مجـــله زراعـــت و اصـــلاح نبـــاتات

جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

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

شاپا: ۸۴۸۵-۲۰۰۸

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

مدیر مسئول: دکتر محمد رضا اردکانی

سردبیر: دکتر داود حبیبی

مدیر داخلی: دکتر خداداد مصطفوی

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

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

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

دکتر ناصر خدابنده استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

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

دکتر محمد رضا بی همتا استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

دکتر اسلام مجیدی هروان استاد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی

دکتر شیرمحمد معز اردلان دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

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

ویراستاران (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر محمد نبی ایلکایی

دکترمحمدرضا بی همتا

دکتر فرزاد پاکنژاد

دکتر سید علی پیغمبری

دکتر داود حبیبی

دکتر مهدی رضایی

دکترحسینعلی رامشینی

دکتر مهدی صادقی شعاع

دکتر پیمان فروزش

دکتر عبدالله محمدی

دکتر خداداد مصطفوی

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:** ۳۳۲۰۲۵۲-۳ ۰۲۶

پست الکترونیکی: JAPB@kiau. ac. ir

مجله زراعت و اصلاح نباتات، سالانه در چهار شماره منتشر می‌شود حق اشتراک سالانه برای هر جلد (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 A۴ 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 فشرده‌ی گویایی از مقاله با تاکید بر هدف، مواد و روش کار و نتایج باشد و از ۲۰۰ کلمه نباید فراتر رود.

مقدمه و بررسی منابع

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

مواد و روش‌ها

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

نتایج و بحث

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

در صورت لزوم می‌توان برای تقسیم سرجدول از خطوط افقی

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

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

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

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

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

سپاسگزاری

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

منابع مورد استفاده

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

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

عنوان مقاله، عنوان اختصاری یا کامل مجله، شماره جلد، شماره مجله در داخل پرانتز و اولین و آخرین صفحه مقاله خواهد آمد. در مورد کتاب به ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب خواهد آمد. در مورد مقاله یا کتابهایی که بیش از یک نفر نویسنده دارند به ترتیب نام خانوادگی و حرف اول اسم اولین نویسنده و سپس اول اسم دومین و... نویسنده و پس از آن نام خانوادگی آنها ذکر می گردد.

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

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

چکیده به زبان انگلیسی

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

سایر نکات

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

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

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۷-۱

بررسی اثر منابع و سطوح مختلف پتاسیم بر عملکرد و پروتئین گندم در خاک‌های مازندران

The effect of different source and amount of potassium on wheat yield and protein in Mazandaran provice

فاطمه آقالری[۱]، محمد آقا لطف الهی[۲]، محمد معز اردلان[۳] و امید قاسمی چپی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۱۲

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات سولفات پتاسیم و کلرورپتاسیم بر افزایش عملکرد و پروتئین دانه در گندم در خاکهای مازندران انجام شد. این آزمایش در منطقه قراخیل قائمشهر برای بررسی تعیین سطوح و منبع مطلوب پتاسیم در عملکرد کمی و کیفی و همچنین افزایش پروتئین در دانه گندم در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سطح کودی پتاسیم (۳۰۰ و ۲۰۰ و ۱۰۰) کیلوگرم K_2O در هکتار و یک تیمار شاهد و دو نوع کود پتاسیم (سولفات پتاسیم، کلرور پتاسیم) انجام گرفت. نتایج حاصله از تجزیه واریانس اولیه مؤید معنی دار بودن فاکتور عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد بود ولی در سایر فاکتورها تفاوت معنی داری بین منابع مشاهده نشد. همچنین بیشترین درصد پروتئین(۱۴/۹) مربوط به کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کلرور پتاسیم بود.

واژه‌های کلیدی: سولفات پتاسیم، کلرور پتاسیم، گندم

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه خاکشناسی، البرز، ایران
۲و۳ - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه خاکشناسی، البرز، ایران
۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات استان مازندران
مسئول مکاتبات: fatemeh.aghalari@yahoo.com

مقدمه

گندم مهمترین محصول زراعی در جهان و ایران است و غذای اصلی مردم جامعه را تشکیل می‌دهد و اهمیت آن از نظر تولید و تأمین نیاز غذایی انسان بیشتر از سایر محصولات کشاورزی است و آرد حاصل از دامنه خوراکی گندم به مصرف نان می‌رسد (کاظمی، اربط)۱۳۷۶. در کشورهای جهان سوم نیز نان به عنوان غذایی اصل مردم محسوب می‌گردد و در ایران ۵۵ % انرژی غذایی و ۴۵ % پروتئین مورد نیاز مردم را تأمین می‌کند. (ملکوتی،۱۳۷۵) در ایران از ازت برای دستیابی به این هدف، همچنین افزایش پروتئین دانه گندم استفاده می‌شد اگرچه یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات به ویژه گندم است ولی کارآیی و مصرف آن نیز تابع عواملی نظیر میزان و دفعات مصرف، منبع، زمان و روش مصرف کود است (رفیع و ملکوتی ۱۳۷۸). به ویژه اینک استان مازندران به دلیل بارندگی زیاد و بالا بردن سطح آبهای زیر زمینی این عنصر به شدت آبشویی شده و باعث آلودگی آبهای زیر زمینی که منبع اصلی تأمین آب مردم است می‌گردد)ملکوتی، ۱۳۷۹). بنابراین عدم رعایت اصول مصرف بهینه و متعادل به عنوان عامل تهدید کننده سلامت انسان و محیط زیست تلقی می‌گردد که این امر مغایر با تعریف کشاورزی پایدار در منطقه می‌باشد ملکوتی و نفیسی، ۱۳۸۰). در حالی که کوددهی متعادل یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی از جمله گندم می‌باشد در کشورهای پیشرفته نسبت مصرف ازت به پتاسیم تقریباً ۱ است ولی در کشور ما متأسفانه این نسبت بیش از ۱۵ است..((Siadat، et al.، 1993 در موارد زیادی مصرف کود پتاسیم در مزارعی که پتاسیم قابل جذب آنها بیشتر از سطح بحرانی است موجب افزایش عملکرد کمی نیز می‌شود.

علاوه بر این پتاسیم در بهبود کیفیت گندم و افزایش درصد پروتئین و مقاومت به خشکی، شوری و بیمارها و خوابیدگی نقش باارزش دارد (Maibaum، 1999)و با توجه به نقش پتاسیم و افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصولات کشاورزی مصرف کودهای پتاسیمی بر اساس آزمون خاک ضروری می‌باشد. همچنین عکس‌العمل مثبت عملکرد گندم به مصرف پتاسیم را عمدتاً مربوط به اثر مفید پتاسیم بر افزایش وزن هزار دانه می‌دانند (Header and Bringer, 1981) نیاز گندم به پتاسیم برابر نیاز آن به ازت و در بعضی موارد حتی بیشتر نیز می‌باشد (Kemmler , 1983). کراس (Krauss,1992) گزارش نمود که با مصرف پتاسیم جذب نیتروژن درگیاه، مقاومت گیاه در مقابل آفات و بیماری و همچنین راندمان مصرف آب افزایش می‌یابد. از منابع کودهای پتاسیمی می‌توان به سولفات پتاسیم و کلرورپتاسیم اشاره نمود.Doroodi et al., 1999).کلرورپتاسیم از نمک‌های شور آبه‌های کویر و تالاب گاوخونی قابل تولید است و نظر به ارزانی آن قابل توجه و کاملاً تأیید شده است (در مقایسه با سولفات پتاسیم) در سطح وسیع به ۴ روش (مصرف مستقیم کلرورپتاسیم در شالیزارها و اراضی غیرشور زراعی و تبدیل به نیترات پتاسیم و تولید کود کامل ماکرو استفاده نمود) با توجه به سهولت مصرف، ارزانی قیمت، حلالیت در آب و مصرف سرک آن مصرف این کود در آب آبیاری منتها با تقسیط به عنوان سیاست وزارت کشاورزی ترویج می‌گردد. مصرف کود سولفات پتاسیم با توجه به نداشتن یون مزاحم کلر به ویژه در اراضی شور و همچنین به لحاظ داشتن سولفات و قدرت آزادسازی تدریجی پتاسیم مفید می‌باشد. مقدار پتاسیم K_2O در کلرورپتاسیم در مقایسه با سولفات پتاسیم علاوه بر ارزان بودن آن ده درصد بیشتر از سولفات پتاسیم می‌باشد و آنیون کلر خود عامل کنترل کننده تعدادی از بیماری‌ها نظیر بلاست و پاخوره می‌باشد. تبدیل کلرورپتاسیم به سولفات پتاسیم نیز امکان پذیر است. (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۸۰). در حال حاضر بیش از نود و پنج درصد کودهای پتاسیمی جهان را کلرور پتاسیم تشکیل می‌دهد از طرفی هزینه‌های کمی برای تهیه و تأمین کلرورپتاسیم در حدود یک سوم هزینه‌های ارزی واردات سولفات پتاسیم(ملکوتی، ۱۳۷۹) ست.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه سطح کودی پتاسیم (۳۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰) کیلوگرم K_2O در هکتارویک تیمار شاهد و دو نوع کود پتاسیم (سولفات پتاسیم، کلرورپتاسیم) که این آزمایش در ۷ تیمار با سه تکرار برای جمعاً ۲۱ کرت آزمایشگاهی در یک سال زراعی انجام گرفت.

– تیمارهای کودی به صورت A0B1–A1B1- A1B2- A2B1–A2B2–A3B1 وA3B2 بودند که به ترتیب B1 سولفات پتاسیم و B2 کلرور پتاسیم و A0 و A1 و A2 و A3 به ترتیب صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار می‌باشد.هر کرت شامل هفت ردیف کاشت به فواصل ۱۵ cm و یک پشته نکاشت به عنوان مرز بین کرت که مساحت هر کرت ۱۰ متر مربع بود.

قبل از کاشت از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر خاک نمونه برداری به عمل آمد و Ec (Ecمتر) و pH (pHمتر) و CEC و بافت (هیدرومتری) تعیین گردید و کود ازته در سه تقسیط که ۱/۳ آن قبل از کاشت به همراه کود فسفره (همراه با آخرین دیسک) با توجه به آزمون خاک از منبع سوپرفسفات تریپل و ازته از منبع اوره برای تمام تیمارها مصرف گردید. میزان بذر مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و رقم مورد آزمایش ۸۰۱۹ بود.در طول آزمایش مبارزه با علف هرز و آفات و بیماری صورت گرفت و یادداشت برداری شامل تاریخ جوانه زدن، پنجه زدن، و زمان گل دهی و دیگر فاکتورها انجام شد. در پایان مرحله برداشت عناصر غذایی شامل (NPK) در اندام هوایی تعیین گردید.

قبل از برداشت نهایی از ۴ خط وسط حدود ۱ متر مربع کف بر نموده و جهت بررسی اجزاء عملکرد و عملکرد بیولوژیکی (بیوماسی) استفاده شد از ۷ پشته کشت شده ۵ پشته وسط پس از حذف حاشیه‌های اول و انتهایی برداشت انجام گرفت. کلاً سطح برداشت برای تعیین عملکرد تیمارها ۶ متر مربع بود. در نهایت تجزیه و تحلیل آماری به روش MSTATC و مقایسه میانگین به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث:

خاک مورد آزمایش دارای ۵۳ درصد شن و ۲۱ درصد سیلت و ۲۶درصد رس، قابلیت هدایت الکتریکی۱/۳۳دسی زیمنسی به متر PH گل اشباع برابر ۷/۳۵ و کربنات کلسیم معادل ۸۰ درصد بود. ماده آلی خاک ۴/۲۸ درصد و پتاسیم قابل جذب ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم و فسفر قابل جذب ۳۶/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و غلظت آهن منگنز روی و مس به ترتیب برابر ۱۱/۵ و ۸/۱ و ۱/۶ و ۴/۴ میلی گرم در کیلوگرم بود (جدول۱).

مقایسه میانگین عملکرد دانه

در مقایسه میانگین عملکرد دانه هر یک از فاکتورهای سطح کودی و منبع کودی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری نشان داد.(جدول ۲ نمودار ۲) به طوری که نشان داده شده با افزایش میزان کود مصرفی از هر دو منبع سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم افزایش عملکرد را داشتیم که در این بین کلرور پتاسیم نسبت به سولفات پتاسیم عملکرد بهتری داشت به طوری که بیشترین عملکرد به میزان ۴۵۱۵کیلوگرم در هکتار از کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم به دست آمد در حالی که میزان عملکرد در تیمار شاهد (A0B1) ۳۱۱۷ بود.

مقایسه میانگین وزن هزار دانه:

در مقایسه میانگین وزن هزار دانه اختلاف معنی داری در هیچ یک از فاکتورهای سطح کودی و منبع کودی مشاهده نشد ولی با کاربرد کود پتاسیم از منبع کلرور پتاسیم با افزایش سطح کودی میزان عملکرد افزایش نشان داد. به طوری که منبع کلرور پتاسیم در سطح ۳۰۰ کیلوگرم میزان عملکرد به ۴۵/۸۶ رسید که این میزان در شاهد ۴۱/۲۷ بود ولی در منبع سولفات پتاسیم اگرچه با استفاده از این منبع

افزایش عملکرد نسبت به شاهد داشتیم ولی با افزایش سطح کودی از میزان عملکرد کاسته شد به طوری که با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم میزان عملکرد ۴۴/۴۶گرم بود که با افزایش سطح کودی به ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار میزان عملکرد به ۴۳/۰۶ کیلوگرم رسید. (جدول ۲ نمودار ۱).

مقایسه میانگین درصد نیتروژن

در مقایسه میانگین با توجه به درصد نیتروژن اگرچه تفاوت معنی داری در هیچ یک از فاکتورهای منبع کودی و سطح کودی مشاهده نشد ولی با افزایش سطح کودی از هر دو منبع کلرور پتاسیم و سولفات پتاسیم افزایش عملکرد را مشاهده کردیم. که بیشترین میزان مربوط به کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم برابر با ۲/۶۱۵ درصد و ۳۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم برابر با ۲/۵۹۷ درصد بود و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد با ۲/۴۴۳ درصد بود که در این بین کلرور پتاسیم نسبت به سولفات پتاسیم ارجح تر بود. (جدول ۲ نمودار ۳)

مقایسه میانگین درصد پروتئین:

در مقایسه میانگین درصد پروتئین نیز در هیچ یک از فاکتورهای سطح کودی و منبع کودی تفاوت معنی داری مشاهده نشد ولی با افزایش سطح کودی به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین درصد پروتئینی را داشتیم همچنین با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم بیشترین افزایش را در میزان پروتئین در دانه گندم برابر با ۱۴/۹۰ و کمترین میزان آن در تیمار شاهد به میزالن ۱۳/۹۲ درصد بود. در منبع سولفات پتاسیم نیز با افزایش سطح کودی شاهد افزایش درصد پروتئینی در دانه گندم بودیم به طوریکه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم میزان پروتئین به ۱۴/۸۰ درصد در دانه گندم رسید.(جدول ۲ نمودار ۴)

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کودهای پتاسیمی و همچنین افزایش سطح آن باعث افزایش عملکرد گندم می‌شود.

نتایج بدست آمده با سایر نتایج گزارش شده از محققین دیگر نظیر ملکوتی و ثوابقی مطابقت داشت به طوری که بیان نموده بودند که استفاده متعادل از کودهای ازته و فسفاته و پتاسیمی باعث افزایش عملکرد گندم در واحد سطح می‌گردد همچنین آنها بیان نموده بودند که استفاده از کودهای پتاسیمی باعث افزایش غلظت عناصری نظیر پتاسیم، ازت و فسفر در دانه گندم می‌گردد که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت داشت و اگرچه غلظت هیچ یک از این عناصر تفاوت معنی دار مشاهده نشد ولی عملکرد افزایش پیدا کرد که سهم کلرورپتاسیم نسبت به سولفات پتاسیم بیشتر بود.

بنابراین می‌توان گفت استفاده از کودهای پتاسیمی بخصوص از منبع کلرورپتاسیم با توجه به مصرف سرک آن و حلالیت بیشتر آن در آب و همچنین هزینه تولید کم آن می‌تواند مناسب تر از سولفات پتاسیم باشد و باعث افزایش بیشتر عملکرد و در نتیجه کیفیت بهتر محصول و در نتیجه تولید محصول بهتر و بیشتر و همچنین افزایش درآمد زارعین گردد.

با توجه به اهمیت اقتصادی گندم افزایش عملکرد این ماده غذایی از طریق مصرف بهینه غذایی بخصوص کودهای پتاسیم و نقشی که این عنصر در افزایش غلظت عناصر ازت و پتاسیم و در نتیجه افزایش پروتئین در دانه گندم دارد می‌تواند نقش مؤثری در کیفیت عملکرد گندم و در نتیجه افزایش درآمد زارعین خواهد داشت از طرف دیگر با توجه به نقشی که گندم در تأمین انرژی غذایی برای ۷۵ درصد از جمعیت جهان دارد و همچنین به لحاظ مصرف همگانی آن غنی سازی آن می‌تواند گام مؤثری در بالا بردن سطح بهداشت و سلامتی جامعه داشته باشد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table1- Soil Physical and Biochemical characteristic

هدایت الکتریکی ds/m	PH	کربنات کلسیم معادل ٪	ماده آلی ٪	شن ٪	لای ٪	رس ٪	کلاس	پتاسیم ppm	فسفر ppm	آهن ppm	منگنز ppm	روی ppm	مس ppm
۱/۳۳	۷/۳۵	۸۰	۴/۲۸	۵۳	۲۱	۲۶	S-C-L	۲۰۰	۳۶/۶	۱۱/۵	۸/۱	۱/۶	۴/۴

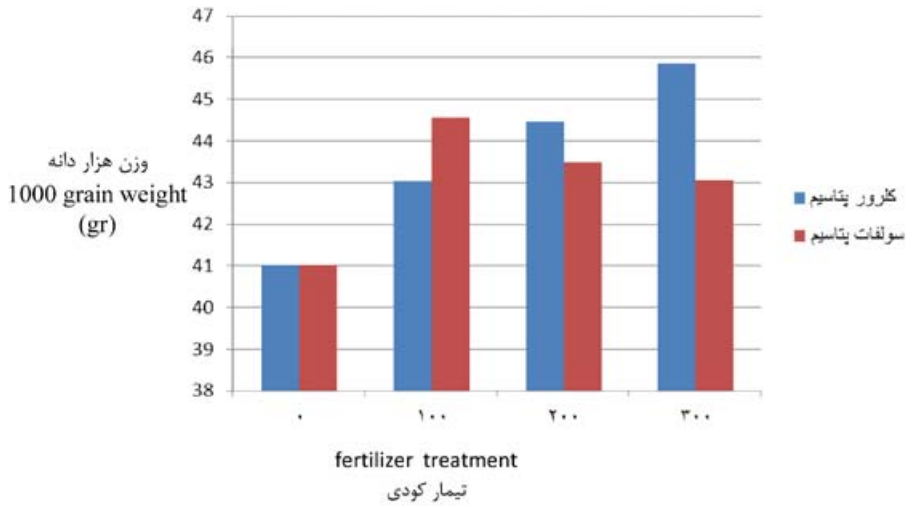
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

Table 2.Mean comparison of characteristic

تیمار کودی (treatment)	وزن هزار دانه (1000 grain weight) (g)	عملکرد دانه (grain yield) (kg)	درصد نیتروژن (N content) (%)	درصد پروتئین (protein content)(%)
$A0B_1$	41/027 A	3117 B	2/443 A	13/92 A
A_1B_1	44/46 A	3872 B	2/456 A	13/99 A
A_1B_2	43/04 A	3915 B	2/468 A	14/006 A
A_2B_1	43/49 A	3760 B	2/511 A	14/31 A
A_2B_2	44/47 A	4062 B	2/505 A	14/27 A
A_3B_1	43/06 A	4050 B	2/597 A	14/80 A
A_3B_2	45/86 A	4515 A	2/615 A	14/90 A

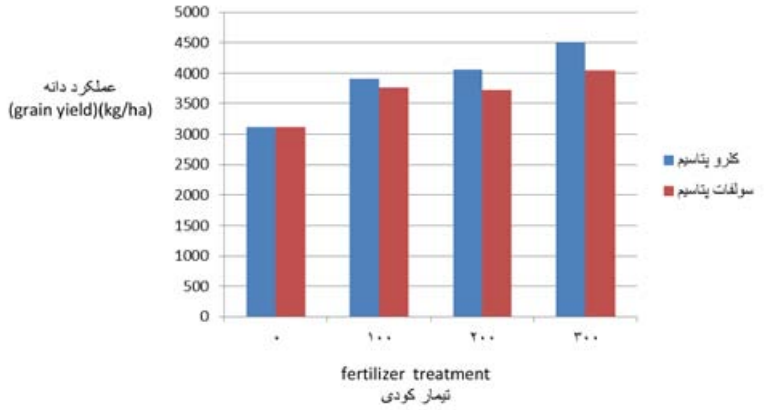
میانگین ها با حروف غیر مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی دار هستند

Mean followed by different letters in each *column have significantly* different *of 1% level of probability*



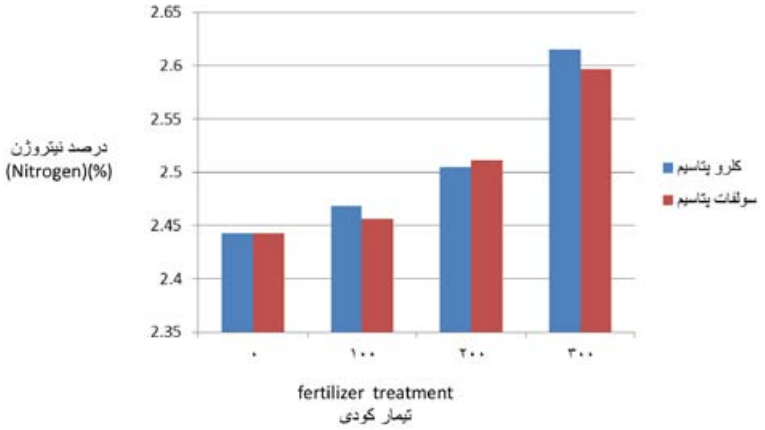
نمودار ۱- مقایسه وزن هزار دانه در تیمار کودی

Fig1.Comparison of 1000 grain werght in fertilizer treatment



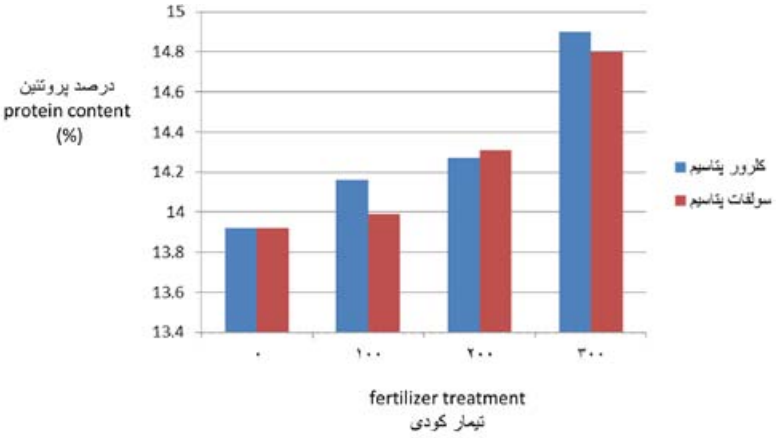
نمودار ۲- مقایسه عملکرد دانه در تیمار کودی

Fig2.Comparison of grain yield in fertilizer treatment



نمودار ۳. مقایسه درصد N در تیمار کودی

Fig3.Comparison of N content in fertilizer treatment



نمودار ۴. مقایسه درصد پروتئین در تیمار کودی

Fig3.Comparison of proteint content in fertilizer treatment

References

فهرست منابع

ثواقبی، غ.،م.ج.ملکوتی. ۱۳۸۰. برهمکنش پتاسیم و روی بر غلظت و جذب عناصر غذایی در گندم مجموعه مقالات تغذیه متعادل گندم نشر آموزش کشاورزی صفحه ۳۱۹.

رفیع،م و م.ج. ملکوتی.۱۳۷۸.مقایسه اثر بخشی روش‌های مختلف توصیه کودی بر عمکرد کمی و کیفی گندم.مجله علمی پژوهشی خاک و آب (ویژه نامه گندم)، جلد۱۶، شماره ۶،مؤسسه تحقیقات خاک و آب،تهران،ایران.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۶. زراعت غلات. مرکز نشر دانشگاهی

ملکوتی، م. ج.۱۳۷۵. کشاورزی پایه‌ای و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران نشد آمورش کشاورزی صفحه ۲۷۹.

ملکوتی، م.ج. ۱۳۷۹. دست یابی به اهداف برنامه سوم توسعه از طریق همگانی کردن مصرف بهینه کود در کشور. نشر آموزش کشاورزی. نشریه فنی ۱۱۰. ۲۰ صفحه- ۲۰.

ملکوتی م. ج، نفیسی م. ۱۳۸۰. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور. نشر آموزش کشاورزی جلد ۱

Doroodi، M.S.H. Siadat. And J. Abedi.1999. Interactive effects of potassium and salinity on yield and nutrient Content of wheat. International symposium on Balanced Fertilization and crop Response to potassium، Tehran.

Headre،H. and E. Beringer. 1981. Analys is of yield of winter wheat growh of increasing levels of potassium j.sci.food.Agric.32: 547-551.

Kemmler،Q. 1983. Modern aspects of wheafmanuring (2 ndreved). IPI-BULL.NO.1.Berne.Switzerland.

Krauss، A. 1992. Role of potassium in nutrient effiviency 4th National congress of soil science Islamabad. Pakistan.

Maibaum،W. 1999. Relieving crop stress by balanced nutrient management. International symposium on Balanced Fertilization and crop Response to potassium Tehran.

Siadat، H. 1993. K fertilizer in use and recommendation in Iran. Internationa um on balanced l symposi fertilization and crop response to potassium soil and water Res. Ins. And InH Potash Ins. Tehran IRAN.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۱۹-۹

مطالعه ساختار ژنتیکی بخشی از ژرم پلاسم لوبیا با استفاده از پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه

Study of genetic structure of some common bean germplasm using seed storage protein

پریا ظروفیان فر*[۱]، محمد جعفر آقایی[۲]، شاهین واعظی[۲]، سید علی پیغمبری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۰

چکیده

لوبیا به سبب داشتن ۲۲ % پروتئین نقش مهمی در تامین مواد غذایی انسان دارد وهمچنین پروتئین‌های ذخیره‌ای به عنوان مارکرهای مولکولی برای مطالعه تنوع ژنتیکی در گونه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این پژوهش ۸۴ ژنوتیپ از کلکسیون منتخب لوبیا بانک ژن گیاهی ملی ایران که از ۲۴ استان مختلف کشور جمع آوری شده‌بود. از نظر تنوع ژنتیکی، ساختار ژنتیکی جمعیت هاو فاصله ژنتیکی میان جمعیت‌ها بر اساس تیپ زراعی و استان‌های محل جمع آوری مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی تنوع ژنتیکی برای پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه از روش SDS-PAGE استفاده شد. در میان نمونه‌های مورد بررسی ۳۲ آلل مختلف مشاهده شد که ۷۶ درصد آنها پلی مورفیک بودند. میانگین تعداد آلل واقعی ۱/۸۴ و میانگین تعداد آلل موثر ۱/۳۵ بود. میانگین تنوع ژنتیکی ۲۲ % بود. جمعیت‌ها از نظر تنوع وشاخص شانون در سطح مشابهی قرار داشتند (۲۲ %= h و ۲۳ %=I). تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش UPGMA مشخص نمود که تیپ‌های زراعی چیتی، قرمز، سفید به دو گروه تقسیم شدند. تیپ‌های زراعی از نظر رنگ متمایز شدند ولی از نظر تنوع پروتئین‌های ذخیره‌ای مشابه بودند که احتمالا در طول تکامل دارای اجداد مشترک بوده‌اند و استان‌های محل جمع آوری نمونه به ۳ گروه تقسیم شدند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، تنوع ژنتیکی، پروتئین ذخیره ای، الکتروفورز SDS-PAGE

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،البرز،ایران
۳- استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، البرز،ایران
* مسئول مکاتبات: paria_zo@yahoo.com

مقدمه

امروزه کمبود پروتئین در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در کشورهای رشد نیافته یکی از مشکلات حاد می‌باشد حبوبات با داشتن پروتئین زیاد نقش مهمی در تامین مواد پروتئینی مورد نیاز انسان در این کشورها دارند (بنایی و همکاران، ۱۳۷۴). بعلاوه ارزش غذایی پروتئین حبوبات به سبب دارا بودن بسیاری از اسیدهای‌آمینه ضروری بالاست (مجنون حسینی،۱۳۸۷). یکی از حبوبات عمده لوبیای معمولی با نام علمی Phaseolus vulgaris است که دارای ۲۵-۲۰ % پروتئین و ۵۶-۵۰ % کربوهیدرات است. سطح زیر کشت آن در دنیا بالغ بر ۲۹/۹ میلیون هکتار با متوسط عملکرد حدود ۷۷۷ کیلوگرم در هکتار و تولید کل ۲۳ میلیون تن و تولید بذر ۱/۲۱ میلیون تن است. در ایران سطح زیر کشت آن حدود ۹۰ هزارهکتار با عملکرد متوسط ۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و تولید کل حدود ۲۵۴ هزار تن است. با افزایش کیفیت و میزان عملکرد انتظار می‌رود تهیه وتامین مواد غذایی مورد نیاز کشوراز لحاظ کمی وکیفی بهبود یابد. اصلاح نباتات، هنر دانش و فناوری تغییر ساختار ژنتیکی گیاهان در جهت منافع بشر می‌باشد. لازمه هر تغییر وجود تنوع است و لازمه تغییر ژنتیکی وجود تنوع ژنتیکی می‌باشد. تنوع، مبنای همه گزینش‌ها است (عبد میشانی و بوشهری،۱۳۷۷) که می‌تواند درون جمعیتی و بین جمعیتی باشد (Sharma, et al., 2008). با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه دامنه انتخاب وسیع تر می‌شود (عبد میشانی و بوشهری،۱۳۷۷). از آنجایی که تنوع، قابلیت انتقال به نتاج را دارد، بنابراین در اصلاح نباتات دارای اهمیت می‌باشد (Sharma,et al., 2008) و می‌تواند به شدت بر ترکیب، عمل، میزان تولید و پایداری اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی تاثیرگذارد (Kolliker,et al., 2008). شناسایی، جمع آوری، ارزیابی و بهره برداری تنوع می‌تواند زمینه رابرای توسعه ارقام مختلف از جمله زراعی و علوفه‌ای فراهم آورد. علاوه بر این، اطلاع از سطح تنوع موجود در ژرم پلاسم‌ها و خزانه ژنی، برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی سازی ذخایر ژنتیکی از طریق ورود ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین امروزه آگاهی از تنوع ژنتیکی و مدیریت منابع ژنتیکی به عنوان اجزا مهم پروژه‌های اصلاح نباتات تلقی می‌گردد (ارزانی، ۱۳۸۳). پروتئین ذخیره‌ای دانه عموما شامل یکسری پلی‌مورفیک از پپتیدهای کد شده بوسیله ژن‌های فامیلی بوده و ضمن داشتن پلی مورفیسم زیاد بسیار با ثبات هستند (Lioi ,1989).

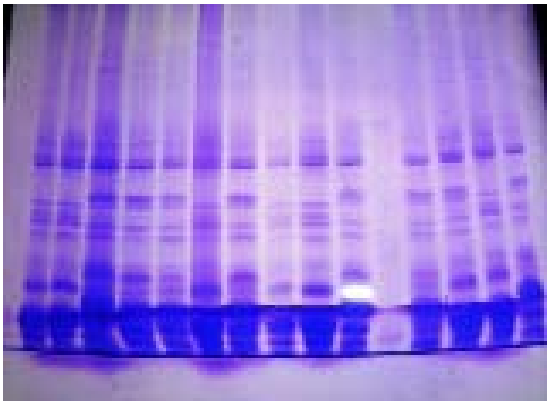
پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه لوبیا شامل ۸۱-۴۶ % گلوبولین می‌باشد که یکی از آنها فازئولین است که نیمی از پروتئین بذر را تشکیل داده است (Igrejas,et al., 2009) و به عنوان نشانگرهای ژنتیکی که کمتر تحت تاثیر محیط بوده و یکنواختی و تکرار پذیری بالایی دارند (Hahn and Schoberlein, 1999) می‌توانند در بررسی تنوع ژنتیکی استفاده شوند و تا کنون در مطالعات ژنتیکی مورد استفاده زیادی قرار گرفته اند. به عبارت دیگر روش‌های مختلف الکتروفورز به ویژه الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر به روش SDS-PAGE در سال‌های اخیر کاربرد زیادی در بررسی تنوع ژنتیکی در گونه‌های مختلف زراعی، جنگلی و مرتعی داشته است (Rout and Chrungoo, 2007). و مطالعه و تعیین خویشاوندی ژنوتیپ‌ها و جمعیت‌های مختلف گیاهی و بررسی روابط فیلوژنتیکی و تاکسونومیکی ازجمله آنهاست (Panigrahi,et al.,2007 و میر جلالی و میرزایی،۱۳۸۴). در حال حاضر بررسی تمایز ژنتیکی با ارزیابی پروتئین‌های محلول به روش SDS-PAGE برای گونه‌های زراعی استفاده می‌شود به طوری که پروتئین‌های ذخیره‌ای ۳۰ واریته گندم از مناطق مختلف اکولوژیکی پاکستان و ۶۶ ژنوتیپ لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و نیز تنوع ژنتیکی ۲۰ رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در ایران بررسی شده است. هدف ازاین تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه و مطالعه روابط ژنی بین تیپ‌های زراعی و جمعیت‌های متعلق به مناطق مختلف جغرافیایی در بخشی از ژرم پلاسم بانک ژن گیاهی ملی ایران بود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تنوع ۸۴ نمونه لوبیا شامل ۲۹/۸ % تیپ قرمز، ۳۸/۱ % تیپ سفید و ۳۱ % تیپ چیتی از توده بومی ژرم پلاسم موجود در کلکسیون لوبیای بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. به ازائ هر ۴۰ میلی‌گرم از بذر ۵۰۰ میکرولیتر از محلول استخراج شامل مرکاپتواتانول، SDS ۱۰%، گلیسرول، بافر ۶/۸ و کوماسی‌بلو-آر۲۵۰ استفاده شد. پس از استخراج نمونه‌ها الکتروفورز با استفاده از ژل اکریلامید ۱۰ % SDS-PAGE به روش لاملی (Laemmli,1970) انجام شد. ژل‌ها با محلول کوماسی بلو رنگ شدند. و پس از رنگ زدایی و مشخص شدن باندها از ژل‌ها عکس برداری شد. داده‌های حاصل از الکتروفورز کیفی می‌باشند که بر اساس وجود یا عدم وجود باند به ترتیب کدهای صفر و یک به آنها داده شد و با استفاده از نرم افزار PopGen 32 (Yeh et Al., 1999) ماتریس داده‌های صفر و یک محاسبه شد و نمونه‌ها از نظر تنوع درون جمعیتی و بین جمعیتی مورد مطالعه قرار گرفت که پارامترهای درون جمعیتی شامل: تعداد آلل، تعداد آلل موثر، شاخص شانون، تنوع ژنی و درصد پلی مورفیک بود. و پارامترهای بین جمعیتی شامل: تنوع ژنتیکی کل، تمایز جمعیت و جریان ژنی بود. که این پارامترها یک بار به تفکیک تیپ زراعی و یک بار به تفکیک منشا جغرافیایی محاسبه گردید.

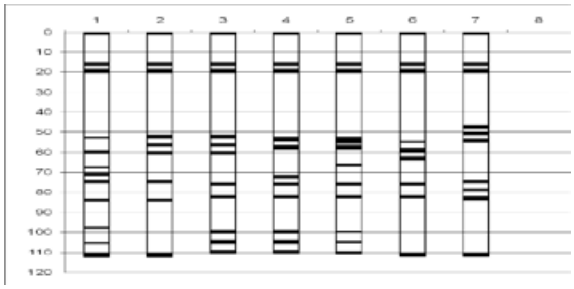
نتایج و بحث

پس از انتخاب ۸۴ نمونه از تیپ‌های مختلف و استخراج پروتئین ذخیره‌ای و الکتروفورز آن با مشاهده عکس‌ها (شکل۱) هفت الگوی کلی در تنوع پروفایل پروتئین‌های ذخیره‌ای مشاهده و باندها به ترتیب بر اساس وزن مولکولی از سبک ترین تا سنگین ترین به ترتیب B1-B32 نامگذاری شدند (شکل ۲). از بین ۷ الگوی مشاهده شده الگوی۱ بیشترین فراوانی برابر ۳۸ % والگوی ۶ کمترین فراوانی برابر۱/۲ % را داشت. و الگوی شماره ۶ فقط در نمونه لوبیای رشتی متعلق به استان مرکزی مشاهده شد و باندهای B11 و B15 هم اختصاصی این نمونه بودند که به دلیل منفرد بودن، جز تیپ‌های زراعی ما گروه بندی نشد. وهمچنین فراوانی الگوی ۲ برابر۶ %، الگوی ۳ برابر۳۱ %، الگوی ۴ برابر۱۵/۵ %، الگوی ۵ برابر ۲/۴ % و الگوی ۷ برابر ۶ % محاسبه شد. با بررسی این ۷ الگوی مشاهده شده ۳۲ آلل ایجاد شد که ۷۶ در صد آن پلی مورفیک بود. میانگین تعداد آلل واقعی۱/۸۴و میانگین تعداد آلل موثر۱/۳۵بود. مقدار تنوع ژنتیکی ۲۲ % بود(جدول۱). آلل‌های مشترک در کل جمعیت مربوط به لوکوس‌های B1، B2 و B3 بود که بیشترین فراوانی ژنی را داشتند و تنوع ژنتیکی در این باندها دیده نشد. بیشترین تنوع ژنتیکی کل مربوط به لوکوس B14 برابر ۰/۵و کمترین تنوع ژنتیکی کل مربوط به لوکوس‌های B9، B16 و B28 برابر با ۰/۰۲بود. بیشترین شاخص شانون برای لوکوس B14 برابر۰/۶۹ و کمترین شاخص شانون برای لوکوس‌های B9، B16 و B28 برابر ۰/۰۶۷ بود. بالاترین میزان تمایز جمعیت‌ها مربوط به لوکوس‌های B6 و B12 برابر۰/۰۷۲ و بیشترین جریان ژنی مربوط به لوکوس B14 برابر ۱۰۳/۱۲ بود. در مطالعه تنوع ژنتیکی بر روی جمعیت وحشی و اهلی از منطقه آمریکای مرکزی مقدار تنوع کل متفاوت از نتایج ما برابر ۰/۲۸ بود و درصد پلی مورفیسم مشابه نتایج این تحقیق برابر ۷۶ % بدست آمد (Cruz,2005).



شکل ۱- ژل بدست آمده که باندهای ۱۴ رقم ا ز نمونه‌های لوبیا در آن به وضوح دیده می‌شود

Fig 1. The earned gel that observed bands in 14 samples of bean



شکل ۲- هفت الگوی باندی مشاهده شده در جمعیت مطالعه شده لوبیا

Fig 2. Observed seven band template in common bean population

جدول ۱- میانگین پارامترهای ژنتیکی بدست آمده در کل جمعیت لوبیا

Table1-Genetic parameter mean in total population of bean

درصد پلی مورفیسم The percentage of polymorphic loci	تعداد آلل(Na) Observed numberof alleles	آلل مؤثر(Ne) Effective Number of alleles	تنوع(H) nie's 1973 gene diversity	شانون(I) shanon information index	تنوع کل(Ht)	تنوع درون جمعیتی (Hs)	تمایز جمعیتها(GST)	جریان ژنی Estimate (Nm) of gene flow from Gst
76	1.84	1.35	0.21	0.23	0.22	0.21	0.03	17.96

تنوع ژنتیکی به تفکیک تیپ زراعی:

تیپ‌های زراعی پلی‌مورفیسم بالایی را نشان دادند که تیپ زراعی چیتی بیشترین درصد پلی‌مورفیسم را داشت (جدول ۲). در تیپ زراعی قرمز، بیشترین تنوع مربوط به لوکوس B14 برابر۰/۷۸و کمترین مقدار تنوع متعلق به لوکوس‌های B4،B5،B10،B22 و B24 برابر ۰/۴۹ بود. بیشترین شاخص شانون برای لوکوس B14 برابر ۰/۶۹ و کم ترین مقدار آن در لوکوس‌های B4، B5، B10، B22 و B24 برابر۰/۱۷ بود. و میانگین شاخص شانون برابر۰/۳۴ بود.

در تیپ زراعی سفید، بیشترین تنوع مربوط به لوکوس B14 برابر ۰/۴۹و کمترین مقدار تنوع متعلق به لوکوس های،B9 B16 و B28 برابر۰/۰۲۳ بود. بیشترین مقدار شاخص شانون برای لوکوس های،B20 B25 و B32 برابر۰/۶۱ و کم ترین مقدار آن در لوکوس‌های B9، B16 و B28 برابر۰/۰۸ بود. و میانگین شاخص شانون برابر۰/۳۳ بود (جدول۲). در تیپ زراعی چیتی، بیشترین تنوع مربوط به لوکوس B14 برابر ۰/۴۹ و کمترین مقدار تنوع متعلق به لوکوس های B8،B9 B16،B19 و B28 برابر۰/۰۴ بود. بیشترین مقدار شاخص شانون برای لوکوس B14 برابر ۰/۶۹و کم ترین مقدار آن در لوکوس‌های B8، B9،B16، B19 و B28 برابر۰/۰۹ بود. و میانگین شاخص شانون برابر۰/۳۲ بود. با بررسی نتایج اختلافی بین آلل‌های موثر وجود نداشت ولی تعداد آلل‌های واقعی متفاوت بودند. جمعیت‌ها از نظر تنوع و شاخص شانون در سطح مشابهی بودند۰/۲۲-۰/۲ h= ۰/۳۴-۰/۳۲ I=. در

مطالعه‌ای بر جمعیت وحشی لوبیا در منطقه آمریکای مرکزی با ۳ پرایمرISSR بر روی ژل اکریل آمید، ۳۷ باند ایجاد شد (Hou et al.,2005). در صد پلی مورفیک جمعیت ها، ۸۹ % بود. اختلافی بین تعداد آلل‌ها و آلل موثر در جمعیت‌ها وجود نداشت. از نظر تنوع ژنتیکی و شاخص شانون در جمعیت‌های Jeruco , Yuriria , sanagystian (I= ۰/۲-۰/۲۲) و (h=۰/۳-۰/۱۴) کمترین تنوع وجود داشت. و درجمعیت‌های Cepio, Tulataro بیشترین تنوع وجود داشت (h=/۱۸-۰/۲۰) و (I=۰/۲۸-۰/۲۹). تیپ‌های زراعی از نظر رنگ متمایز شده‌اند ولی از نظر تنوع پروتئین ذخیره‌ای دانه مشابه بودند که احتمالا در اثر تغییرات اعمال شده از سوی بشر می‌باشد.

برآورد تشابه، فاصله ژنتیکی و تجزیه خوشه‌ای در بین تیپ‌های زراعی

یکی از روش‌های تجزیه وتحلیل تنوع ژنتیکی در جمعیت‌ها فاصله ژنتیکی است که در واقع معیار تفاوت موجود در بین افراد یک جمعیت را به صورت آللی شرح می‌دهد. تشابه ژنتیکی بین جمعیت‌ها در تیپ‌های زراعی لوبیا بالا بود. بیشترین تشابه بین تیپ زراعی قرمز و سفید و کمترین تشابه بین تیپ‌های زراعی قرمز وچیتی مشاهده شد در نتیجه تیپ زراعی قرمز و سفید قرابت نزدیک تری نسبت به تیپ چیتی نشان دادند (جدول۳). تشابه بالای دیده شده نشان می‌دهد که جمعیت‌های تیپ زراعی در مناطق مختلف ایران در طول تکامل به احتمال دارای اجداد مشترک بوده و یا جهش یافته‌های بدنی از یکدیگر می‌باشند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش رویشی و سطح بالای هموزیگوسیتی در جمعیت تیپ زراعی دلایل میزان تشابه ژنتیکی است.

در مطالعه‌ای که بر روی جوهای وحشی منطقه غرب آمریکا انجام گرفت، میزان تشابه ژنتیکی از ۰/۷۵تا ۰/۹۸ متغییر بود و میانگین آن ۰/۸۶ بدست آمد (Hou et al., 2005). نتایج تجزیه خوشه‌ای شامل نمودار گروهبندی و ماتریس فواصل نمونه‌ها است. اصولا در تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌هایی که داخل یک گروه یا زیر گروه قرار می‌گیرند قرابت ژنتیکی بیشتری به یکدیگر دارند (Kolliker et al.,2008). با استفاده از روش UPGMA تیپ‌های زراعی چیتی، قرمز و سفید گروه‌بندی شدند. همانطور که در شکل شماره ۳ مشخص شده جمعیت‌ها به دو گروه تقسیم شدند. کلاستر اول شامل تیپ زراعی قرمز و سفید و کلاستر دوم شامل تیپ زراعی چیتی بود.

شکل شماره ۳- دندروگرام تجزیه کلاستر تیپ‌های زراعی لوبیا به روش UPGMA

Fig 3. Dendrogram of cluster analysis for bean agronomic types with UPGMA method

جدول ۲- میانگین پارامترهای ژنتیکی به تفکیک تیپ زراعی لوبیا

Table 2 -Genetic parameters mean based agronomic type in bean

تیپ زراعی Agronomic type	تعداد آلل واقعی Observed number of alleles	تعداد آلل موثر Effective Number ofalleles	تنوع ژنتیکی Nie' 1973 gene diversity	شاخص شانون shanon information index	درصد پلی مورفیسم The percentage of polymorphic loci
قرمز(Red)	1.75	1.35	0.22	0.34	75
سفید(White)	1.68	1.34	0.21	0.32	68.75
چیتی(Chity)	1.84	1.33	0.2	0.32	84.38

در جمعیت وحشی لوبیا در منطقه آمریکای مرکزی با استفاده از روش کلاستر UPGMA فاصله ژنتیکی را حساب کردند. داده‌ها تفاوت بالای بین جمعیت‌ها را نشان داد، و سه گروه از جمعیت قابل تشخیص بود (Cruz et al., 2005). و همچنین در مطالعه‌ای که بر روی برنج انجام شد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با روش UPGMA به ۵ گروه تقسیم شدند (ابوذری گزاف رودی و همکاران، ۱۳۸۴).

جدول ۳- تشابه و فواصل ژنتیکی بین تیپ‌های زراعی لوبیای مورد بررسی به روش نی ۱۹۷۸ (اعداد بالای قطر تشابه و اعداد پایین قطر فاصله می‌باشند)

Table 3- Nie›s genetic identity and genetic distance in common bean based agronomic type (the numbers obove diagonal are identity and numbers below diagonal are distance)

جمعیت population	قرمز red	سفید white	چیتی chity
قرمز red	-	0.9975	0.9798
سفید white	0.0025	-	0.9889
چیتی chity	0.0204	0.0112	-

تنوع ژنتیکی بر اساس منشا جغرافیایی: در گام بعدی، مطالعه با لحاظ نمودن منشا جغرافیایی صورت گرفت. محل جمع‌آوری نمونه‌ها از ۲۴ استان مختلف شامل آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، ایلام، باختران، بوشهر، تهران، چهار محال بختیاری، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان بلوچستان، فارس، کردستان، کرمان، کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، گیلان، مازندران، مرکزی، کردستان، همدان، یزد و نمونه‌های ناشناخته بود که چون در برخی استان‌ها تعداد نمونه‌ها اندک بود. بررسی استانی بر روی استان‌های آذربایجان غربی، چهارمحال بختیاری،

همدان، خراسان، لرستان، مرکزی، مازندران، زنجان و جمعیت‌های ناشناخته صورت گرفت.

جدول ۴- میانگین پارامترهای ژنتیکی به تفکیک استان‌های مناطق جمع‌آوری نمونه‌های لوبیا

Table 4 - Genetic parameters based samples province in common bean

استان province	تعداداً لل(Na) Observed number of alleles	آلل موثر(Ne) Effective Number ofalleles	تنوع ژنی(H) nie' 1973gene diversity	شاخص شانون(I) shanon information index	درصد پلی مورفیسم The percentage of polymorphic loci
ناشناخته unknown	1.75	1.3512	0.2181	0.3357	75
آذربایجان غربی Western azarbayjan	0.3125	0.1756	0.1003	0.1519	31.25
همدان Hamedan	1.5938	1.3615	0.2193	0.3286	59.38
خراسان Khorasan	1.5938	0.3465	0.2142	0.323	59.38
لرستان Loresta	1.6875	1.3205	0.2091	0.3274	68.75
مرکزی Markazi	1.8438	1.3128	0.1999	0.3194	84.37
مازندران Mazandaran	1.25	1.1768	0.1036	0.1512	25
زنجان Zanjan	1.4688	1.3315	0.1942	0.2835	46.88

بیشترین تعداد آلل واقعی در استان مرکزی و کمترین تعداد آلل واقعی در استان مازندران مشاهده شد که با توجه به مقادیر تعداد آلل‌های موثر،این نتیجه انتظار بود. تنوع ژنتیکی بین ۰/۲۲-۰/۱ متغیر بود که بیشترین تنوع مربوط به استان همدان برابر۰/۲۲ و کمترین تنوع مربوط به استان مازندران برابر۰/۱ بود. اختلاف موجود نشان‌دهنده تفاوت بین جمعیت‌ها و همچنین متنوع بودن جمعیت‌ها بود. بنابراین پروتئین‌ها شاخص مناسبی برای بررسی تنوع بین جمعیتی از نظر استانی بودند. بیشترین شاخص شانون در جمعیت ناشناخته موجود بود و استان همدان نیز در رتبه دوم، بیشترین شاخص شانون را دارا بود وکمترین شاخص شانون متعلق به استان مازندران بود در نتیجه، نمونه‌های استان همدان بیشترین مشارکت آللی و نمونه‌های استان مازندران کمترین مشارکت آللی را در تفکیک نمونه‌ها داشتند. بالاترین درصد پلی مورفیسم مربوط به استان مرکزی برابر ۸۴/۳۸ %، و کمترین مقدار پلی مورفیسم مربوط به استان مازندران برابر ۲۵% بود. ساختار تنوع ژنتیکی در میان رقم‌های لوبیا از آمریکای مرکزی بررسی و نتایج تنوع بین جمعیتی بالایی را نشان داد (Ht=۰/۴-۰/۴۵). در این تحقیق اختلافی بین عدد آللی و آلل موثر دیده نشده بود. و جریان ژنی محدود بود(Nm=۰/۶) که بدلیل سطح

بالای هموزیگوسیتی جمعیت‌ها مخصوصا در سیستم تکثیر خودگشن در لوبیا است (Beebe et al.,2000) و در مطالعه بر روی جو (رقم Tibetan) به ازای هر آغازگر به طور متوسط ۹/۶ باند بر روی ژل آگارز ایجاد شد. نسبت باندهای چند شکل ۷۲ % بود (Yu et al., 2002).

تشابه،فاصله ژنتیکی و تجزیه خوشه‌ای به تفکیک منشا جغرافیایی

بیشترین تشابه ژنتیکی بین استان‌های همدان و مرکزی وجود داشت که کمترین فاصله ژنتیکی برابر ۰/۰۰۱۶ را با یکدیگر داشتند و کمترین تشابه بین استان مازندران و جمعیت ناشناخته بود که بیشترین فاصله ژنتیکی برابر۰/۳۳۹ را با یکدیگر داشتند و در رتبه دوم کمترین تشابه بین استان‌های لرستان و مازندران بود که فاصله ژنتیکی برابر ۰/۳۲۹ با هم داشتند (جدول۵). طبق نتایج فوق می‌توان پیشنهاد کرد که ارقام متعلق به مناطق جغرافیایی نزدیک‌تر تشابه بیشتری دارند که می‌تواند به دلیل تثبیت آلل‌های مشابه در ارقام مربوط به یک منطقه در نتیجه گزینش برای صفات خاص و یا تبادل ژرم پلاسم صورت گرفته باشد و سبب ایجاد تنوع ژنتیکی خاص در ارقام متعلق به ناحیه‌های مختلف شود. بنابراین با تشخیص ارقام منحصر به فرد در نواحی متفاوت نه تنها می‌توان از فرسایش ژنتیکی گیاهان موجود در مناطق مختلف جلوگیری کرد بلکه این ارقام می‌توانند به عنوان منابع ژنی مناسب برای صفات خاص در برنامه اصلاحی استفاده شوند.

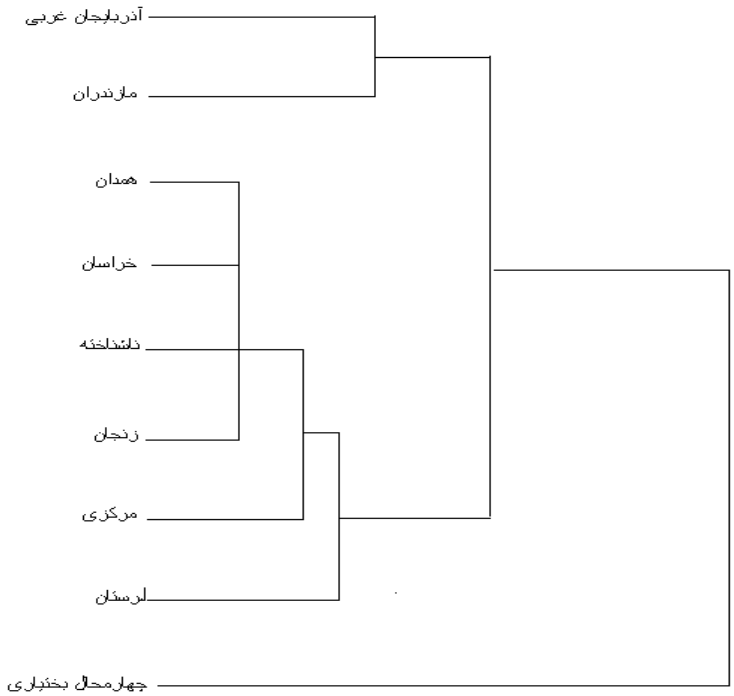
در مطالعه‌ای که بر روی سویا انجام گرفت ضریب تشابه ۰/۵۷ بدست آمد (Erschadi et al., 2000). و همچنین در مطالعه‌ای که بر روی پنبه انجام گرفت ضریب تشابه ۰/۵۴ بود (Abdullah et al., 2001).

جدول ۵- تشابه و فواصل ژنتیکی نمونه‌های لوبیا در استان‌های محل جمع‌آوری به روش نی ۱۹۷۲(اعداد بالای قطر تشابه و اعداد پایین قطر فاصله ژنتیکی می‌باشند)

Table 5- Genetic identity and genetic distance in samples of provinces based nie 1972 metod

استان PROVINCE	آذر غربی Western azarbayjan	چهار محال Charmahale bakhtiari	همدان Hamedan	خراسان Khorasan	لرستان Lorestan	مرکزی Markazi	مازندران Mazandaran	ناشناخته Unknown	زنجان Zanjan
آذر غربی Western azarbayjan	****	0.9159	0.8889	0.8209	0.8541	0.9015	0.8615	0.9139	0.9025
چهار محال بختیاری Charmahal bakhtiari	0.0878	-	0.9967	0.9663	0.9806	0.9975	0.8299	0.9238	0.9832
همدان Hamedan	0.1177	0.0033	-	0.9776	0.9911	0.9984	0.7986	0.9238	0.9833
خراسان Khorasan	0.1974	0.0342	0.0226	-	0.9815	0.9747	0.7391	0.8737	0.9454
لرستان Lorestan	0.1577	0.0196	0.0089	0.0187	-	0.9911	0.7194	0.9214	0.9829
مرکزی Markazi	0.1037	0.0025	0.0016	0.0256	0.0089	-	0.7911	0.9321	0.9897
مازندران Mazandaran	0.1491	0.1865	0.2249	0.3023	0.3293	0.2343	-	0.7125	0.7497
ناشناخته Unknown	0.0900	0.0793	0.0792	0.1350	0.0819	0.0703	0.3390	-	0.9489
زنجان Zanjan	0.1024	0.0169	0.0169	0.0562	0.0172	0.0104	0.2881	0.0525	-

با استفاده از تجزیه کلاستر استان‌ها به ۳ کلاستر تقسیم شدند. کلاستر اول شامل استان‌های آذربایجان غربی و مازندران، کلاستردوم شامل استان‌های همدان، خراسان، زنجان و جمعیت‌های ناشناخته شد و چهار محال بختیاری هم در کلاستر سوم واقع شد.



شکل ۴- دندروگرام تجزیه کلاستر استانهای محل جمع آوری نمونه به روش UPGMA

Fig 4. Dendrogram of samples provinces cluster analysis whit UPGMA method

نتیجه‌گیری

جمعیت‌ها از نظر تنوع و شاخص شانون در سطح مشابهی قرار داشتند (h=۰/۲۲ و I=۰/۲۳). تیپ‌های زراعی از نظر رنگ متمایز شدند ولی از نظر تنوع پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه مشابه بودند که احتمالا در طول تکامل دارای اجداد مشترک بوده‌اند و یا در اثر تغییرات اعمال شده از سوی بشر میزان تنوع کاهش یافته است. در بررسی صورت گرفته از نظر منشا اقلیمی، ارقام متعلق به مناطق جغرافیایی نزدیک تر تشابه بیشتری با یکدیگر نشان دادند که چنین نتیجه‌ای منطقی می‌باشد که به دلیل تثبیت آلل‌ها در ارقام مربوط به یک منطقه جغرافیایی است و باعث ایجاد تنوع ژنتیکی در ارقام متعلق به ناحیه‌های مختلف می‌شود. برای ارزیابی دقیق تر تنوع ژنتیکی بررسی جداگانه پروتئین لوبیا، بالاخص پروتئین اصلی لوبیا یعنی فازئولین و انواع مختلف آن به خصوص نوع S، C و T لازم است. همچنین تحقیقات دیگری با استفاده از الکتروفورز دو بعدی فازئولین ضروری است. و تلفیق این آزمایشات با بررسی آماری روی صفات فیزیولوژیکی و زراعی به ویژه اندازه و شکل بذر و مقایسه نتایج با وضعیت آب و هوایی و اقلیمی کشور می‌تواند دید گاه‌های جدیدی را در این زمینه ایجاد نماید.

سپاسگزاری

از موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر که امکانات لازم را در اختیار قرار دادند تشکر و قدردانی می‌نماید.

References

فهرست منابع

ابوذری گزاف رودی، ا.، م. ولی زاده، ر. هنر نژاد، و م. ح. فتوکیان. ۱۳۸۴. مقایسه گروه بندی ارقام برنج بااستفاده از داده‌های الکتروفورز SDS-PAGE پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه و داده‌های صفات کمی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۶ شماره ۵: ۱۲۶۲-۱۲۵۱.

ارزانی، ا. ۱۳۸۳. اصلاح گیاهان زراعی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه۸.

بنایی، ت.، م. داوودی‌کیا و ر. نوری.۱۳۷۴. زراعت حبوبات، وزارت کشاورزی. صفحه۲.

عبد میشانی، س. و ع. بوشهری،۱۳۷۷. اصلاح نباتات تکمیلی، جلد اول ودوم، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه۲.

مجنون حسینی، ن.، ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. صفحه۱.

میر جلالی، س. و ح. میرزایی ندوشن،۱۳۸۴. بررسی تنوع ژنتیکی و روابط خویشاوندی در گیاه lolium species با استفاده از پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر. مجله اصلاح نباتات و تحقیقات ژنتیک جنگل‌ها و مراتع. جلد ۱۳. ۲۷۰- ۲۵۷.

Abdollah, A. M., O. U. K. M. EL-ZILK and A.E. Pepper. 2001. Genetic diversity and relation ship of diploid and tetraploid cottons revealed using AFLP. Theor. Appl. Genet. 102: 222-229

Beebe S., P.W. Skroch., J.Tohme., M.C. Duque , F. Pedraza and J. Nienhuis.2000. Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. Crop Sci. 40: 264 – 273

Erschad I., G. Haberer., M. Schohiger and R. A. torros- Ruiz. 2000. Estimating genetic diversity of Arabidopsis thalina ecotyps with amplified fragment lenghth polymorphism (AFLP). Theor APPI Genetic. 100: 633-640

Hahn, H. and W. Schoberlein. 1999. Characterization and identification of Festulolium hybrids by electrophoresis of seed proteins. Seed Science and Technology, 27:525-542

Hou, Y., Z. Yan, Y. wei and Y. Zheng. 2005. Genetic diversity in barley from west china based on RAPD and ISSR analysis, Barley Genetics Newsletter. 35:9-22.

Igrejas, G., V. Carnide., P. Pereira., F. Mesquita., H. Guedes-Pinto. 2009. Genetic diversity and Phaseolin variation in Portuguese common bean Landraces, Plant Genetic Resources:Characterization and Utilization 7(3):230-236.

Kolliker, R., B. Bollerr., M. M. Majidi., M.K. I. Peter-Schmider., S. Bassin and F. Widmer. 2008. Charactrization and utilization of genetic resources for improvement and Management of grassland species. In: Yamada, T. and G.Spangenberg. Molecular breeding of forage and turf.PP 55-70. In: Proceedings of the 5 International Symposium on the Molecular Breeding of Forage and Turf.1-6 July.Sapparo, Japan.

Laemmli, U. K. 1970. cleavage of structure proteins during assembly of the head of bacteriophage.T4. Nature.22:680- 685.

Lioi, L. 1989. Geographical variation of phaseolin patterns in an old world collection of phaseolus vulgaris"seed

sci and Techmol. 17(2):317-324.

Panigrahi, J., D.R., Kumar, M., Mishra, R.P., Mishra and P., Jena. 2007. Genomic relationships among 11 species in the genus Cajanus as revealed by seed protein (albumin and globulin) polymorphisms.Plant Biotechnology, 1:109-116.

Rout, A. and N.K., Chrungoo. 2007. Genetic variation and species relationships in Hymalayan buckwheats as revealed by SDS-PAGE of endosperm proteins extracted from single seeds and RAPD based DNA fingerprints. Genetic Resources and crop Evalution, 54:767-777.

Sharma, A. 2008. Molecular Markers: New Prospects in plant Genome Analysis.pharmacognosy Reviews.2,Issue 3:23-34.

Yeh, F.C., R. Yang and T. Boyle. 1999. POPGENE Version 1.31. Microsoft Window- based Freeware for Population Genetic Analysis,Universiy of Alberta. Edmonton,AB, Canada.

Yu, Z., L.Li. Qiong., L. Human., B. Jie., Y. Man-Ye., M.Chan., Yingfan., Q. Xiaolin and C. Fang. 2002. RAPD markers in diversity detection and variety identification of Tibetan hulless barley. Plant Molecular Bioligy Reporter.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۲۹-۲۱

بررسی تاثیر کود دامی، زیستی و سطوح مختلف کود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو دیم

An investigation the effect of Animal manure، Biofertilizer and different levels of Phosphorus fertilizer on Yield and Grain yield components of dryland Barley

وحید زاهدی[۱]، افشین مظفری*[۲]، محمد مهدی پورسیاه بیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱۵

چکیده

تاثیر کود دامی، زیستی و شیمیایی فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو زراعی تحت شرایط دیم درمنطقه صالح آباد از توابع استان ایلام در پاییز سال ۱۳۹۲ مطالعه شد. آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود که در آن کود حیوانی در کرت‌های اصلی (مصرف و عدم مصرف)، کود شیمیایی فسفره در چهار سطح (عدم مصرف، مصرف بر اساس ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه) در کرت‌های فرعی و کود زیستی بارور-۲ در دو سطح: مصرف و عدم مصرف در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. در این بررسی صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مورد آزمایش و اندازه گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که همه صفات مورد بررسی تحت تاثیر عوامل آزمایش قرار گرفتند. با توجه به نتایج آزمایش، مصرف منفرد کود زیستی بارور-۲ و دامی عملکرد دانه بیشتری در مقایسه باتیمار عدم مصرف آنها داشت. همچنین نتایج آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد دانه جو با ۳۱۷۹/۴ مربوط به تیمار مصرف هم زمان کود زیستی، دامی و شیمیایی فسفره (۶۶ درصد مورد نیاز گیاه) و کمترین عملکرد مربوط به تیمار عدم مصرف کود زیستی، دامی و شیمیایی فسفره (تیمار شاهد) بوده است.

واژه‌های کلیدی: جو، کود زیستی، کود دامی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، گروه زراعت و اصلاح نباتات،ایلام، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ایلام، ایران
۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام
* مسئول مکاتبات: afshin.mozafari@ilam-iau.ac.ir

مقدمه

جو یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی می‌باشد که توسط انسان، اهلی شده و در نقاطی از خاور نزدیک که کاوش‌های باستان شناسی صورت گرفته همیشه با گندم جفت دانه (امر) و تک دانه (اینکورن) دیده شده است. جو گیاهی است که دامنه انتشار و سازش اقلیمی وسیعی دارد و در عین حال ارزش تجارتی آن به مراتب کمتر از گندم می‌باشد و به همین دلیل در نقاطی از مناطق خشک که میزان بارندگی بسیار اندک و غیر قابل پیش بینی و متغیر است و تکاپوی تولید محصول رضایت بخش گندم را نمی‌کند، زراعت می‌شود. جو که برای تولید دانه آن کشت می‌گردد، مصارف بسیار زیادی در تغذیه انسان و دام دارد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

کودهای شیمیایی تاثیر معنی داری روی تولید غذا در جهان داشته ویکی از اجزاء مهم در کشاورزی امروز هستند. پیش بینی‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد از افزایش تولید در کشاورزی به کاربرد کودهای شیمیایی مربوط می‌شود (Fixon and West، 2002). امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه ازکودهای شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی درایران کاهش یافته و ترکیب خاک به بافت سخت و نامطلوبی تبدیل شده است (Naghavi maremati et al.، 2007).

فسفر نیز از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهمترین عناصر در تولید محصول می‌باشد. فسفر در کلیه فرآیندهای بیوشیمیایی و انتقال محصولات فتوسنتزی دخالت دارد. فسفر اغلب به صورت فسفات‌های معدنی کم محلول و یا نامحلول و یابه صورت فسفر آلی در خاک وجود دارد که به سهولت برای گیاهان قابل استفاده نیستند. به عبارت دیگر کمبود غلظت فسفات‌های قابل جذب خاک‌های زراعی در کشور باعث شده است که از سال‌ها پیش کمبود فسفر مورد نیاز گیاهان، این عنصر را به صورت کودهای شیمیایی فسفر دار به خاک اضافه کنیم (Pant and Reddy, 2000). این عنصر در خاک به دو شکل معدنی و آلی یافت می‌شود که شکل معدنی آن به صورت انواع کانی‌های مختلف شامل ترکیبات کلسیم، آهن، آلومینیوم، فلوئور و شکل آلی آن به صورت ترکی‌بات فیتین، فسفولیپیدها و اسیدهای نوکلئیکی است (Nautiyal, 2000).

کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای بیولوژیک با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر مشکلات زیست محیطی کودهای شیمیایی به شمار می‌رود (Saleh Rastin, 2001).

علی رغم فراوانی مقدار فسفر کل در بسیاری از خاک‌های کشور اما فسفر قابل جذب برای گیاهان زراعی کافی نیست. بنابراین به غیر ازکودهای شیمیایی می‌توان ازکودهای بیولوژیکی که در واقع مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌ها هستند نیزاستفاده کرد. بررسی‌ها نشان داده است چندین نوع باکتری خاکزی از گروه باسیلوس‌ها و سودوموناس‌ها و نیزقارچ‌های پنسیلیوم وآسپرژیلوس توانایی خود را در تبدیل فسفات غیرمحلول به محلول به وسیلهٔ تولید اسیدهای آلی نشان داده‌اند (ساروخانی و همکاران، ۱۳۷۹). این گروه از باکتری‌ها قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز به کمک فرایندهای آنزیمی فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده وتحرک این عنصر را در خاک افزایش دهند (ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲).

همچنین مصرف بیش از حد فسفر نه تنها باعث افزایش محصول نمی‌گردد بلکه به تدریج در خاک نیز تثبیت می‌شود. علاوه بر آن مصرف بیش از حداین عنصر در شرایط کمبود آب و خشکسالی موجب تشدید تنش خشکی و اسمزی و کاهش محصول می‌گردد (آستارایی و کوچکی، ۱۳۷۵).

بدون تردید کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی نیز مفید بوده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. در حال حاضر نگرش‌های جدیدی که در ارتباط با کشاورزی تحت عنوان کشاورزی پایدار و ارگانیک مطرح می‌باشد به بهره برداری از چنین منابعی استوار است (حمیدی و همکاران،

۱۳۸۵). یکی از شیوه‌های بیولوژیکی برای افزایش تولید در بخش کشاورزی استفاده مؤثر از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی است که توانایی افزایش رشد و عملکرد گیاه را دارا می‌باشد (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴).

یکی از مهمترین میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات باکتری‌های جنس سودوموناس می‌باشد. این باکتری‌ها قادرند از ۱۵۰ ترکیب آلی به عنوان منبع کربن و انرژی استفاده نمایند (Todar, 2004). سودوموناس‌های فلورسنت به دو صورت مستقیم (تحریک رشد گیاه از طریق مکانیسم‌های تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی مانند تولید هورمون‌های گیاهی، حل کنندگی فسفات، تسریع فرآیند معدنی شدن) و یا غیرمستقیم (کنترل عوامل بیماری زا از طریق تولید ترکیبات مختلف مانند سیانید، سیدروفور، متابولیت‌های ضد قارچ و آنتی بیوتیک ها) به رشد بهتر گیاه کمک می‌کنند (ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۸). در هند برای استفاده بیشتر از منابع فسفاتی موجود، باکتری‌های حل کننده فسفات مورد توجه قرار گرفتند و نتایج گیاهان زراعی مختلف مانند گندم، برنج، سیب زمینی و غیره با انواعی از باکتری‌های حل کننده فسفات موجب افزایش معنی داری در میزان تولید آنها شد (Soba Rao, 1988).

این تحقیق به منظور تاثیر کود دامی، زیستی و شیمیایی فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو زراعی تحت شرایط دیم منطقه صالح آباد از توابع استان ایلام انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۹۲ در مزرعه‌ای در بخش صالح آباد شهرستان مهران اجرا گردید. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۵۸۴ متراز سطح دریا قرار دارد. متوسط نزولات منطقه در سال زراعی ۹۳-۹۲، ۳۹۵ میلی متر گزارش شد. آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار بود که در آن کود حیوانی در کرت‌های اصلی (عدم مصرف و مصرف ۲۰ تن در هکتار)، کود شیمیایی فسفره در چهار سطح (عدم مصرف، مصرف ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه) در کرت‌های فرعی و کود زیستی بارور-۲ در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح کود با بذر) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. سطح هر کرت ۱۰ متر مربع که بصورت ۱۰ خط کشت ۵ متری با فواصل ۲۰ سانتی‌متر بود. در این بررسی صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مورد آزمایش و اندازه گیری قرار گرفتند.

مقدار کود مصرفی بر اساس نتیجه آزمون خاک و توصیه کارشناس مربوطه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۵۰ کیلوگرم کود پتاسه تعیین گردید. کود فسفره نیز با توجه به نوع تیمارهای کود فسفره در زمان کاشت اضافه شد. کود نیتروژن نیز در زمان‌های پنجه‌دهی و ساقه‌دهی (سرک) اضافه شد. مبارزه با علف‌های هرز نیز در همه تیمارها به صورت شیمیایی پس از آنکه جو به مرحله‌ی چهار برگی رسید و همچنین به صورت مکانیکی (وجین دستی) به صورت همزمان انجام گرفت.

بذر مورد استفاده در این آزمایش رقم ماهور بود، که دوره رشدآن ۱۸۰ تا ۲۱۰ روز بوده واز گروه بهاره می‌باشد. عملکرد دانه در این رقم به طور متوسط ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ تن در هکتار، وزن هزار دانه ۳۵ تا ۳۸ گرم می‌باشد. عملیات زراعی شامل شخم، دیسک و لولر برای زمین مربوطه انجام شد. بذور جو پس از تلقیح با کود زیستی بارور-۲ بصورت خطی در زمین کشت شدند. برداشت نهایی به اینصورت انجام شد که از ۳ خط میانی تمام تیمارها پس ازحذف ۰/۵ متر اثر حاشیه‌ای از ابتدا و انتهای هر پلات بوته‌های واقع شده به صورت کفبر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس سنبله‌ها از ساقه جدا و به منظور جدا کردن دانه از کاه و کلش عمل کوبیدن سنبله‌ها صورت گرفت و پس از انجام عمل بوجاری، وزن خالص دانه‌ها با رطوبت ۱۴ % اندازه‌گیری شد.

تعداد سنبله در واحد سطح هر کرت آزمایشی به وسیله‌ی کادر یک متر مربع اندازه‌گیری و بیان شد. جهت اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، از خط وسط هر کرت آزمایش ۱۰ بوته انتخاب و پس از جدا کردن سنبله، این اجزاء محصول دانه به صورت دستی در آنها شمارش شد و جهت اندازه‌گیری وزن هزار دانه، دو وزن پانصد دانه اندازه گیری شد.

تجزیه واریانس کلیه صفات مورد بررسی به وسیله نرم افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

تعداد سنبله در متر مربع: یکی از مهمترین اجزای عملکرد دانه، تراکم سنبله در واحد سطح می‌باشد که افزایش آن موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌گردد. با توجه به جدول نتایج تجزیه واریانس، این صفت تحت اثرهای اصلی کود دامی، کود زیستی و کود شیمیایی فسفره قرار گرفت و همچنین کلیه اثرهای متقابل دوگانه و سه گانه عوامل آزمایش بر روی تعداد سنبله در متر مربع در سطح آماری ۹۹ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها بر اساس روش دانکن، نشان داد که بیشترین تعداد سنبله در متر مربع مربوط به تیمار تلقیح یافته و مصرف کود دامی و مصرف ۱۰۰درصد کود فسفره با متوسط ۴۷۹/۱ بود و کمترین تعداد سنبله در متر مربع را تیمار عدم تلقیح باکتریایی و عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف کود فسفره با متوسط ۳۰۱/۴ را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

تأثیر کودهای زیستی و دامی بر میزان تعداد سنبله در متر مربع و میزان گلدهی در این آزمایش مثبت ارزیابی شد. به عبارتی مصرف مقادیر مناسب کود شیمیایی از طریق بهبود فعالیت کودهای زیستی و نیز فراهم جذب بیشتر مواد غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش تعداد سنبله در متر مربع و میزان گلدهی می‌انجامد. این اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و همچنین انجام فرآیند فراهم سازی فسفر نسبت داد.

تعداد دانه در سنبله: این صفت تحت کنترل خصوصیات ژنتیکی و فراهم بودن مواد غذایی در مراحل تشکیل و پر شدن دانه می‌باشد. اثر متقابل کاربرد تیمارهای مختلف کود بیولوژیک و کود دامی و سطوح مختلف کود فسفره بر تعداد دانه در سنبله معنی دار تشخیص داده شد (جدول ۱)، بنابراین نتایج این بررسی نشان داد که تیمارهای کود دامی و کود فسفره و کود بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی دار گردید و همچنین کلیه اثرات متقابل دوگانه و چندگانه عوامل آزمایش در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی دار گردید (جدول ۱).

با توجه به معنی دار شدن اثرات سه گانه بر تعداد دانه در سنبله نتایج نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار تلقیح یافته و مصرف کود دامی و مصرف ۱۰۰درصد کود فسفره با متوسط ۴۳/۵۰ دانه در سنبله بود و کمترین تعداد دانه در سنبله را تیمار عدم تلقیح و عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف کود فسفره با متوسط ۲۳/۱۶ دانه در سنبله را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

وزن هزار دانه: نتایج این بررسی نشان داد که تیمارهای کود دامی و کود فسفره و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی دار گردید و همچنین اثرات متقابل کود دامی×کود فسفره و کود فسفره×کود بیولوژیک و اثر متقابل کود دامی×کود بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در سنبله معنی دار گردید. و اثرات سه گانه کود دامی×کود بیولوژیک× کود فسفره نیز بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی دار

شد (جدول ۱).

با توجه به معنی دار شدن اثرات سه گانه بر وزن هزار دانه نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار تلقیح یافته و مصرف کود دامی و مصرف ۱۰۰درصد کود فسفره با متوسط ۳۶/۰۱ گرم بود و کمترین وزن هزار دانه را تیمار عدم تلقیح و عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف کود فسفر با متوسط ۲۶/۶۰ گرم را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی باعث توسعه ریشه شده و شرایط را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کنند که این به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌گردد. زمانیکه گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌گردد مواد حاصل از فتوسنتز را به اندام‌های زایشی (دانه ها) منتقل می‌کند. کودهای زیستی از طریق تسریع و تقویت این عمل سبب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد.

عملکرد دانه: نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای کود دامی و کود فسفره و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی دار گردید(جدول ۱). همچنین اثرات متقابل کود دامی×کود فسفره و کود فسفره×کود زیستی و اثر متقابل کود دامی×کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی دار گردید (جدول ۱). و اثرات سه گانه کود دامی×کود زیستی×کود فسفره نیز بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱).

یافته‌های این تحقیق بیانگر آن بود که در بین تیمارهای اثر متقابل کود دامی و کود فسفره بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف کود دامی و ۶۶ درصد فسفر با متوسط ۳۰۳۴/۳ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد دانه را تیمارعدم مصرف کود دامی و عدم مصرف کود فسفره (شاهد) با متوسط ۲۰۰۲ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (جدول ۳).

همچنین با توجه به معنی دار شدن اثر متقابل کود فسفره و کود زیستی بر عملکرد دانه، بیشترین عملکرد دانه را تیمار تلقیح یافته و مصرف ۶۶ درصد کود فسفره با متوسط ۲۹۹۴/۸ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد و کمترین عملکرد دانه را تیمار شاهد (عدم مصرف کود فسفره) و عدم تلقیح با متوسط ۲۲۱۷/۶ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (جدول۴). در رابطه با اثر متقابل کود دامی و کود زیستی بیشترین عملکرد دانه را تیمار تلقیح یافته و مصرف کود دامی با متوسط ۲۸۶۵/۳ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم تلقیح و عدم مصرف کود فسفره با متوسط ۲۲۴۹/۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

با توجه به معنی دار شدن اثرات سه گانه بر عملکرد دانه نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تلقیح یافته و مصرف کود دامی و مصرف ۶۶ درصد کود فسفره با متوسط ۳۱۷۹/۴ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین عملکرد دانه را تیمار عدم تلقیح و عدم مصرف کود دامی و عدم مصرف کود فسفره با متوسط ۱۹۲۳/۳ کیلوگرم در هکتار را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

افزایش ۴۰ درصدی در عملکرد دانه گندم و جو تلقیح شده با ازتوباکتر قبلا گزارش شده است.(Jagnow et al., 1991) به طور کلی کود زیستی در کنار کود نیتروژنه می‌تواند با اثرگذاری مثبت خود بر جذب عناصر میکرو (Kandil et al., 2004) و ماکرو، بهبود توزیع آب در گیاه، افزایش فعالیت نیترات ردکتاز و تولید هورمون‌های گیاهی مؤثر در رشد گیاه باعث افزایش عملکرد دانه در گندم شود (Dobereiner et al., 1972).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتیج بدست آمده در این پژوهش مصرف کودهای آلی بویژه کود دامی همراه با کودهای زیستی بویژه در خاک‌های دیم کشور که غالبا از نظر درصد مواد آلی خاک در فقر بسر می‌برند همراه با مصرف حداقل کودهای شیمیایی نظیر کودهای فسفره علاوه بر اینکه باعث بهبود و ارتقاء عملکرد گیاه زراعی جو می‌شود بلکه باعث پایداری اکولوژیکی و سلامت غذا و

محیط زیست خواهد شد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه جو با ۳۱۷۹/۴ مربوط به تیمار مصرف هم زمان کود زیستی، دامی و شیمیایی فسفره (۶۶ درصد مورد نیاز گیاه) و کمترین عملکرد دانه با ۱۹۲۳/۳ مربوط به تیمار عدم مصرف کود زیستی، دامی و شیمیایی فسفره (تیمار شاهد) بوده است.

تشکر قدردانی

از زحمات معاونت و مدیریت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام به خاطر حمایت‌های مادی و معنوی تشکر و قدردانی می‌شود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش

Table 1- Analysis of Variance of Expirmental Traits.

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of Squares			
		عملکرد دانه (Grain Yield)	تعداد سنبله در متر مربع (Spike no. per m^2)	تعداد دانه در سنبله (Seed no. per spike)	وزن هزار دانه (1000-Seed wieght)
بلوک	۲	۵۲۶۲۲۴/۴ **	۵۷۲۹/۴ **	۶۶/۰۸۷ **	۷۰/۵۱ **
کود دامی	۱	۱۸۲۳۱۰۰/۶ **	۲۲۸۶/۹ **	۷۶۴/۲۰۸ **	۹۹/۴ **
خطای a	۲	۲۹۲۰/۲	۱/۰۱۶	۰/۷۳۳۱	۰/۱۵۷
کود فسفره	۳	۶۵۴۴۹۹/۵ **	۲۶۰۷۴/۱ **	۲۳۳/۲۹ **	۵۵/۹۷ **
کود دامی * کود فسفره	۳	۱۳۴۷۶۱/۱ **	۷۴۹/۴ **	۲۴/۳۵۸ **	۰/۷۵۶ **
خطای b	۱۲	۶۵۰/۸	۱۲/۱۴	۰/۱۳۴۶	۰/۰۴۳
کود زیستی	۱	۶۱۵۶۶۱/۸ **	۹۱۱۱/۳ **	۲۳۷/۵۳ **	۵۱/۳۱ **
کود دامی * کود زیستی	۱	۶۲۰۱۹/۸ **	۱۹/۲۰۲ **	۱۱/۷۳ **	۸/۴۸۸ **
کود فسفره * کود زیستی	۳	۴۳۲۴۱/۸ **	۷۴۹/۰۷ **	۶/۳۲۴ **	۰/۱۸۱۴ **
کود دامی * کود فسفره * کود زیستی	۳	۳۰۴۳۳/۲ **	۱۲۹/۴۵ **	۵/۸۶۵ **	۰/۱۳۳۶ **
خطای c	۱۶	۱۸۵/۶	۱/۳۷۹	۰/۰۴۴	۰/۰۱۲۵
ظریب تغییرات (C.V) (%)	-	۱۰/۵۲	۱۰/۳۱	۱۱/۶۵	۱۲/۳۶

Ns, * ,** : به ترت=ب عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪. ns, * and **: Non significant, Significant at the 5% and 1% Levels of Probability Respectively.

جدول۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها بر صفات آزمایش.

Table 2- Mean Comparison of Main Effect of Treatments on Experimental Traits.

تیمارهای آزمایشی (Exp. Treatments)	عملکرد دانه (Grain Yield) ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد سنبله در متر مربع (Spike no. per m^2)	تعداد دانه در سنبله (Seed no. per spike)	وزن هزار دانه (1000-Seed weight) (g)
کود دامی (Animal Manure)				
عدم مصرف (Non-use)	۲۳۹۸/۳ b*	۳۶۹/۵ b	۲۸/۵۶ b	۲۹/۳۰۹ b
مصرف (Use)	۲۷۸۸ a	۳۸۳/۳ a	۳۶/۵۴ a	۳۲/۱۸۷ a
کود فسفره (Phosphorus Fertilizer)				
۰ (P_0)	۲۲۹۸/۳ d	۳۲۱/۳ d	۲۷/۰۴ d	۲۸/۲۲ d
۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})	۲۵۲۶/۱ c	۳۶۱/۵ c	۳۱/۳۶ c	۲۹/۹۳ c
۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66})	۲۷۱۶/۲ b	۳۹۱/۳ b	۳۳/۹۶ b	۳۱/۵۸ b
۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})	۲۸۳۲ a	۴۳۱/۵ a	۳۷/۵۷ b	۳۳/۲۴ a
کود زیستی (Biological Fertilizer)				
عدم مصرف (Non-use)	۲۴۷۹/۹ b	۳۶۲/۶ b	۳۰/۳۳ b	۲۹/۷۱ b
مصرف (Use)	۲۷۰۶/۴ a	۳۹۰/۲ a	۳۴/۷۸ a	۳۱/۷۸ a

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Difference Means followed by Similar Latters in Each Column are not Significant at the 5% Level of Probability, According to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه تیمارها بر صفات آزمایش.

Table 3- Mean Comparison of Double Interaction Effects of Treatments on Expiremental Traits.

تیمارهای آزمایشی (Exp. Treatments)		عملکرد دانه (Grain Yield) ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد سنبله در متر مربع (Spike no. per m^2)	تعداد دانه در سنبله (Seed no. per spike)	وزن هزار دانه (1000-Seed wieght) (g)
کود دامی (Animal Manure)	کود فسفره (Phosphorus Fertilizer)				
عدم مصرف	۰ (P_0)	۲۰۰۲c	۳۱۲/۶c	۲۳/۷c	۲۶/۹b
	۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})	۲۲۹۲/۳c	۳۶۳/۴bc	۲۵/۹c	۲۸/۴ab
	۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66})	۲۶۲۹/۷ab	۳۸۷/۴ab	۲۹/۳bc	۲۹/۸ab
	۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})	۲۶۶۹/۱ ab	۴۱۴/۷a	۳۵/۱ab	۳۲ab
مصرف	۰ (P_0)	۲۵۹۴/۶ bc	۳۳۰/۰c	۳۰/۳bc	۲۹/۵ab
	۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})	۲۷۶۰ ab	۳۵۹/۷bc	۳۷/۲ab	۳۱/۴ab
	۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66})	۳۰۳۴/۳a	۳۹۵/۳ab	۳۸/۵a	۳۳/۳a
	۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})	۲۷۶۳/۳ ab	۴۴۸/۳a	۳۹/۹a	۳۴/۴a
کود زیستی (Biological Fertilizer)	کود فسفره (Phosphorus Fertilizer)				
عدم مصرف	۰ (P_0)	۲۲۱۷/۶c	۳۰۹/۹d	۲۵/۴۲c	۲۷/۳۴b
مصرف	۰ (P_0)	۲۳۷۸/۹bc	۳۳۲/۶d	۲۸/۶۷bc	۲۹/۱b
عدم مصرف	۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})	۲۴۸۱/۱bc	۳۵۳/۷cd	۲۹/۹۴bc	۲۸/۸۸b
مصرف	۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})	۲۵۷۱/۱abc	۳۶۹/۳bc	۳۳/۳۳ab	۳۰/۹۷ab
عدم مصرف	۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66})	۲۶۶۹/۲ab	۳۸۰/۸bc	۳۰/۷۹bc	۳۰/۵۵ab
مصرف	۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66})	۲۹۹۴/۸a	۴۰۱/۹ab	۳۷/۱۴a	۳۲/۶۲ab
عدم مصرف	۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})	۲۵۵۱/۶abc	۴۰۶/۱ab	۳۵/۱۶ab	۳۲/۰۶ab
مصرف	۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})	۲۸۸۰/۷a	۴۵۶/۹a	۳۹/۹۷a	۳۴/۴۲a
کود دامی (Animal Manure)	کود زیستی (Biological Fertilizer)				
عدم مصرف	عدم تلقیح	۲۲۴۹/۱b	۳۵۶/۴b	۲۶/۸۳b	۲۸/۶۹b
	تلقیح	۲۵۴۷/۵ab	۳۸۲/۶ab	۳۰/۲۹ab	۲۹/۹۲ab
مصرف	عدم تلقیح	۲۷۱۰/۷ab	۳۶۸/۹b	۳۳/۸۲ab	۳۰/۷۳ab
	تلقیح	۲۸۶۵/۳a	۳۹۷/۷a	۳۹/۲۶a	۳۳/۶۴a

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Difference Means followed by Similar Latters in Each Column are not Significant at the 5% Level of Probability, According to Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه تیمارها (کود دامی، کود فسفره و کود زیستی) بر صفات آزمایش.

Table 4- Mean Comparison of Triple Interaction Effects of Treatments on Expiremental Traits.

تیمارهای آزمایشی (Exp. Treatments)	عملکرد دانه (Grain Yield) ($kg\ ha^{-1}$)	تعداد سنبله در متر مربع (Spike no. per m^2)	تعداد دانه در سنبله (Seed no. per spike)	وزن هزار دانه (1000-Seed weight) (g)
کود دامی * کود فسفره * کود زیستی				
d1n1b1*	۱۹۲۳/۳d	۳۰۱/۴d	۲۳/۱۶d	۲۶/۶۰c
d1n1b2	۲۰۸۰/۷d	۳۲۳/۸c	۲۴/۲۹d	۲۷/۲۲bc
d1n2b1	۲۲۲۹/۴cd	۳۵۴/۶bcd	۲۴/۲۹d	۲۷/۸۰bc
d1n2b2	۲۳۵۵/۱cd	۳۷۲/۲bc	۲۷/۶۸d	۲۹/۱۰ab
d1n3b1	۲۴۴۹/۲cd	۳۷۴/۸bc	۲۵/۹۸d	۲۹/۱۰ab
d1n3b2	۲۸۱۰/۲ab	۳۹۹/۹ab	۳۲/۷۶bc	۳۰/۵۲ab
d1n4b1	۲۳۹۴/۳cd	۳۹۴/۶ab	۳۳/۸۹bc	۳۱/۲۶ab
d1n4b2	۲۹۴۳/۸ab	۴۳۴/۷a	۳۶/۴۴bc	۳۲/۸۳ab
d2n1b1	۲۵۱۲bc	۳۱۸/۵d	۲۷/۶۸d	۲۸/۰۸abc
d2n1b2	۲۶۷۷/۱abc	۳۴۱/۴cd	۳۳/۰۵cd	۳۰/۹۸ab
d2n2b1	۲۷۳۲/۸ab	۳۵۲/۸bcd	۳۵/۵۹bc	۲۹/۹۶ab
d2n2b2	۲۷۸۷/۱ab	۳۶۶/۵bcd	۳۸/۹۸ab	۳۲/۸۳ab
d2n3b1	۲۸۸۹/۲ab	۳۸۶/۷bc	۳۵/۵۹bc	۳۲ab
d2n3b2	۳۱۷۹/۴a	۴۰۳/۹ab	۴۱/۵۲a	۳۴/۷۲ab
d2n4b1	۲۷۰۸/۹ab	۴۱۷/۵ab	۳۶/۴۴bc	۳۲/۸۷ab
d2n4b2	۲۸۱۷/۶ab	۴۷۹/۱a	۴۳/۵۰a	۳۶/۰۱a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Difference Means followed by Similar Latters in Each Column are not Significant at the 5% Level of Probability, According to Duncan's Multiple Range Test.

*d1= عدم مصرف کود دامی d2= مصرف کود دامی b1= عدم مصرف کود زیستی b2= مصرف کود زیستی n1 = عدم مصرف کود فسفره (P0) n2 = ۳۳ درصد نیاز گیاه (P_{33})
n3= ۶۶ درصد نیاز گیاه (P_{66}) n4=۱۰۰ درصد نیاز گیاه (P_{100})

References

فهرست منابع

آستارایی،ع.ر .و ع . کوچکی.۱۳۷۵ . کاربرد کودهای بیولوژیک در کشاورزی پایدار (ترجمه)انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۸صفحه.

ساروخانی ا.،ب.اولیاء، پ. یخچالی،ب. و م.ع.ملبوبی .۱۳۷۹ .جداسازی باکتری‌های حل کننده فسفات از خاک‌های ایران ششمین کنگره زراعت واصلاح نباتات، بابلسر.

حمیدی، ا. قلاوند، ا. دهقان شعار، م. ملکوتی، م.ج. اصغر زاده، ا. و چوگان، ر.۱۳۸۵.اثرات کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد ذرت علوفه ای.مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۰. ص: ۲۲-.۱۶

خاوازی، ک. اسدی رحمانی، ه و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). انتشارات سنا. ص: .۴۲۰

ذبیحی، ح. ر. ثواقبی، غ. ر. خاوازی، ک و گنجعلی، ع. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کاربرد سویه‌هایی از سودوموناس‌های فلورسنت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف شوری خاک. مجله‌ی آب و خاک. جلد ۲۳. شماره ۱. ص: ۲۰۸-۱۹۹.

ملکوتی،م .ج و ا . سپهر .۱۳۸۲ .تغذیه بهینه دانه‌های روغنی(مجموعه مقالات). انتشارات خانیران ۴۵۲ ص.

نورمحمدی، ق. سیادت، ع و کاشانی، ع. ۱۳۸۶.زراعت غلات.انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.ص:۱۸۵-۴۵.

Dobereiner، J.، J.M. Day. and P.J. Dart. 1972. Nitrogenase activity and Oxygen sensivity of the paspalum notatum- Azotobacter paspali association. Journal of General Microbiology. 71: 103-116.

Fixon، P. E. and West، F. B. 2002. Nitrogen fertilizers: meeting contemporary challenges. AMBIO: 31، 169–176.

Jagnow، G.، G. Hoeflich، and K.H. Hoffman. 1991. Inoculation of non-symobiotic rhizosphere bacteria: Possibilities of increasing and stabilizing yields. Angew Botanik. 65: 97-126.

Kandil، A.A.، M.A. Badawi.، S.A. EL-Moursy. and M.A. Abdou. 2004. Effect of planting dates، nitrogen levels and bio- fertilization treatments on 1: growth attributes of sugar Beet (Beta Vulgaris، L.). **Basic and** Applied Sciences. 5: 227-237.

Naghavi maremati، A.، Bahmanyar، M.A.، Pirdashti، H.، and Salak Gilani، S. 2007. Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of different rices cultivars. 10th Iranian Conference of Soil Science، Tehran. pp: 766-767.

Nautiyal N.J.2000. stress Induced phosphate solubilization in bacteria islated from Alkaline soil FEMS.Microb. lett 182:292-296.

Pant، H.K. and K.R. Reddy، 2003. Potential internal loading of phosphorus in a wetlands constructed in agricultural land water research، 37: 965-972.

Saleh Rastin، N. 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A compilation of paper of necessity for the production of biofertilizarsin Iran. 12pp.

Soba Rao، N.S. 1988. Biofertilizersing in agriculture.and edition. New Delhi: oxford and IBH publishing.India.

30pp.

Todar، K. 2004. Todars online textbook of bacteriology. University of Wisconsin-Madision. Departement of Bacteriology،Wisconsin، USA. 144:167-170.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۴۱-۳۱

بررسی اثرات تراکم بوته و مدیریت نیتروژن بر عملکرد و کارایی مصرف و درصد بازیافت لاین امید بخش گندم دوروم در کرج

The effects of plant density and nitrogen management on yield، NUE and NARF of durum wheat in Karaj

محمد لطف الهی[۱]، محمد رضا مهرور[۲]، داوود حبیبی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۵

چکیده

به منظور تعیین تراکم بوته مناسب گندم دوروم لاین امید بخش شماره ۶-۸۱-ID این طرح بصورت استریپ پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار طی سال‌های زراعی ۸۴-۸۳ و ۸۵-۸۴ اجرا گردید. بطوریکه تراکم بوته شامل سطوح ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ دانه در متر مربع به کرتهای اصلی و۱۰ تیمار کودی شامل میزان و زمان مصرف کود نیتروژن(پایه و سرک)، دو میزان ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص(به ترتیب ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) شامل تقسیط‌های کودی مصرف یک سوم کود نیتروژن در مراحل هنگام کاشت، اواخر پنجه زنی و اواسط ساقه رفتن؛ هنگام کاشت، اواخر پنجه زنی و شروع گلدهی؛ هنگام کاشت، اواسط ساقه رفتن و شروع گلدهی؛ اواخر پنجه زنی، اواسط ساقه رفتن و شروع گلدهی و بدون مصرف کود نیتروژن به کرتهای فرعی منتسب گردیدند. پس از تجزیه واریانس ساده و مرکب داده‌ها مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام پذیرفته و تیمار تراکم بوته و مدیریت مناسب کودی نیتروژن در جهت ارتقاء کمی و کیفی مشخص گردیدند.بطور خلاصه در کرج در لاین مورد بررسی افزایش تراکم بذر موجب افزایش معنی دار عملکرد دانه نشده و تراکم بذر ۴۰۰ دانه در متر مربع توصیه شده، لیکن با توجه به اثر آن بر افزایش درصد بازیافت و کارایی مصرف نیتروژن می‌توان آن را تا ۵۰۰ دانه در متر مربع افزایش داد. ولی عامل نیتروژن بر عملکرد دانه اثر معنی دار داشته و بطور کلی بایستی میزان ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص را با مدیریت مصرف یک سوم آن بصورت پایه و یک سوم بصورت سرک در اواخر پنجه زنی و یک سوم بقیه را یا در اواسط ساقه رفتن و یا در شروع گلدهی مصرف نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم دوروم، تراکم بوته، مدیریت نیتروژن

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاکشناسی، البرز، ایران
۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر،البرز،ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت واصلاح نباتات، البرز، ایران

مقدمه

با توجه به حدود ۳۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت گندم دوروم آبی در کشور و توسعه صنایع تبدیلی گندم دوروم از جمله ماکارونی و سمولینا طی سال‌های اخیر لزوم بررسی‌های مربوط به تعیین نیازهای زراعی لاین‌های امید بخش در دست نامگذاری گندم دوروم به اثبات رسیده، با بهینه سازی مصرف نهاده‌های مهم بذر و کود نیتروژن ضمن صرفه جویی در هزینه‌های تولید با بهینه سازی محیط تولید شرایط ارتقاء عملکرد و کیفیت محصول استحصالی و نیز کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه و نامناسب کود نیتروژن فراهم گردیده و در عین حال ضمن صرفه جویی در نهاده کود نیتروژن به دلیل اعمال مدیریت صحیح نیتروژن با توجه به تراکم بوته مناسب رقم مورد کشت، افزایش درآمد زارع از واحد سطح زیر کشت گندم دوروم محقق می‌گردد. یکی از مشکلات زارعین تعیین مقدار و زمان مناسب مصرف کود نیتروژن در راستای ارتقاء کمی و کیفی عملکرد گندم دوروم می‌باشد. در حالیکه جدا از نوع یا منبع کود نیتروژن تقریباً بخش عمده کود نیتروژن پس از مصرف به شکل نیترات تبدیل می‌شود که خطر شستشوی آن و خارج شدن از محیط ریشه و آلودگی آبهای زیرزمینی و نیز عدم استفاده گیاه را در پی دارد. بنابراین موضوع همزمان سازی مصرف کود نیتروژن با نیاز گیاه در طول دوره رشد بویژه در مراحل رشدی پس از به ساقه رفتن که سرعت جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه با شیب تندی رو به افزایش می‌باشد، نیازمند بررسی باشد.

نتایج تحقیق جعفری حقیقی(۱۳۷۸) بر روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و فنولوژیکی پنج ژنوتیپ گندم دوروم شامل ژنوتیپ‌های شوآمالد(کرخه)، آکونچی، گدیز و چن آلتار و چهار تراکم بوته ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰بوته در مترمربع حاکی از آن بود که با افزایش تراکم بوته گندم در متر مربع تعداد دانه در سنبله کاهش پیدا می‌کند. همچنین تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ با افزایش تراکم بوته، افزایش یافته ولی پنجه‌زنی کاهش یافت و علیرغم این کاهش به علت خاصیت پنجه‌زنی ضعیف گندم دوروم در تراکم‌های بالاتر، تعداد سنبله در مترمربع افزایش نشان داد. همچنین با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه کاهش یافت. در این تحقیق بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۵۰۰بوته در مترمربع حاصل شده، ژنوتیپ‌ها از حیث تعداد روز از کاشت تا رسیدگی، سطح برگ پرچم، ارتفاع بوته، وزن تک دانه، تعداد دانه در سنبله و سنبلچه، عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیکی تفاوت معنی‌دار نشان دادند و بهترین ژنوتیپ، از لحاظ عملکرد دانه چن آلتار بود. بین ژنوتیپ‌ها و نیز تراکم‌ها، از حیث خواص کیفی دانه، اختلاف وجود داشت. بهترین خواص کیفی دانه، مربوط به ژنوتیپ شوآمالد(کرخه) بود و نیز تراکم‌های پائین‌تر، کیفیت دانه بهتری داشتند. تعداد دانه در سنبله و همچنین تعداد خوشه در مترمربع در بین اجزای عملکرد، بالاترین همبستگی را با آن داشتند.

در بررسی اثرات کود نیتروژن بر میزان خاکستر و رنگ دانه گندم دوروم و عملکرد سمولینای تهیه شده در مراحل بعدی نتایج نشان داد که مصرف کود نیتروژن اثرات مثبتی را بر میزان خاکستر و رنگ دانه و عملکرد سمولینای دو رقم گندم دوروم در بر داشته ولی نتایج تحت اثر معنی دار سال و منطقه قرار داشت(Carrubba et Al.,1996).

نتایج بررسی تولید بیوماس و عملکرد دانه دو رقم گندم نان و دو رقم گندم دوروم در شرایط اقلیم سواحل مدیترانه نشان داد که ارقام گندم دوروم تحت تأثیر مقادیر کود نیتروژن شامل ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و میزان‌های بذر ۴۵۰، ۶۵۰ و ۸۵۰ دانه در متر مربع از نظر پارامترهای مختلف واکنش‌های متفاوتی را در مقایسه با ارقام

گندم نان نشان داده، بطوریکه اثر ژنوتیپ بر عملکرد دانه، وزن دانه و شاخص برداشت معنی دار بوده و در ارقام گندم دوروم بیشتر از گندم نان بود. همچنین میزان بذر تأثیر معنی داری را بر شاخص برداشت، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه(در یکسال از اجرای آزمایش) داشت. ولی طی سه سال اجرای آزمایش بیشترین وزن دانه مربوط به کمترین میزان مصرف بذر بوده، در حالیکه کود نیتروژن بطور معنی داری وزن دانه را تحت تأثیر قرار داده و کمترین وزن دانه مربوط به بیشترین میزان مصرف کود نیتروژن بوده که در مورد تعداد سنبله در متر مربع عکس این موضوع مشاهده گردیده بطوری که بیشترین تعداد سنبله مربوط به بیشترین میزان مصرف کود نیتروژن بود (Terman et al.,1996).

نتایج بررسی واکنش گندم دوروم به مقادیر بذر و کود نیتروژن و فسفره نشان داد که با مصرف میزان بذر در سطوح ۳۰، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کودهای نیتروژن و فسفره در نسبت‌های ۰/۰، ۱۰/۹ و ۵۰/۲۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر خالص، میزان نیتروژن دانه با افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش یافته ولی با افزایش میزان بذر کاهش یافت. همچنین میزان فسفر دانه با مصرف کود فسفره کاهش یافته و تحت تأثیر معنی دار میزان بذر قرار نداشت(Terman et al.,1996).در بررسی و مقایسه دو رقم گندم نان و دو رقم گندم دوروم از نظر عملکرد دانه، عملکرد نیتروژن دانه و کارآیی استفاده نیتروژن از طریق ارزیابی اثرات میزان و زمان مصرف کود نیتروژن نتایج نشان داد که تمامی صفات مورد بررسی تحت تأثیر نیتروژن و رقم قرار داشته، در حالیکه تقسیط کود نیتروژن برخی صفات را تحت تأثیر قرار داد. همچنین تعداد دانه در سنبله مبین ۶۰ تا ۸۳ درصد از تغییرات کل نیتروژن دانه در سنبله بود. کارآیی استفاده نیتروژن در طول دوره پر شدن دانه در مقایسه با تجمع بیوماس رویشی بیشتر بود. همچنین ارتباط شاخص برداشت نیتروژن با تغییرات کارآیی استفاده نیتروژن در عملکرد دانه در گیاهان با مصرف بیشتر کود نیتروژن بالاتر بود(Papakosta,1996).

ویرسما و همکاران (Wiersma et al.,2002) بر این باورند که در زراعت متراکم گندم مصرف کود نیتروژن بایستی در دو مرحله انجام پذیرفته بخشی از آن بصورت پایه و بخش دیگر در مرحله ۶-۵ برگی اعمال شود. در حالیکه برخی دیگر معتقدند که گیاه بایستی در ابتدای رشد در تنگنای نیتروژن(گرسنگی نیتروژن) قرار گرفته تا تولید پنجه‌ها محدود شده و پس از آن در مرحله بعد نیتروژن به میزان کافی در اختیار گیاه(دارای ساقه اصلی و اولین پنجه) قرار گیرد. البته افزایش تراکم بوته نیز خود عامل دیگری در محدود سازی پنجه‌های تولید شده (بدلیل رقابت بین بوته‌ها) می‌باشد. ایده مصرف کود سرک نیتروژن و تقسیط آن در اوایل دهه نود میلادی در اروپا مطرح شده و بررسی‌های انجام پذیرفته توسط لمب و ریم نشان داد که مصرف کود نیتروژن به صورت سرک در گندم بهاره صرفاً زمانی عملکرد دانه و پروتئین دانه را افزایش داد که نیتروژن قابل استفاده پیش کاشت کافی در خاک وجود نداشت. و لذا نتیجه گرفته شد که با مصرف کود سرک نیتروژن تنها زمانی می‌توان انتظار کسب عملکرد کمی و کیفی بالا را داشت که نیتروژن قابل استفاده هنگام کاشت گندم (نیتروژن پایه قابل جذب و استفاده) به اندازه کافی در خاک وجود داشته باشد (Wiersma et al.،2002).

توضیح اینکه لاین‌های امید بخش مورد بررسی در این طرح پس از گذراندن مراحل تحقیق در آزمایش‌های مقدماتی (PDYT)، پیشرفته (ADYT) و الیت یکنواخت سراسری (EDYT)، طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ در کرج و هشت ایستگاه تحقیقات کشاورزی اقلیم‌های معتدل و گرم کشور مورد بررسی بوده و در نهایت از بین ژنوتیپ‌های موردنظر از نظر عملکرد دانه و سازگاری، برترین لاین‌ها بود ه‌اند که برای این تحقیق در نظر گرفته شده و بر اساس نتایج آزمایشات فوق به ترتیب عملکرد کمی بیشتری را در مقایسه با ارقام معرفی شده آریا (استورک) در اقلیم معتدل و کرخه(شوآمالد) در اقلیم گرم داشته اند.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین نیاز زراعی و بهینه سازی سیستم تولید گندم دوروم طرح تحقیقاتی حاضر به منظورتعیین تراکم بوته مناسب و نقش مدیریت نیتروژن در گندم دوروم لاین امید بخش شماره D-81-6 انجام شد. همچنین با عنایت به اثر متقابل بین تعداد بوته در واحد سطح و مدیریت نیتروژن (از نظر میزان و زمان مصرف کود نیتروژن) این بررسی بصورت استریپ پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. بطوری که تراکم بوته شامل سطوح ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ دانه در متر مربع در کرتهای عمودی و ۱۰ تیمار کودی حاصل از میزان و زمان مصرف کود نیتروژن شامل دو میزان ۱۳۸ و ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص(به ترتیب ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) و تقسیط‌های کودی مندرج در جدول ۱ در کرتهای افقی قرار گرفتند.

جدول ۱- تیمارهای کودی حاصل از میزان و زمان مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد گندم دوروم بر اساس مراحل رشدی زادوکس

Table 1: The different fertilizer treatment resulted from amount and time of nitrogen use in different stage of durum wheat growth(Zadox).

تیمارهای مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن پایه و سرک				
کود نیتروژن کل(پایه و سرک) مصرفی ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص(معادل ۳۰۰ کیلوگرم اوره)				
شماره تیمار	هنگام کاشت	اواخرپنجه زنی GS29	اواسط ساقه رفتن GS32	شروع گلدهی GS51
۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۰
۲	۱/۳	۱/۳	۰	۱/۳
۳	۱/۳	۰	۱/۳	۱/۳
۴	۰	۱/۳	۱/۳	۱/۳
۵	۰	۰	۰	۰
کود نیتروژن کل مصرفی(پایه و سرک) ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص(معادل ۴۰۰ کیلوگرم اوره)				
شماره تیمار	هنگام کاشت	اواخرپنجه زنی GS29	اواسط ساقه رفتن GS32	شروع گلدهی GS51
۶	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۰
۷	۱/۳	۱/۳	۰	۱/۳
۸	۱/۳	۰	۱/۳	۱/۳
۹	۰	۱/۳	۱/۳	۱/۳
۱۰(شاهد)	۰	۰	۰	۰

به منظور اجرای آزمایش اقدام به آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک، کوددهی بر اساس توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و با توجه به آزمون خاک و میزان عناصر پر مصرف و کم مصرف در خاک بوده و چنانچه خاک از نظر مواد آلی و نیتروژن وضعیت مطلوبی داشت، نیازی به دادن کود نیتروژن نبوده و اعمال تیمارهای کودی و میزان کود در نظر گرفته شده بر اساس میزان عناصر در خاک بود. در منطقه اجرا و تسطیح زمین و تعیین محل واحدهای آزمایشی طبق نقشه آزمایش، کوددهی پایه نیتروژن از منبع اوره بر اساس تیمارهای مندرج در جدول ۱ انجام، پس از

آن اقدام به در آوردن جوی پشته شد. بذور مربوطه با سموم مناسب ضد عفونی شده و بر اساس تراکم‌های پیش بینی شده اقدام به کشت آنها در هر واحد آزمایشی با استفاده خطی کار آزمایشی Wintersteiger در ابعاد ۶*۲/۵ متر یا ۱۵ متر مربع) شد. هر واحد آزمایشی به طول ۶ و عرض ۲/۵ متر شامل چهار پشته ۶۲/۵ سانتی متری بود. پس از کاشت بذور اقدام به آماده سازی خطوط کاشت مربوط به هریک از واحدهای آزمایشی جهت آبیاری یکنواخت مزرعه شد. همچنین قبل از برداشت با حذف دو پشته طرفین و نیم متر از ابتدا و انتهای هر واحد آزمایشی، برداشت نهایی با استفاده از کمباین آزمایشی انجام پذیرفت. پس از توزین کیسه‌های بذر مربوط به هر واحد آزمایشی اقدام به تهیه نمونه یک کیلوگرمی از هر یک از آنها شده که جهت تجزیه‌های کیفی به آزمایشگاه شیمی و تکنولوژی غلات ستاد بخش تحقیقات غلات ارسال شد. آزمون‌های مربوطه در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای نمونه‌های مختلف انجام شده و با استفاده از تجزیه واریانس، نمونه‌های دارای تفاوت معنی دار تعیین گردیده و پس از مقایسه به روش دانکن نمونه‌های با کیفیت بالاتر انتخاب گردیدند. به منظور تعیین کارآیی و بازیافت نیتروژن در لاین امید بخش گندم دوروم

31-6 میزان کود مصرفی / (عملکرد دانه تیمارشاهد - عملکرد دانه تیمار کودی) = کارایی مصرف نیتروژن(کیلوگرم بر کیلوگرم)

۱۰۰*(میزان کود مصرفی/(جذب نیتروژن دانه تیمار شاهد - جذب نیتروژن دانه تیمار کودی))=درصد بازیافت نیتروژن دانه(٪)

بطور خلاصه در کرج میزان مصرف عناصر غذایی اصلی فسفر و پتاسیم به ترتیب ۲۰۰ کیلو گرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بصورت پایه بوده و کود نیتروژن از منبع اوره طبق جدول فوق در مراحل رشدی مورد نظر مصرف شد. تاریخ کاشت در سال اول آزمایش۱۳۸۳/۸/۱۴ و تاریخ برداشت: ۸۴/۴/۱۹ بوده و دفعات آبیاری هفت نوبت شامل دو بار در پاییز و پنج بار در بهار بود. در سال دوم تاریخ کاشت:۱۳۸۴/۸/۱۴ و تاریخ برداشت: ۸۵/۴/۱۵ بود.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ساده بر روی صفت عملکرد دانه، تنها اثر عامل نیتروژن در سطح احتمال ۱ درصد معنی داربود که حاکی از نقش بسیار مهم این عنصر بر عملکرد دانه بوده و لذا بایستی از لحاظ مدیریت میزان و زمان مصرف مورد توجه خاص قرار گیرد. بویژه اینکه بطورکلی گندم‌های دوروم در مقایسه با گندم نان از میزان درصد پروتئین دانه بالاتری برخوردار بوده و تولید پروتئین بطور خاص تحت تأثیر مستقیم میزان نیتروژن موجود در گیاه قرار دارد. حال آنکه در این سال اثر عامل تراکم بذر معنی دار نبود که شاید بتوان اینطور نتیجه گیری نمود که لاین مورد بررسی از توانایی بالایی در جبران فضاهای خالی ناشی از کاهش تراکم بذر برخوردار بوده و برای افزایش عملکرد دانه لزوماً نمی توان از طریق افزایش تراکم بذر اقدام نمود. نتایج مربوط به عملکرد بیولوژیکی نیز وضعیت مشابه عملکرد دانه را داشته بطوریکه تنها اثر عامل نیتروژن بر آن معنی دار بود.

جدول ۲-اثر تراکم بذر برمیانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سال اول و دوم ازمایش

Table 2- The effect of seed density on average grain yield and total yield in first and second year.

عملکرد بیولوژیکی Biological Yield (kg/ha) سال دوم Second Year	عملکرد دانه Seed Yield (kg/ha) سال دوم Second Year	عملکرد بیولوژیکی Biological Yield (kg/ha) سال اول First Year	عملکرد دانه SeedYield (kg/ha) سال اول First Year	تیمارهای آزمایشی Treatments	
19420a	7880a	18320a	8413a	سطح اول Level1	تراکم بذر Seed density
18820a	7741a	18120a	7356a	سطح دوم Level2	
19560a	7932a	19170a	7383a	سطح سوم Level2	

نتایج جدول ۲ نشان داد که تمامی سطوح مربوط به عامل تراکم بذر در کلاس مشترک آماری a قرار داشتند. لذا می‌توان گفت تغییر در سطوح تراکم بذر در منطقه کرج منجر به تغییر قابل توجه در صفات مورد بررسی نگردید. نتایج مندرج در جدول ۲ نشان داد که در سال زراعی دوم نیز در منطقه کرج سطوح تراکم بذر در صفات مورد بررسی در کلاس مشترک آماری a قرار داشتند. ولی بطور کلی با توجه به جمیع جهات بهتر است سطح دوم تراکم بذر در نظر گرفته شود.

جدول ۳- اثر سطوح مختلف نیتروژن برمیانگین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سال اول و دوم ازمایش

Table 3- The effect of different nitrogen level on average grain yield and total yield in first and second year.

عملکرد بیولوژیکی Biological Yield (kg/ha) سال دوم Second Year		عملکرد دانه Seed Yield (kg/ha) سال دوم Second Year		عملکرد بیولوژیکی Biological Yield (kg/ha) سال اول First Year		عملکرد دانه SeedYield (kg/ha) سال اول First Year		تیمارهای آزمایشی Treatments	
19920	a	9602	a	14960	c	7828	a	سطح اول	نیتروژن Nitrogen
20650	a	8120	abc	19500	ab	8119	a	سطح دوم	
19220	a	7700	bc	16340	bc	7641	ab	سطح سوم	
19010	a	7734	bc	21880	a	7812	a	سطح چهارم	
19250	a	7423	bc	18650	abc	5787	c	سطح پنجم	
19030	a	8277	abc	20500	a	8002	a	سطح ششم	
19120	a	8452	ab	18680	abc	7897	a	سطح هفتم	
17700	a	7541	bc	16540	bc	6800	b	سطح هشتم	
19620	a	6717	c	19390	ab	8201	a	سطح نهم	
19150	a	6940	bc	18920	ab	5754	c	سطح دهم	

نتایج جدول ۳ نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به میزان ۸۱۱۹ کیلوگرم در هکتار از سطح دوم تیمار نیتروژن بدست آمده ولی با سطوح اول، سوم، چهارم، ششم، هفتم و نهم در کلاس مشترک آماری a قرار داشت. بدین معنی که نیاز این لاین گندم دوروم در منطقه کرج با ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره تأمین شده ولی بایستی سعی شود علاوه بر مصرف کود

بصورت پایه به مصرف آن در اوایل دوره رشد گیاه نیز توجه شود. بیشترین عملکرد بیولوژیکی به میزان ۲۱۸۸۰ کیلوگرم در هکتار از سطح چهارم بدست آمده. نتایج جدول ۳ نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در سال دوم در منطقه کرج به میزان ۹۶۰۲ کیلوگرم در هکتار از سطح اول تیمار نیتروژن بدست آمده که نشان می‌دهد برای افزایش عملکرد دانه مصرف میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره ولی با مدیریت مصرف در مراحل پایه، پنجه زنی و ساقه رفتن قابل توصیه است. ایجاد چنین شرایطی منوط به تولید بیوماس قابل توجه و بدلیل افزایش وزن دانه و ایجاد تعادل لازم در بین اجزای تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و بطور غیر مستقیم تعداد دانه در متر مربع است.

نتایج مندرج در جدول ۴ در سال اول اجرای طرح در کرج مربوط به کارایی مصرف نیتروژن تیمارهای کودی نشان داد که بیشترین کارایی نیتروژن به میزان ۱۸ کیلوگرم بر کیلوگرم از سطح دوم کود سرک و تراکم بذر دوم بدست آمد. یعنی اینکه به ازای مصرف هر یک کیلوگرم نیتروژن خالص، ۱۸ کیلوگرم دانه تولید شد. نتایج درصد بازیافت نیتروژن دانه در تیمارهای کودی حاکی از آن بود که بیشترین درصد بازیافت نیتروژن به میزان ۴۰/۹ نیز به همین تیمار کودی یعنی سرک و تراکم بذر دوم تعلق داشت و لذا می‌توان نتیجه گرفت که مناسب ترین تیمار کودی تیمار سرک دوم و تراکم بذر دوم از نظر بازیافت نیتروژن در دانه بود. توضیح اینکه درصد بازیافت نیتروژن نشانگر میزان جذب نیتروژن در تیمار کودی مربوطه در مقایسه با میزان جذب نیتروژن در تیمار بدون مصرف نیتروژن(شاهد) است. توضیح اینکه درصد بازیافت کل شامل درصد بازیافت مربوط به اجزای دانه، کاه و کلش و خاک بوده که در اینجا فقط جزء دانه مورد بررسی قرار گرفت. لذا در این سال از اجرای آزمایش نیازی به افزایش کود تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص نبوده و با توجه به جدول مربوط به ترکیبات تیماری ناشی از میزان و زمان مصرف کود سرک نیتروژن روش مصرف کود پایه و سرک در مراحل اواخر پنجه زنی و شروع گلدهی و عدم مصرف کود در اواسط ساقه رفتن انجام پذیرد. در این روش اندام هدف یعنی دانه مد نظر قرار داشته و با مصرف کودهای پایه و سرک در مرحله اواخر پنجه زنی مصرف می‌توان کود سرک بعدی را تا شروع گلدهی به تعویق انداخت. همچنین به نظر می‌رسد برای افزایش درصد بازیافت و کارایی نیتروژن نیازی به افزایش تراکم بذر تا سطح سوم نبوده بلکه تراکم بذر دوم کفایت می‌نماید.

جدول۴- اثرات متقابل تراکم بذر و تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه-کارایی مصرف و درصد بازیافت نیتروژن در سال اول اجرای طرح در کرج

Table 4-The interaction effect of seed density and nitrogen treatment on grain yield،NUE and NARF in the first year.

تیمارهای آزمایشی Treatments		اندازه گیری ها Measurements						
تراکم بذر Seed Density	سرک نیتروژن Nitrogen (top dressing)	عملکرد دانه سال اول Seed Yield First year (Kg/ha)	عملکرد دانه تیمار شاهد Seed Yield Control (Kg/ha)	میزان کود مصرفی Nitrogen Application (Kg/ha)	نیتروژن دانه تیمار کودی Seed Nitrogen in Treatments (g/m^2)	نیتروژن دانه تیمار شاهد Seed Nitrogen in Control (g/m^2)	کارایی نیتروژن NUE ($Kg\ Kg^{-1}$)	بازیافت نیتروژن تیمار کودی NARF (٪)
۱	سطح اول Level1	7923	5786	138	17.7	12.8	15.5	36.2
۲		7928	5794	138	17.7	12.7	15.5	35.7
۳		7632	5781	138	17.0	12.7	13.4	30.8
۱	سطح دوم Level2	7915	5786	138	17.8	12.8	15.4	36.4
۲		8272	5794	138	18.4	12.7	18.0	40.9
۳		8171	5781	138	18.3	12.7	17.3	40.2
۱	سطح سوم Level3	7685	5786	138	16.9	12.8	13.8	29.7
۲		7307	5794	138	16.2	12.7	11.0	25.0
۳		7931	5781	138	17.5	12.7	15.6	34.9
۱	سطح چهارم Level4	7493	5786	138	16.6	12.8	12.4	28.2
۲		7973	5794	138	17.5	12.7	15.8	34.4
۳		7968	5781	138	17.6	12.7	15.8	35.5
۱	سطح ششم Level6	7733	5768	184	17.2	11.8	10.7	29.5
۲		8219	5754	184	18.3	11.8	13.4	35.2
۳		8053	5740	184	18.0	12.0	12.6	32.8
۱	سطح هفتم Level7	8160	5768	184	17.7	11.8	13.0	32.1
۲		7925	5754	184	17.3	11.8	11.8	29.8
۳		7605	5740	184	16.7	12.0	10.1	25.7
۱	سطح هشتم Level8	6971	5768	184	15.4	11.8	6.5	19.6
۲		6443	5754	184	14.2	11.8	3.7	12.6
۳		6987	5740	184	15.5	12.0	6.8	19.4
۱	سطح نهم Level9	8699	5768	184	18.8	11.8	15.9	37.9
۲		7947	5754	184	16.8	11.8	11.9	27.1
۳		7957	5740	184	16.7	12.0	12.0	25.8

نتایج بازیافت نیتروژن در سال دوم در کرج(جدول۵) نشان داد که بیشترین درصد بازیافت نیتروژن مربوط به تیمار تراکم ۲ از سرک کودی ۴ به میزان ۴۴,۹۲ درصد بوده یعنی این درصد از کود اوره مصرفی بر اساس غلظت نیتروژن دانه جذب گیاه شده اند. بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن به میزان ۲۰,۱ کیلوگرم بر کیلوگرم مربوط به همین سطوح تراکم و کود سرک بود که نشان داد به ازای هر کیلوگرم نیتروژن خالص مصرفی میزان ۲۰,۱ کیلوگرم دانه تولید شده است. بنابراین بر اساس اینکه سرک ۴ مربوط به مقدار کود مصرفی ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار هستند، لذا می‌توان گفت که در این سال از اجرای آزمایش نیز نیازی به افزایش کود تا ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص نبود. با توجه به جدول

مربوط به ترکیبات تیماری ناشی از میزان و زمان مصرف کود سرک نیتروژن و بر اساس درصد جذب یا بازیافت نیتروژن در سال اول و دوم دو فرضیه را می‌توان تعریف نمود. در فرضیه اول با مصرف کود سرک ۲ یعنی مصرف کود پایه و سرک در اواخر پنجه زنی، دیگر نیازی به مصرف کود در اواسط ساقه رفتن نبوده و می‌توان مصرف کود سرک بعدی را تا شروع گلدهی به تعویق انداخت. در حالیکه در فرضیه دوم یعنی سرک ۴ با عدم مصرف کود پایه بایستی کود سرک در هر سه مرحله اواخر پنجه زنی، اواسط ساقه رفتن و شروع گلدهی مصرف شوند.

جدول۵- اثرات متقابل تراکم بذر و تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد دانه-کارایی مصرف و درصد بازیافت نیتروژن در سال دوم اجرای طرح در کرج

Table 5-The interaction effect of seed density and nitrogen treatment on grain yield،NUE and NARF in the second year in Karaj.

تیمارهای آزمایشی		اندازه گیری ها						
تراکم بذر	سرک نیتروژن	عملکرد دانه سال دوم (Kg/ha)	عملکرد دانه تیمار شاهد (Kg/ha)	میزان کود مصرفی (Kg/ha)	نیتروژن دانه تیمار کودی (g/m^2)	نیتروژن دانه تیمار شاهد (g/m^2)	کارایی نیتروژن ($Kg\ Kg^{-1}$)	بازیافت نیتروژن تیمار کودی (٪)
۱	سطح اول Level1	9491	6499	138	20.7	17.3	21.68	24.63
۲		8163	6861	138	17.6	14.8	9.4	20.28
۳		7661	6693	138	16.4	14.4	7.0	14.49
۱	سطح دوم Level2	8381	6499	138	17.9	17.0	13.64	6.72
۲		7808	6861	138	16.1	14.1	6.9	14.49
۳		8056	6693	138	17.9	14.9	9.9	21.73
۱	سطح سوم Level3	8427	6499	138	18.9	17.8	13.97	7.97
۲		7461	6861	138	16.8	15.4	4.3	10.14
۳		6851	6693	138	14.5	14.2	1.1	2.17
۱	سطح چهارم Level4	7925	6499	138	18.5	17.5	10.3	7.24
۲		9640	6861	138	21.4	15.2	20.1	44.92
۳		8291	6693	138	18.5	14.9	11.6	26.08
۱	سطح ششم Level6	8461	6341	184	18.6	16.4	11.53	11.95
۲		8699	6813	184	19.4	15.5	10.25	21.19
۳		7680	7509	184	16.8	16.4	0.9	2.17
۱	سطح هفتم Level7	7483	6341	184	16.8	16.3	6.2	2.72
۲		6960	6813	184	15.7	15.0	0.8	3.80
۳		9675	7509	184	21.2	16.5	11.8	25.54
۱	سطح هشتم Level8	7907	6341	184	17.7	16.8	8.51	4.89
۲		7515	6813	184	17.1	15.9	3.82	6.52
۳		7960	7509	184	17.1	16.2	2.5	4.89
۱	سطح نهم Level9	7768	6341	184	17.7	17.0	7.75	3.80
۲		8315	6813	184	18.9	15.8	8.16	16.85
۳		8229	7509	184	19.1	17.4	3.9	9.23

اثر تراکم بذر بر هیچیک از صفات مورد بررسی معنی دار نبوده و این نتایج با نتایج ترمن و همکاران، (Terman et al.,1996) مشابهت زیادی دارد، لذا می‌توان گفت هرگاه قرار است افزایش عملکرد گندم دوروم به وقوع بپیوندد لزومی به افزایش تراکم بذر نبوده و همان میزان ۴۰۰ دانه در متر مربع کافی است، ولی بایستی به وضعیت نیتروژن خاک چه در هنگام کاشت بذر و چه در طول دوره رشد گیاه توجه خاص شده و مدیریت مصرف توأم کود پایه و سرک در مراحل اولیه رشد گیاه انجام پذیرفته تا شاهد افزایش عملکرد گندم دوروم باشیم. لذا با توجه به نتایج درصد بازیافت و کارایی نیتروژن می‌توان گفت که تراکم بذر نیز تا سطح ۵۰۰ دانه در متر مربع قابل افزایش بوده تا از طریق آن درصد بازیافت و کارایی نیتروژن را ارتقاء بخشید. در حالیکه مصرف کود سرک نیتروژن نیز به منظور افزایش کارایی نیتروژن توصیه گردید.(Lo´ pez-Bellido et. al., 2006)

References

فهرست منابع

جعفری حقیقی. ب.۱۳۷۸. بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک وفنولوژیک پنج ژنوتیپ گندم دوروم در چهار تراکم در شرایط آب و هوایی اهواز.پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه شهید چمران اهواز.

Carrubba, A.,L. Gristina, M.Monti, and G.Preiti. 1996. Evaluation of yield stability of durum wheat (*Triticum durum* desf.)-peas (*Pisum sativum* l.) intercrops under semi-arid conditions. Rivista-di-agronomia. 30: 564-570; paper presented at the XXiX annual conference of the italian agronomy Society on `agronomy on a regional scale', Palermo, Italy, 27-29 June 1995.

Lo´ pez-Bellido, L. Lo´ pez-Bellido, R.J., Lo´ pez-Bellido, F.J. 2006. Fertilizer Nitrogen Efficiency in Durum Wheat under Rainfed Mediterranean Conditions: Effect of Split Application. Agron. J. 98:55–62.

Moll, R.H., E.J. Kamprath, and W.A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency to nitrogen utilization. Agron. J. 74:562-564.

Olson, R.V., and C.W. Swallow. 1984. Fate of labeled nitrogen fertilizer applied to winter wheat for five years. Soil Sci. Soc. Am. J. 48:583-586.

Papakosta, D. K. 1994. Analysis of wheat cultivar differences in grain yield, grain nitrogen yield and nitrogen utilization efficiency. Journal-of-Agronomy-and-Crop-Science. 172: 305-316.

Terman G.L., Ramig R.E., Dreier A.F., Olson R.A. 1996. Yield-protein relationships in wheat grain, as affected by N and water. Agron. J. 61:755-759.

Wiersma, J. Sims, A. and J. Lamb. 2002. Intensive wheat management and split application of nitrogen. Minnesota crop news. college of agricultural, food and environmental sciences. Univ. of Minnesota.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۵۵-۴۳

تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و علیت برای عملکرد و اجزای عملکرد گندم در تیمارهای مختلف تنش کم آبیاری و سطوح مختلف محلول پاشی فسفر

Correlation، regression and cluster analysis for yield and yield components of wheat under deficit irrigation condition and spraying phosphorus

سایه مرادی زاده*[۱]، فرزاد پاکنژاد[۲]، سعید وزان[۳] و محمد حسن شیرزادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۱۰

چکیده

به منظور بررسی ارتباط برخی صفات با عملکرد دانه و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آنها آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج طی سال زراعی ۹۰ -۱۳۸۹ انجام شد. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه با صفات بیوماس، وزن هزار دانه و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. در رگرسیون گام به گام تحت شرایط نرمال صفات بیوماس و شاخص برداشت (R^2=۰/۹۷) و در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، ارتفاع بوته و وزن تک دانه (R^2=۰/۹۹) و در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد صفات بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه بارور (R^2=۰/۹۹۷) در مدل باقی ماندند. در شرایط آبیاری نرمال و قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد، بیوماس بیشترین تاثیرمستقیم و مثبت (به ترتیب۵۱۱ / ۱و ۰/۸۲۸) را روی عملکرد دانه دارد اما در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی،بیشترین اثر مستقیم و مثبت مربوط به صفت تعداد دانه در سنبله (۱/۲۳۱) بود. سایر صفات موثر در عملکرد دانه نیز بیشترین تاثیر غیر مستقیم و مثبت خود را از طریق تعداد دانه در سنبله (۰/۸۴۹) به عملکرد دانه داشتند. به طورکلی مشخص شد که افزایش بیوماس و شاخص برداشت مهمترین راه برای افزایش عملکرد دانه هستند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت،رگرسیون، همبستگی، گندم، تنش خشکی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی،واحد جیرفت، گروه زراعت، جیرفت، ایران
۲- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی،واحد کرج، گروه زراعت، کرج، ایران
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جیرفت، گروه زراعت، جیرفت، ایران
* مسئول مکاتبات: Sayehmoradizade87@gmail.com

مقدمه

گندم یکی از اولین گیاهان کشت شده توسط انسان است که با توجه به تطابق آن با طیف متنوعی از شرایط آب و هوایی به طور گسترده در سراسر جهان کاشته می‌شود. (Khayatnejad et al, 2010)

کشت گندم (*Triticum aestivum* L.) از دوره Neolithic، احتمالا ۶۰۰۰ تا ۷۰۰۰ سال پیش آغاز شده و به عنوان یکی از مهم ترین محصولات غذایی در جهان افزایش یافته است (Noorka et al, 2011). همچنین گندم یک گیاه استراتژیک برای توضیح روابط موجود بین صفات و تولیدات روزانه و جهانی گروه کشاورزی است (Mollasadeghi et Al., 2011).

توسعه عملکرد بالای ارقام گندم در شرایط خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از اهداف مهم برنامه‌های اصلاحی است (Al-Khateeb & Leila, 2005). عملکرد دانه صفت پیچیده‌ای است که تابعی از تغییرات صفات مختلف دیگر است که اصطلاحا به اجزای عملکرد موسوم اند(پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به روابط پیچیده صفات با یکدیگر، قضاوت نمی تواند تنها براساس ضرایب همبستگی ساده باشد و استفاده از روش‌های چند متغیره آماری برای درک عمیق روابط بین صفات ضروری است (Mollasadeghi et al., 2011). از جمله روش‌های مختلف آماری می‌توان به همبستگی، رگرسیون، تجزیه مسیر، تجزیه عاملی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای در مدلسازی عملکرد محصولات کشاورزی، اشاره نمود. ضریب همبستگی، شاخص آماری مهمی برای ارزیابی برنامه‌های اصلاحی برای عملکرد بالا، و همچنین بررسی مشارکت مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای عملکرد است. تقسیم بندی ضریب همبستگی به اثرات مستقیم و غیر مستقیم را می‌توان از طریق تجزیه و تحلیل روش علیت انجام داد (Al-Khateeb & Leila, 2005).

محققان بسیاری، از این تکنیک‌ها برای محصولات مختلف زراعی استفاده نموده‌اند: ذرت (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۷)، ذرت دانه‌ای (شعایی حسینی و همکاران، ۱۳۸۷)، سویا (مسعودی و همکاران، ۱۳۸۷)، نخود (فیاض و طالبی، ۱۳۸۸) و برنج (صفایی چایی کار و همکاران، ۱۳۸۸).

محمدی و همکاران (۱۳۸۵) با استفاده از محاسبه ضرایب همبستگی، روابط بین صفات در برخی ارقام گندم، تحت شرایط تنش و بدون تنش را مورد بررسی قرار دادند و مشخص گردید که صفاتی مثل ارتفاع زیاد و طویل بودن پدا نکل به دلیل فراهم آوردن منبعی برای انتقال مجدد مواد و همچنین سطح فتوسنتزکننده، در تحمل گیاه به خشکی میتوانند دخیل باشند. گل پرور و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند که تمامی صفات ۳۲۰ ژنوتیپ گندم مورد بررسی به جز طول ریشک، در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی و وزن سنبله تنها در محیط بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه دارند. امام و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی عملکرد دانه و اجزای آن، در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط تنش خشکی پس از گلدهی اظهار داشتند که در شرایط تنش خشکی تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد بیولوژیک بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه دارند در حالیکه در شرایط مطلوب بالاترین همبستگی با عملکرد دانه متعلق به تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک می‌باشد. مطالعات زیادی انجام شده است که نشان می‌دهد، عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیکی در ارتباط است(آقایی و امینی،۱۳۹۰) (دهقان و همکاران، ۱۳۹۰) همچنین در تحقیق دیگری،همبستگی بین عملکرد دانه با صفات تراکم بوته، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه، مثبت و معنی دار بود (Aycicek & Yildirim، 2006). نتایج این بررسی‌ها حاکی از آن است که خصوصیاتی مانند تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی را می‌توان به عنوان شاخص‌هایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد دانه توصیه نمود. هدف از این تحقیق تعیین روابط عملکرد

دانه با هر یک از اجزای آن با بهره گیری از روش‌های همبستگی ساده و رگرسیون گام به گام و بررسی روابط بین صفات با استفاده از تجزیه علیت بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج به منظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی فسفر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل فاکتور کم آبیاری در ۳ سطح (NI= نرمال، NI1 = قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گل دهی، NI2 = قطع آبیاری از گل دهی تا پایان دوره رشد) و فاکتور محلول پاشی فسفر در ۴ سطح (P1 = صفر کیلوگرم در هکتار، P_2 = ۴ کیلوگرم در هکتار، P3 = ۶ کیلو گرم در هکتار، P4 = ۸ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات دی هیدروژن پتاسیم (KH_2PO_4)) بود. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری انجام شد و خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک تعیین گردید. براساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک لوم رسی سبک با ۲۸ درصد رس، ۲۸ درصد لای و ۴۴ درصد شن تعیین شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی متر)

Table 1- soil profile test (0-30 cm)

مشخصه Characteristic	کربن آلی (درصد) Organic carbon(%)	ازت کامل(درصد) Total nitrogen(%)	آهک (درصد) Lime (%)	پتاسیم قابل جذب Absorbable Potassium (ppm)	اسیدیته گل اشباع Soil PH	هدایت الکتریکی Electerical conductivity (µmohs/cm)	فسفر(درصد) Phosphorus (%)
مقدار Value	0.9	0.07	13.5	210	7.7	0.58	17

زمین مورد آزمایش پس از شخم اولیه به عمق ۳۰ سانتی متر، ۲ شخم ثانویه توسط دیسک عمود بر هم زده شد و توسط ماله تسطیحات لازم جهت تسهیل در آبیاری مزرعه صورت گرفت. سپس زمین به کرت‌هایی با طول ۲/۵ سانتی متر و عرض ۱/۵ سانتی متر تقسیم بندی شد. فاصله کرت‌ها یک متر در نظر گرفته شد. در هر کرت ۱۰خط کاشت با فاصله ردیف ۱۵ سانتی متر و طول ۲/۵ سانتی متر و با تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع کاشته شد.با توجه به نتایج آزمون خاک به زمین ۲ مرحله کود اوره داده شد. اولین مرحله به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره ۴۶ % در مرحله پنجه زنی و دومین مرحله به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله گل دهی به صورت سرک به زمین داده شد. به منظور اعمال تیمارهای کودی در مرحله شکم خوش (مرحله ۴۵ شاخص زادوکس)، فسفات دی هیدروژن پتاسیم KH_2PO_4 به صورت محلول پاشی درون کرت‌های آزمایشی اعمال شد. در زمان رسیدگی کامل، محصول کرت آزمایشی پس از حذف اثر حاشیه‌ای در سطح ۳ متر مربع برداشت گردید. پس از خرمنکوبی، برای تعیین درصد رطوبت دانه و کاه، یک نمونه تصادفی از هر کرت برداشت و در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۸ ساعت خشک گردیده و با توجه به وزن اولیه کاه و دانه، عملکرد بیولوژیکی (TDW) و عملکرد دانه (GY) براساس وزن خشک آنها تصحیح شد. شاخص برداشت (HI) نیز از تقسیم وزن خشک عملکرد دانه بر وزن خشک عملکرد بیولوژیکی محاسبه شد. وزن هزار دانه (TGW) با توزین یک نمونه ۲۵۰ دانه‌ای برای هر تیمار تعیین گردید. در مرحله رسیدگی برداشت نیز به روی ۲۰

بوته اجزاء عملکرد (تعداد سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه‌های یک سنبله، وزن تک دانه، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه بارور) اندازه‌گیری شد همچنین برای اندازه گیری ارتفاع بوته و طول پدانکل درون هر کرت ۱۰ بوته از خط کاشت چهارم از مراحل عددی نمو مشخص و اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS و Path صورت گرفت همچنین از نرم افزار Excel برای ترسیم نمودارها و گراف‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

همانطورکه از نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) ملاحظه می‌شود تیمار کم آبیاری در سطح احتمال یک درصد برای همه صفات به جز تعداد سنبلچه بارورمعنی دار بود اما تیمار محلول پاشی فسفر و اثر متقابل آن با کم آبیاری اثر معنی داری نشان ندادند. بیشترین عملکرد دانه (۵۵۷۵/۳)، عملکرد بیولوژیک (۱۳۴۸۶/۵) و شاخص برداشت (۴۱/۶۴) مربوط به آبیاری نرمال و کمترین مقدار آنها به ترتیب با مقادیر ۳۰۷۸/۳، ۱۰۰۴۱/۴ و ۳۰/۷۶ مربوط به قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد بود (جدول ۲).

جدول ۱ – تجزیه واریانس گندم رقم پیشگام تحت تنش کم آبیاری و سطوح مختلف محلول پاشی فسفر

Table1- Analysis of variance for wheat under low irrigation and phosphor spraying

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزار دانه TGW (g)	تعداددانه در سنبله GNE	تعداد سنبله در واحد سطح EN	تعداد سنبلچه بارور NFS	عملکرد دانه GY (g)	بیوماس TDW (kg/ha)	شاخص برداشت HI
تکرار	3	1.46	73.3	4611	2.47	304583	3511285	65.7
کم آبیاری	2	943**	375**	47086**	3.7^{ns}	25858074**	71926580**	580**
محلول پاشی	3	0.9^{ns}	4.52^{ns}	3205^{ns}	0.09^{ns}	104965^{ns}	4116893^{ns}	29.1^{ns}
کم آبیاری*محلول پاشی فسفر	6	0.98^{ns}	3.49^{ns}	21028^{ns}	0.35^{ns}	121132^{ns}	335411^{ns}	7.23^{ns}
خطای آزمایشی	33	2.40	14.6	1973	0.57	271207	1811235	7.19
ضریب تغییرات	-	4.42	9.41	12.4	5.08	12.4	12.1	7.11

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Where: Df= degree of free; GY= Grain yield(g); TDW= Top dry weight(kg/ha); GNE= Grain number per Ear; EN= Ear number; TGW= Thousand grain weight(g); NFS= Number of fertile spikelet; HI= Harvest index(%).

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گندم در تیمارهای کم آبیاری و محلول پاشی فسفر

Table2- Comparison of mean grain yield and yield component of wheat under low irrigation and phosphor spraying.

تیمارهای آزمایش Treatment	وزن هزار دانه TGW (g)	تعداددانه در سنبله GNE	تعداد سنبله در واحد سطح EN(m^2)	تعداد سنبلچه بارور NFS	عملکرد دانه GY (g)	بیوماس TDW (kg/ha)	شاخص برداشت HI
کم آبیاری							
آبیاری نرمال	39.16a	45.16a	394.07a	15.3a	5575.3a	13486.5a	41.64a
قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی	39.75a	35.53c	295.2b	14.34b	3911.7b	9622.8b	40.69a
قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد	26.16b	41.28b	383.3a	14.86ab	3078.3c	10041.4b	30.76b
محلول پاشی فسفر							
0kg/ha	35.16a	40.89a	352.8a	14.81a	4196.9a	10659.4b	39.23a
4kg/ha	34.72a	39.83a	336.5a	14.73a	4055a	10577.4b	38.18a
6kg/ha	35.3a	41.29a	368.8a	14.94a	4234.3a	11107.9ab	37.85a
8kg/ha	34.88a	40.63a	372.03a	14.86a	4267.6a	11856.2a	35.54b

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری ندارند.

Where: GY= Grain yield(g); GNE= Grain number per Ear; TDW= Top dry weight(kg/ha); EN= Ear number; TGW= Thousand grain weight(g); NFS= Number of fertile spikelet; HI= Harvest index(%).

عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال با صفات بیوماس و تعداد سنبله در سطح احتمال ۱ % و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ % همبستگی مثبت و معنی داری داشت (جدول ۳). همبستگی عملکرد دانه با اجزای آن در منابع زیادی گزارش شده است. آقایی و امینی (۱۳۹۰) در بررسی تنوع ژنتیکی صفات زراعی در کلکسیون ژنوتیپ‌های بومی گندم نان در ایران دریافتند که عملکرد دانه به عنوان جزء اقتصادی با صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن بیولوژیکی همبستگی مثبت و معنی داری دارد. در مطالعه دیگری دهقان و همکاران(۱۳۹۰) نشان دادند که در شرایط آبی، بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی معنی داری با عملکرد دانه دارند. همچنین آقاجانلو و مقدم (۱۳۸۷) نشان دادند که در شرایط آبی، بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی معنی داری با عملکرد دانه دارند. این محققین بیان داشتند که احتمالا در تیمارهای آبیاری، به دلیل رشد رویشی مطلوبی که در بوته‌ها وجود دارد پتانسیل گیاه برای ایجاد سنبله‌های قوی با تعداد گلچه‌های بارور و افزایش تعداد دانه در سنبله، افزایش می‌یابد.

جدول ۳ – ماتریس ضرایب همبستگی عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در شرایط آبیاری نرمال

Table 3- correlation coefficients of grain yield and related traits in the normal irrigation condition

		GY	TDW	EN	TGW	PH	PL	GNE	NFS	UGW	HI
عملکرد دانه (g)	GY	1									
بیوماس(kg/ha)	TDW	0.88**	1								
تعداد سنبله	EN	0.82**	0.82**	1							
وزن هزار دانه (g)	TGW	0.53*	0.44	0.35	1						
ارتفاع بوته (cm)	PH	0.25	0.095	-0.03	0.18	1					
طول پدانکل (cm)	PL	0.31	0.13	0.042	0.03	0.84**	1				
تعداد دانه در سنبله	GNE	-0.35	-0.44	-0.12	-0.02	-0.71*	-0.6*	1			
تعداد سنبلچه بارور	NFS	-0.46	-0.45	-0.32	-0.04	0.75*	0.69*	0.91**	1		
وزن تک دانه (g)	UGW	0.4	0.32	0.32	0.69*	-0.09	-0.06	0.23	0.11	1	
شاخص برداشت	HI	-0.42	-0.79*	0.52*	-0.08	0.21	0.16	0.36	0.23	-0.03	1

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Where: GY= Grain yield(g); TDW= Top dry weight(kg/ha); EN= Ear number; TGW= Thousand grain weight(g); PH= Plant height (cm); PL= Peduncle length(cm); GNE= Grain number per Ear; NFS= Number of fertile spikelet; UGW= unit grain weight(g); HI= Harvest index(%)

بر اساس نتایج جدول ۴ در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی عملکرد دانه در سطح احتمال ۵% با صفات بیوماس، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه بارور و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد. در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد (جدول ۵) عملکرد دانه در سطح احتمال ۵% با صفات بیوماس، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت و در سطح احتمال ۱% تنها با صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد. آقاجانلو و مقدم (۱۳۸۷) عنوان نمودند که همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه و ارتفاع بوته در شرایط تنش کمبود آب به این دلیل است که ارقامی که ارتفاع بلندی دارند زودتر از مرحله پنجه زنی وارد مرحله ساقه دهی و ظهور سنبله می‌شوند و در صورتی که خشکی موجود در منطقه از نوع خشکی انتهایی باشد می‌توانند از رطوبت موجود در خاک در این مرحله حداکثر استفاده را بکنند. نتایج تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در تحقیق گل پرور و همکاران (۱۳۸۶) بیانگر این بود که تمامی صفات بجز طول ریشک در هر دو محیط (تنش و بدون تنش) و وزن سنبله در محیط بدون تنش با عملکرد دانه گیاه همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱% دارند. مرادی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی داری با وزن هزار دانه (۰/۴۳–) دارد. همچنین هلالی سلطان آباد و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که وزن خشک بوته، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در هر سنبله، عملکرد دانه در خوشه اصلی، وزن دانه، طول سنبله و تعداد سنبلچه در هر سنبله همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه دارند.

جدول ۴ – ماتریس ضرایب همبستگی عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی

Table 4- correlation coefficients of grain yield and related traits in the non irrigation from stem elongation to anthesis condition

		GY	TDW	EN	TGW	PH	PL	GNE	NFS	UGW	HI
عملکرد دانه (g)	GY	1									
بیوماس(kg/ha)	TDW	0.63*	1								
تعداد سنبله	EN	0.19	0.63*	1							
وزن هزار دانه (g)	TGW	0.28	-0.13	-0.42	1						
ارتفاع بوته (cm)	PH	0.43	0.49	0.43	-0.11	1					
طول پدانکل (cm)	PL	0.07	0.37	0.43	-0.38	0.72*	1				
تعداد دانه در سنبله	GNE	0.82*	0.81*	0.69*	-0.02	0.42	0.16	1			
تعداد سنبلچه بارور	NFS	0.72*	0.54*	0.48	-0.04	0.06	0.059	0.85**	1		
وزن تک دانه (g)	UGW	0.038	-0.44	0.01	0.15	-0.47	-0.41	0.075	0.38	1	
شاخص برداشت	HI	0.66*	-0.15	-0.37	0.47	0.06	-0.27	0.25	0.405	0.47	1

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Where: GY= Grain yield(g); TDW= Top dry weight(kg/ha); EN= Ear number; TGW= Thousand grain weight(g); PH= Plant height (cm); PL= Peduncle length(cm); GNE= Grain number per Ear; NFS= Number of fertile spikelet; UGW= unit grain weight(g); HI= Harvest index(%)

جدول ۵ – ماتریس ضرایب همبستگی عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد

Table 5- correlation coefficients of grain yield and related traits in the non irrigation from anthesis to maturity condition

		GY	TDW	EN	TGW	PH	PL	GNE	NFS	UGW	HI
عملکرد دانه (g)	GY	1									
بیوماس(kg/ha)	TDW	0.69*	1								
تعداد سنبله	EN	0.45	0.83**	1							
وزن هزار دانه (g)	TGW	0.31	-0.23	-0.62*	1						
ارتفاع بوته (cm)	PH	0.57**	0.64*	0.63*	-0.19	1					
طول پدانکل (cm)	PL	0.38	0.65*	0.74*	-0.59*	0.84**	1				
تعداد دانه در سنبله	GNE	0.5*	0.16	-0.168	0.59*	0.43	0.13	1			
تعداد سنبلچه بارور	NFS	0.39	0.16	-0.19	0.55*	0.37	0.11	0.95**	1		
وزن تک دانه (g)	UGW	-0.04	0.55*	-0.56*	0.55*	-0.32	-0.48	0.26	0.24	1	
شاخص برداشت	HI	0.55*	-0.21	-0.38	0.74*	-0.003	-0.28	0.51*	0.36	0.6*	1

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively *و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Where: GY= Grain yield(g); TDW= Top dry weight(kg/ha); EN= Ear number; TGW= Thousand grain weight(g); PH= Plant height (cm); PL= Peduncle length(cm); GNE= Grain number per Ear; NFS= Number of fertile spikelet; UGW= unit grain weight(g); HI= Harvest index(%)

برای حذف اثر صفات غیر موثر یا کم تاثیر به روی عملکرد دانه در مدل رگرسیونی، از رگرسیون گام به گام استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده در شرایط نرمال، بیوماس مهمترین مولفه‌ای بود که ارتباط نزدیکی با عملکرد دانه داشت و به تنهایی ۷۷ % از تغییرات آن را توجیه کرد. پس از عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت به مدل رگرسیونی وارد شده و در نهایت این دو متغیر ۹۷ % از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند و سایر صفات مورد مطالعه

تاثیر معنی داری را در مدل رگرسیونی نداشتند. در شرایط تنش قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی، صفات تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، ارتفاع گیاه، و وزن تک دانه و در شرایط تنش قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد، صفات بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه بارور ۹۹ % از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند که در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی بیشترین سهم به تعداد دانه در سنبله (۰/۶۷) و در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد بیشترین سهم به شاخص برداشت (۰/۵۱) اختصاص داشت. گل پرور و همکاران (۱۳۸۶)، در ارزیابی و تعیین موثر ترین صفات در بهبود عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان نشان دادند که در محیط تنش ۵ صفت (عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبلچه بارور، وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه) و در محیط بدون تنش ۳ صفت (عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله) وارد مدل شده و به ترتیب ۹۷/۸ و ۹۶/۵ % از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌نمایند.

جدول ۶- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام عملکرد دانه گندم و صفات وابسته به آن

Table 6- Stepwise regression analysis of grain yield in wheat and related traits

	مدل (Model)	Model R^2
آبیاری نرمال	GY =2247.39+0.25TDW	0.77
Normal irrigation	GY = -4504+0.41TDW+110.39HI	0.97
قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی	GY =-2445.58+178.9 GNE	0.667
Non irrigation from stem	GY = -3986.19 – 2.15 EN + 289.36 GNE	0.94
elongation to anthesis	GY = -9224.53 – 2.34 EN + 102.76 PH +277.25GNE	0.98
	GY = -11635 -2.37 EN + 127.16PH +271.76GNE+304.13UGW	0.99
قطع آبیاری از گلدهی تا پایان رشد	GY = 457.88+0.26TDW	0.48
Non irrigation from anthesis	GY = -3246.57+0.32TDW+100.91 HI	0.993
to maturity	GY =-2748.19+0.32TDW-29.40TGW+110.57HI	0.997
	GY =-2775.56+0.31TDW+35.43TGW+14.03 NFS+110.89HI	0.997

اطلاع از چگونگی ارتباط بین صفات مختلف در پیشرفت برنامه‌های به نژادی برای افزایش عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد، زیرا انتخاب یک طرفه برای صفات زراعی بدون در نظر گرفتن صفات دیگر نتایج نامطلوبی را باعث خواهد شد لذا در برنامه‌های اصلاحی می‌بایستی به همبستگی بین صفات و همچنین آثار مستقیم و غیر مستقیم آنها توجه شود. به همین منظور انجام تجزیه مسیر ضروری می‌باشد (پاکنژاد و همکاران،۱۳۸۷). در این تحقیق آثار مستقیم و غیر مستقیم هر یک از صفات به روی عملکرد دانه بر اساس ضرایب همبستگی عملکرد دانه با صفاتی که وارد مدل رگرسیون گام به گام شده بودند، استفاده شد. به عبارت دیگر عملکرد دانه به عنوان برآیند و صفات بیوماس، شاخص برداشت، تعداد

دانه در سنبله، تعداد سنبله، وزن تک دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه به عنوان متغیرهای علتی یا سببی در نظر گرفته شدند. در شرایط آبیاری نرمال، صفت بیوماس بالاترین اثر مستقیم و مثبت (۱/۵۱۱) را بر عملکرد دانه گذاشت (جدول ۷). اثر مستقیم این صفت تقریبا دو برابر اثر شاخص برداشت (۰/۷۸۸) بود. که این موضوع بیانگر اهمیت نسبی تاثیر بیوماس نسبت به صفت شاخص برداشت است. احمدی زاده و همکاران (Ahmadizade et al.,2011) نشان دادند که در شرایط آبیاری کامل عملکرد بیولوژیکی، طول ریشک و شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند.. اما در مطالعاتی که توسط محمد و همکاران (Mohamad et al., 2005) به روی همبستگی عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در گندم نان (*Triticum aestivum* L.)، انجام شد شاخص برداشت بالاترین اثر مثبت ومستقیم را بر روی عملکرد دانه نشان داد.

جدول ۷- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه گندم در شرایط آبیاری نرمال

Table 7- Path analysis of effective plant characteristics on grain yield in the normal irrigation condition for wheat

	بیوماس TDW	شاخص برداشت HI
بیوماس TDW	1.511	-0.632
شاخص برداشت HI	-1.209	0.788
Residual effect (اثر باقیمانده)= 0.039		

توضیح: اعدادی که با خط مشخص شده اند اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

Statement: Underlined numbers are direct effects and other numbers are indirect effects.

در شرایط تنش قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی، تعداد دانه در سنبله بالاترین اثر مستقیم(۱/۲۳۱) را بر عملکرد دانه داشت (جدول ۸) و ضریب همبستگی نسبتا بالای بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه (r=۰/۸۲*)، عمدتا مربوط به اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بوده است. پس از تعداد دانه در سنبله بیشترین اثرات مستقیم به ترتیب مربوط به تعداد سنبله (۰/۷۹۱-)، ارتفاع بوته (۰/۳۰۱) و وزن تک دانه (۰/۱۰۳) بود. بیشترین اثر غیر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه، از طریق تعداد سنبله (۰/۵۴۶-) بود. در شرایط تنش قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد، بیوماس بالاترین اثر مستقیم و مثبت(۰/۸۲۸) را بر عملکرد دانه گذاشت (جدول ۹). این صفت به ترتیب از طریق شاخص برداشت (۰/۱۶۵-)، وزن هزار دانه (۰/۰۲۱) و تعداد سنبلچه بارور(۰/۰۰۴) بیشترین تاثیر غیر مستقیم را برروی عملکرد دانه داشت. پس از بیوماس، شاخص برداشت (۰/۷۸۴)، وزن هزار دانه (۰/۰۹۵) و تعداد دانه در سنبله (۰/۰۲۷) بیشترین تاثیر مستقیم را روی عملکرد دانه گذاشتند (جدول ۹). احمدی زاده و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در شرایط تنش خشکی، عملکرد بیولوژیک، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت بیشترین اثرات مستقیم مثبت را بر عملکرد دارند. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری عملکرد گندم تحت شرایط خشکسالی (Leilah & Al-Khateeb 2005,.) منطقی به نظر میرسد که عملکرد بالای گیاه گندم تحت شرایط خشکی را می‌توان با انتخاب تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیکی بالا به دست آورد.

جدول ۸- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه در

شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی

Table 8- Path analysis of effective plant characteristics on grain yield in the non irrigation from stem elongation to anthesis condition

	تعداد دانه در سنبله GNE	تعداد سنبله EN	ارتفاع بوته PH	وزن تک دانه UGW
تعداد دانه در سنبله GNE	1.231	-0.546	0.126	0.007
تعداد سنبله EN	0.849	-0.791	0.129	0.001
ارتفاع بوته PH	0.517	-0.34	0.301	-0.049
وزن تک دانه UGW	0.086	-0.008	-0.142	0.103
Residual effect (اثر باقیمانده)= 0.08				

توضیح: اعدادی که با خط مشخص شده اند اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

Statement: Underlined numbers are direct effects and other numbers are indirect effects.

جدول ۹- تجزیه علیت صفات گیاهی موثر بر عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان رشد

Table9- Path analysis of effective plant characteristics on grain yield in the non irrigation from anthesis to maturity condition

	بیوماس TDW	وزن هزار دانه TGW	تعداد سنبلچه بارور NFS	شاخص برداشت HI
بیوماس TDW	0.828	0.021	0.004	-0.165
وزن هزار دانه TGW	-0.191	0.095	0.014	0.58
تعداد سنبلچه بارور NFS	0.132	-0.053	0.027	0.282
شاخص برداشت HI	-0.174	-0.071	0.009	0.784
Residual effect (اثر باقیمانده)= 0.125				

توضیح: اعدادی که با خط مشخص شده اند اثرات مستقیم و سایر اعداد اثرات غیر مستقیم می باشند.

Statement: Underlined numbers are direct effects and other numbers are indirect effects.

نتیجه‌گیری:

بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال با صفات بیوماس، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه(جدول ۳)، در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی با صفات بیوماس، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه بارور و شاخص برداشت(جدول ۴) و در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد با صفات بیوماس، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و ارتفاع بوته(جدول ۵)، همبستگی مثبت و معنی داری دارد. همچنین نتایج رگرسیون گام به گام (جدول ۶) نشان داد که صفات مهم در عملکرد دانه، به ترتیب اهمیت در شرایط آبیاری نرمال، بیوماس و شاخص برداش، در شرایط قطع آبیاری از ساقه

رفتن تا گلدهی، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله، ارتفاع گیاه، و وزن تک دانه و در شرایط قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد بیوماس، شاخص برداشت، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه بارور می‌باشند. تجزیه مسیر نشان داد که در دو شرایط آبیاری نرمال و قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد(جدول ۷و۸)، صفت بیوماس بیشترین تاثیر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد درحالیکه در شرایط قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی (جدول ۹)، بیشترین تاثیر مستقیم مربوط به صفت تعداد دانه در سنبله می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آبیاری نرمال برای دستیابی به عملکرد بالا می‌توان از صفات بیوماس و شاخص برداشت استفاده کرد ولی در شرایط تنش کمبود آب (قطع آبیاری از ساقه رفتن تا گلدهی و قطع آبیاری از گلدهی تا پایان دوره رشد) افزایش تعداد دانه در سنبله و بیوماس مهمترین را برای افزایش عملکرد دانه هستند.

References

فهرست منابع

آقاجانلو. ع.، م. مقدم. ۱۳۸۷. مدل تجزیه علیت مرحله‌ای برای تعیین رابطه بین عملکرد و برخی صفات زراعی در گندم تحت شرایط مختلف رطوبتی، پژوهش نامه کشاورزی، جلد ۱، پیش شماره ۱.

آقایی سربرزه. م.، ا. امینی. ۱۳۹۰. تنوع ژنتیکی صفات زراعی در کلکسیون ژنوتیپ‌های بومی گندم نان ایران، مجله به نژادی نهال و بذر) ۱(۲۷، ۵۸۱-۵۹۹.

امام. یحیی.، ع. رنجبری، م.ج. بحرانی. ۱۳۸۶. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم تحت تاثیر تنش خشکی پس از گلدهی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم، شماره اول(ب).

پاکنژاد. ف.، س. وزان، ف. گلزردی، م. نصری، د. حبیبی. ۱۳۸۷. تجزیه و تحلیل همبستگی، رگرسیون و علیت برای عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت در تیمارهای مختلف تنش خشکی و روش‌های مختلف آبیاری، مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد۴، شماره ۲، ۱۱۰-۸۹.

دهقان. ع.، م. خدارحمی، ا. مجیدی هروان، ف. پاکنژاد. ۱۳۹۰. تنوع ژنتیکی صفات مورفو لوژیکی و فیزیولوژیکی در لاین‌های گندم دوروم، مجله به نژادی نهال و بذر، جلد۲۷-۱، شماره ۱.

شعایی حسینی. م، م. فارسی، س. خاوری خراسانی. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش کمبود آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت، مجله دانش کشاورزی، جلد ۱۸، شماره ۱، ۷۱-۸۵.

صفایی چایی کار. ص.، ح. سمیع زاده، ب. ربیعی، م. اصفهانی. ۱۳۸۸. همبستگی صفات زراعی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش رطوبتی در برنج (*Oryza sativa* L.)، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال سیزدهم، شماره ۴۸.

فیاض. ف.، ر. طالبی. ۱۳۸۸. تعیین روابط میان عملکرد و برخی از اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از تجزیه علیت، مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد۷، شماره۱.

گل پرور. ا.، ح. مدنی، م. رسولی. ۱۳۸۶. ارتباط بین عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی، یافته‌های نوین کشاورزی، سال دوم، شماره ۲.

محمدی. ع.، ا. مجیدی، م.ر. بی همتا، ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۵. ارزیابی تنش خشکی برروی خصوصیات زراعی مورفولوژیکی در تعدادی از ارقام گندم، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۳۷.

مرادی. م، م. سلطانی حویزه، م. معتمدی. ۱۳۸۹. تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در برخی ارقام گندم، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال دوم، شماره۲.

مسعودی. ب.، م. ر. بی همتا، ح. ر. بابایی، س. ع. پیغمبری. ۱۳۸۷. ارزیابی روابط بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با برخی از صفات مهم زراعی در سویا به وسیله تجزیه علیت، مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۳۹، شماره۱.

هلالی سلطان آباد. ف.، ح. کاظمی، د. تقوی، ع. نورآبادی، ج. اجلی. ۱۳۸۸. بررسی روابط تعدادی از صفات مهم زراعی توده‌های مختلف گندم مناطق سردسیر با عملکرد با استفاده از تجزیه علیت، مجله دانش نوین کشاورزی، سال پنجم، شماره ۱۶.

Aycicek, M., T. Yildirim. 2006. Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes, Pak. J. Bot., 38(2): 417-424.

Ahmadizadeh, M., H. Shahbazi, M. Valizadeh, M. Zaefizadeh. 2011. Genetic diversity of durum wheat landraces using multivariate analysis under normal irrigation and drought stress conditions, African Journal of

Agricultural Research Vol. 6(10), pp. 2294-2302.

Khayatnezhad, M., M. Zaefizadeh, R. Gholamin, S. Jamaati-e-Somarin.2010. Study of Genetic Divercity and Path Analysis for Yield in Durum Wheat Genotypes under Water and Dry Conditions, World Applied Sciences Journal, 9(6), 655-665.

Leilah, A.A., S.A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions, Journal of Arid Environments, 61, 483–496.

Mollasadeghi, V., A.A. Imani, R. Shahryari, M. Khayatnezhad. 2011. Correlation and Path Analysis of Morphological Traits in Different Wheat Genotypes under End Drought Stress Condition, Middle-East Journal of Scientific Research 7 (2): 221-224.

Mohammad, T., S. Haider, M. Amin, M.I. Khan, R. Zamir. 2005. Path Coefficient and Correlation Studies of Yield and Yield Associated Traits in Candidate Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines, Suranaree J. Sci. Technol. 13(2):175-180.

Noorka, I.R., S.A. Shahid, S. Rouf. 2010. Principal Component Analysis for Soil Conservation Tillage vs Conventional Tillage in Semi Arid Region of Punjab Province of Pakistan, Journal of Earth Sciences, 3, 204-208.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۶۷-۵۷

نحوه توارث برخی صفات مرتبط با مقاومت به سن گندم با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها در گندم نان

Inheritance of Some Traits Associated With Resistance to Sunn Pest (*Eurygaster integriceps*) by Generation Mean Analysis in Bread Wheat

محمد ضابط[۱]، خداداد مصطفوی*[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۷

چکیده

به منظور مطالعه ژنتیکی مقاومت به سن گندم (Eurygaster integriceps) در گندم نان رقم مقاوم فلات(P1) و رقم حساس سرداری(P_2) تلاقی داده شدند و نسل‌های حاصل از خودگشنی (F_1, F_2) و نسل‌های حاصل از تلاقی برگشتی (BC_1 و BC_2) آنها بدست آمد. والدین به همراه نسل‌های F_1, F_2, BC_1 و BC_2 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج کشت و برای مقاومت به سن گندم مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزنی نشان داد که در تمامی صفات به استثنای وزن دانه‌های سن‌زده بین شش نسل مختلف تفاوت معنی‌داری وجود دارد. تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس مشترک نشان داد که در مقاومت به سن گندم اجزای افزایشی، غالبیت و اپیستازی نقش دارد لیکن اجزای افزایشی مهمتر از غالبیت و اپیستازی می‌باشد. در صفت درصد سن‌زدگی به عنوان مهمترین صفت موثر در مقاومت، اجزای افزایشی(d)، غالبیت(h)، افزایشی×افزایشی(i) و غالبیت × غالبیت(l) مهمتر از سایر اجزا بودند.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، تجزیه میانگین نسل‌ها، عمل ژن، مقاومت.

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه بیرجند- دانشکده کشاورزی - گروه زراعت و اصلاح نباتات،ایران.
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، البرز، ایران.
* مسئول مکاتبات: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

گندم بوسیله حشرات مکنده که عموماً زنبورها نامیده می‌شوند آسیب می‌بینند و این آسیب خسارت اقتصادی قابل توجهی را به آسیابانان و نانوایی‌ها وارد می‌کند (Lorenz and Meredith, 1988). سن گندم مهمترین آفت کلیدی است که تهدیدی اساسی برای تولید گندم و به مقدار کمتر برای تولید جو ایجاد می‌کند.سن‌های گندم مجموعه‌ای از زنبورهای واقعی می‌باشند که متعلق به جنس Eurygaster, Aelia, Carpocoris و Dolycoris می‌باشند.گونه Eurygaster integriceps puton احتمالاً یکی از مهمترین گونه‌های سن در ایران و کشورهای همسایه از قبیل افغانستان، عراق، لبنان، پاکستان، سوریه، اردن، ترکیه، آلمان، اسپانیا، جنوب روسیه و مجارستان می‌باشد و سالانه خسارت قابل توجهی به این محصول پر ارزش وارد می‌کند.

(Moore, 1998; Kinaci and Kinaci, 2004; Rassipour et al., 1996)

هم پوره‌ها و هم حشرات بالغ سبب خساراتی به گیاه می‌شوند و عملکرد و کیفیت را بوسیله تغذیه از برگ‌ها، ساقه‌ها و دانه‌ها کاهش می‌دهند. علاوه بر اثر مستقیم در عملکرد همچنین حشره موادی شیمیایی را به گیاه تزریق می‌کند که اساساً کیفیت پخت خمیر را کاهش می‌دهد. گندم خسارت دیده با یک ساختار پروتئینی تخریب شده بواسطه عمل بعضی ازپروتئینازهای تزریق شده مشخص می‌گردد.هجوم سن که می‌تواند منجر به از دست رفتن ۱۰۰ درصد محصول گردد سالانه در حدود ۱۵ میلیون هکتار از اراضی دنیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد.سالانه در حدود ۴۰ میلیون دلار صرف خرید آفت کش‌ها می‌گردد.به عنوان مثال سالانه در حدود ۱/۵ میلیون هکتار در ایران و ترکیه، ۲۴۰ هزار هکتار در افغانستان و ۲۰۰ هزار هکتار در سوریه بر علیه این آفت سمپاشی صورت می‌گیرد.علاوه بر هزینه بالای مواد شیمیایی حشره‌کش‌ها برای تعادل طبیعت، سلامتی انسان، کیفیت آب و حیات وحش و به طور کل محیط طبیعی یک خطر محسوب می‌شود (Bouhssini et al., 2002; Kretovich, 1944).

در زمینه مقاومت میزبان نسبت به سن گندم کارهای محدودی در دنیا انجام شده است و اکثر کارهای انجام شده متعلق به ایران می‌باشد.بهرامی نژاد و همکاران (۱۳۸۱) با مطالعه روی پنج رقم گندم با استفاده از تجزیه دی آلل، رقم رشید و هیبریدهای نوید × سرداری و رشید × سرداری را بعنوان بهترین رقم و هیبرید جهت افزایش مقاومت در گندم با توجه به درصد افزایش وزن سن گندم معرفی کردند.

در مطالعه‌ای دیگر مصطفوی و همکاران (۱۳۸۴) از طریق تجزیه ژنتیکی عملکرد و صفات وابسته در گندم نان به این نتیجه رسیدند که برای صفات طول سنبله و وضعیت ریشک اثرهای افزایشی و غالبیت و برای دیگر صفات (درصد سن‌زدگی و صفات وابسته با آن) انواع اپیستازی مخصوصاًاثرهای افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت مهمترین عوامل کنترل توارث می‌باشند.

عبدالله واریته‌های گندم را برای مقاومت به سن در استان نینوا درعراق تحت شرایط طبیعی مورد ارزیابی قرار داد. واریته Intesar با متوسط ۴/۹ و ۶/۱ سن بالغ در متر مربع در طی دو فصل به عنوان حساسترین واریته و واریته Karonia با ۰/۶ و ۰/۵ سن بالغ در متر مربع در طی دو فصل به عنوان مقاوم ترین واریته شناخته شد.این واریته عملکرد بالاتری نسبت به واریته‌های دیگر نیز داشت (Abdullah, 2007).

با توجه به مطالب فوق مبازره با سن گندم از طریق روش‌های سالم‌تر مثلاً تشخیص و ایجاد مقاومت میزبان کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. ایجاد مقاومت در یک رقم نیاز به شناخت ژنتیکی کافی از آن رقم و روشی که آن صفت کنترل می‌گردد دارد. در تجزیه ژنتیکی صفتی مانند درصد سن‌زدگی و یا سایر صفات وابسته به مقاومت در برابر سن‌زدگی با توجه به کمی بودن آنها نمی‌توان از روش‌های استانداردی که برای تجزیه صفات با اثرهای عمده ژنی کمک گرفت؛زیرا بررسی تفکیک پلی ژن‌ها

به صورت منفرد میسر نمی‌باشد (نجفی میرک، ۱۳۷۶؛ مصطفوی و همکاران ۱۳۸۴، Fatehi et al, 2009).در این مورد می‌بایست به درجه شباهت یا تفاوت میان فامیل‌ها و افراد خویشاوند توجه نمودو پارامترهای آماری نظیر میانگین، واریانس، رگرسیون و همبستگی را مورد استفاده قرار داد.

(Mather and Jinks, 1977; Mather and Jinks, 1982; Dabholker, 1992)

چنانچه یک صفت کمی در تعدادی از افراد یک فامیل خاص بررسی شود میانگین فنوتیپی و واریانس بین افراد حاصل عمل مشترک ژن‌ها، محیط و اثر متقابل بین این دو می‌باشد. از آنجایی که فامیل‌های مختلف دارای ژنوتیپ‌های متفاوتی هستند لذا میانگین و واریانس‌های متفاوتی نیز دارند. برای تعیین سهم ژنتیکی در میانگین و واریانس فامیل‌ها می‌توان از مدل‌های ساده‌ای که به طور مناسب اطلاعات را توضیح می‌دهند استفاده نمود.در عمل فامیل‌های زیادی وجود دارند اما برای راحتی کار می‌توان از شش نسل پایه یعنی P_1 ،BC_2وP_2, F_1, F_2,BC_1 استفاده کرد. چنانچه از میانگین این نسل‌ها استفاده گردد تجزیه میانگین نسل‌ها و چنانچه از واریانس آنها استفاده گردد تجزیه واریانس نسل‌ها گویند(Kearsey and Pooni,1996). مطالعه کنونی با هدف افزایش دقت گزینش،ارزیابی طرز عمل ژن‌های کنترل کننده مقاومت به سن گندم و اجزای مرتبط با آن، برآورد وراثت پذیری عمومی وخصوصی ودرجه غالبیت صفات مرتبط با سن‌زدگی از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها در گندم نان صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش مورد نظر در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام گردید. در این تحقیق بر اساس تحقیقات گذشته از دو والد فلات (مقاوم) و سرداری (حساس) استفاده شد (نجفی میرک، ۱۳۷۶؛ رضابیگی، ۱۳۷۹؛ مصطفوی و همکاران، ۱۳۸۴). دو والد مورد نظر تلاقی و F_1 آنها بدست آمد. متعاقباً در سال بعد نسل F_2و نسل‌های حاصل از تلاقی برگشتی (BC_1, BC_2) بدست آمد. کلیه نسل‌های مورد نظر جهت انجام تجزیه میانگین نسل‌ها در طرح بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار کاشته شدند.

از والدین و F_1دو خط در هر تکرار، از BC_1و BC_2 در هر تکرار شش خط و از نسل F_2 در هر تکرار ۱۵ خط به طول دو متر و با فاصله ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط نیم‌متر کشت گردید. پنج ساقه (دارای پنج سنبله) از یک گیاه قبل از ظهور پوره‌های سن دوم در مزرعه درون قفس‌ها قرار گرفت. طول این قفس‌ها به اندازه یک و نیم متر بود که ۱ متر وسط آن از جنس توری فلزی و ۲۵ سانتی‌متر بالا و پایین آن از جنس توری پارچه‌ای بود. در وسط هر قفس یک چوب قیم به طول ۲ متر قرار می‌گرفت. با استفاده از پنبه و قسمت پارچه‌ای قفس‌ها پنج ساقه مورد نظر به قفس و چوب قیم بسته شد. انتهای این قفس‌ها نیز تا زمان ریختن سن‌های پرورش داده شده در آزمایشگاه جهت جلوگیری از ورود هر گونه آفت احتمالی بسته شد. برای والدین، نسل F_1 و نسل F_2یک قفس در هر خط و برای نسل‌های تلاقی برگشتی دو قفس در هر خط به کار گرفته شد.با توجه به تعداد متفاوت خطوط کشت تعداد متفاوتی از قفس‌ها در این آزمایش به کاررفت. در مجموع ۶ قفس برای والدین و نسل F_1،۳۶ قفس برای BC_1 و BC_2و ۴۵ قفس برای نسل F_2 در آزمایش استفاده شد.

جهت پرورش پوره‌های سن، از مزارع منطقه کرج سن‌های مادر جمع آوری گردید و از آنها تخم به دست آمد که این تخم‌ها پس از تفریخ، پوره‌های مد نظر ما را تولید نمودند. در اواخر مرحله شیری شدن و اوایل مرحله خمیری شدن گندم و همزمان با ظهور پوره‌های سن سه در آزمایشگاه تعداد پنج عدد پوره سن سه در هر قفس رها شد. بعد از رسیدن گندم و تغذیه پوره‌ها سنبله‌های داخل هر قفس جداگانه برداشت و صفات مرتبط با سن‌زدگی یادداشت گردید. صفات مورد اندازه گیری عبارت بودند از: ۱- وزن کل دانه در سنبله‌های

سن‌زده (گرم): دانه‌های کلیه سنبله‌های جمع‌آوری شده از هر قفس توزین گردید. ۲- وزن پنج سنبله سن‌زده(گرم): پنج سنبله قرار گرفته در قفس‌ها پس از تغذیه سن گندم مورد توزین قرار گرفتند.۳- وزن دانه‌های سن زده (گرم): پس از بررسی چشمی کلیه دانه‌های جمع آوری شده از هر قفس دانه‌های سن‌زده و غیر سن‌زده از یکدیگر تفکیک گردید و سپس دانه‌های سن زده وزن شد. ۴-وزن ۵۰ دانه سن زده (گرم): ۵۰ دانه که کاملاً سن‌زدگی آنها مشهود بود شمارش و مورد توزین قرار گرفت. ۵- درصد سن‌زدگی: از طریق نسبت تعداد دانه‌های سن‌زده به کلیه دانه‌ها(سن‌زده و غیر سن‌زده) بدست آمد.

داده‌های حاصل از آزمایش در ابتدا از لحاظ یکنواختی واریانس و نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. سپس به منظور بررسی تفاوت بین نسل‌ها تجزیه واریانس وزنی صورت گرفت تا معلوم شود که بین نسل‌های مختلف در صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد یا نه.

$$D=4V_{F2}-2(V_{BC1}+V_{BC2})$$
$$F=V_{BC1}-V_{BC2}$$

که در فرمول‌های فوق "EW" جزء غیر ژنتیکی تنوع، "D" جزء افزایشی تنوع، "H" جزء غالبیت تنوع، "F" جزء افزایشی × غالبیت می‌باشند. مقادیر ۱/۲(H/D)و ۱/۲F/(D×H) به ترتیب نسبت غالبیت[1] و انحرافات غالبیت[2] در هر مکان ژنی را نشان می‌دهند (Kearsey and Pooni,1996). میزان توارث‌پذیری عمومی و خصوصی طبق روش وارنر برآورد شد (Warnner, 1952):

$$H^2_b = V_{F2} - (\sqrt{VP1 \times VP2}) / V_{F2} H^2n = 2V_{F2} - (V_{BC1} + V_{BC2}) / V_{F2}$$

در این فرمول‌هاH2b: وراثت‌پذیری عمومی،H2n: وراثت‌پذیری خصوصی،VF_2واریانس نسل F_2،VP1و VP_2: واریانس والدین، VBC_1 وVBC_2: واریانس نسل‌های بک‌کراس می‌باشند. جهت بررسی و آنالیزهای مورد نظر از از عکس واریانس میانگین به عنوان وزن استفاده شد. برای تجزیه میانگین نسل‌ها از مدل سه و ۶ پارامتری متر و جینکز استفاده شد(Mather and Jinks،1977):

$$Y=m+\alpha d+\beta h+\alpha^2 i+2\alpha\beta i+\beta^2 l$$

در مواردی که برازش داده‌ها با مدل سه پارامتری (m, [d], {h}) میسر نگردید. به پیشنهاد متر و جینکز مدل شش پارامتری به کار گرفته شد. سپس اجزای غیر معنی‌دار از مدل حذف گردید و دیگر اجزای معنی‌دار مجدداً از نظر برازش با مدل از طریق آزمون کای‌اسکوئر (χ^2) آزمایش شدند.

(Mather and Jinks, 1982; Kearsey and Pooni,1996)

برای تکمیل اطلاعات تجزیه واریانس نسل‌ها صورت گرفت. اجزای واریانس شامل اجزای افزایشی، غالبیت، اپیستازی (افزایشی × غالبیت) و محیطی به روش حداقل مربعات وزنی طبق متر و جینکز به صورت زیر محاسبه گردید (Mather and Jinks,1982):

$$Ew=1/4(V_{P1}+V_{P2}+2V_{F1})$$
$$H=4(V_{BC1}+V_{BC2}-V_{F2}-E_W)$$

نرم افزارهای EXCEL و MINITAB استفاده شد.

نتایج و بحث

۱- تجزیه واریانس وزنی صفات:

به منظور بررسی تفاوت بین نسل‌ها تجزیه واریانس وزنی صورت گرفت تا معلوم شود که آیا بین نسل‌های مختلف در صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد یا خیر(جدول یک). به استثنای صفت وزن دانه‌های سن‌زده در بقیه صفات بین نسل‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت، لذا به استثنای این صفت تجزیه میانگین نسل‌ها برای بقیه صفات صورت گرفت.

1. Dominance ratio
2. Dominance deviations.

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مختلف در تلاقی فلات ×سرداری در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

Table 1- Analysis of variance for different traits in Falat × Sardari crossin generation mean analysis for resistance to Sunn pest

Trait منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (df)	وزن کل دانه‌هادر سنبله سن‌زده Weight of total of seeds	وزن پنج سنبله سن‌زده Weight of five damaged spikes	وزن دانه‌های سن‌زده Weight of damaged seeds	وزن ۵۰ دانه سن‌زده Weight of 50 damaged seeds	درصد سن‌زدگی Damaged seedspercent
Replicationتکرار	2	0.28^{ns}	0.22^{ns}	5.8^{**}	0.83^{ns}	4.85^{**}
Generation نسل	5	2.5^{*}	2.7^{**}	0.7^{ns}	3.9^{**}	4.4^{**}
Eroorخطا	91	10.52	6.32	1.03	0.19	0.02

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

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

۲- بررسی میانگین و انحراف معیارهای صفات مختلف در تلاقی فلات×سرداری:

جدول شماره ۲ مقادیر میانگین و انحراف معیار صفات مختلف را در تلاقی فلات × سرداری نشان می‌دهد. با توجه به میانگین‌ها و انحراف معیارها ملاحظه می‌شود که والد مطلوب از لحاظ کاهش درصد سن‌زدگی یعنی والد فلات در کلیه صفات مقادیر بیشتری نسبت به والد سرداری را دارد. بنابراین والد فلات در جمیع صفات مرتبط با سن‌زدگی برتر از والد سرداری ظاهر گردید.

این نتایج با نتایج مصطفوی و همکاران (۱۳۸۴) و رضا بیگی(۱۳۷۹) مطابقت دارد.

جدول۲- مقادیر میانگین و انحراف معیار صفات مختلف در تلاقی فلات×سرداری در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

Table 2- Means and standard error for different traits in Falat × Sardari cross in generation mean analysis for resistance to Sunn pest.

نسل Generation	وزن کل دانههادر سنبله سن زده Weight of total of seeds	وزن ۵ سنبله سن زده Weight of five damaged spikes	وزن داانه سن زده Weight of damaged seeds	وزن ۵۰ دانه سن زده Weight of 50 damaged seeds	درصد سن زدگی Damaged seeds percent
P1	13.6±3.0	17.6±3.3	3.7±0.7	2.2±0.5	0.23±0.04
P2	7.7±1.50	10.1±2.9	1.5±0.7	1.1±0.3	0.45±0.05
F1	9.L8±1.8	14.3±3.0	1.6±0.8	1.5±0.4	0.32±0.03
F2	10.5±3.4	13.9±4.4	1.4±0.9	1.3±0/.8	0.26±0.11
Bc1	10.8±3.0	14.0±4.0	2.5±0.8	1.9±0.6	0.29±0.08
Bc2	8.9±2.90	4.13±3.9	1.9±0.8	1.4±0.7	0.49±0.09

۳-تجزیه همبستگی

با توجه به اهمیت بالای صفت درصد سن‌زدگی که سایر صفات را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد بایستی به همبستگی بین صفات مختلف با در صد سن‌زدگی توجه نمود تا اهمیت آن صفات در مقاومت به سن‌زدگی چه مثبت یا منفی ارزیابی گردد.جدول ۳ نتایج حاصل از همبستگی بین صفات مختلف را نشان می‌دهد.همانطور که از این جدول بر می‌آید بین درصد سن‌زدگی با صفات وزن ۵ سنبله سن زده و وزن دانه‌های سن‌زده همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. علت این امر می‌تواند به خاطر تغذیه اندک سن و یا فرو کردن نیش حشره در دانه گیاه باشد. با فرو کردن نیش سن در دانه و تزریق آنزیم‌های بزاقی حشره، گیاه خود را در معرض تنش می‌بیند و در نتیجه عکس‌العمل از خود نشان می‌دهد. واکنش گیاه می‌تواند به صورت افزایش مواد غذایی و آب به ناحیه آسیب دیده باشد.این امر منجر به ارسال آب و مواد غذایی بیشتر به دانه‌های سن‌زده گشته و در نتیجه وزن دانه‌های سن‌زده و متقابلاً وزن سنبله‌های سن‌زده را افزایش داده است. به هر حال شاید این نوع منبع تغذیه به هر دلیلی مورد علاقه سن نبوده و تغذیه از آن را به هر دلیلی رها کرده است. این نوع مقابله را می‌توان به عنوان یک مکانیسم در مقابله با حشرات در نظر گرفت که در بحث مقاومت به حشرات مطرح می‌گردد(نوری قنبلانی و همکاران، ۱۳۷۵).

۴- بررسی اجزای ژنتیکی میانگین نسل‌ها

نتایج حاصل از این تجزیه در جدول چهار آمده است. با توجه به جدول، در صفات وزن کل دانه‌ها در سنبله سن‌زده، وزن پنج سنبله سن‌زده و وزن ۵۰ دانه سن‌زده χ^2 در مدل سه پارامتری غیرمعنی دار و لذا مدل سه پارامتری کفایت می‌کند. برای صفت وزن ۵۰ دانه سن‌زده مدل m, d, I (میانگین، اثرهای افزایشی، اثرهای افزایشی × افزایشی) بهتر از بقیه بود و فقط اثرهای افزایشی و افزایشی × افزایشی در کنترل ژنتیکی صفت نقش داشت.

در خصوص دو صفت وزن کل دانه‌ها در سنبله سن‌زده و وزن پنج سنبله سن‌زده مدل m, d, h (میانگین، اثرهای افزایشی، اثرهای غالبیت) بهتر از بقیه بود و اثرهای افزایشی و غالبیت در کنترل صفات نقش داشتند. لیکن در هر سه صفت با توجه به بیشتر بودن پارامتر d اثر افزایشی مهمتر از غالبیت بوده است، لذا در این صفات گزینش تحت شرایط خودگشنی قابل تثبیت می‌باشد (Dabholker،1992).

در صفت درصد سن‌زدگی، با توجه به معنی‌دار بودن χ^2 در مدل‌های سه و چهار پارامتری این مدل‌ها کفایت نکردند. با توجه به معنی‌دار نبودن χ^2 در مدل پنج پارامتری این مدل کفایت نمود و لذا نتیجه‌گیری می‌شود که علاوه بر اثرهای افزایشی و غلبه اثرهای متقابل غیرآللی نیز نقش مهمی در کنترل ژنتیکی این صفات دارند. در صفت درصد سن‌زدگی بهترین مدل برازش یافته مدل پنج پارامتری m, d, h, i, l (میانگین، اثرهای افزایشی، اثرهای غالبیت، اثرهای افزایشی × افزایشی، اثرهای غالبیت × غالبیت) بود.این نتایج تا حدود زیادی با نتایج مصطفوی و همکاران(۱۳۸۴) مطابقت دارد. این محققین نیز در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم اثرات افزایشی، غالبیت و غالبیت × غالبیت و افزایشی × غالبیت را موثر تشخیص دادند.

با توجه به این مدل اثرهای افزایشی و غالبیت هر دو در کنترل ژنتیکی صفت نقش داشتند. در این صفت اثرهای افزایشی در جهت کاهش صفت و اثرهای غالبیت در جهت افزایش صفت عمل نمودند، بنابراین اثرهای افزایشی برای ما از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند.

اثرهای متقابل افزایشی ×ا فزایشی در صفت در صد سن‌زدگی باعث افزایش صفت و اثرهای غالبیت × غالبیت در صفات درصد سن‌زدگی باعث کاهش شدند. آنچه مسلم است این است که در صفت درصد سن‌زدگی اثرهای افزایشی، غالبیت، افزایشی × افزایشی و غالبیت × غالبیت همه تأثیر معنی‌داری را داشته‌اند لیکن اثرهای افزایشی در جهت کاهش صفت عمل نموده است. با توجه به آنکه مقادیر پارامتر [i]+[d]

به مقدار قابل توجهی بیشتر از اثرهای غالبیت نیست لذا بهبود صفت یعنی کاهش درصد سن‌زدگی و تثبیت آن در ارقام فقط در نسل‌های پیشرفته امکان پذیر می‌باشد. با توجه به متضاد بودن علامت‌های h و l اثرهای متقابل از نوع مضاعف می‌باشد و علامت مثبت برای h و علامت منفی برای l نشان می‌دهد که آلل‌های افزاینده صفت (افزایش درصد سن‌زدگی) غالب می‌باشد. با توجه به آنکه اپیستازی از نوع مضاعف می‌باشد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این امر می‌تواند تا حدودی باعث کاهش اندکی در واریانس نسل F_2 گردیده است. با توجه به مثبت بودن مقدار پارامتر h در صفت درصد سن‌زدگی و بزرگتر بودن واریانس BC_2 نسبت به واریانس BC_1 مجدداً نتیجه می‌گیریم که غالبیت در جهت افزایش صفت بوده است و لذا غالبیت برای ما ارزشی ندارد. به طور کلی با توجه به آن که در کنترل ژنتیکی صفت درصد سن‌زدگی و صفات وابسته با آن اثرهای افزایشی مهمتر از اثرهای غالبیت است لذا امکان کاهش درصد سن‌زدگی و اصلاح آن در نسل‌های پیشرفته وجود دارد. این نتایج با نتایج مصطفوی و همکاران(۱۳۸۴) و فاتحی و همکاران (Fatehi et al., 2009) مطابقت دارد. آنها نیز اثرات اپیستازی از سه نوع مختلف افزایشی × افزایشی، افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت مشاهده نمودند.

۵-بررسی اجزای ژنتیکی واریانس نسل‌ها:

جدول شماره ۵ اجزای واریانس ژنتیکی را نشان می‌دهد. در صفات وزن کل دانه‌ها در سنبله‌های سن‌زده،وزن پنج سنبله سن‌زده، وزن ۵۰ دانه سن‌زده و درصد سن‌زدگی مقدار پارامترD (واریانس ژنتیکی افزایشی) بیشتراز مقدار H (واریانس غالبیت) می‌باشد. لذا تفاوت هوموزیگوت‌ها بیشتر از انحراف هتروزیگوت‌ها از میانگین دو هوموزیگوت بوده است. چون D>H است لذا واریانس ژنتیکی افزایشی بیشتر از واریانس غالبیت در این صفات بوده و در نتیجه بهبود صفت از طریق روش‌های اصلاحی سنتی میسر می‌باشد. مقدار پارامتر واریانس افزایشی(D) بزرگتر از مقدار پارامتر اثرهای افزایشی(d) در کلیه صفات به استثنای درصد سن‌زدگی می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که ژن‌های کنترل کننده این صفات به صورت پراکنده می‌باشد و این امر باعث کوچک‌تر شدن اثرهای افزایشی نسبت به واریانس افزایشی شده است (Dabholker،1992).

علامت F که تابع خطی غالبیت است در صفات درصد سن‌زدگی و وزن ۵۰ دانه سن‌زده مثبت و هم علامت با h می‌باشد. لذا می‌توان استنتاج نمود که به طور کلی در این صفات ژن‌های با اثرهای مثبت غالب می‌باشند. علامت F برای صفات وزن دانه در سنبله سن‌زده و وزن پنج سنبله سن‌زده منفی و متضاد با علامت h می‌باشد؛ لذا نتیجه می‌گیریم که در این صفات هم ژن‌های با اثرهای مثبت و هم ژن‌های با اثرهای منفی غالب بوده است. به عبارت دیگر ژن‌های غالب اکثراً دو والدی می‌باشد. نتایج گرفته شده از این بحث نتایج تجزیه میانگین نسل‌ها را تأیید می‌نماید و با نتایج مصطفوی و همکاران(۱۳۸۴) تا حدودی وبا نتایج فاتحی و همکاران (Fatehi et al., 2009) کاملاً مطابقت دارد.

در کلیه صفات مقدار پارامتر۱/۲ (H/D) کمتر از ۱ بود که این پارامتر مجدداً سهم بیشتر واریانس ژنتیکی افزایشی را در این صفات مورد تأکید قرار می‌دهد. متفاوت بودن مقدار پارامتر F/(H×D)۱/۲ از ۱ برای کلیه صفات نشان می‌دهد که در کلیه صفات انحراف‌های غالبیت از یک مکان به مکان دیگر متفاوت است. با توجه به آنکه مقدار پارامتر F/(H×D)۱/۲ در صفت درصد سن‌زدگی تقریباً برابر با صفر است لذا نتیجه می‌گیریم که ژن‌های کنترل کننده صفت از لحاظ علامت و بزرگی متفاوت هستند.

بررسی توارث پذیری عمومی کلیه صفات نشان داد که وزن پنج سنبله سن زده با ۵۲ % کمترین توارث پذیری و صفت درصد سن‌زدگی با ۸۷ % بیشترین توارث پذیری را دارند. لذا با توجه به این تلاقی خاص می‌توان نتیجه گرفت که به طور کلی اکثر

صفات دارای توارث‌پذیری بالایی بوده‌اند و لذا بایستی در بهبود آن‌ها به خصوص صفت سن‌زدگی تلاش نمود.

بررسی توارث پذیری خصوصی کلیه صفات نشان می‌دهد که صفت وزن پنج سنبله سن‌زده با ۴۲ % کمترین توارث‌پذیری را داشته و صفت در صد سن‌زدگی با ۸۰ % بیشترین توارث پذیری را داشته است. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که تأثیر محیط در اکثر صفات ناچیز بوده است.مصطفوی و همکاران(۱۳۸۴) (در تلاقی سرداری × ۷۵) و فاتحی و همکاران (Fatefi, 2009) (در تلاقی لاین ۳۰ × لاین ۱۴ و تلاقی فلات × لاین ۳۰) نیز میزان وراثت پذیری بالایی را برای درصد سن‌زدگی گزارش نمودند.

تفاوت ناچیز بین وراثت پذیری خصوصی و عمومی نیز نشانگر اهمیت کم واریانس غالبیت در کنترل ژنتیکی صفت می‌باشد. در کل با نتایج بدست آمده از این تحقیق و با توجه به وراثت پذیری نسبتاً خوب صفت درصد سن‌زدگی و سایر صفات وابسته با آن و نقش بیشتر اثرهای افزایشی و واریانس افزایشی در کنترل ژنتیکی صفت درصد سن‌زدگی و سایر صفات وابسته با آن می‌توان به ایجاد ارقام مقاوم‌تر از لحاظ درصد سن‌زدگی امیدوار بود.

جدول ۳- تجزیه همبستگی صفات مختلف در تلاقی فلات×سرداری در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

Table 3- Corrrelation analysis of differernt traits in Falat × Sardari cross in generation mean analysis for resistance to Sunn pest.

صفت	وزن کل دانهها در سنبله سن زده	وزن ۵ سنبله سن زده	وزن دانه های سن زده	وزن ۵۰ دانه سن زده	درصد سن زدگی
	Weight of total of seeds	Weight of five damaged spikes	Weight of damaged seeds	Weight of 50 damaged seeds	Damaged seeds percent
وزن کل دانه هادر سنبله سن زده Weight of Total of Seeds	1	0.35*	0.20	0.19	0.25
وزن ۵ سنبله سن زده Weight of five Damaged Spikes		1	-0.11	-0.26*	0.50*
وزن دانه های سن زده Weight of damaged seeds			1	0.18	0.73**
وزن ۵۰ دانه سن زده Weight of 50 Damaged Seeds				1	-0.20
درصد سن زدگی Damaged Seeds Percent					1

جدول ۴- اجزای ژنتیکی میانگین صفات مختلف در تلاقی فلات × سرداری در تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

Table 4- Genetic components of mean for different traits in Falat× Sardari crossin generation mean analysis for resistance to Sunn pest.

صفت(Trait) / پارامتر (Parameter)	میانگین [m]	افزایشی [d]	غالبیت [h]	افزایشی×افزایشی [i]	افزایشی × غالبیت [j]	غالبیت × غالبیت [l]	χ^2
وزن کل دانه ها در سنبله سن زده Weight of total of seeds	10.5+0.4**	2.7+0.4**	-1.7+0.7**	-	-	-	1.3
وزن ۵ سنبله سن زده Weight of five damaged spikes	13.8+0.6**	3.6+0.6**	0.3+0.1**	-	-	-	2.5
وزن ۵۰ دانه سن زده Weight of 50 damaged seeds	1.9+0.1**	0.6+0.05**	-	0.8+0.1**	-	-	2.9
در صد سن زدگی Damaged seeds percent	0.34+0.1**	-1.1+0.01**	1.3+0.2**	0.6+0.1**	-	-0.8+0.1**	0.2

جدول۵- اجزای ژنتیکی واریانس در تلاقی فلات × سرداریدر تجزیه ژنتیکی مقاومت به سن گندم

Table 5- Genetic components of variance for different traits in Falat × Sardari crossin generation mean analysis for resistance to Sunn pest

پارامترها Parameters صفت Trait	واریانس محیطی **E**	واریانس افزایشی **D**	واریانس غالبیت **H**	**F**	$(H/D)^{1/2}$	$F/(H\times D)^{1/2}$	وراثت پذیری عمومی H^2_n	وراثت پذیری خصوصی H^2b
وزن دانه در سنبله سن زده Weight of total of seeds	4.5	11.4	5.7	-0.6	0.7	-0.07	0.50	0.65
وزن پنج سنبله سن زده Weight of five damaged spikes	9.5	16.8	8.1	-0.8	0.7	-0.07	0.42	0.52
وزن ۵۰ دانه سن زده Weight of 50 damaged seeds	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	0.5	0.71	0.81
در صد سن زدگی Damaged seedspercent	0.0	0.02	0.004	0.002	0.42	0.2	0.80	0.87

References

فهرست منابع

بهرامی‌نژاد، ص.، قنادها، م. ر.، فرشادفر،ع. و عبدالهی،غ. ۱۳۸۱. بررسی ژنتیکی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم نسبت به سن گندم(Eurygaster integriceps Put). چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران- کرج.

رضابیگی، م. ۱۳۷۹. بررسی مکانیسمهای مقاومت ارقام گندم نسبت به سن گندم (Eurygaster integriceps Put) و رابطه آن با زیر واحدهای گلوتنین و نشاسته اندوسپرم با میزان مقاومت. رساله دکتری حشره شناسی کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات.

مصطفوی، خ.، حسین زاده، ع. ه.، زینالی، ح. و خالو باقری،م. ۱۳۸۴. مطالعه ژنتیکی مقاومت به سن (Eurygaster integriceps Put) درگندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد۳۶،شماره۲ ص ۳۴۱-۳۵۱.

نجفی میرک، ت. ۱۳۷۶. بررسی ژنتیکی مقاومت گندم به سن (E. integriceps). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

نوری قنبلانی، ق.، حسینی، م. و یغمایی، ف. ۱۳۷۵. مقاومت گیاهان به حشرات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Abdullah, S. I.2007. Screening ofwheat varieties inNineveh province,Iraq. Sunn PestManagement, A Decade of Progress. 1994-2004.

Bouhssini, M. E., Canhilal, R., and Hassan, A. W. 2002. Integrated Management of Sunn Pest: A Safe Alternative to Chemical Control.

Dabholker. A.R. 1992. Elements of Biometrical Genetics.Published and Printed by Ashok Kumar Mittal. Concept Publishing Company.1st Ed.

Fatehi, F., Bihamta, M.R., and Zali, A. A. 2009. Genetics of resistance to Sunn pest (Eurygaster integriceps Put) in bread wheat. Asian Journal of Plant Science. 3 pp.

Kearsey, M. J., and Pooni, H.S. 1996. The genetically analysis of quantitative traits.London: Chapman & Hall, 1996. 352pp.

Kinaci, E., and Kinaci, G. 2004. Quality and yield losses due to Sunn pest (Hemiptera: Scutellaridae) in different wheat types in Turkey. Field Crops Research: 89: 187-195.

Kretovich, V. L. 1944. Biochemistry of the damage to grain by wheat bug. CerealChem. 21:1-16.

Lorenz, K., and Meredith, P. 1988. Insect-damaged wheat effects on starch characteristics. Starch 40:136-139.

Mather, K., and Jinks, J. L. 1977. Introduction to Biometrical Genetics. Cornell University Press, Ithaca

Mather, K., and Jinks, J. L. 1982. Biometrical genetics. 3rd edition. Chapman & Hall, London, 396 pp.

Moore, D. 1998. Control of Sunn pests, particularly Eurygaster integriceps put. (Hemiptera,Scutellaridae): the role of mycoinsecticides in management schemes. The Proceedings of the First Workshop of Integrated Sunn Pest Control. Ankara, Turkey.

Rassipour, A., Radjabi, G., and Esmaili, M. 1996. The Islamic Republic of Iran, Sunn pests and their control in the Near East. Plant Product and Protec. Paper 138, pp. 85-90.

Warner, J. N. 1952. A method for estimating heritability. Agron. J. 44: 427-430.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۷۹-۶۹

تجزیهQTL برای مقاومت به سن گندم با استفاده از نشانگرهای SSR و AFLP در گندم نان

QTL Analysis for Resistance to Sunn pest (*Eurygaster integriceps*) in Bread Wheat using SSR and AFLP Markers

محمد ضابط*[۱]، خداداد مصطفوی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۰

چکیده

گندم بوسیله حشرات مکنده که عموماً سن‌ها می‌باشند خسارت می‌بیند و این خسارت ضرر و زیان مهمی را به کشاورزان و نانوایی‌ها وارد می‌کند. سن معمولی گندم مهمترین آفت کلیدی در ایران است. یکی از روش‌های مناسب برای کاهش جمعیت سن گندم در برنامه‌های مدیریت این آفت استفاده از ارقام مقاوم است. به منظور مکان یابی QTLهای مقاومت به سن گندم و تعیین سهم هر QTL در تبیین تنوع فنوتیپی صفات مرتبط با سن زدگی، ۱۴۰ خانواده$F_{2:3}$ حاصل از تلاقی بین رقم فلات (مقاوم) و لاین ۱۲ (حساس) مورد بررسی قرارگرفتند. صفات مورد مطالعه عبارت از وزن ۵ سنبله سن زده، وزن دانه‌های سن زده، وزن ۵۰ دانه سن زده و درصد سن‌زدگی بود. نقشه پیوستگی شامل ۳۵ نشانگر SSR و ۶۸ نشانگر AFLP بود. تجزیه پیوستگی نشانگرها را به ۲۷ گروه پیوستگی منتسب کرد.طول کل نقشه ژنومی ۸۷۵/۶ سانتی مورگان محاسبه گردید و متوسط فاصله بین نشانگرها ۱۲/۹ سانتی مورگان به دست آمد. برای درصد سن زدگی به عنوان مهمترین صفت موثر در مقاومت به سن زدگی، چهار QTL شناسایی شد که در مجموع ۴۴ % از تغییرات فنوتیپی صفت را تبیین نمودند. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان به شناسایی صفات مرتبط با مقاومت به سن گندم با استفاده از تجزیه QTL امیدوار بود.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، تجزیه QTL,SSR, AFLP

۱ – دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بیرجند، ایران.
۲ – دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه اصلاح نباتات، کرج، ایران
* مسئول مکاتبات: m_zabet2000@yahoo.com

مقدمه

سن گندم یا *Eurygaster integriceps put.* با نام عمومی Sunnpest، غالباً از دانه‌ها و به مقدار کمی از برگ‌ها و ساقه‌ها تغذیه می‌کند. این حشره سمی را به داخل دانه‌ها تزریق می‌کند که باعث بوی نامطبوع در آرد می‌شود و در نتیجه کیفیت پخت آرد را کاهش می‌دهد. زمانی که دانه گندم در مرحله شیری مورد حمله واقع می‌شود اکثر محتویات آن ممکن است بوسیله حشره مکیده شود که این باعث کاهش معنی‌داری از وزن هزار دانه گندم و عملکرد می‌شود.

(Karababa and Nazmi Ozan, 1998; Mostafavi et al., 2005; Rashwani and Cardona, 1984; Rosel et al. 2002; Waage, 2000).

اگر آرد گندم خسارت دیده برای ساخت نان مورد استفاده قرار گیرد خمیر تمایل به آبکی شدن و چسبیده شدن را دارد که در نتیجه یک نان با حجم کم و بافت ضعیف تولید می‌کند. در غیاب کنترل، آلودگی می‌تواند باعث از دست رفتن ۱۰۰ درصد محصول شود (Miller and Morse, 1996; Waage, 2000).

در زمینه مقاومت نسبت به سن گندم کارهای اندکی انجام که بیشتر این کارها در کشور ایران صورت گرفته است. نجفی‌میرک (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای روی شش رقم گندم تجاری و هیبریدهای آنها با استفاده از تجزیه دای‌آلل نشان داد که رقم فلات باکمترین اثر ترکیب پذیری عمومی و هیبرید بزوستایا × گلستان با کمترین اثر ترکیب پذیری خصوصی برای خسارت خوشه به ترتیب بعنوان بهترین والد ترکیب شونده و بهترین هیبرید برای افزایش مقاومت می‌باشند. نامبردگان با تجزیه دای‌آلل به روش هیمن دریافتند که اثر غیرافزایشی ژن برای کنترل مقاومت در برابر خسارت خوشه بیشتر از اثر افزایشی ژن می‌باشد در حالی که برای کنترل مقاومت در برابر سن‌زدگی دانه اثر غیرافزایشی تفاوت چندانی با اثر افزایشی نداشت. همچنین اثر غیر افزایشی ژن برای کنترل خسارت خوشه از نوع فوق غالبیت و برای سن‌زدگی دانه از نوع غالبیت کامل بود (Najafi Mirak, 1997).

مصطفوی و همکاران (۲۰۰۵) از طریق تجزیه ژنتیکی عملکرد و صفات وابسته در گندم نان به این نتیجه رسیدند که برای صفات طول سنبله و وضعیت ریشک آثار افزایشی و غالبیت و برای دیگر صفات انواع اپیستازی مخصوصا آثار افزایشی × غالبیت و غالبیت × غالبیت مهمترین عامل کنترل توارث شناخته شد (Mostafavi et al., 2005).

رضابیگی (۲۰۰۷) بیست لاین گندم نان و ۲۳ لاین گندم دوروم را برای مقاومت به پوره‌های سن مورد ارزیابی قرار داد. اختلاف معنی‌داری از لحاظ صفات درصد کاهش وزن دانه‌ها، میزان مرگ پوره‌ها و کل عملکرد وجود نداشت اما درصد خسارت دانه‌ها در گندم دوروم کمتر از گندم زراعی بود و اختلاف معنی‌داری بین گندم‌های دوروم و زراعی مشاهده شد (Rezabeigi, 2007). تاکنون پیشرفت‌های خیلی کمی در جهت استفاده از مقاومت گیاهان میزبان در مقابل سن در دنیا به دست آمده است. علت این امر می‌تواند در کنار پایه ژنتیکی باریک گندم برای مقاومت در مقابل این آفت وجود مشکلات زیاد در غربال ژنوتیپ‌های مقاوم در مزارع به وسیله اسپری هوایی حشره‌کش‌ها برای انواع ژنوتیپ‌ها اعم از مقاوم و حساس باشد (Bouhssini, 2007). پیشرفت‌های سریع در زمینه بیوتکنولوژی گیاهی در دو دهه اخیر به طور اساسی منابع ژن‌های حشره‌کش را توسعه داده و دری برای انتقال این ژن‌ها از گیاه و منابع غیر گیاهی به گیاه زراعی را باز نموده است (Linscott et al., 2001). در این ارتباط استفاده از نشانگرهای مولکولی در به حداقل رساندن خطاها و زمان‌های تلف شده در ارزیابی‌ها بسیار سودمند خواهد بود. RFLP ها، AFLP ها، RAPDها و SSRها برای تعیین نقشه ژنتیکی و شناسایی صفات مقاومت به حشرات به کار می‌روند.

(Marais et al., 1994; Rosell, 2002; Smith et al., 1999; Venter and Botha, 2000)

QTLهای شناسایی شده در گیاهان مختلف زراعی بهبود مقاومت را با اصلاح بر اساس نشانگر افزایش داده است.

(Bohn et al., 1996; Bohn et al., 1997; Groh et al., 1998; Quisenberry and

Clementb, 2002; Khairallah et al.,1998; Smith, 1989)

با توجه به اینکه تاکنون در زمینه شناسایی QTLهای مقاومت به سن زدگی هیچ گونه گزارشی دریافت نشده است لذا این مطالعه به منظور شناسایی QTLهای دخیل در مقاومت به سن زدگی، تعیین نوع عمل ژن‌های کنترل کننده، تعیین سهم هر QTL در تنوع فنوتیپی صفت مربوطه و مطالعه اثرات متقابل اثرات ژنتیکی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی مورد استفاده شامل نسل‌های F_2 و F_3 حاصل از تلاقی رقم فلات به عنوان والد مقاوم و لاین ۱۲ با شجره (Chirya.3)به عنوان والد حساس به سن‌زدگی بود. برای انجام تجزیه QTL از نسل F_2:۳ استفاده گردید. از نسل F_2 برای ارزیابی ژنوتیپی و از نسل F_3 برای ارزیابی فنوتیپی استفاده گردید.

ارزیابی ژنوتیپی

نمونه برگی از ۱۴۰ فرد F_2 برداشت و DNAی ژنومی به روش CTAB استخراج شد.(Anonymous, 2009) کمیت و کیفیت DNA با استفاده از اسپکتروفوتومتر و ژل آگارز ۰/۸ درصد تعیین گردید. جهت بررسی چند شکلی والدین از ۱۷۰ نشانگر SSR استفاده شد. ۳۵ آغازگر چند شکل بین والدین برای غربال جمعیت استفاده شد. در نشانگر AFLP از دو آنزیم برشی MseI و PstI استفاده گردید که از مجموع ۵۸ ترکیب آغازگری ۲۰ ترکیب آغازگری بر روی والدین دارای چند شکلی بودند که این نشانگرهای دارای چند شکلی برای غربال جمعیت بکار گرفته شدند. ۲۰ ترکیب آغازگری ۶۸ نشانگر AFLP را تولید نمودند.

ارزیابی فنوتیپی

از خانواده F_3 برای ارزیابی فنوتیپی استفاده شد. طرح مورد نظر به صورت آگمنت اجرا شد و از سه رقم فلات، آزادی و لاین ۱۲ به عنوان شاهد استفاده گردید. در کل ۶ بلوک و در هر بلوک ۲۵ خانواده F_3 به همراه سه شاهد و والدین کشت گردید. ۵ ساقه از یک گیاه از یک خط قبل از ظهور پوره‌های سن دوم در مزرعه درون قفس‌های آلومینیومی که در ابتدا و انتهای آن پارچه‌های توری بود قرار گرفت. با استفاده از پنبه و قسمت پارچه‌ای قفس‌ها این ساقه‌ها به قفس و چوب قیم بسته شد. انتهای قفس‌ها نیز تا زمان ریختن سن‌های پرورش داده شده در آزمایشگاه جهت جلوگیری از هر گونه آفت احتمالی بسته شد. با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای دو قفس در هر خط به کارگرفته شد. جهت پرورش پوره‌های سن؛ از مزارع منطقه کرج سن‌های مادر جمع آوری گردید و از آنها تخم به دست آمد که این تخم‌ها پس از تفریخ پوره‌های مورد نظر ما را تولید نمودند. در اوخر مرحله شیری شدن و اوایل مرحله خمیری شدن گندم و همزمان با ظهور پوره‌های سن سه در آزمایشگاه تعداد ۵ عدد پوره سن ۳ در هر قفس رها شد. بعد از رسیدن گندم و تغذیه پوره‌ها سنبله‌های داخل هر قفس جداگانه برداشت و صفات مرتبط با سن‌زدگی یادداشت گردید. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند: از وزن ۵ سنبله سن زده (گرم)، وزن دانه‌های سن‌زده (گرم)، وزن ۵۰ دانه سن زده (گرم) و درصد سن‌زدگی(%) که در صد سن زدگی با شمارش دانه‌های سن زده و سالم و تقسیم تعداد دانه‌های سن زده به کل دانه‌های موجود در ۵ سنبله بدست آمد.

تجزیه داده‌ها:

در ابتدا تجزیه واریانس براساس ارقام شاهد با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. با توجه به آن که در کلیه صفات اختلافی در بین شاهدها دیده نشد، لذا تعدیلی در مورد داده‌های به دست آمده صورت نگرفت. این داده‌های فنوتیپی مورد تجزیه QTL قرار گرفت. تهیه نقشه ژنتیکی با ۳۵ آغازگر SSR و ۲۰ جفت صورت گرفت. تهیه نقشه

پیوستگی با استفاده از نرم افزار Joint Map با فرض فاصله کمتر از ۵۰ سانتی‌مورگان و LOD بزرگتر از ۳ صورت گرفت (Stam, 1993). تبدیل نسبت‌های نوترکیبی به واحد نقشه از طریق تابع کوزامبی انجام گرفت. برای تطبیق نسبت‌های آللی موجود با نسبت‌های مندلی مورد انتظار در هر مکان ژنی برای هر نشانگر آزمون χ^2 انجام شد. نقشه‌نهایی با حذف نشانگرهایی که انحراف از تفرق را نشان دادند انجام گردید. نقشه‌یابی QTL با استفاده از نرم افزار QTL Cartographer نسخه ۲ صورت پذیرفت (Basten et al., 1997). از روش نقشه‌یابی فاصله‌ای مرکب برای شناسایی QTLها و اثرات آنها استفاده شد (Jansen and Stam, 1994; Zeng, 1994). اثرات افزایشی و غالبیت برای QTLهای شناسایی شده به دست آمد. عمل ژن با استفاده از تقسیم ارزش مطلق اثرات غالبیت بر افزایشی (d/a) مطابق استوبر و همکاران به دست آمد (Stuber et al., 1992)

نتایج و بحث

۱- بررسی تنوع فنوتیپی صفات

جدول شماره ۱ضریب تغییرات فنوتیپی، میانگین والدین و تعداد خانواده‌های برتر از والد مطلوب و یا بدتر از والد نامناسب از لحاظ آن صفت را نشان می‌دهد. با توجه به ضریب تغییرات فنوتیپی پی می‌بریم که صفت درصد سن‌زدگی و وزن دانه‌های سن زده دارای بیشترین تنوع می‌باشند، بنابر این انتخاب والدین کاملاً مناسب بوده است. با توجه به آن که هدف آزمایش بررسی QTLهای سن‌زدگی بوده است، لذا از این حیث تنوع کافی موجود است و البته سایر صفات نیز از تنوع کافی برخوردار می‌باشند. تمامی صفات مورد مطالعه دارای تفکیک متجاوز در هر دو جهت می‌باشند. این امر نشان دهنده کمّی بودن صفات مورد نظر می‌باشد و به معنی آن است که هم آلل‌های افزاینده و هم کاهنده صفت در هر دو والد وجود دارد. به عبارت دیگر آلل‌های هر دو والد در ظهور صفت دخالت دارند و در برخی از نتاج آلل‌های افزاینده یا کاهنده بیشتری از والدین وجود دارد و این امر منتج به مقادیر بالاتر و پایین‌تر از والدین شده است. نمودارهای توزیع فراوانی نیز این امر را مورد تاکید قرار می‌دهند، ضمن آنکه کلیه صفات نیزاز توزیع نرمال تبعیت نمودند (شکل ۱).

۲- نقشه پیوستگی

از بین ۳۵ نشانگر SSR ۳۴ نشانگر SSR و از بین ۶۸ نشانگر AFLP ۶۲ نشانگر؛ جمعاً ۹۶ نشانگر به ۲۷ گروه لینکاژی اختصاص یافتند. با وجود اینکه این نشانگرها تمامی کروموزوم‌ها را پوشش دادند لیکن تعداد گروه‌های پیوستگی بدست آمده از این تحقیق از تعداد کروموزوم‌های هاپلوئید گندم بیشتر است که نشان دهنده این امر می‌باشد که نقشه حاضر به طور کامل اشباع نبوده و نشانگرهای مورد استفاده پوشش یکنواختی از ژنوم را فراهم نکرده‌اند. طول این گروه‌ها بین ۹/۴۲ سانتی‌مورگان تا ۶۱/۱۶ سانتی‌مورگان متغیر بود. کوتاه‌ترین گروه به کروموزوم 7B و بزرگترین گروه به کروموزوم 7D تعلق داشت که هر دوی آنها دارای ۳ نشانگر بودند. طول کل نقشه ژنومی با استفاده از نشانگرهای مورد نظر ۸۷۵/۶ سانتی مورگان محاسبه گردید. متوسط فاصله بین نشانگرها ۹/۱۲ سانتی‌مورگان به دست آمد.

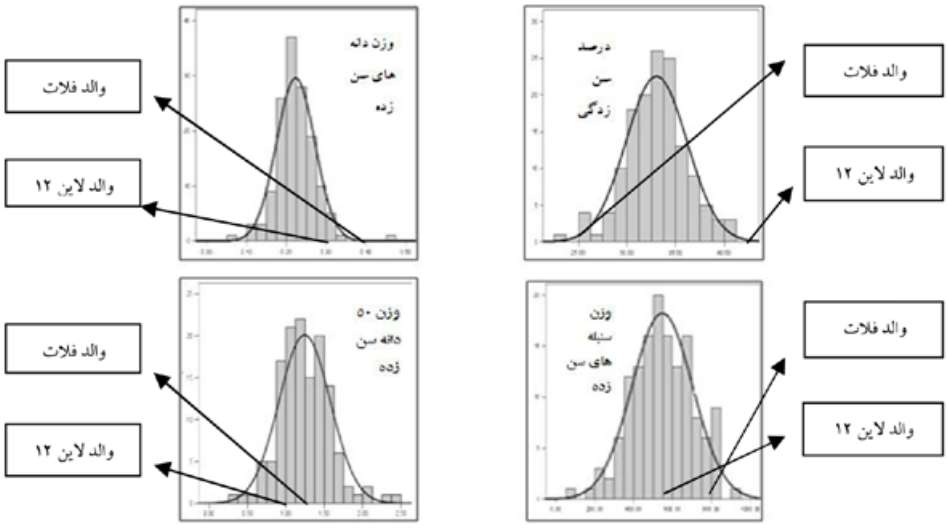
۳- مکان‌یابی QTLهای صفات مختلف

به طور کلی حدود هشت QTL شناسایی گردید. تعداد QTL شناسایی شده از حداقل یکی برای وزن سنبله‌های سن زده تا حداکثر چهار QTL برای صفت درصد سن‌زدگی متغیر بود (جدول ۲).

جدول۱- ضریب تغییرات فنوتیپی، میانگین والدین و تعداد خانوادههای برتر و یا بدتر از والدین در صفات مختلف مورد مطالعه در گندم

Table 1- Phenotypic variation coefficient، parent average, higher and lower families from parents in different studied traits in wheat

صفت Trait	میانگین رقم فلات Flat variety average	میانگین لاین ۱۲ Line 12 No. average	تعداد خانواده برتر از والد مطلوب Higher lines no. from desirable parent	تعداد خانواده بدتر از والد نامناسب Lower lines no. from unsuitable parent	ضریب تغییرات Variation coefficient
درصد سن زدگی Sunn pest damage percent	%27	%58	78	42	38
وزن دانه سن زده Kernel damage weight	4.24	3.26	67	45	32
وزن سنبله سن زده Spike damage weight	8.25	5.66	41	35	41
وزن ۵۰ دانه سن زده weight of 50 damaged kernels	1.23	1.02	46	26	37



شکل ۱- نمودارهای توزیع فراوانی صفات مختلف در گندم

Fig. 1- Frequency distribution diagrams for different traits in wheat

جدول ۲- جایگاه کروموزومی، نوع عمل ژن، LOD و درصد واریانس فنوتیپی توجیه شده توسط QTLهای صفات مختلف گندم.

Table 2- chromosome position، gene action، LOD and phenotypic variance percent justified with different traits OTLs in wheat

صفت Trait	درصد سن زدگی Damaged Seeds Percent	درصد سن زدگی Damaged Seeds Percent	درصد سن زدگی Damaged Seeds Percent	درصد سن زدگی Damaged Seeds Percent
گروه لینکاژی Linkage group	6	9	25	27
بازوی کروموزومی Chromosome arm	6B Long	5D Short	3D Long	4B Long
نزدیکترین نشانگر Nearest flanking marker	Xgwm518	Pgat-Mca	Pca-Maaa	Pta- M17
فاصله از نزدیکترین نشانگر Distance from nearest flanking marker (cM)	1.39	1.17	2.20	1
LOD	3.24	4.67	5.16	6.93
اثر افزایشی Additive effect	0.06	0.1	-0.05	0.04
اثر غالبیت Dominance effect	-0.1	-0.02	0.14	-0.13
Partial phenotypic variance explained by the QTL (R^2)	0.05	0.14	0.10	0.15
نوع عمل ژن Gene action	فوق غالبیت Over dominance	افزایشی Additive	فوق غالبیت Over Dominance	فوق غالبیت Over Dominance
آلل افزاینده Additive allele	Line 12	Line 12	Falat	Line 12

ادامه جدول۲-

Table 2- continue

صفت Trait	وزن دانه سن زده Kernel damage weight	وزن سنبله سن زده Spike damage weight	وزن ۵۰ دانه سن زده weight of 50 damaged kernels	وزن ۵۰ دانه سن زده weight of 50 damaged kernels
گروه لینکاژی Linkage group	9	9	1	27
بازوی کروموزومی Chromosome arm	3A Long	3A Long	1A Long	4B Long
نزدیکترین نشانگر Nearest flanking marker	Pat-Mggg	Pat-Mggg	Pat-M22	gwm513
فاصله از نزدیکترین نشانگر Distance from nearest flanking marker (cM)	0.68	0.68	4	1
LOD	6.51	7.14	4.39	4.41
اثر افزایشی Additive effect	-0.45	-0.62	-0.13	0.23
اثر غالبیت Dominance effect	-1.39	-0.66	-0.15	-0.03
Partial phenotypic variance explained by the QTL (R^2)	0.10	0.16	0.07	0.07
نوع عمل ژن Gene action	فوق غالبیت Over Dominance	فوق غالبیت Over Dominance	فوق غالبیت Over Dominance	افزایشی Additive
آلل افزاینده Additive allele	Line 12	Line 12	Line 12	Falat

با توجه به اینکه که در انتخاب والدین تمرکز ما بر روی صفت درصد سن‌زدگی بوده است و از طرفی ضریب تغییرات این صفت نیز بالا می‌باشد لذا یافتن تعداد QTL بیشتر در مورد این صفت چیزی دور از انتظار نمی‌باشد. بیشترین LOD مربوط به صفت وزن سنبله سن‌زده به مقدار ۷/۱۴ و کمترین LOD مربوط به صفت درصد سن‌زدگی به مقدار ۳/۲۴ بود. همانطور که از جدول نیز مشاهده می‌شود مقدار LOD کلیه صفات نسبتاً پایین است.کمترین میزان تنوع فنوتیپی توجیه شده توسط QTLها ۱۰ % مربوط به وزن دانه‌های سن‌زده و بیشترین آن ۴۴ % مربوط به درصد سن‌زدگی بود. این موضوع نشان می‌دهد که QTLهای دیگری نیز وجود دارند که احتمالاً به دلیل اثرات کوچک شناسایی نشده‌اند و یا اینکه به دلیل اشباع نشدن نقشه شناسایی نگردیده اند(شکل ۲).

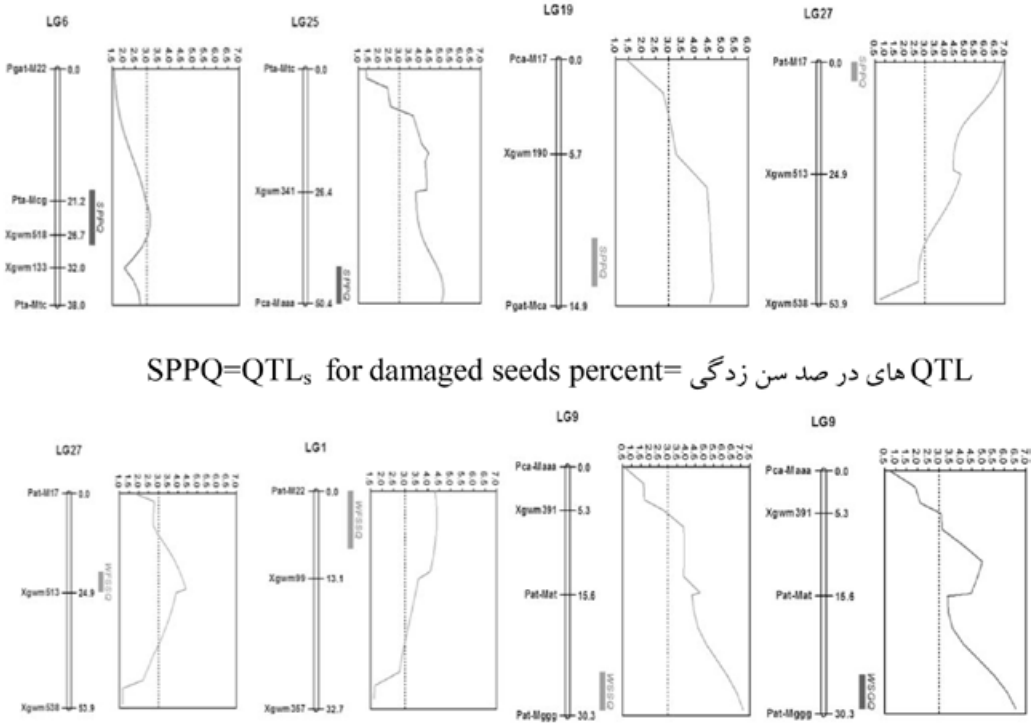
طی این آزمایش یک QTL برای صفت وزن دانه‌های سن‌زده مشاهده شد. این QTL به فاصله ۰/۶۸ سانتی‌مورگان از نشانگر Pat-Mggg بر روی بازوی بلند کروموزوم 3A واقع شدند. این QTL با LOD برابر با ۶/۵۱ مقدار ۱۰ % از تغییرات را به خود اختصاص داد. آلل‌های افزاینده صفت در این QTL از هر والد ۱۲ به ارث رسیدند. عمل ژن به صورت فوق غالبیت مشاهده شد. برای صفت وزن سنبله‌های سن‌زده یک QTL مشاهده شد. این QTL به فاصله ۰/۶۸ سانتی‌مورگان از نشانگر Pat-Mggg بر روی بازوی بلند کروموزوم 3A قرار داشت. این QTL با LOD نسبتا بالای ۷/۱۴ در حدود ۱۶ % از تغییرات فنوتیپی صفت را تبیین نمود. آلل‌های افزاینده صفت از لاین ۱۲ به ارث رسیده است ضمن آن که عمل ژن به فوق غالبیت ملاحظه شد.

در مورد صفت درصد سن‌زدگی که بیشتر از بقیه صفات مد نظر ما است در حدود چهار QTL شناسایی شد. این تعداد QTL با توجه به تعداد افراد و تعداد نشانگر به کار گرفته شده در تحقیق نسبتاً عالی می‌باشد. اولین QTL به فاصله ۱/۴۹ سانتی‌مورگان از نشانگر Xgwm513 بر روی بازوی بلند کروموزوم 6B؛ دومین QTL به فاصله ۱/۱۷ سانتی‌مورگان از نشانگر Pgat-Maaa بر روی بازوی کوتاه کروموزوم 5D؛ سومین QTL به فاصله ۲/۰۲ سانتی‌مورگان از نشانگر Pca-Maaa بر روی بازوی بلند کروموزوم 3D و در نهایت QTL چهارم به فاصله یک سانتی‌مورگان از نشانگر Pta-M17 بر روی بازوی بلند کروموزوم 4B واقع شد. اولین QTL با LOD معادل با ۳/۲۴ مقدار ۵ % از تغییرات فنوتیپی؛ دومین QTL با LOD معادل با ۴/۶۷ مقدار ۱۴ % از تغییرات فنوتیپی؛ سومین QTL با LOD معادل ۵/۱۶ مقدار ۱۰ % از تغییرات فنوتیپی و QTL چهارم با LOD معادل ۶/۹۳ مقدار ۱۵ % از تغییرات فنوتیپی صفت را توجیه نمود. این QTLها در مجموع ۴۴ % از تغییرات فنوتیپی صفت را توجیه نمودند که رقم نسبتا بالایی می‌باشد. آلل‌های افزاینده صفت در مورد QTL قرار گرفته روی بازوی بلند کروموزوم 3D از والد فلات آمده است؛ در حالی که سه QTL دیگر از لاین ۱۲ به ارث رسیده است. با این تفاسیر آلل‌های کاهنده صفت در مورد سه QTL از والد فلات آمده است. با توجه به آن که در صد سن‌زدگی پایین یا آلل‌های کاهنده صفت برای ما مطلوب است لذا با توجه به نتایج این بررسی معلوم می‌شود که انتخاب والدین برای حساس و مقاوم بودن در برابر سن زدگی درست صورت گرفته است. عمل ژن در مورد دومین QTL به صورت افزایشی و در مورد سه QTL دیگر به صورت فوق غالبیت می‌باشد.

طی این بررسی برای صفت وزن ۵۰ دانه سن‌زده دو QTL شناسایی شد. اولین QTL به فاصله ۴ سانتی‌مورگان از نشانگر Pat-M22 بر روی بازوی بلند کروموزوم 1Aو دومین QTL به فاصله یک سانتی‌مورگان از نشانگر Xgwm513 بر روی بازوی بلند کروموزوم 4B قرار گرفت. اولین QTL با LOD معادل ۴/۳۹ مقدار ۷ % از تغییرات فنوتیپی و دومین QTL با LOD معادل ۴/۴۱ مقدار ۷ % از تغییرات فنوتیپی صفت را تبیین نمودند. در مجموع ۱۴ % از تغییرات فنوتیپی این صفت توسط این دو QTL توجیه شد. آلل‌های افزاینده

صفت در اولین QTL از لاین ۱۲ و در دومین QTL از والد فلات به ارث رسیده است. عمل ژن به صورت افزایشی و فوق غالبیت می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه MIM نتایج تجزیه CIM را مورد تصدیق قرار داد. در مورد بعضی از صفات اثرات متقابل مشاهده گردید که در جدول ۳ نشان داده شده است.

در نهایت می‌توان خاطر نشان کرد که با توجه به آنکه در زمینه شناسایی‌QTLهای مقاومت به سن‌زدگی هیچ گونه مطالعه‌ای صورت نگرفته است لذا این نشانگرهای ملکولی که با صفات مرتبط با مقاومت به سن‌زدگی (نظیر مکان‌های شناسایی شده برای درصد سن‌زدگی) پیوستگی نزدیکی دارند و سهم بالایی از واریانس ژنتیکی را توجیه می‌کنند می‌توانند در برنامه‌های به نژادی و از طریق روش گزینش به کمک نشانگر مورد استفاده قرار گیرند. نتایج حاصل از این تحقیق تا حدودی نتایج کارهای کلاسیک را تأیید می‌نماید (Fatehi et al., 2009; Mostafavi et al., 2005).



شکل ۲- جایگاه کروموزومی QTLهای صفات مختلف در گندم

Fig. 2- chromosome position of QTLs for different traits in wheat

جدول ۳- اثرات متقابل مشاهده شده بین QTLهای آشکار شده در صفات مختلف گندم

Table 3- reciprocal effects for reviled OTLs in different traits in wheat

	اثر متقابل Reciprocal effect	LOD	ارزش Value	R^2
در صد سن زدگی Sunn pest damage percent	AA	1.77	0.09	3.9
وزن ۵۰ دانه سن زده	DD	4.8	-0.98	0.01
weight of 50 damaged kernels	AD	7	0.69	3

References

فهرست منابع

Anonymous. 2009. PR0TOCOL ONLINE. Your lab's reference book. Plant genomic DNA extraction using CTAB. Available at http://www.protocol-online.org/cgi-bin/prot/ search.cgi?query= CTAB &submit 2=GO. Added: Sun Mar. 22, 2009.

Basten C. J., Weir B. S., and Zeng Z. B. 1997. QTL Cartographer: A reference manual and tutorial for QTL mapping. Department of Statistics, North Carolina State University, Raleigh, NC. USA.

Bohn M., Khairallah M. M., Gonzales d. L., Hoisington D. A., Utz H. F., Deutsch J. A., Jewell D. C., Miham J. A. and Melchiger A. E. 1996. QTL mapping in tropical maize:I.Genome regions affecting leaf feeding resistance to sugarcane borer and other traits. Crop Sci. 36:1352-1361.

Bohn M., Khairallah M. M., Gonzales d. L., Hoisington D. A., Utz H. F., Deutsch J. A., Jewell D. C., Miham J. A. and Melchiger A. E. 1997. QTL mapping in tropical maize: II. Comparision of genomic regions for resistance to Diatraea spp. Crop Sci. 37:1892-1902.

Bouhssini M. E. 2007. Host plant resistance as an IPM component for management of sunn pest. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA) Aleppo, Syria.

Fatehi F., Behamta M. R., and Zali A. A. 2009. Genetics of resistance to sunn pest (Eurygester integriceps Put) in bread wheat. Asian Journal of Plant Science. 3 pp. http://ses. library. usyd.edu.au /bitstream/ 2123/3242/ 1/$P_2$86. pdf.

Groh S., Khairallah M. M., Gonzales D. L., Willcox M., Jiang C., Hoisington D. A., and Melchiger A. E. 1998. Comparision of QTLmapped in RILS and their test cross progenies of tropical maize for resistance and agronomic traits. Plant Breeding. 117:193-202.

Jansen R. C., and Stam P. 1994. High resolution of quantitative traits into multiple loci via interval mapping. Genetics. 136:1447–1455.

Karababa E., and Nazmi Ozan A. 1998. Effect of wheat bug (Eurygaster integriceps) damage on quality of a wheat variety grown in Turkey. J. Sci. Food Agric. 77:399-403.

Khairallah M. M., Bohn M., Jiang C., Deutsch J. A., Miham J. A., Melchiger A. E., Gonzales. D. L., and Hoisington D. A. 1998. Molecular mapping of QTL for southwestern corn borer resistance, plant height and flowering of tropical maize. Plant Breeding. 117:309-318.

Linscott T. M., Bosque Perez N. A., Schotzko D. J., Kidwell K. K., and Zemetra R. S. 2001. Genetic control of russian wheat aphid resistance in wheat accession PI47545. Euphytica. 121:31-35.

Marais G. F., Horn M., and du Toit F. 1994. Intergenic transfer (rye to wheat)of a gene for russian wheat aphid resistance. Plant Breeding. 113:265-271.

Miller R. H., and Morse J. G. 1996. Sunn Pests and their Control in the Near East. FAO Plant Production and

Protection Paper - 138

Mostafavi Kh., Hosseinzadeh A. H., Zeinali H., and Khaloubagheri M. 2005. Genetics of Resistance to Sunn Pest (Eurygaster integriceps Put.) in Bread Wheat. Iranian, J. Agric. Sci. Vol. 36, No. 2, 2005.

Najafi Mirak T. 1997. Genetic study of resistance to sunn pest (E. integriceps). M.sc dissertation. Faculty of Agriculture. University of Tehran.

Quisenberry S. S., and Clementb S. L. 2002. Conservationand use of global plant genetic resources for insect. An invited paper from the 12th Australasian Plant Breeding conference. Aust. J. Agric. Res. 53:865–870.

Rashwani A., and Cardona C. 1984. Effect of suni bug (E. integriceps Put.) damage on yields of Hammari and Gezira-17 durum wheats, Rachis, 3: 21.

Rezabeigi M. 2007. Comparison of resistance to sunn pest in bread and durum wheat. Sunn Pest Management, A Decade of Progress.1994-2004.

Rosell C. M., Aja S., and Sadowska J. 2002. Amylase activities in insect (Aelia and Eurygaster) damaged wheat. J. Sci. Food Agric., 9: 977-982.

Smith C. M.1989. Plant resistance to insects: a fundamental approach. Wily:New York.

Smith C. M., Quisenberry S. S., and du Toit F. 1999. The value of conserved wheat germplasm evaluated for arthropod resistance crops.In Global Plant Genetic Resources for Insect Resistant Crops. pp. 25-49.

Stam P. 1993. Construction of integrated genetic linkage maps by means of a new computer package: Join Map. The Plant Journal. 3: 739–744.

Stuber C. W., Lincoln S. E., Wolff D. W., Helentjaris T., and Lander E. S. 1992. Identification of genetic factors contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize inbred lines using molecular markers. Genetics. 132:823–839.

Venter E., and Botha A. M. 2000. Development of marker linked to diuraphis noxia resistance in wheat using novel PCR-RFLP approach. TAG. 100:965-970.

Waage J. 2000. Prospects for augmentation of egg parasitoids for management of sunn pest, Eurygaster integriceps and related species. In: Republic of Turkey and FAO, pp. 13-32. Integrated Sunn Pest Control. (Ed.): K. Melan and C. Lomer.

Zeng Z.1994. Precision mapping of quantitative trait loci. Genetics. 136:1457–1468.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۸۸-۸۱

شناسائی QTLهای کنترل‌کننده عملکرد و وزن هزار دانه آفتابگردان در شرایط نرمال آبی و تنش خشکی

Identification of QTLs Controlling Yield and Seed Weight in Sunflower under Normal and Water Stress Conditions

علیرضا نبی‌پور[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۱۰

چکیده

به منظور شناسائی نواحی ژنومی موثر در عملکرد و وزن دانه آفتابگردان در شرایط نرمال آبی و تنش خشکی، آزمایشی با نود و هشت لاین اینبرد نوترکیب به همراه دو والد آن‌ها، PAC2 و RHA266 در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار برای هر دو شرایط در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اجرا شد. تجزیه واریانس وجود اختلافات معنی‌داری را در صفات عملکرد و وزن هزاردانه بین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی نشان داد. با تجزیه QTL نواحی ژنومی درگیر در عملکرد و وزن هزاردانه و همچنین مارکرهای پیوسته با این صفات در هر کدام از محیط‌ها شناسایی شد. یک QTL بزرگ‌اثر در گروه لینکاژی ۱۰ در کنترل وزن دانه در شرایط آبی و تنش خشکی و نیز میزان عملکرد در شرایط تنش دخالت داشت. بر روی گروه لینکاژی ۱۴ هم یک QTL با اثرات متوسط در کنترل وزن هزاردانه و عملکرد در شرایط تنش خشکی نقش داشت. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که گزینش در جهت افزایش وزن هزاردانه می‌تواند منجر به گزینش لاین‌های متحمل به خشکی شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، نواحی ژنومی، اینبرد نوترکیب، تنش خشکی، QTL

۱- استادیار پژوهش، آمل، موسسه تحقیقات برنج کشور
* مسئول مکاتبات: Ali_reza_٥٤@yahoo.com

مقدمه

در بین همه تنش‌هایی که باعث کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌شوند، خشکی مخرب‌ترین تنش محسوب می‌شود. این تنش بر خلاف دیگر تنش‌های غیرزنده از قبیل خاک‌های شور و اسیدی، طبیعتی متغیر داشته و به شدت به تغییرات آب و هوایی وابسته است. با گرم شدن تدریجی آب و هوای کره زمین به تدریج بر میزان تهدید تنش خشکی نیز افزوده می‌شود (Campos et al, 2004).

استفاده از ژنتیک برای بهبود تحمل به خشکی و پایداری عملکرد می‌تواند به تثبیت عملکرد گیاهان زراعی کمک نماید. با توجه به کشت آفتابگردان در مناطقی از کشور که احتمال بروز خشکی در آن‌ها وجود دارد، و نیز رانده شدن تدریجی کشت آفتابگردان به مزارع حاشیه‌ای در کشورمان که از نظر میزان آب آبیاری و کیفیت آن و نیز نوع خاک وضعیت مناسبی ندارند، تهیه ارقامی که در چنین شرایطی عملکرد دانه قابل قبولی تولید نمایند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

تحمل به خشکی صفت کمّی پیچیده‌ای است و ممکن است توسط چندین صفت مختلف مثلاً عمق نفوذ ریشه، تولید آنتی‌اکسیدان‌ها و تنظیم اسمزی کنترل شود (Chiementi et al., 2002; Bray, 1997). استفاده از ابزارهای مولکولی به شناسایی مکان‌های ژنومی کنترل کننده این صفات از راه نقشه‌کشی QTLها کمک می‌کند. QTLهایی که برای تحمل به خشکی گزارش می‌شوند می‌توانند در تنظیم صفات متفاوتی از جمله عمق ریشه‌دهی، تراکم روزنه‌ها و تجمع کربوهیدرات‌های محلول نقش داشته باشند (Jones et al., 1997).

تعیین محل QTLها به کمک نقشه‌های لینکاژی نه تنها تشریح ژنتیکی صفت تحمل به خشکی را ممکن می‌سازد، بلکه به محقق اجازه می‌دهد تا از راه گزینش به کمک مارکر این QTLها را به رقم زراعی مورد نظرش منتقل کند (Foolad et al., 2003). ریبائوت و همکاران (Ribaut et al., 2002) با کمک این روش در ذرت ۵ ناحیه ژنومی را از والد متحمل به خشکی به والد تجاری حساس انتقال دادند و توانستند گیاهی به دست آورند که در شرایط تنش بین دو تا چهار برابر بیش از والد حساس عملکرد داشته و در شرایط نرمال هیچ کاهش عملکردی نشان ندهد. اشنیدر و همکاران (Schneider et al., 1997) گزارش کردند که گزینش غیر مستقیم به کمک مارکر در لوبیا توانست عملکرد تحت تنش خشکی را ۱۱ % و عملکرد تحت شرایط نرمال آبی را ۸ %افزایش دهد، در حالی که روش‌های کلاسیک در این زمینه هیچ پیشرفتی نداشتند.

رازی و آساد (Raze and Assad,1999) گزارش کردند که به جز درصد روغن، دیگر صفات اندازه‌گیری شده در آفتابگردان در اثر تنش خشکی کاهش چشم‌گیری یافتند. همچنین آن‌ها گزارش کردند که تعداد همبستگی‌های معنی‌دار دو به دو بین صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی کم‌تر از تعداد آن در شرایط آبیاری نرمال بود. چیمنتی و همکاران (Chiementi et al.,2002) برای صفت تنظیم اسمزی در گیاه آفتابگردان تنوع زیادی را یافته و گزارش کردند که این صفت با عملکرد در شرایط تنش خشکی در ارتباط بود.

اقبال و همکاران (Eqbal et Al.,2005) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش وزن صددانه و درصد روغن دانه آفتابگردان شد. به گزارش آن‌ها، تنش در مرحله رویشی تاثیر بیشتری در کاهش وزن صددانه در مقایسه با تنش در مرحله زایشی داشت. آن‌ها گزارش کردند که اعمال گلایسین‌بتایین به صورت خارجی روی برگ‌ها توانست از کاهش وزن صددانه در اثر خشکی جلوگیری کند.

هدف از مطالعه حاضر، شناسایی نواحی کروموزومی مرتبط با عملکرد و وزن دانه در دو شرایط نرمال آبی و تنش خشکی در آفتابگردان و بررسی بهترین محیط انتخاب برای بهبود مقاومت به تنش بوده است.

مواد و روش‌ها

در خرداد ماه ۱۳۸۵، صد لاین اینبرد نوترکیب آفتابگردان

(شامل دو والد) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در دو محیط آبیاری و تنش آبی کشت شدند. جمعیت مورد بحث توسط موسسه INRA فرانسه از تلاقی PAC2 x RHA266 و به روش نتاج تک‌بذر به دست آمده است. طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت طرح آلفا (۰ و ۱) (Patterson and Williams, 1976) با دو تکرار بود. هر کرت شامل ۲ ردیف کاشت به طول ۲ متر با فاصله بوته روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر و فاصله خطوط ۷۰ سانتی‌متر بود. آبیاری در محیط نرمال بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و در محیط تنش بر اساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر انجام شد. در طی فصل رشد هیچ بارندگی صورت نگرفت. پس از برداشت بوته‌های رقابت‌کننده، عملکرد دانه در بوته (گرم) و وزن هزاردانه (گرم) لاین‌های اینبرد در هر دو شرایط نرمال آبی و تنش خشکی اندازه‌گیری شد.

برای بررسی تنوع ژنتیکی در صفات مورد بررسی، تجزیه واریانس طرح آلفا به کمک نرم‌افزار Alpha انجام و برای انجام تجزیه‌های تکمیلی از داده‌های تصحیح شده این نرم‌افزار استفاده گردید. از نرم‌افزار Windows QTL-Cartographer 2.5 (Basten et al.، 2002) برای پیدا کردن محل‌های ژنومی موثر بر صفات و ترسیم کروموزوم‌ها و QTLهای حاضر بر آن‌ها استفاده شد. رویه مورد استفاده شامل فاصله‌یابی مرکب (CIM) با اندازه پنجره ۱۰ سانتی‌مورگان و ۱۰ مارکر کنترل پس‌زمینه و اندازه گام ۲ سانتی‌مورگان بود. برای پیدا کردن آستانه معنی‌دار ژنومی از چرخش داده‌ها برای هر صفت استفاده شد. با توجه به اینکه در مورد هر ۴ صفت مقدار LR در حدود ۱۳ (بین ۱۳ تا ۱۵) به دست آمد، مقدار LR برای همه صفات برابر ۱۳ در نظر گرفته شد تا مقایسه QTLها را آسان‌تر سازد.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس (که در اینجا ارائه نشده است)، بین لاین‌های اینبرد نوترکیب از نظر صفات مورد بررسی اختلافات معنی‌داری وجود داشت که در نتیجه انجام تجزیه‌های بعدی از جمله تجزیه QTL بر روی این صفات را مجاز می‌سازد. نتایج تجزیه QTL در جدول ۱ خلاصه شده است. همانطور که از این جدول دیده می‌شود، در مجموع برای ۴ صفت مورد بررسی ۱۸ عدد QTL پیدا شد که ضریب تبیین (R^2) آن‌ها از ۶/۳ تا ۴۰/۹ درصد متغیر بود. با توجه به علامت اثر افزایشی آلل PAC2، دیده می‌شود که آلل‌های افزایش‌دهنده عملکرد و وزن دانه در بین دو والد پراکنده هستند و لذا در بین نتاج می‌توان انتظار داشت تا فرزندانی پیدا شوند که از نظر این صفات تفکیک متجاوز نشان دهند. همچنین، دیده می‌شود که برخی از کروموزوم‌ها حامل بیش از یک QTL برای برخی صفات هستند. مثلاً، کروموزوم شماره ۵ حامل دو QTL برای عملکرد دانه در شرایط نرمال آبی است که در یکی آلل افزایش‌دهنده از PAC2 و در دیگری از RHA266 آمده است.

جدول ۱- QTLهای شناسایی شده برای صفت‌های مورد بررسی همراه با محل کروموزومی آن‌ها، اثرات افزایشی آلل والد PAC2 و درصد کنترل هر QTL بر صفت.

Table 1. The QTLs identified for the studied traits along with their positions، PAC2 allele additive effect and their percent control over trait

صفت	گروه لینکاژی	موقعیت	لود اسکور	اثر افزایشی آلل PAC2	R^2	TR^2
Trait	Linkage group	Position	LOD score	Additive effect (of PAC2 allele)	R^2	TR^2
Yield_ Normal	5	15.86	4.462	6.19	17.79	64.82
Yield_ Normal	5	35.56	2.844	-4.56	07.57	57.66
Yield_ Normal	11	14.31	4.203	-4.27	10.84	61.36
Yield_ Normal	11	19.56	3.487	-3.93	9.51	60.03
Yield_Stress	5	2.01	3.519	-2.66	11.09	67.68
Yield_Stress	5	19.46	6.627	3.57	19.40	66.71
Yield_Stress	6	62.31	3.137	2.07	8.54	64.00
Yield_Stress	10	88.26	8.576	-3.73	30.04	72.48
Yield_Stress	14	73.36	5.909	2.7	14.82	65.56
SW_Normal	2	100.61	4.234	-0.77	8.85	69.60
SW_Normal	10	80.41	9.338	-1.32	21.02	71.04
SW_Normal	14	136.16	3.842	0.95	13.45	76.47
SW_Normal	15	47.86	3.045	-0.65	6.53	70.79
SW_Stress	5	0.01	3.277	-0.72	6.82	67.83
SW_Stress	6	6.01	5.527	-0.84	13.16	68.48
SW_Stress	6	62.31	4.197	0.8	11.81	71.9
SW_Stress	10	88.26	1.499	-1.42	40.91	79.83
SW_Stress	14	73.36	3.063	0.59	6.33	67.06

Yield_Normal: عملکرد در شرایط آبیاری نرمال، Yield_Stress: عملکرد در شرایط تنش خشکی، SW_Normal: وزن هزاردانه در شرایط آبیاری نرمال، SW_Stress: وزن هزاردانه در شرایط تنش خشکی

Yield_Normal: Yield under normal condition, Yield_Stress: Yield under drought stress, SW_Normal: 1000-seed weight under normal condition, SW_Stress: 1000-seed weight under drought stress

همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود، برای عملکرد دانه در شرایط نرمال دو QTL با علامت‌های مختلف و برای وزن دانه در شرایط نرمال یک QTL انتهایی در گروه لینکاژی شماره ۲ حضور دارند. علیرغم نزدیکی نسبی دو QTL مربوط به عملکرد، مخالف بودن علامت‌های افزایشی نشان می‌دهد که آن‌ها مطمئنا دو QTL متمایز هستند. در موقعیت ۳۰/۸۳ این گروه، آلل افزایش دهنده متعلق به RHA266 و در موقعیت ۴۳/۵۶ آلل افزاینده متعلق به PAC2 می‌باشد. جمع کردن آلل‌های مثبت این دو لوکوس در یک فرد می‌تواند باعث برتری عملکرد آن نسبت به والدین شود. بر روی گروه لینکاژی شماره ۶ هم دو QTL برای وزن هزاردانه در شرایط خشکی با اثرات مثبت و منفی آلل مادری حضور دارند که تایید کننده نتایج نبی‌پور و همکاران (Nabipour et al.،2006) است.

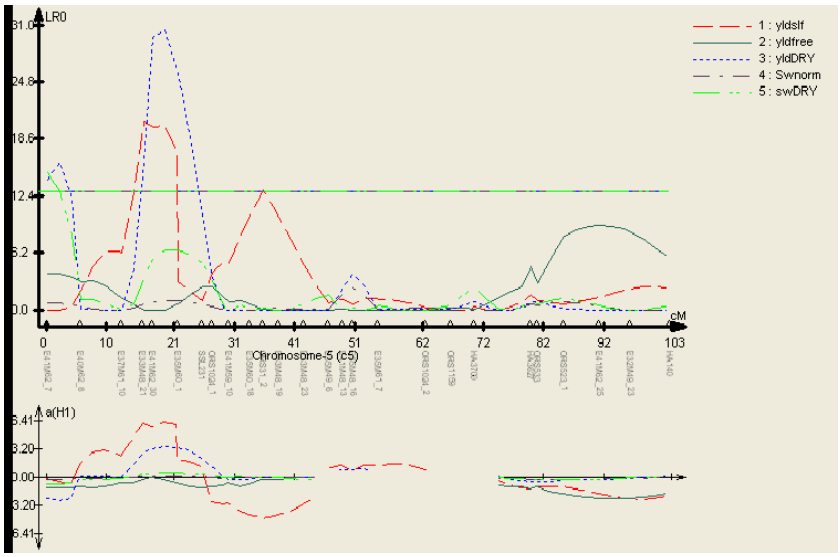
با توجه به جدول ۱، دیده می‌شود که پنج QTL بر روی گروه لینکاژی شماره ۵ حضور دارند. نکته قابل توجه، دو مورد از همپوشانی QTLهاست که به تفسیر روابط بین صفات کمک خواهد کرد (شکل ۱). در مورد اول، که در ابتدای این گروه لینکاژی قرار دارد، دو QTL وزن دانه خشکی و عملکرد دانه خشکی با هم در یک محل قرار گرفته‌اند. بنابراین، می‌توان چنین برداشت کرد که در این ناحیه از کروموزوم، ژنی قرار دارد که از طریق افزایش وزن دانه در شرایط خشکی باعث افزایش عملکرد می‌شود. مشابه همین نتیجه، دو بار در گروه لینکاژی شماره ۶ (شکل ۳)، یکبار در گروه لینکاژی شماره ۱۰ (شکل ۴) و نیز یکبار بر روی گروه لینکاژی شماره ۱۴ به دست آمده است. در نتیجه، بایستی نتیجه گرفت که یکی از مهم‌ترین راه‌های افزایش عملکرد در شرایط خشکی، انتخاب لاین‌هایی است که در این شرایط دانه‌های بزرگ‌تری تولید

می‌کنند. البته، مسلماً وزن دانه تنها مولفه‌ای نیست که در افزایش عملکرد خشکی دخالت دارد. موید این نکته QTL ی است که برای عملکرد دانه در شرایط خشکی در گروه لینکاژی شماره ۶ پیدا شده است، در حالیکه هیچ QTL وزن دانه در آن محل دیده نمی‌شود.

در دومین مورد، دو QTL عملکرد در شرایط نرمال و شرایط تنش خشکی با هم در یک محل قرار گرفته‌اند. در نتیجه، ژنی که در این ناحیه قرار گرفته است، عملکرد را به طور ساختاری تحت کنترل داشته و خشکی تاثیری در القای آن ندارد. بنابراین، در صورت وارد کردن این QTL در ژنوتیپ‌های فاقد آن ژن، انتظار بر این است که عملکرد دانه در هر دو شرایط (نرمال و تنش) بهبود یابد.

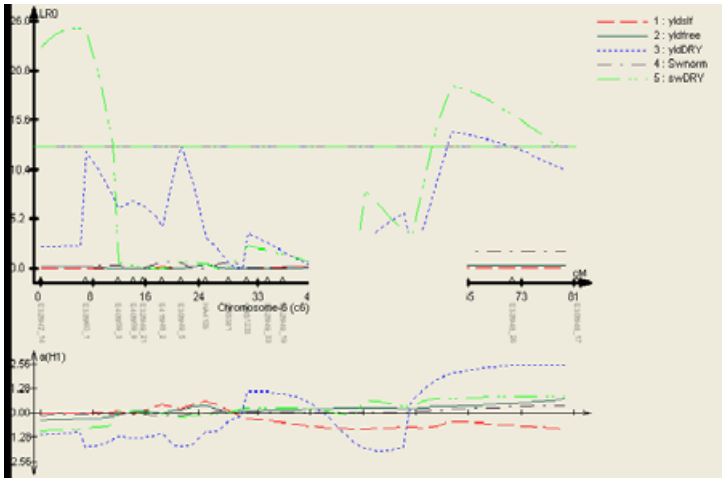
یک QTL غیر ساختمانی برای عملکرد در شرایط نرمال بر روی گروه لینکاژی شماره ۱۱ وجود دارد که در شرایط خشکی این QTL تاثیری روی عملکرد دانه ندارد (جدول ۱). این نتیجه موید نظر فالکونر و مک‌کی (Falconer and MacKay, 1996) است که عقیده دارند عملکرد دو محیط مختلف را به علت آن‌که توسط زیرساخت‌های ژنتیکی متفاوتی کنترل می‌شوند بایستی دو صفت مختلف در نظر گرفت. عبدی و همکاران نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند(Abdi et Al.،۲۰۱۲).

همانند شرایط خشکی، در شرایط نرمال نیز به نظر می‌رسد که وزن دانه در تعیین عملکرد دانه نقشی داشته باشد، چرا که از ۴ مورد QTL که برای وزن دانه در شرایط نرمال پیدا شده، یکی از آن‌ها با یک QTL بسیار بزرگ‌اثر عملکرد در شرایط نرمال هم‌مکان است (شکل ۶). از طرفی، ۳ QTL عملکرد نرمال دیگر با QTL وزن دانه هم‌مکان نیستند که نشان می‌دهد مکانیسم‌هایی غیر از وزن دانه نیز در تعیین عملکرد شرایط نرمال دخالت دارند.



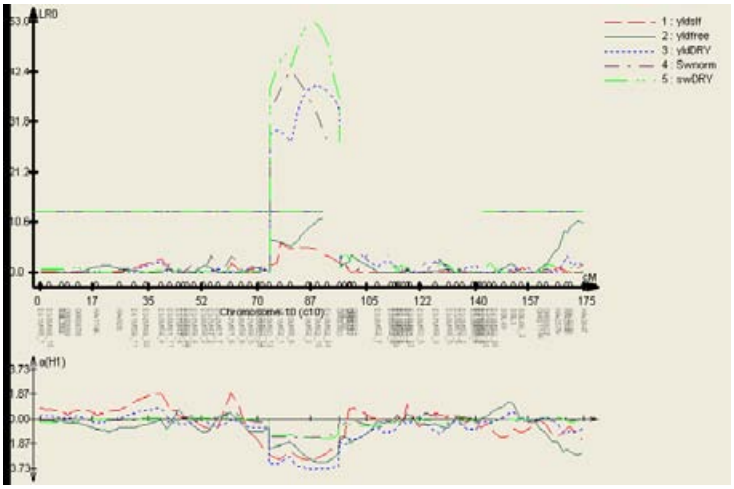
شکل ۱- QTLهای شناسایی شده برای صفت‌های مورد بررسی بر روی گروه لینکاژی شماره ۵ همراه با محل قرارگیری آن‌ها (نمودار بالا) و نمودار تغییرات اثر افزایشی آلل والد مادری (PAC2) (نمودار پایین). Yldslf, yldDRY, Swnorm و swDRY به ترتیب نماینده عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش، وزن هزاردانه در شرایط نرمال و وزن هزاردانه در شرایط تنش هستند.

Fig 1. QTLs identified on linkage group 5. QTL positions are depicted on the upper graph while their PAC2 allele additive effect is shown on the lower graph. yldslf: Yield in normal condition، yldDRY: yield in stress condition، Swnorm: 1000 seed weight under normal condition، swDRY: 1000-seed weight under stress condition



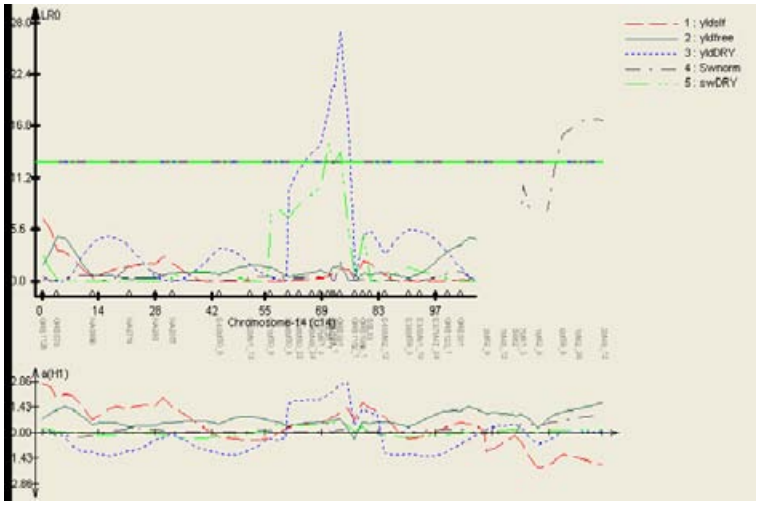
شکل ۲: QTLهای شناسایی شده برای صفت‌های مورد بررسی بر روی گروه لینکاژی شماره ۶ همراه با محل قرارگیری آن‌ها و نمودار تغییرات اثر افزایشی آلل والد مادری (PAC2). Yldslf, yldDRY, Swnorm و swDRY به ترتیب نماینده عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش، وزن هزاردانه در شرایط نرمال و وزن هزاردانه در شرایط تنش هستند.

Fig 2. QTLs identified on linkage group 6. QTL positions are depicted on the upper graph while their PAC2 allele additive effect is shown on the lower graph. yldslf: Yield in normal condition، yldDRY: yield in stress condition، Swnorm: 1000 seed weight under normal condition، swDRY: 1000-seed weight under stress condition



شکل ۳: QTLهای شناسایی شده برای صفت‌های مورد بررسی بر روی گروه لینکاژی شماره ۱۰ همراه با محل قرارگیری آن‌ها و نمودار تغییرات اثر افزایشی آلل والد مادری (PAC2). Yldslf, yldDRY, Swnorm و swDRY به ترتیب نماینده عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش، وزن هزاردانه در شرایط نرمال و وزن هزاردانه در شرایط تنش هستند.

Fig 3. QTLs identified on linkage group 10. QTL positions are depicted on the upper graph while their PAC2 allele additive effect is shown on the lower graph. yldslf: Yield in normal condition، yldDRY: yield in stress condition، Swnorm: 1000 seed weight under normal condition، swDRY: 1000-seed weight under stress condition



شکل ۴: QTLهای شناسایی شده برای صفت‌های مورد بررسی بر روی گروه لینکاژی شماره ۱۴ همراه با محل قرارگیری آن‌ها و نمودار تغییرات اثر افزایشی آلل والد مادری (PAC2). Yldslf, yldDRY, Swnorm و swDRY به ترتیب نماینده عملکرد در شرایط نرمال، عملکرد در شرایط تنش، وزن هزاردانه در شرایط نرمال و وزن هزاردانه در شرایط تنش هستند.

Fig 4. QTLs identified on linkage group 14. QTL positions are depicted on the upper graph while their PAC2 allele additive effect is shown on the lower graph. yldslf: Yield in normal condition، yldDRY: yield in stress condition, Swnorm: 1000 seed weight under normal condition, swDRY: 1000-seed weight under stress condition

عبدی و همکاران (Abdi et Al.,2012) در بررسی لاین‌های اینبرد آفتابگردان در دو شرایط خشکی و نرمال آبی QTL های مشابهی را برای وزن دانه در شرایط خشکی روی گروه لینکاژی ۱۰، برای عملکرد در شرایط خشکی روی گروه لینکاژی ۱۳ و برای عملکرد آبی روی گروه‌های لینکاژی ۱۳ و ۱۶ گزارش کردند. پورمحمدکیانی و همکاران (۲۰۰۹) هم تمامی QTLهای عملکرد گزارش شده در این تحقیق، به جز QTL عملکرد روی گروه لینکاژی ۶، را در دو محیط آبیاری و تنش خشکی گزارش کرده‌اند (Pourmohammad Kiani et Al.,2007).

این محققین در تحقیقی بر روی عوامل فتوسنتزی آفتابگردان در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری کافی، QTLهایی را برای صفات فشار تورژر، فشار پتانسیل برگ، پتانسیل اسمزی و پتانسیل اسمزی در تورژر کامل در دو شرایط تنش و نرمال گزارش کردند که در چند مورد QTLهای گزارش شده در تحقیق آن‌ها با QTLهای به دست آمده در این تحقیق همپوشانی دارند. این QTLها شامل OA، OPFw و OPws روی قسمت ابتدایی و OA و OPF روی انتهای گروه لینکاژی ۵، RWCww و TPww در اوایل و نیز LWPww، RWCww و TPww روی قسمت انتهایی گروه لینکاژی شماره ۶ و RWCww روی گروه لینکاژی ۱۰ می‌باشد. بنابراین، ممکن است که QTLهایی که در این تحقیق در قسمت‌های همپوشان بالا یافت شده‌اند از طریق تنظیمات فتوسنتزی بر روی تحمل به خشکی تاثیر بگذارند. در این تحقیق، مارکرهای پیوسته با صفات کمّی و کیفی آفتابگردان شناسایی شده و برآوردی از تعداد جایگاه‌های ژنومی موثر بر صفات و نیز هم‌مکانی جایگاه‌های کنترل کننده صفات مختلف به دست آمد. این هم‌مکانی‌ها عواملی هستند که باعث پیدایش همبستگی بین دو صفت می‌شوند و می‌توانند ناشی از پیوستگی جایگاه‌های ژنی و یا در اثر پلیوتروپی باشند (Nabipour et al. 2006). برای اینکه بتوان از مارکرهای معرفی شده در این تحقیق در برنامه‌های

اصلاحی به طور موثری استفاده کرد، بایستی پیوستگی مارکرهای شناسایی شده با صفات مورد بررسی اثبات شود. برای این منظور، بایستی تلاقی‌های جدیدی صورت گرفته و همبستگی مارکر و صفت در این جوامع از نو بررسی شود. انجام این کار در جمعیت اینبرد لاین، علاوه بر تایید حضور QTL، باعث محدودتر شدن محل حضور QTL و زمینه‌ساز کلون کردن و شناسایی توالی و کارکرد شیمیایی و فیزیولوژیکی دقیق آن خواهد شد (Huang et al., 2007).

References فهرست منابع

Abdi, N., R. Darvishzadeh, M. Jafari, A. Pirzad, and P. Haddadi. 2012. Genetic analysis and QTL mapping of agro-morphological traits in sunflower (Helianthus annuus L.) under two contrasting water treatment conditions. Plant Omics J. 5:149-158.

Basten, C.J., B.S. Weir, and Z.B. Zeng. 2002. QTL cartographer, Version 1.16. Department of Statistics, North Carolina State University, Raleigh, NC.

Bray, E.A. 1997. Plant responses to water deficit. Trends Plant Sci 2:48–54.

Campos, H., M. Cooper, J.E. Habben, G.O. Edmeades, and J.R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. Field Crops Res. 90:19-34.

Chiementi, C.A., J. Pearson, and A.J. Hal. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crops Res. 75:235–246.

Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Pub Group.

Foolad, M.R., L.P. Zhang and P. Subbiah. 2003. Genetic of drought tolerance during seed germination in tomato, inheritance and QTL mapping. Genome 46:536–545.

Huang, X.Q., A. Nabipour, L. Gentzbittel and A. Sarrafi. 2007. Somatic embryogenesis from thin epidermal layers in sunflower. Plant Sci. 173:247-252.

Iqbal, N., M.Y. Ashraf and M. Ashraf. 2005. Influence of water stress and exogenous glycinebetaine on sunflower achene weight and oil percentage. Int. J. Environ. Sci. Tech. 2:155-160.

Jones, N., H. Ougham and H. Thomas. 1997. Markers and mapping: we are all geneticists now. New Phytol. 137: 165-177.

Nabipour, A., B. Yazdi-samadi, A.A. Zali and A. Sarrafi. 2006. Identification of QTLs associated with agronomic traits in sunflower (Helianthus annuus L.). J. Genet. Breed. 60: 95-104.

Patterson, H.D. and E.R. Williams. 1976. A new class of resolvable incomplete block designs. Biometrika 63:83–92.

Poormohammad Kiani, S., P. Talia, P. Maury, P. Grieu, R. Heinz, A. Perrault, V. Nishinakamasu, E. Hopp, L. Gentzbittel, N. Paniego and A. Sarrafi. 2007. Genetic analysis of plant water status and osmotic adjustment in recombinant inbred lines of sunflower under two water treatments. Plant Sci. 172:773-787.

Razi, H., and M.T. Assad.1999. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. Euphytica 105:83-90.

Ribaut, J.M., M. Banziger, F.J. Betran, C. Jiang, G.O. Edmeades, K. Dreher, and D. Hoisington.2002. Use of molecular markers in plant breeding: drought tolerance improvement in tropical maize. In: Kang, M.S. (Ed.), Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding, CABI, Wallingford, pp. 85–99.

Schneider, K.A., M.E. Nrothers, and J.D. Kelly. 1997. Marker-assisted selection to improve drought resistance in common bean. Crop Sci. 37: 51-60.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۱۰۴-۹۱

بررسی ارتباط نشانگرهای ریزماهواره ناحیه QTL کنترل‌کننده تحمل به خشکی با برخی صفات فنوتایپی روی کروموزوم شماره ۲ برنج

Study of relationship between SSR markers of QTL region controlling drought tolerance and some of the phenotypic traits on chromosome ۲ of rice

پرهام نیک‌سیر[۱]، سعید نواب‌پور[۲*]، حسین صبوری[۳]، حسن سلطانلو[۲]، مسعود رحیمی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۱۰

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی ارتباط تنوع آللی شانزده نشانگر ریزماهواره ناحیه QTL بزرگ اثر کنترل‌کننده تحمل به خشکی واقع بر روی کروموزوم شماره ۲ برنج با برخی صفات فنوتایپی مرتبط با تحمل به خشکی در مرحله گیاهچه انجام شد. ۲۲ ژنوتیپ برنج ایرانی و وارداتی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو بخش فنوتیپی و مولکولی در آزمایشگاه اصلاح نباتات دانشگاه گنبدکاووس در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد مطالعه شامل قطر ریشه، وزن ریشه، تعداد ریشه، وزن ساقه، طول ساقه، طول ریشه، کد ژنوتیپی و بیوماس بود. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد تفاوت بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه وجود دارد که بیانگر احتمال وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تنش خشکی است. در این مطالعه مجموعا ۴۹ آلل مشاهده شد که بیشترین تعداد آلل مربوط به نشانگر RM3302 با ۶ آلل و بیشترین تنوع ژنی و بالاترین میزان PIC مربوط به نشانگر RM8030 بود. با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای به روش پیش‌رونده ارتباط بین آلل‌ها و صفات فنوتایپی مورد مطالعه، بررسی گردید که در شرایط تنش خشکی تعداد ۱۷ آلل رابطه معنی‌داری حداقل با یکی از ۸ صفت فنوتایپی مورد بررسی داشتند که می‌توان از آن‌ها در اصلاح وابسته به نشانگر و تولید ارقام متحمل در شرایط تنش خشکی در مرحله گیاهچه بهره برد.

واژه‌های کلیدی: تنوع آللی، تنش خشکی، برنج.

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- اعضا هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس
۴- کارشناس ارشد اصلاح نباتات پژوهشگاه هسته‌ای کرج
* مسئول مکاتبات: s.navabpour@gau.ir

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) بعد از گندم مهمترین محصول کشاورزی جهان است (Pandey and Velasco., 2005). واژه تنش به هر عاملی اعم از زنده یا غیرزنده اطلاق می‌شود که بر گیاه اثر گذاشته و آن را از بروز پتانسیل کامل بعضی از صفاتش باز می‌دارد. تنش‌های غیرزیستی حاصل اثر سطوح افزایش یافته یا کاهش یافته عوامل محیطی شامل دما، رطوبت، نمک و عناصر مغذی هستند. خشکی، پدیده‌ای پیچیده‌تر از بسیاری تنش‌های دیگر مانند شوری، آب‌گرفتگی، آفات و بیماری‌هاست. این پیچیدگی‌ها همراه با عدم قطعیت در زمان خشکی، شدت و طول مدت خشکی، چالش عمده‌ای برای دانشمندان کشاورزی مطرح کرده است (Lanng and Buu, 2008). تنش خشکی مانع از تظاهر کامل پتانسیل ژنتیکی گیاهان زراعی شده و از این رو موجب کاهش تولیدات کشاورزی می‌گردد. برنج یک گیاه حساس در برابر خشکی محسوب می‌شود (Lafitte et al., 2004). مکان‌یابی ژن‌های کنترل‌کننده صفات کمّی (Quantitative Trait Loci) یکی از روش‌هایی است که در دهه اخیر برای مطالعه ژنتیکی صفات کمّی مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش تفرق همزمان صفت کمّی و نشانگرهای مولکولی بررسی می‌شود و در نهایت تعداد ژن‌ها (عوامل مؤثر)، نوع عمل آنها و میزان اثر هر یک برآورد شده و مکان QTL روی ژنوم شناسایی می‌گردد. یکی از مهمترین کاربردهای نشانگرهای DNA و نقشه پیوستگی مولکولی، تجزیه واریانس ژنتیکی صفات کمّی از طریق تجزیه مکان‌یابی QTL می‌باشد. QTLها نواحی از کروموزوم هستند که صفات کمّی را کنترل می‌کنند و شامل انواع مختلف ژن و یا گروههای ژنی متفاوت از هم می‌باشند (Li., 2001). ژنگ و همکاران (Zheng et al., 2000)، در مطالعه دابل هاپلوئیدهای ارقام Azucena و IR64، چهار QTL برای شاخص نفوذ و چهار QTL برای ضخامت ریشه شناسایی کردند. گزارش شده است مکان‌های RM212– RM302– RM3825 (cM ۱۴۳/۷–۱۳۵/۸) بر روی کروموزوم شماره ۱ برنج با چندین صفت تحمل به خشکی مانند: ارتفاع گیاه، عمق ریشه، ضخامت ریشه، تعداد جوانه و نسبت ریشه به ساقه، طول پانیکول در لاین نوترکیب حاصل از IR20/Nootripathu در شرایط تنش خشکی پیوستگی دارد.

(Gomez et al,. 2009 ؛et al., 2010 Kanagar)

در دو مطالعه که در سال ۲۰۰۹ بر روی چهار QTL از لاین‌های خالص نوترکیب حاصل از تلاقی Azucena و Bala انجام گردید مشخص شد که QTL واقع بر روی کروموزوم شماره ۲ برنج، باعث افزایش توانایی نفوذ ریشه و عمق ریشه و ضخامت ریشه؛ QTL واقع بر روی کروموزوم شماره ۷ باعث افزایش وزن ریشه و حداکثر طول ریشه؛ QTL واقع بر روی کروموزوم شماره ۹ باعث افزایش عمق و ضخامت ریشه تحت هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی؛ و QTL واقع بر روی کروموزوم شماره ۱۱ باعث افزایش طول ریشه و توانایی نفوذ ریشه می‌گردد.

(Courtois et al., 2009. Khowaja et al., 2009. Norton et al.,2008)

ارزیابی ارتباط میان صفات فنوتایپی و آلل‌های ناحیه QTL کنترل‌کننده تحمل به خشکی روی کروموزوم ۲ برنج در شرایط گیاهچه هدف این تحقیق بود تا از نتایج آن بتوان جهت بهره‌برداری از این تنوع ژنتیکی جهت افزایش تحمل به خشکی در برنج استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

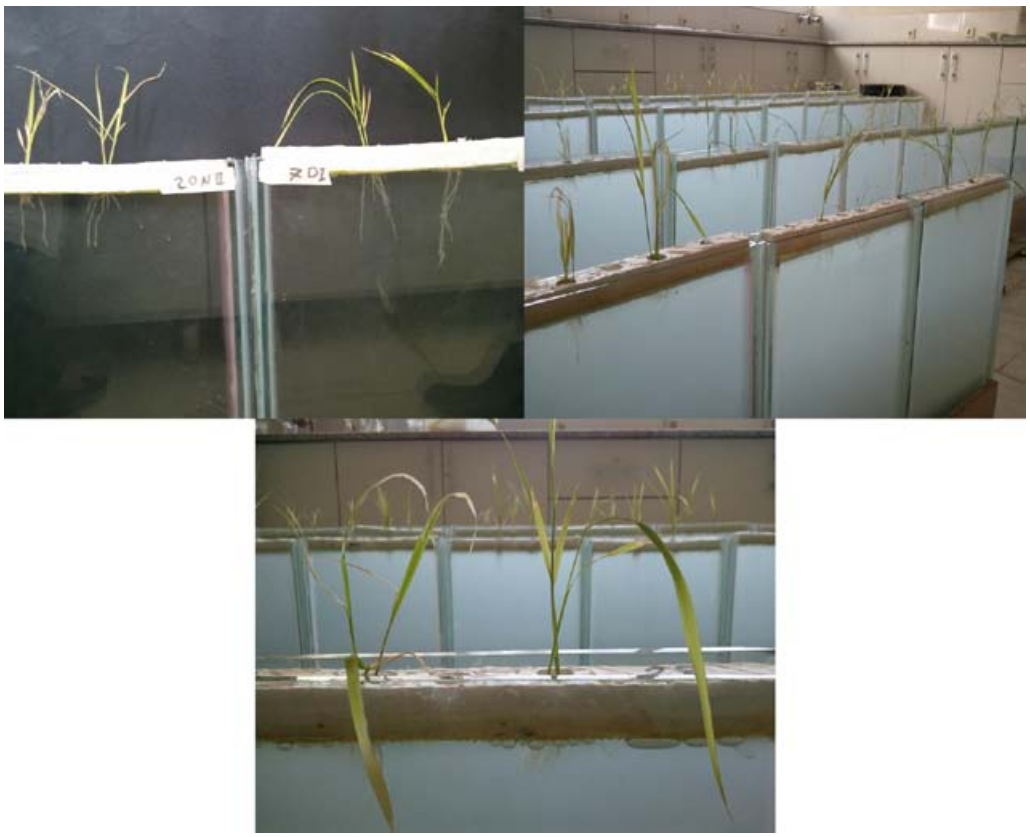
به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی (جدول ۱) به تنش خشکی، ۲۲ ژنوتیپ مختلف برنج در مرحله گیاهچه ارزیابی شدند. صفات قطر ریشه، وزن ریشه، تعداد ریشه، وزن ساقه، طول ساقه، طول ریشه، کد ژنوتیپی و بیوماس در دو شرایط نرمال رشد و تنش خشکی (پتانسیل ۵- بار) مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. برای کشت

از صفحات یونیلیت و ظروف شیشه‌ای با ابعاد ۲/۵×۳۰×۵۰ سانتیمتر استفاده گردید(شکل ۱). ابتدا بذور به مدت ده دقیقه با محلول ۵درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شدند و پس از شستشو با آب مقطر استریل به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی منتقل شدند. کمی آب مقطر استریل هم به ظروف اضافه شد تا کاغذ صافی و بذور مرطوب بمانند. بذور جوانه‌زده در روز پنجم به درون سوراخ‌هایی (واحد آزمایشی) که روی صفحات یونیلیت تعبیه شده بود منتقل گردیدند. در زیر صفحات یونیلیت صفحاتی مشبک از جنس پلاستیک با سوراخ‌های ریز که ریشه‌چه‌ها از آن عبور داده شدند، قرار گرفت. در هر واحد آزمایشی دو بذر جوانه زده نشاء گردید. تا سه روز پس از انتقال از آب مقطر استفاده شد. سپس محلول غذایی یوشیدا به درون شیشه‌ها اضافه گردید. pH محلول هفته‌ای سه بار کنترل گردید و با اضافه نمودن HCl و NaOH، pH محلول روی ۵/۵ ثابت نگه داشته شد. گیاهچه‌های برنج در شرایط محیط نرمال به مدت ۲۸ روز در محلول غذایی یوشیدا (Yoshida et al., 1976) قرار گرفتند. در شرایط تنش خشکی گیاهچه‌های برنج تا هفت روز در محلول غذایی یوشیدا و سپس به مدت ۲۱ روز توسط مانیتول (با پتانسیل ۵- بار) تحت تنش خشکی قرار گرفتند. تجزیه واریانس صفات فنوتایپی مورد بررسی با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.2 (SAS, 2008) انجام گرفت.

جدول ۱- نام ارقام برنج

Table 1. List of rice cultivars

ردیف No	نام رقم Name	ردیف No	نام رقم Name
1	Bala	12	Champa Budar
2	Azucena	13	CT6510-24-1-2
3	Salari	14	B6144-F-MR-6-0-0
4	CT6516-24-3-2	15	Gharib Siah Reihani
5	Dom Zard	16	IR55423-01
6	IR30	17	IR81024-B-B-254-1
7	Usen	18	IR83747-B-B 81-1
8	IR82589-B-B-84-3	19	IR82589-B-B-114-3
9	IR77298-14-1-2	20	Line229
10	IR50	21	IR344197
11	Hashemi	22	IR60080-48A



شکل۱- شمای کلی کشت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط هیدروپونیک

Figure 1- Overview of genotypes studied in hydroponic conditions

در مرحله بعد استخراج DNA ژنومی نمونه‌ها به روش CTAB (Saghi Maroof et al., 1994) انجام شد. برای تعیین غلظت و کمیت DNA استخراج شده از الکتروفورز ژل آگاروز استفاده شد. از ۱۶ جفت آغازگر ریزماهواره (جدول ۲) جهت بررسی تنوع آللی QTL مرتبط با تحمل به خشکی بر روی کروموزوم شماره ۲ برنج استفاده گردید (McCouch Norton et al., 2008; et al., 2002). واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (Polymerase Chain Reaction) با استفاده از دستگاه ترموسایکلر Bio-RAD حاوی ۹۶ چاهک در حجم ۲۰ میکرولیتر انجام گردید که هر واکنش طبق جدول شماره ۳ برنامه‌ریزی شد. جهت انجام تجزیه رگرسیون مرحله‌ای به روش پیش‌رونده از نرم‌افزار SPSS 20.0 استفاده گردید.

جهت محاسبه فراوانی آللی و محتوای اطلاعات چندشکل (Polymorphism Information Content) هر لوکوس از نرم‌افزار Power Marker Ver 3,25 (Liu and Muse., 2005) استفاده شد. محتوای اطلاعات چندشکل طبق فرمول زیر که در آن P_{ij} فراوانی i امین آلل برای نشانگر j و n تعداد کل آلل‌های مشاهده شده است، محاسبه گردید (Anderson et al., 1993):

$$PIC_i = 1 - \sum_{j=1}^{n} p_{ij}^2$$

جدول ۲- لیست آغازگرها و توالی آنها

Table 2- List of primers and their sequences

Locus_ID	Forward Primer	Reverse Primer
RM530	TTCTTTATTCCCTCGCACTGACC	CAATGATGCCACAAACCGTAACC
RM3316	CGCATTTGAAACTGGAAACTCG	GGACGAATACTGATATGGATGACTCC
RM8024	TTTCACTCAAGACCAGACCTGTACG	GCACGTCATTGTAGTGACTAGTGAGG
RM6535	GAGCTTCCGGCCGTAGTTGTGC	AGACCTTCATCCGGCGGTTCG
RM8255	ATCCATTCTTGCTCCCAACAAGC	AGGAGGTGGAGGCTAGGGTTAGG
RM425	ACCACAGCAGGTGGAACAGG	GCTAGCTAAGCCAACACCAACG
RM6481	TCAAGCATCTCAGTCAGCACAGG	CTACAAGCTGAAGCGGCTCAAGG
RM14001	TGTGGCTGGGCTCCGATACC	ACCCTGCAGGATCATCAGAACG
RM14002	TTGCCGTATCAACTTCTCTTCTCTCC	TAGCCTTGCAGCTGGATTAGTACGG
RM8030	CAAGCATTATCAGTTGGCTTCC	GTGCTAGACGACGTTCTCAAACC
RM8029	CAAGCATTATCAGTTGGCTTCC	GTGCTAGACGACGTTCTCAAACC
RM3302	GAGATCGGGATCTAACACTGTAATGC	TCGGACGGAGGGAGTATGTAGC
RM5460	ACAACCACAGCTGCTTGAATTGC	AGAGGAACCCACTGCCCTTGC
RM6519	CCACACCACTACAAAGCTTTCTTCC	ACAGCATCTGGTCGAAGAAGTCG
RM112	TGCCCTGTTATTTTCTTCTCTC	GGTGATCCTTTCCCATTTCA
RM250	TCTGCAAGCCTTGTCTGATG	TAAGTCGATCATTGTGTGGACC

جدول ۳- مواد مورد استفاده در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز

Table 3- Materials used in polymerase chain reaction

مواد مصرفی Materials	حجم موردنیاز(۱X) Volume(1X)
Master Mix محلول مادری	10
Forward primer آغازگر مستقیم	2
Reverse primer آغازگر معکوس	2
DNA	4
H_2O	2

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفت وزن ساقه غیرمعنی‌دار، صفت بیوماس در سطح احتمال پنج درصد و سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. این نتیجه بیانگر وجود تنوع ژنتیکی برای صفات ارزیابی شده در مرحله گیاهچه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی بود. در شرایط تنش خشکی، بیشترین ضریب تغییرات مربوط به صفت تعداد ریشه و کمترین ضریب تغییرات متعلق به صفت قطر ریشه بود، این موضوع نشان داد که در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه صفت تعداد ریشه دارای بیشترین تنوع و صفت قطر ریشه دارای کمترین تنوع می‌باشد. با توجه به نتایج فوق به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی می‌توان جهت افزایش تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های برنج از صفت تعداد ریشه که دارای بیشترین تنوع در میان صفات مورد بررسی بود، بهره گرفت (جدول۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

Table 4. ANOVA of evaluated traits under drought stress conditions

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Squares mean							
		قطر ریشه RD	وزن ریشه RW	تعداد ریشه RN	وزن ساقه SW	طول ساقه SL	طول ریشه RL	کدژنوتیپی GC	بیوماس B
تکرار Replication	2	0.0005 ^{ns}	0.0000004 *	6.62 **	0.000006 ^{ns}	2.19 *	0.008 ^{ns}	1.69 ^{ns}	0.000003 ^{ns}
رقم Variety	21	0.0074 **	0.0000014 **	3.44 **	0.0000061 ^{ns}	6.66 **	2.19 **	12.84 **	0.000006 *
خطا Error	42	0.0007	0.00000008	1.13	0.0000036	0.44	0.29	0.71	0.000003
ضریب تغییرات c.v.		9.52	14.21	26.66	21.70	12.20	20.82	14.03	14.14

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

ns ,*, ** : none significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

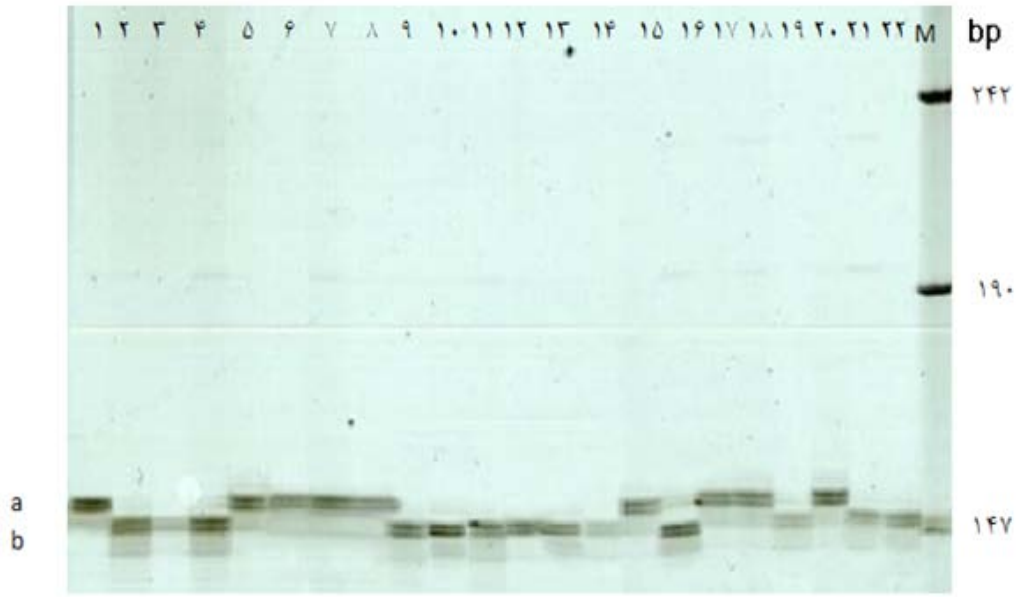
RD, RW, RN, SW, SL, RL, GC and B: Root Diagonal, Root Weight, Root Number, Stem Weight, Stem Length, Root Length, Genotypic Code and Biomass, respectively.

بررسی تنوع آللی نشانگرهای ریزماهواره ناحیه QTL کنترل کننده تحمل به خشکی

جهت ارزیابی تنوع آللی نشانگرهای ریزماهواره QTL بزرگ اثر واقع بر روی کروموزوم شماره ۲ برنج از ۱۶ جفت نشانگر SSR بر روی ۲۲ ژنوتیپ شامل ۲۰ ژنوتیپ برنج ایرانی و وارداتی و نیز ۲ ژنوتیپ Bala (متحمل به خشکی) و Azucena (نسبتاً حساس به خشکی) استفاده شد. در دو شرایط نرمال و تنش خشکی مجموعا تعداد ۴۹ آلل مشاهده گردید (جدول ۵). دامنه تعداد آل‌های مشاهده شده توسط ۱۶ نشانگر ریزماهواره مورد استفاده بین ۲ تا ۶ بود که بیشترین تعداد آلل مربوط به آغازگر RM3302 با تعداد ۶ آلل بود. میانگین کل آل‌های مشاهده شده در کل لوکوس‌ها ۳/۰۶۲۵ به‌دست آمد.

امینی‌نسب و همکاران (Amininasab et al.، 2012) با مطالعه تنوع ژنتیکی در ۲۰ ژنوتیپ برنج با استفاده از ۱۹ نشانگر ریزماهواره پیوسته با ژن‌های کنترل کننده تحمل به خشکی گزارش نمودند که تمامی نشانگرها چندشکلی بالایی را نشان دادند و در مجموع تعداد ۱۴۲ آلل با میانگین ۷/۴۷ آلل در هر جایگاه ژنی را اعلام کردند. تنوع ژنتیکی ۱۰۶ ژنوتیپ برنج هندوستان، با استفاده از نشانگرهای SSR توسط راتی و سارما (Rathi and Sarma.، 2012) بررسی گردید که نشانگرهای SSR سطح بالایی از چندشکلی را در دامنه‌ای از ۸۰ تا ۱۰۰ % نشان دادند و تعداد آل‌ها به ازای هر مکان از ۲ تا ۱۳ متغیر بود، نشانگرهای RM252، RM241 و RM206 دارای مقادیر بالاتر PIC و نیز تعداد بیشتری آلل بودند همچنین محتوای اطلاعات چندشکل از ۰/۴۵۲ تا ۰/۸۱۷ متغیر بود.

شکل شماره ۲، الگوی باندهای ایجاد شده حاصل از الکتروفورز ژنوتیپ‌های مورد مطالعه توسط آغازگر RM14002 در مطالعه حاضر را نشان می‌دهد.



شکل۲- الگوی نواری ایجاد شده توسط آغازگر RM14002 و M، نشانگر وزنی (Kb Ladder).

(نام و شماره ژنوتیپ‌ها در جدول شماره ۱ آمده است).

Figure 2. Banding patterns Created by RM6481 primer and M، Weight marker (Kb Ladder).

(Name and number of genotypes are shown in Table 1.)

در این بررسی به‌منظور امتیازدهی باندها از نرم‌افزار NTSYS pc 2.1 (Rohlf., 2002) و حروف الفبای انگلیسی استفاده شد. سبک‌ترین باندها به‌عنوان اولین آلل با حرف a مشخص شد و با افزایش وزن باندها از حروف بعدی استفاده گردید. محتوای اطلاعات چندشکل از ۰/۲ تا ۰/۶۷ با میانگین ۰/۴۶ متغیر بود که بالاترین مقدار محتوای اطلاعات چندشکل به‌ترتیب مربوط به آغازگرهای RM8030، RM3302 و RM112 بود همچنین بالاترین میزان تنوع ژنی نیز به‌ترتیب مربوط به سه آغازگر مذکور بود. کمترین مقدار محتوای اطلاعات چندشکل و کمترین میزان تنوع ژنی مربوط به آغازگر RM8024 بود. اله‌قلی‌پور وهمکاران (Allahgholipour et al., 2012) در ارزیابی تنوع مولکولی ژنوتیپ‌های برنج با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره اعلام کردند که بیشترین میزان PIC مربوط به نشانگر RM5642 بر روی کروموزوم شماره ۶ و کمترین میزان PIC مربوط به نشانگر RM207 بر روی کروموزوم شماره ۲ به‌ترتیب برابر با ۰/۸۵۴ و ۰/۵۱۵ بود. در مورد اهمیت تعداد آلل‌های تکثیر شده باید به این نکته اشاره کرد که تعداد آلل‌های تکثیر شده از مکان‌های ژنی، تأثیر مستقیمی بر میزان چندشکلی، فراوانی ژنوتیپی و محتوای اطلاعات چندشکلی آن ریزماهواره دارد. با افزایش تعداد آلل تکثیر شده در یک مکان، میزان اطلاع‌رسانی آن مکان برای تعیین تنوع در ژنوتیپ‌ها افزایش می‌یابد. در نهایت می‌توان بیان کرد که نشانگرهای RM8030, RM3302 و RM112 به‌ترتیب با داشتن بیشترین میزان محتوای اطلاعات چندشکلی در این مطالعه بهترین نشانگرها جهت بررسی تنوع ژنتیکی شناسایی شدند.

ارتباط میان نشانگرها با صفات زراعی مورد علاقه به‌منظور شناسایی QTL های دخیل در کنترل صفت در بسیاری از گیاهان بررسی شده است. زمانی که چنین ارتباطی بین

نشانگر و صفت به وجود آمد، گزینش غیر مستقیم می‌تواند از طریق بررسی حضور یا عدم حضور نشانگرهای مورد نظر صورت گیرد که می‌تواند بطور جدی هزینه‌های برنامه اصلاحی را کاهش داده و علاوه‌براین، زمان مورد نیاز برای اصلاح یک رقم جدید را کوتاه‌تر نماید(Yin et al., 2003). مطالعه رابطه بین نشانگرهای مولکولی و صفات زراعی دارای کاربردهای متعددی است که برخی از آن‌ها عبارتند از: امکان بررسی پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌های خاص پیش از ارزیابی فنوتیپی، شناسایی آلل‌های صفت مطلوب در مجموعه ژرم‌پلاسم، تسهیل مکان‌یابی خیلی دقیق QTLها و تائید ژن‌های کاندیدای مسئول صفات کمی(Gebhardt et al., 2004).

جدول ۵- تعداد آلل و محتوای اطلاعات چندشکلی (PIC) ۱۶ نشانگر ریزماهواره

Table 5- number of alleles and Polymorphism Information Content of 16 SSR markers

نشانگر Primer	تعداد آلل Allele No.	تنوع ژنی Gene Diversity	محتوای اطلاعات چندشکل PIC
RM14002	2	0.483	0.366
RM250	3	0.623	0.553
RM112	4	0.677	0.623
RM6519	2	0.462	0.355
RM8030	4	0.727	0.678
RM14001	2	0.462	0.355
RM8255	3	0.491	0.407
RM8024	2	0.235	0.207
RM8029	4	0.657	0.539
RM425	3	0.376	0.343
RM530	2	0.351	0.289
RM6481	2	0.483	0.366
RM3316	3	0.657	0.583
RM6535	3	0.644	0.572
RM3302	6	0.685	0.651
RM5460	4	0.491	0.450
Mean	3.0625	0.532	0.462

از مجموع ۴۹ آلل مشاهده شده در دو شرایط نرمال رشد و تنش خشکی، تعداد ۱۷ آلل در شرایط تنش خشکی با حداقل یکی از ۸ صفت مورد بررسی رابطه معنی‌داری نشان دادند. به‌منظور بررسی آلل‌های مرتبط با صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی نتایج مربوط به تجزیه رگرسیون مرحله‌ای به روش پیش‌رونده هر کدام از آلل‌ها با صفات مورد مطالعه در جداول ۶ الی ۱۳ در شرایط تنش خشکی آورده شده است.

در شرایط تنش خشکی زمانی که صفت وزن ساقه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد ۵ آلل RM5460-d، RM8029-a، RM112-a، RM425-b و RM250-c با صفت وزن ساقه رابطه معنی‌دار نشان دادند. این ۵ آلل به‌ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و در مجموع ۹۰ درصد تغییرات را توجیه کردند. همچنین هر

کدام از صفات وزن ریشه، قطر ریشه و تعداد ریشه با ۳ آلل متفاوت یعنی مجموعا با ۹ آلل رابطه معنی‌دار نشان دادند. نتایج نشان داد در شرایط تنش خشکی زمانی که صفت قطر ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند به‌ترتیب آلل‌های RM425-a،RM250-c و RM8029-b وارد مدل شدند و ۶۲ درصد تغییرات را توجیه کردند. زمانی که وزن ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد به‌ترتیب آلل‌های RM8255-b، RM8024-a و RM3302-c بیشترین تغییرات (۶۰ درصد) را توجیه کردند. در شرایطی که صفت تعداد ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد به‌ترتیب آلل‌های RM6481-a، RM8029-a و RM112-c بیشترین تغییرات (۶۹ درصد) را توجیه کردند. تنها نشانگری که در شرایط تنش خشکی با صفت طول ساقه رابطه معنی‌دار نشان داد نشانگر RM6481-b بود که ۳۹ درصد تغییرات این صفت را توجیه نمود. هنگامی که صفت طول ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد نشانگرهای RM8030-a و RM425-b به‌ترتیب وارد مدل رگرسیون شدند و در مجموع ۴۰ درصد تغییرات این صفت را توجیه کردند. این ارتباط معنی‌دار ممکن است بیانگر ارتباط بین توالی این نشانگرها با بخشی از ژن‌های کنترل کننده این صفات در تنش خشکی باشد که می‌توان از این نشانگرها به‌منظور انتخاب به کمک نشانگر استفاده کرد.

در شرایط تنش خشکی از میان آلل‌های مشاهده شده آلل RM250-c با صفات بیشتری در ارتباط بود. این آلل با سه صفت قطر ریشه، وزن ساقه و کد ژنوتیپی (بر اساس دستورالعمل موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج کد ژنوتیپی پائین از مشخصات ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی است) رابطه معنی‌دار نشان داد. آلل RM8029-a با صفات تعداد ریشه و وزن ساقه، آلل RM425-b با صفات وزن ساقه و طول ریشه و آلل RM3302-e با صفات کد ژنوتیپی و بیوماس رابطه معنی‌دار نشان دادند که بیانگر مجاورت ژن‌های کنترل کننده این صفات با این نشانگرها می‌باشد. در شرایط تنش خشکی بیشترین R^2 مربوط به آلل RM6481-b با صفت طول ساقه به میزان ۰/۳۹ بود. پس از آن بیشترین R^2 مربوط به آلل RM5460-d با صفت وزن ساقه به میزان ۰/۳۸ بود. آلل RM250-c نیز با صفات کد ژنوتیپی و قطر ریشه به ترتیب دارای R^2 به میزان ۰/۳۷ و ۰/۳۶ بود. بالا بودن میزان R^2 نشانگرها، بیانگر وجود نشانگرها در نواحی کد کننده صفات زراعی مورد مطالعه است به همین دلیل تغییرات بیشتری از صفات زراعی مورد بررسی را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی با استفاده از نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون مشاهده گردید که در ناحیه QTL مورد مطالعه ارتباط تفرق نشانگرها با صفات مختلفی معنی‌دار گردید که این معنی‌داری بیانگر این است که احتمالا بخشی از ژن کنترل کننده این صفات در مجاورت این نشانگرها قرار دارد و برای بهبود صفات مربوطه می‌توان از این نشانگرها جهت انتخاب به کمک نشانگر استفاده نمود همچنین می‌توان از نشانگر RM250 که آلل c آن بیشترین تعداد رابطه معنی‌دار را با صفات مورد بررسی داشت جهت بهبود تعداد بیشتری از صفات بهره گرفت. آلل c نشانگر RM250 در ژنوتیپ‌های Bala، IR50، CT6510-24-1-2، IR77298-14-1-2، Line229، چمپابودار و غریب سیاه ریحانی مشاهده گردید. پژوهش حاضر نشان داد که بین ژنوتیپ‌های برنج مورد بررسی تنوع مطلوبی جهت صفت تحمل به خشکی وجود دارد که می‌توان از آن‌ها برای اهداف اصلاحی برنج بهره‌مند شد.

جدول ۶- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که قطر ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 6-Stepwise regression analysis for root diagonal as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM250-c	0.035	0.005	11.594**	0.36
RM425-a	0.034	0.004	10.385**	0.52
RM8029-b	0.022	0.003	9.90**	0.62
a=0.302				

جدول ۷- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که وزن ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 7-Stepwise regression analysis for root weight as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM8255-b	0.002	0.0001	9.110**	0.31
RM8024-a	0.001	0.0001	9.518**	0.50
RM3302-c	0.001	0.0001	9.267**	0.60
a=0.003				

جدول ۸- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که تعداد ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 8-Stepwise regression analysis for root number as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM6481-a	1.146	6.443	9.924**	0.33
RM8029-a	1.032	5.705	13.521**	0.58
RM112-c	0.701	4.509	13.758**	0.69
a=3.466				

جدول ۹- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که وزن ساقه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 9-Stepwise regression analysis for stem weight as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM5460-d	0.005	0.0001	12.421**	0.38
RM8029-a	0.001	0.0001	17.191**	0.64
RM112-a	0.001	0.0001	18.869**	0.75
RM425-b	0.002	0.0001	23.730**	0.84
RM250-c	0.001	0.0001	30.762**	0.90
a=0.009				

جدول ۱۰- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که طول ساقه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 10-Stepwise regression analysis for stem length as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM6481-b	1.850	18.198	12.782**	0.39
a=6.534				

جدول ۱۱- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که طول ریشه به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 11-Stepwise regression analysis for root length as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM8030-a	0.90	3.874	6.757*	0.25
RM425-b	0.773	3.089	6.407**	0.40
a=1.664				

جدول ۱۲- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که کد ژنوتیپی به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 12-Stepwise regression analysis for genotypic code as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM250-c	2.866	33.645	11.958**	0.37
RM3302-e	2.045	26.695	13.886**	0.59
RM8255-d	1.695	22.290	17.410**	0.74
a=7.147				

جدول ۱۳- رگرسیون پیش‌رو در شرایط تنش خشکی زمانی که بیوماس به‌عنوان متغیر وابسته و نشانگرهای مولکولی به‌عنوان متغیر مستقل باشند

Table 13-Stepwise regression analysis for biomass as dependent variable and molecular markers as independent variables

متغیر وارد شده به مدل Variables entered into the model	ضریب رگرسیون Regression Coefficient	میانگین مربعات Squares mean	F	R^2
RM3302-e	0.002	0.0001	6.40*	0.24
RM5460-b	0.002	0.0001	7.236**	0.43
a=0.010				

سپاسگزاری

بدینوسیله از همه بزرگوارانی که در اجرا و تدوین این پژوهش همکاری کردند خصوصا ریاست دانشکده تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و مسئولان محترم آزمایشگاه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

References

فهرست منابع

اله‌قلی‌پور. م، فرشادفر. ع و ربیعی. ب.۱۳۹۲. ارزیابی تنوع مولکولی ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.) با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره همبسته با خصوصیات زراعی و فیزیکوشیمیایی دانه. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۵. شماره ۴. صفحه ۳۳۷-۳۵۴.

امینی‌نسب. ر، ابراهیمی. م.ع. عبادی. ع. ا. و قدسی. م. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام برنج ایرانی با استفاده از نشانگرهای ریزماهواره پیوسته با ژن‌های مقاومت به خشکی. مجله زیست فناوری گیاهان زراعی. جلد ۲. شماره ۲. صفحه ۲۷-۱۵.

Anderson, J.A., G.A. Churchill, J.E. Autrique, S.D. Tanksley and M.E. Sorrells. 1993. Optimizing parental selection for genetic linkage maps. Genome. 36: 181-186.

Courtois, B., N. Ahmadi, F. Khowaja, A.H. Price, J.F. Rami, J. Frouin, C. Hamelin and M. Ruiz. 2009. Rice root genetic architecture: meta- analysis from a Drought QTL Database. Rice 2: 115-128.

Gebhardt, C., A. Ballvora, B. Walkemeier, P. Oberhagemann and K. Schuler. 2004. Assessing genetic potential in germplasm collections of crop plants by marker-trait association: A case study for potatoes with quantitative variation of resistance to late blight and maturity type. Molcular Breeding, 13:93-102.

Gomez, S., M. Boopathi, N.M. Kumar, S.S. Ramasubramanian, T. Chengson, Z. Jeyaprakash, A. Senthil and R.C. Babu. 2009. Molecular mapping and location of QTLs for drought- resistance traits in indica rice lines adapted to target environments. Acta physiologiae plantarum. 32: 355-364.

Kanagaraj, P., K.S.J. Prince, J. Annie Sheeba, K.R. Biji, A. Senthil and R.C. Babu. 2010. Microsatellite markers linked to drought resistance in rice (Oryza sativa L.). Current Sci. 98: 836-839.

Khowaja, F.S., G.J. Norton, B. Courtois and A.H. Price. 2009. Improved resolution in the position of drought- related QTLs in a single mapping population of rice by meta-analysis. BMC Genomics 10: 276.

Lafitte, H.R., A. Ismail and J. Bennet. 2004. Abiotic stress tolerance in rice for Asia: Progress and the future, in New directions for a diverse plant: Proceeding of the 4th International Crop Science Congress, ed. by Fischer, T., Turner, N., Angus, J., McIntyre, L., Robertson, M., Borrell, A., and LIoyd, D. Brisbane, Australia.

Lanng, N.T. and B.C. Buu. 2008. Fine Mapping for grought tolerance in rice (Oryza sativa L.). Omonrice. 16: 9-15.

Li, Z.K. Zool. 2001.QTL mapping in rice: a few critical considerations. In: Khush, G.S., Brar, D.S. and Hardy. B. Genetics IV. Science Publisher Inc. Pp: 153-171.

Liu, K. and S.V. Muse. 2005. Power Marker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis. Bioinformatics. 21: 2128-2129.

McCouch, S.R, L.Y. Teytelman, K. Xu, K. Clare and M. Walton. 2002. Development of 2243 new SSR markers for rice by the international rice microsatellote initiative. Proceeding of the First International Rice congress.Shanghai. China. Pp. 150-152.

Norton, G.J., M.J. Aitkn head, F.S. Khowaja, W.R. Whalley and A.H. Price. 2008. A bioinformatic and transcriptomic approach to identifying positional candidate genes without fine mapping an example using rice-growth QTLs. Genomics.92:344-352.

Pandey, S. and L. Velasco. 2005. Trends in crop establishment methods in Asia and research issues. In: Rice is life. Eds. Scientific perspectives for the 21 st century. Toriyama, K., Heong, K.L., Hardy, B. International Rice Research Institute and Tsokuba, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Los Banos, Philippines, Pp: 178-181.

Rathi, S. and R.N. Sarma. 2012. Microsatellite diversity in indigenous glutinous rice landraces of Assam. Indian Journal of Biotechnology. 11: 23-29.

Rohlf, F.J. 2002. NTSYS pc: Numerical Taxonomy System, Version 2.1. Exeter Publishing, Setauket, NY.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Saghi Maroof, M.A., R.M. Biyaoshev, G.P. Yang, Q. Zhang and R.W. Allard. 1994. Extra ordinarily polymorphic microsatellites DNA in barely species diversity, chromosomal location, and population dynamics. Processing of the Academy of Sciences, USA. 91: 4566-5570.

SPSS 20.0 Brief guide. 2007. 233 south Wacker Drive, 11th Floor, Chicago, IL60606-6412. Patent No. 7:023-453.

Yin, X., P. Stam, M.J. Kropoff and H.C.M. Schapendonk. 2003. Crop Modeling QTL mapping, a their Complementary Role in Plant Breeding. Agronomy Journal. 95: 90-98.

Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock and K.A. Gomez. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. Philippines: IRRI: 83.

Zheng, H., M.S. Pathan, R.C. Babu, M.L. Ali, N. Huang, B. Courtois and H.T. Nguyen. 2000. Quantitative trait loci for root penetration ability and root thickness in rice: comparison of genetic background. Genome.43(1):53-61.

مجله زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۱۱۳-۱۰۵

اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای درصد روغن در ارقام آزادگرده‌افشان آفتاب‌گردان با استفاده از روش AMMI

Genotype - Environment Interaction for Oil Percent in Sunflower Varieties Using AMMI Method

پاشا حجازی[۱]، علیرضا نبی‌پور[۲]، خداداد مصطفوی*[۳]، مرتضی فیروزی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۳/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۸

چکیده

وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، محققین را ناگزیر می‌سازد که ارقام جدید را در دامنه وسیعی از شرایط محیطی مورد ارزیابی قرار دهند. اطلاعات حاصل در تشخیص پایداری و سازگاری ناحیه‌ای ارقام می‌تواند بسیار سودمند باشد. به منظور بررسی و تعیین پایداری ارقام آزادگرده‌افشان آفتابگردان از نظر میزان روغن، آزمایشی بر روی ۱۰ رقم آزادگرده‌افشان آفتاب‌گردان در پنج ایستگاه تحقیقات کشاورزی شامل کرج، ارومیه، بجنورد، شیراز و اسلام‌آباد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط از مدل امی استفاده گردید. سه مولفه اول اثر متقابل بیش از ۹۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. در نمودار بای‌پلات AMMI1 ارقام Master، Bulg5 و Bulg3 و محیط‌های اسلام‌آباد و بجنورد دارای IPCA1 بالا و بیشترین تأثیر را در ایجاد اثر متقابل داشتند. ارقام Berezans، Favorit، Lakumka، Record و Zaria و محیط‌های کرج، شیراز و ارومیه دارای کمترین مقدار مولفه اثر متقابل بودند و از پایداری بیشتری برخوردار بودند. از نظر درصد روغن و اولین مولفه اثر متقابل رقم Zaria مناسب‌ترین رقم تشخیص داده شد. در بای‌پلات AMMI2 ارقام Lakumka و Zaria از کمترین اثر متقابل برخوردار بودند که به عنوان ارقام با سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. رقم Bulg3 در اسلام‌آباد، رقم Berezans در کرج و شیراز، رقم Bulg5 در بجنورد و ارقام Favorit و Record در ارومیه دارای سازگاری خصوصی بودند.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌گردان، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، سازگاری، AMMI.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.
۲- استادیار، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور، آمل،مازندران.
۳- استادیار، عضو هیأت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران
۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بیرجند، ایران.
* مسئول مکاتبات: mostafavi@kiau.ac.ir

مقدمه

آفتاب‌گردان یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در جهان است. به علت دگرگشن بودن، ارقام تجاری عمدتاً به صورت هیبرید و یا ارقام آزادگرده‌افشان هستند. با توجه به داشتن سازگاری نسبی آفتاب‌گردان، این ارقام در مناطق مختلف کشور کشت می‌شوند.

به گفته پترسن و همکاران (Peterson et al., 1997)، چنانچه دو یا چند ژنوتیپ در محیط‌های مختلف کشت شوند ممکن است تفاوت‌هایی در عملکرد نسبی آن‌ها مشاهده شود که این پدیده را اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌نامند. بر طبق گفته فرانسیس و کانبرگ (Francis & Kannenberg, 1978)، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به حالتی گفته می‌شود که ژنوتیپ‌های متفاوت به تغییرات محیطی واکنش‌های متفاوتی نشان دهند. همچنین روی (Roy, 2000)، معتقد است که اگر رتبه عملکرد ژنوتیپ‌ها در دامنه‌ای از شرایط محیطی ثابت بماند اثر متقابل ژنوتیپ × محیط وجود نخواهد داشت.

پایداری عملکرد به توانایی ژنوتیپ‌های گیاهی در بروز ظرفیت عملکرد در دامنه وسیعی از محیط‌ها اطلاق می‌شود. کشت این ژنوتیپ‌ها در مناطق آب و هوایی متفاوت طی دو یا چند سال مختلف به عنوان نمونه‌ای از محیط‌ها، موجب تعیین پایداری عملکرد آن‌ها شده و ژنوتیپ‌های با اثر متقابل ژنوتیپ در محیط کمتر به عنوان ارقام پایدار گزینش می‌شوند. پایداری عملکرد به تحمل حداقل خسارات در اثر تغییرات اقلیمی، تنش یا آفات نیز اطلاق می‌شود.

فالکونر معتقد است (Falconer, 1985) به جای پایداری عملکرد از واژه انعطاف‌پذیری فنوتیپی نیز استفاده می‌شود. پایداری عملکرد به ساختار ژنتیکی یا عکس‌العمل ژنوتیپ‌های فردی یا گروهی وابسته است. پایداری نتیجه اثر متقابل رقم و عوامل محیطی بوده و برآیند این واکنش با ساختار ژنتیکی رقم و شدت عوامل محیطی به خصوص عوامل محدود کننده محیط وابسته است.

در اصلاح نباتات، به‌نژادگران گیاهان را بر مبنای فنوتیپ گزینش می‌کنند، در نتیجه تاثیر گزینش به مقدار زیادی به آن قسمت از فنوتیپی بستگی دارد که متاثر از ژنوتیپ است. بنابراین برای آن‌ها میزان تاثیر محیط روی صفات کمّی اهمیت زیادی دارد (Hayword et al., 1993).

روماگوزا و فاکس (Romagosa and Fox, 1993) روش‌های ارزیابی پایداری زراعی را در چهار گروه شامل روش‌های تجزیه واریانس، روش‌های رگرسیونی، روش‌های غیر پارامتریک و روش‌های چند متغیره گروه‌بندی کردند. لین و بینز (Lin & Binns, 1991) نیز ضمن مقایسه روش‌های مختلف پایداری فنوتیپی و ارزیابی کارآیی آن‌ها، گروه‌بندی مشابهی را ارایه دادند.

روش AMMI ترکیبی از تجزیه واریانس و تجزیه به مولفه‌های اصلی است، که از آن برای تجزیه و تحلیل مطالعات سازگاری استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از تجزیه واریانس، اثر اصلی ژنوتیپ‌ها و محیط برآورد شده (اثر اصلی جمع‌پذیر) و سپس با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (اثر متقابل ضرب‌پذیر) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این روش با نمودار بای‌پلات دو مولفه اصلی که بیشترین تغییرات را توجیه می‌کند، تعیین می‌شود (Gauch, 1990; Clay & Dombek, 1995).

دو روش ضرب‌پذیر در مطالعات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها توسط کورنلیوس و همکاران پیشنهاد شده است که شامل مدل ضرب‌پذیر تغییر یافته (SHMM) و مدل رگرسیون مکانی (SREG) است (Cornelius et al., 1992). در روش SHMM محیط‌ها و ژنوتیپ‌ها بر پایه حداکثر درست‌نمایی گروه‌بندی شده و بر مبنای شکل ارایه شده می‌توان ژنوتیپ‌های پایدار را مشخص کرد (Cornelius et al., 1992; Crossa, 1992; Yan et al., 2002).

نجفیان و همکاران (Najafian et al., 2010) با استفاده از روش AMMI، ژنوتیپ‌های پایدار گندم را در مطالعه

خود تعیین و اظهار داشتند که روش فوق‌الذکر می‌تواند در تعیین ژنوتیپ‌های حائز سازگاری عمومی و خصوصی برای مکان‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

شاه محمدی و همکاران (۱۳۹۱)، به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین میزان پایداری عملکرد و سازگاری ژنوتیپ‌های جو، ۱۹ ژنوتیپ شامل ۱۳ ژنوتیپ اصلاح شده داخلی و شش ژنوتیپ وارداتی را در ده مکان مختلف به مدت سه سال (۱۳۸۰-۱۳۷۷)، مورد ارزیابی قرار داده و داده‌های حاصل از عملکرد را با روش AMMI بررسی کردند. نتایج حاصل نشان داد که اثر اصلی یا افزایشی ژنوتیپ و محیط و نیز اثر متقابل ضرب پذیر ژنوتیپ × محیط معنی‌دار می‌باشد که بیانگر سازگاری ژنوتیپ‌ها با محیط‌های خاص است.

کانونی و همکاران (۱۳۸۶)، پایداری عملکرد ۱۰ ژنوتیپ عدس دانه درشت را طی سه سال زراعی (۱۳۸۲-۱۳۸۰) در چهار ایستگاه کردستان، مراغه، زنجان و اردبیل بررسی کردند. نتایج تجزیه AMMI نشان داد که عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آزمایشی به طور عمده‌ای تحت تأثیر بخش محیطی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط قرار دارد. بای‌پلات حاصل از نمره ژنوتیپی و محیطی دو مولفه اول AMMI نشان داد که در شرایط ایستگاه‌های محل اجرای آزمایش، ژنوتیپ‌های واجد مقادیر پایین مولفه اصلی اول (IPC1) و بالای مطلق مولفه اصلی دوم (IPC2) از عملکرد بالایی برخوردار بودند و به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار مشخص گردیدند.

در آفتاب‌گردان، با توجه به رانده شدن تدریجی این زراعت به سمت زمین‌های زراعی حاشیه‌ای که شرایط زراعی مناسبی ندارند تهیه بذرهای هیبرید برای کشاورزان مقرون به صرفه نمی‌باشد. بذر ارقام آزادگرده‌افشان ارزان‌تر بوده و کشاورز می‌تواند بذر مورد نیاز برای سال آینده را از مزرعه خود تامین کند. همچنین، این واریته‌ها مخلوطی از ژنوتیپ‌های مختلف با ظاهر یکسان هستند که هر کدام در شرایط مختلف، قادرند کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های دیگر را جبران کنند. در صورت بروز بیماری یا تنش‌هایی همچون خشکی، این نوع ارقام مقاومت بیشتری نشان می‌دهند و بنابراین، این واریته‌ها برای کشت در شرایط حاشیه‌ای مناسب‌تر هستند.

وجود لاین‌های آزادگرده‌افشانی که قادر به رقابت با هیبریدهای تجاری خصوصاً در زمین‌های کم‌بازده باشند، با توجه به هزینه کمتر بذر این ارقام نسبت به بذر ارقام هیبرید (مقایسه قیمت) می‌تواند باعث استقبال کشاورزان از کشت آفتابگردان شود.

هدف از مطالعه حاضر، تعیین ژنوتیپ‌های پایدار برای صفت درصد روغن در بین ارقام آزاد گرده‌افشان آفتاب‌گردان در اقلیم‌های مختلف بر پایه روش تجزیه و تحلیل پایداری AMMI بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و ارزیابی پایداری ارقام آفتاب‌گردان به شرایط آب و هوایی مختلف، ۱۰ رقم تجاری آفتاب‌گردان شامل Sor, Record, R453, Master, Lakumka, Favorit, Bulg5, Bulg3, Berezans و Zaria در ۵ ایستگاه تحقیقاتی کرج، ارومیه، بجنورد، اسلام‌آباد و شیراز مورد مطالعه قرار گرفتند. در هر محیط ارقام آفتاب‌گردان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار از لحاظ صفت درصد روغن مورد مقایسه قرار گرفتند.

هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت ۵ متری به فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود. میزان بذر مورد استفاده شش کیلوگرم در هکتار (۶۲۵۰۰ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. در زمان رسیدن فیزیولوژیکی، دو خط میانی هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط برداشت و عملکرد دانه کرت اندازه‌گیری شد. درصد روغن نمونه‌ها نیز بر اساس روش تشدید مغناطیس هسته‌ای (NMR) در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اندازه‌گیری شد.

در این تحقیق برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها از روش چند متغیره AMMI استفاده گردید. ضمن انجام تجزیه واریانس امی مقادیر مولفه‌های اصلی برای هر ژنوتیپ و محیط استخراج و با ترسیم بای‌پلات‌های مربوطه، سازگاری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌ها تعیین شد (Zobel et al.، 1988). همچنین از نرم‌افزارهای SAS, Genstat و Excel نیز جهت تجزیه و بررسی‌های آماری و رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از این آزمایش، اثر ژنوتیپ، اثر مکان و اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ‌ها نشان دهنده اختلاف ژنتیکی در بین ارقام مورد آزمایش می‌باشد. معنی‌دار شدن مکان نیز نشان دهنده اختلاف شرایط محیطی در مناطق مورد آزمایش می‌باشد؛ و همچنین معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و مکان به این مفهوم است که بین ارقام در مکان‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشته است.

به منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از مدل AMMI، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ماتریس باقیمانده صورت گرفت. دو مؤلفه اصلی اول و دوم در سطح احتمال ۱ درصد و مؤلفه اصلی سوم در سطح احتمال ۵% معنی‌دار شد (جدول ۲). مؤلفه اصلی اول (IPCA1) ۴۶/۶ درصد، مؤلفه اصلی دوم (IPCA2) ۳۱/۴۵ درصد و مؤلفه اصلی سوم (IPCA3) ۱۷/۲ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند. این سه مؤلفه در مجموع ۹۵/۲۵ % از واریانس کل را توجیه نمودند. مؤلفه‌های دیگر با باقیمانده یا نویز ادغام شدند و ۴/۷۵ % از تغییرات کل را توجیه کردند. بنابراین مدل AMMI با سه مؤلفه اصلی (AMMI3) در نظر گرفته شد.

در شکل (۱) بای‌پلات اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل با میانگین صفات عملکرد دانه ارائه شده است. در این نمودار دو بعدی، محور افقی نشان دهنده اثرات اصلی جمع پذیر یا میانگین‌ها و محور عمودی اثرات متقابل ضربی یا مقادیر اولین مؤلفه‌های اصلی می‌باشد. با توجه به این شکل می‌توان ژنوتیپ‌هایی که هم متوسط بالایی را از نظر صفت مورد بررسی دارند و هم با توجه به اولین مؤلفه‌ی اصلی اثر متقابل سازگاری بیشتری نسبت به مناطق دارند را مشخص نمود. همچنین مکان‌هایی را که واجد این خصوصیات هستند را نیز مشخص کرد. خط عمودی این نمودار از میانگین کل آزمایش (درصد روغن) می‌گذرد و ژنوتیپ‌ها و مکان‌های سمت راست این خط دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌باشند. ژنوتیپ‌ها و مکان‌های واقع بر روی خط دارای اثرات اصلی جمع‌پذیر (میانگین عملکرد) دارای واکنشی مشابه هستند. محور افقی مرکز این نمودار نشان دهنده IPCA1= 0 است که نشان دهنده ناحیه فقدان اثر متقابل می‌باشد. ژنوتیپ‌ها و مکان‌هایی که اثر متقابل بالایی را نشان می‌دهند، دارای مقادیر بزرگ (مثبت و منفی) برای اولین مؤلفه هستند. هر چه ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها به خط افقی نزدیک‌تر باشند دارای اثرات متقابل کمتری هستند.

در نمودار بای‌پلات مشاهده می‌شود که ارقام Master, Bulg5 و Bulg3 و همچنین محیط‌های اسلام‌آباد و بجنورد دارای IPCA1 بالا هستند، و در نتیجه بیشترین تأثیر را در ایجاد اثر متقابل دارند. خط عمود در میانه بای‌پلات از میانگین کل آزمایش می‌گذرد. ارقام و مکان‌های سمت راست این خط دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌باشند، بنابراین ارقام Favorit, Record, Zaria, R453, Master و Bulg3 به ترتیب بیشترین تا کمترین میانگین عملکرد بالاتر از متوسط را به خود اختصاص دادند و در سمت راست خط عمود در میانه بای‌پلات قرار گرفتند. رقم Lakumka کمترین میزان عملکرد را داشت که در بای‌پلات مذکور مشاهده می‌شود.

در بین مکان‌ها، کرج و ارومیه عملکرد بالایی را نشان دادند. مکان‌های شیراز و بجنورد پایین‌ترین عملکرد را داشتند.

همچنین محور افقی در میانه نمودار نشان‌دهنده IPCA1=0 می‌باشد، که نشان می‌دهد هیچ گونه اثر متقابلی وجود ندارد. از اینرو ژنوتیپ‌هایی که در مرکز بای‌پلات قرار گرفته‌اند اثر متقابل نزدیک به صفر دارند و دارای پایداری عمومی بیشتری هستند. بنابراین ارقام Lakumka, Favorit, R453, Record و Zaria دارای اثر متقابل پایینی می‌باشند، ولی ارقام Zaria و Record به علت داشتن میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌توانند به عنوان ارقامی با پایداری مطلوب مورد توجه قرار بگیرند (شکل ۱).

شکل (۲) نمودار بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل را برای ارقام نشان می‌دهد. ارقام و مکان‌ها بر اساس مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم مشخص شده‌اند. این بای‌پلات جمعاً ۷۸/۱۷ درصد تغییرات موجود در داده‌ها را توجیه می‌کند و سهم مؤلفه اصلی اول (۵۱/۷۴) در تفکیک ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها بیشتر و سهم مؤلفه اصلی دوم (۲۶/۴۳) کمتر است (جدول ۲).

در بای‌پلات شکل (۲) ارقام Lakumka و Zaria از کمترین اثر متقابل برخوردار بودند که از بین آنها رقم Zaria به علت داشتن میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، به عنوان رقمی با سازگاری عمومی خوب شناخته شد. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب‌ترین ارقام برای مکان‌های مورد آزمایش با توجه به این بای‌پلات، رقم‌های Berezans Master, Bulg3, Bulg5، و Sor ارقامی هستند که در رئوس چند ضلعی تشکیل شده در این بای پلات قرار دارند. این ارقام دارای بیشترین پاسخ‌دهی در مکان‌های مناسب خود هستند (به عبارتی بیشترین سازگاری اختصاصی با مکان‌های مناسب خود را دارند). بخش‌هایی توسط خطوط عمود بر این اضلاع به وجود آمده که رقم‌ها و مکان‌های مناسب آنها درون هر بخش قرار گرفته است. رقم‌هایی که در راس قرار گرفته‌اند ارقام برنده و مناسب برای مکان یا مکان‌هایی می‌باشند که در آن بخش قرار دارند (جدول ۳).

در این بای‌پلات مکان‌های کرج و شیراز در داخل بخش اول قرار گرفته‌اند و ژنوتیپ برنده در این دو مکان رقم Berezans می‌باشد و به عبارتی از واکنش اثر متقابل مشابه با این دو مکان برخوردار است. در بخش دوم این بای‌پلات ارقام Master و R453 در راس قرار دارد که رقم برنده برای هیچ مکانی نمی‌باشند، زیرا در بخشی واقع شده‌اند که در آن بخش هیچ مکانی قرار ندارد. در بخش سوم رقم Bulg3 به عنوان رقم برنده برای مکان اسلام‌آباد شناخته شد، همچنین رقم Record نیز به عنوان رقم برنده برای مکان ارومیه شناخته شد. در بخش چهارم رقم Bulg5 به عنوان رقم مناسب و سازگار برای مکان بجنورد شناخته شد همچنین از آنجاییکه ارقام Zaria و Favorit دارای اثر متقابل مشابه با بجنورد می‌باشند می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های سازگار با مکان کرج معرفی شوند. در بخش پنجم ارقام Lakumka و Sor در راس قرار دارند که رقم برنده برای هیچ مکانی نمی‌باشند زیرا در بخشی واقع شده‌اند که در آن بخش هیچ مکانی قرار ندارد (جدول ۳ و ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب درصد روغن ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان مورد مطالعه در مناطق مورد بررسی

Table 1- Analysis of variance (combined) for oil percent of under studied sunflower genotypes in evaluated area

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)
مکان (Environment)	4	459.184	114.796**
اشتباه اول (Error 1)	15	97.372	6.492
ژنوتیپ (Genotype)	9	522.121	58.013**
ژنوتیپ × مکان (Env×Gen)	36	233.504	6.486**
اشتباه دوم (Error 2)	135	390.058	2.889
کل (Total)	199	1702.241	
CV%		3.704	

* و ** و ns: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: Indicating a significant difference in the level of 1%, 5% and no significant difference respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس مدل AMMI برای درصد روغن ارقام آفتاب‌گردان در مناطق مورد بررسی

Table 2- Analysis of variance (Ammi model) for oil percent of sunflower varieties in evaluated area

Table 2- Analysis of AMMI model variant for oil sunflower cultivars in the areas investigated

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	SS%	میانگین مربعات (MS)
کل (Total)	199	1702.24		
تکرار(Replication)	52	1231.355		23.679**
تیمار (Treatment)	3	16.54		5.515ns
ژنوتیپ (Genotype)	9	522.12		58.0134**
مکان (Environment)	4	459.18		114.796**
اثر متقابل ژنوتیپ× مکان (ENV×GEN)	36	233.50		6.486**
$IPCA_1$	12	108.818	46.60	9.068**
$IPCA_2$	10	73.445	31.45	7.344**
$IPCA_3$	8	40.168	17.2	5.021*
باقیمانده (نویز) (Noise)	6	11.07	4.75	1.845
خطای ادغام شده(Error)	147	470.89		

* و ** و ns: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: Indicating a significant difference in the level of 1%, 5% and no significant difference respectively.

جدول ۳- درصد روغن و مقادیر مولفه‌های اصلی اول، دوم و سوم ارقام آفتاب‌گردان

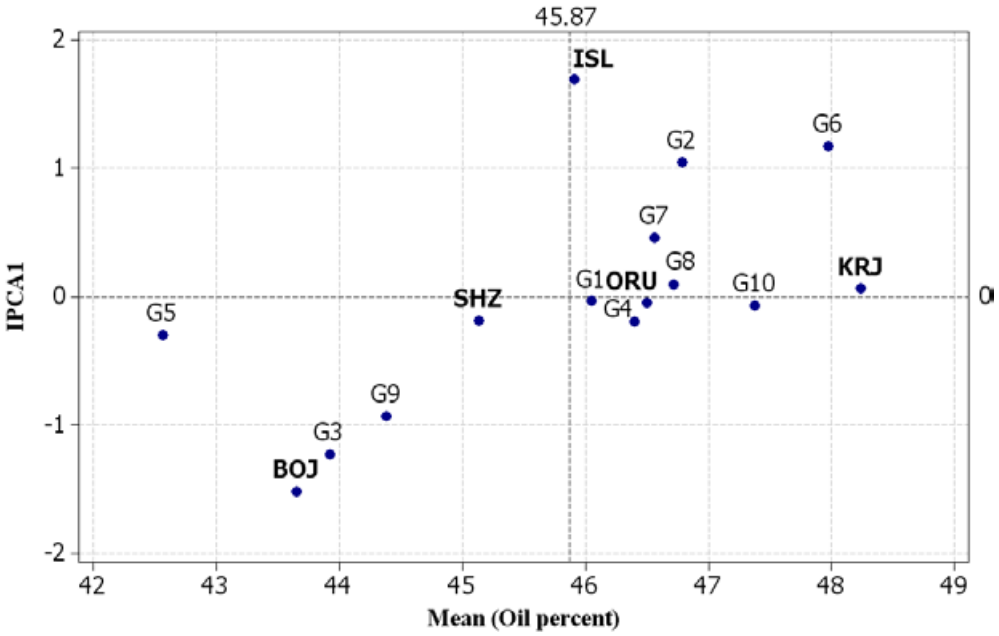
Table 3- Oil percent in first, second and third main components amount of sunflower varieties

شماره ارقام	نام ارقام	میانگین	$IPCA_1$	$IPCA_2$	$IPCA_3$
۱	Berezans	46.505	-0.0361	1.1167	-0.1669
۲	bulg3	46.7865	1.0475	-1.0065	0.3447
۳	bulg5	43.9185	-1.2302	-0.6029	-0.2063
۴	Favorit	46.3985	-0.1991	-0.554	-0.8042
۵	Lakumka	42.559	-0.3028	0.1232	1.2885
۶	Master	47.975	1.1743	0.5903	-0.2932
۷	R453	46.56	0.4558	0.4261	0.0806
۸	Record	46.7135	0.0946	-0.6871	0.2611
۹	Sor	44.3785	-0.9334	0.5801	.01751
۱۰	Zaria	47.3775	-0.0704	0.014	-0.6164

جدول ۴- عملکرد دانه و مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول، دوم و سوم برای مکان‌های مورد بررسی

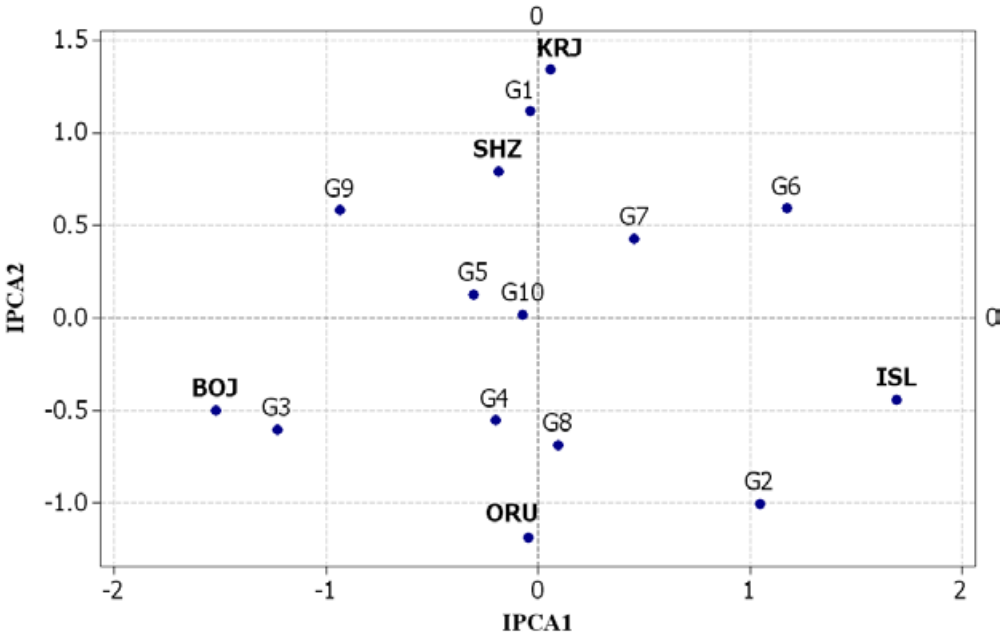
Table 4- Seed yield in first, second and third components amount of evaluated area

نام مکان	کد مکان	میانگین	$IPCA_1$	$IPCA_2$	$IPCA_3$
کرج	KRJ	48.24	0.0597	1.3424	-0.0319
ارومیه	ORU	46.5	-0.0473	-1.1872	-1.1286
بجنورد	BOJ	43.65	-1.519	-0.5018	0.972
شیراز	SHZ	45.13	-0.1866	0.7903	-0.5881
اسلام‌آباد	ISL	45.91	1.6933	-0.4436	0.7767



شکل ۱- بای‌پلات میانگین درصد روغن ارقام آفتاب‌گردان و محیط‌ها در مقابل مقادیر اولین مولفه اصلی اثر متقابل آنها (AMMI1)

Fig 1- Biplot base mean and IPCA1 for sunflower cultivars and environments (AMMI1).



شکل ۲- بای‌پلات بر اساس مدل AMMI2 برای درصد روغن

Fig 2- Biplot based on the model AMMI2 for the oil percent

References

فهرست منابع

شاه محمدی، م.، دهقانی، ح.، یوسفی، ا. ۱۳۹۱. تجزیه اثر اصلی افزایشی و اثر متقابل ضرب پذیر (AMMI) در ژنوتیپ‌های جو(*Hordeum Vulgare* L.). مجله الکترونیکی ویستا. دانشنامه فارسی. شنبه ۱۳ تیر ۱۳۹۱.www.Vista.com

کانونی، ه.، طالعی، ع.، بی همتا، م. ر.، شهاب، م. ر.، کامل، م.، و مصطفایی، ح. ۱۳۸۶. پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های عدس در مناطق دیم غرب کشور از طریق تجزیه AMMI. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۸-۱(۲): ۲۹۵-۳۰۲.

Clay, H. S., & D, Dombek, 1995. Comparing soybean cultivar ranking and selection for yield with AMMI and full data performance estimates. Crop Science. 35, 1536-1541.

Cornelius, P. L. & J, Crossa. 1999. Prediction assessment of shrinkage estimators of multiplicative models for multi-environment cultivar trials. Crop Science, 39, 998–1009.

Crossa, J. 1992. Statistical analysis of multi-location trials. Advances in Agronomy. 44: 55-85.

Falconer, D. S. 1985. Introduction To Quantitative Genetics. Longman, U.S.A

Francis, T. R., and L. W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short season maize. 1. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science. 58: 1029-1034.

Gauch, H. G., 1990. Full and reduced models for yield trials. Theoretical and Applied Genetics 80: 153-163.

Hayward.M.D., N. O, Bosemard. And I, Romagosa. 1993. Plant Breeding, London: Chapman and hall,U.K.

Lin, C. S., and M. R, Binns. 1991. Genetic properties of four types of stability parameter. Theoretical Applied Genetics 82: 505-509.

Najafian, G., A. K. Kaffashi and A. Jafar-Nezhad. 2010. Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown in temperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. J. Agr. Sci. Tech. 12: 213-222.

Peterson, C. J., M, Moffatt., and J. R, Erickson. 1997. Yield stability of hybrid vs. pure line hard winter wheats in regional performance trials. Crop Sci. 37:116-120.

Romagosa, I. and P. N. Fox. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. In: M. D. Hayward,N. Bosamark, and I. Romagosa (eds.). Plant Breeding: Principles and Prospects. Chapman and Hall,

Roy, D. 2000. Plant breeding analysis and exploitation of variation. Alpha Science International Ltd., U.K 35:12-18.

Yan, W. M. S, Kang., M., Baoluo. M. Sheila, 2002. analysis of Genotype – by- Environment Data Crop Sci 47: 643-653

Zobel, R. W., M. J. Wright and H. G. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron. J. 80:388-393.