد کشت می‌شود. (CIMMYT,1981) برطبق آمار سال زراعی۱۳۸۳-۱۳۸۲مرکزآمار ایران هم اکنون در کشور ما ایران از حدود۱۴۴۶۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت کل محصولات زراعی وباغی، گندم با سطح زیر کشت حدود ۶۶۰۵۳۲۰ هکتار (۲۵۴۷۶۳۲هکتار آبی و ۴۰۵۷۶۸۸ هکتار دیم) و تولید حدود ۱۴۵۶۸۴۸۱ تن (۹۷۵۰۳۰۵ تن آبی و ۴۸۱۸۱۷۶ تن دیم) در سال جایگاه اول را بخود اختصاص داده است.

بخش عمده‌ای از غذای دنیا توسط محصولاتی تامین می‌گردد که در مناطق مورد کشت آنها بارندگی محدودی در فصل رویش وجود داشته و یا اینکه محصولات کشت شده از رطوبت ذخیره خاک استفاده می‌کنند(عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۷۶). در حدود ۱/۳ زمینهای قابل کشت از مقدار نامناسب آب رنج می‌برند و عملکرد محصولات تولید شده بخاطر خشکی کاهش پیدا کرده است. (Kramer,1980). برخی از محققین خشکی را بعنوان نبود یا کمبود رطوبت در مراحل حساس رشد گیاه تعریف نموده اند(Viets,197). اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی موضوعی است که در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی مورد مطالعه قرار گرفته است ولی موفقیت در این زمینه محدود بوده است. (عبدمیشانی و بوشهری، ۱۳۷۶).

فرناندز (۱۹۹۲) براساس واکنش به شرایط محیطی تنش یا بدون تنش، ژنوتیپ‌ها را به ۴ گروه تقسیم بندی کرد:

۱- گروه A: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عملکرد بالایی دارند.

۲- گروه B: ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش یا نرمال عملکرد بالایی دارند.

۳- گروه C: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد بالایی دارند. این ژنوتیپ‌ها اساسا به شرایط محیطی مناسب حساس بوده و به علت ورس، رشد رویشی زیاد یا ابتلا به آفات و بیماریها در شرایط مطلوب عملکرد کمتری تولید می‌کنند.

۴- گروه D: ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی دارند.

مناسبترین معیار، معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروهها باشد (Fernandez,1992). شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی عکس العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تبیین تفاوت و حساسیت آنها ارائه شده است. روزیل و هامبلین(۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL) و میانگین حسابی بهره‌وری (MP) را معرفی نمودند. شاخص تحمل عبارتست از اختلاف عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش. در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص تحمل، مقدار بالای این شاخص نشانه حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش می‌باشد و انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس مقدار کم این شاخص است. بعبارت دیگر هر چه مقدار حاصله کوچکتر باشد، ژنوتیپ مورد مطالعه محتملتر و مطلوبتر است. گزینش براساس این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه پایین تحت شرایط بدون تنش و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می‌شود. در اغلب آزمایشات مقایسه عملکرد همبستگی بین (Yp,TOL) مثبت و همبستگی بین (Ys,TOL) منفی می‌باشد بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از C نمی باشد. شاخص میانگین حسابی بهروری عبارتست از میانگین مجموع عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش این شاخص تمایل به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایینتر دارد. در اغلب آزمایشات مقایسه عملکرد همبستگی بین

(Yp,MP) و (Ys,MP) مثبت می‌باشد بنابراین گزینش براساس این شاخص (MP) باعث افزایش متوسط عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش می‌شود و در نهایت با انتخاب برای مقادیر بالاتر این شاخص (MP) می‌توان ژنوتیپ‌های مقاومتر بدست آورد.

فیشر و مائورر(۱۹۷۸) برای تعیین تحمل نسبی تنش در ژنوتیپ‌های مورد استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI) استفاده کردند. این شاخص به طور مستقل برای هر یک از محیط‌ها از متوسط ژنوتیپ‌ها بدست می‌آیدهر چه مقدار Ys به Yp نزدیکتر باشد، حساسیت رقم به خشکی کمتر است در نتیجه مقدار SSI آن رقم کوچکتر است. D نشان دهنده شدت خشکی در محیط آزمایش می‌باشد. بر طبق فرمول مقدار SSI کوچکتر از یک نشان دهنده مقاومت بیشتر به خشکی است. مقاومت یا حساسیت نسبی ارقام به خشکی را می‌توان از مقایسه مقادیر S ارقام تعیین کرد. مقدار کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کمتر عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب و در نتیجه پایداری بیشتر آن است. با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه ۲و۳ از سایر ژنوتیپ‌ها قابل تمایز می‌باشند.

فرناندز(۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش(STi) را که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، معرفی نمود در این شاخصYp و Ys بترتیب میانگین هرژنوتیپ تحت شرایط مطلوب و تنش و Y_p^2 مربع میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است. براساس این شاخص ژنوتیپ‌های پایدارتر STi بالاتری دارند. بنابراین انتظار می‌رود با این شاخص ژنوتیپ‌هایی که تحت هر ۲ شرایط عملکرد بالایی دارند معرفی شوند. این شاخص قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از C,B تشخیص دهد.

فرناندز(۱۹۹۲) شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی بهروری (GMP) که از رابطه زیر محاسبه می‌شود، معرفی کرد. این شاخص حساسیت کمتری به مقادیربسیار متفاوت Yp,Ys دارد. در حالیکه شاخص (MP) هنگامیکه اختلاف نسبی بین Y_S , Y_P زیاد باشد دارای اریبی به طرف بالای Y_s خواهد بود. بنابراین شاخص GMP، شاخص بهتری نسبت به MP می‌باشد و این شاخص قادر به تفکیک گروه A از سایر گروهها می‌باشد.

برای تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی طبق نظر فرناندز(۱۹۹۲) باید شاخص انتخاب شود که دارای همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش باشد.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم براساس شاخصهای حساسیت و تحمل، طرحی بصورت کرتهای نواری در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال زراعی ۸۹-۸۸ در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج بخش غلات اجرا شده است. فاکتور افقی (A) تیمارهای آبیاری دارای ۴سطح (اپتیمم (a۱)، تنش ملایم (a۲)، تنش متوسط(a۳) و تنش شدید (a۴)) و فاکتور عمودی (B) ارقام گندم دارای ۱۱ سطح (گاسپارد، سایسون، MV -۱۷، بزوستایا، شهریار، زرین، توس، بک کراس روشن، الوند، آذر۲ و سرداری) بودند. این موسسه در جاده محمد شهر با مختصات ′۴۹ ° ۳۵ عرض شمالی و ′۶ ° ۵۱ طول شرقی دارد. این منطقه با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا دارای آب و هوای معتدل سرد و متوسط بارندگی سالانه حدود mm ۳۲۰ می‌باشد. خاک این منطقه رسی شنی می‌باشد.

عملیات آماده سازی زمین گندم شامل شخم، دیسک، هرس و تسطیح می‌باشد که این عملیات در تابستان ۸۳ صورت پذیرفت. ۱۱ رقم از میان کلیه ارقام گندم انتخاب شد. عملیات کاشت در ۲۸ آبانماه بصورت ۶ردیف در هر پلات با استفاده از ردیفکار غلات با فاصله ردیف حدود cm ۱۵ صورت پذیرفت. طول و عرض هر پلات اصلی بترتیب ۸ و ۱/۱ متر در نظر گرفته شد.

آبیاری در این روش، آبیاری بارانی بصورت بارانی تک شاخه (line source sprinkler) روی ارقام گندم می‌باشد. بطوریکه با توجه به الگوی پخش آب در این سیستم در نزدیک لاین

سورس حداکثر آب و با دور شدن از آن مقدار آب کاهش می‌یابد. و بدین ترتیب چهار تیمار آبی انتخاب شد. بدین صورت که هر پلات عمودی، خود به صورت سیستماتیک به ۴ قسمت مساوی تقسیم شد. مدت هر آبیاری ۳ ساعت با فشار ۲ اتمسفر در نظر گرفته شد. فاصله هر دواسپرینکلر (sprinkler) از هم ۶ متر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان آبی که وارد خاک می‌شود از can یا قوطی‌های مخصوص استفاده شد. بدین طریق که در ابتدای هر پلات افقی یک کن قرار داده شد تا میزان آبی که هر پلات افقی دریافت می‌کند اندازه‌گیری شود. مقدارآب تجمع یافته درکن هابوسیله استوانه مدرج بعد ازهر آبیاری برحسب میلی لیتر اندازه‌گیری شد.

کلا ۶ مرحله آبیاری بفواصل یک هفته تا ۱۰ روز صورت پذیرفت. و بعد از هر مرحله میزان آب از طریق کن‌ها اندازه‌گیری شد. میزان آب جمع شده در کنها در هر مرتبه آبیاری و بر اساس متر مکعب در هکتار عبارت بود از: تیمارآبی مطلوب=۹۵۰، تیمارآبی تنش ملایم=۷۵۰، تیمارآبی تنش متوسط=۵۰۰، تیمارآبی تنش شدید=۳۵۰. بنابراین باتوجه به الگوی پخش آب و بدون احتساب بارندگیها میزان حجمی تیمارهای آب آبیاری مصرف شده در طول فصل کشت براساس متر مکعب در این آزمایش بترتیب عبارت بودند از: تیمارآبی مطلوب =۵۷۰۰، تیمارآبی تنش ملایم=۴۵۰۰، تیمارآبی تنش متوسط=۳۰۰۰، تیمارآبی تنش شدید =۲۱۰۰. از آنجایی که آبیاری در این روش بشدت با وزش باد در ارتباط است. در مواقع وزش باد شدید آبیاری به روز بعد موکول گردید تا باعث پراکندگی آب آبیاری و ایجاد خطا نگردد. در نهایت ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخصهای فوق الذکر بصورت زیر انجام پذیرفت:

$$GMP = \sqrt{Yp \times Ys} \qquad MP = \frac{Yp + Ys}{2} \qquad TOL = Yp - Ys \qquad STi = \frac{Y_p * Y_s}{Y_p^{-2}}$$

$$D = 1 - \frac{ys}{yp} \qquad SSI = \frac{1 - \frac{Ys}{Yp}}{D}$$

Ys وYp بترتیب میانگین عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش و غیر تنش(مطلوب) می‌باشند.

ys وyp بترتیب میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش و مطلوب می‌باشند.

D= Si شدت تنش خشکی می‌باشد.

Y_p^{-2} مربع میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است.

نتایج وبحث

در بحث مقاومت به خشکی با ید شرایط کلی محیط کم آب وهمچنین چگونگی سنجش شدت خشکی ومیزان مقاومت ارقام به کم آبی را در نظر گرفت. برای سنجش شدت خشکی باید عملکرد حاصله از کشت در محیط خشک ویا کم آب (عملکرد خشک) را باحداکثر عملکرد که معمولا از کشت در محیط بدون خشکی (پتانسیل عملکرد)حاصل می‌شود مقایسه کرد. شدت خشکی یا سختی محیط آزمایش طبق فرمول زیرمحاسبه می‌شود:

$$Si = Di = 1 - \frac{ys}{yp}$$

که ys و yp بترتیب میانگین عملکرد تمام ژنوتیپها تحت شرایط تنش وبدون تنش می‌باشند.

شدت سختی در این آزمایش برای هر محیط خشک برابر بود با:

S =۰۱/۳۲ (تیمار آبی تنش ملایم)، S =۲ ۰/۴۵ (تیمار آبی تنش متوسط)، S =۰۳/۷۲ (تنش شدید)

الف) شرایط بدون تنش وتنش نرمال:با توجه به شدت تنش مورد استفاده در این پلاتها که مقدار آن S=۰۱/۳۲ می‌باشد صفات مربوط اندازه گیری ویادداشت برداریها صورت پذیرفت. همانطور که از جدول ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم با انواع شاخصها (جدول۴) مشخص است همبستگی بین Yp و شاخصهای GMP، MP، STI، TOL و SSI در سطح ۱% معنی‌دار بود. باوجود این فقط همبستگی بین Ys1

و GMP، MP و STI معنـی‌دار بود. همانطور که مشـاهده می‌شـود نتایـج این تحقیـق با نتایج سـایر محققین مشـابه اسـت. (Fernandez,1992 ; احمدی، ۱۳۷۸).

جدول ۱- تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش متوسط

Table 1- Stress tolerance of wheat varieties under normal and medium stress

شماره	ارقام	Yp	Ys1	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	2/631	2/98	2/948	0/463	0/6973	0/633
2	سایسون	3/058	2/715	2/886	2/878	0/438	0/342	0/339
3	MV-17	2/960	2/328	2/644	2/613	0/364	0/630	0/760
4	بزوستایا	3/310	2/573	3/002	2/955	0/762	0/737	0/681
5	شهریار	4/097	2/760	3/428	3/334	0/599	1/337	0/993
6	زرین	4/54	2/984	3/762	3/65	0/718	1/555	1/049
7	توس	5/013	2/637	3/825	3/563	0/699	2/375	1/452
8	بـک کـراس	5/544	3/040	4/29	4/103	0/89	2/500	1/279
9	الوند	5/160	3/293	4/226	4/088	0/901	1/866	1/007
10	آذر2	5/344	3/222	4/183	4/140	0/912	2/322	1/010
11	سرداری	5/353	3/501	4/420	4/320	0/99	1/798	1/009

در جدول فوق یکی ازشاخصهای محاسبه شده شاخصMP است همانطور که ذکر شد هر چه مقدار MP بیشتر باشد بیانگر مقدار بالای حاصلجمع پتانسیل عملکرد وعملکرد تحت شرایط تنش (Yp + Ys) می‌باشد ودر عمل مناسبتر است ولی اگر مقدار Ys خیلی کم باشد در عوض Yp آنقدر بالا باشد که بتواند کاهش Ys را بپوشاند ما را در انتخاب رقم متحمل دچار اشکال می‌کند.

بر اساس جدول فوق رقم ۱۱ از نظر شاخص MP برتر بود. البته جهت اطمینان باید از سایر شاخصها نظیر GMP و STI نیز کمک گرفت. بر اساس هر سه شاخص رقم ۱۱ از سایر ارقام برتر بود (جدول ۱ و نمودارهای ۱، ۲، ۳). پس از این رقم وبراساس این سه شاخص رقمهای ۱۰، ۹، ۸ و۶ نیز در هردو شرایط محیطی بدون تنش(نرمال) و تنش دارای عملکرد بالایی بودند (جدول۱ ونمودارهای۱، ۲، ۳). بر اساس شاخص MP و GMP رقم شماره ۷ در شرایط بدون تنش دارای عملکرد مناسبی بود اما در شرایط تنش ملایم عملکرد آن کاهش یافت. بنابراین طبق گروه‌بندی فرناندز این رقم به گروه B تعلق دارد. همچنین براساس شاخصهای MP، GMP و STI ارقام ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ در هر دو محیط بدون تنش وتنش ملایم دارای عملکرد پایینی بودند. بنابراین طبق تقسیم بندی فرناندز این ارقام به گروه C تعلق می‌گیرند (نمودارهای ۱، ۲، ۳)

شاخصهای TOL و SSI اگرچه دارای همبستگی مثبت باYp بودند. ولی همبستگی معنی‌داری با شاخص Ys1 نداشتند. در حقیقت چنین بنظر می‌رسد که معمولا ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند. ارقام شماره ۲و۳ که بیشترین تحمل به خشکی (کمترین TOL) را داشتند از عملکرد مناسبی تحت شرایط بدون تنش برخوردار نبودند. همچنین ارقام ۲و۱ که ازنظر شاخص SSI رتبه اول ودوم رابخود اختصاص دادند، از عملکرد مناسبی تحت شرایط بدون تنش برخوردار نبودند. در مقابل ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۰، ۹و۸ که از عملکرد بالایی در هر دو شرایط بر خودار بودند از نظر شاخص TOL و SSI مناسب نبودند. بنابراین گروه‌بندی

ارقام بصورت زیر می‌باشد.

گروه A:۱۱، ۱۰، ۹، ۸ و۶

گروه B:۷

گروه C:هیچ رقمی مطابق این گروه یافت نشد

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵

ب) شرایط بدون تنش وتنش متوسط:شدت تنش خشکی در این مورد S=۲۰/۴۵ بود. مقادیر بدست آمده از شاخصهای MP، GMP، STI، TOL و SSI در جدول ۲ آمده است. همبستگی بین Yp وکلیه شاخصها مثبت ومعنی دار بود اما فقط همبستگی بین Ys2 وشاخصهای MP، GMP و STI معنی‌دار بود(جدول۵). در حقیقت از مقایسه شاخصها مشخص گردید که انتخاب براساس این سه شاخص منجر به انتخاب ژنوتیپهای باعملکرد بالا در هر دو شرایط می‌شود. سایر محققین نیز از این سه شاخص استفاده نمودند. (نورمند، ۱۳۷۶ ; گل پرور، ۱۳۷۹).

بیشترین مقدار MP، GMP و STI مربوط به رقم شماره ۱۱ بود. برطبق این سه شاخص ارقام ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۶ در هر دو شرایط بدون تنش وتنش متوسط دارای عملکرد بالایی بودند.

رقم ۱۱ با متوسط ۵/۳۵۳ و۲/۸۶۶تن در هکتار رتبه اول را در شرایط بدون تنش وتنش متوسط به خود اختصاص داد. رقم شماره ۱۰ هم با متوسط ۵/۳۴تن در هکتار رتبه سوم رادر شرایط بدون تنش ورتبه دوم را در شرایط تنش متوسط به خود اختصاص داد. (جدول ۲ و نمودارهای۴، ۵، ۶).

از مطالعه شاخصهای MP، GMP و STI چنین به نظر می‌رسد که رقم شماره ۷ مانند شرایط تنش ملایم در شرایط بدون تنش یا نرمال عملکرد بالایی دارد ولی عملکرد این رقم در شرایط تنش متوسط کاهش یافته است. بنابراین برطبق گروه‌بندی فرناندز این رقم به گروه دوم تعلق می گیرد.

رقم‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ در هر دوشرایط بدون تنش و تنش محیطی متوسط دارای عملکرد پایینی بودند. بنابراین گروه‌بندی ارقام مطابق روش فرناندز بصورت زیر می‌باشد.

گروه A:۱۱، ۱۰، ۹، ۸و۶

گروه B:۷

گروه C: هیچ رقمی مطابق این گروه یافت نشد.

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵

جدول ۲- تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش متوسط

Table 2- Stress tolerance of wheat varieties under normal and medium stress

شماره	ارقام	Yp	Ys2	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	2/24	2/784	2/72	0/3940	1/088	0/722
2	سایسون	3/058	2/32	2/638	2/60	0/360	0/733	0/604
3	MV-17	2/960	2/248	2/604	2/57	0/352	0/7106	0/540
4	بزوستایا	3/310	2/437	2/874	2/662	0/375	0/850.	0/792
5	شهریار	4/097	2/39	3/294	3/12	0/5190	1/550	0/9263
6	زرین	4/54	2/502	3/52	3/306	0/6030	2/037	0/9970
7	توس	5/013	2/370	3/692	3/44	0/630	2/641	1/171
8	بک کـراس	5/544	2/56	4/052	3/76	0/752	2/980	1/195
9	الوند	5/160	2/406	3/784	3/52	0/659	2/750	1/186
10	آذر2	5/344	2/710	4/085	3/880	0/796	2/53	1/052
11	سرداری	5/353	2/866	4/105	3/911	0/8126	2/687	1/096

در این مورد هم ژنوتیپهایی که عملکرد بالایی تحت هر دو شرایط داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند، بطوریکه از نظر هر دو شاخص TOL و SSI، ارقام ۳و۲ بترتیب رتبه اول ودوم را بخود اختصاص دادند. (جدول۲).

ج) شرایط بدون تنش وتنش شدید:شدت تنش خشکی دراین مورد S=۰۳/۷۲ بود. با توجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول۶)بین وکلیه شاخصها همبستگی مثبت ومعنی دار وجود داشت. اما مانند مطا لعات گذشته فقط بین Ys3 و MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی دار دیده شدکه با نتایج تحقیق سایرمحققین مطابق است(Fernandez,1992 ;گل‌پرور، ۱۳۷۹).

بیشترین میزان همبستگی در محیط تنش بین Ys3 و STI دیده شد(r=۰/۹۱) و همبستگی بین Ys3 و شاخصهای TOL و SSI منفی بود(بترتیب r= -۰/۰۱۲ و r= -۰/۲۴). بنابراین طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) بایدشاخصی بکار برد که دارای همبستگی مثبت ومعنی دار باعملکرد دانه در محیط تنش وبدون تنش باشد. براساس سه شاخص MP، GMP و STI رقمهای ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶ در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی داشتند. ولی در شرایط تنش شدید عملکرد رقمهای ۹، ۸، ۷، ۶ کاهش قابل توجهی یافت. چنین بنظر می‌رسد که این چهار رقم در شرایط تنش ملایم ومتوسط عملکرد تحت تنش خود را حفظ کردند اما در تنش شدید دیگر قادر به حفظ عملکرد مطلوب خود نبودند. اما دو رقم ۱۱ و۱۰ باز هم در هر دو شرایط عملکرد بالایی داشتند. (جدول۳ نمودارهای۷، ۸، ۹).

جدول ۳ -تحمل به تنش ارقام گندم در شرایط بدون تنش وتنش شدید

Table 3- Stress tolerance of wheat varieties under normal and severe stress

شماره	ارقام	Yp	Ys3	MP	GMP	STI	TOL	SSI
1	گاسپارد	3/328	1/055	2/185	1/868	0/186	2/12	0/94
2	سایسون	3/058	1/055	2/03	1/76	0/165	2/035	0/92
3	MV-17	2/960	1/044	2	1/756	0/163	1/91	0/89
4	بزوستایا	3/310	1/188	2/24	1/986	0/207	2/132	0/89
5	شهریار	4/097	1/346	2/71	2/346	/290	2/750	0/93
6	زرین	4/54	1/03	2/78	2/16	0/248	3/508	1/075
7	توس	5/013	1/09	3/05	2/32	0/289	3/920	1/083
8	بک کراس روشن	5/544	0/977	3/25	2/317	0/287	4/566	1/143
9	الوند	5/160	1/122	3/14	2/404	0/306	4/047	1/082
10	آذر2	5/344	1/277	3/30	2/60	0/360	4/07	1/058

همچنین براساس سه شاخص فوق الذکر ارقام ۱، ۲، ۳، ۴ در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شدید عملکرد پایینی داشتند. رقم شماره ۵ هم بر اساس دو شاخص MP، GMP در شرایط تنش شدید عملکرد مناسبی نشان داد. در این مورد هم ژنوتیپهایی که عملکرد بالایی تحت هر دو شرایط داشتند شاخص TOL و SSI مناسبی نداشتند، بطوریکه از نظر شاخص TOL ارقام ۳و۲ واز نظر شاخص SSI ارقام ۳و۴ کمترین مقادیر را بخود اختصاص دادند و همانطور که از جدول مشخص است این رقمها عملکرد مناسبی در شرایط تنش نداشتند. بنابراین طبق گروه‌بندی فرناندز ارقام بصورت زیر قرار می‌گیرند:

گروه A:۱۱، ۱۰

گروه B:۹، ۸، ۷ و۶

گروه C: ۵

گروه D: ۱، ۲، ۳، ۴

ارزیابی

۱- باتوجه به اینکه ارقام سرداری وآذر۲ برای زراعت در اقلیم خشک و دیم معرفی شده‌اند در این بررسی نیز قابلیت آنها در تولید پنجه بارور تحت شرایط تنش، منجر به عملکرد بالای دانه شده و این ارقام با سازگاری مناسب با شرایط خشکی انتخاب شدند. پس از آنها، ارقام بک کراس روشن، زرین والوند مطلوبترین ارقام بودندکه در بررسی‌های متفاوت نیز اینگونه رفتار بروز نموده است.

۲- اکثر ارقام (گاسپارد، سایسون، MV-۱۷، بزوستایا شهریار و زرین)جهت کشت در اراضی با آب کافی معرفی شده‌اند، بعبارتی ارقام آبی هستند. ارقام سرداری وآذر۲ ارقام دیم هستند. عملکرد ارقام آبی در شرایط بهینه رشد حتما بیشتر از رقم سرداری و آذر۲ است. در صورتیکه اختلاف معنی‌داری بین عملکرد در شرایط مطلوب وجود دارد و ارقام دیم پتانسیل بالاتری دارند. دلیل این پدیده احتمالا این است که اکثر ارقام آبی زمستانه کامل هستند و می‌بایست حداکثر تا ۱۵ مهر کاشته شوند، در صورتیکه تاریخ کاشت ۲۸ آبانماه بود. دلیل دیگر شاید تاخیر کوتاه مدت در شروع تیمار آبیاری باشد.

۳- بمنظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی ارقام از شاخصها بر مبنای عملکرد ارقام در شرایط بهینه رشد و تنش خشکی استفاده بعمل آمد ومشخص شدکه شاخصهای MP، GMP و STI همبستگی مثبت ومعنی‌داری با پتانسیل عملکرد (Yp) وعملکرد دانه در محیط‌های تنش (تنش ملایم Ys1، تنش متوسط Ys2 و تنش شدید Ys3) داشتند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی وپر محصول برای هر دو شرایط بکار روند. رسم نمودارهای دو بعدی این شاخصها نشان داد که ارقام سرداری و آذر ۲ دارای عملکرد بالایی در هر دو محیط می‌باشند.

جدول۴- ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 4- Correlation coefficient of drought tolerance indices

	Yp	Ys1	MP	GMP	STI
Yp	1	0/82**	0/98**	0/97**	0/96**
Ys1		1	0/89**	0/91**	0/92**
MP			1	0/99**	0/99**
GMP				1	0/99**
STI					1

** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱%و۵% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

*, **, ns significant at %5 and %1 and non significant, respectiveley

جدول۵- ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 5- Correlation coefficient of drought tolerance indeces

	Yp	Ys2	MP	GMP	STI
Yp	1	0/85 *	0/99**	0/98**	0/98**
Ys2		1	0/91**	0/93**	0/93 *
MP			1	0/99**	0/99**
GMP				1	0/99**
STI					1

** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱%و۵% و nsعدم وجود تفاوت معنی دار

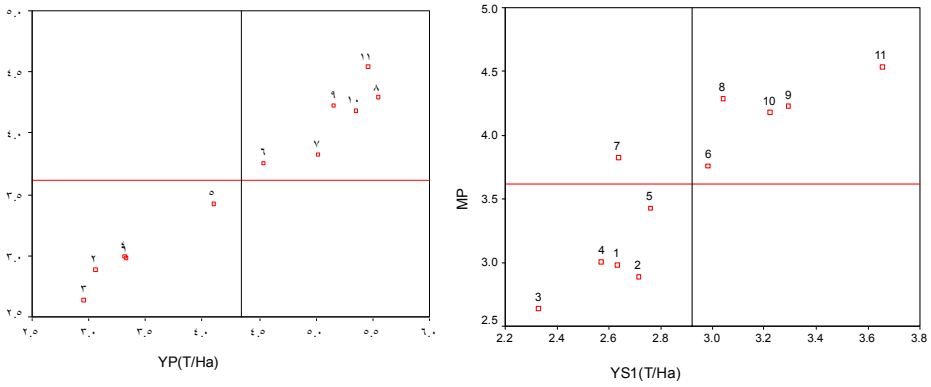
جدول ۶-ضرایب همبستگی ساده بین شاخصهای مقاومت به خشکی

Table 6- Correlation coefficient of drought tolerance indices

	Yp	Ys3	MP	GMP	STI
Yp	1	0/37ns	0/94**	0/77**	0/71*
Ys3		1	0/64	0/87**	0/91**
MP			1	0/93**	0/90**
GMP				1	0/99**
STI					1

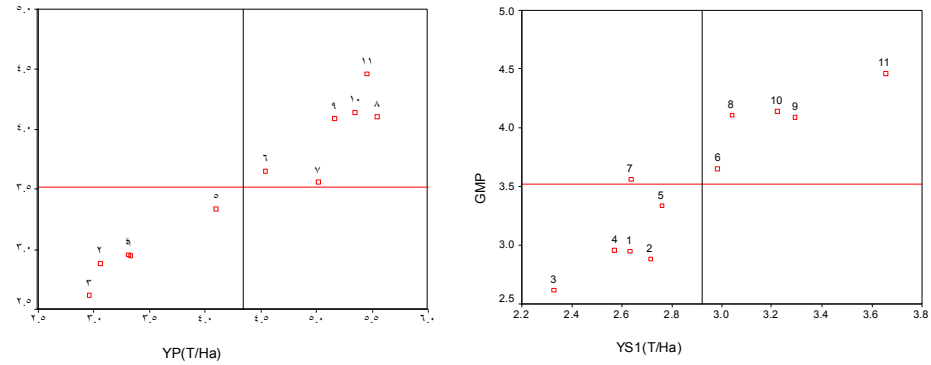
** و *به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱% و ۵% و ns عدم وجود تفاوت معنی دار

*, **, ns significant at %5 and %1 and non significant, respectiveley



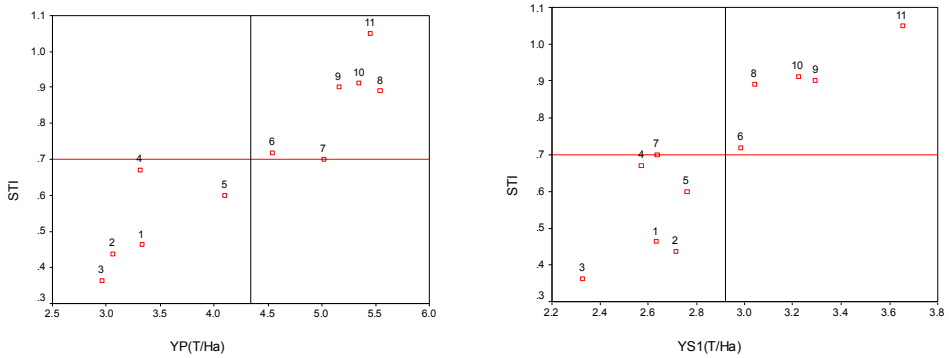
نمودار۱- تغییرات شاخص MP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم در ارقام گندم

Fig 1- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



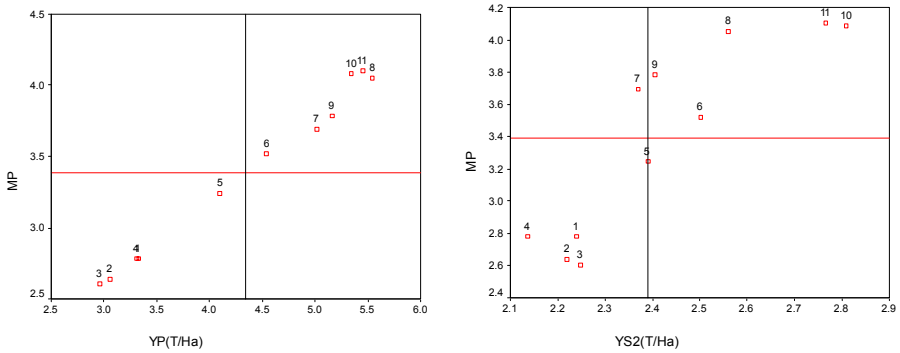
نمودار۲- تغییرات شاخص GMP و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش ملایم در ارقام گندم

Fig 2- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



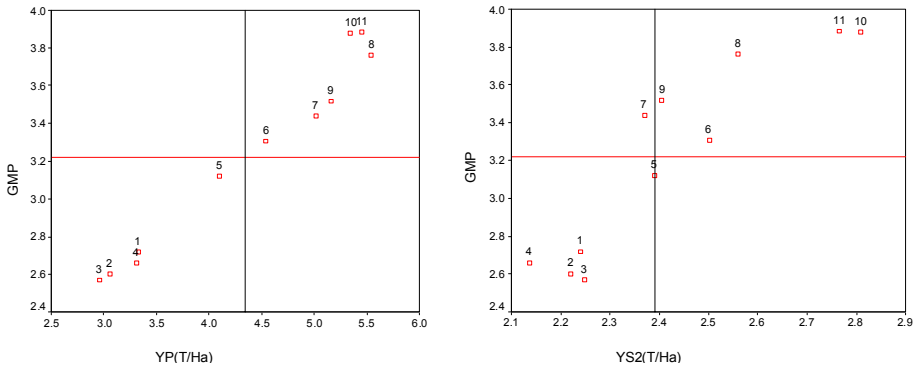
نمودار۳ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون نش و تنش ملایم در ارقام گندم

Fig 3- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



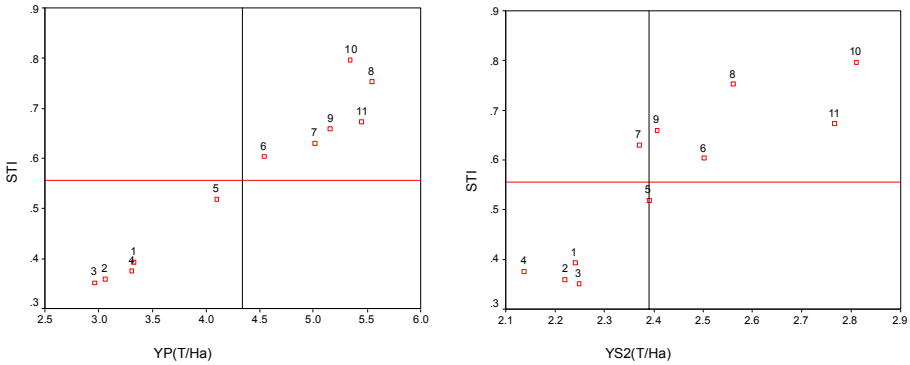
نمودار۴ -تغییرات شاخص MP و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

Fig 4- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



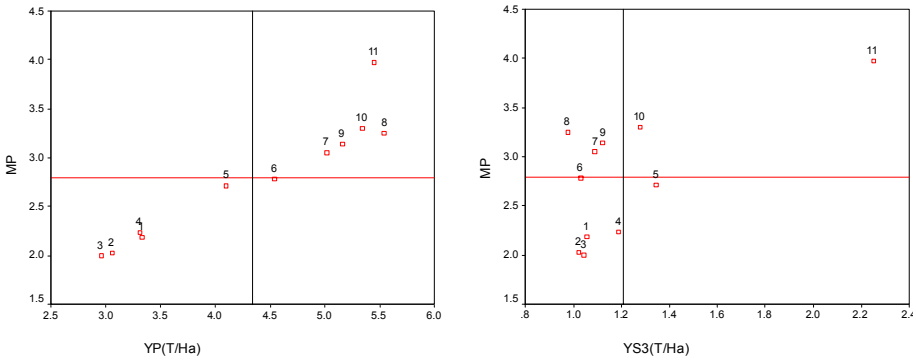
نمودار۵ -تغییرات شاخص GMP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

Fig 5- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



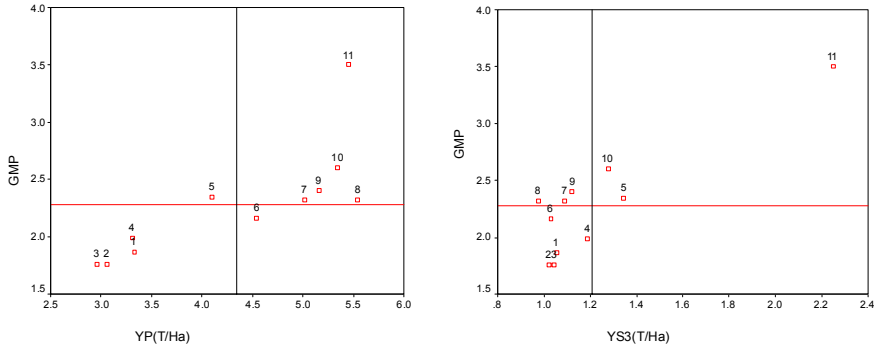
نمودار۶ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش متوسط در ارقام گندم

Fig 6- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



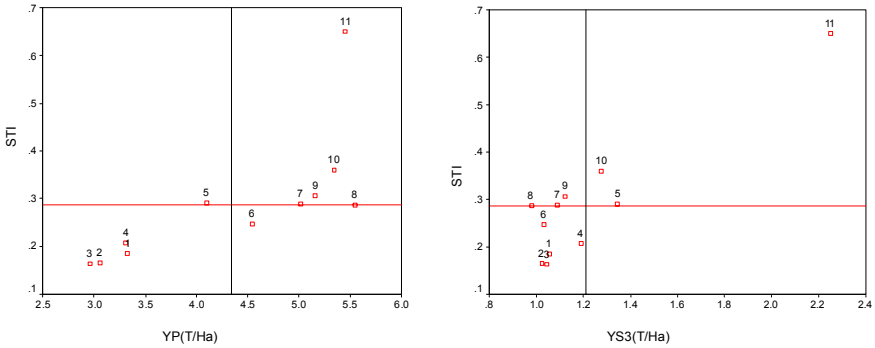
نمودار ۷- تغییرات شاخص MP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

Fig 7- MP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار ۸- تغییرات شاخص GMP وعملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

Fig 8- GMP variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties



نمودار ۹ -تغییرات شاخص STI و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش وتنش شدید در ارقام گندم

Fig 9- STI variation indices and seed yield under normal and medium stress in wheat varieties

منابع References

احمدی، ج. ۱۳۷۸. بررسی مقاومت به خشکی در هیبریدهای دیررس تجاری ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

دستفال، منوچهر.، و رمضانپور، محمود. ۱۳۷۷. ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام گندم در شرایط آب و هوایی داراب. ششمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات.

خلیل‌زاده، غلامرضا.، و کربلایی، حسین. ۱۳۸۰. بررسی اثرات استرس به خشکی و گرما بر روی لاینهای پیشرفته گندم دروم. هفتمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات.

عبدمیشانی، سیروس، و بوشهری، علی اکبر، ۱۳۷۶، اصلاح نباتات تکمیلی، انتشارات دانشگاه تهران

کشاورز، ع. جلال کمالی، م. ر. دهقانی، ع. ب. حمیدنژاد، م. صدری، ب. حیدری، ا. و محسنین، م. ۱۳۸۱. طرح افزایش عملکرد وتولید گندم آبی و دیم کشور. وزارت جهاد کشاورزی

گل پرور، ا. ر. ۱۳۷۹. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپهای گندم کلکسیون در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی وتعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران

مجیدیان، مجید.، و غدی‌ری، حسین. ۱۳۷۹. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش خشکی بر روند تغییرات شاخصهای رشد و ویژگی ظاهری ذرت.

نورمند موید، ف. ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی ورابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین شاخص مقاومت به خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.

Aspinall , D. (1984). Water deficit and wheat. In: pearson C. J. (Ed.). Control of crop productivity. Academic press. PP 91- 110

Brocklehurst, P. A., Moss, J. P., and Williams, W. (1978). Effect of irradiance & water supply on grain development in Wheat. Annals of Applied Biology 90:265 – 276

CIMMYT. 1981. World wheat facts and trends. Report one:An analysis of changes in production , consumption , trade and prices over the last two decades. August. CIMMYT,Mexico,DF,Mexico

Blum, A., J Mayer,and G. Gozland. 1983 Association between plant production and the some physiological component of drought resistace in wheat. Plant cell Environ. 6:219-225

Fernandez,G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of symp. Taiwan,B-16 Aug 1992. BYC. G. kuo. AVRDC.

Fischer,R. A. andR. Maurer. 1978. Drought stress in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.

Heyne E. G. 1978. wheat and wheat inportment. second edition.

Keim, D. L. and W. E. Kronstad. (1981). Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress condition. Crop sci. 21:11 – 15

Kobata, N. C. (1992). Rate of development of post anthesis water deficits & grain filling of

spring wheat. crop science. 32:1238 – 1242.

Kramer, P. J. (1980). Drought strees and the origin of adaptation P. 7 – 20. In N. C. Turner and P. J. kramer (E d.) Adaptation of plants to water and high temperature stress. John wiley and sons, New York.

Morgan,J. M. (1980 a). Possible role of abscisic acid in reducing seed set in water – stressed plants. Nature (london) 285:655 - 657

Nicolas,M. E.,Gleadow,R. M.,and Dalling ,M. J. (1984). Effect of drought and high temperature on grain growth in wheat. Autralian Journalof Plant Physiology 11:553-566

Ober,E. S.,Setter,T. L.,Madison ,J. T.,Thompson,J. F., and Shapiro,P. S. (1991). influence of water deficit on maize endosperm development. Enzyme activities and RNA transcription of starch and zein synthesis, abscisic acid and cell divition.
Plant Physiology 97:154-164

Quarrie ,S. A., and H. J. Jones. (1977). Effect of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. EXP. Bot. 28:192-203

Rosielle,A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non stress enviroment. Crop science. 21:943-946

Saini,H. S., and D. Aspinal. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat(Triticum aestivum L.)Ann. Bot. 48:623-644

Westgate,M. E.,and Thomson grant,D. (1989). Effect of water deficit on seed development in soybean. I. Tissue water stress. Plant Physiology 91:975-979

Wardlow, L. F. 1971. The early stage of grain development in wheat:Response to water stress in a single variety. Aust. J. Biol. Sci. 24:1047-1055

Viets,F. G. 1977. Effective drought control for successful dryland agriculture.

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۶۱-۴۹

بررسی تاثیر استفاده از آبیاری با آب شور بر درصد و عملکرد روغن ارقام گلرنگ

The effect of irrigation with saline water on the percentage and yield oil in safflower

حمید مظفری[1*]، حسین حسن پور درویشی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثر استفاده از آبیاری با آب شور بر درصد و عملکرد روغن ارقام گلرنگ، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس اجراء گردید. این آزمایش به صورت طرح کرتهای خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل ۴ سطح آب آبیاری با هدایت الکتریکی (EC) (صفر، ۶ و ۱۲ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر) در کرتهای اصلی و ۳ رقم گلرنگ (کوسه، PI و IL۱۱۱) در کرتهای فرعی بودند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد بیشترین درصد روغن دانه با ۴۲/۲۱ درصد از سطح اول منابع تامین آب یعنی آب معمولی با هدایت الکتریکی EC=۰ دسی زیمنس بر متر حاصل گردید، همچنین بیشترین درصد روغن دانه در رقم کوسه با ۴۰/۷۳ درصد به دست آمد. در رابطه با عملکرد روغن نیز بیشترین عملکرد روغن با ۹۵۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار از سطح اول منابع تامین آب یعنی آب معمولی با هدایت الکتریکی EC=۰ دسی زیمنس بر متر حاصل گردید و در بین ارقام نیز بیشترین عملکرد روغن در رقم کوسه با ۸۴۶/۵۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آب شور، درصد روغن، عملکرد روغن، گلرنگ.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس، گروه زراعت و اصلاح نباتات، شهر قدس، تهران، ایران
* مسئول مکاتبات Mozafarihamid@yahoo.com

مقدمه

محیط رشد گیاه تحت تاثیر عواملی است که گیاه در میان آنها رشد می‌کند. عوامل محیطی موثر بر رشد و عملکرد گیاه در ارتباط با اقلیم، خاک و نوع گیاه است. آب، درجه حرارت و تشعشع، عوامل مهم موثر بر عملکرد گیاهان هستند که تحت عنوان اقلیم قرار می‌گیرند. همچنین خاک، تامین عناصر غذایی، اسیدیته، شوری و فرسایش از دیگر عوامل مهم محسوب می‌شوند. از سوی دیگر بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز از جمله عوامل زنده موثر بر عملکرد گیاهان به شمار می‌آیند. چنانچه هر یک از این عوامل در سطح نا مطلوبی قرار داشته باشند، گیاه تحت تنش قرار گرفته و تاثیر نا مطلوبی بر عملکرد بر جای می‌گذارد. واژه تنش در موجودات زنده به معنای انحراف از شرایط مطلوب زندگی است (Levit, 1972). به عقیده لویت هر عامل محیطی که باعث ایجاد آسیب و یا خسارت در موجودات زنده شود تنش نامیده می‌شود. در بیشتر موارد تنش به‌عنوان دور شدن از شرایط معمول زندگی و ایجاد تغییرات و واکنشهایی در کلیه سطوح عملکرد در نظر گرفته شده است، این تغییرات قابل برگشت بوده و یا ممکن است پایدار باقی بماند. (Larcher ,1995)

از جمله تنشهای محیطی که از نظر تاثیر گذاری بر روی گیاهان بسیار حائز اهمیت است تنش شوری می‌باشد. شوری یکی از تنشهای غیر زنده است که در مناطق وسیعی از دنیا وجود دارد و عامل کاهش رشد و تولید گیاهان می‌باشد. عوارض شوری در شرایط طبیعی ممکن است به صورت ضعیف، ملایم یا حاد بروز کند. گیاهانی که بتوانند در مناطق شور مورد بهره‌برداری قرار گیرند از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشند. میزان مقاومت به شوری با میزان رشد گیاه ارتباط معکوس دارد. دلیل کاهش میزان رشد در شرایط شور، کاهش میزان فتوسنتز می‌باشد، علاوه بر این تنش شوری مانع رشد و تقسیم سلولی می‌گردد.

امروزه استفاده از آبیاری با آب شور در سیستم‌های زراعی کم نهاده و ابداع شیوه‌های نوین مدیریت بهره برداری از منابع آبی به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (سالاردینی، ۱۳۸۲). از طرفی شوری آب در اکثر گیاهان روغنی به دلیل تغییرات در عملکرد دانه و افزایش درصد روغن از پیچیدگی و اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (حکمت شعار، ۱۳۷۲). غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) و کریم زاده اصل و همکاران (۱۳۸۳) نشان دادند که اثر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی بر درصد روغن آفتابگردان معنی دار نبوده است. شرایط آب و هوایی و محیط رشد بر درصد و عملکرد روغن و ترکیب اسیدهای چرب تاثیر می‌گذارند (عرشی، ۱۳۷۳). مظفری و همکاران (۱۳۷۵) اعلام کردند درصد روغن در اثر تنش خشکی آسیب چندانی نمی بیند زیرا روغن صفت کمی است که با تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود، بنابراین احتمال آسیب دیدن تمام ژنهای کنترل کننده صفت بسیار بعید است. در مطالعه Majid and Schneiter, (۱۹۸۷) اعلام گردید عملکرد روغن ارقام آفتابگردان از عملکرد دانه بیش از درصد روغن دانه تاثیر می‌پذیرد. همچنین درصد روغن بالاتر در ارقام مورد مطالعه، با وزن دانه بیشتر و درصد پوست کمتر همراه بود. Alvarez *et al*, (۱۹۹۲) همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه با عملکرد روغن بدست آوردند ولی هیچ گونه رابطه خطی بین عملکرد دانه و درصد روغن پیدا نکردند. میرشکاری و همکاران (۱۳۸۰) چنین بیان داشتند که ۸۰ درصد تغییرات درصد روغن بذر آفتابگردان از تغییرات کارآیی مصرف آب و درجه حرارت محیط ناشی می‌گردد. شوری می‌تواند سبب تغییراتی در ترکیب محصول شود (رودز و همکاران، ۱۹۹۲). هانس- هنینگ و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند افزایش شوری باعث کاهش درصد روغن می‌شود. دیده شده است که افزایش شوری از صفر تا غلظت‌های بالای نمک باعث کاهش درصد روغن از ۳۸/۴ به ۳۴ درصد شده است. یکی از دلایل این کاهش، مربوط به افزایش درصد پوسته دانه می‌باشد (نالز، ۱۹۸۹؛ شانون، ۱۹۹۷؛ زینلی، ۱۹۹۹؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). عملکرد روغن از طریق کاهش عملکرد بذر و از طریق

کاهش درصد روغن تحت تاثیر قرار می‌گیرد (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین تاثیر شوری بر عملکرد روغن دانه بسیار حائز اهمیت می‌باشد (نالز، ۱۹۸۹). محققین دیگر از جمله راشد محصل و بهدانی، ۱۹۹۵؛ مجد نصیری و همکاران، ۲۰۰۳؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴ و فرید و احسان زاده، ۲۰۰۶) به نتایج مشابهی دست یافتند.

با توجه به نقش و اهمیت گلرنگ و مشتقات آن در تامین منابع غذایی انسان و دام و تحمل پذیری مناسب آن نسبت به شرایط آب و هوایی و تحمل نسبی نسبت به شرایط شوری خاک و از طرفی محدودیت اراضی و منابع تامین آب در کشور در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

- زمان، موقعیت و محل اجرای آزمایش

این طرح در پائیز سال زراعی ۹۰-۸۹ در مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس انجام گردید. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس در کیلومتر ۲۰ جاده قدیم تهران واقع گردیده است و با متوسط بارندگی ۲۶۰ میلیمتر، دارای زمستان سرد و مرطوب وتابستان گرم و خشک جزء مناطق نیمه خشک محسوب می‌شود.

- مشخصات خاک

قبل از کاشت اقدام به نمونه گیری از خاک هر کرت شد. در این مرحله نمونه گیری از خاک به صورت دستی و توسط مته اوگر صورت پذیرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه مکانیک خاک منتقل شدند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید. در این مرحله EC عصاره اشباع خاک مشخص و نوع خاک نیز به لحاظ وجود درصد رس، سیلت و ماسه و همچنین عناصر معدنی تعیین شد و همچنین خصوصیات آب آبیاری در آزمایشگاه تجزیه آب تعیین گردید که نتایج در جداول (۱، ۲ و ۳) ارائه گردیده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش قبل از کشت

Table 1- Pre-Plating soil characteristics

درصد ذرات خاک (%)	FC (%)	PWP (%)	جرم مخصوص ظاهری g/cm^3	درصد تخلخل(%)	درصد نگهداشت ویژه آب خاک (%)
رس= 35 سیلت= 25 شن= 40	14/1	6/32	1/50	37/5	19/82

جدول ۲- خصوصیات عناصر معدنی خاک محل اجرای آزمایش قبل از کشت

Table 2- Mineral elements of soil before platin

pH	EC(ds/m)	کادمیوم	Na (meq/lit)	Mg (meq/lit)	Ca (meq/lit)	Cl (meq/lit)	سولفات (meq/lit)
6/9	0/86	0/00	32/60	14/14	13/36	6/02	2/03

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب مصرفی (نمونه شاهد)

Table 3- Chemical characteristics of used water (Control Sample)

SAR	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K	Cl^-	N	P	pH	EC
			(meq/l)				mg/l	ds/m	
5.01	6.4	5.02	2.81	0.01	7.42	4.2	0.061	7.6	1.62

- مشخصات طرح آزمایشی

به منظور بررسی تاثیر استفاده از آبیاری با آب شور بر صفات کمی و کیفی ارقام گلرنگ آزمایش مزرعه‌ای بر اساس طرح کرتهای خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. عوامل مورد بررسی شامل ۴ سطح آب آبیاری با هدایت الکتریکی (EC) (صفر، ۶ و ۱۲ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر) در کرتهای اصلی و ۳ رقم گلرنگ (کوسه، PI و IL۱۱۱) در کرتهای فرعی بودند. ابعاد هر کرت (طول و عرض) به صورت ۱/۵× ۳ متر مربع می‌باشد و در هر کرت ۵ ردیف کشت ۳ متری که فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی متر و بوته روی ردیف ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. جهت تهیه تیمارهای آب شور با سطوح شوری مورد نظر در آزمایشگاه تجزیه آب اقدام و مورد استفاده قرار گرفت.

- عملیات تهیه زمین و کاشت

جهت آماده سازی زمین مورد نظر، آبیاری قبل از کاشت انجام گرفت و پس از گاورو شدن زمین به وسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شد. براساس نتایج تجزیه خاک، توصیه‌های کودی صورت گرفت. پس از دیسک زمین، اقدام به کودپاشی (کود پایه شامل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاس) و همچنین ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص که از کود نیتروژن به صورت اوره (حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص) استفاده شد. کود اوره در ۳ مرحله (۲ تا ۴ برگی، ساقه دهی و گل دهی) مورد استفاده قرار گرفت، ضمنا جهت مبارزه با علف‌های هرز اقدام به پخش علفکش تریفلورالین به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به طور یکنواخت در سطح مزرعه شد. سپس به وسیله دیسک سبک، کود و علفکش با خاک مخلوط گردید و به منظور تسطیح زمین عملیات ماله کشی انجام شد. پس از آن جوی و پشته‌های مربوطه ایجاد گردیدند. کاشت بذور در تاریخ پانزدهم آبانماه و به صورت هیرم کاری صورت گرفت.

- عملیات داشت

- آبیاری

اولین آبیاری پس از سبز شدن بوته‌ها با آب چاه انجام گردید و سایر آبیاری‌ها مطابق نیاز آبی گیاه و بر اساس تیمارهای آزمایش شامل آب آبیاری با هدایت الکتریکی (EC) صفر، ۶، ۱۲ و ۱۴ دسی زیمنس بر متر انجام گردید.

- مبارزه با علف‌های هرز

با توجه به استفاده از علف کش تریفلورالین در زمان کشت، در زمان رشد گیاه جمعیت علف‌های هرز به طور چشمگیری کاهش یافت ولیکن به منظور افزایش دقت در کار بعد از رسیدن گیاه به مرحله ۶- ۴ برگی اقدام به مبارزه گردید که این کار بصورت وجین مکانیکی و توسط کارگر انجام شد.

برداشت

در پایان دورهٔ رشد و پس از رسیدن فیزیولوژیکی گیاهان کشت شده، از هر کرت آزمایشی سه ردیف بوته به صورت تصادفی ضمن در نظر گرفتن حاشیه، انتخاب و اقدام به برداشت گردید.

محاسبه درصد روغن و عملکرد روغن

از هر کرت آزمایشی مقدار ۱۰۰ گرم بذر را جدا و به آزمایشگاه تعیین درصد روغن ارسال و با استفاده از دستگاه NMR درصد روغن محاسبه گردید و سپس از رابطه زیر مقدار عملکرد روغن تعیین میگردد و در نهایت ترکیبات موجود در روغن گلرنگ مورد تجزیه و تحلیل و شناسائی قرار خواهد گرفت.

درصد روغن × عملکرد دانه= عملکرد روغن

نتایج و بحث

درصد روغن دانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد اثر ساده منابع تامین آب با سطوح مختلف شوری بر درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد ($P<0,01$).

نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد بیشترین درصد روغن دانه با ۴۲/۲۱ درصد از سطح اول منابع تامین آب یعنی آب معمولی با هدایت الکتریکی ۰ =EC دسی زیمنس بر متر حاصل گردید و در گروه آماری برتر (گروه a) قرار گرفت (نمودار ۱). به تدریج در سایر منابع تامین آب و با شور شدن آب آبیاری درصد روغن دانه کاهش یافت به طوری که درصد روغن دانه در تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۶ =EC دسی زیمنس بر متر به ۴۱/۹ درصد رسید ولی از نظر آماری با سطح اول آبیاری یعنی آب معمولی در سطح ۵ درصد دانکن اختلاف معنی‌داری مشاهده نگرید و هر دو در گروه آماری (a) قرار گرفتند. میزان روغن دانه در تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱۲ =EC دسی زیمنس بر متر به ۳۸/۲۱ درصد رسید و در گروه آماری (b) قرار گرفت و این میزان، در تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱۴ =EC دسی زیمنس بر متر به ۳۶/۳۷ درصد رسید و در گروه آماری (c) قرار گرفت. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴)، نشان داد که اثر ساده رقم بر روی درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار است (P<۰,۰۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (جدول ۵)، نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه در رقم کوسه با ۴۰/۷۳ درصد به دست آمد و به تنهایی در گروه آماری برتر (a) قرار گرفت و اختلاف آن از نظر آماری با سایر ارقام مورد بررسی در سطح ۵ درصد دانکن معنی‌دار گردید (نمودار ۲). رقم P1 با ۳۹/۵۶ درصد در گروه بعدی قرار گرفت (b) و در نهایت رقم IL۱۱۱ با ۳۴/۷۹ درصد در گروه (c) قرار گرفت. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر متقابل آبیاری و رقم بر روی درصد روغن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (P<۰,۰۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (جدول ۵)، نشان داد بیشترین و کمترین درصد روغن، از اثر متقابل آبیاری با آب معمولی به ترتیب از ارقام کوسه و IL۱۱۱ با درصد روغن ۴۳/۳۶ درصد و ۳۸/۵۸ درصد به دست آمد (نمودار ۳). همچنین از اثر متقابل تیمارهایی که تحت تنش شدید شوری قرار داشتند (آبیاری با شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر)، بیشترین و کمترین درصد روغن مربوط به رقم کوسه و IL۱۱۱ با درصد روغن ۳۶/۷۷ و ۳۱ درصد به دست آمد. همانطور که ملاحظه می‌شود همزمان با افزایش شوری آب آبیاری در هر سه رقم درصد روغن دانه کاهش می‌یابد اما رقم کوسه نسبت به سایر ارقام درصد روغن بالاتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین اثرات متقابل نشان داد که اعمال تنش‌های شدید شوری می‌تواند موجب کاهش درصد روغن دانه در گلرنگ گردد اما عکس العمل ارقام مختلف نسبت به این کاهش عملکرد متفاوت بود. شوری می‌تواند سبب تغییراتی در ترکیب محصول شود (رودز و همکاران، ۱۹۹۲). هانس- هنینگ و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند افزایش شوری باعث کاهش درصد روغن می‌شود. دیده شده است که افزایش شوری از صفر تا غلظت‌های بالای نمک باعث کاهش درصد روغن از ۳۸/۴ به ۳۴ درصد شده است. یکی از دلایل این کاهش، مربوط به افزایش درصد پوسته دانه می‌باشد (نالز، ۱۹۸۹؛ شانون، ۱۹۹۷؛ زینلی، ۱۹۹۹؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴).

عملکرد روغن

عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه به دست می‌آید. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد اثر ساده منابع تامین آب با سطوح مختلف شوری بر عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (P<۰,۰۱). نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد بیشترین عملکرد روغن با ۹۵۲/۸۹ کیلوگرم در هکتار از سطح اول منابع تامین آب یعنی آب معمولی با هدایت الکتریکی ۰ =EC دسی زیمنس بر متر حاصل گردید و در گروه آماری برتر (گروه a) قرار گرفت (نمودار ۴). به تدریج در سایر منابع تامین آب و با شور شدن آب آبیاری عملکرد روغن کاهش یافت به طوری که عملکرد روغن در

تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۶ =EC دسی زیمنس بر متر به ۸۴۷/۷۲ کیلوگرم در هکتار رسید و در گروه آماری (b) قرار گرفتند. عملکرد روغن در تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱۲ =EC دسی زیمنس بر متر به ۶۳۴/۰۷ کیلوگرم در هکتار رسید و در گروه آماری (c) قرار گرفت و این میزان، در تیمار آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۱۴ =EC دسی زیمنس بر متر به ۳۸۸/۹ کیلوگرم در هکتار رسید و در گروه آماری (d) قرار گرفت. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴)، نشان داد که اثر ساده رقم بر عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار است (P<۰,۰۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (جدول ۵)، نشان داد که بیشترین عملکرد روغن در رقم کوسه با ۸۴۶/۵۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و به تنهایی در گروه آماری برتر (a) قرار گرفت و اختلاف آن از نظر آماری با سایر ارقام مورد بررسی در سطح ۵ درصد دانکن معنی‌دار گردید (نمودار ۵). رقم P1 با ۷۳۶/۱۱۲ کیلوگرم در هکتار در گروه بعدی قرار گرفت (b) و در نهایت رقم IL۱۱۱ با ۶۷۲/۴۶ کیلوگرم در هکتار در گروه (c) قرار گرفت. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر متقابل آبیاری و رقم بر روی عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد (P<۰,۰۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (جدول ۵)، نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد روغن، از اثر متقابل آبیاری با آب معمولی به ترتیب از ارقام کوسه و IL۱۱۱ با عملکرد روغن ۱۲۴۸/۷۶۸ و ۱۰۲۲/۷۵۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (نمودار ۶). همچنین از اثر متقابل تیمارهایی که تحت تنش شدید شوری قرار داشتند (آبیاری با شوری ۱۴ دسی زیمنس بر متر)، بیشترین و کمترین عملکرد روغن مربوط به رقم کوسه و IL۱۱۱ با عملکرد ۴۳۳/۸۸ و ۲۳۷/۴۶ کیلوگرم در هکتار دست آمد. همانطور که ملاحظه می‌شود همزمان با افزایش شوری آب آبیاری در هر سه رقم عملکرد روغن کاهش می‌یابد اما رقم کوسه نسبت به سایر ارقام عملکرد روغن بالاتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین اثرات متقابل نشان داد که اعمال تنش‌های شدید شوری می‌تواند موجب کاهش عملکرد روغن در گلرنگ گردد اما همانطوری که قبلا نیز اشاره گردید عکس العمل ارقام مختلف نسبت به این کاهش عملکرد متفاوت است. عملکرد روغن از طریق کاهش عملکرد بذر و از طریق کاهش درصد روغن تحت تاثیر قرار می‌گیرد (هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین تاثیر شوری بر عملکرد روغن دانه بسیار حائز اهمیت می‌باشد (نالز، ۱۹۸۹). محققین دیگر از جمله راشد محصل و بهدانی، ۱۹۹۵؛ مجد نصیری و همکاران، ۲۰۰۳؛ هانس- هنینگ و همکاران، ۲۰۰۴ و فرید و احسان زاده، ۲۰۰۶) به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول۴- تجزیه واریانس عملکرد روغن دانه در ارقام مختلف گلرنگ

Table 4- Analysis of variance for oil percentage and oil yield of safflover varieties

میانگین مربعات (M.S)			
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	2	7/76 ns	10/15 ns
منابع تامین آب(A)	3	125/58**	101/123**
(Ea)	6	1/87	6/492
رقم (B)	2	132/47**	99/23**
A*B	6	3/281**	1/94**
(EB)	16	4/63	4/138
کل	35	---	---
C.V%		8/4	8/67

n.s: فاقد اختلاف معنی دار

n.s: non-significant

*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

*: significant at %5

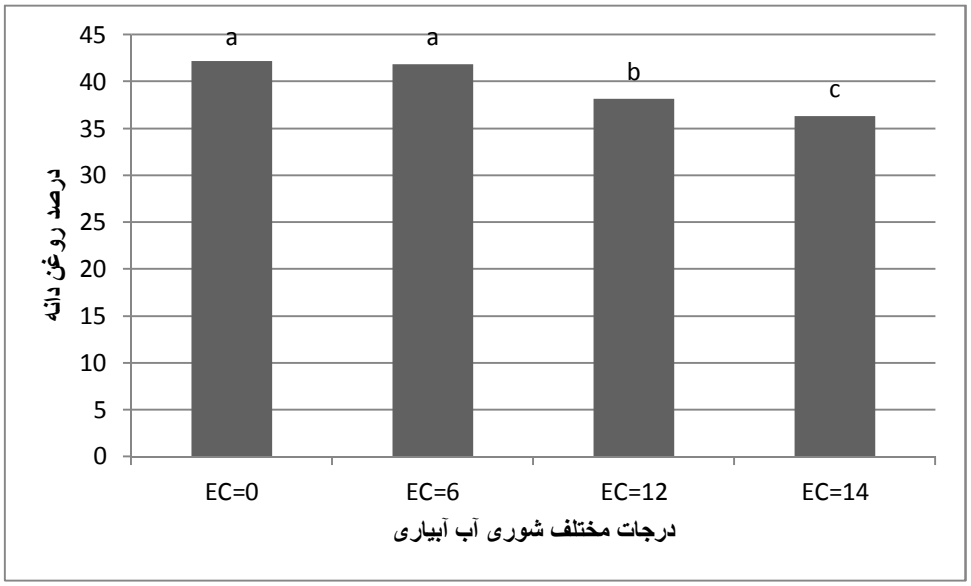
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

**: signification at %1

جدول ۵- مقایسه میانگین تاثیر سطوح شوری آب آبیاری بر درصد و عملکرد روغن دانه در ارقام مختلف گلرنگ
Table 5

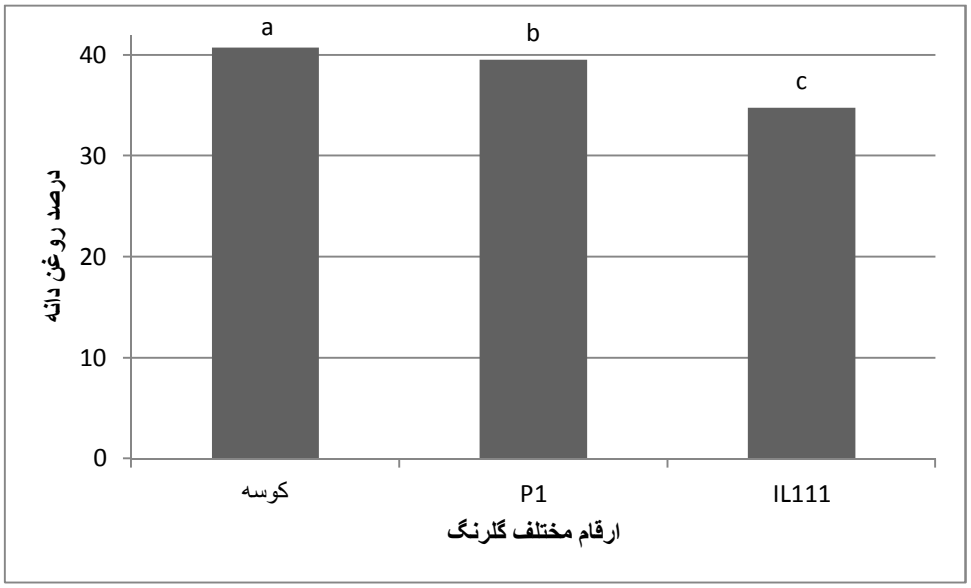
منابع تامین آب	رقم	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
a_1		42/21 a	952/89 a
a_2		41/9 a	847/72 b
a_3		38/21 b	634/07 c
a_4		36/37 c	388/9 d
	کوسه	40/73 a	846/57 a
	P1	39/56 b	736/112 b
	IL111	34/79 c	672/46 c
a_1	کوسه	43/36 a	1248/768 a
a_1	P1	42/9 b	1158/729 b
a_1	IL111	38/58 de	1022/755 c
a_2	کوسه	42/9b	1051/90 c
a_2	P1	41/87 c	942/49 d
a_2	IL111	36 f	720/36 e
a_3	کوسه	39/9 d	718/998 e

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک می‌باشند، تفاوت آنها از لحاظ آماری در سطح ۵% دانکن معنی دار نیست.
Means with the same symbols have not significant difference at %5 level of probability.



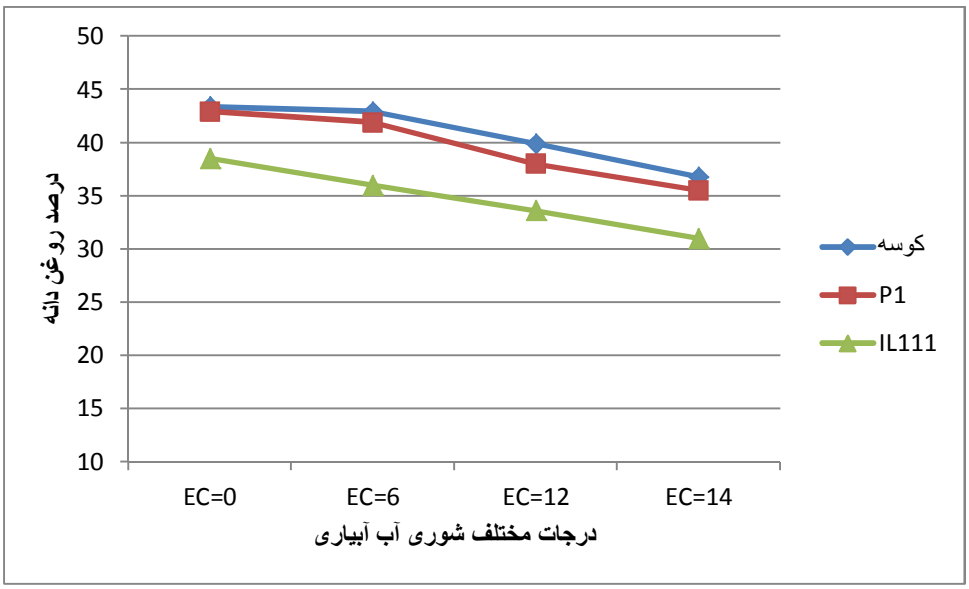
نمودار۱- تاثیر درجات مختلف شوری آب آبیاری بر درصد روغن ارقام مختلف گلرنگ

Fig 1- Effect of different salinity of water on oil percent of different safflower varieties



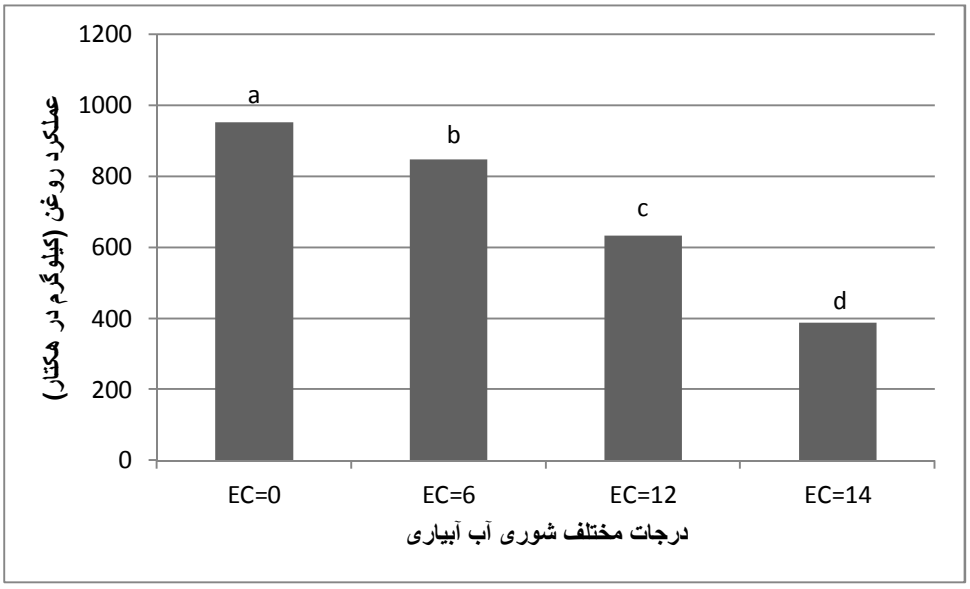
نمودار ۲- مقایسه درصد روغن در ارقام مختلف گلرنگ پس از آبیاری با درجات مختلف شوری

Fig 2- Comparison of means for oil percent of different safflower varieties after irrigation with saline water



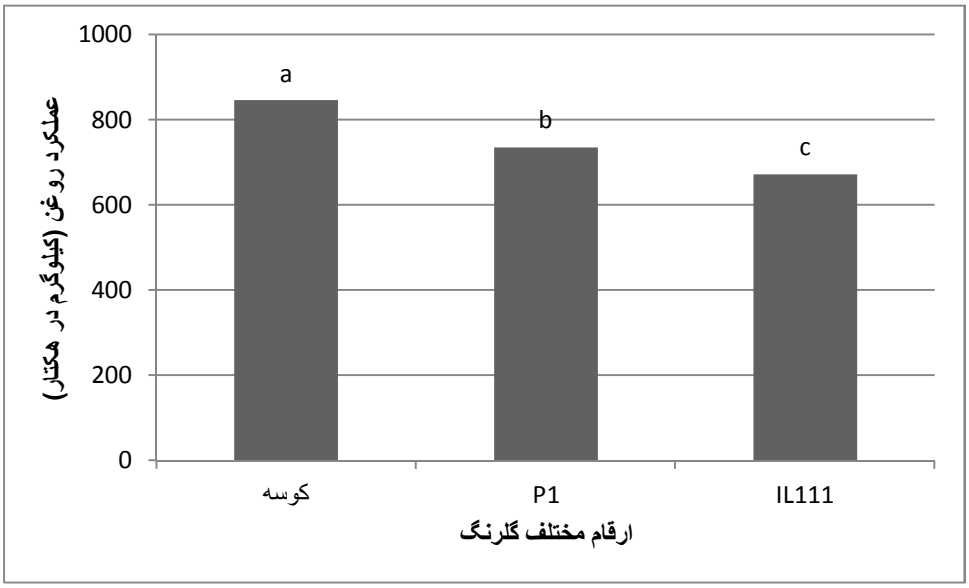
نمودار ۳- نمودار اثر متقابل درصد روغن در ارقام مختلف گلرنگ پس از آبیاری با درجات مختلف شوری

Fig 3- Interactions of oil percentage in different safflower varieties after irrigation with saline waters



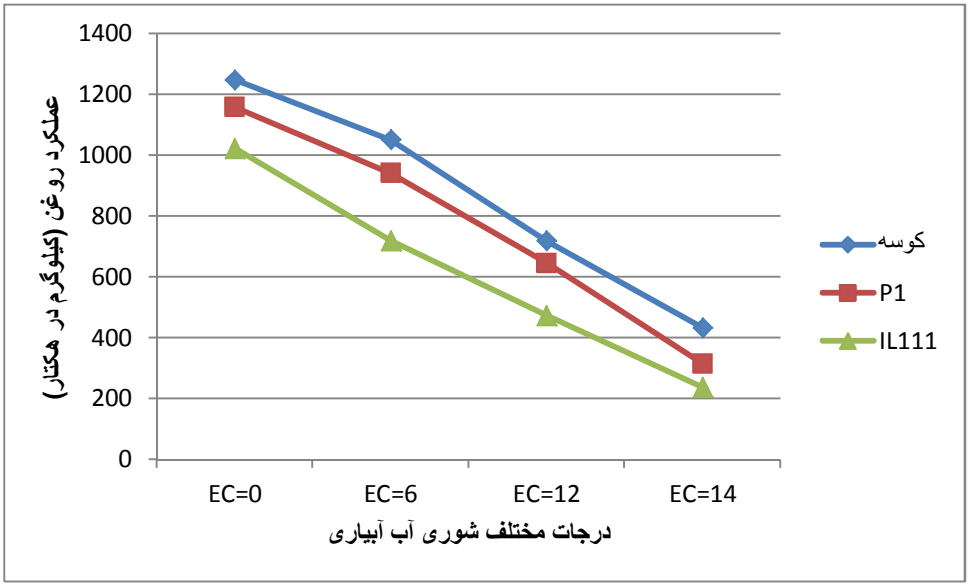
نمودار۴- تاثیر درجات مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد روغن ارقام مختلف گلرنگ

Fig 4- Effect of saline water on oil yield of different safflower varieties



نمودار ۵- مقایسه عملکرد روغن در ارقام مختلف گلرنگ پس از آبیاری با درجات مختلف شوری

Fig 5- Comparison of means for oil yield in different safflower varieties after irrigation with saline water



نمودار ۶- نمودار اثر متقابل عملکرد روغن در ارقام مختلف گلرنگ پس از آبیاری با درجات مختلف شور

Fig 6- Interactions of means for oil yield in different safflower varieties after irrigation with saline waters

منابع References

حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲، فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار، انتشار، نیکنام تبریز.

زینلی، ا. ۱۳۷۸. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۴۴ صفحه.

سالاردینی، ع. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۱۱۲- ۱۱۷.

عرشی، ی.، غ.، ا. سلطانی، م. دنیاوی، ا. طاعی، ع. محمد نوری رادوجی، ع.، م. فقیه، م. شریفی و ع. فلاح طوسی. ۱۳۷۵. اثر گزینش طبق به خط در بهبود تحمل به خشکی و برخی صفات زراعی فامیل‌های انتخابی از ارقام آفتابگردان زاریا و آرماویروسکی در شرایط اپتیمم. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

غلامحسینی، م.، قلاوند، ا. و جمشیدی، ا. (۱۳۸۷). تاثیر رژیم‌های آبیاری و تیمارهای کودی بر عملکرد دانه و غلظت عناصر در برگ و دانه آفتابگردان. مجله پژوهش و سازندگی. جلد ۲۱. شماره ۲. صفحات ۱۰۰-۹۱.

کریم زاده اصل، خ.، د. مظاهری. و ع. پیغمبری. ۱۳۸۲. اثر چهار دور آبیاری بر عملکرد و صفات کمی رقم آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۴، شماره ۲، ص ۲۹۳-۳۰۱.

مجد نصیری، ب. و م. کریمی. ۱۳۸۳. مطالعه عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره و تابستانه. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۱۷۸.

مظفری، ک.، ی، عرشی. و ح. زینالی خانقاه. ۱۳۷۵. بررسی اثر خشکی در برخی از صفات مورفوفیزیولوژی و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان. مجله نهال و بذر. جلد ۱۲. شماره ۳، ص ۲۴- ۳۲.

میر شکاری، بهرام. ن. خدابنده، ه. آلیاری و ا. سلطانی. ۱۳۸۰. بررسی اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر روی اجزاء عملکرد آفتابگردان هیبرید آذرگل در شرایط آب و هوایی استان آذربایجان شرقی. خسروشهر. جلد ۱۱، شماره ۱، ص ۱۲-۱.

Alvarez, D. P. Ludena, &. Fratos, Y. E. (1992). Corrolation and causation among sunflower traits. Proc. 13th. Int. Sunf. Conf. Pisa. Italy. 182-204.

Farid, N., and Ehsanzade, P. 2006. Yeild and yield components of spring-sown sufflower genotypes and Their response to shading on inflorescence and the adjacent green tissue in Isfahan. J. Sci. Technol. Agric Natur. Resour. 10: 1. 189-198.

Hans-Henning, M., Blackshaw, R. E., Byers, J. R., Huang, H. C., Johnson, D. L., Keon, R., Kubik, J., McKenzie, R., Otto, B., Roth, B., and Stanford, K. 2004. Safflower production on the Canadian prairies. Agriculture and Agri-Food Canada. Lethbridge, Alberta. 43p.

Levit, J. 1972. Response of plant to environment stresses. Chilling, freezing and high temperature stress. Academic Press. New York. Vol. 1, 1-19.

Majid, H. R. & Schneiter, A. A. (1987). Yield and quality of semi dwarf and standard height sunflower hybrids grown at five plant populations. Agron. J. 79:681-684.

Majd-Nassiri, B., Karimi, M., Nour-Mohamadi, Gh., and Ahmadi, M. R. 2003. The evaluation of yield, yield components and physiological characteristics of five safflower genotypes

in spring and summer sowing. J. Agric. Sci. 9: 3-18.

Rashed, M. H., and Behdani, M. A. 1995. The effect of cultivars and population densities on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.).

Rhoades, J. D., Kandiah, A., and Mashali, A. M. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO irrigation and drainage, 48p.

Shannon, M. C. 1997. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-120.

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۷۳-۶۳

تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با تأکید بر عملیات خاکورزی حداقل در نظام‌های اکولوژیک

Effect of biofertilizers on grain yield, biological yield and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under ecological cropping system

صادق قربانی*[۱]، فرزاد پاکنژاد[۲]، سهیل عروج نیا[۳]، محمد مهدی میرزایی[۳]، بابک بابائی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مایه تلقیح باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و قارچ میکوریزا بر عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی رازیانه آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- تیمار شاهد (بدون هیچگونه تیمار کودی)، ۲-ازتوباکتر (Azotobacter paspali)، ۳- آزوسپیریلوم (Azospirillum brasilence)، ۴-میکوریزا (Glomus intraradaices)، ۵- ترکیب ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، ۶- ترکیب ازتوباکتر و میکوریزا، ۷-ترکیب آزوسپیریلوم و میکوریزا ۸-ازتوباکتر، میکوریزا و آزوسپیریلوم بود. مقدار ۱۵ میلی گرم از هر مایه تلقیحی برای ۱۱۰ گرم بذر به ازای هر تیمار به جز شاهد و به صورت تلقیح قبل از کاشت بکار برده شد. برای چسبندگی بهتر بذور با مایه تلقیح قارچ از صمغ عربی نیز استفاده شد. نتایج آزمایش نشان داد که تلقیح بذر رازیانه با کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد. اما تأثیر آن بر درصد اسانس معنی دار نبود. عملکرد دانه در تیمار ترکیبی آزوسپیریلوم و میکوریزا نسبت به سایر تیمارهای مورد آزمایش بیشتر بود. بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب برای تیمارهای آزوسپیریلوم و میکوریزا و شاهد با میانگین ۲۶/۹۵ و ۱۶/۵۲ لیتر در هکتار به دست آمد. اما شاخص برداشت در مقایسه با شاهد کاهش یافت.

کلمات کلیدی: ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، میکوریزا، کودهای بیولوژیک، رازیانه

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، البرز، ایران
* نویسنده مسئول Email: S_ghorbani1962@yahoo.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران
۴- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، کرج، ایران

مقدمه

کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost B. C., and Bhat R. 1998). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه به پایداری سیستم‌های کشاورزی در درازمدت نیز منجر شود (Murty M. G., and Ladha J. K. 1988). با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را نیز افزایش داد. امروزه زراعت ارگانیک مطرح می‌باشد که در آن علاوه بر کمیت تولید به کیفیت، ثبات و پایداری در تولید نیز توجه خاص می‌شود (Ghost, and Bhat. 1998). در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار برخوردار است (Mehnaz and Lazarovits., 2006). اصطلاح کودهای زیستی منحصرا به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و کود سبز اطلاق نمی شود، بلکه باکتری‌ها و قارچ‌ها به ویژه باکتریهای محرک رشد گیاه یا اصطلاحاً (PGPB)[1] مواد حاصل از فعالیت آنها از جمله مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌گردند (اکبری نیا و همکاران، ۱۳۸۲). باکتری‌های جنس ازتوباکتر و آزوسپیریلوم از مهمترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، با تولید مقادیر قابل ملاحظه‌ای از هورمون‌های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکنین رشد و نمو و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Karimi, and Siddique., 1991).

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده اند. تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط کشت اکولوژیک در جهان رو به افزایش می‌باشد (Carrubba, *et al*., 2002). کشت اکولوژیک گیاهان دارویی، کیفیت آن‌ها را تضمین کرده و احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد (Griffe, *et al*., 2003).

رازیانه (Foeniculum vulgare) گیاهی است چند ساله و یکی از پر مصرف ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان می‌باشد (درزی و حاج سید هادی، ۱۳۸۱). قسمت‌های مورد استفاده رازیانه، میوه، برگ و ریشه آن است. تمام پیکر گیاه رازیانه حاوی مادهٔ مؤثره اسانس بوده و دانهٔ آن مهمترین اندام تولیدکنندهٔ اسانس است. مهمترین ترکیب اسانس این گیاه دارویی را آنتول (۵۰-۷۰ درصد) تشکیل می‌دهد که اهمیت زیادی در صنایع دارویی و عطرسازی دارد. فنچول، لیمونن و متیل کاویکول نیز از ترکیب‌های مهم رازیانه هستند. امروزه از مواد مؤثر ه این گیاه در داروسازی برای مداوای سرفه، دل درد، نفخ، سوء هاضمه در کودکان و تحریک شیر در مادران شیرده استفاده م ی شود (امید بیگی، ۱۳۷۶؛ زرگری، ۱۳۶۷؛ Khan, *et al*., ۱۹۹۲؛ Damjanivic, *et al*., ۲۰۰۵؛ Miraldi, *et al*., ۱۹۹۳؛ Marotti, ۱۹۹۹).

Kapoor, *et al* (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که تلقیح بذر رازیانه (Foeniculum vulgare) با میکوریزا، بدلیل افزایش باروری فسفر در خاک باعث افزایش معنی دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس این گیاه می‌شود. در یک بررسی Shaalan (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش حاصلخیزی خاک بوسیله کودهای بیولوژیک نظیر ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس باعث افزایش و بهبود خصوصیات رشدی مانند ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه گیاه دارویی سیاهدانه شده است. در مطالعه‌ای که بر روی تأثیر کودهای بیولوژیک بر کیفیت اسانس گیاه دارویی علف لیمو انجام شد، ملاحظه شد که درصد ژرانیول در اسانس به طرز چشمگیری نسبت به شاهد افزایش یافت (Ratti *et al*., 2001). Freitas و همکاران (۲۰۰۴) در یک بررسی که بر روی تأثیر کودهای بیولوژیک روی

1- Plant Growth Promoting Bacteria

گیاه دارویی نعناع انجام شد نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک مقدار اسانس و میزان منتول آن نسبت به تیمار شاهد را افزایش داد. در مطالعه‌ای دیگر که بر روی دو گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*) و نوعی زیره (*Trachyspermum ammi Sprague*) انجام گرفته بود، ملاحظه شد که کاربرد دو گونه قارچ به طور قابل توجهی کمیت و کیفیت اسانس دانه آنها را در مقایسه با تیمار شاهد بهبود بخشید. در مطالعه‌ای دیگر روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، مشخص شد که تلقیح با ازتوباکتر (*A. chroococcum*) موجب افزایش معنی دار ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، چتر، چترک و عملکرد دانه گیاه در مقایسه با شاهد شد (Tehlan, *et al*., 2004). در آزمایشی تلقیح ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا (*Glomus, mos-* ,۹ *Gigaspora rosea* BEG *seae* BEG ,۱۲ *Gigaspora margarita* BEG ۳۴) باعث افزایش معنی دار ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، بیوماس، طول و میزان انشعابات جانبی ریشه و همچنین میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد (Copetta, *et al*., 2006).

مواد و روش

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱- تیمار شاهد (بدون هیچگونه تیمار کودی)، ۲-ازتوباکتر (*Azotobacter paspali*)، ۳- آزوسپیریلوم (*Azospirillum brasilence*)، ۴-میکوریزا (*Glomus intraradaices*)، ۵- ترکیب ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، ۶- ترکیب ازتوباکتر و میکوریزا، ۷-ترکیب آزوسپیریلوم و میکوریزا ۸-ازتوباکتر، میکوریزا و آزوسپیریلوم بود. برای تلقیح بذور با مایه تلقیح باکتری با توجه به این که این مایه‌ها به شکل مایع می‌باشند، به نحوی بذور با این مایه مخلوط شدند که یک پوشش کاملا یکنواخت از این مایه‌های تلقیحی روی سطح بذور تشکیل شود از صمغ عربی نیز برای چسبندگی بهتر بذور با مایه تلقیح قارچ (با توجه به اینکه این مایه تلقیحی به شکل پودر می‌باشد) استفاده شد. به طور کلی مقدار ۱۵ میلی گرم از هر مایه تلقیحی برای ۱۱۰ گرم بذر به ازای هر تیمار به جز شاهد به کار برده شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳*۴ متر در نظر گرفته شد که در هر کرت ۶ ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتی متر از یکدیگر و با فاصله ۱۵ سانتی متر روی ردیف کشت گردید. قبل از انجام آزمایش، از خاک محل آزمایش نمونه گیری شده و به منظور تعیین میزان میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH، CEC و بافت خاک به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۱). به منظور بهبود خواص فیزیکی خاک، کود گاوی کاملا پوسیده بر مبنای ۳۰ تن در هکتار در اواسط فروردین ماه ۱۳۹۱ در سطح کلیه کرت‌های آزمایشی پخش و به طور یکنواخت با خاک مخلوط شد. برای آماده سازی زمین عملیات دیسک و تسطیح انجام گرفت. برای تلقیح بذور با مایه تلقیح باکتری با توجه به این که این مای ها به شکل مایع می‌باشند، به نحوی بذور با این مایه مخلوط شدند که یک پوشش کاملا یکنواخت از این مایه‌های تلقیحی روی سطح بذور تشکیل شود. از صمغ عربی نیز برای چسبندگی بهتر بذور با مایه تلقیح قارچ استفاده شد. تلقیح بذور با کودهای بیولوژیک به مقدار یک کیلوگرم ماده تلقیحی در هکتار در شرایط تاریکی، سایه و قبل از کاشت انجام شد. بلافاصله پس از کشت آبیاری انجام و سپس هر ۷ روز آبیاری تکرار شد. برای تعیین عملکرد نهایی در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متراز ابتدا و نیم متر از انتهای کرت بعنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و در سطح ۶ متر مربع باقیمانده عملکرد تیمارها تعیین شد. به منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هر کرت آزما یشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه کرده که بعد از آسیاب نمودن به مدت سه ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر

(Clevenger) اسانس گیری انجام شد. برای تجزیه آماری داده‌های آزمایش از نرم افزار SAS و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری ($P <$ ۰/۰۱) تحت تأثیر کودهای بیولوژیک قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۰۷/۵۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ترکیبی آزوسپیریلوم و میکوریزا بود و کمترین آن نیز به تیمار شاهد اختصاص داشت (شکل ۱). نتایج به دست آمده در این مطالعه با تحقیقات Toussaint, *et al* (۲۰۰۷) مطابقت دارد. در یک بررسی که بر روی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد گیاه رازیانه انجام شد، تأثیر مثبت کودهای بیولوژیک را بر عملکرد دانه رازیانه تأیید می‌کند (Badran, and Safwat., 2004). در مطاله دیگری درزی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که کاربرد میکوریزا سبب افزایش عملکرد دانه و همچنین افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به تیمار شاهد شد. مطاله Annamalai, *et al* (۲۰۰۴) نیز نشان دهنده افزایش محسوس عملکرد دانه در اثر مصرف کودهای بیولوژیک در گیاه دارویی *Phyllanthus amarus* از خانواده فرفیون بود. در آزمایشی Shaalan (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش حاصلخیزی خاک بوسیله کودهای بیولوژیک نظیر ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس باعث افزایش و بهبود خصوصیات رشدی مانند ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه گیاه دارویی سیاهدانه شده است.

عملکرد بیولوژیک

تیمارهای مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۲). بطوریکه تمامی تیمارهای مورد آزمایش باعث افزایش عملکرد بیولوژیک رازیانه نسبت به تیمار شاهد شدند (شکل ۲). بالاترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ترکیبی آزوسپیریلوم و میکوریزا حاصل شد البته بین این تیمار و ترکیب ازتوباکتر و مایکوریزا و همچنین تیمار ترکیبی ازتوباکتر، میکوریزا و آزوسپیریلوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نکته قابل توجه این است که مصرف ترکیبی میکوریزا و آزوسپیریلوم تفاوت معنی‌داری نسبت به کاربرد هر یک از آنها به تنهایی داشته و تیمار ترکیبی نسبت به از کاربرد میکوریزا و آزوسپیریلوم به تنهایی به ترتیب ۱۹ و ۱۷ درصد افزایش در عملکرد بیولوژیک را باعث شده است که نشان دهنده تأثیر مثبت (اثر هم افزایی) تیمار ترکیبی می‌باشد. بسیاری از تحقیقات انجام گرفته نیز افزایش بیشتر عملکرد در کاربرد همزمان کودهای بیولوژیک نسبت به حالت کاربرد جداگانه آنها را نشان می‌دهد (Dileep, *et al*., ۲۰۰۱; Kumar, *et al*., ۲۰۰۱; Ku-mar, and Narula, ۱۹۹۹; Narula, *et al*., ۲۰۰۰; Mehnaz and Lazarovits, ۲۰۰۶).

شاخص برداشت

شاخص برداشت نیز بین تیمارهای کود بیولوژیک و شاهد اختلاف معنی‌داری ($P <$ ۰/۰۵) نشان داد. بطوری که شاخص برداشت در تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها درست عکس عملکرد بیولوژیک و اقتصادی بود. به دلیل کم بودن عملکرد بیولوژیک تیمار شاهد در مقایسه با دیگر تیمارها، شاخص برداشت در این تیمار بیشتر از دیگر تیمارها بود. در کاربرد ترکیب ازتوباکتر، میکوریزا و آزوسپیریلوم به علت بالا بودن عملکرد بیولوژیک و افزایش مقدار کاه و کلش گیاه، شاخص برداشت نسبت به دیگر تیمارها مقدار کمتری داشت. آزمایش مرادی و همکاران (۱۳۸۸) نیز این نتایج را تأیید می‌کند.

درصد و عملکرد اسانس

تجزیه واریانس صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج، کودهای بیولوژیک تأثیری بر درصد اسانس تداشت ($P > ۰/۰۵$) با این وجود، تیمار ترکیبی ازتوباکتر، میکوریزا و آزوسپیریلوم (با میانگین ۲/۹۷ درصد) و بعد از آن ترکیب آزوسپیریلوم و میکوریزا بیشترین درصد اسانس را بهمراه داشتند، هرچند که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و در تیمار شاهد نیز میزان اسانس قابل مقایسه با سایر تیمارهای کود بیولوژیک بود.

نتایج موجود در جدول ۲ حاکی از آنست که عملکرد اسانس در گیاه تحت تاثیر کودهای بیولوژیک قرار گرفت ($P > ۰/۰۵$). بین تیمارهای کود بیولوژیک به جز تیمار ترکیبی آزوسپیریلوم و میکوریزا (که بیشترین عملکرد اسانس را با میانگین ۲۶/۹۵ لیتر در هکتار دارا بود) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳). عملکرد اسانس تابعی است از عملکرد دانه و درصد اسانس آن، لذا هر گونه تغییر در عملکرد دانه و یا درصد اسانس، عملکرد اسانس تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در اینجا نیز افزایش عملکرد دانه سبب افزایش عملکرد اسانس شده و عملکرد دانه و عملکرد اسانس از همبستگی مثبت و بالایی ($R^2 = ۰,۷۵۳$) برخوردار بود (شکل ۴). نکته قابل توجه اینجاست که تیمار استفاده توأم آزوسپیریلوم و میکوریزا با وجود بیشترین عملکرد دانه، دارای درصد اسانس بالایی بود و نشانه تاثیر مثبت آزوسپیریلوم و میکوریزا بر تجمع اسانس دانه رازیانه بود که نتایج Mahfouz and Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) نیز این نکته را تأیید کرده اند.

کودهای آلی باعث افزایش درصد اسانس در گیاهان نتایج حاصل از تحقیق کوچکی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر کودهای بیولوژیکی بر عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) حاکی از آن است کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشت و تیمار ترکیبی نیتروکسین، مایکوریزا و همچنین تیمار سودوموناس سبب افزایش عملکرد اسانس به میزان ۱۱۲/۹% نسبت به تیمار شاهد شد. در آزمایش دیگری که توسط (Leithy, *et al*., 2006) انجام شد نیز کودهای بیولوژیک تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس گیاه دارویی رزماری داشت. آزمایشات دیگر نیز اثر کودهای بیولوژیک را بر عملکرد اسانس گیاهان دارویی گزارش کرده‌اند.

(Amin., 1997; Badran and Safwat., 2004)

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای بیولوژیک مناسب، می‌تواند در افزایش عملکرد دانه و عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه موثر باشد. بنابراین با توجه به این نکته که کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود، این تیمارها بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کند و کاربرد آنها قابل توصیه می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک

Table 1. Soil physical and chemical properties

بافت	نیتروژن ppm	فسفر ppm	پتاسیم ppm	EC (دسی زیمنس بر متر مربع)	pH
لومی- سیلتی	612	12	246	1/21	8/01

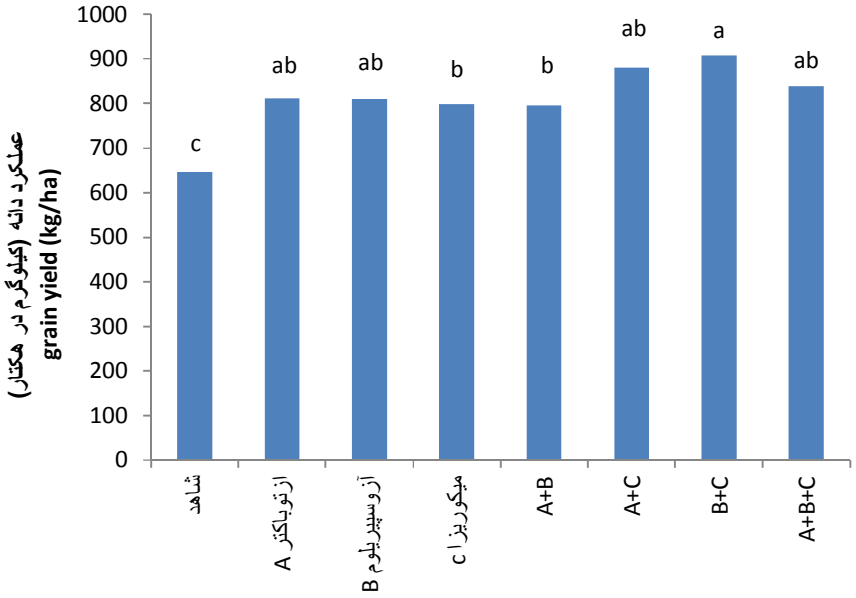
جدول ۲. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در گیاه دارویی رازیانه

Table 2. Analysis of variance of grain yield, biological yield, percentage of essences, essences yield and harvest index of Fennel

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	درصد اسانس Percentage of essences	عملکرد اسانس Essences yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Rep.	2	5699.38^{ns}	217805^{ns}	0.02570^{ns}	5.75711^{ns}	3.2097^{ns}
تیمار Treatment	7	18115.79**	512853*	0.05747^{ns}	29.7457*	2.5013*
خطا Error	14	3801.32	46685	0.06307	7.24628	2.3899
کل Total	23					

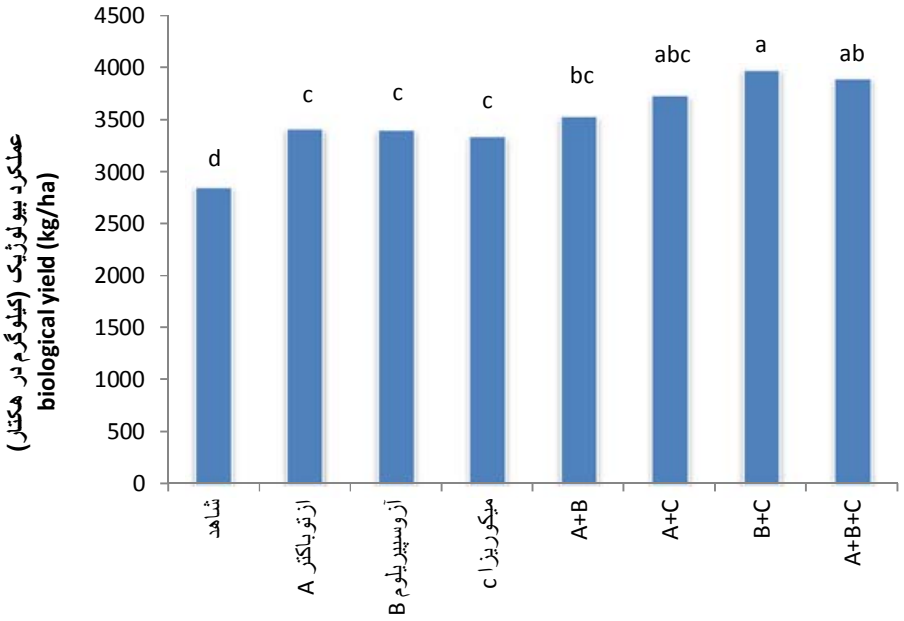
^{ns} * و ** به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.



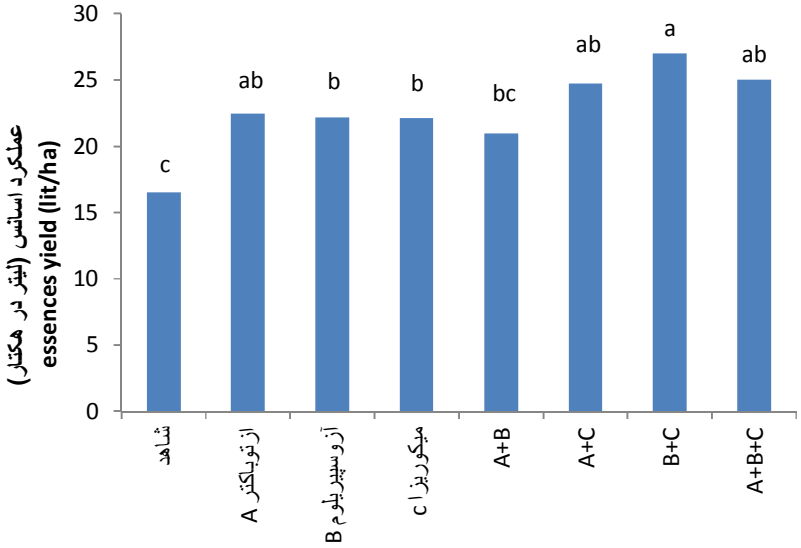
شکل ۱- عملکرد دانه رازیانه تحت تأثیر کودهای بیولوژیک

Fig. 1- Effect of biofertilizers on grain yield of Fennel



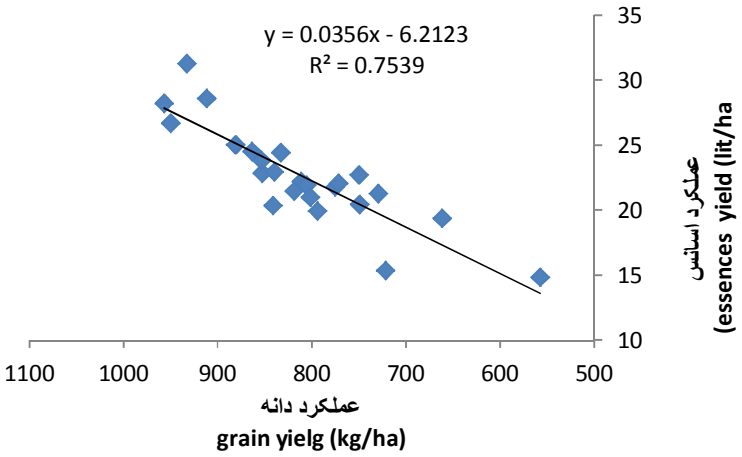
شکل ۲- عملکرد بیولوژیک رازیانه تحت تأثیر کودهای بیولوژیک

Fig. 2- Effect of biofertilizers on biological yield of Fennel



شکل ۳- عملکرد اسانس رازیانه تحت تأثیر کودهای بیولوژیک

Fig. 3- Effect of biofertilizers on essences yield of Fennel



شکل ۴- رابطه بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس رازیانه

Fig. 4- Correlation between grain yield and essences yield of Fennel

منابع References

اکبری نیا ا.، قلاوند ا.، سفیدکن ف.، رضایی م. ب. و شریفی عاشور آبادی ا. ۱۳۸۲. بررسی تاثیرکودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۱: ۴۱-۳۲.

امید بیگی، ر.، ۱۳۷۶. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات مشعل، تهران، ۳۴۶ صفحه.

زرگری، ع.، ۱۳۶۷. گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۴۲ صفحه.

درزی م. ت.، و حاج سید هادی م. ر. ۱۳۸۱. بررسی مسایل زراعی و اکولوژیکی دو گیاه بابونه و رازیانه. مجله زیتون. ۱۵۲: ۴۹-۴۳.

درزی م. ت.، قلاوند ا.، رجالی ف. ۱۳۸۸. تاثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر N، P، K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۵: ۱۹-۱.

مرادی ر.، رضوانی مقدم پ.، نصیری محلاتی م.، لکزیان ا. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (Foeniculum vulgare). مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۷ (۲): ۶۳۵-۶۲۵.

Annamalai, A., Lakshmi, P. T. V., Lalithakumari, D. and Murugesan, K., 2004. Optimization of biofertilizers on growth, biomass and seed yield of *Phyllanthus amarus* (Bhumyamalaki) in sandy loam soil. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Sciences. 26(4): 33-40.

Badran, F. S. and M. S. Safwat. 2004. Response of fennel plants to organic manure and biofertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian J. Agric. Res., 82: 247-256.

Carrubba, A., R. La Torre, and A. Matranga. 2002. Cultivation Trials of some Aromatic and Medicinal Plants in a Semi-arid Mediterranean Environment. Proceedings of an International Conference on MAP, Acta Horticulture (ISHS).

Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum L*. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.

Damjanivic, B., Lepojevic, V. and Tolic, A., 2005. Extraction of fennel *(Foeniculum vulgare Mill*.) seeds with supercritical CO2: Comparison with hyrodistilation. Food Chemistry, 92: 143-149.

Dileep Kumar, S. B., I. Berggren and A. M. Martensson. 2001. Potential for improving pea production by coinoculation with Fluorescent *Pseudomonas and Rhizobium*. Plant and Soil. 229: 25-34.

Ghost B. C., and Bhat R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environ. Pollut. 102: 123– 126.

Griffe, P., S. Metha, and D. Shankar. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.

Kapoor, R., B. Giri, and K. G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare mill*) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93:307-311.

Karimi, M. M., and K. H. M Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agriculture Research, 42:13-20.

Khan, M. M. A., Samiullah, S. H. A. and Afridi, M. M. R. K., 1992. Yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*) in relation to basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. Journal of Plant Nutrition, 15: 2505-2515.

Kumar, V., R. K. Behl and N. Narula. 2001. Establishment of phosphate solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in rhizosphere and their effect on wheat under green house conditions. Microb. Res. 156: 87–93.

Kumar, V. and N. Narula. 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum*. Biol. Fertil. Soil. 27: 301–305.

Mahfouz, S. A. and M. A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.). Int. Agrophysics. 21: 361-366.

Marotti, M., Dellacecca, V., Piccaglia, R. and Glovanelli, E., 1993. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare Mill*. Acta Horticulture, 331: 63-69.

Mehnaz S., and Lazarovits G. 2006. Inoculation effects of Pseudomonas putida, Gluconacetobacter azotocaptans, and Azospirillum lipoferum on corn plant growth under green house conditions. Microbial Ecology. 51: 326–335.

Miraldi, E., 1999.comparison of the essential oils from ten *Foeniculum vulgare mill.* Samples of fruits of different origin. Flavour and fragrance Journal, 14: 379-382.

Murty M. G., and Ladha J. K. 1988. Influence of *Azospirillum* inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant and Soil. 108: 281–285.

Narula, N., V. Kumar, R. K. Behl, A. Deubel, A. Gransee and W. Merbach. 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 393–398.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. and Gautam, S. P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to Cymbopogon martinii var. motia by rhizobacteria, *AMF* and *Azospirillum* inoculation. Microbiological Research, 156: 145-149.

Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds

quality of (*Nigella sativa L.*) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83:811-828.

Tehlan, S. K., Thakral, K. K., and Nandal, J. K. 2004. Effect of Azotobacter on plant growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*). Haryana Journal of Horticultural Science, 33(3/4): 287-288.

Toussaint, J. P., Smith, F. A. and Smith, S. E. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. Mycorrhiza,17(4): 291-297.

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۸۹-۷۵

انتقال ژن (*DREB1A*) موثر در تحمل به تنش‌های غیر زنده به گیاه ذرت

Transformation of *Zea mays* using *DREB1A* gene for abiotic stresses tolerance

محمد رضا شمس[۱،۲]، حسن رهنما*[۲]، محمد رضا بی همتا[۳]، منوچهر خدارحمی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۱۸

چکیده

به منظور انتقال ژن (*DREB1A*) موثر در تحمل به تنش‌های غیر زنده به گیاه ذرت، ابتدا پلاسمید بیانی نوترکیب حاوی ژن *DREB1A* ساخته شد. جهت تهیه سازه مورد نظر قطعه bp۶۵۱ ژن *DREB1A* که در ناقل همسانه سازی pTZ۵۷R کلون گردیده بود، با آنزیم *Eco*RI هضم و سپس در ناقل همسانه سازی pUC۱۸ و در مکان همولوگ الحاق شد. پیشبر *rd29A* با اندازه ۹۱۰bp از گیاه آرابید وپسیس و پایانبر *nos* حاوی قطعه bp ۲۶۰ از ناقل بیانی pBI۱۲۱ با PCR و پرایمرهای اختصاصی تکثیر و هر دو محصول PCR به ترتیب با جفت آنزیم‌های *Xba*I ,*Hin*dIII و *Pst*I *Eco*RI هضم و در pUC۱۸–DREB کلون شدند. کاست ژنی با دو آنزیم *Hin*dIII و *Eco*RI هضم و در ناقل بیانی pCAMBIA۳۳۰۰ (که پلاسمید هدف می‌باشد) در مکان همولوگ قرار گرفت. جهت انجام تحقیق لاین های A۱۸۸، S۶۱ و B۷۳ ذرت داخل گلدان کشت شدند. بلال‌ها ده الی چهارده روز پس از گرده افشانی برداشت شدند. پس از ضد عفونی بلال ها، جنین نارس استخراج گردید و چهار روز بر روی محیط پیش تیمار (N۶P) قرار داده شدند. ۳ ساعت قبل از بمباران جنین‌ها به محیط اسمزی (N۶Y) انتقال داده شد. ژن *DREB1A* با استفاده از دستگاه تفنگ ژنی به سلول‌های بافت هدف شلیک شد. سپس جنین‌ها یک هفته در محیط استراحت (N۶Rest) و بعد به محیط انتخابی حاوی علف کش PPT (N۶ppt) منتقل گردیدند. کالوس‌های مقاوم به محیط باززایی منتقل شده و گیاهچه‌های حاصل به محیط ریشه زایی. انتقال یافتند. در نهایت استخراج DNA ژنومی از گیاهان حاصل صورت گرفت. تراریختی گیاه ذرت و حضور ژن *bar* (مقاوم به علف کش) و ژن *DREB1A* (مقاوم به تنش‌های غیر زنده) با انجام PCR و آغازگرهای اختصاصی ژن *bar* و *DREB1A* تایید شد.

واژه‌های کلیدی: انتقال ژن، تنش‌های غیر زنده، جنین نارس، ذرت، ریز پرتابه، ژن *DREB1A*

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران
۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی. کرج، ایران
۳- دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

تنش‌های غیر زیستی مانند شوری، خشکی و سرما به شدت محصول دهی گیاهان زراعی را کاهش می‌دهند (Sreenivasulu *et al*., 2007 ; Mahajan and Tuteja, 2005) خشکی و شوری در بسیاری از مناطق جهان وجود دارد و پیش بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۵۰ درصد زمین‌های قابل کشت با مشکل شوری مواجه شوند. (Bray *et al*., 2000) اثرات شوری در مناطق خشک و نیمه خشک که ۲۵ درصد زمینهای تحت آبیاری در این مناطق قرار دارند بسیار برجسته می‌باشد. اگر چه در گیاهان عالی راهکارهای چند گانه و مرتبط با هم تکامل یافته تا آنها را قادر به زنده ماندن تحت تنش نماید، این راهکارها در اکثر گیاهان زراعی به خوبی توسعه نیافته است. ذرت مانند بسیاری از محصولات کشاورزی حساسیت فراوانی به خشکی دارد. این حساسیت به ویژه در مرحله گل دهی و مرحله پر کردن بذر بسیار زیاد است. از طرف دیگر این گیاه از جمله گیاهانی است که به تنش شوری حساس است به طوری که آستانه تحمل این گیاه به شوری حدود EC=۲/۵ است. با افزایش شوری خاک میزان محصول کاهش چشمگیری پیدا می کند. از طرف دیگر حساسیت این گیاه به سرما زدگی زودرس (خصوصاً در مورد ذرت علوفه ای) در فصل پائیز اهمیت تولید ارقام مقاوم به سرما را بیش از پیش نشان می‌دهد. با توجه به افزایش روز افزون جمعیت و محدودیت زمینهای کشاورزی و منابع آبی و همچنین طرح خودکفائی ذرت در کشور، ایجاد ارقام مقاوم به خشکی و شوری از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از راههای افزایش تولید در محیط‌های تنشی اصلاح گیاهان به منظور افزایش تحمل به تنش است با این وجود موفقیت در اصلاح تحمل گیاهان به تنش‌های غیر زیستی به دلایل زیر همواره با مشکل روبرو بوده است: ۱- تحمل به تنش‌های غیر زیستی توسط ژن‌های متعددی کنترل می‌شود و انتخاب هم زمان آنها در روشهای سنتی اصلاح نباتات مشکل است (Flowers *et al*., 2000). ۲- زحمت زیادی لازم است تا ژن‌های نامناسب و ناخواسته‌ای که در طی اصلاح وارد شده‌اند حذف شوند. ۳- روشهای اصلاحی کارا و مؤثری به ویژه در شرایط مزرعه‌ای وجود ندارد (Ribaut *et al* ,.1997). به همین لحاظ استفاده از فناوریهای نوین مانند مهندسی ژنتیک می‌تواند به این امر کمک فراوانی نماید. بر خلاف روشهای سنتی اصلاح نباتات، مهندسی ژنتیک روشی سریع تر و دقیق تر برای دست‌یابی به گیاهان متحمل تر به تنش‌ها می‌باشد. به علاوه، با استفاده از روش‌های مهندسی ژنتیک می‌توان ژن‌های مختلف را سر هم نموده و به طور هم زمان به گیاه منتقل نمود. تنش‌های غیر زیستی منجر به یک سری از تغییرات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیائی و مولکولی می‌شوند که تأثیر سوئی بر رشد و تولید گیاه دارد (Wang *et al*., 2001). خشکی، شوری، دمای حد و تنش اکسیداتیو اغلب در ارتباط با هم بوده و باعث آسیب‌های سلولی مشابهی می‌شوند. برای مثال، خشکی و یا شوری قبل از هر چیزی به صورت تنش اسمزی خود را نشان می‌دهد که منجر به تخریب تعادل و انتشار یون در سلولها می‌گردد. تنش اکسیداتیو هم که معمولاً به دنبال تنش‌های خشکی، شوری و دمائی اتفاق می‌افتد باعث واسرشتی پروتئین‌های ساختمانی و فعال می‌شود. در نتیجه، این تنش‌های شدید محیطی اغلب باعث فعال شدن مسیرهای علامتی سلولی و پاسخ‌های سلولی مشابهی (مانند تولید پروتئین‌های تنشی، تنظیم بالا دستی آنتی اکسیدانت‌ها و انباشتگی مواد محلول سازگار) می‌شوند (Cushman and Bohnert, 2000). همان طور که ذکر شد بر خلاف اغلب صفات تک ژنی مانند مقاومت به آفات و بیماریها، پاسخهای پیچیده ژنتیکی به تنش‌های غیر زیستی کنترل آن را مشکل می‌نماید. راهکارهای جدید مهندسی ژنتیک مبتنی بر انتقال یک یا چند ژن است که اغلب یا در مسیرهای علامتی و تنظیمی دخالت دارند و یا این که آنزیم هایی را رمز سازی می‌کنند که در مسیر بیوسنتزی ترکیبات حفاظت کننده مانند اسمولیت‌ها و آنتی اکسیدانت‌ها نقش دارند و یا اینکه پروتئین‌های دخیل در تحمل به تنش را القا می‌کنند. راهکارهای متفاوتی جهت تولید گیاهان تراریخته مقاوم به تنش‌های غیر زیستی به

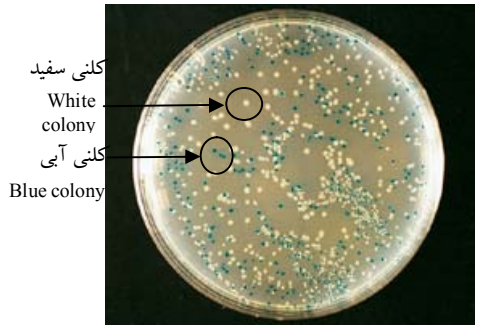
کار گرفته شده است. در تمامی این روش‌ها معمولاً از یک ژن جهت تراریختی استفاده شده است. به‌عنوان مثال استفاده از ژن‌های بیوسنتزی انواع اسمولیتها (مانند گلیسین- بتائین، مانیتول، پرولین، میواینوزیتول، ترهالوز و...)، آنزیم‌های آنتی اکسیدانت (مانند سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون- ترانسفراز و. . .)، ناقل‌های یونی (HKATPase, HATPase و...) را می‌توان نام بـرد (Smirnoff,1998). همان طور که ذکر شد استفاده از عوامل رونویسی یکی از راهکارهای ایجاد مقاومت در گیاهان است. این عوامل با اتصال به جایگاههای اختصاصی در مولکول DNA باعث تنظیم فعالیت ژن‌های پائین دستی می‌شوند. از جمله این عوامل رونویسی که در پاسخ به تنش‌های اسمزی (شوری، خشکی و سرما) در گیاه فعال می‌شوند می‌توان به DREB اشاره نمود که با اتصال به عناصر DRE موجود در پیشبرهای مختلف باعث کنترل بیان ژن مربوطه می‌شوند. بدین ترتیب با استفاده از این عوال رونویسی می‌توان مجموعه‌ای از ژن‌های پائین دستی را کنترل نمود. تراریختی گیاه آرابیدوپسیس با ژن *DREB1A* که تحت کنترل پیشبر *CaMV35S* قرار داشت، باعث افزایش مقاومت به تنش‌های خشکی و انجماد گردید اما فنوتیپ گیاه تراریخته کوتوله بود (Kasuga *et al* ,.1999). استفاده از پیشبر القائی *rd29A* باعث شد که گیاهان حاصله ضمن اینکه مقاومت بالائی به انواع تنش‌های شوری، خشکی و سرما نشان دهند رشد طبیعی هم داشته باشند (Kasuga *et al* ,.1999). هم چنین انتقال ژن *DREB1A* تحت کنترل پیشبر *rd29A* به گیاه توتون هم باعث افزایش مقاومت به تنش‌های خشکی و سرما گردید (Kasuga *et al.,* 2004). پله گرینسچی و همکاران (۲۰۰۲) در CIMMYT با انتقال سازه ژنی فوق به گیاه گندم توانسته‌اند که میزان مقاومت این گیاه زراعی مهم را به تنش خشکی افزایش دهند. انتقال ژن *DREB1A* به گیاه برنج هم توانسته است میزان تحمل به انواع تنش‌های غیر زیستی مانند خشکی, شوری و سرما را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. ذرت با داشتن مسیر فتوسنتزی C4 ، دگرگشنی، بنیهٔ هیبریدی و تنوع بسیار زیاد آن گیاهی ایده آل از نظر نقش مستقیم و غیرمستقیم در تأمین غذا و بسیاری از نیازهای صنعتی و حتی تزئینی انسان می‌باشد. با توجه به نیاز مبرم تولید ذرت در کشور و به دلیل این که تنش‌های غیر زیستی به شدت عملکرد دانه و علوفهٔ ذرت را کاهش می‌دهند و ژنوتیپ مناسبی برای مقابله با چنین مشکلاتی وجود ندارد، ایجاد ارقام مقاوم از طریق تراریختی حائز اهمیت است. به منظور انتقال ژن (*DREB1A*) موثر در تحمل به تنش‌های غیر زیستی به گیاه ذرت این آزمایش طرح ریزی شد.

مواد و روش ها

ساخت سازه پلاسمیدی

جهت ساخت سازه پلاسمیدی مورد نظر از ناقل همسانه ساز pUC۱۸ استفاده شد. طبق نقشه طراحی شده (شکل۱) می‌بایست کاست ژنی شامل پیشبر *rd29A*، ژن *DREB1A* و پایانبر *nos* ابتدا به ناقل pUC۱۸ منتقل شود و سپس کاست ژنی درون ناقل بیانی pCAMBIA ۳۳۰۰ قرار گیرد. ابتدا ژن *DREB1A* که درون ناقل همسانه ساز pTZ۵۷R/T قرار داشت با آنزیم *Eco*R1 هضم شد و همچنین ناقل همسانه ساز pUC۱۸ نیز توسط آنزیم مشابه مورد هضم شبانه و جهت جلوگیری از خود اتصالی پلاسمیدی با استفاده از ۳ میکرولیتر آلکالین فسفاتاز و به مدت ۴۵ دقیقه دفسفره شدند. به ترتیب قطعات ۶۵۱ bp و ۲۶۸۶ bp از روی ژل آگارز یک درصد با استفاده از روش خالص سازی اسیدهای نوکلئیک خالص سازی و با استفاده از روش Rapid ligation kit (شرکت Roche) الحاق شدند، مخلوط اتصال به درون باکتری‌های مستعد *E.coli* توسط شوک حرارتی تراریزش شد (Sambrook and Russel 2000,). پس از کشت باکتری‌های تراریخته و غیر تراریخته (کلنی‌های سفید وآبی) در محیط LB حاوی ۵۰ میلی گرم در لیتر آمپی سیلین (نشانگر انتخابی پلاسمید pUC۱۸ و ۴ میکرولیتر IPTG بیست درصد و ۴۰ میکرولیتر X-gal دو درصد(رشد کردند که تشکیل کلنی‌های سفید به دلیل وارد شدن قطعه ژن هدف در مکان برشی چند گانه اپران *LacZ* بود (شکل۲). استخراج پلاسمید از کلنی‌های سفید به منظور تایید حضور قطعه ژن

هدف صورت گرفت.



شکل ۱: تشکیل کلنی‌های سفید و آبی بر روی محیط انتخابی حاوی Xgal و IPTG

Figure 1: Blue and white colonies formed on selective medium containing Xgal and IPTG

در مرحله بعد پیشبر *rd29A* با اندازه ۹۱۰ bp از ژنوم گیاه آرابیدوپسیس با استفاده از تکنیک PCR و پرایمرهای اختصاصی

F *rd29A* (AAG CTT GCC ATA GAG CAT TTC AA)-R

(TCC AGA TTC CAA AGA TTT TTC T) *rd29A* تکثیر شد. چرخه‌های حرارتی شامل یک چرخه واسرشته سازی اولیه در دمای ^{o}C ۹۴، به مدت ۱ دقیقه، ۳۵ چرخه با واسرشته سازی در دمای ^{o}C ۹۴ به مدت ۱ دقیقه، اتصال آغازگر در دمای ^{o}C ۵۳ به مدت ۳۰ ثانیه و نهایتا یک چرخه بسط نهایی به مدت۲ دقیقه در دمای ^{o}C ۷۲ بود. برای کلون کردن اولیه ژن از ناقل پلاسمیدی همسانه ساز pGEM–7Zf(+)استفاده شد. سپس با استفاده از توالیهای آنزیمی که برای دو سر پیشبر *rd29A* طراحی شده بود قطعهbp ۹۱۰ از ناقل همسانه ساز pGEM–7Zf(+) توسط دو آنزیم *Xba*I و *Hin*dIII هضم و از روی ژل آگارز خالص سازی شد. همچنین ناقل همسانه ساز *DREB1A*-pUC18 نیز توسط آنزیم مشابه مورد هضم قرار گرفت و قطعه ۳۴۸۹bp از روی ژل آگارز خالص سازی گردید. استخراج پلاسمید از کلنی‌ها به منظور تایید حضور قطعه مورد نظر انجام شد و هضم ناقل همسانه ساز نوترکیب pUC18-*DREB1A*-*rd29A* با دو آنزیم *Hin*dIII و *Xba*I باعث استخراج قطعه bp ۹۱۰ شد. در ادامه پایانبر *nos* از داخل ناقل بیانی pBI۱۲۱ با استفاده از پرایمرهای اختصاصی F *nos* (ctg cag atc gtt) و R-*nos* (caa aca ttt g) (gaa ttc ccg atc tag taa cat ag) که از سمت چپ سایت برشی *Pst*I و سمت راست سایت برشی *Eco*RI تعریف شده بود به وسیله PCR با چرخه‌های حرارتی که شامل یک چرخه واسرشته سازی اولیه در دمای ^{o}C ۹۴، به مدت ۱ دقیقه، ۳۵ چرخه با واسرشته سازی در دمای ^{o}C ۹۴ به مدت ۱ دقیقه، اتصال آغازگر در دمای ^{o}C ۶۲ به مدت ۳۰ ثانیه و نهایتا یک چرخه بسط نهایی به مدت۲ دقیقه در دمای ^{o}C ۷۲ بود، تکثیر شد و توسط PCR Cloning Kit داخل ناقل همسانه سازی pTZ۵۷R کیت کلون گردید. در ادامه ترکیب واکنش هضم آنزیمی پایانبر *nos* و ناقل pUC18-*DREB1A*-*rd29A* جهت ریکاوری انجام و سپس واکنش اتصال بین pUC18-*DREB1A*-*rd29A* و پایانبر *nos* صورت گرفت. استخراج پلاسمید از کلنی‌ها جهت تایید حضور قطعه ژن هدف انجام شد و با هضم ناقل نوترکیب pUC18-*DREB1A*-*rd29A* توسط دو آنزیم*Pst*I و *Eco*RI قطعه bp ۲۶۰ پایانبر *nos* استخراج شد.

ناقل بیانی pCAMBIA۳۳۰۰ که پلاسمید هدف می‌باشد و ناقل pUC18-*DREB1A*-*rd29A*-*nos* هر دو توسط آنزیمهای *Hin*dIII و *Eco*RI هضم شدند و به ترتیب قطعات bp ۸۴۲۸ و bp ۱۸۲۱ خالص سازی گردیدند. پس از انجام واکنش اتصال مخلوط اتصال به درون باکتری‌های مستعد *E.coli* با استفاده از شوک حرارتی منتقل شد. در انتها ناقل بیانی نوترکیب pCRDREB نیز جهت تایید ورود کاست ژنی توسط آنزیمهای *Hin*dIII و *Eco*RI مورد هضم قرار گرفت.

مواد گیاهی

در این پژوهش لاین‌های A۱۸۸، S۶۱ و B۷۳ذرت مورد استفاده قرار گرفتند. بذور ارقام ذرت داخل گلخانه در دمای ^{o}C ۳±۲۵ (روشنایی) و ^{o}C ۳±۱۸) تاریکی) تحت یک دوره نوری ۱۶/۸ ساعت (شب/روز) با شدت نور ۲۵۰ میکرو مول بر

متر مربع در ثانیه پرورش داده شدند. بذور ابتدا در گلدان‌های کوچک کشت و سپس گیاهچه‌ها به گلدان‌های بزرگ منتقل شدند. بلال‌ها ۱۴-۱۰ روز پس از گرده افشانی برداشت شدند. جهت ضدعفونی، بلال‌ها سه دقیقه در الکل ۷۰%، ۲۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم (وایتکس) به نسبت ۱:۱ آب استریل و هیپوکلریت سدیم، حاوی دو قطره توین ۲۰ و سه مرتبه با آب مقطر استریل و هر بار به مدت ۵ دقیقه شسته شدند. با کمک یک پنس سرکج قطعه بلال به کف پتری تکیه داده شد و با یک اسکالپل تیز یک سوم تا نیمی از دانه قطع و با یک قاشقک فلزی و نازک باقیماندهٔ آندوسپرم بدون اینکه خرد شود بیرون کشیده و جنین‌های نارس ۲-۱ میلی متری از طرف شکاف جنینی آن (طرف صاف) داخل محیط پیش تیمار (N6P) حاوی محیط پایه N۶ (Chu *et al*, 1975)، ۹ میلی گرم/ لیتر نیترات نقره، ۷۰۰ میلی گرم/ لیتر ال-پرولین، ۲ میلی گرم/ لیتر 2,4-D، ۳۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۳ گرم/ لیتر ژلرایت قرار داده شد (Fromm, 1994). حدود ۵۰ تا ۶۰ جنین در یک پتری دیش ۱۰ سانتیمتری کشت شدند. پتری‌ها در تاریکی ۲۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. چهار روز بعد جنین‌ها به صورت مجتمع در یک دایره به قطر ۲ سانتیمتر روی محیط اسمزی N6Y حاوی محیط پایه N۶، ۹ میلی گرم/ لیتر نیترات نقره، ۷۰۰ میلی گرم/ لیتر ال-پرولین، ۲ میلی گرم/ لیتر 2,4-D، ۱۲۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۳ گرم/ لیتر ژلرایت کشت شدند و به مدت چهار ساعت پیش از بمباران در شرایط اتاق نگهداری شدند.

انتقال ژن با ذرات طلا

از دستگاه تفنگ ژنی برای انتقال ژن‌های *DREB1A* و *bar*) BioRad PDS1000 He gun) استفاده شد. DNA پلاسمیدی به صورت مخلوطی از ۳ میلی گرم ذرات طلای ۱ میکرومتری، ۱۰ میکرولیتر) ۱۰- ۸ نانوگرم(مخلوط DNA پلاسمیدی، ۵۰ میکرولیتر کلرید کلسیم (۲/۵ مولار)، ۲۰ میکرولیتر اسپرمیدین عاری از باز (۰/۱ مولار) آماده و به مدت ۲-۳ دقیقه به شدت با ورتکس هم زده شد. مخلوط به مدت ۵ ثانیه با حداکثر دور سانتریفیوژ شد و مایع رویی دور ریخته شد. به مخلوط ۲۵۰ میکرولیتر الکل مطلق زده به مدت ۳۰ ثانیه به شدت ورتکس و سپس به مدت ۲۰ ثانیه به شدت سانتریفیوژ شد. مایع رویی حذف شد. به مخلوط ۶۰ میکرولیتر اتانول مطلق اضافه کرده به مدت ۳ تا ۵ دقیقه به شدت ورتکس شد. درحالی که تیوب ورتکس می‌شد ۱۰ میکرولیتر محتویات آن روی غشای بزرگ حامل استریلی که قبلا در نگهدارنده مخصوص سوار شده بود پخش شد و در معرض جریان هوای استریل لامینار خشک گردید. در نگهدارنده ریز حامل یک غشای psi۹۰۰ یا Psi۱۱۰۰ قرار داده شد و پس از قراردادن توری فلزی و ماکروکریر در جای خود، همگی روی دستگاه سوار شده، پتری محیط اسمزی حاوی جنین‌ها در فاصله ۹ سانتیمتری قرار گرفت و هر پلیت دو مرتبه از دو جهت با فشار هلیم psi ۹۰۰ و مکش psi۲۲۰ بمباران شد (*et al*.,2003 Koziel). ارقام S۶۱ و B۷۳ به وسیله طلای با قطر ۱ میکرون شلیک شدند و رقم A۱۸۸ با دو قطر ۰/۶ و ۱ میکرون طلا شلیل شدند. جنین‌ها بلافاصله از محیط اسمزی جدا و روی محیط استراحت Rest N۶ (محیط کالوس زایی فاقد انتخابگر) منتقل گردیدند و به مدت ۲ تا ۷ روز در تاریکی ۲۷ درجه نگهداری شدند.

محیط انتخابی

جهت تعیین بهترین محیط انتخابی از محیط پایه N۶، ۹ میلی گرم/ لیتر نیترات نقره،، ۲ میلی گرم/ لیتر 2,4-D، ۳۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۳ گرم/ لیتر ژلرایت و پنج غلظت صفر، ۲/۵ ، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر PPT در سه تکرار استفاده شد. در هر پتری دیش ۱۰ جنین (جنین نارسی که چهار روز داخل محیط پیش تیمار N6P قرار داشته) کشت شد. پتریها به اتاق تاریک با دمای ۲۷ درجه منتقل شدند. به منظور حفظ فشار انتخاب، محیط کشت‌ها هر دو تا سه هفته یک بار تعویض شدند (Somers and Hibberd, 1994) طبق نتایج تیمارهای بالا برای انتخاب کالوس‌های مقاوم از یک انتخاب تدریجی

استفاده شد. برای ژن *bar* ابتدا محیط انتخاب ملایم (۵ میلی گرم/ لیتر PPT) N۶PPT۵، به مدت دو هفته به کار برده شد سپس بسته به سرعت رشد کالوس ۲ تا ۲۰ هفته در محیط قویتر) ۱۰ میلی گرم/ لیتر(PPT N۶PPT۱۰ پرورش داده شد. در محیط انتخابی PPT به خاطر جلوگیری از اثر خنثی کننده اسیدهای آمینه پایین دست، ال-پرولین حذف گردید.

در ادامه اثر سه رقم A۱۸۸، B۷۳ و S۶۱ بر روی درصد جنین‌های نارس کالوس زا به صورت طرح پایه کاملا تصادفی انجام شد.

رسیدگی و باززایی

بسته به روش تراری‌ختی و سرعت رشد کالوس، کالوس‌های مقاوم احتمالی از هفتهٔ پنجم (Fromm, 1994) تا دهم (Nakano *et al*., 1987) بعد از تراریختی به محیط رسیدگی (MS Maturation) حاوی محیط پایه MS (Murashige and Skoog.,1962)، ۱ میلی گرم/ لیتر IAA، ۰/۵ میلی گرم/ لیتر زئاتین، ۱/ میلی گرم/ لیتر ABA، ۱۰ میلی گرم/ لیتر PPT، ۶۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۸ گرم/ لیتر آگار منتقل شدند و در آن کالوس‌ها ۲ تا ۳ هفته در تاریکی ۲۷ درجه سانتیگراد از محیط غنی از ساکاروز تغذیه شده تا به اندازه کافی نشاسته ذخیره کرده و به خوبی برسند. سپس جنین‌های رویشی سفید رنگ اسکوتلوم دار از کالوس جدا شده به محیط باززایی حاوی محیط پایه MS، ۱ میلی گرم/ لیتر IAA، ۰/۵ میلی گرم/ لیتر زئاتین، ۰/۱میلی گرم/ لیتر ABA، ۰/۱ میلی گرم/ لیتر تیدیازوران، ۱۰ میلی گرم/ لیتر PPT، ۳۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۸ گرم/ لیتر آگار منتقل و در نور ۸۰ تا ۱۰۰ میکرومول در متر مربع در ثانیه قرار داده شدند تا گیاهچه‌های مقاوم به دست آید. پس از این که گیاهچه‌ها دارای یک برگچه و یکی دو ریشه چه شدند به محیط ریشه زایی حاوی محیط پایه MS، ۱۰ میلی گرم/ لیتر PPT، ۲۰ گرم/ لیتر ساکارز، ۶ گرم/ لیتر آگار داخل شیشه مربایی انتقال یافتند تا به ارتفاع ۷ تا ۱۲ سانتیمتر رشد کرده، تعدادی برگ و سیستم ریشه‌ای قوی تشکیل دهند (Armstrong *et al*., 1994). در تمامی این محیط‌ها شرایط شدید انتخاب حفظ شد و روش تراریختی محیط‌های رسیدگی، باززایی و ریشه دهی یکسان بود. پس از شستشوی ریشه از باقیماندهٔ محیط کشت با آب ولرم، گیاهچه‌های باززایی شده به گلدان ۱۰ سانتیمتری محتوی مخلوط پرلیت، پیت به نسبت‌های ۲:۱ استریل منتقل شدند. به منظور جلوگیری از تبخیر و تعرق شدید یک کیسهٔ پلاستیکی شفاف استریل روی گلدان کشیده و با کش به لبهٔ بیرونی گلدان محکم شد. گلدان‌ها در اتاق رشد روشن به مدت چند هفته پرورش داده شد. بعد از یک هفته با تعبیهٔ چند سوراخ به گیاه اجازهٔ مبادلهٔ هوا با محیط داده شد و ظرف دو هفته کیسهٔ پلاستیکی به کلی برداشته شد. در این مدت گیاهچه‌ها از طریق آبی که در پای گلدان آن ریخته شد آب و مواد غذایی را به صورت محلول ۳ گرم درلیتر کود N.P.K دریافت داشت. گیاهچه‌ها پس از چهار برگی شدن به گلدان بزرگ ۱۰ لیتری حاوی ترکیبات فوق منتقل و به گلخانه برده شد.

استخراج DNA و آنالیز PCR

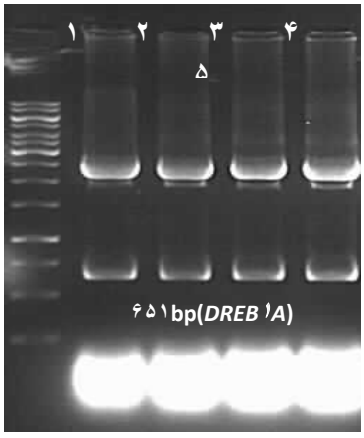
DNA ژنومی از نمونه‌های گیاهی ذرت با استفاده از روش تغییر یافته دلاپورتا (سال ۱۹۸۳) استخراج شد. به برگ پودر شده با ازت، بافر استخراج (۱ µl)، SDS ۱۰% (۱۰۰ µl) اضافه کرده و ۱۵ در °C ۶۵ انکوبه کرده، ۳۰۰ µl پتاسیم استات ۵ مولار اضافه و ۲۰ روی یخ منتقل شد. نمونه ‹۲۵ در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفیوز شد و فاز رویی به دو تیوپ جدید منتقل گردیدند. ایزوپروپانول به نسبت ۱:۱ به تیوپ‌ها اضافه کرده و به مدت ۱-۰/۵ ساعت درون °C ۲۰- انکوبه گردید. سپس ‹۳۰ در ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. رسوب DNA با ۷۰۰ µl-۵۰۰ اتانول ۷۰% شستشو گردید. پرایمرهای اختصاصی جهت تکثیر قطعات ۶۵۱ bp و ۵۰۰ bp به ترتیب ژن‌های *DREB1A* و *bar* شامل TCT-)F3 *DREB1A* (5''AGA GTT ACC TTA TCC AG-3 و R2 *DREB1A* (‹CTG-CAG CGT ACT AAA AAT G-3-‹5)، F *bar*

(‹CTC GAG TCA AAT CTC GGT GAC GGG- 3-´5)
و *bar* CGA GTC TAC CAT GAG CCC AGA-´5 R
ACG- 3›) می‌باشند. چرخه‌های حرارتی شامل یک چرخه واسرشته سازی اولیه در دمای ^{o}C ۹۴، به مدت ’۵، ۳۵ چرخه با واسرشته سازی در دمای ^{o}C ۹۴
به مدت ۱ دقیقه، اتصال آغازگر در دمای ^{o}C ۶۱ به مدت ۳۰ ثانیه برای ژن *DREB1A* و ^{o}C ۶۰ به مدت ۳۰ ثانیه برای ژن *rd29A* و نهایتا یک چرخه بسط نهایی به مدت۵ دقیقه در دمای ^{o}C ۷۲ بود.

نتایج و بحث

ساخت پلاسمید نوترکیب pCRDREB

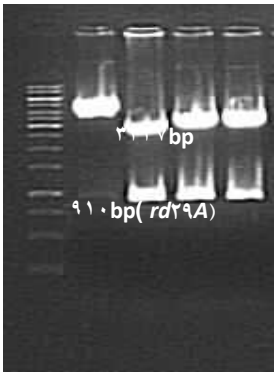
ژن *DREB1A* از پلاسمید نوترکیب pUC۱۸، پس از استخراج کلنی‌های سفید که در محیط LB حاوی آمپی سیلین رشد کرده بودند، توسط هضم با آنزیم *Eco*RI خارج گردید (شکل ۲).



شکل ۲: هضم آنزیمی pUC۱۸ با*Eco*RI جهت خروج ژن *DREB1A*1. نشانگر اندازه kb 2.1 الی 5 pUC18 نوترکیب که با *Eco*RI هضم شده است

Figure 2: pUC18 digested with EcoRI for exit DREB1A gene 1. 1kb DNA Ladder. 2 to 5 pUC18 recombinant was digested with EcoRI

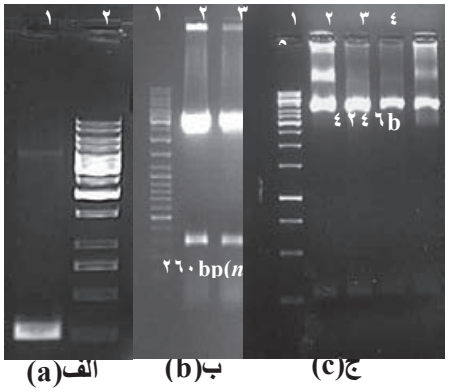
پیشبر *rd29A* پس از همسانه سازی در پلاسمید نوترکیب pUC۱۸- *DREB1A*، جهت تایید توسط آنزیمهای *Xba*I و *Hin*dIII مورد هضم قرار گرفت (شکل ۳).



شکل۳: هضم آنزیمی پلاسمید نوترکیب pUC18- *DREB1A*-*rd29A*جهت خروج پیشبر *rd29A* باآنزیمهای *Xba*I و *Hin*dII
۱- نشانگر اندازه kb ۱، ۵-۲- هضم با دو آنزیم *Hin*dIII و *Xba*I

Figure 3: Enzymatic digestion of pUC18-DREB1A-rd29A plasmid for exit rd29A promoter with XbaI and HindIII 1. 1kb DNA Ladder, 2-5. digested with HindIII and XbaI

در ادامه پایانبر *nos* از ناقل بیانی pBI۱۲۱ با استفاده از پرایمرهای اختصاصی که در توالیهای انتهایی دو سر آن به ترتیب از سمت چپ سایت برشی *Pst*I و سمت راست سایت برشی *Eco*RI تعریف شده بود توسط PCR تکثیر شد (شکل ۴ الف)، و توسط PCR Cloning Kit داخل ناقل همسانه سازی pTZ۵۷R/T کیت کلون گردید. سپس پایان بر *nos* که در ناقل همسانه سازی pTZ۵۷R کیت کلون شده بود با هضم به وسیله آنزیمهای *Pst*I و *Eco*RI خارج ’گردید (شکل ۴ ب). در ادامه پایان بر *nos* به ناقل همسانه ساز pUC۱۸--*DREB1A* *rd29A* با استفاده از Rapid ligation kit الحاق شد. پس از انجام واکنش، مخلوط اتصال به درون باکتریهای مستعد *E.coli* با استفاده از شوک حرارتی تراریخته شد. پایان بر *nos* از پلاسمید نوترکیب pUC18- *DREB1A*-*rd29A*-*nos* پس از استخراج کلنی‌ها که در محیط LB حاوی آمپی سیلین رشد کرده بودند، توسط هضم با آنزیم‌های *Pst*I و *Eco*RI خارج گردید (شکل ۵-ج).



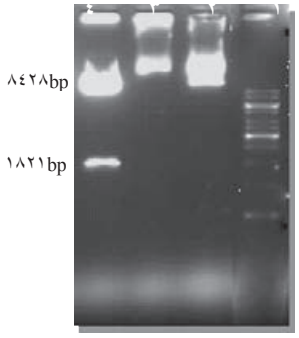
شکل۴: مراحل همسانه سازی پایان بر *nos*. الف: تکثیر پایانبر *nos* از داخل ناقل بیانی pBI۱۲۱ با استفاده از پرایمرهای اختصاصی، ۱- تکثیر پایانبر *nos* از داخل ناقل بیانی pBI۱۲۱، ۲- نشانگر اندازه ۱.kb

ب. هضم آنزیمی ناقل همسانه ساز pTZ۵۷R جهت خروج پایانبر *nos* به وسیله آنزیمهای *Pst*I و *Eco*RI، ۱- نشانگر اندازه ۱kb، ۳-۲- هضم آنزیمی ناقل نوترکیب pTZ۵۷R جهت خروج پایانبر *nos*

ج: تایید حضور پایانبر *nos* داخل ناقل نوترکیب pUC۱۸-*DREB1A-rd29A-nos* توسط هضم با دو آنزیم *Eco*RI و *Pst*I. ۱- نشانگر اندازه kb ۱، ۴-۲- هضم آنزیمی ناقل pUC-rd-DREB با دو آنزیم *Eco*RI و *Pst*I

Figure 4: Stages of nos terminator cloning a: Amplification of *nos* terminator of pBI121 vector with specific primer 1: amplification *nos* terminator from pBI121 vector 2: 1kb DNA Ladder b: Digestion of pTZ57R recombinant vector with *Pst*I and *Eco*RI for exit *nos* terminator 1: 1kb DNA Ladder 2,3: pTZ57R recombinant vector digested with *Pst*I and *Eco*RI c: confirm the *nos* terminator in the pUC18-*DREB1A-rd29A-nos* recombinant vector by digestion with *EcoRI* and *Pst*I. 1 – 1kb DNA ladder 2-4 - pUC-rd-DREB vector digested with *Pst*I and *Eco*RI.

در انتها واکنش اتصال بین کاست ژنی *rd29A-DREB1A-nos* و ناقل بیانی pCAMBIA۳۳۰۰ صورت گرفت و پلاسمید نوترکیبpCRDREB ساخته شد. مخلوط اتصال به درون باکتری‌های مستعد *E.coli* با استفاده از شوک حرارتی منتقل شد. باکتری‌های تراریخته روی محیط LB حاوی ۵۰ میلی گرم در لیتر کانامایسین رشد کردند و کلنی تشکیل دادند. در انتها ناقل بیانی نوترکیب pCRDREB جهت تایید ورود کاست ژنی مورد نظر توسط آنزیم‌های *Hin*dIII و *Eco*RI مورد هضم قرار گرفت و کاست ژنی bp ۱۸۲۱ روی ژل بیانگر صحت ورود کاست در سازه نوترکیب بود. (شکل ۵).



شکل ۵: هضم آنزیمی ناقل بیانی pCRDREB با استفاده از آنزیمهای *Eco*RI و *Hin*dIII جهت تایید حضور کاست ژنی *rd29A- DREB1A-nos* که نمونه چاهک ۴ درست است. ۱- نشانگر اندازه kb ۱، ۴-۲- خروج قطعه bp ۱۸۲۱ در اثر هضم آنزیمی ناقل بیانی pCRDREB با استفاده از آنزیمهای *Eco*RI و *Hin*dIII

Figure 5: Digestion of pCRDREB binary vector using EcoRI and HindIII to confirm of *r*d29A-DREB1A-nos gene cassette that the sample 4 is true. 1 – 1kb DNA ladder, 2-4 – Extraction segment 1821 bp using digestion pCRDREB binary vector using EcoRI and HindIII

نقشه نهایی سازه نوترکیب pCRDREB که در تراریختی ذرت مورد استفاده قرار گرفت در شکل۶ ارائه شده است.

شکل ۶: جایگاه کاست ژنی داخل سازه نوترکیب pCRDREB

Figure 6: Location of the gene cassette inside the pCRDREB recombinant vector

این سازه برای انتقال ژن به گیاهان مناسب بوده و ژن *DREB1A* به دلیل دارا بودن پیش بر و پایانبر قادر به رونویسی و ترجمه در ژنوم میزبان خواهد بود. همچنین این ناقل حاوی ژن *bar* مقاومت به علف کش است که برای انتخاب گیاه ذرت تراریخته کاربرد دارد.

تراریختی ذرت با سازه نوترکیب pCRDREB

نتایج انتقال ژن‌های *DREB1A* به جنین‌های نارس سه رقم، A188 S61 و B73 در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: نتایج حاصل از بررسی انتقال ژن *DREB1A* به جنین‌های نارس سه رقم، A188 S61 و B73

Table 1: Results of the study of gene transformation using DREB1A gene into the Immature embryos of three cultivar A188, S61 and B73

ارقام cultivars	دفعات آزمایش Testing times	تعداد جنین های شلیک شده(A) The number of embryos is shot	تعداد جنین های کال زا The number of callus embryos	تعداد گیاهچه های باززا شده The number of regenerative seedlings	تعداد گیاهان PCR^+ (B) Number of plants PCR^+ (B)	بازده انتقال ژن(B/A) Gene transformation efficiency
S61	88.2.3	356	315	0	0	0
	88.3.2	73	51	0	0	0
	88.3.4	25	25	0	0	0
	88.3.6	134	106	0	0	0
	88.3.8	50	50	0	0	0
	88.3.10	66	50	0	0	0
	88.3.11	239	209	0	0	0
	88.3.12	82	76	0	0	0
	88.3.13	328	323	0	0	0
	88.3.15	16	16	0	0	0
B73						
	88.3.19	200	22	0	0	0
	88.4.3	140	16	0	0	0
	88.4.9	160	15	0	0	0
	88.4.11	250	36	0	0	0
A188						
	88.5.8	170	165	2	1	0.006
	88.5.8	100	99	1	1	0.01
	88.5.10	200	180	3	2	0.01

بازده انتقال ژن از تقسیم تعداد گیاهان PCR^+ واجد ژن‌های *DREB1A* و *bar* بر تعداد جنین‌های نارس شلیک شده ضرب در صد محاسبه شد. در ادامه تاثیر اثر رقم روی درصد جنین‌های نارس کالوس زا به صورت طرح پایه کاملا تصادفی انجام شد که تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از سه رقم A۱۸۸، B۷۳ و. S۶۱ تجزیه واریانس تیمارهای مذکور روی درصد جنین‌های نارس کالوس زا در جدول ۲ آمده است.

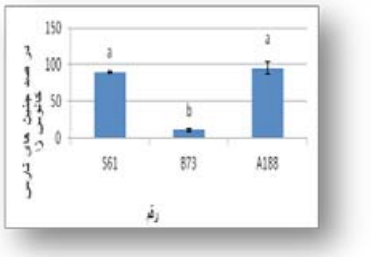
جدول ۲: تجزیه واریانس اثر رقم روی درصد جنین‌های نارس کالوس زا

Table 2: Analysis of variance effect of cultivar on the percent immature embryos Forming callus

	درصد جنین های نارس کالوس زا the percent immature embryos Forming callus		
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F مقدار
رقم	2	6738.860	**831.058
خطا error	6	8.109	
CV%	4.37%		

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱%

جدول ۲ نشان می‌دهد بین اثر رقم و درصد جنین‌های نارس کالوس زا از نظر آماری اختلاف معنی‌داری



شکل ۷: اثر رقم روی درصد جنین‌های نارس کالوس زا

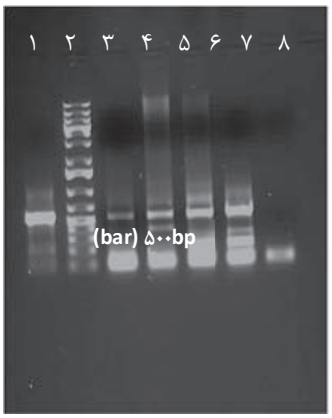
Figure 7: Effect of cultivar on the percentage of callus from immature embryos

حضور ژن *DREB1A* توسط روش PCR تایید شد (شکل ۹).

جدول ۲ نشان می‌دهد بین اثر رقم و درصد جنین‌های نارس کالوس زا از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نمودار مقایسه میانگین رقم A۱۸۸ و S۶۱ درصد جنین‌های نارس کالوس زا بیشتری نسبت به رقم B۷۳ دارند (شکل ۷). نتایج حاصل از واکنش زنجیره‌ای پلی مراز با یک جفت آغازگر اختصاصی ژن *bar* و ژن *DREB1A*، ۴ گیاه از رقم A۱۸۸ باند مربوط به این دو ژن را نشان دادند.

آنالیز گیاهان تراریخت

حضور ژن ***bar*** با استفاده از آغازگرهای اختصاصی و روش **PCR** در ۴ گیاه تایید شد (شکل ۸).



شکل ۸: انجام PCR بر روی گیاهچه‌های باززایی شده، ۱- پلاسمید، ۲- نشانگر اندازه kb ۱، ۶-۳- نمونه گیاهی تراریخت (باند bp ۵۰۰)، ۷- نمونه گیاهی شاهد، ۸- آب

Figure 8: PCR Analysis of regenerated plantlets. 1 - plasmid, 2-1kb DNA ladder, 3-6 – the transgenic plant(Bond 500bp), ۱t, 8-water

شکل ۹: انجام PCR بر روی گیاهچه‌های باززایی شده برای ژن DREB1A، ۱- پلاسمید، ۲- نشانگر اندازه kb۱، ۵-۳- نمونه گیاهی تراریخت (باند bp۶۵۱)، ۶- نمونه گیاهی شاهد، ۷- آب

Figure 9: PCR performed on putative transgenic plants for gene *DREB1A*, 1 - plasmid, 2-1kb ladder, 3-5, the transgenic plant(Bond 651bp), 6-control plant samples, 7-water

از سه رقم،A188 B73 و S61 که روی محیط N۶P کشت

شدند رقم B۷۳ که والد مادری هیبرید SC۷۰۴ است (بیش از ۹۰% مزارع کشور زیر کشت آن می‌باشد) مقدار کمی کالوس جنین زا تولید کرد ولی هیچ کدام طبق جدول ۱ باززا نشدند که بهینه سازی محیط کشت آن لازم می‌باشد. به کارگیری رقم S۶۱ به‌عنوان یک واسطه دارای این امتیاز است که بر خلاف ژنوتیپ‌های مذکور رقم S۶۱ برگزیده تجاری که استفاده از آن خطری از نظر انتقال ناخواسته ژن‌های مضر بوجود نخواهد آورد. درصد جنین زایی و باززایی در محیط‌های تغییر یافته‌ای که پایه N۶ دارند برای رقم S۶۱ مناسب هستند. این گونه محیط‌ها برای انتقال ژن به روش بمباران مناسب هستند (Koziel *et al*., 2003 , Frame *et al*.,2000, Frame *et al* 2002).

در انتقال ژن به رقم S۶۱ پس از انتقال جنین‌ها به PPT ۵ و سپس ۱۰ میلی گرم در لیتر، در محیط‌های کالوس زایی و رسیدگی در تاریکی مقاومت در تعدادی از کالوس‌ها مشاهده شد اما پس از بردن به محیط باززایی و انتقال به نور از بین رفتند.

به دلیل واکنش خوب رقم A۱۸۸ به کشت بافت و تولید کالوس قابل باززایی در اکثر برنامه‌های تراریختی از این رقم استفاده می‌شود.

(Danilova *et al*., 2002 ; Comai and Stalker, 1986 ; D'Halluin *et al*, 1992).

ما ۶ گیاهچه باززاشده از رقم A188 به دست آوردیم که ۲ تا در مرحله انتقال به گلدان از بین رفتند و ۴ گیاه PCR^+ به دست آمد. پیش کشت جنین‌ها به مدت ۴ روز روی محیط N۶P کالوس زایی این سلول‌ها را تحریک کرده و هم تعداد سلول‌های مستعد را زیاد می‌کند و هم آنها را در معرض بمباران قرار می‌دهد.

(Brettschneider *et al*., 1997 ; Sardana *et al*., 1996)

در مطالعات اولیه که جنین تازه جدا شده، بلافاصله بمباران می‌شد به دلیل عدم استقرار و آسیب پذیری جنین در اثر شلیک راندمان تراریختی بسیار پایین بود (Klein *et al*., 1988). به همین دلیل تراریختی زمانی صورت می‌گیرد که سلول‌ها پس از چهار روز در محیط کشت رشد کرده به سطح رسیده باشند تا راحت تر هدف بمباران قرار گیرند (Brettschneider R, 1997). مرحله استراحت بدون انتخاب گر که در این تحقیق بکار برده شد به سلولهای تراریخته فرصت می‌دهد تا خسارت ناشی از بمباران را بازسازی کرده تا بتواند به رشد و تقسیم خود ادامه بدهند. تراژن در مدت این یک هفته به کروموزوم ملحق می‌گردد. (Fromm, 1994) مطالعات قبلی نشان داده بود که ژن *nptII* انتخاب گر مناسبی برای تراریختی ذرت نیست. ژن *bar* که آنزیم فسفینوتریسین-N-استیل ترانسفراز (PAT) را کد می‌کند، تحمل به PPT-L را در گیاهان تراریخته ارائه می‌دهد. ژن *bar* به همراه پیشبرهای گیاهی، یک ژن نشانگر ااابل گزینش موثر در *Brassica napus* و *Brassica olera-cea* می‌باشد (DeBlock *et al*., 1989). استفاده از ژن *bar* علاوه بر این که به‌عنوان انتخاب گر از شایستگی بیشتری برای تراریختی ذرت برخوردار است این امکان را نیز فراهم می‌سازد که از آن به صورت یک ژن تجاری برای مقاومت به علف کش کامل گلایفوزینیت آمونیوم هم استفاده کرد. به همین دلیل از میان این دو ژن انتخاب گر *bar* برای غربال گیاهان تراریخته برگزیده شد. ال- پرولین به علت این که اثر کشندگی PPT را خنثی می‌کند از محیط‌های انتخابی حذف شد. استفاده از محیط ملایم در آغاز انتخاب، هم از شوک ناگهانی ناشی از دوز کشندهٔ علف کش که با کشتن سلول‌های در برگیرندهٔ سلول‌های تراریخته آنها را نیز می‌کشد جلوگیری می‌کند و هم شرایط تحریک بیان ژن انتخاب گر را فراهم می‌آورد. محیط شدید انتخابی بعدی با کشتن سلول‌های غیر تراریخته اجازه می‌دهد سلول‌های تراریخته‌ای که توانایی بیان ژن مقاومت به علفکش را دارند به رشد انتخابی خود ادامه دهند (Somers and Hibberd., 1994). یکی از مسائلی که در انتخاب با PPT وجود داشت رشد زیاد کالوس‌ها بود. به نظر می‌رسد این عمل ناشی از اثر شبه اکسینی آن باشد که باعث تاخیر در باززایی شد. (Co-mai and Stalker, 1986) بنابراین بررسی بیشتری دربارهٔ اثر متقابل آن با اکسین‌ها مخصوصًا D-۲,۴ شاید بتواند چنین

مشکلی را حل کند. پرورش کالوس‌های انتخابی در محیط رسیدگی غنی از ساکارز و در تاریکی ضمن کمک به تشکیل ساختارهای جنینی، سبب تجمع نشاسته می‌شود. ذخیرهٔ نشاسته در سیتوپلاسم در هنگام رشد و نمو کلروپلاست‌ها و شروع زندگی خودکفای‌ی گیاهچه‌ها لازم است. در این هنگام معمولا یک رژیم فتوپریودی ۱۶ ساعت روز و ۸ ساعت شب نیاز است تا نور شدید دائم گیاهچه‌های ضعیف کشت بافتی را از بین نبرد. (Armstrong, 1994)

کاهش غلظت علف کش PPT از ۱۰ میلی گرم به نصف توصیه می‌شود چون به نظر می‌رسد علت مرگ جنین‌های رسیده که در شرایط تاریکی مقاومت نشان دادند اما پس از انتقال به نور مردند، تاثیر نور در افزایش شدت اثر PPT باشد. غلظت کم نمک‌ها و آگار محیط کشت ریشه زایی هم از فشار اسمزی شدید بر گیاهچه‌ها جلوگیری می‌کند و هم ریشه‌ها به آسانی از محیط کشت جدا می‌شوند. شرایط شدید انتخاب ممکن است سبب مرگ گیاهچه‌های سبز مشکوک به تراریختی شده باشد. در این صورت ریشه زایی در محیط فاقد انتخاب گر به نظر می‌رسد بتوا ند مشکل را حل کند (Somers *et al*., 1994). البته در مورد مقاومت به علفکش فسفینوتریسین این کار ممکن است فراوانی گیاهان فراری را افزایش دهد زیرا محققینی که از ژن *bar* برای انتخاب استفاده کرده‌اند امکان بر آمدن گیاهان غیر تراریخته ناشی از انتخاب (فرار) آن را حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد برآورد کرده‌اند. (Bohorova *et al*., 2001 , Sawahel W 2002 , Bohorova *et al*., 1999)

References منابع

Armstrong, C., G. Parker, J. Pershing, S. Brown, P. Sanders, D. Duncan, T. Stone, D. Dean, D. DeBoer, J. Hart, A. Howe, F. Morrish, M. Pajeau, B. Peterson, B. Reich, R. Rodriguez, C. Santino, S. Sato, W. Schuler, S. Sims, S. Stehling, L. Tarochione, M. Fromm, 1995. Field evaluation of European corn borer control in progeny of 173 transgenic corn events expressing an insecticidal protein from *Bacillus thuringeneinsis*. Crop Sci. 35: 550-570.

Armstrong, C. L. 1994. Regeneration of plants from somatic cell cultures: application for *in vitro* genetic manipulation. In: The Maize Handbook Freeling M, Walbot V, eds. Springer-Verlag, New York, Inc. 663-671.

Bohorova, N., R. Frutos, M. Royer, P. Estanol, M. Pacheco, Q. Rascon, S. McLean, D. Hoisington, 2001. Novel synthetic *Bacillus thuringensis* cry1B and cry1B-cry1Ab translational fusion confer resistance to southwestern corn borer, sugarcane borer and fall armywarm in transgenic tropical maize. Theo Appl Genet. 103/6-7: 817-826.

Bohorova, N., W. Zhang, J P. ulstrum, S. McLean, B. Luna, RM. Brito, L. Diaz, M. E. Ramos, P. Estanol, M. Pacheco, M. Salgado, D. Hoisington, 1999. Production of transgenic tropical maize with *cry1Ab* and *cry1Ac* genes via microprojectile bombardment of immature embryos. Theo Appl Genet. 99: 437-444.

Bray, E. A., J. Bailey-Serres, and E. Weretilnyk, 2000. Responses to abiotic stresses. In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (B. B. Buchanan, W. Gruissem, and R. L. Jones, eds), pp. American Society of Plant Physiologists, Rockville, Md. 1158-1203.

R. Brettschneider, D. Becker, H. Lorz, 1997. Efficient transformation of scutellar tissue of immature maize embryos. Theor Appl Genet. 94: 737-748.

Chu, C. c., C. S. Sun, 1975. Establishment of an efficient medium for anter cultire of rice through comparative experiments on the nitrogen sources. Sci. Sin. 18:659.

Comai, L., D. Stalker, 1986. Mechanisms of herbicide resistance and their manipulation. Oxford Survey of Plant Mol. Cell. Biol. 3: 166-173.

Cushman, J. C., H. J. Bohnert, 2000. Genomic approaches to plant stress tolerance. Curr Opin Plant Biol. 3: 117–124.

Danilova, S. A., Yu. I. Dolgikh, E. S. Osipova, N. S. Lyapkova, A. V. Kibardin, 2002. *Agrobacterium tumefaciense*-meiated transformation of maize. Maize Genetics Coopration Newsletter. 76:47-54.

DeBlock, M., D. De Brower, P. Tenning, 1989. Transformation of *Brassica napus* and *Bras-*

sica oleracea using *Agrobacterium tumefaciens* and the expression of the *bar* and *neo* genes in the transgenic plants. Plant Physiol. 91: 694–701.

D'Halluin, K. D., E. Bonne, M. Bossut, M. DeBeuckeleer, J. Leemans, 1992. Transgenic maize plants by tissue electroporation. The Plant Cell. 4: 1495-1505.

Flowers T. J, M. L Koyama, S. A Flowers, C Sudhakar, K. P Singh, A. Yeo R 2000. QTL: their place in engineering tolerance of rice to salinity. J Exp Bot. 51: 99–10628.

Frame, B. R., H. Shou, , , R. K. Chikwamba, Z. Zhang, C. Xiang, T. M. Fonger, S. E. K. Pegg, Li, B., D. S. Nettleton, D. Pei, K. Wang, 2002. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of maize embryos using a standard binary vector system. Plant Physiology. 129: 13-22.

Frame, B., Z. Zhang, S. M. Cocciolone, , L. V. Sidorenko, C. R. Diatrich, S. E. Pegg, S. F. Zhen, P. S. Schnable, K. Wang, 2000. Production of transgenic maize from bombarded type II callus: effect of particle size and callus morphology on transformation efficiency. *In vitro* Cellular and developmental Biology-Plant. 36/1: 21-29.

Fromm, M. 1994. Production of transgenic maize plants via microprojectile-Mediated gene transfer. In: The Maize Handbook – M. Freeling, V. Walbot, eds. Springer-Verlag, New York, Inc. 677-684.

Kasuga, M., Liu, Q., Miura, S., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. 1999. Improving plant drought, salt and freezing tolerance by gene transfer of a single stress-inducible transcription factor. *Nature Biotechnology*. 17: 287-291.

Kasuga, M., Miura, S., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K., 2004. A combination of the Arabidopsis DREB1A gene and Stress-Inducible rd29A promoter improved drought and low temperature stress tolerance in tobacco by gene transfer, *Plant Cell Physiology*. 45: 346-350.

Klein, T. M., Fromm, M. E., Weissinger, A., Tomes, D., Schaaf, S., Sletten, M., Sanford, J. C. 1988. Transfer foreign genes into intact maize cells with high-velocity microprojectiles. Proc Natl Acad Sci USA 85: 4305-4309.

Koziel, M., Desai, N., Lewis, K., Kramer, V., Warren, G., Evola, S., Crossland, L. D., Wright, M., Merlin, E., Launis, K., Rothstein, S. J., Bowman, C., Dawson, J., Dunder, E., Pace, G. M., Suttie, J., Carzzi, N., De Framond, A., Linder, J. O., Miller, R. L., Skillings, B. W, Mousel, A. W., Hornbrook, A. R., Clucas, P., Meghji, M. R., Tanner, A. H., Cassagne, F. E., Pollini, G., Colbert, T. R., Cammak, F. P. 2003 . Method of producing transgenic maize using direct transformation of commercially important genotypes. US Patent & Trademark Of-

fice, US Patent Application. 20030237117/A1.

Langridge, ge. p. paltridge., N. and fincher, G. 2006. functional genomics of abiotic stress tolerance in cereals. 4(4): 343-354.

Mahajan, S. and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Arch Biochem Biophys. 444: 139-158.

Murashige, T and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia. Plantarum,* 15: 473-497.

Nakano, Y. and Asada, K. 1987. Purification of ascorbate peroxidase in spinachychloroplasts: its inactivation in ascorbate-depleted medium and reactivation bmonodehydroascorbate radical. Plant Cell Physiol. 28: 131–140.

Pellegrineschi, A., Noguera, L. M., Skovmand, S., Brito, R. M., Velazquez, L., Hernandez, R., Warburton, M., and Hoisington, D. 2002. Identification of highly transformable wheat genotypes for mass production of fertile transgenic plants. Genome. 45:430–421 .

Ribaut, J. M. D., Gonz, L. C. 1997. In Identification and transfer of ASI quantitative trait loci (QTL): A strategy to improve drought tolerance in maize lines and populations. Paper presented at the In Edmeades GO, M. 392-395. Mexico, D. F. : CIMMYT.

Sambrook, J. and Russel, D. W. 2000. Molecular Cloning: A Laboratory Manual, 3nd edn. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, USA.

Sardana, R., Dukiandjiev, S., Giband, M., Cheng, X., Cowan, K., Sauder, C., Altossar, I. 1996. Construction and rapid testing of synthetic and modified toxin gene sequences CryIA (b & c) by expression in maize endosperm culture. Plant cell Reports. 15: 677-681.

Sawahel, W. 2002. Production of herbicide-resistant transgenic maize plants usin electroporation of seed-derived embryos. Plant Molecular Biology Reporter (electronic version). 20: 303a-303h.

Smirnoff N 1998. Plant resistance to environmental stress. Curr Opin Biotechnol. 9: 214–219.

Somers, D. A., Hibberd, K. A. 1994. In vitro selection. in: The Maize Handbook – M Freeling, V Walbot, eds. Springer-Verlag, New York, Inc. 685-689.

Sreenivasulu, N., Sopory, S. K. and Kavi Kishor, P. B. 2007. Deci phering the regulatory mechanisms of abiotic stress tolerance in plants by genomic approaches. Gene. 388: 1-13.

Wang, W. X., Pelah, D., Alergand, T., Shoseyov, O., Altman, A. 2001. Denaturate stable and/or protease resistant, chaperonelike oligomeric proteins, polynucleotides encoding same and their uses. Provisional Patent Application No. 60/272,771,USA.

مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲
صفحات ۱۰۱-۹۱

بررسی تاثیر تاریخ کاشت و میزان بذر بر عملکرد، اجزاء عملکرد دانه و روغن درکلزای پاییزه در منطقه کرج

Evaluation the effect of planting date and plant density on yield , yield component and oil of fall rape oil seed in Karaj

آرش روزبهانی[۱]، امین آزادی[۲] و مهدی صادقی شعاع[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و میزان بذر بر عملکرد،اجزای عملکرد و روغن کلزای پاییزه رقم اکاپی،این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج اجرا شد. در این آزمایش تاریخ‌های کاشت (۲۵شهریور،۵مهر،۱۶مهرو ۲۶مهر) ومیزان بذر (۱۰۰، ۸۰، ۶۰و ۱۲۰دانه در متر مربع) به ترتیب به عنوان سطوح کرت‌های اصلی (A) و کرت‌های فرعی (B) انتخاب شدند. هر کرت شامل ۸ ردیف با فاصله دو ردیف ۳۰ سانتی متر بود. در طی دوران رشد خصوصیاتی نظیر شاخص سطح برگ و میزان ماده خشک و پس از برداشت خصوصیاتی مانند تعداد غلاف در بوته،تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه ودرصد روغن تعیین شد. نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه اثر تاریخ کاشت بر صفاتی مانند ماده خشک، شاخص سطح برگ،تعداد غلاف در هر گیاه و عملکرد دانه (در سطح احتمال پنج درصد) از نظر آماری معنی دار بود، ولی اثر معنی داری بر درصد روغن وتعداد دانه درغلاف نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاریخ‌های کشت اول و دوم (۲۵شهریور و ۵مهر) نسبت به سایرین برتر بودند. همچنین بین تاریخ‌های کشت سوم و چهارم (۱۶مهرو۲۶مهر) اختلاف معنی داری ازنظر آماری مشاهده نشد. اثر تراکم بر کلیه صفات به جز درصد روغن و تعداد دانه درغلاف از نظر آماری معنی دار بود و از این نظر تراکم‌های اول و دوم (۶۰و۸۰بوته در متر مربع)نسبت به سایرین برتر بودند. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم برای تعداد غلاف در هر گیاه درسطح ۵ درصد معنی دار بود.

واژگان کلیدی: کلزای پائیزه، تاریخ کاشت وتراکم بذر، عملکرد، اجزای عملکرد ودرصد روغن.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، رودهن، ایران
* نویسنده مسئول: aroozbahani@gmail.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهری، گروه زراعت و اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان شهری، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) به عنوان سومین گیاه روغنی مهم دنیا شناخته شده و ویژگی‌های خاص این گیاه از جمله کیفیت روغن بالا، مقاومت به شرایط نامساعد آب و هوایی و شوری، قابلیت بالا برای رقابت با علف‌های هرز، ارزش تناوبی زیاد و همچنین داشتن نقش اساسی در توسعه صنعت زنبورداری باعث شده است که در سطح وسیعی از مزارع جهان در تناوب با محصولات مختلف به ویژه غلات کشت شود(راهنما و همکاران، ۱۳۸۵). به جهت سازگاری این گیاه با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور، توسعه کشت این گیاه به عنوان نقطه امیدی جهت تأمین روغن خام مورد نیاز کشور و رهایی از وابستگی به شمار می‌رود به طوری که در حال حاضر کلزا نقطه ثقل طرح‌های افزایش تولید دانه‌های روغنی محسوب می‌گردد (دهشیری، ۱۳۷۸). انتخاب صحیح زمان کاشت نیز می‌تواندباعث تولید حداکثر عملکرد گیاه زراعی شود در بررسی تاریخ کاشت روی عملکرد دو بخش وجود دارد. نخست تاثیر تاریخ کاشت روی عملکرد نهائی در انتهای دوره رشد گیاه، که میتوان آن را در تعیین مقدار عملکرد دانه‌ها یا مقداراروغن و پروتئین و غیره محاسبه کرد و دوم تاثیر تاریخ کاشت روی اجزاء عملکرد در طی مراحل رشد گیاه بنابراین تعیین تاریخ کاشت مناسب جهت مطابقت ظهور مراحل فنولوژی گیاه با عوامل محیطی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تاخیر در کاشت، سبب ضعف گیاهان در سخت شدن نسبت به سرما شده و کاهش عملکرد را بدنبال خواهد داشت (Jasinska *et al*,. 1987). اثرات نامطلوب کشت زودهنگام، ممکن است بر روی مقاومت گیاه نسبت به سرما به ویژه پس از انگیزش طویل شدگی ساقه مشاهده شود (Ciesielski, F and Musnicki CZ, 1987). وایت فیلد (Whitfield, D.M, 1992) اظهار نمود که با بالا رفتن دما در مراحل دانه بندی، میزان تنفس غلاف‌ها به سرعت افزایش مییابد که سبب اتلاف بیش از حد مواد فتوسنتزی می‌شود. بنابراین مواد غذایی کافی به دانه‌ها نرسیده و درصد دانه‌های سبک و پوک زیاد میگردد. تاریخ کاشت بر تمام اجزاء عملکرد دانه کلزا به جزء تعداد دانه در غلاف اثر بسیار معنیداری دارد. تحقیقات نشان می‌دهد عامل تعیین کننده عملکرد کلزای پائیزه، رشد بهاره و انتقال کربوهیدرات‌ها از بخش‌های رویشی گیاه می‌باشد.اما باید توجه داشت افزایش دما در هنگام تشکیل بذر میزان اسیدهای چرب دانه راتغییر داده و بر کمیت و کیفیت روغن بذر تاثیر منفی میگذارد درمطالعه ای، با تاخیر در زمان کاشت کلزای پائیزه، تعداد غلاف‌های بارور در متر مربع کاهش یافت وموجب کاهش عملکرد دانه شد، ولی تعداد دانه در غلاف افزایش نشان داد، به علاوه تاخیر در زمان کاشت، تاثیری بر روی درصد روغن دانه نداشت برخی مطالعات روی کشت دیر هنگام کلزا نشان داده که گیاه از تعداد غلاف کمتری در بوته برخوردار بوده ولی تعداد دانه در غلاف افزایش داشت که این امر، تا حدودی افت عملکرد ناشی از کشت دیرهنگام را جبران کرد (Jenkins andLeich,1986). تأثیر تاریخ کاشت روی افزایش محصول و عملکرد در ذرت در طی آرلینگتون مکزیک مورد مطالعه قرارگرفت و مشخص شد که عملکرد درکشت دیر هنگام کاهش می‌یابد.

(George and Nickerson, 2005)

اثر تاریخ کاشت بر روی رشد و عملکرد ارقام کلزای پاییزه در آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بررسی نشان داد که تاخیر در تاخیر کاشت بر کلیه مراحل فیزیولوژیکی تاثیر دارد و حداکثر وزن خشک کل وشاخص سطح برگ در تاریخ کاشت اول یعنی ۲۷ شهریور بدست آمد.

(Singh *et al*., 1996; Abuzeid and wilcockson, 1989; Ghosh and mukhopadhyay, 1994).

در تحقیقی در دانشگاه تربیت مدرس اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم کلزا در کرج در قالب اسپیلیت پلات مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تاریخ کاشت اول یعنی ۶/۱۵ بیشترین عملکرد دانه

و تاریخ کاشت ۷/۴ و ۷/۱۴ کمترین عملکرد دانه را دارد (دانشگر و مدرس ثانوی،۱۳۷۹). بمنظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا به عنوان کشت دوم در گیلان تحقیقی بصورت آزمایش اسپیلیت پلات در قالب بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت، نتایج نشان داد تاریخ کاشت ۲۵ متر بیشترین عملکرد را دارد (ربیعی و همکاران،۱۳۷۹). رضا دوست و رشدی (۱۳۷۹) اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد کلزای پاییزه را در خوی در آزمایش کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی بررسی نمود. نتایج نشان داد که تاریخ کاشت ۲۵ شهریور و ۱۰ مهر برتر بودند. انتخاب روش و الگوی کاشت مناسب به دلیل تفاوت در چگونگی توزیع انرژی خورشید، می‌تواند بر میزان عملکرد محصول مؤثر باشد (کوچکی،۱۳۷۲). انتخاب تراکم مطلوب بوته دارای تاثیر زیادی بر اجزای عملکرد گیاهی است، به نحوی که باانتخاب تراکم مطلوب بوته می‌توان عملکردمناسبی را تولیدکرد (Norwood, 2001). فاصله ردیف کاشت یک عامل بسیار مهم در کشت کلزا به حساب می‌آید چرا که بر کنترل علف‌های هرز، حساسیت به خوابیدگی و کود دهی نیتروژن مؤثر است. گیاهان در ردیف‌های باریک (کمتر از ۲۰ سانتی متر) رقابت بهتری کرده و علف‌های هرز را به ویژه در محصولات پاییزه مهار می‌کنند، اما ردیف‌های عریض تر (بیش از ۵۰ سانتی متر) باعث تسهیل عملیات مکانیکی کنترل علف‌های هرز می‌شود (عزیزی و همکاران،۱۳۸۳). فرجی و همکاران (۱۳۸۴) در گزارش تحقیقاتی خود در گنبد به این نتیجه رسیدند که فاصله ردیف (۱۲ و ۲۴ سانتی متر) اثر معنی داری بر روی عملکرد دانه و وزن هزار دانه ندارد. رامئه (۱۳۸۵) طی تحقیقی دیگر در مازندران فواصل کشت ۱۲، ۱۸ و ۲۴ سانتی متر را مورد بررسی قرار داده و تفاوتی از نظر عملکرد مشاهده نکرد. بر طبق مطالعات اولسن (Olsson, 1974) در سوئد نیز فواصل کشت ۱۲ و ۲۴ سانتی متر از لحاظ عملکرد دانه و محتوای روغن با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند اما هر دو نسبت به فاصله خطوط ۴۸ سانتی متر دارای برتری معنی داری بودند. رودی و همکاران (۱۳۸۳) با مقایسه ۴ روش کاشت ۲ ردیف و ۳ ردیف بر روی پشته هایی به فاصله ۵۰ سانتی متر و ۲ ردیف و ۳ ردیف بر روی پشته هایی به فاصله ۶۰ سانتی متری در کرج به این نتیجه رسیدند که روش کاشت تأثیر معنی داری بر روی عملکرد و وزن هزار دانه ندارد با این حال کشت دو خط روی پشته‌های با فاصله ۶۰ سانتی متر، عملکرد بیشتر دانه به میزان ۲۷۸۹ کیلوگرم در هکتار را نشان داد. فنایی و همکاران (۱۳۸۴) طی پژوهشی دو ساله در زابل به بررسی الگوهای مختلف کاشت کرتی و جوی و پشته‌ای کلزا رقم هایولا ۴۰۱ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که الگوی کاشت تأثیر معنی داری بر روی عملکرد، شاخص برداشت و تعداد بوته در متر مربع نداشته اما استفاده از روش جوی و پشته، میزان مصرف آب آبیاری را حدود ۶۰ درصد نسبت به کرتی کاهش می‌دهد. در پژوهشی دیگر در این رابطه اطلسی پاک و همکاران (۱۳۸۵) به مقایسه آرایش‌های کاشت مسطح با فاصله ۱۵، ۳۰ و ۵۰ سانتی متر و کاشت جوی و پشته ۶۰ سانتی متری با دو خط روی پشته در اهواز پرداخته و حداکثر عملکرد را در روش‌های کاشت با فاصله ردیف کمتر (۱۵ سانتی متر) به دست آوردند و مهمترین دلیل آن را توزیع یکنواخت تر بوته‌ها و رقابت کمتر بر روی ردیف‌های کشت اعلام کردند. بمنظور بررسی تراکم بوته و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ۲ رقم کلزا در داراب،آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد،نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تاریخ ۸/۲۰ بدست آمد با افزایش تراکم روغن کاهش یافت ولی معنی دار نبود (صمدی،۱۳۷۹).در تحقیقی که بمنظور بررسی سیستم‌های مختلف خاکورزی و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا در سال ۷۹ صورت گرفت نتایج نشان داد که تراکم با فاصله ۲۰ cm بر بقیه برتری دارد (Kurmi and Kalta, 1992). در بررسی اثر

تاریخ کاشت بر عملکرد چند رقم کلزا، نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و درصد روغن در تاریخ کاشت ۱۵ آذر بدست آمد(Chay and Thurling,1989;Hodgson,1979). هدف از این پژوهش، مطالعه اثر عوامل محیطی و اکولوژیک واثر متقابل آن با مدیریت زراعی در رابطه با کمیت وکیفیت محصول زراعی می‌باشد .که در آن بتوان بهترین تاریخ کاشت ومناسب ترین میزان بذر را برای کشت کلزای پاییزه در منطقه کرج تعیین نمود واثرات هرکدام از تیمارهای فوق واثرات متقابل آنها را برعملکرد واجزای عملکرد و روغن کلزا پیدا نمود تا بدین وسیله باتعیین استراتژی ومدیریت زراعی صحیح، تولید این محصول ازنظر کمی وکیفی افزایش‌یابد

مواد و روش

این آزمایش بصورت کرتهای خرد شده در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج قسمت دانه‌های روغنی اجرا شده است.این موسسه در جاده محمد شهر با مختصات ۴۹ʻ °۳۵ عرض شمالی و۶ʻ °۵۱ طول شرقی قرار دارد .این منطقه با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا , دارای آب و هوای معتدل سرد و متوسط بارندگی ۳۲۰ میلیمتر می‌باشد . خاک این منطقه رسی شنی و pH آن ۶/۷ تا ۷/۷ می‌باشد. رقم مورد بررسی در این آزمایش اکاپی بود. در این آزمایش چهار سطح تاریخ کاشت (A) (۲۵شهریور، ۵ مهر، ۱۶ مهر و۲۶ مهر) بعنوان کرتهای اصلی و چهار میزان بذر (B) (۶۰،۸۰،۱۰۰،۱۲۰دانه در متر مربع) بعنوان سطوح کرتهای فرعی در نظر گرفته شده است. عملیات آماده سازی زمین کلزا بترتیب شخم زمین، دیسک (۲ مرتبه) و در نهایت ماله می‌باشد. در این مرحله همچنین از علفکش پیش از کاشت ترفلان به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. همچنین بمنظور تامین نیازهای غذایی گیاه کلزا مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به زمین داده شده است. عملیات کاشت بصورت ۸ ردیف در هر پلات با فاصله ردیف ۳۰ cm انجام شد. طول و عرض هر پلات به ترتیب ۴ و۱/۲۵ متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل آبیاری، کوددهی، وجین، سله شکنی و مبارزه با آفات و بیماریها بر اساس عرف منطقه انجام شد. برداشت بصورت دستی ۴ ردیف از هر پلات و حذف ردیفهای حاشیه انجام شده سپس بذور هر پلات بوسیله کمباین جداسازی و در بسته‌های جداگانه قرار داده شد و سپس ۱۰۰ گرم از هر پلات بطور تصادفی انتخاب و برای تعیین درصد روغن از دستگاه سوکسله استفاده شد. دراین روش پنج گرم از نمونه‌های پودر شده، پس از قرار گرفتن در آون ۷۲ درجه سانتی گراد بمدت ۲۴ ساعت، وزن و داخل کارتوش سلولزی ریخته، ودرب آنها با پنبه عاری از چربی پوشانده شد. حلال مورد استفاده متانول و کلروفرم بمیزان ۱۸۰ میلی لیتر و به نسبت۱:۲ (دو قسمت متانول ویک قسمت کلروفرم) می‌باشد. مدت زمان روغن گیری ۴/۵ ساعت، درجه منبع حرارتی مطابق نقطه جوش حلال تنظیم گردید. برای تبخیر حلال از دستگاه تبخیر در خلاء استفاده شد (Franz von Soxhlet,1879). خصوصیاتی مانند تعداد غلاف در هر بوته، متوسط دانه در هر غلاف، عملکرد دانه، وزن خشک ودرصد روغن مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم SAS انجام، میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن در سطح ۵% مقایسه و نمودارها بوسیله برنامه Excel رسم شد .

نتایج و بحث

ماده خشک: نتایج حاصل از آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر این صفت از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی داری بود وبا احتمال ۹۵% بین تاریخ‌های مختلف کاشت از نظر این صفت اختلاف معنی داری وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های ماده خشک در هر گیاه (جدول ۲) نشان داد که تاریخ کاشت ۵ مهر با میانگین مقدار ماده خشک۶۳/۱۴ بیشترین و تاریخ کاشت ۲۶ مهر با

میانگین ۳۷/۰۲ کمترین مقدار را دارا بودند. که اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵% با آزمون دانکن معنی دار بود.
افزایش مقدار ماده خشک در تاریخ‌های کاشت ۲۵ شهریور و ۵ مهر نسبت به۱۶و۲۶شهریوراحتمالا به علت دوره رشد طولانی تر این تاریخ‌ها و فرصت بیشتر برای استفاده از عناصر مغذی خاک، شاخص سطح برگ بیشتر, ارتفاع بالاتر و سایر شرایط می‌باشد. و با تاخیر در کاشت مقدار ماده خشک کاهش می‌یابد. نتایج بدست آمده با نتایج ابوزید و ویکلسون (Abuzeid and wilcockson, 1989)، جنکینزولیچ (Jenkins andLeich, 1986)، قوش و همکاران (Ghosh and mukhopadhyay, 1994) وسینک و همکاران (Singh *et al*., 1996) مطابقت دارد.
نتایج آنالیز واریانس مقدار ماده خشک (جدول۱)نشان داد که اثر تراکم بر این صفت در سطح ۵% معنی دار می‌باشد. به عبارت دیگر بین تراکم‌های مختلف از لحاظ تاثیر بر این صفت با احتمال ۹۵% اختلاف معنی دار وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌های این صفت (جدول۲) نشان داد که تراکم اول با متوسط ۶۸/۸۸ بیشترین و تراکم سوم با متوسط ۳۸/۵۴ کمترین مقدار را دارا می‌باشند. همچنین بین تراکم‌های اول و دوم، دوم و سوم از لحاظ این صفت تفاوت معنی داری از لحاظ آماری مشاهده نگردید. افزایش تجمع ماده خشک در تراکم‌های کمتر(۶۰بوته در متر مربع) احتمالا بدلیل سهولت دسترسی گیاه به عناصر غذایی خاک، فتوسنتز بیشتر و فقدان رقابت بین بوته‌های کلزا می‌باشد. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر مقدار ماده خشک در گیاه کلزا از لحاظ آماری معنی دار نبود.

شاخص سطح برگ: نتایج آنالیز واریانس شاخص سطح برگ (جدول۱) نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر این صفت از نظر آماری در سطح احتمال ۵% معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص سطح برگ (جدول۲) نشان داد که بین میانگین تیمارها برای این صفت در سطح احتمال ۵% اختلاف آماری معنی دار وجود دارد . تاریخ کاشت ۲۵ شهریور با میانگین ۴/۹۸ بیشترین و تاریخ کاشت ۲۶مهر با ۲/۰۳ کمترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند. افزایش معنی دار شاخص سطح برگ در تاریخ کشت ۲۵ شهریور به این دلیل است که با تاخیر در تاریخ کاشت از شهریور تا مهر اندازه گیاه در شروع گلدهی کاهش یافت در نتیجه گیاه قادر به تولید حداکثر شاخص سطح برگ در بهار نبود . کاهش شاخص سطح برگ با تاخیر در کاشت با نتایج بدست آمده توسط اسکات و همکاران (Scot et al., 1973)، ابوزید و همکاران (۱۹۸۹)، جنکینزولیچ (Jenkins andLeich, 1986)، قوش وموخوپادهایا (Ghosh and mukhopadhyay, 1994) وسینک و همکاران (Singh *et al*.,1996) مطابق است.
نتایج آنالیز واریانس شاخص سطح برگ (جدول ۱)نشان داد که اثر تراکم بر این صفت از نظر آماری معنی دار بود . نتایج مقایسه میانگین‌های تراکم برای شاخص سطح برگ (جدول ۲)نشان داد که تراکم اول با میانگین ۴/۳۸ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. ولی بین میانگین‌های اول و دوم، سوم و چهارم اختلاف معنی داری وجود ندارد. افزایش معنی دار شاخص سطح برگ در تراکم‌های کمتر(۶۰ بوته در متر مربع) احتمالا به علت امکان توسعه و رشد بیشتر برای هر گیاه به علت تراکم کمتر و همچنین استفاده بهتر از مواد مغذی خاک و نور خورشید در شرایط مساوی با سایر تراکم هاست. اثرمتقابل تاریخ کاشت وتراکم بر شاخص سطح برگ در هر گیاه از نظر آماری معنی دار نبود.

تعداد غلاف در بوته: نتایج آنالیز واریانس تعداد غلاف (جدول ۱)نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر این صفت از نظر آماری در سطح احتمال ۵% معنی دار بوده و بین تیمارها تفاوت آماری وجود دارد .نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد غلاف (جدول ۲)نشان داد که تاریخ کاشت ۵مهر با متوسط تعداد غلاف ۱۳۶/۶ بیشترین و تاریخ کاشت ۲۶ مهر با متوسط ۷۲/۵ کمترین تعداد غلاف را دارا بودند. همچنین بین تاریخ

کاشت ۲۵شهریور و ۵، ۱۶ و ۲۶ مهر برای این صفت اختلاف معنی دار از نظر آماری مشاهده نشد .افزایش تعداد غلاف در تاریخ کشت۵مهر نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت احتمالا به دلیل کاشت زودتر، شاخص سطح برگ بیشتر و استفاده بهتر از امکانات موجود می‌باشد. علت کاهش تعداد غلاف در تاریخ کشت ۲۵ شهریور نسبت به ۵ مهر، رقابت داخل کانوپی در اثر تراکم زیاد غلاف در بوته، سقط غلاف و بذر در قسمتهای پایین ترکانوپی به دلیل کاهش ورود نورو کاهش تولید مواد فوتوسنتزی می‌باشد. نتایج بدست آمده با نتایج فنایی و همکاران (۱۳۸۴)،چای و همکاران (Chay and Thurling,1989) و هاجسون (Hodgson,1979) مطابقت دارد.

نتایج آنالیز واریانس تعداد غلاف (جدول۱) نشان داد که اثر تراکم بر این صفت در سطح احتمال ۱%ازنظر آماری معنی دار است. نتایج مقایسه میانگین (جدول۲)نشان داد که تراکم دوم با متوسط ۱۲۸/۳۳ بیشترین و تراکم چهارم با متوسط ۷۸/۹۵ کمترین تعداد غلاف را دارا بودند همچنین بین تراکم‌های اول و دوم و تراکم‌های اول و سوم و تراکم‌های سوم و چهارم از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نگردید.افزایش معنی دار تعداد غلاف در هر بوته در تراکم کمتر(۸۰ بوته در متر مربع) نسبت به تراکم بیشتر(۱۰۰و۱۲۰ بوته در متر مربع) ناشی از اینست که با افزایش تراکم تعداد شاخه فرعی کاهش می‌یابد. در نتیجه تعداد غلاف کمتری هم در هر بوته دیده می‌شود این نتایج بدست آمده توسط فنایی و همکاران (۱۳۸۴) واولد همکاران (Auld *et al*.,1984) مطابقت دارد. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر متوسط تعداد غلاف در هر گیاه از نظر آماری در سطح احتمال ۵% معنی دار بود.

تعداد دانه در غلاف: نتایج حاصل ازآنالیز واریانس متوسط تعداد دانه درهرغلاف (جدول۱)نشان داد که اثر تاریخ‌های کاشت بر این صفت از لحاظ آماری معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در هر غلاف (جدول۲) نشان داد که بین میانگین تاریخ‌های مختلف کاشت از لحاظ این صفت اختلاف آماری معنی دار وجودندارد. ولی در کل تاریخ‌های کاشت ۵ و ۲۶مهر بیشترین تعداد دانه درهرغلاف را دارا بود. عدم وجود اختلاف معنی داربرای این صفت وافزایش غیرمعنی دارتعداد دانه در غلاف در تاریخ کشت ۲۶مهر را می‌توان چنین توجیه کرد که با کاهش تعداد غلاف در هر گیاه،طول غلاف افزایش پیدا کرده وامکان تولیدبذربیشتر وریزتر فراهم شده است. نتایج بدست آمده با نتایج کسب شده توسط اسکات وهمکاران (Scot et al ,1973) مطابق است.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس (جدول۱) نشان داد که بین تراکم‌های مختلف از لحاظ تاثیر بر این صفت از نظر آماری در سطح احتمال ۱% اختلاف معنی دار وجود ندارد. نتایج مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در هر غلاف (جدول۲)نشان داد که بین میانگین تراکم‌های مختلف در سطح ۵% اختلاف آماری معنی دار وجود ندارد..کاهش غیر معنی دار تعداد دانه در هر غلاف در تراکم‌های بیشتر(۱۰۰و۱۲۰بوته در متر مربع) نسبت به تراکم کمتر (۶۰و۸۰ بوته در متر مربع) احتمالا به علت رقابت بین بوته‌ها برای کسب نور و مواد غذایی می‌باشد. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط رودی و همکاران (۱۳۸۳) و تایلور و اسمیت(Taylor and Smith,1992) مطابق است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر متوسط تعداد دانه در هر غلاف از لحاظ آماری معنی دار نبود.

درصد روغن: نتایج آنالیز واریانس درصد روغن (جدول۱) نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر درصد روغن از لحاظ آماری معنی دار نبود. عدم وجود اختلاف معنی دار بین تاریخ‌های کشت مختلف برای درصد روغن،احتمالا به علت فراهم شدن شرایط آب و هوایی مناسب و گرم شدن هوا در اواخر دوره رشدوهمزمان با ذخیره روغن می‌باشد. در نتیجه تاخیر در کاشت اثر چندانی بر درصد روغن نداشت. این نتایج با نتایج اولد و همکاران (Auld *et al* .,1984)، قوش وموخوپادایای (Ghosh and mukhopadhyay,1994)، جنکینز و لیچ (Jenkins and Leich,1986) و مندهام و اسکات (Mendham and Scot, 1975) مطابق است.

نتایج آنالیز واریانس درصد روغن (جدول۱) نشان داد که بین تراکم‌های مختلف از لحاظ تاثیر بر این صفت اختلاف آماری یا معنی دار وجود ندارد . نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بین میانگین تراکم‌های مختلف از لحاظ این صفت در سطح ۵% اختلاف آماری یا معنی دار وجود ندارد.عدم وجود اختلاف معنی دار بین تراکم‌های مختلف از لحاظ این صفت احتمالا به علت حاصلخیزی یکنواخت خاک، توانایی دسترسی بوته‌ها به عوامل رشد و غیره می‌باشد. نتایج بدست آمده با نتایج کسب شده توسط صمدی و همکاران (۱۳۷۹)، تایلور و اسمیت (Taylor and Smith ,1992) مطابق است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر درصد روغن در سطح احتمال ۵% از لحاظ آماری معنی دار نبود.

عملکرد دانه: نتایج آنالیز واریانس عملکرد دانه (جدول۱) نشان داد که بین تاریخ‌های مختلف کشت از لحاظ تاثیر بر این صفت اختلاف معنی دار ازنظر آماری وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول۲) نشان داد که تاریخ‌های کاشت۲۵شهریوروه۵مهربیشترین عملکرد دانه را کسب نمودند. افزایش معنی دار عملکرد در تاریخ‌های کشت زودتر احتمالا به علت کاشت زودتر،تولیدشاخص سطح برگ بیشتر،افزایش فوتوسنتزو وزن خشک ودر نهایت افزایش اجزای عملکرد بخصوص تعداد غلاف بیشتر است و تاخیر در کاشت به علت کاهش اجزای عملکرد در هر گیاه باعث کاهش عملکرد می‌شود. وایت فیلد (Whitfield, D.M, 1992) اظهار نمود که با بالا رفتن دما در مراحل دانه بندی، میزان تنفس غلاف‌ها به سرعت افزایش میابد که سبب اتلاف بیش از حد مواد فتوسنتزی می‌شود. بنابراین مواد غذایی کافی به دانه‌ها نرسیده و درصد دانه‌های سبک و پوک زیاد میگردد. تاریخ کاشت بر تمام اجزاء عملکرد دانه کلزا به جزء تعداد دانه در غلاف اثر بسیار معنیداری دارد. تحقیقات نشان می‌دهد عامل تعیین کننده عملکرد کلزای پائیزه، رشد بهاره و انتقال کربوهیدرات‌ها از بخش‌های رویشی گیاه می‌باشد.اما باید توجه داشت افزایش دما در هنگام تشکیل بذر میزان اسیدهای چرب دانه راتغییر داده و بر کمیت و کیفیت روغن بذر تاثیر منفی میگذارد درمطالعه ای، با تاخیر در زمان کاشت کلزای پائیزه، تعداد غلاف‌های بارور در متر مربع کاهش یافت وموجب کاهش عملکرد دانه شد، ولی تعداد دانه در غلاف افزایش نشان داد، به علاوه تاخیر در زمان کاشت، تاثیری بر روی درصد روغن دانه نداشت برخی مطالعات روی کشت دیر هنگام کلزا نشان داده که گیاه از تعداد غلاف کمتری در بوته برخوردار بوده ولی تعداد دانه در غلاف افزایش داشت که این امر، تا حدودی افت عملکرد ناشی از کشت دیرهنگام را جبران کرد (Jenkins andLeich,1986).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس (جدول۱) نشان داد که بین تراکم‌های مختلف از لحاظ تاثیر بر این صفت اختلاف آماری با معنی دار وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین ها(جدول۲)نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تراکم دوم(۸۰بوته در متر مربع) با۴/۹۹ تن در هکتاروکمترین عملکرد دانه از تراکم چهارم با ۳/۳۵ تن در هکتاربدست آمد.عملکرد گیاه کلزا در تراکم سوم و چهارم (۱۰۰ و۱۲۰ بوته در متر مربع) نسبت به تراکم اول و دوم (۶۰ و۸۰ بوته در متر مربع) کاهش یافته که معنی دار می‌باشد. افزایش عملکرد در تراکم ۸۰بوته در متر مربع احتمالا بدلیل عدم رقابت درون گونه‌ای در این تراکم برای عوامل محیطی مانند نور،آب ومواد غذایی می‌باشدکه گیاه در این تراکم توانسته حداکثر بهره وری را از عوامل محیطی فوق الذکر نماید و با افزایش اجزای عملکرد،عملکرد دانه را ارتقاء دهد. روند نتایج بدست آمده با نتایج بدست آمده توسط رودی و همکاران (۱۳۸۳) واولد و همکاران (Auld *et al* .,1984) مطابقت دارد. اثر متقابل بین تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه از نظرآماری معنی‌دار نبود.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده

Table1- Analysis of variance for measured traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	DM ماده خشک	شاخص سطح برگ LAI	درصد روغن Oil percentage	عملکرد دانه Seed yield	تعداد غلاف در بوته No pod per plant	تعداد دانه درغلاف No seed per pod
تکرار Replication	2	234.41^{ns}	7.41^{ns}	17.34^{ns}	1.39^{ns}	2244.03^{ns}	14.20^{ns}
تاریخ کاشت Sowing Date	3	400.93*	4.71*	29.41^{ns}	3.20*	8678.27*	17.01^{ns}
خطای a Error a	6	8.82	0.93	22.87	0.55	1172.76	8.90
تراکم Plant Density	3	1453.39*	1.53*	17.82^{ns}	2.11*	5634.98**	7.94^{ns}
تاریخ کاشت×تراکم Sowing Date× Plant Density	9	180.53^{ns}	1.45^{ns}	22.19^{ns}	0.51^{ns}	2352.05*	14.39^{ns}
خطای b Error b	24	314.99	0.33	19.32	0.53	1005.76	8.19
ضریب تغییرات CV		18.70	17.3	10.30	8.50	12.30	15.70

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی دار بودن و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

Ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

Tabel 2- Mean comparison of measured traits.

تیمارها Treatments		صفات Traits					
		متوسط درصد روغن Oil percentage	ماده خشک DM	شاخص سطح برگ LAI	تعداد غلاف در بوته No pod per plant	تعداد دانه در غلاف No seed per pod	عملکرد دانه Grain yield (ton/ha)
تاریخ کاشت Sowing Date	۲۵ شهریور (16 Sep)	43.81a	50.87b	4.98a	109.45ab	22.43a	4.97a
	۵ مهر (27Sep)	46.97a	63.14a	4.60ab	136.60a	23.68a	4.84a
	۱۶ مهر (8 Oct)	45.59a	38.04c	2.04c	94.45ab	22.25a	4.01bc
	۲۶ مهر (18 Oct)	47.22a	37.02c	2.03c	72.56c	24.80a	3.86c
تراکم بذر Plant density	60	45.47a	64.88a	4.48a	112.60ab	24.03a	4.64a
	80	44.89a	51.33ab	3.72ab	128.33a	23.81a	4.99a
	100	45.55a	38.54b	2.20c	93.17bc	23.08a	3.34b
	120	47.67a	40.93b	2.93bc	87.95c	22.23a	3.92b

میانگین‌ها ی دارای حروف مشترک در هر ستون درسطح ۵% اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

Means, in each row followed by similar letter are not significantly different at 5% level.

منابع **References**

اطلسی پاک، و.، مسکر باشی، م.، مامقانی، ر.، نبی پور، م. ۱۳۸۵. تأثیر آرایش کاشت بر صفات مورفولوژیک، اجزاء عملکرد و عملکرد در کانوپی سه رقم کلزای بهاره در منطقه اهواز. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، ۵-۷ شهریور ۱۳۸۵، ص ۱۷.

آلیاری، هوشنگ. شکاری، فریبرز.شکاری، فرید.۱۳۷۹. دانه‌های روغنی زراعت و فیزیولوژی.انتشارات عمیدی.

دهشیری، ع. ۱۳۷۸. کلزا. انتشارات دفتر تولید برنامه‌های ترویجی و انتشارات فنی معاونت ترویج.

رامئه، و. ۱۳۸۵. بررسی اثرات میزان بذر و فاصله خطوط بر روی عملکرد و دیگر صفات ارقام بهاره کلزا. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، ۵-۷ شهریور ۱۳۸۵، ص ۹۱.

راهنما، ع.، قدرتی، غ.، دهقان، ا. و همکاران. ۱۳۸۵. راهنمای کاشت، داشت و برداشت کلزا در استان خوزستان. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان، مدیریت ترویج و نظام بهره برداری.

رودی، داوود. رحمان پور، سیامک.جاویدفر، فرزاد.۱۳۸۲. زراعت کلزا- نشریه ترویجی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی.

رودی، د. و هدایت زاده، ه. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر روش کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۳-۵ شهریور ۱۳۸۳، ص ۳۹۰.

صمدی، احمدرضا.۱۳۷۹. بررسی تاثیر تاریخ کاشت وتراکم بوته بر عملکرد واجزا عملکرد دو رقم کلزا درداراب.

عبدالرحمانی، بهمن.۱۳۸۲. مدیریت زراعی تولید کلزا درشرایط دیم. دفتر برنامه ریزی رسانه‌های ترویجی.

عزیزی، م، سلطانی، ا، و خاوری خراسانی، س.۱۳۸۳. کلزا - فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی، ترجمه، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

فرجی، ا. ۱۳۸۳. اثر فاصله ردیف و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (رقم کوانتوم) در گنبد. نهال و بذر، ۲۰: ۲۹۷-۳۱۴.

فرجی، ا. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی: اثر تاریخ کاشت، میزان بذر و فاصله ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RG-S003 در گنبد. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.

فنایی، ح.، کیخا، غ.، اکبری مقدم، ح.، مدرس نجف آبادی، س. و نارویی راد، م. ۱۳۸۴. اثر روش کاشت و میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید هایولا ۴۰۱ کلزا در شرایط سیستان. نهال و بذر، ۲۱(۳): ۳۹۹-۴۱۰.

کوچکی، ع. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات آستان قدس رضوی.۳۸۹ صفحه.

Abuzeid , A.E. and S.J.wilcockson.1989. Effect of sowing date, plant density and year on growth and yield of Brassica oleraceae . J.Agric .Sci . Camb . 112:359-367

Auld ,D.L. , B.L. Bettis., and M.J.Dial. 1984. Planting date and cultivar effect on winter rape production. Argon . J. 76:197-200 .

Ciesielski, F and Musnicki CZ. 1987. Growth regulators in winter oilseed rape cultivation. Proc. 7th Intern. Rapeseed Congr., Poznań, 4: 940-947.

George, W., and Dickerson, G. 2005. Specialty Corn. Guide H-235. Cooperative Extension Service .College of Agriculture and Home Economics. New Mexico State University. Internet search. http://www.cahe.nmsu.edu.

Chay ,P., and N. Thurling. 1989. Variation in pod length in spring rape (Brassica napus L.) and its effect on seed yield component.J.Agric .Sci .113:139-147 .

Ghosh ,D.C. 1994. Effect of sowing date and plant density on productivity and economics of yellow sarson (B. compestris) . ind.J. Agron . 39:54-57 .

Ghosh,D.C. , and D. mukhopadhyay.1994. Growth and productivity of Indian rapeseed (B. compestris)growth under short and mild winter condition of west Bengal . Ind .J. Agric Res. 28:239-244 .

Gross ,A.T.H. 1963. Effect of date of planting on yield plant height ,flowering and maturity of rape and turnip rape .Agron .J. 56:76-78 .

Heikkinen,M.K., Auld , D.L. 1991. Harvest index and yield of winter rapeseed grown at different plant populations.

Hodgson , AS. 1979. Rapeseed adaptation in northern new south Wales .yield component and grain quality of B.compestris and B.napus in relation to planting date .Aus .J.Agric.Res 30:19-27.

Jasinska, Z., Kotechi, A., Malarz, W., Musnicki, C., Jodkowski, M., Budzynski, W., Wrobel, E., and Sikora, B. 1987. The influence of sowing dates and sowing rates on the development and yield of winter rape varieties. Proc. 7th Int. Rapeseed Conf., Poznan Poland, pp. 886-892.

Jenkins ,P.D.and M.H. Leich.1986. Effect of sowing date on the growth and yield of winter oilseed rape(B. napus).j.Agric .Sci Camb. 105:405-420

Kurmi, K., and M.M. Kalta 1992. Effect of sowing date , seed rate and method of sowing on growth , yield and oil content of rapeseed (B. napus).Ind.J.Agron.37:595-597

Mendham,N.J. ,and R.K. Scot. 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (B.napus).J.Agric. Sci.Camb.84:487-502 .

Mendham,N.J.and P.A. Shipway. ,and R .K.Scot .1981a. The effect of delayed sowing and weather on growth , development and yield of winter oilseed rape (B.napus)J.Agric. Sci.Camb. 96:389-416 .

Norwood, C. 2001. Dry land corn in western Kansas: effect of hybrid maturity, planting date and plant population. Agronomy Journal 93: 540-547

Olsson , I. 1974. Row spacing in spring-sown oilseed crops. In Proc. Int. Rapskon gress, 4th, Giessen, West Germany, PP: 212–215.

Singh,S., R.K. Pannu., and M. Chand.1996. Effect of sowing time on radiation characteristic and heat unit requirment of Brassica genotype.Crop.Res. 11:145-150.

Soxhlet, F. 1879. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes, Polytechnisches J. (Dingler's), 232, 461 .

Scot, R.K. , E.A.Oguremi. , J.D.Ivins. ,and N.J.Mendham.1973. The effect of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (B.napus).J.Agric.Sci.Camb.81:277-285.

Taylor,A.J. ,and C.J.Smith .1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield component of irrigated canola (B.napus)grown on a red-brown earth in south –eastern Australia .Aust . J.Agric.Res.43:1929-1641.

Whitfield, D.M. 1992. Effects of temperature and ageing on CO2 exchange of pods of oilseed rape (Brassica napus). Field Crops Res. 28:271–280.