بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم
وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

مجله به‌نژادی نهـــال و بـــــذر

نشریه علمی – پژوهشی

مندرجات جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

فهرست مقالات

عنوان **صفحه**

۱- واکنش لاین‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل
بهروز اسدی و حسین آسترکی ۲۳۳

۲- تاثیر ماده محرک BTH بر بیان ژن *PR2* و شدت بیماری آتشک در درخت به
نسیم سرهنگی، علی محمد شکیب، منصوره کشاورزی، محمدعلی ابراهیمی و مانا احمد راجی ۲۴۹

۳- تاثیر محیط‌های رشد و منبع آهن در ریزازدیادی و ریشه‌زایی پایه‌های نیمه پاکوتاه‌کننده گلابی پیرودوارف و OH×F87
نفیسه نورمحمدی، حمید عبداللهی، آزاده معینی و اسماعیل روح‌الامین ۲۶۵

۴- تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* عامل بیماری لکه برگی سپتوریائی گندم روی ارقام افتراقی
علی محمد بیگی، رامین روح‌پرور و محمد ترابی ۲۷۹

۵- ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از نظر صفات مهم زراعی
عباس رضائی‌زاد و اسداله زارعی سیاه‌بیدی ۲۹۳

۶- ارزیابی مقاومت نسبی پنج پایه درختان میوه هسته‌دار به *Phytophthora cactorum* و *P. drechsleri*
هومن شریفی، ناصر بوذری و منصوره کشاورزی ۳۰۷

۷- ارزیابی هتروزیس و ترکیب‌پذیری در ارقام توتون (*Nicotiana tabacum* L.) هواخشک با استفاده از روش لاین × تستر
نقی حسین‌زاده فشالمی، عبدالرحیم مهدوی، محمدرضا صلواتی میبدی، حسن رحیم سروش، عبدالغفور قلی‌زاده، رضا علی‌نژاد و سید افشین سجادی ۳۲۵

۸- تجزیهٔ ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط کاشت معمول و تاخیری
حسن امیری اوغان، محمد مقدم، کاظم قاسمی گلعذانی و امیرحسین شیرانی‌راد ۳۳۹

۹- ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال وبختیاری
سید اصغر موسوی، مریم تاتاری، حسین مرادی و داراب حسنی ۳۶۵

مقاله کوتاه علمی

۱۰- تنوع در تعدادی از پایه‌های دانهالی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی
مصطفی رحمتی، کاظم ارزانی و حسن یداللهی ۳۹۱

۱۱- ارزیابی درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به بیماری ساق سیاه ناشی از قارچ *Phoma lingam*
سیامک رحمانپور و بهرام علیزاده ۳۹۹

«مجلات علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر»

اولین شماره مجله علمی این مؤسسه با نام **نهال و بذر** در سال **۱۳۵۹** منتشر شد. تا سال **۱۳۶۹** شش جلد از مجله منتشر شد و از سال **۱۳۷۰** انتشار آن به طور منظم ادامه یافت. در سال **۱۳۷۶** درجه علمی- پژوهشی را از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کسب کرد. در راستای تخصصی شدن بیشتر مجلات علمی- پژوهشی و بر اساس برنامه ارائه شده از طرف کمیسیون نشریات علمی کشور، از سال **۱۳۸۸** مجله نهال و بذر در دو گرایش ۱- به‌نژادی ۲- به‌زراعی و فیزیولوژی و هر گرایش به صورت یک مجله جداگانه با عنوان‌های زیر چاپ و منتشر می‌شود:

۱- مجله به‌نژادی نهال و بذر

1. Seed and Plant Improvement Journal (SPIJ)

۲- مجله به‌زراعی نهال و بذر

2. Seed and Plant Production Journal (SPPJ)

مجله به‌نژادی با کد ۱ (با حفظ شماره‌های قبلی به صورت ۱-۲۵، ۱-۲۶، ۱-۲۷، ...) و مجله به‌زراعی با کد ۲ (به صورت ۲-۲۵، ۲-۲۶، ۲-۲۷، ...) هر کدام در چهار شماره در سال (فصلنامه) منتشر می‌شوند.

از سال **۱۳۸۹** مجله جدیدی با نام Crop Breeding Journal (CBJ) که به زبان انگلیسی منتشر می‌شود و از سال **۱۳۹۱** یک مجله علمی- ترویجی با عنوان

مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی

Research Achievements for Field and Horticulture Crops (RAFHC)

به مجموعه مجلات علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر افزوده شد

مقالات کامل هر چهار مجله در پایگاه استنادی علوم ایران و جهان اسلام (ISC) به آدرس http://www.srlst.com ، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی به آدرس http://www.sid.ir و پایگاه www.agrisis.ir و خلاصه مقالات آن‌ها در پایگاه http://www.cabi.com نمایه می‌شود.

در پایگاه اختصاصی http://spij.spii.ir نیز مقالات و اطلاعات مربوط به این مجلات قابل دسترسی است.

امید است با همکاری همه پژوهندگان و متخصصین کشور روند رو به تکامل این مجله‌ها همچنان ادامه یابد.

مدیر مسئول مجلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

بنام خدا

راهنمای تهیه مقاله برای مجله به‌نژادی نهال و بذر

مجله به‌نژادی نهال و بذر مقالات تحقیقی و نتایج تحقیقات در زمینه علوم وابسته به اصلاح نباتات و ژنتیک گیاهان زراعی و باغی که به زبان فارسی نوشته شده و قبلاً به هیچ طریق انتشار نیافته و یا همزمان به مجلات دیگر فرستاده نشده باشند را با داوری علمی و ادبی پذیرفته و منتشر می‌کند. مقالاتی که خلاصه آنها در مجامع علمی داخلی و خارجی ارائه و چاپ شده باشد، مستثنی هستند. در هر شماره از نشریه در صورت دریافت مقاله‌هائی به صورت معرفی رقم جدید، مقاله کوتاه علمی و گزارش کوتاه علمی به چاپ خواهد رسید (حداکثر ۲ مقاله).

روش نگارش و ارسال مقاله

هر مقاله باید روی کاغذ سفید بدون آرم به قطع (A4) ۲۱ × ۲۸ با ۳ سانتی‌متر حاشیه از چهار طرف به صورت یک خط در میان (فاصله ۱ سانتیمتر) تایپ و ارائه شود. تا حد امکان از به کار بردن کلمات خارجی در متن مقاله خودداری شود. هر گونه اصطلاح خارجی باید به رسم‌الخط فارسی نوشته و در مقابل آن و داخل پرانتز، اصطلاحات به زبان اصلی نگاشته شوند. نام علمی گیاهان یا موجودات با حروف ایتالیک نگاشته شوند. محتوای مقاله نباید از ۱۵ صفحه تجاوز کند. از هر مقاله باید چهار نسخه کامل جهت بررسی به نشانی دفتر مجله به‌نژادی نهال و بذر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارسال شود. پس از داوری در صورتی که مقاله پذیرفته شود نتیجه به نحو مقتضی به اطلاع نویسنده(گان) می‌رسد. جهت سرعت در کار تایپ و جلوگیری از اشتباه، دیسکت رایانه‌ای که مقاله با یک نرم‌افزار استاندارد در آن ضبط شده باشد نیز ارسال شود.

گواهی پذیرش مقاله فقط پس از اتمام مراحل ویراستاری، تائید داور نهائی و تصویب هیئت تحریریه صادر و مراتب با درج شماره جلد و شماره مجله‌ای که مقاله در آن چاپ خواهد شد، به اطلاع نویسنده (گان) خواهد رسید.

ترتیب قسمت‌های مختلف

هر مقاله باید شامل برگ مشخصات، عنوان، چکیده، واژه‌های کلیدی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، سپاسگزاری، منابع مورد استفاده و چکیده به زبان انگلیسی باشد.

برگ مشخصات

برگ مشخصات مقاله بایستی در یک صفحه جداگانه که در برگیرنده موارد زیر باشد ضمیمه مقاله شود:

عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نویسنده(گان)، مرتبه علمی نویسنده(گان)، آدرس کامل پستی (همراه با کدپستی)، آدرس الکترونیکی، شماره تلفن و دورنویس (فاکس) محلی که نویسنده(گان) در آن اشتغال دارند و محل انجام تحقیق.

برگ مشخصات مقاله بایستی به دو زبان فارسی و انگلیسی ارائه و توسط نویسنده(گان) امضا شود. در صورتی که مقاله ارائه شده بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد یا دکتری یکی از نگارندگان باشد مشخص شود و شماره طرح تحقیقاتی مصوب که مقاله از آن استخراج شده حتماً ذکر شود. مشخص کردن نویسنده مسئول مقاله و آدرس الکترونیکی آن الزامی است.

تعداد و ردیف نویسندگان مقاله به همان صورتی که در نسخه اولیه و موقع ارائه به دفتر مجله مشخص شده است، مورد قبول است و تقاضای حذف، اضافه کردن یا تغییر در ترتیب اسامی نویسندگان در هر مرحله از بررسی، به هیچ وجه پذیرفته نمی‌شود.

عنوان

عنوان باید کوتاه، رسا و جامع بوده و از ۲۵ کلمه تجاوز نکند. زیر عنوان فارسی، عنوان انگلیسی (با حروف کوچک، فقط حرف اول کلمات اصلی بزرگ) تایپ شود. در صفحه اول و سایر صفحات نباید نام و مشخصات نویسنده(گان) نوشته شود.

چکیده فارسی

چکیده فارسی باید حداکثر در ۲۰۰ کلمه به صورت یک پارگراف که فشرده گویایی از کل مقاله و با تاکید بر هدف، مواد و روش‌ها و نتایج اصلی باشد، ارائه شود. مقالاتی که با عنوان معرفی رقم، مقاله کوتاه علمی و گزارش کوتاه علمی ارائه می‌شوند نیازی به چکیده ندارند. در زیر چکیده فارسی مقاله حداکثر ۷ واژه کلیدی درج شود.

مقدمه

در این قسمت پس از اشاره کافی به منابع و تحقیقات اجرا شده قبلی در زمینه موضوع مقاله و توجیه پژوهش، هدف بررسی و تحقیق به طور واضح مطرح شود.

مواد و روش‌ها

در این بخش، مواد و روش‌های مورد استفاده در اجرای پژوهش به ویژه روش‌های ابداعی یا موارد خاصی که برای اولین بار به کار گرفته می‌شود با شرح کامل بیان شود. در مورد روش‌های شناخته شده و اقتباس شده ذکر منبع مربوط کافی است. ذکر نام‌های دقیق علمی و تجارتی مواد، دستگاه‌ها و منابع آن‌ها ضروری است.

نتایج و بحث

نتایج تحقیق به صورت نوشتار، جدول، شکل و نمودار در این قسمت ارائه می‌شود. مضمون جدول‌ها به هر نحو و یا به هر شکل نباید در مقاله تکرار شود. هر جدول از شماره، عنوان، سرستون‌ها 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 سر جدول از خطوط افقی در داخل کادر سر جدول استفاده کرد. در بالای کادر جدول پس از کلمه جدول و شماره آن، خط تیره و سپس عنوان ذکر می‌شود. در متن جدول نباید از خطوط افقی و عمودی استفاده کرد. هر ستون جدول 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 کرد. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه می‌شود و ارتباط آنها با جدول به صورت اعداد یا حروف انگلیسی در بالا و سمت راست جملات و اعداد مشخص می‌شود. نتایج و بررسی‌های آماری باید به یکی از روش‌های علمی در جدول منعکس شود، چنانچه محاسبات آماری منجر به اختلاف معنی‌دار شده باشد در سطوح ۵٪ و ۱٪ به ترتیب با یک یا دو ستاره نشان داده شده و در صورتی که اختلاف معنی‌دار نباشد با علامت ns مشخص شود. برای این که جداول مربوط به نتایج برای خوانندگان غیرفارسی زبان نیز قابل استفاده باشد، شماره و عنوان جدول، متن جدول، سر ستون‌ها و کلیه علائم و توضیحات پای جدول باید به انگلیسی ترجمه شده و در زیر شرح فارسی نوشته شود. تاریخ‌های مورد اشاره در متن جدول به تاریخ میلادی تبدیل و در جدول ارائه شود. طبعاً اعداد متن جدول نیز باید به انگلیسی نوشته شده و کلیه مندرجات جدول از چپ به راست تنظیم شود. اندازه جدول حتی‌المقدور از ۲۰ ×۱۲ سانتی‌متر نباید تجاوز کند. شکل‌ها (عکس یا نمودار) باید به صورت رنگی یا سیاه و سفید و در ابعاد

۷ × ۷/۵ (حداکثر ۹ × ۱۲) تهیه شوند. شکل‌ها نیز باید با اعداد انگلیسی تنظیم شوند و ترجمه انگلیسی شرح شکل‌ها در زیر شرح فارسی ارائه شود. شماره و عنوان جدول‌ها به زبان فارسی و انگلیسی در بالای آن‌ها و شماره و عنوان شکل‌ها به زبان فارسی و انگلیسی در زیر آن‌ها نوشته شود.

بعد از ارائه نتایج با روش بالا، نتایج حاصل تجزیه و تحلیل می‌شود و با توجه به هدف تحقیق بحث و نتیجه‌گیری به عمل می‌آید. مقایسه نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه در منابع داخلی و خارجی در این قسمت ضروری است، نویسنده(گان) می‌توانند در صورت لزوم پیشنهادات خود را برای انجام تحقیق‌های بعدی در پایان بحث ارائه نمایند.

سپاسگزاری

در این قسمت که حداکثر در چهار سطر تنظیم می‌شود، می‌توان از اشخاص و افرادی که در راهنمایی و یا انجام تحقیق مساعدت کرده و یا در تامین بودجه، امکانات و لوازم کار نقش مؤثری داشته‌اند، سپاسگزاری کرد.

منابع مورد استفاده

در این قسمت تمام منابع ذکر شده باید در متن مقاله مورد استفاده قرار گرفته باشند. تمام منابع مورد استفاده اعم از داخلی یا خارجی باید به زبان انگلیسی نوشته شوند (اسم نگارندگان، سال میلادی، عنوان مقالات یا کتاب‌ها، نام نشریات یا ناشرین، عنوان کنگره‌ها، شماره جلد، شماره نشریه و شماره صفحات، با استفاده از چکیده انگلیسی مقالات یا مطالب پشت جلد انگلیسی نشریات یا کتاب‌ها).

گزارش‌های نهائی یا سالیانه طرح‌های تحقیقاتی قابل استناد در مقالات علمی- پژوهشی نیستند و نباید در لیست منابع مورد استفاده قرار داده شوند.

چگونگی نوشتن یک منبع در متن مقاله بر اساس نام خانوادگی نویسنده و تاریخ انتشار آن (به زبان انگلیسی و سال میلادی) خواهد بود. در صورت تکرار یک منبع برای بار دوم یا بیشتر می‌توان نام نویسنده(گان) و سال میلادی را برای تکرارهای بعدی به فارسی نوشت.

برای منابعی که دو نویسنده دارند، ابتدا نام خانوادگی نویسنده اول سپس کلمه and سپس نام خانوادگی نویسنده دوم و بعد سال انتشار ذکر می‌شود. در مورد منابعی که بیش از دو نویسنده دارند فقط نام نویسنده اول و سپس *et al.* (با حروف ایتالیک) و سال انتشار آورده شود.

در صورتی که برای یک موضوع لازم باشد چند منبع ذکر شود، منابع به ترتیب سال انتشار مرتب شوند. ترتیب نگارش هر منبع علمی در فهرست منابع بدین صورت است: در مورد مقاله نام خانوادگی نویسنده، حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار مقاله، عنوان مقاله، عنوان کامل مجله، شماره جلد، در داخل پرانتز شماره مجله، و اولین و آخرین صفحات قید می‌شود. در صورتی که مقاله بیش از یک نویسنده داشته باشد. پس از نویسنده اول نام خانوادگی و سپس حرف اول اسم کوچک نفرات بعدی به ترتیب ذکر می‌شود. در مورد کتاب به ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول اسم کوچک نویسنده یا نویسندگان، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب (حروف اول کلمات بزرگ) شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات کتاب خواهد آمد.

در صورتی که از یک نویسنده چندین منبع مورد استفاده قرار گرفته باشد ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار از قدیم به جدید و اگر از نویسنده‌ای چندین منبع هم سال موجود باشد می‌توان با نوشتن حروف a، b و c در جلو سال انتشار، آن‌ها را از یکدیگر متمایز کرد. 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 مرجعی که نویسنده آن مشخص نیست به جای نام نگارنده کلمه Anonymous درج می‌شود. مقالات یا کتاب‌هائی که به زبان فارسی منتشرشده‌اند در آخر منبع کلمه (in Persian)اضافه شود.

مثال‌ها

Moghaddam, A., and Dehghanpour, Z. 2001. Interrelationship among several stability statistics estimated in maize yield trials. Seed and Plant 17: 329-338 (n Persian).
Koocheki, A., Jami Ahmadi, M. B., Kamkar, B., and Mahdavi Damghani, A. M. 2001. Principals of Agricultural Ecology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 471pp. (in Persian).

در صورتی که مقاله به صورت خلاصه (Abstract) باشد طرز نوشتن کاملاً شبیه مقاله کامل است با این تفاوت که در قسمت آخر داخل پرانتز آورده شود (Abstract). در صورتی که فصلی از یک کتاب به وسیله نویسندگان مختلف تالیف و در یک مجلد کتاب که توسط یک یا چند نفر ویرایش شده است مورد استفاده قرارگرفته باشد طبق نمونه زیر عمل شود:

Dickinson, H. G., and Bonner, L. J. 1989. Pollination. pp. 133-157. In: Wright, C. J.(ed.) Manipulaton of Fuiting. Butterworths Publisher, New Zealand.

چکیده به زبان انگلیسی

مقاله باید دارای ترجمه کامل و صحیح چکیده فارسی به انگلیسی باشد. پایان چکیده انگلیسی واژگان کلیدی (Key words) آورده شود.

سایر نکات

- مقالاتی که مطابق راهنمای تهیه مقالات مجله به‌نژادی نهال و بذر تهیه نشده باشند قبل از ویراستاری مسترد خواهند شد.
- در صورتی که نویسنده (گان) علاقمند به چاپ عکس و یا شکل رنگی مربوط به نتایج در مقالات خود باشند، پرداخت هزینه مربوطه به عهده نویسنده (گان) خواهد بود.
- نویسندگان مسئول نظراتی هستند که در مقالات خود بیان می‌کنند.
- مقالات پذیرفته نشده مسترد نخواهند شد.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

واکنش لاین‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل

Response of Chitti Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Lines to Drough Stress Based on Tolerance Indices

بهروز اسدی[۱] و حسین آسترکی[۲]

۱- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، اراک
۲- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۸**

چکیده

اسدی، ب. و آسترکی، ح. ۱۳۹۴. واکنش لاین‌های لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۲۴۸ - ۲۳۳.

به منظور بررسی واکنش ارقام و لاین‌های لوبیا چیتی به تنش خشکی، بیست لاین لوبیا چیتی و رقم صدری (شاهد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی طی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات لوبیا خمین مورد بررسی قرار گرفتند. بذر لاین‌ها روی سه خط به طول ۳ متر کاشته شد. آبیاری در شرایط مطلوب و تنش به ترتیب پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل طول دوره رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد و وزن صددانه بود. نتایج تجزیه واریانس صفات در هر دو سال حاکی از تفاوت معنی‌دار ژنوتیپ‌ها با یک‌دیگر در هر دو شرایط آبیاری بود. تنش خشکی منجر به کاهش صفات مورد بررسی شد و بیشترین تاثیر تنش خشکی بر صفت تعداد دانه در بوته بود.ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که بهترین شاخص‌ها برای گزینش ارقام و لاین‌های متحمل، شاخص‌های MP، GMP و STI بودند. بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های مورد ارزیابی و همچنین نمودار شاخص‌های STI و SSI لاین‌های KS21181، KS21247، KS21255 و KS21216 به عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها به تنش خشکی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، عملکرد، اجزاء عملکرد، تجزیه به مولفه‌های اصلی.

نویسنده مسئول: behroz_89@yahoo.com تلفـــــن: ۰۸۶۵۸۶۱۵۶۹۷

مقدمه

حبوبات پس از غلات، بیشترین منبع غذایی بشر را تشکیل داده و لوبیا از مهم‌ترین حبوبات جهان و ایران محسوب می‌شود. لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* دارای 2n = 2x = 22 کروموزوم و گیاهی خودگشن است. در بسیاری از مناطق دنیا تنش‌های زیستی و غیر زیستی متعددی محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان بوده و منجر به اختلافات قابل توجه بین عملکرد یک محصول در مناطق مختلف می‌شود (Anonymous, 2005). خشکی معمولا به عنوان شایع‌ترین تنش غیر زیستی که گیاهان زراعی با آن مواجه هستند، شناخته شده است. ایران از نظر منابع آبی محدودیت داشته به نحوی که با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را دارا است. وقوع خشکسالی‌های مداوم در سال‌های اخیر زنگ خطری را برای تولیدات کشاورزی و ثبات تولید به صدا در آورده است. با توجه به قرار گرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک جهان، توجه به اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه ضروری به نظر می‌رسد. اصلاح ارقام متحمل به خشکی از مهم‌ترین راه حل‌های مبارزه با مشکل خشکی است (Rebetzke *et al*., 2006). اهمیت تولید حبوبات و به ویژه لوبیا شناسایی، تولید و معرفی ارقام پر محصول و متحمل به تنش خشکی و همچنین زودرس یکی از راهکارهای موثری است که در تلفیق با سایر روش‌های مدیریت آبیاری می‌تواند تاثیر پدیده خشکی را به حداقل برساند. نتایج آزمایش‌های انجام شده در شرایط کنترل شده نشان داده است که لوبیا در مقایسه با سایر بقولات به تنش خشکی نسبتا حساس است (Singh, 2007). شن کات و بریک (Shenkut and Brick, 2003) گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش عملکرد دانه لوبیا می‌شود، اما کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد استفاده متفاوت است. بیات و همکاران (Bayat *et al*, 2010) در بررسی ۹ ژنوتیپ لوبیا چیتی در سه شرایط آبیاری گزارش کردند که تنش کمبود آب بر عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی اثر منفی داشته است. همچنین دو ژنوتیپ COS16 و Taylor در تیمارهای کمبود آب پایداری بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند و کاهش عملکرد دانه آن‌ها در تیمارهای پس از ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. عمادی و همکاران (Emadi *et al*, 2012) در بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و خصوصیات ریخت شناسی لوبیا چیتی رقم COS16 در منطقه یاسوج گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در مراحل زایشی و رویشی ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، اجزاء عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته، متوسط وزن صد دانه و شاخص برداشت را کاهش داد. محمد زاده و همکاران

(Mohammadzade *et al.*, 2012) در بررسی اثر تنش خشکی و سطوح کود نیتروژن بر صفات فیزیولوزیکی دو ژنوتیپ لوبیا قرمز گزارش کردند که تنش خشکی منجر به کاهش شاخص سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، محتوای کلروفیل، عملکرد دانه، کاهش دمای سایه‌انداز گیاه و محتوای پرولین برگ می‌شود. اصلاح گیاهان برای مقاومت به خشکی در بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی مورد مطالعه قرار گرفته و همواره مورد توجه به‌نژادگران گیاهی بوده است. پیشرفت و توسعه ژنتیکی برای تحمل تنش در گیاهان زراعی نیازمند مطالعه و بررسی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی تحمل تنش است (Abde Mishani and Shahnejate Bushehri, 1997). در اصلاح لوبیا برای محیط‌های دارای تنش خشکی، هدف اولیه به حداکثر رساندن عملکرد نیست بلکه تمایل بر این است که از یک حداقل عملکردی که هزینه‌های تولید را پوشش داده و نیز مقداری بازده افزوده برای زارع داشته باشد اطمینان حاصل شود (Bagheri *et al.*, 1991). تاکنون شاخص‌های متعددی برای تشریح پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا ارائه شده است. فیشر و مائورر (Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد کردند. همچنین شاخص‌های تحمل (TOL) و بهره‌وری متوسط (MP) توسط روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) و شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) توسط فرناندز (Fernandez, 1992) برای شناسائی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوب داشته باشند پیشنهاد شد. با توجه به این که بهترین شاخص‌ها جهت گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص‌هایی هستند که منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط و همچنین متحمل به تنش خشکی شوند، لذا شاخص‌های GMP و STI به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب ژنوتیپ‌هائی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و شاخص SSI جهت انتخاب ژنوتیپ‌هایی با کمترین حساسیت به تنش خشکی مناسب معرفی شدند. انتخاب بر اساس STI و علیه SSI بهترین ژنوتیپ‌ها را از نظر عملکرد و تحمل به خشکی مشخص می‌کند. گراسیاک و همکاران (Grezesaik *et al.*, 1996) مقدار شاخص SSI در ارقام مقاوم را کمتر از ۰/۳۱ و در ارقام حساس بیشتر از ۰/۴۴ عنوان کردند. اشنایدر و همکاران (Schneider *et al.*, 2004) نیز شاخص مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش را GMP معرفی کردند. برای اولین بار بوسلاما و اسچاپااوگ (Bouslama and Schapaugh, 1984) شاخص پایداری عملکرد (YSI) و گاووزی و همکاران (Gavuzzi *et al.*, 1997) شاخص عملکرد (YI) را به منظور گزینش ارقام معرفی

کردند. در واقع شاخص پایداری عملکرد نشان دهنده میزان مقاومت ژنتیکی رقم به تنش خشکی است و در نتیجه رقمی با میزان بالای شاخص عملکرد باید عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش تولید می‌کند (Bouslama and Schapaugh, 1984). شاخص عملکرد موجب رتبه‌بندی ارقام بر اساس میزان عملکرد تولیدی آن‌ها در محیط تنش می‌شود (Sio-Se Marde *et al*., 2006). خاقانی و همکاران (Khaghani *et al*, 2009) در بررسی صفات کمی و کیفی لوبیای سفید و قرمز در شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی، از GMP، MP و STI به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی یاد کردند. با توجه به اهمیت لوبیا به عنوان یکی از منابع تامین کننده پروتئین، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی عکس‌العمل لاین‌های لوبیا به تنش خشکی و گزینش لاین‌های متحمل بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش ارقام و لاین‌های لوبیا چیتی به تنش خشکی آزمایشی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات لوبیا خمین اجرا شد. این ایستگاه در خرم دشت شهرستان خمین با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و در ارتفاع ۱۹۳۰ متری از سطح دریا واقع شده است. متوسط بلند مدت بارندگی در این منطقه بر اساس آمار هواشناسی ۳۰۰ میلی‌متر در سال و دمای حداقل و حداکثر سالیانه آن به ترتیب ۵/۶ و ۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد است. بیست لاین لوبیا چیتی و رقم صدری در دو آزمایش جداگانه (شرایط آبیاری مطلوب و شرایط تنش خشکی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق پائیزه، شخم سطحی بهاره، دیسک و لولر انجام شد. عناصر غذائی ماکرو و میکرو بر اساس آزمون خاک به زمین داده شد. برای کنترل علف‌های هرز قبل از کاشت از علف‌کش پیش کاشت تریفلورالین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. پس از ایجاد جوی و پشته به فواصل ۵۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر، بذر هر یک از ژنوتیپ‌ها بر روی سه خط به طول ۳ متر کاشته و فواصل بوته‌ها در روی ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت اقدام به آبیاری تیمارها در هر دو شرایط شد. آبیاری در هر دو شرایط تنش و بدون تنش تا مرحله استقرار کامل گیاهچه (ظهور سومین سه برگچه) به صورت یکسان انجام شد. در شرایط مطلوب، آبیاری در هر مرحله پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و در شرایط تنش خشکی آبیاری در هر مرحله پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. حجم آب استفاده شده در هر مرحله آبیاری در دو شرایط آبیاری یکسان در نظر گرفته شد. آبیاری در هر دو شرایط آزمایش تا مرحله رسیدگی لوبیا انجام شد. لازم

به ذکر است که دری و دادیور (گزارش منتشر نشده) در سال ۱۳۸۳ به منظور انتخاب بهترین زمان اعمال تنش خشکی آزمایشی را به مدت سه سال در این ایستگاه انجام دادند و بر اساس آن بهترین زمان اعمال تنش خشکی را پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A گزارش کردند. در طول دوران رشد و نمو علاوه بر مراقبت‌های زراعی صفات زمان تا گلدهی، زمان تا رسیدگی، تیپ بوته، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد و وزن صددانه یادداشت برداری شد. برای اندازه‌گیری صفات پس از حذف اثر حاشیه از هر تیمار پنج بوته به طور تصادفی از خطوط میانی هر کرت انتخاب و یادداشت‌برداری‌ها انجام شد. برای تعیین عملکرد، بوته‌های هر کرت در زمان رسیدگی کامل برداشت و پس از خشک شدن کامل خرمن‌کوبی و به آزمایشگاه منتقل و توزین شد و وزن صددانه نیز محاسبه شد. با استفاده از عملکرد ارقام و لاین‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، شاخص‌های زیر محاسبه شد:

۱- شاخص حساسیت به تنش (فیشر و مائورر، ۱۹۷۸)

$$SSI = \frac{1 - \frac{YS}{YP}}{1 - \frac{\bar{Y}S}{\bar{Y}P}}$$

۲- شاخص بهره‌وری متوسط (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱)

$$MP = (Y_P + Y_S)/2$$

۳- شاخص تحمل (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱)

$$TOL = Y_P - Y_S$$

۴- شاخص میانگین هندسی بهره‌وری متوسط (فرناندز، ۱۹۹۲)

$$GMP = \sqrt{(Y_P * Y_S)}$$

۵- شاخص تحمل به تنش (فرناندز، ۱۹۹۲)

$$STI = (Y_P)(Y_S)/(\bar{Y}_P)^2$$

در این روابط Y_p عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط آبیاری مطلوب، Y_s عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش خشکی، $\bar{Y}p$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی هستند. از نرم‌افزار SPSS نسخه برای انجام تجزیه واریانس مرکب، مقایسات میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن، پارامترهای آماری، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی با توجه به شاخص‌های محاسبه شده و رسم بای‌پلات استفاده شد.

نتایج و بحث

نام و مشخصات ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

پیش از انجام تجزیه واریانس مرکب، به منظور آزمون همگنی واریانس خطاهای آزمایشی، آزمون بارتلت انجام شد و فرض همگنی واریانس خطای آزمایش‌ها در سطح ۱٪ رد نشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب در جدول ۲ ارائه شده است. اثر سال برای کلیه

جدول ۱- نام و مشخصات ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی ارزیابی شده در این آزمایش
Table 1. Name and characteristics of chitti bean genotypes evaluated in this experiment

ردیف No.	ژنوتیپ Genotype code	فرم بوته Bush type	ردیف No.	ژنوتیپ Genotype code	فرم بوته Bush type
1	KS21212*	1	12	KS21201	2
2	KS21238	3	13	KS21191	3
3	KS21221	1	14	KS21233	3
4	KS21216	1	15	KS21321	3
5	KS21456	3	16	KS21193	2
6	KS21204	2	17	KS21397	1
7	KS21263	3	18	KS21248	1
8	KS21247	1	19	KS21184	3
9	KS21255	3	20	Sadri (check)	3
10	KS21239	1	21	KS21488	1
11	KS21181	1			

* کلیه لاین ها از سیات دریافت شده است.

* All genotypes have been received from CIAT.

صفات به جز تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود که حاکی از تفاوت سال‌های مورد بررسی از نظر میزان دما، بارندگی و ... شرایط دیگر بود. بین ژنوتیپ‌های لوبیا از نظر کلیه صفات تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل رقم در سال برای کلیه صفات مورد ارزیابی در هر دو شرایط اجرای آزمایش معنی‌دار بود که بیانگر اختلاف واکنش ارقام و لاین‌های مورد بررسی در سال‌های متفاوت بود. مقایسه میانگین دو ساله صفات مورد بررسی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. در شرایط آبیاری مطلوب، از نظر دوره رسیدگی، لاین‌های KS21184 و KS21321 دیررس‌ترین و لاین KS21488 زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. از نظر اجزاء عملکرد، بیشترین تعداد غلاف در بوته متعلق به لاین KS21216 و کمترین مقدار این صفت مربوط به لاین KS21488 بود. لاین‌های KS21184 دارای بیشترین تعداد دانه در بوته و لاین KS21488 دارای کمترین تعداد بود. بیشترین مقدار وزن صددانه متعلق به لاین KS21379 و کمترین آن مربوط به لاین KS21247 بود. لاین KS21321 با ۳۵۸۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد را داشت و پس از آن لاین KS21193 قرار داشت. لاین KS21238 با ۱۷۵۲ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را دارا بود. در شرایط تنش خشکی، از نظر دوره رسیدگی لاین‌های KS21321، KS21184 و رقم صدری دیررس‌ترین و لاین KS21488 زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. بیشترین وزن صددانه متعلق به لاین KS21321 و کمترین آن مربوط به لاین KS21247 بود. لاین KS21247 با مقدار ۱۹۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد

جدول ۲ – تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در شرایط تنش و بدون تنش در دو سال

Table 2. Combined analysis of variance for different traits of chitti bean genotypes in stress and nono-stress conditions in two years

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS							
			روز تا گلدهی Days to flowering		روز تا رسیدگی Days to maturity		ارتفاع بوته Plant height		تعداد غلاف در بوته Pods/plant	
			N	S	N	S	N	S	N	S
Year	سال	1	79. 4**	205.7**	504.0**	40.0**	2698.5**	4532.4**	165.9**	295.0**
Error	خطا	4	2.5	2.2	75.9	12.0	86.2	388.0	11.2	8.0
Genotype	ژنوتیپ	20	153.7**	235.7**	588.7**	376.1**	8035.5**	6682.2**	29.9**	34.9**
Genotype × Year	ژنوتیپ × سال	20	17.3**	65.4**	181.2**	85.4**	673.9**	147.0**	19.9**	32.4**
Error	خطا	80	0.33	0.58	81.34	1.89	130.01	51.17	6.62	3.42

N: Non stress condition

S: Stress condition

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

N: شرایط بدون تنش

S: شرایط تنش

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS							
			تعداد دانه در بوته Seeds/plant		تعداد دانه در غلاف Seeds/pod		وزن صد دانه 100 Seed weight		عملکرد دانه Seed yield	
			N	S	N	S	N	S	N	S
Year	سال	1	2234.4**	1250.2**	0.10	0.22	284.70**	563.3**	9671178.3**	11390000.0**
Error	خطا	4	215.2	22.9	0.13	0.36	3.65	23.9	294558.5	172209.8
Genotype	ژنوتیپ	20	495.8**	279.9**	1.23**	0.99**	302.60**	239.1**	1760705.1**	628993.1**
Genotype × Year	ژنوتیپ × سال	20	472.2**	214.6**	0.35**	0.66**	21.20**	30.6**	744375.7**	314790.9**
Error	خطا	80	88.7	42.8	0.15	0.12	4.15	6.05	168138.7	54379.6

N: Non stress condition

S: Stress condition

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

N: شرایط بدون تنش

S: شرایط تنش

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول۳ – مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در شرایط بدون تنش

Table 3. Comparison of means of different traits of chitti bean genotypes in non stress conditions

ژنوتیپ Genotype	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pods/plant	تعداد دانه در بوته Seeds/plant	تعداد دانه در غلاف Seeds/pod	وزن صددانه 100 Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kgha^{-1}$)
1	46.5k	96.8c-h	39.5ij	9.5cde	30.2d-f	3.2d-i	31.5fg	2432.0d-h
2	47.3jk	90.2fgh	67.9f	11.2a-d	28.8ef	2.6i	32.0fg	1752.0h
3	51.5h	104.8a-f	41.2ij	13.2a-d	43.9a-e	3.3c-h	31.3fg	2756.0b-e
4	53.3e	105.3a-f	44.3hij	15.4a	51.8ab	3.3c-h	30.4g	2687.0b-f
5	55.2d	105.0a-f	112.0bc	14.5ab	42.8a-e	2.9f-i	42.8cd	2582.0c-g
6	52.7ef	99.5b-g	63.9fg	12.5a-d	36.7 b-f	3.0e-i	44.8bc	2226.0f-h
7	52.5efg	106.2a-f	96.3cd	13.8abc	44.8a-e	3.2d-i	34.2f	2407.0d-h
8	51.7gh	106.3a-e	47.5ghi	13.2a-d	47.2abc	3.6a-f	26.7h	3013.0a-d
9	62.5a	115.5ab	87.8de	12.4a-d	43.2a-e	3.5b-g	44.7bc	3021.0a-d
10	47.0jk	87.8gh	31.1ij	12.1a-d	32.4c-f	2.7hi	34.1f	1858.0h
11	47.5j	110.3a-d	46.9ghi	10.3b-e	40.1a-f	3.9abc	30.4g	3167.0abc
12	53.0ef	93.8f-h	67.8f	8.9de	25.3f	2.8ghi	40.3de	2306.0d-h
13	58.0c	112.7abc	141.6a	13.1a-d	54.5a	4.2a	44.7bc	3341.0ab
14	52.2fgh	99.8b-g	64.6fg	11.5a-d	36.4 b-f	3.2d-i	37.9e	1921.0gh
15	62.0ab	118.3a	127.0b	11.5a-d	46.9a-d	4.0ab	44.6bc	3589.0a
16	52.8ef	95.5d-h	76.2ef	9.4cde	39.5a-f	4.1ab	48.6a	3358.0ab
17	53.2e	94.7d-h	61.0fgh	11.6a-d	43.7a-e	3.7a-d	49.4a	2033.0fgh
18	48.7i	108.8a-e	40.3ij	9.8cde	36.2b-f	3.7a-d	30.3g	2159.0e-h
19	61.5b	118.8a	139.0a	14.7ab	55.7a	3.6a-e	46.5ab	2985.0a-d
20	49.5i	99.5b-g	126.0ab	9.2de	30.4c-f	3.3c-h	42.3cd	2669.0b-f
21	44.8l	82.2h	25.3j	6.5e	23.8f	3.7a-d	42.7cd	1985.0fgh
میانگین Mean	52.5	102.5	73.6	11.6	39.7	3.4	38.6	2583

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% level of probability (Duncan's multiple range test).

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود. For name of genotypes see Table 1.

و لاین KS21204 با ۸۶۶ کیلو گرم در هکتار کمترین عملکرد را داشت. اختلاف ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری بیانگر وجود ظرفیت تولید در ژنوتیپ‌های مختلف است که در صورت فراهم بودن شرایط مناسب می‌توانند عملکرد متفاوتی بسته به ظرفیت ژنوتیپ تولید کنند. لذا با وجود این گونه تنوع امکان شناسائی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی وجود دارد.

میزان تغییرات صفات ناشی از تنش خشکی در جدول ۳ نشان می‌دهد که به جز تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی، سایر صفات دچار کاهش شدند به طوری که بیشترین تاثیر تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه بود که متاثر از اجزاء عملکرد (تعداد غلاف در بوته،تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه) می‌باشد. غالباً کاهش عملکرد در لوبیا به اجزای عملکرد نسبت داده می‌شود (Gebeyehu, 2006). اکوستا و آدامز

جدول۴ – مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی در شرایط تنش

Table 4. Comparison of means of different traits of chitti bean genotypes in stress conditions

ژنوتیپ Genotype	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع Plant height (cm)	تعداد غلاف در بوته Pods/plant	تعداد دانه در بوته Seeds/plant	تعداد دانه در غلاف Seeds/pod	وزن صددانه 100 Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield ($kgha^{-1}$)
1	44.5n	101.2fg	29.1f	13.3abc	37.9abc	2.8b-f	26.9hi	1354.0c-h
2	49.0kl	100.7fgh	78.6c	10d-h	22.0e-h	2.2g	29.9fgh	1055.0ghi
3	50.0ij	101.7efg	30.7f	12.1a-e	33.9a-d	2.8b-f	26.6hi	1418.0c-g
4	58.5d	111.7b	29.6f	13.1ab	33.5a-e	2.7d-g	26.0hi	1597.0a-e
5	58.7d	105.2c	79.1c	8.5f-i	24.5d-h	2.9b-e	35.0cde	1141f-i
6	52.8g	104.8c	46.9e	10.3c-h	28.9b-h	2.7c-g	41.9a	866.0i
7	54.0f	104.2cd	80.6c	14.5a	28.9b-h	2.3fg	28.8gh	1354.0c-h
8	50.7ij	103.8cde	31.2f	11.5a-f	37.9abc	3.3abc	24.1i	1930.0a
9	66.0a	111.5b	105.5b	13.3abc	38.4ab	3.0bcd	41.7a	1615.0a-d
10	48.2l	96.0k	24.7f	9.2e-i	21.8fgh	2.4e-g	28.6gh	1026.0ijk
11	50.0jk	102.5def	31.1f	10.3c-h	32.7a-f	3.2a-d	26.2hi	1920.0a
12	57.8de	98.8hij	54.2e	10.2c-h	27.9b-h	2.6d-g	34.1cde	955.0hi
13	64.2b	110.7b	111.9ab	10.3c-h	38.8ab	3.7a	41.6a	1737.0abc
14	51.5hi	98.0ijk	52.9e	9.7e-h	29.8b-h	3.0bcd	31.2efg	982.0hi
15	60.8c	114.2a	117.5a	6.3i	18.3h	2.7c-g	42.5a	1856.0ab
16	50.0jk	100.2ghi	65.9d	7.1hi	25.9d-h	3.7a	39.7ab	1507.0b-f
17	52.2gh	97.5jk	51.9e	9.4e-h	30.2b-g	3.2a-d	41.1ab	1287.0d-h
18	50.7ij	111.2b	28.1f	7.8ghi	26.6c-h	3.4ab	26.9hi	1204.0e-i
19	57.0e	114.3a	113ab	14ab	42.0a	3.0bcd	37.5bc	1428.0c-g
20	46.5m	114.7a	104.6b	11.0b-g	34.7a-d	3.1a-d	33.1def	1109.0f-i
21	41.3o	81.5l	24.1f	6.3i	18.7gh	2.9b-e	35.3cd	1204.0e-i
Total mean	53.1	104	61.5	10.4	30.2	2.9	33.3	1359.0
Reduction percentage to normal condition	-1.1*	-1.5	16.4	10.3	23.9	14.7	13.7	47.38

*- : علامت منفی نشان دهنده افزایش صفت با اعمال تنش خشکی است.

*- : Indicates increase in trait with drought stress.

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% level of probability (Duncan's multiple range test).

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

For name of genotypes see Table 1.

(Acosta and Adams, 1991) بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش بیوماس، تعداد دانه در غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و وزن دانه در لوبیا می‌شود. نیلسن و نلسن (Nielsen and Nelson, 1998) اثر تنش آبی را در مراحل مختلف رشد روی شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه و اجزاء عملکرد در لوبیا سیاه مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که تنش در مرحله رویشی کوتاه قدترین گیاهان را با عملکرد دانه کم به علت کاهش در تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به وجود آورد.

در مرحله بعد ارزیابی ارقام و لاین‌ها بر

جدول ۵- شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی
Table 5. Drought tolerance indices in chitti bean genotypes

ژنوتیپ Genotype	YP	YS	MP	GMP	TOL	STI	SSI
KS21212	2432	1354	1892.7	1814.4	1077.6	0.49	0.94
KS21238	1752	1055	1403.6	1359.7	696.2	0.28	0.85
KS21221	2756	1418	2087.0	1977.0	1327.3	0.59	1.03
KS21216	2687	1597	2141.7	2071.2	1090.5	0.64	0.86
KS21456	2582	1141	1861.2	1716.1	1440.8	0.44	1.19
KS21204	2226	866	1546.3	1388.9	1359.6	0.29	1.30
KS21263	2407	1354	1881.3	1806.3	1052.0	0.49	0.93
KS21247	3013	1930	2471.2	2411.2	1083.1	0.87	0.76
KS21255	3021	1615	2317.6	2208.5	1405.7	0.73	0.99
KS21239	1858	1026	1440.8	1379.8	829.6	0.29	0.95
KS21181	3167	1920	2543.4	2465.9	1246.5	0.91	0.84
KS21201	2306	955	1630.5	1484.1	1350.3	0.33	1.25
KS21191	3341	1737	2538.9	2408.9	1603.8	0.87	1.02
KS21233	1921	982	1451.0	1372.9	939.0	0.28	1.04
KS21321	3589	1856	2722.2	2580.6	1723.2	1.00	1.03
KS21193	3358	1507	2432.4	2249.6	1850.1	0.76	1.17
KS21397	2033	1287	1660.2	1617.7	746.1	0.39	0.78
KS21248	2159	1204	1681.4	1612.1	955.5	0.39	0.94
KS21184	2985	1428	2206.5	2064.5	1557.3	0.64	1.11
Sadri	2669	1109	1888.9	1720.5	1559.2	0.44	1.24
KS21488	1985	1204	1594.3	1545.7	781.3	0.36	0.84

Y_p: عملکرد در شرایط بدون تنش؛ Y_s: عملکرد در شرایط تنش؛ MP: میانگین تولید؛ GMP: میانگین هندسی عملکرد؛ TOL: شاخص تحمل؛ ST: شاخص تحمل به تنش؛ SSI: شاخص حساسیت به تنش.

Y_p: Yield in non stress condition; Y_s: Yield in stress condition; MP: Mean prodectivety; GMP: Geometric mean productivity; TOL: Tolerance; STI: Stress tolerance index; SSI: Stress susceptibility index.

اساس شاخص‌های تحمل به خشکی انجام شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۲۱ و ۲ دارای کمترین مقدار SSI و TOL در مقایسه با سایرین بودند و در گروه ژنوتیپ‌های با حساسیت کمتر به تنش خشکی قرار گرفتند. بررسی نتایج تحمل به تنش بر اساس شاخص‌های GMP،MP و STI نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۱۱، ۸، ۱۳، ۱۶ و ۹ با بیشترین مقادیر، تحمل بیشتری نسبت به شرایط تنش خشکی داشتند. برای شناسایی متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌ها، همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در هر دو شرایط انجام شد (جدول ۶). شاخصی که با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش همبستگی بالا و یکسان را نشان داد به عنوان بهترین شاخص انتخاب شد. بر این اساس عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب با تحمل، میانگین تولید، شاخص تحمل و میانگین هندسی تولید دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. عملکرد در شرایط تنش خشکی با میانگین تولید، میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2008) در بررسی

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی
Table 6. Correlation coefficients between drought tolerance indices

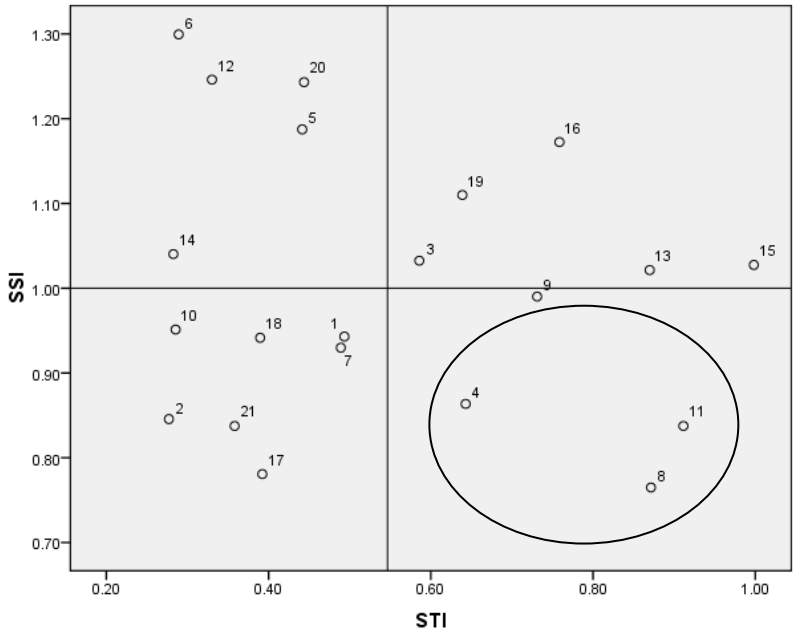
شاخص‌ها Indices	YP	YS	MP	GMP	TOL	STI
YS	0.81**					
MP	0.97**	0.93**				
GMP	0.94**	0.96**	0.99**			
TOL	0.83**	0.35	0.68**	0.6**		
STI	0.94**	0.96**	0.99**	0.99**	0.59**	
SSI	0.15	-0.44*	-0.07*	-0.18	0.67**	-0.18

برای اختصار شاخص‌ها به جدول ۵ مراجعه شود.

For abbreviations of indices see Table 5.

پانزده ژنوتیپ لوبیا سفید در شرایط آبیاری نرمال و تنش آبی گزارش کردند که شاخص‌های GMP، STI و SSI با عملکرد همبستگی مثبت معنی‌دار ولی با شاخص‌های TOL و MP همبستگی منفی داشت و با استفاده از بای‌پلات مولفه‌های مقاومت و حساسیت به تنش دو ژنوتیپ متحمل به تنش را شناسایی کردند. آبب و همکاران (Abebe *et al.*, 1998) و وایت و همکاران (White *et al.*, 1994) موثرترین معیار انتخاب جهت تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی را در میان صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، فنولوژیکی، عملکرد و صفات وابسته به عملکرد، میانگین حسابی و هندسی عملکرد دانه گزارش کردند. با توجه به این که بهترین شاخص‌ها آن‌هائی هستند که منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط شده و همچنین متحمل به تنش خشکی باشند، لذا انتخاب بر اساس شاخص‌های STI، MP و GMP می‌تواند مفید باشد. بر اساس STI بالا و SSI پائین می‌توان بهترین ژنوتیپ‌ها را از نظر عملکرد و تحمل به خشکی شناسائی کرد (شکل ۱).

بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی روی شاخص‌های ارزیابی شده و عملکرد در دو شرایط، ملاحظه شد که دو مولفه اصلی با ۹۹/۷ درصد تغییرات کل داده‌ها را شامل می‌شوند (جدول ۷). مولفه اول ۷۳/۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان کرد. بیشترین ضرایب مثبت مولفه‌ای مربوط به عملکرد در هر دو شرایط، شاخص‌های میانگین تولید، میانگین هندسی تولید و شاخص تحمل بود. لذا این مولفه با عنوان مولفه عملکرد و تحمل به تنش نامگذاری شد. با توجه به این که مقادیر بالای این شاخص‌ها مطلوب هستند، اگر به مقادیر مثبت و بالای این مولفه توجه شود، می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که دارای عملکرد بالائی در هر دو شرایط تنش و غیر تنش و دارای مقادیر بالای GMP و STI هستند گزینش کرد. مولفه دوم ۲۶/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را



شکل ۱- بای‌پلات شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی

Fig. 1. Biplot based on STI and SSI indices

اعداد داخل شکل شماره ژنوتیپ‌ها هستند (جدول ۱).

Numbers inside the figure are genotype No. (see Table 1).

جدول۷- تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل به خشکی

Table 7. Principal component analysis of drought tolerance indices

TOL	SSI	STI	GMP	MP	YS	YP	درصد واریانس Percentage of variance	مولفه Componenet
0.57	-0.21	0.99	0.99	0.99	0.97	0.93	73.6	1
0.82	0.97	0.03	0.04	0.14	0.24	0.36	26.1	2

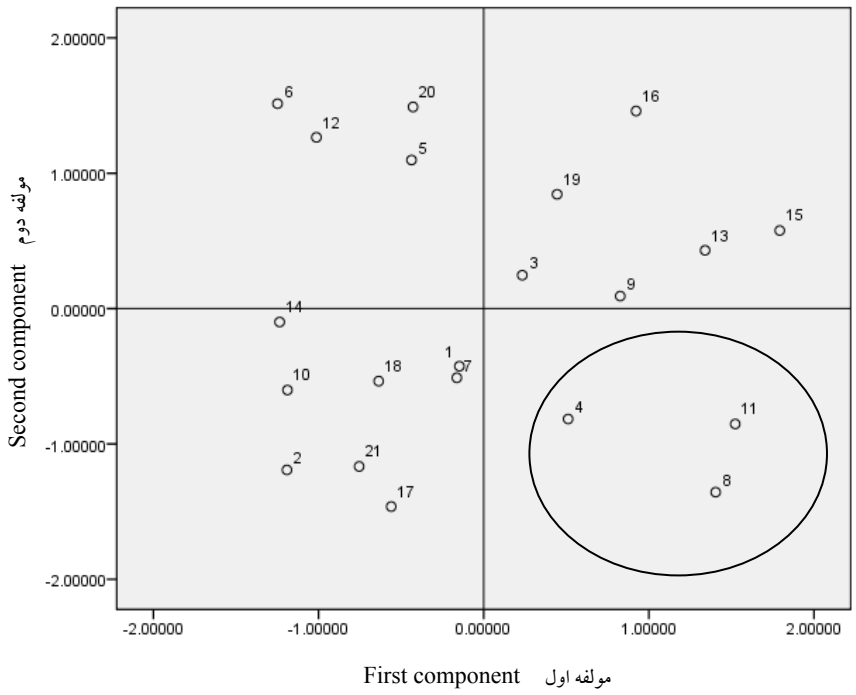
برای اختصار شاخص‌ها به جدول ۵ مراجعه شود.

For abbreviations of indices see Table 5.

توجیه کرد. بیشترین ضرایب مثبت عاملی مربوط به شاخص حساسیت به تنش و تحمل بود. از این رو این مولفه با عنوان مولفه حساسیت به تنش خشکی نامگذاری شد. لذا ارقام و لاین‌هایی که مقادیر پائین این مولفه را دارا باشند، دارای کمترین حساسیت به تنش خشکی هستند.

محمدی و همکاران (۲۰۰۸) بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل گزارش کردند که دو مولفه اصلی ۹۹ درصد از تغییرات را توجیه کرد و بر اساس این دو مولفه پنج ژنوتیپ متحمل به تنش خشکی را گزینش کردند.

بر اساس بای‌پلات حاصل از دو مولفه (شکل ۲) لاین‌های مورد بررسی در چهار ناحیه تحمل به تنش) و کمترین میزان مولفه دوم (مولفه حساسیت به تنش) بودند را به عنوان ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی گزینش کرد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق بر اساس تجزیه به عامل‌های اصلی شاخص‌های مورد بررسی و نمودار مربوطه و همچنین نتایج حاصل از نمودار شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش (شکل ۱) ژنوتیپ‌های KS21181، KS21247، KS21255 و KS21216 به عنوان لاین‌های متحمل به تنش خشکی شناسائی شدند. با توجه به این که لاین‌های مذکور بخشی از مجموعه ارقام لوبیا ایستگاه لوبیا خمین هستند می‌توان انتظار داشت که از بین مواد موجودی که در این مجموعه نگهداری می‌شوند، ارقام و لاین‌های دیگری را نیز مورد شناسایی قرار داد و در برنامه‌های به‌نژادی این محصول و معرفی ارقام متحمل به تنش خشکی بهره گرفت.



شکل ۲- بای‌پلات شاخص‌های تحمل به تنش خشکی بر اساس دو مولفه اصلی

Fig. 2. Biplot of drought tolerance indices based on the two principal components

اعداد داخل شکل شماره ژنوتیپ‌ها هستند (جدول ۱).

Numbers inside the figure are genotype No. (see Table 1).

سپاسگزاری

خمین در اجرای این آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

بدینوسیله از همکاران ایستگاه تحقیقات لوبیا

References

Abebe, A., Brick, M. A., and Kirkby, R. 1998. Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research 58: 15-23.

Abde Mishani, S., and Shahnejate Boushehri, A. A. 1997. Supplementary of Plant Breeding. Tehran University Press, Tehran, Iran.

Acosta Gallegos, J. A., and Adams, M. W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 117: 213-219.

Anonymous 2005. Common Bean From Planting to Harvesting. Published by Markazi Province Agricultural Organization, Arak, Iran (in Persian).

Bagheri, A., Mohmoudi, A., and Ghezeli, F. 1991. Common Beans Research for Crop Improvement. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Press. Mashhad, Iran. 556 pp. (in Persian).

Bayat, A. A., Sepehri, A., Ahmad, G., and Dorri, H. R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield component of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Crop Science 12 (1): 42-54 (in Persian).

Bouslama, M., and Schapaugh, W. T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.

Emadi, N., Balouchi, H. R., and Jahanbin, Sh. 2012. Effect of drought stress and plant density on yield, yield components and some morphological characters of pinto bean (cv. C.O.S16) in Yasouj region. Electronic Journal of Crop Production 5 (2): 1-17 (in Persian).

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Kuo, C. G. (ed.) Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Tainan, Taiwan.

Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.

Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R. G., Ricciardi, G. L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of Plant Science 77: 523-531.

Gebeyehu, S. 2006. Physiological response to drought stress of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes differing in drought resistance. Ph.D. Thesis, University of Giessen, Germany.

Grezesaik, S., Filek, W., Skrudlik, G., and Nizoli, B. 1996. Screening for drought tolerance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. Journal of Agronomy and Crop Science 177: 245-252.

Khaghani, Sh., Bihamta, M. R., Changizi, M., Dori, H. R., Khaghani, Sh., Bakhtiari, A., and Safapour, M. 2009. Compare quantitative and quality traits in white and red bean in common irrigation and drought stress. Journal of Environmental Stress in Plant Science. 1 (2): 169-181 (in Persian).

Mohammadi, A., Bihamta, M. R., Soluoki, M., and Dorii, H. R. 2008. Study of quantitative and qualitative traits and their relationships with grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris*) under optimum and limited irrigation condition.Iranian Journal of Crop Sciences 10(3): 231-243 (in Persian).

Mohammadzade, A., Majnoon Hoseini, N., Moghadam, H., and Akbari, M. 2012. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer levels on physiological characteristics of two red kidney bean genotypes. Iranian Journal of Crop Science 14 (3): 294-307 (in Persian).

Nielsen, D. C., and Nelson, N. O. 1998. Black bean sensitive to water stress at varius growth stages. Cop Science 38: 422-427.

Rebetzke, G. J., Richards, R. A., Condonl, A. G., and Farquhar, G. D. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica 14: 324-341.

Rosielle, A. A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selectionfor yield in stress and non - stress environment. Crop Science 21: 943-946.

Schneider, K. A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J. A., Ramírez-Vallejo, P., Wassimi, N., and Kelly, J. D. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science 37: 43-50.

Shenkut, A. A., and Brick, M. A. 2003. Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. Euphytica 133(3): 339-347.

Singh, S. P. 2007. Drought resistance in the race durango dry bean landraces and cultivars. Agronomy Journal 99: 1219-1225.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. Field Cropس Research 98: 222-229.

White, J. W., Ochoa, R. M., Ibarra, F. P., and Singh, S. P. 1994. Inheritance of seed yield, maturity and seed weight of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under semi-arid rainfed conditions. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 122: 265-273.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

تاثیر ماده محرک BTH بر بیان ژن *PR2* و شدت بیماری آتشک در درخت به

Effect of the BTH Chemical Elicitor on Expression of the *PR2* Gene and Fire blight Disease Severity in Quince

نسیم سرهنگی[۱]، علی محمد شکیب[۲]، منصوره کشاورزی[۳]، محمدعلی ابراهیمی[۴] و مانا احمد راجی[۵]

۱ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه پیام نور، تهران
۲ و ۵- به ترتیب دانشیار و کارشناس، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، کرج
۳- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۸

چکیده

سرهنگی، ن.، شکیب، ع. م.، کشاورزی، م.، ابراهیمی، م. ع. و احمدراجی، م. ۱۳۹۴. تاثیر ماده محرک BTH بر بیان ژن *PR2* و شدت بیماری آتشک در درخت به. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۲۶۴ - ۲۴۹.

استفاده از مواد محرک جهت القا ژن‌های دفاعی گیاه یکی از روش‌های مبارزه با بیماری‌ها است. این تحقیق با هدف بررسی اثر ماده محرک BTH بر بیان ژن *PR2* و شدت بیماری آتشک در گیاه به و در شرایط باغی انجام شد. درختچه‌های دو ساله به ارقام اصفهان و ترش در اردیبهشت ماه با محلول BTH با غلظت‌های ۳۰۰ و۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر دوبار به فاصله چهار روز محلول‌پاشی شدند، سپس با سوسپانسیون سلولی باکتری عامل بیماری آتشک آلوده شده و چهار هفته بعد شدت بیماری اندازه‌گیری شد. از برگ درختان تیمار شده با BTH ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد (اسپری شده با آب مقطر) نمونه‌برداری انجام شد. پس از استخراج RNA و ساخت cDNA، بخشی از ژن *PR2* با استفاده از آغازگرهای عمومی تکثیر و توالی آن تعیین شد. مقایسه توالی آن با سایر توالی‌های موجود در پایگاه داده‌های DNA نشان داد که تشابه بالایی با ژن‌های شناخته شده گلوکاناز در گیاهان دیگر و از جمله سیب دارد. با طراحی آغازگرهای اختصاصی بر پایه توالی این ژن میزان تغییرات بیان آن از طریق واکنش real- time PCR ارزیابی شد. نتایج نشان داد که بیان ژن *PR2* پس از تیمار گیاه با BTH چندین برابر افزایش یافت. بررسی شدت آتشک نیز مبین ۲۱/۶۶٪ و ۱۳/۷۶٪ کاهش شدت آتشک به ترتیب در تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر BTH بود. این نتایج نشان می‌دهد کاهش شدت بیماری آتشک پس از ماده محرک BTH می‌تواند با القا بیان ژن‌های رمز کننده PR پروتئین‌ها و از جمله *PR2* مرتبط باشد و از این ماده می‌توان در برنامه مبارزه تلفیقی با بیماری آتشک استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: به، آتشک، PR پروتئین‌ها، بیان ژن، real- time PCR.

نویسنده مسئول: a_shakib@abrii.ac.ir تلفـــن: ۰۲۶۳۲۷۰۳۵۳۶

مقدمه

بیماری آتشک (Fire blight) با عامل *Erwinia amylovora* (Burril) Wislow از مهم‌ترین بیماری های درختان میوه دانه‌دار در سراسر جهان از جمله ایران است. میزبان‌های عمده بیماری آتشک جنس‌های به (Cydonia)، گلابی (Pyrus)، سیب (Malus)، ازگیل (Mespilus)، زالزالک (Crataegus)، پیراکانتا (Pyracanta) و شیر خشت (Cotoneaster) و به، گلابی و سیب از حساس‌ترین میزبان‌ها هستند (van der Zwet and Keil, 1979). این بیماری در تعدادی از کشورها گزارش شده است (van der Zwet and Bonn, 1991) و در ایران، برای اولین بار در بهار ۱۳۶۸ از کرج گزارش شد (Zakeri and Sharifnabi, 1991). در حال حاضر آتشک در حال پیشروی است و خسارات هنگفتی به باغ‌های مناطق مختلف مانند آذربایجان شرقی، قزوین، زنجان، خراسان، گیلان، فارس و تهران تحمیل کرده است (Zakeri and Sharifnabi, 1991؛ Sahadpour and Ghasemi, 2004؛ Zohour, and Rahmani, 2004؛ Hassanzadeh, 1995).

روش‌های مبارزه متعددی برای مهار آتشک اعمال شده است ولی هیچ‌کدام به عنوان روش مبارزه قطعی مؤثر واقع نشده است (van der Zwet and Keil, 1979). انتخاب ارقام متحمل می‌تواند گزینه موثری باشد. در بررسی واکنش تعدادی از ژنوتیپ‌های به کشور به بیماری آتشک تنوع در تحمل آن‌ها مشاهده شد و رقم اصفهان در گروه حساس طبقه‌بندی شد (Mehrabipour *et al.*, 2010). یکی از روش‌های مبارزه فعال‌سازی سریع و موثر واکنش‌های دفاعی گیاه با کاربرد مواد محرک است که سبب القای ژن‌های رمز کننده PR پروتئین‌ها می‌شوند (Schaller *et al.*, 2000). ترکیبات آلی و غیر آلی مختلفی می‌توانند واکنش مقاومت سرتاسری در برابر بیماری ایجاد کنند از جمله ترکیب thiadiazole-7-carbothioic acid-*S*-methyl ester (acibenzolar-*S*-methyl, ASM or BTH) تحت عنوان Bion® یا Actigard™ توسط شرکت Syngenta تولید می‌شود و نقش آن به عنوان یک فعال‌کننده دفاع در تعدادی از گونه‌های گیاهی مانند آرابیدوپسیس (Lawton *et al.*, 1996)، توتون (Friedrich *et al.*, 1996)، گندم (Gorlach *et al.*, 1996)، لوبیا (Siegrist *et al.*, 1997)، ذرت (Morris *et al.*, 1998) و خیار (Narusuka *et al.*, 1999) نشان داده شده است. این ترکیب همچنین در درختان میوه مانند گلابی ژاپنی در برابر زنگ و لکه سیاه (Ishii *et al.*, 1999)، سیب در برابر آتشک (Brisset *et al.*, 2000؛ Maxon-Stein *et al.*, 2002؛ Bayasal and Zeller, 2004) تجربه شده

است. این تحقیق با هدف بررسی تاثیر ماده شیمیایی BTH بر شدت بیماری آتشک و بیان ژن *PR2* در گیاه به در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر ماده محرک BTH بر بیان ژن *PR2* و شدت بیماری آتشک در به، نهال‌های دو ساله ارقام اصفهان و ترش کاشته شده در باغ تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج مورد استفاده قرار گرفتند. نهال‌ها در زمان رشد سریع رویشی در اردیبهشت ماه با ماده محرک BTH با غلظت‌های ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر دوبار به فاصله چهار روز محلول‌پاشی شدند. چهار روز پس از محلول‌پاشی دوم، آلوده‌سازی به صورت تزریق باکتری عامل به نوک شاخه‌های جوان با طول تقریبی ۳۰-۲۰ سانتی‌متر به وسیله سرنگ انسولین انجام شد. سویه‌های باکتری قبلاً از نمونه‌های برگ و میوه سیب و به آلوده از استان‌های البرز (سویه Ek از کرج)، خراسان (سویه En از نیشابور)، کردستان (سویه E4 از سنندج) و آذربایجان غربی (سویه EO1 از ارومیه) جداسازی و شناسایی شده بودند (Maleki Balajoo *et al.*, 2012). از کشت سه روزه سویه‌ها در محیط آگار مغذی نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. غلظت سوسپانسیون هر سویه توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر روی ۰/۲ (معادل 10^8 سلول بر میلی‌لیتر) تنظیم شد (Baysal and Zeller, 2004) و حجم مساوی از آن‌ها با هم مخلوط و به عنوان مایه تلقیح به کار برده شد. چهار هفته پس از تزریق، شدت آلودگی به بیماری بر اساس نسبت طول بافت مرده به طول شاخه مایه‌زنی شده (×۱۰۰)، با احتساب کلیه شاخه‌های مایه‌زنی شده، اندازه‌گیری شد (Le Lezec and Paulin, 1984). در تیمار شاهد، آب مقطر استریل به جای محلول BTH به کار برده شد.

برای جداسازی قطعه ژنی *PR2*، نمونه برگ درختان پنج روز پس از تیمارهای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر BTH (قبل از مایه‌زنی باکتری) از گیاهان تیمار شده و شاهد برداشت شد. RNA کل با استفاده از کیت استخراج RNeasy plant Mini kit از شرکت BioRad با افزودن دو ماده شیمیایی پلی وینیل پیرولیدین (PVP) ۴ درصد و دیتیوتریتول (DTT) استخراج و برای ساخت cDNA از کیت شرکت BioRad استفاده شد. قطعه ژنی مشابه *PR2*، با یک جفت آغازگر عمومی (F 5-'TAYATAGCIGTIGGIAAYGA-3' و R 5'-AACATIGCRAAIAGRTAIGT-3') بر اساس توالی‌های حفاظت شده گیاهان مختلف (Maxon-Stein *et al.*, 2002) توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) در حجم ۲۰ میکرولیتر تکثیر شد. چرخه‌های PCR شامل یک مرحله واسرشت اولیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه، سپس در هر چرخه

دمـای ۹۴ درجـه بـه مـدت ۳۰ ثانیـه، اتـصال آغازگرهـا بـه رشـته الگـو در دمـای ۴۹ درجـه سـانتی‌گـراد بـه مـدت ۱ دقیقـه، دمـای بـسط ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مـدت ۱ دقیقـه و مرحلـه بسط نهایی در دمـای ۷۲ درجـه سـانتی‌گـراد بـه مدت ۱۰ دقیقه بود. محصول واکنش زنجیـره‌ای پلیمـراز روی ژل آگـارز ۱ درصـد بـرده شـد و توسط کیـت تخلـیص فرمنتـاز (Fermentas) از روی ژل خـــالص شـــد و در ناقـــل پلاســـمیدی pTZ57R/T الحاق و بـا روش شـوک حرارتـی به باکتری *E. coli* سویه XL1Blue منتقـل شـد. برای تشکیل کلنی ۲۰ میکرولیتر مخلـوط انتقـال روی محـــیط کـــشت LB Agar حـــاوی ۱۰۰ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر آمپی‌سیلین کشت شـد. پلاسمید نوترکیب با کشت یک کلنی اسـتخراج شد و حضور قطعه ژن درون پلاسمید با واکـنش زنجیره‌ای پلیمراز تاییـد و پـس از تـوالی‌یـابی بـا نرم‌افزار های موجود با سایر تـوالی‌هـای موجـود در پایگاه اطلاعات DNA مقایسه شد.

بـــرای بررســـی تغییـــرات بیـــان ژن *PR2*، آغازگرهـای اختـصاصی ایـن ژن (بـر اسـاس تـــوالی آن) و ژن *Act* بـــه (بـــا شـــماره دسترسـی KF981879) بـه عنـوان ژن خانـه‌دار (House keeping) بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار Primer 3 طراحـی و سـفارش شـد (جـدول ۱). تعیین غلظـت مناسـب آغازگرهـا و بهینـه‌سـازی برنامه واکـنش زنجیـره‌ای پلیمـراز جهـت انجـام real-time-PCR و همچنـــین رســـم منحنـــی اسـتاندارد بـا سـری رقتـی cDNA بـا آغازگرهـا جهت تعیین غلظت مناسـب cDNA انجـام شـد. میـزان بیـان بـا اسـتفاده از مقـادیر حـدود آسـتانه حاصل از تکثیر ژن *PR2* روی نمونه‌هـای شـاهد و تیمار شده با دو تکرار زیستی به روش $2^{-\Delta\Delta CT}$ با نرم افزار مربوط به شرکت Bio-Rad محاسـبه و به صورت نسبت بیان ژن بین گیاه تیمار شده و شاهد ارائه شد. مقادیر به دست آمده، با اسـتفاده از نرم‌افزار Excell مورد تجزیه و تحلیل آمـاری قرار گرفتند و نمودارهای مربوطه رسم شدند.

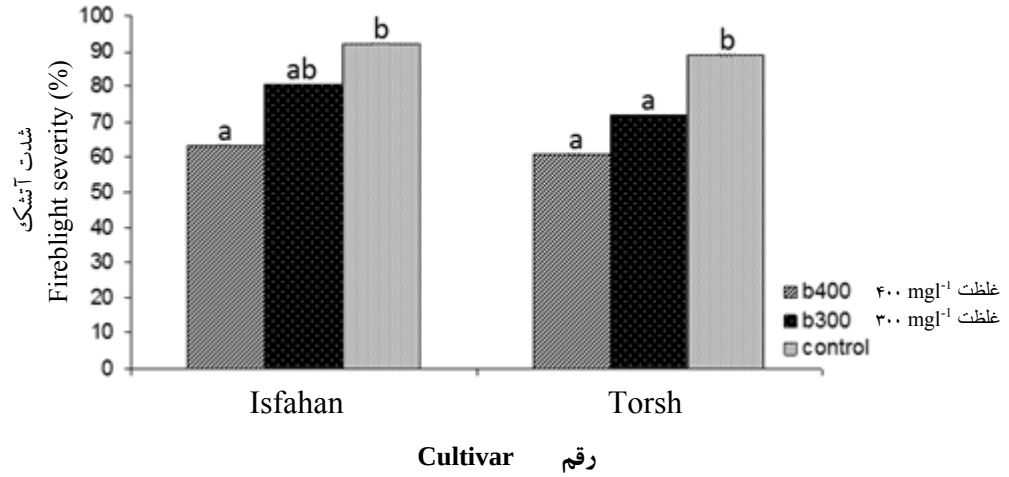
نتایج و بحث

بررسی شدت بیماری آتشک چهار هفته پس از آلـوده‌سـازی درختچـه‌هـای بـه نـشان داد کـه سطوح حساسیت دو رقم به اصـفهان و تـرش بـه این بیماری اختلاف معنی‌داری نداشتند (میانگین شـدت آتـشک بـه ترتیـب ۷۹/۷۴۸ درصـد و ۷۳/۱۸۲ درصـد بـود). امـا شـدت آتـشک در تیمارهـــای ۳۰۰ میلـــی‌گـــرم در لیتـــر BTH و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر BTH کم‌تر ($P\leq0.05$) از شاهد (آب مقطر) بود که دلالت بـر تـاثیر BTH در کاهش شدت بیماری داشت. میانگین مقـادیر شـــدت بیمـــاری در دو رقـــم در تیمارهـــای ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر BTH، ۳۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر BTH و آب مقطـر بـه ترتیـب ۷۰/۲۱۵، ۷۷/۲۹۵ و ۸۹/۶۳۱ درصد رویت شـد کـه مبـین ۲۱/۶۶٪ و ۱۳/۷۶٪ کـاهش شـدت آتـشک بـه ترتیـب در تیمارهـای ۴۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر BTH بود. این تفـاوت بـه تفکیک رقم نیز معنـی‌دار بـود (شـکل ۱). نتـایج

جدول ۱- مشخصات آغازگرهای مورد استفاده برای بررسی بیان ژن *PR2* در درخت به پس از تیمار با ماده BTH

Table 1. Specifications of primers used for studying expression of the *PR2* gene in quince after treatment with BTH

نام آغازگر Primer name	توالی آغازگرها Primer sequences
PR2 F	5′-TGGGAGAATTTTTGGGTGTC-3′
PR2 R	5′-CAACTGACGGAGCTGTGAAA-3′
Act F	5′-TGAGACATTCAACGCTCCTG-3′
Act R	5′-GAAGGAATAGCCACGCTCAG-3′



شکل ۱- مقایسه میانگین شدت آتشک در دو رقم به اصفهان و ترش پس از تیمار با غلظت‌های مختلف ماده محرک BTH

Fig. 1. Mean comparison of fire blight severity in two quince cultivars Isfahan and Torsh after treatment with different concentrations of BTH elicitor

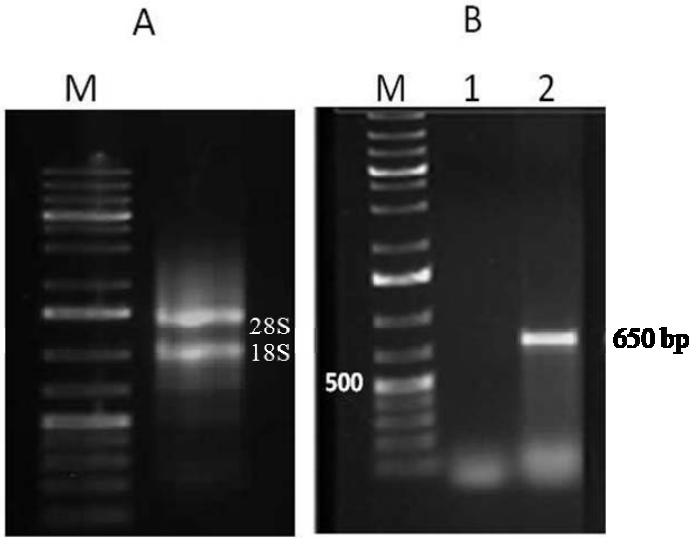
تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از ماده BTH روی درختان به ارقام اصفهان و ترش در شرایط باغی شدت بیماری آتشک را کاهش داد و دو رقم واکنش یکسانی به این ماده نشان دادند. کاربرد این ماده روی رقم اصفهان در شرایط گلخانه‌ای نیز شدت بیماری را کاهش داد (Maleki Balajoo *et al.*, 2012). در سیب و تا حدودی در گلابی گزارش‌های متعددی در مورد تاثیر BTH بر آتشک منتشر شده است (Thomson *et al*, 1998a؛ Tsiantos *et al.*, 2003؛ Brisset *et al.*, 2000؛ Buban *et al.*, 2002).

استفاده از این ماده به خصوص در کنترل آتشک سیب رقم گلدن دلیشز که رقم اصلی سیب کشور است، موثر گزارش شده است (Shahini *et al.*, 2010). این نتیجه با توجه به

عدم ثبت محلول‌پاشی استرپتومایسین برای کنترل آتشک در کشور حائز اهمیت است. در بسیاری از کشورها از استرپتومایسین برای کنترل آتشک استفاده می‌شود. بیست درصد باغات سیب و چهل درصد باغات گلابی در ایالات متحده با استرپتومایسین محافظت می‌شوند. اما در کشورهای اروپایی به جز آلمان، یونان و هلند، محلول پاشی استرپتومایسین مجاز نیست و جایگزینی آن با یک ماده بی‌خطر و موثر بسیار اهمیت دارد. یکی از روش‌های توصیه شده برای کنترل آتشک در اروپا کاربرد BTH (به جای استرپتومایسین) است (Deckers and Schoofs, 2003).

تاثیر ماده BTH بر بیان ژن *PR2*

پس از استخراج RNA از نمونه‌های گیاه به و مناسب بودن کیفیت آن با کامل بودن دو باند 28S RNA و 18S RNA از روی آن cDNA ساخته شد. با استفاده از cDNA و آغازگرهای عمومی یک قطعه حدود ۶۵۰ جفت باز از ژن *PR2* تکثیر (شکل ۲) و پس از همسانه‌سازی توالی یابی شد. نتایج توالی‌یابی قطعه کلون شده در جستجو با سایر توالی‌های موجود در پایگاه داده‌های DNA نشان داد که قطعه تکثیر شده تشابه بالایی در سطح اسید نوکلئیک با ژن‌های خانواده *PR2* سایر گیاهان از جمله سیب دارد (شکل ۳). این توالی با شماره بازیابی KF981878 در بانک اطلاعات DNA ثبت شد. پروتئین حاصل از این کلون ژنی در به (beta-1,3-glucanase) بالاترین یکسانی (۸۹ درصد) را با توالی نظیر در *Malus hupehensis* (اکسشن gb|ADR71671.1) و *Malus domestica* (اکسشن emb|CAM82809.1) نشان داد. با توجه به نتایج توالی یابی و تعیین آغازگرهای اختصاصی مناسب برای انجام realtime-PCR برای ژن *PR2* واکنش زنجیره‌ای پلیمراز انجام شد و تک باندهایی به طول ۱۶۵ جفت باز برای ژن *PR2* و ۲۲۹ جفت باز برای ژن اکتین حاصل شد (شکل ۴) که بر تکثیر کارآمد ژن‌های هدف و بهینه بودن شرایط واکنش دلالت داشت. پس از تعیین غلظت مناسب آغازگرها و بهینه‌سازی برنامه PCR میزان بیان ژن *PR2* با استفاده از آغازگرهای این ژن و ژن اکتین به عنوان کنترل داخلی مورد سنجش قرار گرفت. تفاوت در آستانه تکثیر نمونه‌های تیمار شده با شاهد تفاوت در میزان بیان ژن بیان ژن *PR2* را نشان داد (شکل ۵). از آن جائی که رنگ Syber Green ممکن است تکثیرهای غیر اختصاصی و نیز پرایمر دایمر را نیز شناسایی کرده و گزارش کند (Morrison *et al.*, 1998) وجود نمودار ذوب منفرد دلالت بر محصولات خالص و اختصاصی دارد (شکل ۶). آنالیز داده‌ها افزایش حدود ۱۰ برابری بیان ژن *PR2* در گیاهان تیمار شده با BTH را نسبت به شاهد نشان داد که می‌تواند مبین تاثیر این ماده در افزایش بیان ژن *PR2* در درختان به باشد.



شکل ۲- الکتروفورز نمونه RNA استخراج شده (A) و تکثیر ژن *PR2* (B) از درخت به رقم اصفهان
M: نشانگر؛ ۱: کنترل منفی (آب)؛ ۲: محصول PCR تکثیر ژن *PR2* پس از همسانه سازی روی ناقل پلاسمید

Fig. 2. Electroforesis of extracted RNA sample (A) and amplification of the *PR2* gene (B) from quince cv. Isfahan. M: marker; 1: negative control (water); 2: PCR product of the *PR2* gene after cloning on a plasmid vector

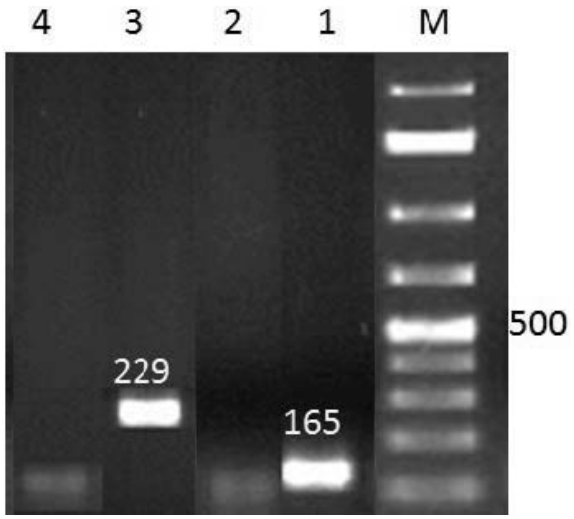
گیاهان به طور دائم در معرض انواع بیمارگرها قرار دارند که رشد و محصول آن‌ها را کاهش می‌دهند و از طریق چندین مسیر دفاعی خواه بصورت دائمی و یا القائی در برابر این عوامل بیماریزا مقاومت می‌کنند (Mang *et al.*, 2009). مسیر سیگنالی اسید سالیسیلیک، سیگنال اولیه در برابر بیمارگرهای بیوتروفیک است، در حالی که اسید جاسمونیک، اتیلن و اسید اولئیک سیگنال‌های اولیه هستند که در برابر آلودگی‌های نکروتروفیک فعال می‌شوند (Ferrari *et al.*, 2003؛ Diaz *et al.*, 2002؛ Zhu, 2014). واکنش فوق حساسیت اغلب با فعال شدن مکانیزم‌های دفاعی وابسته به اسید سالیسیلیک مرتبط است و به مقاومت اکتسابی سرتاسری منجر می‌شود که از ویژگی آن افزایش در تولید اسید سالیسیلیک داخلی، افزایش نسخه‌برداری ژن‌های *PR* مانند *PR1*، *PR2*، *PR5* و گلوتاتیون-اس-ترانسفراز و حفاظت در برابر بیمارگرهای بیوتروفیک است (Dewdney *et al.*, 2000). اسید سالیسیلیک نقش کلیدی در بسیاری فعالیت‌های گیاهی دارد (Vicente *et al.*, 2011) و در سطح وسیعی از گونه‌های گیاهی بیان می‌شود اما میزان سطح پایه آن در گونه‌های مختلف گیاهی تا چند ده برابر تفاوت نشان می‌دهد (Navarre and Mayo, 2004). چگونه گیاه ساخت اسید سالیسیلیک را تنظیم می‌کند؟

```
Mal       AAGATTCAAATACATTGCCGTAGGAAACGAAATCAAGCCCTCGGACTCGTCTGCGCAATT
Cyd       ----------TATATCGCGGTGGGGAACGAAGTCAAGCCCTCTGACTCGTCTGCGCAATT
              ** ** ** ** ** ****** ********** ****************

Mal       TCTGGTCCCGGCCATGCGGAACATTCAAAATGCGATTTCCAGTGCCGGTCTTGGAAACCA
Cyd       TCTGGTCTCGGCCATGCGGAACATTCAAAATGCGATTTCCAGTGCCGGTCTTGGAAACCA
          ******* **************************************************

Mal       AATCAAAGTTTCCACCGCCATAGACACCGGTGTGCTTGGAAATTCCTTTCCTCCATCAAA
Cyd       AATCAAAGTTTCCACCGCCATAGACACCAGTGTGCTTGGAAATTCCTATTTTCCATCAAT
          ************************** ***************** * ********

Mal       AGGAGAATTTAGGGGTGACTATAGCCCAATTTTGAATCCTGTTGTCCGGTTCCTGGTGGA
Cyd       GGGAGAATTTTTGGGTGTCTATAGCCCAATTTTGAATCCTGTTGTCCGGTTCCTGGTGGA
           *********  ***** ****************************************

Mal       CAACAAATCTCCGCTACTTGTTAATTTGTATCCTTATTTTAGTTATATTGGCAACACTCG
Cyd       CAACAAATCTCCCCTACTCGTTAATTTGTATACTTATTTTAGTTATATTAGCAACACTCG
          *********** ***** *********** ***************** **********

Mal       TGACATTCGTCTAGACTATGCTCTTTTCACAGCTCAGTCAGTTGTAGTACAAGATGGCGA
Cyd       TGACATGCGTCTAGATTATGCTCTTTTCACAGCTCCGTCAGTTGTAGTACAAGATGACCA
          ****** ******** ******************** ******************* * *

Mal       ACGTGGTTATCGTAATCTTTTCGATGCCATTTTGGGTGCTGTTTACGCTGCGCTTGACAA
Cyd       ACTTGGTTATCGTAATCTTTTCGATGCCATTTTGGATGCTTTTTACGCTGCGCTTGACAA
          ** ******************************** **** ******************

Mal       GGTCGGTGGAGGATCTTTGGAAATTGTTGTATCGGAGAGTGGTTGGCCGACAGCTGGTGG
Cyd       GGTCGGTGGAGGATCTTTGGAAATTGTTATATCGGAGACTGGTTGGCCGACAGCTGGTGG
          ************************** ********* *********************

Mal       GACGGCAACAACAGTTGATAATGCGAGGACTTATAACTCGAATTTGGTTCAACATGTGAA
Cyd       GACGGCAGCAACAGTGGATAATGCGAGGACTTATAACTCGAATTTGATTCAACATGTGAA
          ******* ******* ****************************** *************

Mal       GGGAGGGACTCCAAGGAAGCCTGGAAGGCCCATTGAAACTTACATCTTTGCCATGTTTGA
Cyd       GGGTGGAACTCCAAGGAAGCCTGGAAGGCCCATTGAAACCTACCTCTTCGCCATGTT---
          *** ** ********************************** *** **** ********
```

شکل ۳- هم ردیفی توالی نوکلوتیدی کلون ژنی *PR2* جداسازی شده از درخت به (Cyd) با توالی نظیر در سیب (Mal)

Fig. 3. Nucleotide sequence alignment of the *PR2* gene clone (588 bp) isolated from quince (Cyd) with its analogous gene in apple (Mal)

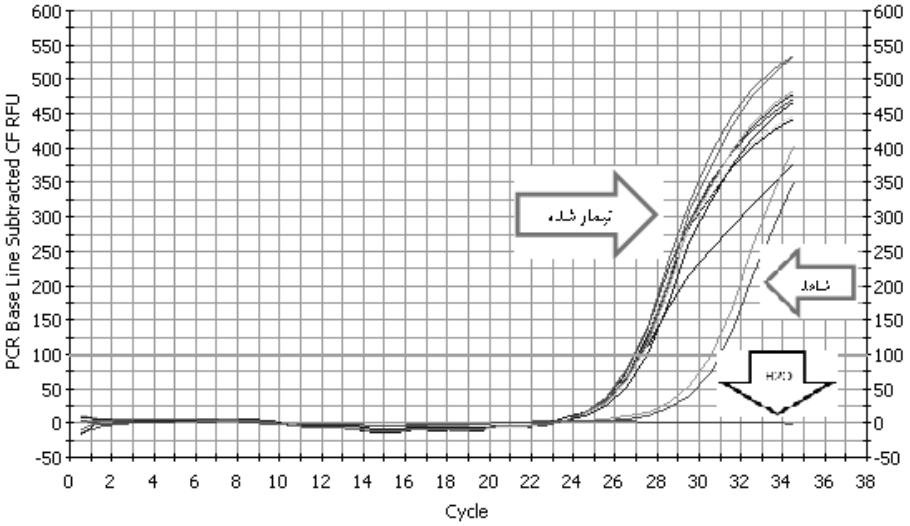
استفاده از روش‌های ژنتیک معکوس نشان داده است که بعضی از پروتئین‌ها مانند SARSD1 و CBP60g به عنوان عامل نسخه‌برداری نقش کلیدی در ساخت اسید سالیسیلیک هنگام مواجهه گیاه با عوامل بیمارگر دارند. به طوری که در گیاهان موتانت فاقد بیان این دو ژن ساخت اسید سالیسیلیک به طور کامل متوقف می‌شود (Zhang *et al.*, 2010). بیان ژن‌های *PR* در پائین دست اسید سالیسیلیک با القای مقاومت اکتسابی سرتاسری (SAR) مرتبط است (Kuc, 2001؛ Van Loon, 1997؛ Edreva, 2004, 2005). به طوری که *PR* ها در گیاهان تراریخته مقاوم، فعالیت ضد میکروبی بالایی را نشان دادند (Anand *et al.*, 2004؛ Tonon *et al.*, 2002). خانواده PR2 از خانواده پروتئین‌های مرتبط با دفاع گیاهی یا همان β(1,3)-glucanse ها در ایزوفرم‌های مختلفی در گیاهان گسترده هستند



شکل ۴- الکتروفورز محصولات واکنش زنجیره‌ای پلیمراز ژن های *PR2* و اکتین با آغازگرهای اختصاصی

M: نشانگر وزن مولکولی؛ ۲ و۴ : کنترل منفی؛ ۱: *PR2*. ۳: *Act*.

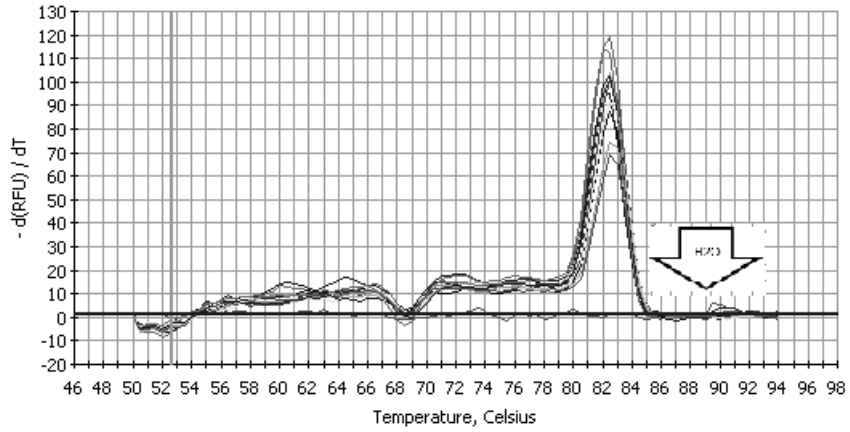
Fig. 4. Electrophoresis of PCR products of *PR2* and *actin* genes using specific primers
M: molecular weight marker; 2 and 4: negative control; 1: *PR2*, 3: *Actin*



شکل ۵- تکثیر و حدود آستانه مربوط به تکثیر ژن *PR2* در گیاه تیمار شده و شاهد

Fig. 5. Amplification and limit for the *PR2* gene amplification in treated and control plants

(Hoj *et al*., 1995 ؛Simmonsn, 1994). پیوندهای گلوکانی در دیواه سلول گیاهی بیشترین نقش این آنزیم در دفاع علیه قارچ‌ها موجب مهار قارچ‌های مهاجم می‌شوند. به بررسی شده و نشان می‌دهد که با هیدرولیز علاوه، مواد آزاد شده از هیدرولیز گلوکان‌ها



شکل ۶- منحنی ذوب مربوط به تکثیر ژن *PR2* در گیاه تیمار شده و شاهد
Fig. 6. Melting curves for the *PR2* gene amplification in treated and control plants

خود به عنوان محرک پاسخ‌های دفاعی گیاه عمل می‌کنند (Bowels, 1990). در بیماری‌های ویروسی نیز نشان داده شده که این آنزیم‌ها در پاسخ فوق حساسیت گیاهان در برابر ویروس‌ها به شدت افزایش می‌یابند (Antoniw *et al.*, 1980). در بیماری‌های باکتریایی، اشکال واکوئولی و خارج سلولی این آنزیم در دفاع توتون علیه باکتری *Pseudomonas syringae* دخالت دارند (van Den Bulcke *et al.*, 1998). ماده محرکی در عصاره تهیه شده از انگور یافت شده است که موجب برانگیزش گلوکانازها در توتون می‌شود (Goupil *et al.*, 2012). در توتون نشان داده شد که برخی مواد مترشحه از *Pseudomonas syringae* عامل بیماری wildfire موجب مهار دفاع گیاه از جمله کاهش بیان ژن PR2 می‌شوند (Lee *et al.*, 2013). آنزیم گلوکاناز سبب تشدید فعالیت آنزیم کیتیناز نیز می‌شود (Zhang *et al.*, 2005) بررسی نقش PR2 در لاین‌های تراریخته با و بدون بیان ژن *PR2* در گیاه آرابیداپسیس تحت تاثیر قارچ *Leptosphaeria maculans* و باکتری *Pseudomonas syringae* نشان داد که بیان این ژن از ایجاد کالوز (پلیمری از بتا-۱-۳ گلوکان) در گیاه ممانعت می‌کند. ایجاد کالوز احتمالاً در مسیر انتقال سیگنال اسید سالیسیلیک تداخل کرده و مانع از ایجاد مقاومت می‌شود بنابراین PR2 ممکن است به عنوان یک تنظیم‌کننده در پاسخ به کالوز یا پاسخ دفاعی در گیاه عمل کند (Oide *et al.*, 2013).

ماده BTH که مشابه (آنالوگ) اسید سالیسیلیک است می‌تواند دفاع سرتاسری در برابر بیمارگر را بدون تجمع اسید سالیسیلیک و با فعال‌سازی مسیر پائین دست اسید سالیسیلیک تحریک کند (Yashimoto *et al.*, 2009؛ Wang *et al.*, 2006, 2007). کاربرد ماده محرک BTH در سیب نشان داد که افزایش

سطح مقاومت درختان نسبت به بیماری باکتریایی آتشک به طور ثابتی با فعال شدن آنزیم‌های پراکسیداز و گلوکاناز ارتباط دارد و تجمع آن‌ها حداقل تا ۱۷ روز پایدار بود (Brisset *et al.*, 2000). در سیب میزان بیان ژن *PR2* پس از تیمار با BTH در شرایط گلخانه ۱۰۰ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت (Maxon-Stein *et al.*, 2002). استفاده از بعضی مواد القا کننده که باعث افزایش بیان برخی از ژن‌های *PR* در گیاهان می‌شوند، مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهند (Herman *et al.*, 2008؛ Francis *et al.*, 2009). به طور کلی می‌توان بیان کرد که استفاده از ماده محرک بیون، که می‌تواند سبب تحریک فرایند دفاع گیاهی و از جمله افزایش بیان PR پروتئین‌ها و کارکرد حفاظتی آن‌ها در برابر شرایط تنش در گیاه می شود، می‌تواند در برنامه مدیریت تلفیقی بیماری آتشک در گیاه به گنجانیده شود.

References

Anand, A., Lei, Z. T., Summer, L. W., Mysore, K. S., Arakane, Y., Backus, W. W., and Muthukrishnan, S. 2004. Apoplastic extracts from a transgenic wheat line exhibiting lesion-mimic phenotype have multiple pathogenesis-related proteins that are antifungal. Molecular Plant-Microbe Interaction 17: 1306-1317.

Antoniw, J. F., Ritter, C. E., Pierpoint, W. S., and van Loon, L. C. 1980. Comparison of three pathogenesis-related proteins from plants of two cultivars of tobacco infected with TMV. Journal of General Virology 47: 79-87.

Baysal, O., and Zeller, W. 2004. Extract of *Hedera helix* induces resistance on apple rootstook M26 similar to acibenzolar-S-methyl against fireblight (*Erwinia amylovora*). Physiological and Molecular Plant Pathology 65: 305-315.

Bowles, J. D. 1990. Defense-related proteins in higher plants. Annual Review of Biochemistry 59: 873-907.

Brisset, M. N., Cesbron, S., Thomson, S. V., and Paulin, J. P. 2000. Acibenzolar-Smethyl induces the accumulation of defense-related enzymes in apple and protects from fire blight. European Journal of Plant Pathology 106: 529-536.

Buban, T., Sallai, P., Hertelendy, L., and Obzsut-Truskovszky, E. 2002. Trials with applying chemical agents other than bactericides to control fireblight in pear orchards. Acta Horticulturae 590: 263-267

Deckers, T., and Schoofs, H. 2003. Control strategies of bacterial diseases in European pear growing. Acta Horticulturae 587: 639-645.

Dewdney, J., Reuber, T, Wildermuth, M., Devoto, A., Cui, j., Stutius, L., Drummond, E., and Ausubel, F. 2000. Three unique mutants of Arabidopsis identify *eds* loci required for limiting growth of a biotrophic fungal pathogen. The Plant Journal 24: 205-218.

Diaz, J., 'en Have, A., and van Kan, J., 2002. The role of ethylene and wound signaling in resistance of tomato to Botrytis cinerea. Plant Physiology 129: 1341-1351.

Edreva, A. 2004. A novel strategy for plant protection: induced resistance. Molecular and Cellular Biology 3: 61-69.

Edreva, A. 2005. Pathogenesis-related proteins: research progress in the last 15 years. Genetics and Applied Plant Physiology 31: 105-124.

Ferrari, S., Plotnikora, J. M., De Lorenzo, G., and Ausubel, F. M. 2003. Arabidopsis local resistance to *Botrytis cinerea* involves EDS4, and PAD2 but not SID2, EDS5 and PAD4. Plant Journal 35: 193-205.

Francis, M. I., Redondo, A., Burns, J. K., and Graham, J. H. 2009. Soil application of imidacloprid and related SAR-inducing compounds produces effective and persistent control of citrus canker. European Journal of Plant Pathology 124: 283-292.

Friedrich, L., Lawton, K., Ruess, W., Manser, P., Specker, N., Gut, M., Meier, B., and Ryals, J. 1996. A benzothiadiazole derivetives induces systemic acquired resistance in tobacco. Plant Journal 10: 61-70.

Gorlach, J., Volrath, S., Knauf, G., Hengy, G., and Ryals, J. 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. The Plant Cell 8: 629-643.

Goupil, P., Benouaret, R., Charrier, O., Halle, A., Richard, C., Eyheraguibel, B., Thiery, D., and Ledoigt, G. 2012. Grape marc extract acts as elicitor of plant defence responses. Ecotoxicology 21: 1541-1549.

Hassanzadeh, N. 1995. Fireblight of Pear, Apple and Quince Trees. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication, Technical Issue No. 1: 18pp. (in Persian).

Herman, M. A. B., Davidson, J. K., and Smart, C. D. 2008. Induction of plant defense gene expression by plant activators and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in greenhouse- grown tomatoes. Phytopathology 98: 1226-1232.

Høj, P. B., and Fincher, G. B. 1995. Molecular evolution of plant ß-glucan endohydrolases 1995. Plant Journal 7: 367-379.

Ishii, H., Tomita, Y., Horio, T., Narusaka, Y., Nakazawa, Y., and Ivamoto, S. 1999. Induced resistance of acibenzolar-S-methyl to cucumber and Japanese pear diseases. European Journal of Plant Pathology 105: 77-85.

Kuc, J. 2001. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. European Journal of Plant Pathology 107: 7-12.

Lawton, K., Friedrich, L., Hunt, M., Weymann, K., Kessmann, H., and Ryals, J. 1996. Benzothiadiazole induces disease resistance in Arabidopsis by activation of the systemic aquietrd resistance signal transduction pathway. Plant Journal 10: 71-82.

Lee, S., Yang, D. S., Rao, S., Summer, L. W., and Mysore, K. S. 2013. Suppression of plant defense responses by extracellular metabolites from *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* in *Nicotiana benthamiana*. BMC Plant Biology doi:10.1186/1471-2229-13-65.

Le Lezec, M., and Paulin, J. P. 1984. Shoot susceptibility to fire blight of some apple cultivars. Acta Horticulturae 151: 277-287.

Maleki Balajoo, O., Kesahavarzi, M., Zahabi, A., Danesh, Y. R., and Haghjuyan, R. 2012. Protective effect of acibenzolr-s-methyl on fireblight severity in quince and characterization of the *Erwinia amylovora* strains involved. Journal of Plant Pathology 94: 211-214.

Mang, H. G., Laluk, K. A., Parsons, E., Kosma, D., Cooper, B., Park, H., AbuGamar, S., Boccongelli, C., Myiazaki, S., Concigelio, S., Chilosi, G., Bohnert, H., Bressan., R., Mengiste, G., and Janks, M. 2009. The Arabidopsis RESURRECTION1 gene regulates a novel antagonistic interaction in plan defense to biotrophs and necrotrophs. Plant Physiology 151: 290-305.

Maxon-Stein, K., He, S., Hammerschmidt, R., and Jones, A. 2002. Effect of treating apple trees with acibenzolar-S- methyl on fireblight and expression of pathogenesis related protein genes. Plant Disease 86: 785-790.

Mehrabipour, S., Abdollahi, H., and Ghasemi, A. 2010. Response of some quince (*Cydonia oblanga* Mill.) genotypes from Guilan and Khorasan provinces to fireblight disease. Seed and Plant Improvement Journal 28-1: 67-84 (in Persian).

Morris, S. W., Vernooij, B, Titatarn, S., Starrett, M., Thomas, S., Wiltse, C. C., Frederiksen, R. A., Bhandhufalck, A., and Uknes, S. 1998. Induced resistance responses in maize. Molecular Plant-Microbe Interaction 11: 643-658.

Morrison, T. B., Weis, J. J., and Wittwer, C. T. 1998. Quantification of low-copy transcripts by continuous Syber Green I monitoring during amplification. Bio Techniques 24: 954-962.

Narusuka, Y., Narusuka, M., Horio, T., and Ishii, H. 1999. Comparison of local and systemic induction of acquired disease resistance in cucumber plants treated with benzothiadiazoles or salicylic acid. Plant Cell Physiology 40: 388-395.

Navarre, D. A., and Mayo, D. 2004. Differential characteristics of salicylic acid-mediated signaling in potato. Physiological and Molecular Plant Pathology 64: 179-188.

Oide, S., Bejai, S., Staal, J., Guan, N., Kaliff, M., and Dixelius, C. 2013. A novel role of PR2 in abscisic acid (ABA) mediated, pathogen-induced callose deposition in *Arabidopsis thaliana*. New Phytologist 200: 1187-1199.

Sahadpour, A., and Ghasemi, A. 2004. Outbreak of fire blight of pome fruits in Fars province. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 423 (in Persian).

Schaller, A. P., Roy, N., and Amrhein, H. 2000. Salicylic acid- independent induction of pathogenesis- related gene expression by fusicoccin. Planta 210: 599-606.

Shahini, S., Keshavarzi, M., Hasanzadeh, N., Hashemi, M., Abdollahi, H., and Tavoosi, M. 2010. *In vitro* evaluation of acilbenzolar-S-methyl on inhibition of fireblight in apple cv Golden delicious. Iranian Journal of Plant Pathology 46: 77-79 (in Persian).

Siegrist, J., Glenewinkel, D., Kolle, C., and Schmidtke, M. 1997. Chemically induced resistance in green bean against bacterial and fungal photogenes. Z. Pflan. Pflanzen 104: 599-610.

Simmonsn, C. R. 1994. The physiology and molecular biology of plant 1,3-ß-D-glucanases and 1,3;1,4-ß-D-glucanases. Critical Review of Plant Sciences 13: 325-387.

Thomson, S. V., Brisset, M. N., Chartier, R., and Paulin, J. P. 1998a. Induced resistance in apple and pear seedlings to fireblight by ASM and correlation with some defense-related enzymes. Acta Horticulturae 498: 583-588.

Thomson, S. V., Gouk, S. C., and Pauline, J. P. 1998b. Efficacy of Bion® (Actigard®) to control fire blight in pear and apple orchards in USA, New Zealand and France. Acta Horticulturae 489: 589-596.

Tsiantos, J., Psallidas, P., and Chatzaki, A. 2003. Efficacy of alternatives to antibiotic chemicals for the control of fireblight of pears. Annal of Applied Biology 143: 319-323.

Tonon, C. G., Guevara, C., and Olive, G. 2002. Isolation of a potato acidic 39 KDa β-1,3 glucanase with antifungal activity against *Phytophthora infestans* and analysis of its expression in potato cultivars differing in their degrees of field resistance. Journal of Phytopathology 150: 189-195.

van Den Bulcke, M., Bauw, G., Castresana, C., Van Montagu, M., and Vamdekerckhove, J. 1998. Characterization of vacuolar and extracellular β (1,3)-glucanase of tobacco: evidence for a directly compartmentalized plant defense system. Proceedings of National Academy of Sciences, USA 86: 2673-2677.

van Loon, L. C. 1997. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. European Journal of Plant Pathology 103: 753-765.

van der Zwet, T., and Bonn, W.G. 1991. Recent spread and current worldwide distribution of fireblight. Acta Horticulturae 489: 167-168.

van der Zwet, T., and Keil, H. L. 1979. Fireblight: A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 510, Washington D. C., USA. 650pp.

Vicente, M. R., and Plasenica, J. 2011. Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. Journal of Experimental Botany 62: 3321-3338.

Wang, D., Amornsiripanitch, N., and Dong, X. 2006. A genomic approach to identify regulatory nodes in the transcriptional network of systemic acquired resistance in plants. PLoS Pathogens 2006, 2: e123. doi:10.1371/journal.ppat.0020123.

Wang, D., Pajerowska-Mukhtar, K., Hendrickson Culler, A., and Dong, X. 2007. Salicylic acid inhibits pathogen growth in plants through repression of the auxin signaling pathway. Current Biology 17: 1784-1790.

Yoshimoto, K., Jikumaru, Y., Kamiya, Y., Kusano, M., Consonni, C., Panstruga, R., Ohsumi, Y., and Shirasu, K. 2009. Autophagy negatively regulates cell death by controlling NPR1-dependent salicylic acid signaling during senescence and the innate immune response in Arabidopsis. The Plant Cell 21: 2914-2927.

Zakeri, Z., and Sharifnabi, B. 1991. Fireblight of pear in Karaj. Proceedings of the 10th Iranian Plant Protection Congress, Kerman, Iran. Page 157 (in Persian).

Zhang, S. Y., Wang, J. B., Wang, H. F., Shao, J. W., Li, G. L., and Li, X. D. 2005. The relationship between activities of chitinase and β-1,3glucanase and resistance to rhizomania in sugar beet. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology 31: 281-286.

Zhang, Y., Xu, S., Ding, S., Wang, D., Cheng, Y., He, J., Gao, M., Xu , F., Li, Y., Zhu , Z., Li , X., and Zhang, Y. 2010. Control of salicylic acid synthesis and systemic acquired resistance by two members of a plant-specific family of transcription factors. Proceedings of National Academy of Sciences, USA 107: 18220-18225.

Zhu, Z. 2014. Molecular basis for jasmonate and ethylene signal interactions in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany 65: 5743-5748.

Zohour, E., and Rahmani Moghadam, N. 2004. Occurrence of fireblight in Khorasan province. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 423 (in Persian).

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

تاثیر محیط‌های رشد و منبع آهن در ریزازدیادی و ریشه‌زایی پایه‌های نیمه پاکوتاه‌کننده گلابی پیرودوارف و OH×F87

Effects of Growth Media and Fe Source on Micropropagation and Rooting of Semi-Dwarf Pear Rootstocks, Pyrodwarf and OH×F87

نفیسه نورمحمدی[۱]، حمید عبداللهی[۲]، آزاده معینی[۳] و اسماعیل روح‌الامین[۴]

۱، ۳ و ۴- کارشناس، پژوهشکده بیوتکنولوژی منطقه مرکزی، نجف‌آباد، اصفهان
۲- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۸

چکیده

نورمحمدی، ن.، عبداللهی، ح.، معینی، آ.، و روح‌الامین، ا. ۱۳۹۴. تاثیر محیط‌های رشد و منبع آهن در ریزازدیادی و ریشه‌زایی پایه‌های نیمه پاکوتاه‌کننده گلابی پیرودوارف و OH×F87. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۲۷۸ - ۲۶۵.

این تحقیق با هدف بهینه کردن شرایط ازدیاد درون شیشه‌ای دو پایه نیمه پا کوتاه‌کننده گلابی پیرودوراف (Pyrodwarf) و OH×F87 و بررسی اثر محیط‌های کشت و منبع آهن و روش ریشه‌زائی این پایه‌ها انجام شد. ارزیابی اثر پنج نوع محیط پایه شامل MS، MS تغییریافته، DKW، QL و QL تغییریافته، با نسبت‌های مختلف یون‌های نیترات به آمونیوم، کلسیم و کلر روی صفات رویشی میزان پرآوری به ازاء ریزنمونه، طول شاخه‌چه، شاخص توسعه سطح برگ و میزان نکروز انجام و بیش‌ترین میزان پرآوری برای پایه پیرودوارف ۳/۳ شاخه‌چه در محیط QL تغییر یافته و برای پایه OH×F87 ۵/۳ شاخه‌چه، در محیط QL مشاهده شد. مقایسه میزان نسبت یون‌های آمونیوم به نیترات (۱:۲ تا ۱:۳) و همچنین جایگزینی نمک کلرور کلسیم با نیترات کلسیم در محیط‌های QL و QL تغییر یافته حاکی از حساسیت پایه‌های گلابی به حضور غلظت‌های بالای آمونیوم و یون کلر در محیط بود،که به صورت کاهش نسبی میزان پرآوری تظاهر یافت. در آزمایش دوم اثر دو منبع آهن Fe-EDTA و Fe-EDDHA بررسی و نتایج بیانگر برتری منبع آهن Fe-EDDHA در کاهش نسبی میزان پرآوری و افزایش کیفیت و رشد طولی ریزشاخه‌های تولیدی هر دو پایه بود. در آزمایش ریشه‌زایی، از دو نوع محیط کشت پایه MS و QL با سه غلظت صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر تنظیم کننده رشد IBA استفاده شد. نتایج بیانگر ریشه‌زائی کامل در تمامی شاخه‌چه‌هابود، لیکن پایه‌های گلابی در محیط کشت MS همراه با ۱ میلی‌گرم در لیتر IBA از نظر صفات تعداد ریشه و طول ریشه بهترین پاسخ را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: *Pyrus communis* L.، ریزازدیادی، پرآوری، ریشه‌زایی، پایه، آهن.

نویسنده مسئول: hamidabdollahi@spii.ir تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

گلابی پس از سیب مهم‌ترین میوه دانه‌دار محسوب می‌شود، لیکن برخلاف سیب، پایه‌های پاکوتاه‌کننده یا نیمه‌پاکوتاه‌کننده زیادی برای این درخت به صورت تجاری معرفی نشده است. پایه‌های مورد استفاده به منظور احداث باغ‌های گلابی همانند دیگر درختان میوه معتدله، به دو گروه پایه‌های بذری و رویشی طبقه‌بندی می‌شوند (Abdollahi, 2011). پایه‌های بذری گلابی به گونه‌های مختلفی از جنس Pyrus، نظیر گونه‌های *P. communis*، *P. betulifolia*، *P. calleryana* و *P. ussuriensis* تعلق دارند (Westwood, 1993). این پایه‌ها همگی سبب ایجاد درختان گلابی پابلند تا بسیار پابلند می‌شوند. علاوه بر این، شماری از دیگر گونه‌های متعلق به این جنس نظیر گونه *P. syriaca* به صورت محدود در کشورهای مختلف به عنوان پایه بذری مورد استفاده قرار می‌گیرند، که کارآئی تجاری آن‌ها مورد اثبات قرار نگرفته است. پیوند ارقام گلابی روی پایه‌های بذری ولیک (*Crategus* sp.) سبب پاکوتاهی شدید درخت می‌شود (Abdollahi *et al*., 2012). پایه‌های رویشی یا پایه‌های هم‌گروه گلابی به دو جنس Pyrus و Cydonia تعلق دارند. اولین گزینش‌های انجام شده در زمینه پایه‌های هم‌گروه گلابی متعلق به گونه به (*C. oblonga* Mill.) در فرانسه انجام شد، لیکن به دلیل تداخل آن‌ها در نهالستان‌های این کشور، آر. جی. هاتون (R. G. Hatton) و همکارانش در ایستگاه تحقیقاتی ایست مالینگ (East Malling) در سال ۱۹۱۴، این پایه‌ها را به پنج گروه اصلی شامل گروه‌های A، B، C، D و E طبقه‌بندی کردند. از بین این پایه‌ها، تنها سه پایه کوئینس A، B و C با ظرفیت کاربرد تجاری تشخیص داده شد. در حال حاضر این سه پایه، همراه با سه پایه رویشی دیگر شامل کوئینس BA29، آدامز (Adams) و سیدو (Sydo) مهم‌ترین پایه‌های هم‌گروه گلابی متعلق به گونه به را در بر می‌گیرند (Abdollahi, 2011).

پایه‌های هم‌گروه گلابی که به جنس Pyrus تعلق دارند دربردارنده چهار گروه پایه‌های رویشی ایالات متحده آمریکا (سری پایه‌های (OH×F)، پایه‌های رویشی آفریقای جنوبی (سری پایه‌های BP)، پایه‌های رویشی آلمان (سری پایه‌های BU) و پایه‌های رویشی ایتالیا (سری پایه‌های Fox) هستند (Campbell, 2002). مهم‌ترین پایه‌های هم‌گروه گلابی متعلق به این جنس، عمدتاً از برنامه به‌نژادی پایه در ایالات متحده آمریکا منشاء گرفته‌اند و پایه‌های این سری تحت نام دورگ‌های الدهم × فارمینگدال (OH × F) نامگذاری شده‌اند. این سری طیف گسترده‌ای از پایه را با قدرت رشد متفاوت و سازگاری با شرایط اقلیمی و خاکی گوناگون در بر می‌گیرد. تاکنون بیش از چهل عدد پایه از این سری معرفی شده‌اند که از این بین پایه‌های

OH×F40، OH×F69، OH×F87 و OH×F333 بیش از سایرین مورد توجه قرار گرفته‌اند (Campbell, 2002).

از بین پایه‌های هم‌گروه آلمان تنها پایه BU5-18 به صورت تجاری و انبوه مورد توجه بوده، که با نام تجارتی پیرودوارف (Pyrodwarf) و نام حق انحصاری رنوس-۱ (Rhenus 1) معرفی و ثبت شده است. این پایه از دورگ‌گیری بین رقم الدهم به عنوان والد مقاوم به بیماری آتشک و رقم لوئیزبون (Louise Bonne)، که در کشور ما به اشتباه با نام گلابی بیروتی تکثیر می‌شود، به عنوان والد دهنده صفت سهل ریشه‌زایی تولید شده است (Jacob, 1998). این پایه دارای مقاومت متوسط نسبت به آتشک بوده و سبب زودباردهی رقم می‌شود. از ویژگی‌های دیگر این پایه، راندمان بالا، اندازه میوه یکسان، استقرار مطلوب، سازگاری با سرماهای شدید، عدم تمایل به تولید پاجوش، عدم حساسیت به کلروز ناشی از کمبود آهن است و در خاک‌های قلیایی قابل کشت و گسترش است (Campbell, 2002؛ Jacob, 1998). هیچ‌یک از پایه‌های هم‌گروه گلابی آفریقای جنوبی و ایتالیا تاکنون به صورت انبوه مورد توجه قرار نگرفته است.

پایه‌های هم‌گروه گلابی به روش‌های مختلفی قابل تکثیر است، لیکن به طور معمول ریشه‌زایی پایه‌های هم‌گروهی که متعلق به جنس Pyrus هستند از طریق قلمه چوب نرم و سخت و حتی خوابانیدن با مشکلاتی همراه است (Hartman *et al*., 1997). با توجه به این مشکل، استفاده از روش کشت بافت به عنوان روشی معمول و اقتصادی برای ازدیاد این پایه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در مطالعه‌ای به منظور ازدیاد درون شیشه‌ای پایه پابلند *P. calleryana* بهترین میزان پرآوری شاخساره در محیط کشت MS (Murashige and Skoog, 1962) حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر BAP گزارش شده است (Rossi *et al*., 1991). نصرتی و همکاران (Nosrati *et al*., 2003) محیط MS را در مقایسه با محیط QL (Quoirin and Lepoivre, 1977) به منظور ریز ازدیادی و توسعه ارقام گلابی ایرانی مناسب‌تر گزارش کردند. این در حالی است که در شمار دیگری از مطالعات انجام شده، محیط QL و QL تغییر یافته (Leblay *et al*., 1991) نسبت به محیط MS واجد برتری معرفی شده است (Abdollahi *et al*., 2005؛ DePaoli *et al*., 1994). به نظر می‌رسد در بین ترکیبات موثر در محیط‌های مورد استفاده، نسبت نمک‌های آمونیوم و نیترات نقش تعیین‌کننده‌ای در عکس‌العمل ارقام گلابی برعهده داشته باشد، چنانچه این تفاوت در باززائی این گونه نیز مهم و کلیدی گزارش شده است. در آزمایشی روی اثر محیط‌های کشت مختلف و نسبت یون‌های تشکیل‌دهنده نیتروژن بر میزان باززایی شاخساره‌ای نابجا از ریز نمونه‌های برگی ارقام گلابی، بهترین میزان

باززایی مربوط به محیط حاوی نسبت‌های حدود ۱:۳ تا ۱:۲ از یون‌های NH_4^+/No_3 حاصل شد (Abu-Qaoud *et al.*, 1991). علاوه بر این، غلظت سیتوکینین BA (Pasqual *et al.*, 2002)؛ نوع و غلظت آهن (Sotiropoulos *et al.*, 2013) و همچنین نمک‌های حاوی کلسیم، پتاسیم و منیزیوم (Wada *et al.*, 2013) از دیگر عوامل موثر در ریزازدیادی پایه‌های گلابی گزارش شده است.

با توجه به ورود پایه‌های جدید گلابی از جمله پایه پیرودوارف و شماری از پایه‌های سری OH×F و Fox به ایران در سال‌های اخیر، شماری از این پایه‌ها طی ارزیابی‌های سازگاری اولیه، بیش از سایرین مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این بررسی‌های مقدماتی، پایه پیرودوارف دارای رفتار تکثیری نسبتاً ساده‌تری در محیط درون شیشه بوده و قدرت سازگاری مطلوبی از نظر ریشه‌دهی و استقرار در خاک از خود نشان داده است. با توجه به دشواری نسبی تکثیر این پایه‌ها با استفاده از روش‌های معمول تکثیر در نهالستان شامل قلمه و خوابانیدن، این تحقیق به منظور بهینه‌سازی شرایط تکثیر درون شیشه و ارائه یک دستورالعمل تولید نیمه انبوه تا انبوه دو پایه پیرودوارف و OH×F87 برنامه‌ریزی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده شامل دو پایه نیمه‌پاکوتاه کننده پیرودوارف (Rhenus 1®) و OH×F87 (Daytor®) بود. به منظور بررسی شرایط بهینه تکثیر درون شیشه این پایه‌ها، سه آزمایش مجزا انجام و به ترتیب اثر محیط‌های کشت، منبع تامین آهن و شرایط ریشه‌زائی روی پایه‌های گلابی مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی کارآئی استفاده از پروتکل نهائی به صورت نیمه انبوه، کلیه آزمایش‌ها در راستای تکثیر، سازگاری و ارائه حداقل ۲۵۰۰ اصله پایه از هر نوع طرح‌ریزی شد.

ارزیابی اثر محیط‌های کشت پایه

در این آزمایش اثر پنج نوع محیط کشت MS، MS تغییریافته (Al–Maarri *et al.*, 1994)، DKW (Driver and Kuniyuki, 1984)، QL و QL تغییر یافته (Leblay *et al.*, 1991) روی رشد و پرآوری پایه‌های گلابی مورد بررسی قرار گرفت. دو محیط کشت دیگر شامل QL تغییر یافته و محیط کشت MS تغییریافته بودند. کلیه محیط‌های مورد استفاده با ۱ میلی‌گرم بر لیتر سایتوکینین BAP و ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر NAA همراه با ۳ درصد ساکاروز، ۵/۵ گرم بر لیتر آگار (Merck, Germany) و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر میواینوزیتول غنی شده (Khodaee Chegenee *et al.*, 2011) و pH کلیه محیط‌ها قبل از افزودن آگار روی ۵/۷ تنظیم شده بود. هر شیشه کشت با حجم ۲۰۰ میلی‌لیتری، حاوی ۳۰ تا ۳۵ میلی‌لیتر محیط

کشت بود که به مدت ۲۰ دقیقه در فشار ۱/۲ اتمسفر و دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد استریل شدند.

مواد گیاهی مورد آزمایش در شرایط دوره نوری ۱۶ ساعت نور، ایجاد شده توسط لامپ‌های فلئورسنت سفید با شدت نور ۴۰ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه و دمای شبانه‌روزی ۱ ± ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. زیرکشت‌ها در فواصل ۴۵ روز یک بار و قبل از ورود شاخه‌چه‌ها به مرحله پیری و زوال انجام شد. شاخص‌های مورد نظر در این آزمایش شامل، میزان پرآوری به ازاء ریزنمونه، طول شاخه‌چه، شاخص توسعه سطح برگ و میزان نکروز بخش‌های مریستمی بودند.

ارزیابی نوع منبع آهن

به منظور افزایش میزان پرآوری و کسب شرایط مطلوب‌تر جهت تکثیر ساقه‌چه‌های درون شیشه پایه‌های گلابی انجام شد. به این منظور دو منبع آهن Fe-EDTA و Fe-EDDHA (Dolcet-Sanjuan *et al*., 1990) مورد استفاده و مقایسه قرار گرفت. محیط کشت انتخابی QL تغییر یافته بود. همچنین سایر اجزاء تشکیل‌دهنده محیط غیر از منبع آهن همانند آزمایش اول بود. شاخص‌های مورد نظر در این آزمایش شامل دو صفت میزان پرآوری به ازاء ریزنمونه و طول شاخه‌چه‌ها در زمان‌های مختلف بود و با توجه به عدم مشاهده نکروز در آزمایش قبلی، این شاخص در این‌جا مد نظر واقع نشد.

ارزیابی توان ریشه‌زایی

شاخه‌چه های ریزازدیادی شده روی محیط QL تغییر یافته همراه با منبع تامین آهن انتخاب شده در آزمایش دوم، به عنوان نمونه جهت آزمون ریشه‌زایی مورد استفاده قرار گرفتند. به این منظور شاخه‌چه‌های دوپایه گلابی به طول متوسط ۳ سانتی‌متر انتخاب و در تیمارهای آزمایشی شامل دو نوع محیط کشت پایه MS و QL با دو غلظت صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر تنظیم کننده رشد IBA مورد زیر کشت قرار گرفتند. هر دو نوع محیط ریشه‌زایی استفاده شده حاوی نمک‌های QL وMS با ۳۰ گرم بر لیتر ساکاروز و ۵/۵ گرم آگار بودند. اسیدیته کلیه محیط‌ها قبل از افزودن آگار در حد ۵/۵ تنظیم شد. کلیه شاخه چه های مورد استفاده برای ریشه‌زائی به مدت چهار هفته در محیط حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد قرار گرفته و سپس بعد از گذشت این مدت، همزمان با آغازش کالوس‌های تازه و سفید رنگ در انتهای آن‌ها، به محیط عاری از تنظیم کننده‌های رشد منتقل شدند. شاخص‌های مورد نظر شامل تعداد ریشه به ازاء ریزشاخه و میانگین طول ریشه‌چه‌های هر ریزشاخه در محیط‌های مختلف بود.

طرح آزمایشی مورد نظر در کلیه بررسی‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با عامل اول پایه‌های گلابی در دو سطح و فاکتور دوم تیمارهای مختلف در نظر

گرفته شد. آزمایش اول در پنج تکرار و حداقل پنج شاخه‌چه در هر شیشه انجام شد، ولی به منظور دستیابی به تعداد شاخه چه مورد نظر در تکثیر نیمه‌انبوه، در آزمایش‌های بعدی تعداد تکرارها افزایش یافت. در آزمایش اول یادداشت برداری‌ها در هفته چهارم بعد از زیرکشت و در آزمایش دوم در سه دوره زمانی هفته چهارم، ششم و هشتم پس از زیرکشت انجام شد. در آزمون تیمارهای ریشه‌زائی یادداشت برداری‌ها بر اساس شروع آغازش و رشد ریشه‌ها پس از گذشت چهار و شش هفته پس از انتقال به محیط حاوی IBA انجام شد. تجزیه‌های آماری با استفاده نرم‌افزار SAS به اجرا درآمد.

به منظور بررسی موفقیت در استقرار مواد گیاهی در محیط خارج شیشه، شاخه‌چه‌های گیاهی ریشه‌دار شده حداقل به تعداد ۲۵۰۰ عدداز هر پایه، به محیط‌های خاکی حاوی نسبت‌های مساوی کوکوپیت و پرلیت منتقل و در شرایط گلخانه سازگاری با رطوبت بالای ۹۰ درصد و دمای متوسط ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. گیاهچه‌های تولیدی تا آغاز رشد اولیه در زیر لیوان‌های پلاستیکی شفاف نگهداری و پس از آن در شرایط معمولی گلخانه سازگاری نگهداری شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی نشان داد که دو پایه گلابی پیرودوارف و OH×F87 در شرایط محیط کشت درون شیشه‌ای از نظر میزان رشد و شادابی تفاوت قابل توجهی داشتند. به طور کلی واکنش پایه پیرودوارف در اغلب شرایط همراه با تولید شاخه‌چه‌ها و برگ‌های توسعه یافته‌تر و شاداب‌تر در مقایسه با پایه OH×F87 بود. به نظر می‌رسد این رفتار پایه پیرودوارف با خصوصیات عمومی آن شامل بر استقرار مطلوب در خاک و عدم حساسیت زیاد به تنش‌های محیطی، پیوسته است (Jacob, 1998).

نقش محیط کشت پایه در پرآوری شاخه

نتایج حاصل از بررسی صفات در ریزنمونه‌هایی که چهار هفته از کشت آن‌ها در پنج نوع محیط پایه شامل MS، MS تغییریافته، DKW، QL و QL تغییریافته گذشته بود، حاکی از تفاوت معنی‌دار در مقایسات میانگین صفات میزان‌پرآوری، طول شاخه‌چه‌های درون شیشه و شاخص توسعه سطح برگ آن‌ها بود. میزان نکروز مشاهده شده بر خلاف ارقام گلابی که پس از چند هفته به تدریج دچار سوختگی بخش‌های مریستمی می‌شوند (Abdollahi *et al.*, 2005)، در رابطه با پایه‌های مورد آزمایش صفر بود.

بیش‌ترین میزان پرآوری برای پایه پیرودوارف در محیط QL تغییر یافته به میزان۳/۳ شاخه‌چه به ازاء ریزنمونه و برای پایه OH×F87 در محیط QL به میزان ۵/۳ شاخه‌چه به ازاء ریز نمونه مشاهده شد و پس از آن محیط‌های MS، DKW و MS تغییر یافته در

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مختلف رویشی دو پایه گلابی درکشت درون شیشه‌ای در محیط‌های کشت مختلف

Table1. Mean comparison of various vegetative characteristics of two *in vitro* pear rootstock on different culture media

	تعداد شاخه Proliferation		طول شاخه‌چه Shoot length (mm)		توسعه سطح برگ Leaf expansion (mm^2)		نکروز Necrosis (%)	
Media	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87
MS	2.7ab	1.7c	35.3b	50.0a	52.2c	40.0c	0	0
mMS	1.5b	1.1c	48.2a	50.0a	71.3b	58.2b	0	0
QL	1.5b	5.3a	44.1ab	37.7b	80.5a	38.5c	0	0
mQL	3.3a	3.8b	50.3a	50.2a	78.6ab	68.7a	0	0
DKW	1.7b	1.7c	45.7ab	43.2ab	53.4c	45.3bc	0	0

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مختلف مشخص شده‌اند، اختلاف معنی داری با یک‌دیگر در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters in each column are significantly different at the 5% level of probability.

رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول۱). مقایسه میزان نسبت یون‌های آمونیوم به نیترات و همچنین جایگزینی نمک کلرور کلسیم با نیترات کلسیم در محیط‌های QL و QL تغییر یافته حاکی از این بود که پایه‌های گلابی به حضور غلظت‌های بالای آمونیوم و همچنین یون کلر در محیط حساسیت نشان داده و این حساسیت در درجه اول به صورت کاهش درصد میزان پرآوری آشکار می‌شود (جدول ۱). این نتایج با گزارش‌های قبلی بل و همکاران (Bell *et al.*, 2009)، دپائولی و همکاران (۱۹۹۴)، خدائی چگنی و همکاران (۲۰۱۱) و عبداللهی و همکاران (۲۰۰۵) که محیط‌های کشت مبتنی بر نمک‌های معدنی QL نتایج بهتری ازمحیط‌های حاوی نمک‌های MS گزارش کرده بودند منطبق است. این درحالی است که نصرتی (۲۰۰۳) محیط پایه MS را در مقایسه با محیط QL به منظور پرآوری و توسعه برگی ارقام گلابی ایرانی نظیر رقم درگزی، شاه میوه و نطنزی مناسب‌تر گزارش کرد. ظاهراً فاصله ژنتیکی زیاد ارقام گلابی ایرانی و اروپایی، خصوصاً سه رقم مورد استفاده در این تحقیق (Erfani *et al.*, 2012) عامل بروز چنین پاسخ‌های متفاوتی شده است.

مقایسه طول شاخه‌چه‌های درون شیشه دو پایه گلابی مورد مطالعه روی محیط‌های فوق بیانگر این بود که تقریباً در اغلب محیط‌های مورد استفاده، طول شاخه‌چه‌های تولیدی در حدود ۵۰ میلی‌متر بود که این طول بیانگر عکس‌العمل و رشد بسیار مطلوب پایه‌ها در شرایط آزمایش بوده است (جدول ۱). بیش‌ترین طول شاخه‌چه‌ها برای پایه پیرودوارف در محیط QL تغییر یافته و برای پایه OH×F87 در محیط‌های QL تغییر یافته، MS و MS تغییریافته مشاهده شد (جدول ۱). این داده در درجه اول بیانگر حساسیت کم‌تر پایه OH×F87 نسبت به پایه پیرودوارف نسبت به تغییرات میزان یون‌ها در محیط کشت بوده، ثانیاً افزایش میزان

پرآوری مشاهده شده در محیط QL تغییر یافته توام با افزایش کیفیت و طول شاخه‌چه‌ها انجام شده است. با توجه به این که در موارد متعددی افزایش زیاد نسبی و ظاهری پرآوری در محیط به بهای کاهش کیفیت شاخه‌چه‌های درون شیشه تمام می‌شود، در این‌جا محیط QL تغییر یافته سبب بهبود میزان پرآوری و کیفیت شاخه‌چه‌ها به صورت توام شده که حاکی از مطلوبیت این محیط برای رشد پایه‌های مورد آزمایش پیرودووارف و OH×F87 در شرایط درون شیشه است. این نتایج با گزارش‌های استیمارت و هاربگ (Stimart and Harbage, 1989) و بوجوانی و همکاران (Bhojwani *et al*., 1984) در انطباق است.

در ریز ازدیادی گونه‌های چوبی، قهوه‌ای شدن ریز نمونه‌ها و نکروز مریستمی یکی از مشکلات عمده کشت‌های درون شیشه‌ای است (Pierik, 1997). در گلابی نیز میزان قهوه‌ای شدن ریزنمونه‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا عدم موفقیت ریزازدیادی آن دارد. علت اصلی نکروز جوانه‌های انتهایی در محیط درون شیشه‌ای به طور کامل مشخص نیست، ولی به نظر می‌رسد این عارضه در تکثیر درون شیشه‌شماری از گیاهان با کاهش کلسیم در محیط در ارتباط است (Ye *et al*., 2000). در این بررسی هیچ‌گونه نکروزی در سرشاخه‌ها در کلیه محیط‌ها مشاهده نشد که ظاهراً با سطح بالای نونهالی در پایه‌هائی که به صورت رویشی تکثیر می‌شوند همراه است.

استفاده از نوع منبع آهن در محیط کشت

مقایسه تاثیر دو منبع آهن Fe-EDTA و Fe-EDDHA نشان داد در پایه پیرودوارف نوع منبع آهن تاثیر معنی‌داری بر تعداد و طول شاخه چه نداشت. در اصل این پایه روی محیط حاوی منبع آهن Fe-EDTA، میزان پرآوری نهائی را طی چهار هفته اول به تعداد۳/۵ انجام داده و پس از آن رشد شاخه‌چه‌های پرآوری شده صورت انجام شده است (جدول ۲)، ولی Fe-EDDHA سبب شده تا میزان پرآوری از هفته چهارم به بعد نیز امتداد داشته و به سطح بالاتری تا ۴/۲ در مقایسه با منبع آهن Fe-EDTA برسد (جدول ۲). به نظر می‌رسد Fe-EDDHA به صورت کندتر و مطلوب‌تری سبب تامین آهن مورد نیاز رشد شاخه‌چه‌های درون شیشه شده که از یک سو پرآوری کندتر و از سوی دیگر در انتها سطح بالاتری از پرآوری را به همراه داشته است. میزان پرآوری و رفتار پایهOH×F87 روی دو منبع آهن حاکی از کاهش پرآوری این پایه با استفاده از Fe-EDDHA بود (جدول ۲). برخلاف داده‌های میزان پرآوری، میزان رشد طولی شاخه‌چه‌ها روی محیط حاوی Fe-EDDHA به مراتب نسبت به محیط حاوی Fe-EDTA بهتر بود. ارتفاع نهائی شاخه‌چه‌های پایه پیرودوارف در هفته هشتم به ۸/۵ سانتی‌متر بالغ شد (جدول ۳). با توجه به این که در برخی

جدول ۲- مقایسه میانگین پرآوری دو پایه گلابی در شرایط درون شیشه‌ای تحت تاثیر منابع آهن
Table 2. Mean comparison of proliferation of two *in vitro* pear rootstocks on two Fe sources

	تعداد شاخه‌چه در هفته چهارم Shoot number in week 4		تعداد شاخه‌چه در هفته ششم Shoot number in week 6		تعداد شاخه‌چه در هفته هشتم Shoot number in week 8	
Source of Fe	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87
Fe-EDTA	3.5a	6.0a	3.5b	7.5a	3.5b	7.2a
Fe-EDDHA	2.3a	3.4b	4.2a	5.8b	4.2a	5.9b

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مختلف مشخص شده‌اند، اختلاف معنی داری با یک‌دیگر در سطح احتمال ۵٪ دارند.
Means followed by different letters in each column are significantly different at the 5% level of probability.

جدول ۳- مقایسه میانگین طول شاخه دو پایه گلابی در شرایط درون شیشه تحت تاثیر منابع آهن
Table 3. Mean comparison of shoot length of two *in vitro* pear rootstocks on two Fe sources

	طول شاخه چه در هفته چهارم Shoot length in week 4 (cm)		طول شاخه چه در هفته ششم Shoot length in week 6 (cm)		طول شاخه چه در هفته هشتم Shoot length in week 8 (cm)	
Source of Fe	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87
Fe-EDTA	3.9a	2.27b	3.9b	2.5b	3.9b	2.6b
Fe-EDDHA	3.9a	3.35a	4.3a	4.7a	8.5a	4.9a

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مختلف مشخص شده‌اند، اختلاف معنی داری با یک‌دیگر در سطح احتمال ۵٪ دارند.
Means followed by different letters in each column are significantly different at the 5% level of probability.

دستورالعمل‌های کشت بافتی استفاده از سه مرحله پرآوری، رشد طولی شاخه‌چه (Elongation) و سپس ریشه‌زائی به جای فرآیند دومرحله‌ای پرآوری و ریشه‌زائی مورد توصیه است (DePaoli *et al.*, 1994) و با توجه به نقش مفید Fe-EDDHA در رشد طولی شاخه‌چه ها باکیفیت برتر برای استفاده در مرحله ریشه‌زائی، استفاده از آن در دوره طویل شدن شاخه‌چه‌ها در کنار کاهش سطح ترکیبات سایتوکینینی می‌تواند در تولید انبوه پایه‌های گلابی بسیار مفید واقع شود. با توجه به نتایج مطلوب منبع آهن Fe-EDDHA روی افزایش طول شاخه‌چه‌ها، در آزمایش‌های ریشه‌زائی از شاخه‌چه‌های ازدیادی از این منبع آهن استفاده شد.

ریشه‌زایی در زیر شاخه‌چه‌های هیبریدهای پایه

با توجه به کیفیت مناسب شاخه‌چه‌های پرآوری شده در مراحل قبل، درصد بالای ریشه‌زائی در ریزقلمه‌های هر دو پایه مورد آزمایش مشاهده شد. ریشه‌زائی به جز در شاخه چه پایه پیرودوارف مستقر شده در محیط فاقدIBA، در سایر شاخه‌چه حتی روی محیط فاقد IBA تقریباً به صورت کامل دیده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد این میزان ریشه‌زائی بالا در مقایسه با دیگر گزارش‌های قبلی که حداکثر ۵۰ درصد در بررسی خدائی چگنی و

جدول ۴ – مقایسه میانگین تعداد و طول ریشه در هفته چهارم و ششم در ریزقلمه‌های گلابی تحت تاثیر تیمارهای مختلف ریشه‌زائی

Table 4. Mean comparison of root number and length in weeks 4 and 6 in pear micro-cuttings under various root induction treatments

	تعداد ریشه (هفته چهارم) Root number in week 4		تعداد ریشه (هفته ششم) Root number in week 6		طول ریشه (هفته چهارم) Root length in week 4 (cm)		طول ریشه (هفته ششم) Root length in week 6 (cm)	
	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87	Pyrodwarf	OH×F87
MS	9.5c	6.2c	9.1a	14.8b	1.7a	2.6a	5.1d	6.2c
MS+0.5 IBA	6.2d	8.1b	9.1a	10.5d	1.5b	1.7b	9.1a	8.1b
MS+1IBA	7.6c	11.5a	7.6c	15.1b	1.4b	1.5b	7.2c	11.5a
QL	0.0e	3.2e	0.0d	7.5d	0.0c	1.5b	0.0d	3.2e
QL+0.5 IBA	7.4b	5.2d	7.4c	15.2b	1.8a	1.0c	7.4c	5.2e
QL+1 IBA	7.8b	7.5c	8.8b	15.5a	1.7a	2.2a	8.4b	7.5c

میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مختلف مشخص شده‌اند، اختلاف معنی داری با یک‌دیگر در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters in each column are significantly different at the 5% level of probability.

همکاران (۲۰۱۱) مشاهده شده است به کیفیت بالای شاخه‌چه‌های تولیدی از نظر طول و قطر و شادابی در اثر استفاده از منبع آهن Fe-EDDHA و سایر اجزاء محیط کشت اعم از نمک‌های معدنی و آگار در ارتباط است. ریشه‌زائی کامل شاخه‌چه‌های ارقام گلابی همچنین در بررسی عبداللهی و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده و گزارش شده است. بر این اساس، نتایج بیان می‌کنند که در صورت تولید ریزقلمه‌های مطلوب در شرایط غلظت‌های متناسب سایتوکینین، به ویژه سطوح نسبتاً پائین BAP که به عنوان یک ممانعت کننده ریشه‌زائی محسوب می‌شود (DePaoli *et al.*, 1994) دستیابی به ریشه‌دهی کامل در ریزقلمه‌های گلابی دور از انتظار نخواهد بود.

بالاترین تعداد ریشه نابجای تولیدی به ازاء شاخه چه در پایه پیرودوارف در چهار هفته روی محیط MS فاقد تنظیم کننده رشد و پس از شش هفته روی محیط حاوی ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر IBA مشاهده شد (جدول ۴). میزان افزایش تعداد ریشه به ازاء شاخه چه در پایه پیرودوارف بین چهار تا شش هفته چندان زیاد نبود، این درحالی است که در پایه OH×F87 در اغلب تیمارها جهش قابل توجهی در تعداد ریشه بین این دو زمان مشاهده شد (جدول ۴).خروج ریشه‌های نابجا در گونه گلابی پس از چهار هفته در دیگر تحقیقات روی این گیاه نیز دیده شده است (Dolcet-Sanjuan *et al.*, 1990؛ Banno *et al.*, 1988؛ Moretti *et al.*, 1992). بالاترین میزان تعداد ریشه به ازاء شاخه چه در پایه OH×F87 در تیمار محیط MS و QL حاوی ۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA مشاهده شد که بیانگر حساسیت کم این پایه در مرحله ریشه‌زائی به نوع نمک‌ها و اهمیت بیش‌تر غلظت IBA در این مورد است. همچنین طول ریشه‌ها در مرحله چهار هفته

اغلب در محدوده ۱ تا ۲ سانتی‌متر در هر دو پایه پیرودوارف و OH×F87 بود که با گذشت دو هفته بعد به میزان قابل توجهی افزایش یافت. افزایش قابل توجه طول در این مرحله به انتقال شاخه چه در هفته چهارم از محیط واجد IBA به محیط عاری از تنظیم کننده رشد مربوط بوده و چنانچه مشهود است در تیمارهائی که در ابتدا تنظیم کننده رشد IBA دریافت کرده و سپس به محیط عاری از تنظیم کننده رشد منتقل شده‌اند اغلب رشد طولی ریشه‌ها محسوس‌تر است (جدول ۴). پس از مرحله ریشه‌زایی در هر دو پایه مورد آزمایش، گیاهچه‌های تولیدی به صورت موفقیت‌آمیزی به ترکیب خاکی کوکوپیت و پرلیت منتقل و پس از طی دوره مرحله سازگاری اولیه، پس از رشد به میزان ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر در بهار سال ۱۳۹۲ جهت پیوند به نهالستان منتقل شدند.

اگرچه انتخاب محیط کشت پایه QL و QL تغییر یافته در دیگر تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور برای استقرار و تکثیر درون شیشه ارقام و پایه‌های گلابی مورد تایید قرار گرفته است، لیکن این تحقیق ضمن تایید نتایج قبلی و استفاده از طیف گسترده‌تری از محیط‌ها نشان داد که کاهش غلظت کلر، بهبود وضعیت یون کلسیم در محیط کشت و تغییر مناسب نسبت‌های یون آمونیوم به نیترات می‌تواند در بهبود ازدیاد گلابی در محیط کشت موثر واقع شود. استفاده از این محیط بهینه شده در کنار منبع آهن Fe-EDDHA که کاهش نسبی پرآوری و افزایش کیفیت شاخه‌چه‌ها و در نتیجه بهبود وضعیت شاخه‌چه‌های مورد استفاده را به همراه خواهد داشت، سبب بهبود چشمگیر میزان ریشه‌زائی در ریزقلمه‌های پایه‌های گلابی پیرودوارف و OH×F87 شده و این بهبود کیفیت به نوبه خود در افزایش میزان سازگاری گیاهچه‌ها با شرایط خارج شیشه موثر واقع خواهد شد. بر اساس شرایط بهینه شده در این تحقیق، این روش می‌تواند به خوبی برای تکثیر انبوه یا نیمه انبوه این پایه‌ها مورد استفاده واقع شود.

References

Abdollahi, H. 2011. Pear: Botany, Cultivars and Rootstocks. Agricultural Education Publications, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. 210pp. (in Persian).

Abdollahi, H., Atashkar, D., and Alizadeh, A. 2012. Comparison of dwarfing effects of two hawthorn and quince rootstocks on several commercial pear cultivars. Iranian Journal of Horticultural Science 43: 53-63 (in Persian).

Abdollahi, H., Muleo, R., and Ruggini, E. 2005. Evaluation of different basic salts, growth regulators and pectin effects on micropropagation of pear (*Pyrus communis*

L.) genotypes. Seed and Plant 21: 373-384 (in Persian).

Abu-Qaoud, H., Skirvin, R. M., and Betow, F. E. 1991. Influence of nitrogen form and NH_4^+-N/:NO_3^-N ratios on adventitious shoot formation from Pear (*Pyrus communis*) leaf explants *in vitro*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 27: 315- 319.

Al–Maarri, K., Arnaud, Y., and Misipiac, E. 1994. Micropropagation of *Pyrus communis* cultivar "Passe Crassan" seedling and cultivar "Williams": Factors affecting root formation *in vitro* and *ex vitro.* Scientia Horticulturae 58: 207-214.

Banno, K., Hayashi, S., Tanabe, K., and Tokkuzumi, A. 1988. *In vitro* propagation of Japanese pear rootstocks. Plant Tissue Culture 5: 87-89.

Bell, R. L., Quamme, H. A., layne., R., E., C., and Skirvin, R., M. 2009. Pears. pp. 444-514. In:. Janick, J., and Moore, J. W. (eds.) Fruit Beeding, Vol. 1. John Wiley and Sons Inc., New York, USA.

Bhojwani, S. S., Mullins, K., and Cohen, D. 1984. *In vitro* propagation of *Pyrus pyrifolia*. Scientia Horticuturae 23: 247-254.

Campbell, J. 2003. Pear Rootstocks. AGFACTS, the State of New South Wales Agriculture, Australia. 13pp.

DePaoli, G., Rossi, V., and Scozzoli, A. 1994. Micropropagazione delle Piante Ortoflorofrutticole. Edagricole, Bologna, Italy, 450pp.

Dolcet-Sanjuan, R., Mok, D. W. S., and Mok, M. C. 1990. Micropropagation of Pyrus and Cydonia and Responses to Fe-limiting conditions. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 21: 191-199.

Driver, J. A., and Kuniyuki, A. H. 1984. *In vitro* propagation of Paradox walnut rootstock. HortScience 19: 507-509.

Erfani, J., Ebadi, A., Abdollahi, H., and Fatahi Moghadam, M. R. 2012. Genetic diversity of some pear cultivars and genotypes using simple sequence repeat (SSR) markers. Plant Molecular Biology Reporter 30: 1065-1072.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. J., and Geneve, R. G. 1997. Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice Hall Publication, New Jersey, USA. 770pp.

Jacob, H. B. 1998. Pyrodwarf, a new clonal rootstock for high density pear orchards. Acta Horticulturae 475: 169-178.

Khodaee Chegenee, F., Abdollahi, H., Ershadee, A., and Esna Ashari, M. 2011.

Determination of micro-propagation protocol for OH×F333 and OH×F69 pear clonal rootstocks. Seed and Plant Production Journal 27-2: 297-312 (in Persian).

Leblay, C., Chevreau, E., and Robin, L. M. 1991. Adventitious shoot regeneration from *in vitro* leaves of several pear cultivar (*Pyrus communis* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture 25: 99-105.

Moretti, C., Scozoli, A., Pasini, D., and Paganelli, F. 1992. *In vitro* propagation of pear cultivars. Acta Horticulturae 300: 115-118.

Murashige, T., and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiolgia Plantarum 15: 473-497.

Nosrati, S. Z. 2003. *In vitro* propagation of some pear (*Pyrus communis*) cultivars. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, University of Karaj, Tehran, Iran.109pp. (in Persian)

Pasqual, M., Cavalcante-Alves, J. M., Chalfun, N. N. J., Silva, A. B., Dutra, L. F., and Bianchi, J. V. 2002. *In vitro* rooting and shoot growth of *Pyrus betulaefolia* rootstock. Acta Horticulturae 596: 447-450.

Pierik, R. L. M. 1997. *In vitro* Culture of Higher Plants. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. 348pp.

Quoirin, M., and Lepoivre, P. 1977. Etude de milieux adaptes aux cultures *in vitro* de. Acta Horticulturae 78: 437-442.

Rossi, V., DePaoli, G., and Dal Pozzo, P. 1991. Propagation of *Pyrus calleryana* Sel. D6 by *in vitro* culture. Acta Horticulturae 300: 145-148.

Sotiropoulos, T. E., Almaliotis, D., Papadakis, I., Dimassi, K. N., and Therios, I. N. 2013. Effects of different iron sources and concentrations on *in vitro* multiplication, rooting and nutritional status of the pear rootstock OHF 333. European Journal of Horticultural Science 71: 222-226.

Stimart, D. P., and Harbage, J. F. 1989. *In vitro* shoot proliferation of *Pyrus calleryana* from vegetative buds. HortScience 24: 298-299.

Tukey, H. B. 1964. Dwarfed Fruit Trees. Cornell University Press, Ithaca, USA. 562pp.

Wada, S., Niedz, R. P., DeNoma, J., and Reed, B. M. 2013. Mesos components ($CaCl_2$, $MgSO_4$, KH_2PO_4) are critical for improving pear micropropagation. *In vitro* Cellular and Developmental Biology-Plant 49: 356-365.

Westwood, M. N. 1993. Temperate Zone Pomology. Timber Press, Portland, Oregon,

USA. 523pp.

Ye, G., Mcneil, D. L., Conner, A. J., and Hill, G. D. 2000. Multiple shoot formation in lentil (*Lens culinaris*) seeds. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 30: 1-8.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* عامل بیماری لکه برگی سپتوریائی گندم روی ارقام افتراقی

Pathogenicity Variation in Isolates of *Mycosphaerella graminicola* the Septoria tritici Blotch Pathogen on Differential Cultivars

علی محمد بیگی[۱]، رامین روح‌پرور[۲] و محمد ترابی[۳]

۱ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، دانشکده کشاورزی، گروه بیماری‌شناسی گیاهی، ورامین
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۶**

چکیده

محمدبیگی، ع.، روح‌پرور، ر. و ترابی، م. ۱۳۹۴. تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* عامل بیماری لکه برگی سپتوریائی گندم روی ارقام افتراقی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۲۹۲ - ۲۷۹.**

در این تحقیق واکنش گیاهچه‌ای ۲۱ رقم افتراقی گندم حاوی ژن‌های مقاومت *Stb* و چهار رقم شاهد نسبت به سیزده جدایه قارچ *M. graminicola* که در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از مزارع آلوده استان‌های گلستان، خوزستان و ایلام جداسازی شده بودند، در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس‌درصد نکروز و درصد پوشش پیکنید سطح برگ نشان داد که جدایه‌ها در سطح احتمال یک درصد با یک‌دیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. اثر رقم × جدایه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که بیانگر وجود برهمکنش اختصاصی بین ارقام و جدایه‌های مورد مطالعه بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام افتراقی گندم بر اساس درصد نکروز برگ و درصد پوشش پیکنید سطح برگ نشان داد که ارقام Riband (*Stb15*) و Shafir (*Stb6*) به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین (بعد از شاهد) ارقام نسبت به تمام جدایه‌ها بودند. جدایه‌های مورد بررسی، الگوی پرآزاری متفاوتی روی ارقام افتراقی داشتند. جدایه SPII91005 از گرگان با ایجاد ۴۲درصد سطح نکروز و ۴۱درصد پوشش پیکنید روی ارقام افتراقی بالاترین و جدایه SPII91004 از سردشت با ایجاد ۱۹درصد سطح نکروز و پوشش پیکنید پایین‌ترین شدت بیماری‌زایی را داشتند. نتایج این تحقیق تنوع بالائی از نظر بیماریزائی در جدایه‌های قارچ عامل بیماری را نشان داد که می‌تواند در اثر وجود فاکتورهای بیماریزائی مختلف در این جدایه‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: لکه برگی سپتوریائی گندم، *Septoria tritici*، پوشش پیکنید، سطح نکروز برگ، پرآزاری.

نویسنده مسئول: alibeygi22m@yahoo.com تلفـــن: ۰۹۱۸۳۴۵۳۵۳۸

مقدمه

بیماری لکه‌برگی سپتوریایی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های برگی گندم به شمار می‌رود و از بیشتر نقاط گندم‌خیز دنیا گزارش شده است (Eyal *et al.*, 1987). عامل بیماری قارچ *Mycosphaerella graminicola* با فرم غیرجنسی *Septoria tritici* است. که در شرایط محیطی مساعد، چرخه‌ی غیرجنسی آن در طول فصل زراعی تکرار می‌شود (Kema *et al.*, 1996b). بر اساس مطالعات فیلوژنتیکی اخیر نام Zymoseptoria برای عامل بیماری پیشنهاد شده است (Quaedvlieg *et al.*, 2011). گسترش لکه‌برگی سپتوریایی با توسعه کشت ارقام پاکوتاه مقاوم به زنگ و همچنین با افزایش مصرف کودهای نیتروژن افزایش یافته و خسارت بیماری در صورتی که آلودگی قبل از ظهور سنبله رخ دهد، به مراتب شدیدتر خواهد بود (Eyal, 1999). قارچ عامل بیماری در شرایط محیطی مساعد اپیدمی‌های شدیدی را روی ارقام حساس ایجاد می‌کند و کیفیت و کمیت محصول را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد، به طوری که در مواردی خسارت آن به بیش از ۵۰ درصد نیز می‌رسد (Eyal *et al.*, 1987). لکه‌برگی سپتوریایی گندم اولین بار در سال ۱۸۴۲ توسط Desmaziersاز فرانسه و سپس از سایر نقاط جهان شامل اروپا، آفریقا، آسیا، آمریکای شمالی، مرکزی و جنوبی و استرالیا گزارش شد (Shearer and Wilcoxson, 1978). فرم جنسی این قارچ (*M. graminicola*) اولین بار توسط ساندرسون (Sanderson, 1972) در نیوزلند شناسایی و سپس از استرالیا، برزیل، هلند، انگلیس، آمریکا (Eyal *et al.*, 1987) و کانادا (Hoorne *et al.*, 2002) گزارش شد. این بیماری در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۲۰ توسط پتراک و اسفندیاری گزارش شد (Torabi, 1979). در ایران این بیماری با آغاز کشت ارقام گندم اصلاح شده نیمه پاکوتاه با منشا سیمیت (CIMMYT) به تدریج اهمیت و گسترش زیادی پیدا کرده و گزارش‌هایی مبنی بر بروز اپیدمی‌های بیماری در برخی استان‌ها از جمله گلستان، خوزستان و فارس منتشر شده است (Rajaie *et al.*, 2004؛ Khelghatibana and Dadrezaie, 2004؛ Kia and Torabi, 2008). وجود تخصص یافتگی فیزیولوژیکی در برهمکنش گندم *M. graminicola* و رابطه ژن-برای -ژن در این پاتوسیستم (Brading *et al.*, 2002) به اثبات رسیده و تاکنون ۱۸ ژن مقاومت (*Stb1-Stb18*) به بیماری لکه‌برگی سپتوریایی در ژنوتیپ‌های مختلف گندم مکان‌یابی شده است (Arraiano *et al.*, 2007؛ Tabib Ghaffari *et al.*, 2012؛ Chartrain *et al.*, 2004). در ایران ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم نسبت به این بیماری اغلب با استفاده از مخلوط جدایه‌های عامل بیماری انجام شده است

Khelghatibana *et al.*, 2004؛ Torabi *et al.*, 2002؛ Mehrabi, 2002). چنانچه از تک جدایه‌ها برای ارزیابی مقاومت ارقام استفاده نشود پرآزاری قارچ، وجود مقاومت اختصاصی جدایه و نحوه مقاومت ژنوتیپ‌ها مشخص نمی‌شود. حقدل و بنی‌هاشمی (Haghdel and Banihashemi, 2003) و موجرلو و همکاران (Mojerlou *et al.*, 2007) تک جدایه‌های عامل بیماری را مورد استفاده قرار دادند، ولی مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی و گزارش نشد. برای بررسی کنترل ژنتیکی مقاومت و استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم در برنامه‌های مدیریت بیماری و برنامه‌های به‌نژادی گندم لازم است تا اطلاعات دقیق در مورد پرآزاری بیمارگر و نیز مقاومت اختصاصی میزبان در برابر جدایه‌های قارچ جمع‌آوری شود.

با توجه به پتانسیل بالای چرخه‌ی تولید مثل جنسی قارچ *M. graminicola* در ایجاد تغییرات ژنتیکی در این بیمارگر، بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های قارچ عامل بیماری و شناسایی بیماری‌زایی ناشی از جدایه‌های موجود در نقاط مختلف کشور به ویژه کانون‌های آلودگی با هدف کنترل بیماری و کاهش خسارت ناشی از آن امری ضروری به شمار می‌رود. در تحقیق حاضر بیماری‌زائی سیزده جدایه قارچ *M. graminicola* روی گیاهچه‌های ۲۱ رقم افتراقی که هر کدام دارای یک یا چند ژن مقاومت به لکه‌برگی سپتوریایی هستند، در گلخانه واحد بیماری‌های بخش تحقیقات غلات (موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی آلوده

در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ از مناطق آلوده کشت گندم در کشور بازدید به عمل آمد. نمونه‌های گیاهی از مزارع مختلف به صورت برگ‌های آلوده جمع‌آوری شده و پس از خشک کردن در داخل پاکت‌های کاغذی (با قید مشخصات مختلف نمونه‌برداری بر روی پاکت‌ها) به آزمایشگاه منتقل شدند.

جداسازی قارچ عامل بیماری

نمونه‌های گیاهی دارای علایم بیماری لکه‌برگی سپتوریایی زیر بینوکولر شناسایی شدند. از برگ‌های آلوده قطعاتی به طول ۲-۱ سانتی‌متر حاوی پیکنید بریده شد، ابتدا با الکل ۷۰ درصد به مدت ۲۰-۱۰ ثانیه ضدعفونی سطحی و سپس در سه مرحله با استفاده از آب مقطر استریل شستشو و در زیر هود بیولوژیک روی کاغذ صافی خشک شدند. این قطعات به صورت جداگانه روی لام چسبانده شد و به داخل تشتک‌های پتری حاوی کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر استریل منتقل و در دمای ۲۰-۱۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴-۱۶ ساعت (اگر نمونه برگی تازه باشد،

خروج اووز از چند ساعت بعد آغاز می‌شود) نگه‌داری شدند. پیکنیدیوسپورهای درون پیکنید با جذب رطوبت به صورت تراوه (Ooze) فتیله‌ای از دهانه پیکنید خارج می‌شوند. در زیر هود استریل و با استفاده از بینوکلر اوز خارج شده از دهانه هر پیکنید به طور جداگانه توسط سوزن استریل برداشته شده و در ظروف پتری روی محیط کشت PDA (عصاره‌ی ۲۵۰ گرم سیب‌زمینی +۲۰ گرم دکستروز + ۲۰ گرم آگار در یک لیتر آب مقطر) حاوی آنتی بیوتیک استرپتومایسین سولفات (۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) منتقل و در شرایط فوق نگه‌داری شدند.

خالص‌سازی قارچ عامل بیماری

پس از ۴- ۳ روز در حالتی که قارچ عامل بیماری به صورت مخمر- مانند رشد کرد و هنوز وارد فاز رشدی میسلیومی نشده بود، مقداری از کلونی رشد کرده قارچ به کمک لوپ برداشته شده و روی محیط کشت PDA به صورت مخطط کشت داده و به مدت ۶- ۵ روز در دمای ۱۸درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. برای اطمینان از خالص‌سازی این عمل تکرار شد. کلونی خالصی از قارچ به محیط کشت مایع YS (عصاره مخمر و سوکروز هر کدام به غلظت ۱۰ گرم در لیتر) حاوی آنتی‌بیوتیک سولفات استرپتومایسین سولفات با غلظت ۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر منتقل و به مدت ۵-۳ روز در تاریکی و دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد روی شیکرانکوباتور با سرعت ۱۴۰ دور در دقیقه نگهداری شد. حدود ۶۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون حاصل روی PDA پخش شده، پس از ۴-۳ روز که سطح تشتک پتری از سلول‌های مخمر- مانند قارچ پوشیده شد و قبل از ورود قارچ به فاز میسلیومی به کمک لوپ استریل سلول‌های خالص‌سازی شده جدایه به طریق جارو کردن جمع‌آوری و در داخل لوله‌های اپندورف ۱/۵ میلی‌لیتری در کلکسیون مربوطه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند تا در آزمایش‌های ارزیابی مورد استفاده قرار گیرند.

بررسی بیماری‌زایی جدایه‌ها با استفاده از ارقام افتراقی در گلخانه

در این تحقیق بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ *M. graminicola* با استفاده از ۲۱ رقم افتراقی گندم و چهار رقم شاهد حساس به بیماری لکه‌برگی سپتوریایی (ارقام تجن، بولانی، داراب ۲ و موروکو) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه‌های بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) بر اساس روش روح‌پرور و همکاران (Roohparvar *et al.*, 2008) مورد بررسی قرار گرفت. زادمایه جدایه‌ها به روش ذکر شده در بند بالا تهیه شد. تعداد ده بذر از هر رقم گندم در گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر حاوی مخلوط خاک مزرعه و پیت‌ماس به نسبت ۱ : ۱ کاشته شدند و مایه‌زنی گیاهچه‌ها در مرحله یک

برگی (حدود ۹ روز پس از کاشت به طوری که برگ اول کاملاً باز و برگ دوم ظاهر گردیده شده بود) به صورت جداگانه با سوسپانسیون اسپور قارچ با غلظت 10^7 اسپور در میلی‌لیتر به کمک مه‌پاش تا جاری شدن سوسپانسیون اسپور از سطح برگ‌ها انجام شد. گیاهچه‌های مایه‌زنی شده به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی، دمای ۱۸ درجه و رطوبت نسبی اشباع (بالاتر از ۸۵٪) نگهداری و سپس به گلخانه با شرایط دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی با شدت ۱۲۰۰۰ لوکس و ۸ ساعت تاریکی و دما و رطوبت فوق منتقل شدند. ارزیابی واکنش گیاهچه‌ها ۲۱ روز پس از مایه‌زنی به صورت اندازه‌گیری درصد سطح نکروتیک برگ و درصد پوشش پیکنید (Kema *et al.*, 1996a,b) و سپس با استفاده از مقیاس مک‌کارتنی و همکاران (McCartney *et al.*, 2002) انجام شد و در نهایت ارقام در گروه‌های مصون (I) : عدد ۰، بدون علایم بیماری؛ بسیار مقاوم (HR) : ۱، غالباً با لکه‌های فوق‌حساسیت؛ مقاوم (R) : ۲، با لکه‌های کوچک نکروز و کلروز، زیر ۵ درصد پیکنید؛ نیمه مقاوم (MR) : ۳، ۱۰-۵ درصد پیکنید؛ حساس (S) : ۴، ۵۰-۱۱ درصد پیکنید؛ بسیار حساس (HS) : ۵، ۱۰۰-۵۱ درصد پیکنید دسته‌بندی شدند.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری درصد پوشش پیکنید (PC) و سطح نکروزه (NL) برگ‌ها پس از استاندارد کردن با استفاده از نرم‌افزار SPSS و Excel انجام شد. گروه‌بندی جدایه‌ها و ارقام گندم بر اساس میانگین درصد پوشش پیکنیدی، و درصد نکروز سطح برگ با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد.

نتایج و بحث

نام ارقام افتراقی گندم و ژن‌های مقاومت Stb موجود در آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری درصد پوشش پیکنیدی (PC) و سطح نکروزه (NL) برگ‌ها در جدول ۲ نشان داد که بین جدایه‌ها و درصد پیکنید و نکروز در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت و هر دو صفت ارزیابی بیماری (NL و PC) از این نظر کارایی کافی داشته و توانستند اختلاف بیماری‌زایی بین جدایه‌ها را نشان دهند. مقایسه میانگین‌های این دو صفت در جدایه‌های *M. graminicola* روی ارقام افتراقی گندم نشان داد که جدایه‌ها با هم‌دیگر اختلاف داشتند و هیچ‌کدام از آن‌ها روی همه ارقام بیماری‌زا یا غیر بیماری‌زا نبوده و الگوی بیماری‌زایی متفاوتی روی ارقام نشان دادند (جدول ۳).

تجزیه‌ی کلاستر جدایه‌ها بر اساس پوشش پیکنیدی روی ارقام افتراقی جدایه‌ها را به چهار گروه دسته‌بندی کرد (شکل ۱). در گروه اول جدایه‌های SPII92002 و SPII92006 از ایلام و جدایه‌ی SPII91004 از سردشت خوزستان

جدول ۱- نام ارقام افتراقی گندم و ژن‌های مقاومت *Stb* موجود در آن‌ها

Table 1. Name of differential cultivars of wheat and their resistance genes (*Stb*)

ردیف No.	رقم Cultivar	ژن‌های مقاومت Resistance genes	ردیف No.	رقم Cultivar	ژن‌های مقاومت Resistance genes
1	Oasis	*Stb1*	14	TE 9111	*Stb6*, *Stb7* and *Stb11*
2	Sulivan	*Stb1*	15	Obelisk	Susceptible check
3	Bulgaria 88	*Stb1* and *Stb6*	16	Taichung 29	Susceptible check
4	Veranopolis	*Stb2* and *Stb6*	17	Salamouni	*Stb13* and *Stb14*
5	Israel 493	*Stb3* and *Stb6*	18	Arina	*Stb6* and *Stb15*
6	Tadinia	*Stb4* and *Stb6*	19	Riband	*Stb15* or another
7	Cs synthetic (6X) 7D	*Stb5*	20	M3	*Stb16* and *Stb17*
8	Flame	*Stb6*	21	Balance	*Stb6* and *Stb18*
9	Shafir	*Stb6*	22	Tajan	Susceptible check
10	Estanzuela Federal	*Stb7*	23	Darab2	Susceptible check
11	M6 synth (W7984)	*Stb8*	24	Boolani	Susceptible check
12	Courtot	*Stb9*	25	Moroco	Susceptible check
13	Kavkaz-K4500	*Stb6, Stb7, Stb10 and Stb12*			

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد نکروزه برگ و پوشش پیکنید ایجاد شده توسط جدایه‌های مختلف قارچ *Mycosphaerella graminicola* روی ارقام افتراقی گندم

Table 2. Analysis of variance for percentage leaf necrosis area and pycnidial coverage induced by different isolates of *Mycosphaerella graminicola* on wheat differential cultivars

			میانگین مربعات MS	
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	نکروز برگ Leaf necrosis	پوشش پیکنید Pycnidial coverage
Cultivar	رقم	24	11227.26**	13415.88**
Isolate	جدایه	12	3267.82**	2146.15**
Cultivar × Isolate	جدایه × رقم	288	248.26**	320.83**
Error	خطا	325	46.34	46.42
CV %	درصد ضریب تغییرات		14.65	18.26

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪. **: Significant at 1% probability level.

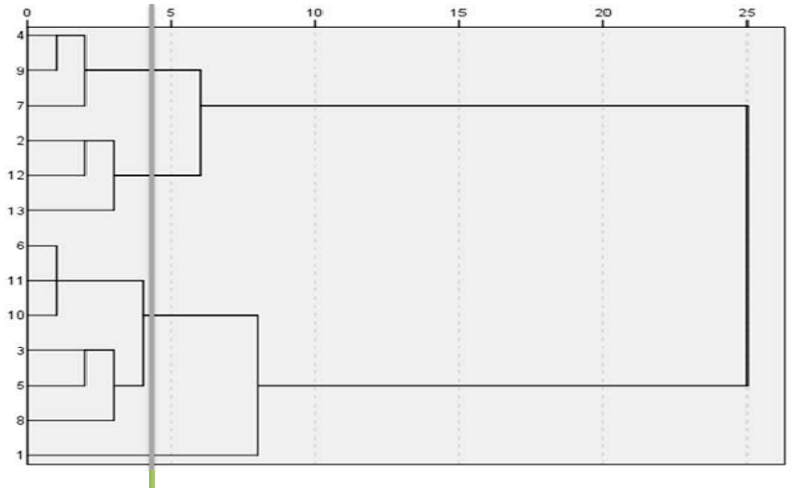
قرار گرفتند. گروه دوم شامل جدایه‌های SPII91003 از سردشت و جدایه‌های SPII91001 و SPII91002 از دزفول بودند. در گروه سوم جدایه‌های SPII92004 از ایلام و SPII90014 و SPII90018 از ایذه در یک زیر گروه و جدایه‌های SPII92001، SPII92003 و SPII92005 از ایلام در زیر گروه بعدی قرار گرفتند. جدایه SPII91005 از گرگان به تنهایی گروه چهارم را به خود اختصاص داد. بر اساس این نتایج جدایه‌های SPII91005 (گرگان) و SPII91004 (سردشت) با میانگین پوشش پیکنیدی ۴۲/۱ و ۱۹/۸ درصد روی ارقام افتراقی به ترتیب بیشترین و کمترین بیماری‌زایی را داشتند (شکل ۲).

تجزیه کلاستر جدایه‌ها بر اساس سطح نکروزه برگ پنج گروه را مشخص کرد

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد نکروز برگ و درصد پوشش پیکنید ایجاد شده توسط جدایه‌های مختلف قارچ *Mycosphaerella graminicola* روی ارقام افتراقی گندم

Table 3. Mean comparison of percentage leaf necrosis area and pynidiol coverage induced by different isolates of *Mycosphaerella graminicola* on wheat differential cultivars

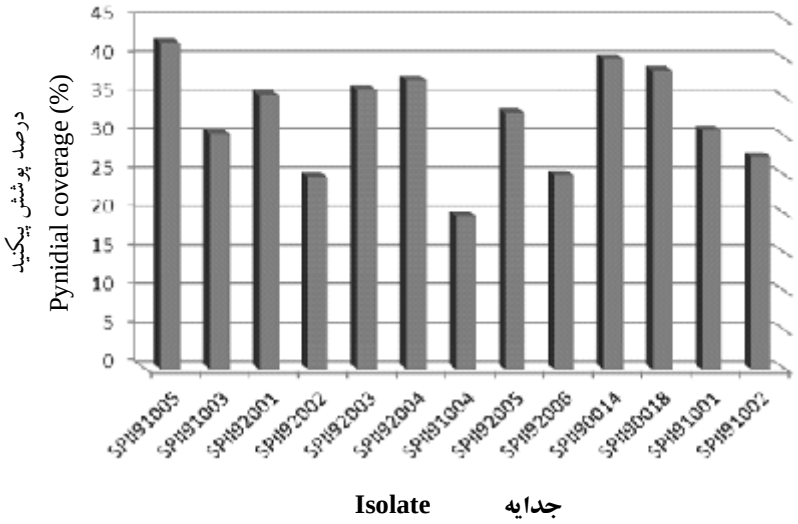
شماره جدایه Isolate No.	کد جدایه Isolate code	محل جمع‌آوری Location		میانگین درصد پوشش پیکنید Pycnidial coverage (%)	میانگین درصد نکروز برگ Leaf necrosis area (%)
1	SPII91005	Gorgan	گرگان	42.1	60.6
2	SPII91003	Sardasht	سردشت	30.4	50.8
3	SPII92001	Abdanan (Ilam)	ایلام (آبدانان)	35.4	49.4
4	SPII92002	Abdanan (Ilam)	ایلام (آبدانان)	24.8	36.7
5	SPII92003	Ilam	ایلام	36.0	51.6
6	SPII92004	Ilam	ایلام	37.3	50.1
7	SPII91004	Sardasht	سردشت	19.8	31.4
8	SPII92005	Abdanan (Ilam)	ایلام (آبدانان)	33.1	45.7
9	SPII92006	Ilam (Sarabbagh)	ایلام (سرابباغ)	25.0	37.4
10	SPII90014	Eizeh	ایذه	40.1	54.6
11	SPII90018	Eizeh	ایذه	38.5	50.2
12	SPII91001	Dezful	دزفول	30.8	45.3
13	SPII91002	Dezful	دزفول	27.4	40.9



شکل ۱- گروه‌بندی جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* بر اساس درصد پوشش پیکنید به روش Ward

Fig. 1. Grouping of isolates of *Mycosphaerella graminicola* based on pycnidial coverage percentage using Ward ُs method

برای نام جدایه‌ها به جدول ۳ مراجعه شود. For isolate name see Table 3.



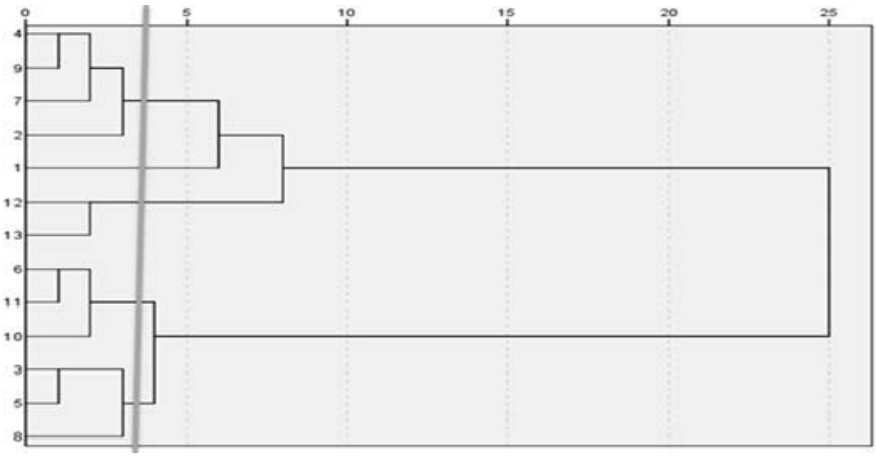
شکل ۲- مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنید ایجاد شده توسط جدایه‌های مختلف *Mycosphaerella graminicola* بر روی ارقام افتراقی گندم

Fig. 2. Comparison of mean percentage of pycnidial coverage induced by different isolates of *Mycosphaerella graminicola* on wheat different cultivars

(شکل ۳). گروه اول چهار جدایه شامل جدایه‌های SPII92002 و SPII92006 از ایلام و SPII91003 ، SPII91004 از سردشت و گروه دوم جدایه SPII91005 از گرگان را شامل می‌شد. در گروه سوم جدایه‌های SPII91001 و SPII91002 از دزفول قرار گرفتند. در گروه چهارم جدایه‌های SPII92004 از ایلام و SPII90014 و SPII90018 از ایذه جای گرفتند. گروه پنجم جدایه‌های SPII92001، SPII92003 و SPII92005 از ایلام را شامل می‌شد. بر اساس نتایج حاصل ازتجزیه کلاستر جدایه‌های SPII91005 و SPII91004 با میانگین سطح نکروزه برگ ۶۰/۶و ۳۱/۴در صد به ترتیب بیشترین وکمترین شدت بیماریزائی را روی ارقام افتراقی نشان دادند (شکل ۴).

با توجه به این‌که برای بررسی شدت بیماری لکه‌برگی سپتوریایی در مرحله گیاهچه‌ای دو صفت درصد سطح نکروزه و سطح پوشش پیکنیدی برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند، نتایج تلفیقی تجزیه‌های کلاستر جدایه‌ها نشان داد که در بین همه جدایه‌های مورد بررسی جدایه‌های SPII91005 (گرگان) و SPII91004 (سردشت) به ترتیب با ایجاد بیشترین و کمترین پوشش پیکنیدی و سطح نکروزه برگ بیشترین و کمترین شدت بیماری‌زائی را بر روی ارقام داشتند.

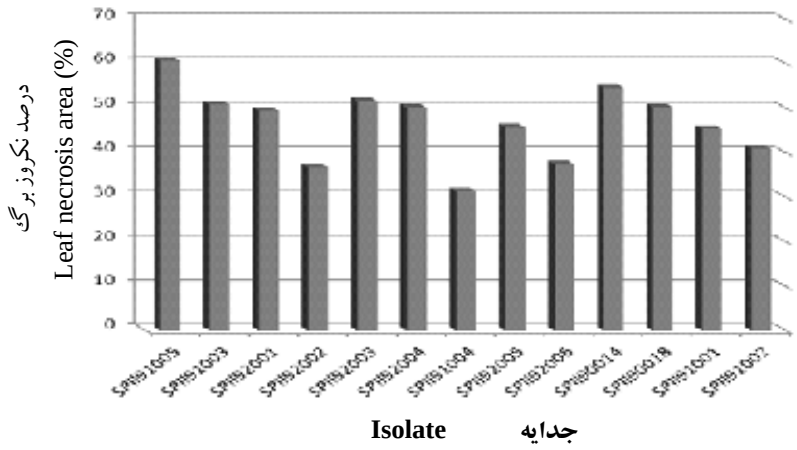
نتایج تجزیه کلاستر ارقام افتراقی گندم بر



شکل ۳- گروه‌بندی جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* بر اساس درصد سطح نکروزه برگ به روش Ward

Fig. 3. Grouping of isolates of *Mycosphaerella graminicola* based on leaf necrosis area percentage using Ward ُs method

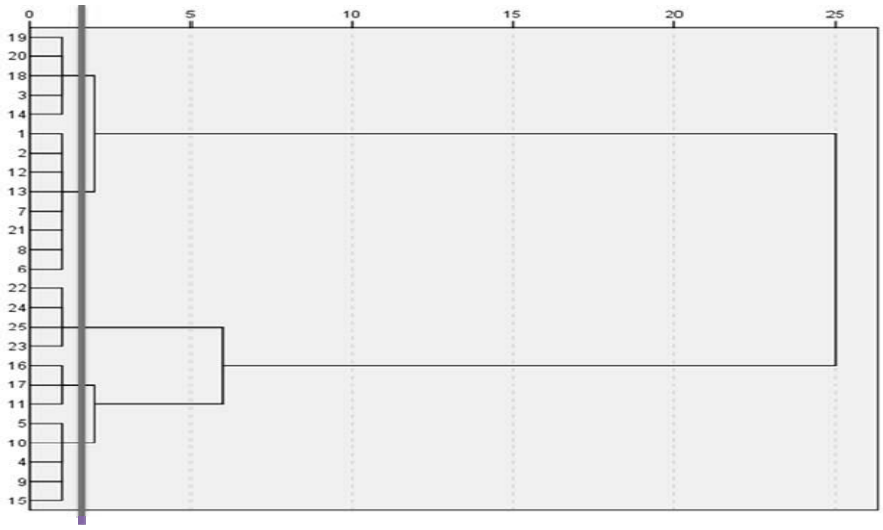
برای نام جدایه‌ها به جدول ۳ مراجعه شود. For isolate name see Table 3.



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد نکروز برگ ایجاد شده توسط جدایه‌های مختف قارچ *Mycosphaerella graminicola* روی ارقام افتراقی گندم

Fig 4. Comparison of mean percentage of leaf necrosis area induced by different isolates of *Mycosphaerella graminicola* on wheat differential cultivars

اساس درصد پوشش پیکنیدی سطح برگ‌ها نشان داد که ارقام از نظر واکنش به جدایه‌ها در پنج گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۵). ارقام ریبند (Riband) و شفیر (Shafir) به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ارقام (بعد از شاهد حساس) نسبت به تمام جدایه‌ها بودند.



شکل ۵- تجزیه خوشه‌ای ارقام افتراقی گندم بر اساس درصد پوشش پیکنید و نکروز برگ ایجاد شده توسط جدایه‌های مختلف قارچ *Mycosphaerella graminicola*

Fig. 5. Cluster analysis of wheat differential cultivars based on percentage of leaf necrosis area and pycnidial coverage induced by different isolates of *Mycosphaerella graminicola* using Ward ́s method

برای نام ارقام به جدول ۱ مراجعه شود. For Name of cultivars see Table 3.

بیماری لکه‌برگی سپتوریایی یکی از بیماری‌های مهم گندم در ایران است. انتشار جهانی و اهمیت این بیماری با ورود ژنوتیپ‌های گندم مقاوم به زنگ که بیشتر آن‌ها به لکه‌برگی سپتوریایی حساس بودند، روز به روز افزایش یافت. استفاده از سموم شیمیایی برای کنترل این بیماری در برخی از کشورها اجتناب ناپذیر بوده، اما این روش کنترل علاوه بر افزایش قابل ملاحظه هزینه تولید، اثر نامطلوبی بر محیط زیست و سلامت انسان دارد. بهترین و موثرترین روش کنترل لکه‌برگی استفاده از ارقام مقاوم است. معرفی و اصلاح ارقام مقاوم به این بیماری، مستلزم مطالعه بیماری‌زایی قارچ عامل بیماری در مناطق مختلف کشور، ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم در برابر جدایه‌های مناطق آلوده، شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و بررسی ژنتیک مقاومت میزبان است. تحقیق حاضر در راستای بررسی بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ عامل بیماری و شناسایی بیماری‌زاترین جدایه‌ها برای استفاده در آزمایش‌های ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های گندم با هدف استفاده از اطلاعات به دست آمده در برنامه‌های به‌نژادی گندم کشور به مورد اجرا گذاشته شد. این پژوهش ضمن اثبات وجود تنوع بیماری‌زایی در جدایه‌های مورد بررسی، وجود مقاومت اختصاصی در ارقام گندم و تخصص یافتگی فیزیولوژیکی در جدایه‌های مناطق مختلف را نشان داد که با یافته‌های سایر تحقیقات (Eyal *et al.*, 1987؛ Kema *et al.*, 1996a؛ Grieger *et al.*, 2005)

مطابقت دارد. برادینگ و همکاران (Brading *et al.*, 2002) با بررسی واکنش چند رقم گندم حساس و مقاوم نسبت به جدایه‌های عامل بیماری، رابطه ژن برای ژن را در مقاومت اختصاصی گندم و بیماری‌زایی *M. graminicola* مورد تایید قرار دادند. تنوع ژنتیکی و بیماری‌زایی این قارچ در کشور می‌تواند به دلیل وقوع تولید مثل جنسی فعال آن در مناطق مختلف باشد. با این که مقیاس‌بندی بیماری به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی بیماری سپتوریای برگی گندم مورد استفاده قرار گرفته است (Rosielle, 1972؛ Grieger *et al.*, 2005؛ Mergoum *et al.*, 2007) ولی تظاهر مقاومت تک ژنی یا عمودی به این بیماری همیشه به صورت قاطع و کیفی نبوده و در مواردی این نوع مقاومت به صورت کمی بروز می‌کند (Kema, 2012). به همین دلیل بهتر است ارزیابی این بیماری به صورت کمی با محاسبه درصد پوشش پیکنیدی سطح برگ و استفاده از روش‌های آماری انجام شود (Brown *et al.*, 2001؛ Chartrain *et al.*, 2004a). در این بیماری سطوح آلودگی به صورت پیوسته بوده و دامنه آن از مصون کامل (فاقد پوشش پیکنیدی) تا حساسیت کامل با آلودگی ۱۰۰ درصد سطح برگ دیده می‌شود که بروز علایم بسته به جدایه‌های قارچ و ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی متفاوت است (Eyal, 1999؛ Chartrain *et al.*, 2004a). در این تحقیق درصد پوشش پیکنید سطح برگ و درصد نکروز برگ به عنوان معیاری برای ارزیابی بیماری در نظر گرفته شد. با توجه به اهمیت و شیوع این بیماری در مناطق مهم گندم‌خیز کشور به ویژه در استان‌های گلستان، خوزستان و دشت مغان، لازم است تغییرات ژنتیکی جمعیت‌های قارچ عامل بیماری به طور مداوم در مناطق مذکور مورد بررسی قرارگرفته و برنامه‌ریزی مناسبی برای دستیابی به منابع ژنتیکی مقاومت دارای ژن‌های مقاومت موثر در برابر این بیماری انجام شود. باتوجه به تنوع بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ *M. graminicola* در مناطق مختلف کشور و تغییرات ژنتیکی ایجاد شده در جمعیت‌های این بیمارگر در سال‌های مختلف، توصیه می‌شود که در برنامه‌های به‌نژادی گندم، ضمن مطالعه بیماری‌زایی جدایه‌ها جهت ارزیابی هرگونه ژنوتیپ گندم نسبت به این بیماری با استفاده از جدایه‌های پرآزار و بر اساس جدایه هر منطقه انجام شود. در این بررسی هیچ‌کدام از جدایه‌ها روی ژن‌های *Stb*17, *Stb*16 و *Stb*15 بیماری‌زا نبودند. این ژن‌ها می‌توانند به عنوان ژن‌های موثر در مقاومت، برای تهیه ارقام مقاوم به بیماری لکه‌برگی سپتوریایی در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند.

References

Arraiano, L. S., Chartrain, L., Bossolini, E., Slatter, H. N., Keller, B., and Brown, J. K. M. 2007. A gene in European wheat cultivars for resistance to an African isolate of *Mycosphaerella graminicola*. Plant Pathology 56: 73-78.

Brading, P. A., Verstappen, E. C. P., Kema, G. H. J., and Brown, J. K. M. 2002. A gene-for-gene relationship between wheat and *Mycosphaerella graminicola*, the septoria tritici blotch pathogen. Phytopathology 92: 439-445.

Brown, J. K. M., Kema, G. H. J., Forrer, H. R., Verstappen, E. C. P., Arraiano, L. S., Brading, P. A., Foster, E. M., Fried, P. M., and Jenny, E. 2001. Resistance of wheat cultivars and breeding lines to septoria tritici blotch caused by *Mycosphaerella graminicola* in field trials. Plant Pathology 50: 325-338.

Chartrain, L., Brading, P. A., Makepeace, J. C., and Brown, J. K. M. 2004. Sources of resistance to septoria tritici blotch and implications for wheat breeding. Plant Pathology 53: 454-460.

Eyal, Z. 1999. The septoria tritici and stagonospora nodorum blotch diseases of wheat European Jounal of Plant Pathology 105: 620-641.

Eyal, Z., Scharen A. L., Prescott, J. M., and van Ginkel, M. 1987. The Septoria Disease of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. CIMMYT, Mexico, D. F. Mexico. 52 pp.

Grieger, A., Lamari, L., and Brule-Babel, A. 2005. Physiologic variation in *Mycosphaerella graminicola* from western Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 27: 71-77.

Haghdel, M., and Banihashemi, Z. 2003. Reaction of wheat cultivars to isolates of *Septoria tritici* under greenhouse and controlled chamber conditions. Iranian Journal of Plant Pathology 39: 175-187 (in Persian).

Hoorne, C., Lamari, J., Gilbert, J., and Balance, G. M. 2002. Firstreport of *Mycosphaerella graminicola*, the sexual state of *Septoria tritici* in Manitoba Canada. Plant Pathology 24: 445-449.

Kema, G .H. J. 2012. New broad-spectrum resistance to septoria tritici blotch derived from synthetic hexaploid wheat. Theoretical and Applied Genetics 124: 125-142.

Kema, G. H. J., Juan, G., Annone, R. S., van Silfhout, C., van Ginkel, M., and de Bree, J. 199a. Genetic variation for virulence and resistance in the wheat

Mycophaerella graminicold pathosystem. I. Interractions between isolates and host cultivars. Pythopathology 86: 200-212.

Kema, G. H. J., Verstappen, E. C. P., Todorova, M., and Waalwijk, C. 1996b. Successful crosses and molecular tetrad and progeny analyses demonstrate heterothallism in *Mycosphaerella graminicola* . Current Genetics 30: 251-258.

Khelghatibana, F., and Dadrezaie, S. T. 2004. Evaluation of synthetic hexaploid wheat lines for resistance to *Septoria tritici* in field. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 12 (in Persian).

Khelghatibana, F., Dadrezaie, S. T., Dehghan, M. A., Nazari, K., and Torabi, M. 2004. Responses of eleven commercial wheat cultivar to *Septoria tritici* in field. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 11 (in Persian).

Kia, S., and Torabi, M. 2008. Effects of infection with septoria leaf blotch (*Septoria tritici*) at different growth stages on yield and yield components of wheat cultivars in Gorgan. Seed and Plant 24: 237-250 (in Persian).

McCartney, C. A., Brûlé-Babel, A. L., and Lamari, L. 2002. Inheritance of race specific resistance to *Mycosphaerella graminicola* in wheat Phytopathology 92: 138-144.

Mehrabi, R. 2002. Evaluation of tetraploid wheat accessions of *Triticum turgidum* to septoria leaf blotch *(Mycosphaerella graminicola*) disease. Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Kermanshah, Iran. Page 26 (in Persian).

Mergoum, M., Singh, P. K., Ali, S., Elias, E. M., Anderson, J. A., Glover, K. D., and Adhikari, T. B. 2007. Reaction of elite wheat genotypes from northern Great Plains to septoria diseases. Plant Disease 91: 1310-1315.

Mojerlou, S., Safaie, N., Alizadeh, A., and Khelghatibana, F. 2007. Interaction of *Septoria tritici* isolates with different wheat cultivars and lines in greenhouse conditions. Proceedings of the 2nd National Cellular and Molecular Congress, Kerman, Iran. pp. 418-420 26 (in Persian).

Quaedvlieg, W., Kema, G. H. J., Groenewald, J. Z., Verkley, S., Seifbarghi, G. J. M. Razavi, M., Mirzadi Gohari, A., Mehrabi, R., and Crous, P. W. 2011. Zymoseptoria gen. nov.: a new genus to accommodate Septoria-like species occurring on graminicolous hosts. Persoonia 98: 57-69.

Rajaie, S., Dabbagh, G., and Noorollahi, K. 2004. Study on the effect of some systemic fungicides against septoria leaf blotch of wheat. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran. Page 15 26 (in Persian).

Roohparvar, R., Mehrabi, R., Van Nistelrooy, J. G. M., Zwiers, L. H., and De Waard, M. A. 2008. The drug transporter MgMfs1 can modulate sensitivity of field strains of the fungal wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola* to the strobilurin fungicide trifloxystrobin. Pest Management Science 64: 685-693.

Rosielle, A. A. 1972. Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. Euphytica 21: 152-161.

Sanderson, F. R. 1972. A Mycosphaerlla species as the ascogenous state of *Septoria tritici* Rob. Ex. Desm. New Zealand Journal of Botany 10: 707-709.

Shearer, B. L., and Wilcoxson, R. D. 1978. Variation in the size of macropycnidiospores and pycnidia of *Septoria tritici* on wheat. Botany 56: 742-746.

Tabib Gaffari, S. M., Faris, J. D., Friesen, T. L., Visser, R. G., van der Lee, T. A., Robert, O., and Kema, G. H. J. 2012. New board spectrum resistance to *Septoria tritici* blotch derived from synthetic wheat. Theoretical and Applied genetics 124: 125-142.

Torabi, M., Pouralibaba, H. R., Dehghan, M. A., and Dadrezai, S. T. 2002. Evaluation of resistance of advanced dryland wheat lines at seedling and adult stages against septoria leaf blotch in different parts of Iran. Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Kermanshah, Iran. Page 6 (in Persian).

Torabi, M. 1979. Causal organism of wheat septoriose and its distribution in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 16: 7-16 (in Persian).

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از نظر صفات مهم زراعی

Combining Ability of some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Lines for Important Agronomic Traits

عباس رضائی‌زاد[۱] و اسداله زارعی سیاه‌بیدی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۴**

چکیده

رضائی‌زاد، ع. و زارعی سیاه‌بیدی، ا. ۱۳۹۴. ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) از نظر صفات مهم زراعی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۳۰۶ - ۲۹۳.**

به منظور تهیه هیبریدهای جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری برخی لاین‌های نرعقیم و لاین‌های بازگردان باروری، سی و دو دورگ آفتابگردان حاصل از تلاقی چهار لاین بازگردان باروری شامل RN-3، RN-137، R-864 و R-217 با هشت لاین نرعقیم سیتوپلاسمی شامل CMS 19، CMS 51، CMS 156/1، CMS 456/2، CMS 522/2، CMS 1052/1، CMS 60/30 و MS 1221/1 در سال ۱۳۹۱ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دورگ‌های CMS19×R217، CMS1221/1×R137 و CMS19×R137 به ترتیب با ۷۰۰۸، ۵۵۴۵ و ۵۵۲۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند. هیبرید فرخ (شاهد) با ۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه در رتبه چهارم قرار گرفت. تجزیه واریانس لاین × تستر نشان داد که اثر لاین‌های بازگردان باروری و لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی که برآوردی از ترکیب‌پذیری عمومی است برای اکثر صفات زراعی مورد ارزیابی معنی‌دار بود. لاین‌های بازگردان باروری R137 و R864 و لاین نرعقیم CMS19 بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه را داشتند. اثر متقابل لاین‌های بازگردان باروری و لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی که برآوردی از ترکیب‌پذیری خصوصی است برای صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، قطر طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه متعلق به دورگ‌های CMS19 × R217 و CMS 456/2 × R217 بود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، هیبریدها، کنترل ژنتیکی، عملکرد ، اجزای عملکرد.

نویسنده مسئول: arezaizad@yahoo.com تلفـــن: ۰۸۳۱۸۳۵۱۰۲۱

مقدمه

ارقام هیبرید در آفتابگردان به دلیل یکنواختی در صفات زراعی، عملکرد بالا ناشی از وجود هتروزیس کافی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها از محبوبیت بالایی برخوردار هستند. علی‌رغم این که در شروع اصلاح آفتابگردان هنوز به اهمیت هتروزیس و تولید ارقام هیبرید در آفتابگردان پی برده نشده بود، اولین ارقام آزادگرده‌افشان آفتابگردان جمعیت‌های هتروژنی بودند که مجموعه‌ای از هیبریدهای طبیعی بود. آخرین ارقام آزادگرده‌افشان نیز ارقام خود عقیم بودند چرا که خود عقیمی به عنوان یک صفت مطلوب سبب تشکیل هیبریدهای طبیعی بیشتری در جمعیت‌های آزادگرده‌افشان و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شد. با این حال نقطه ضعف این ارقام غیریکنواختی در صفات مهم زراعی همچون ارتفاع بوته و زمان رسیدگی بود (Hu *et al*., 2010).

کشف سیستم نرعقیمی به وسیله لکلرک (Leclercq, 1969) که از تلاقی گونه‌های *H. Petiolaris* و *H. annuus* به دست آمد و سیستم بازگردان باروری توسط کینمن (Kinman, 1970) نقطه عطفی در تولید هیبرید آفتابگردان بود. فرانسول (Fransol) و رلکس (Relax) اولین هیبریدهای آفتابگردان بودند که با استفاده از سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی در سال ۱۹۷۴ در فرانسه تولید شدند و از سال ۱۹۷۸ به بعد تولید ارقام هیبرید به عنوان یکی از روش‌های اصلی برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان مورد توجه قرار گرفت (Hu *et al*., 2010).

اولین دورگ‌های ایرانی با نام‌های مهر و شفق در سال ۱۳۶۶ معرفی شدند (Arshi and Jafari, 1990) و در سال ۱۳۷۳ سه دورگ جدید با نام‌های گلشید، آذرگل و گلدیس معرفی شدند (Arshi *et al*., 1994).

تولید نسل جدید ارقام هیبرید در ایران با معرفی دورگ‌های فرخ، قاسم و برزگر بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ آغاز شد.

یافتن والدین مناسب برای تولید ارقام هیبرید در آفتابگردان از اهمیت بالایی برخوردار است. برای شناسایی والدین مناسب باید جمعیتی از اینبردلاین‌ها با ترکیب‌پذیری عمومی بالا اصلاح شوند و سپس اقدام به شناسایی اینبردلاین‌های دارای ترکیب‌پذیری خصوصی بالا برای صفات زراعی مهم کرد.

هالور و میراندا (Halluer and Miranda, 1988) ترکیب‌پذیری عمومی را به عنوان شاخص ژن‌هایی که دارای اثر افزایشی بوده و قابلیت ترکیب خصوصی را نشان دهنده اثر غیر افزایشی عنوان کردند. لورتی و دل گاتو (Laurti and Del Gatto, 2001) ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۲۴۵ تست کراس را مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش کردند که برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری اغلب بیشتر از لاین‌های نرعقیم (CMS) بود و این موضوع

نشان می‌دهد که انتخاب بر اساس لاین‌های بازگردان باروری نسبت به CMS ها می‌تواند بیشتر موثر باشد، از طرفی میزان GCA همیشه کمتر از SCA بود. کمتر بودن مقدار ترکیب‌پذیری عمومی نسبت به ترکیب‌پذیری خصوصی برای صفات زراعی مهم در مطالعات متعدد اشاره شده است (Bajaj *et al*., 1997؛ Khan *et al*., 2008؛ Patil *et al*., 2012؛ Skoric and Mohnar, 2000). با این حال غفاری و همکاران (Ghaffari *et al*., 2011) گزارش دادند که ترکیب‌پذیری عمومی برای همه صفات مورد بررسی از قبیل عملکرد دانه و روغن، وزن هزار دانه و قطر طبق بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی بود. سانچز و همکاران (Sanchez *et al*., 1999) وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی صفات مختلف آفتابگردان را مورد ارزیابی قرار داده و گزارش کردند که واریانس افزایشی برای صفات موثر بر طول دوره زایشی، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل و وزن طبق بیشتر از واریانس غالبیت بود در حالی که برای صفات تعداد روز تا شروع گلدهی، تعداد روز تا انتهای گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و عملکرد دانه واریانس غالبیت از اهمیت بیشتری برخوردار بود. راجانا و همکاران (Rajanna *et al*., 2001) هتروزیس را در تاپ‌کراس‌های آفتابگردان مورد مطالعه قرار داده و بیان داشتند که تنوع CMS ها در برنامه‌های به‌نژادی هتروزیس می‌تواند مفید واقع شود.

در تحقیق حاضر سعی شده است ضمن بررسی اینبرد لاین‌های نرعقیم و لاین‌های بازگردان باروری جدید، ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی این مواد آزمایشی برای صفات زراعی مهم در آفتابگردان برآورد شود.

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه دورگ‌های جدید و ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برخی از اینبردلاین‌های نرعقیم و لاین‌های بازگردان باروری آفتابگردان، ده اینبردلاین و پنج لاین بازگردان باروری آفتابگردان (از مواد به‌نژادی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در کرج) برای دورگ‌گیری انتخاب شدند. برای انجام دورگ‌گیری، اینبردلاین‌ها و لاین‌های بازگردان باروری هر کدام در یک خط پنج متری و در دو تاریخ مختلف در سال ۱۳۹۰ کشت کاشته شدند. فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از شروع گل‌دهی تعدادی ازبوته‌های لاین‌های نر عقیم و همچنین تعدادی از لاین‌های بازگردان باروری برای جمع‌آوری گرده با کیسه ململ پوشانیده شدند. در مرحله گل‌دهی هر لاین بازگردان باروری با سه بوته از هر لاین نرعقیم تلاقی داده شدند. تلاقی‌ها برای هر بوته سه بار و به صورت یک روز در میان انجام شد. لازم به ذکر است که برخی از تلاقی‌های پیش بینی شده به دلیل کمبود بذر، عدم جوانه زنی

بذر و یا عدم هم زمانی گلدهی انجام نشد. از پنجاه ترکیب پیش‌بینی شده ۳۴ هیبرید F1 به دست آمد که در سال ۱۳۹۱ به همراه دو شاهد فرخ و SHF81-90 در قالب یک طرح لاتیس ساده با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور در سال زراعی ۱۳۹۱ قطعه زمینی یکنواخت انتخاب و عملیات زراعی مناسب شامل شخم، دیسک و ماله برای تسطیح زمین انجام شد. کود شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک مصرف شد. کاشت به صورت جوی و پشته و هر کرت مشتمل بر چهار خط به طول ۵/۵ متر و با فواصل خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر روی خطوط بود. در طی آزمایش عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین و سله‌شکنی و مبارزه با آفات انجام شد. در این آزمایش از خصوصیات مهم زراعی شامل تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و قطر طبق بر اساس دستورالعمل اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) یادداشت‌برداری به عمل آمد. برداشت از دو خط وسط هر کرت با حذف یک بوته از ابتدا و انتهای هر کرت انجام شد. پس از برداشت، مقدار عملکرد دانه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد.

برای صفاتی که طرح لاتیس برای آن‌ها نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی دارای سودمندی نسبی بود میانگین داده‌های هر کرت با استفاده از فرمول‌های مربوطه تصحیح شد و از داده‌های تصحیح شده برای تجزیه واریانس ترکیبات لاین × تستر استفاده شد. بدین منظور و با در نظر گرفتن لاین‌هایی که تلاقی‌های آن‌ها کامل بود، داده‌های مربوط به ۳۲ ترکیب حاصل از تلاقی چهار لاین باززگردان باروری (RN-3، RN-137، R-864 و R-217) و هشت لاین نرعقیم سیتوپلاسمی (CMS 19، CMS 51، CMS 156/1، CMS 456/2، CMS 522/2، CMS 1052/1، CMS 60/30 و CMS 1221/1) به صورت طرح تلاقی لاین × تستر تجزیه شد و مجموع مربعات دورگ‌ها به اجزای اثر باززگردان باروری، لاین‌های نرعقیم و اثر متقابل لاین‌های نرعقیم و باززگردان باروری تقسیم شد. اثر لاین‌های نرعقیم و باززگردان باروری معادل ترکیب‌پذیری عمومی و اثر متقابل این دو برآوردی از ترکیب‌پذیری خصوصی است.

برآورد اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های باززگردان باروری، لاین‌های نرعقیم، ترکیب‌پذیری عمومی نسبی و ترکیب‌پذیری خصوصی به ترتیب با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد (Singh and Chaudhary, 1977):

$GCA_{i0} = X_{i0} - \overline{X}_{00}$ ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نرعقیم

$GCA_{0j} = X_{0j} - \overline{X}_{00}$ ترکیب‌پذیری عمومی باززگردان باروری

$$RGCA = \frac{GCA}{\overline{X}_{00}} \times 100$$ ترکیب‌پذیری عمومی نسبی

$$SCA_{ij} = X_{ij} - GCA_{i0} - GCA_{0j} - \overline{X}_{00}$$ ترکیب‌پذیری خصوصی

در روابط فوق X_{i0}، $\overline{X}_{00}$، X_{0j}، X_{ij}، GCA_{i0}، GCA_{0j} و $RGCA$ به ترتیب میانگین لاین‌های نرعقیم، میانگین کل، میانگین بازگردان باروری، میانگین دورگ، ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های نرعقیم، ترکیب‌پذیری عمومی بازگردان باروری و ترکیب پذیری عمومی نسبی هستند.

برای محاسبه مقادیر اشتباه معیار (SE) به منظور آزمون معنی‌دار بودن اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی از روابط ذیل استفاده شد:

$$SE_{gca}(CMS) = \sqrt{\frac{f-1 \times MSe}{f \times m \times r}}$$ اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های نرعقیم

$$SE_{gca}(restorer) = \sqrt{\frac{m-1 \times MSe}{f \times m \times r}}$$ اشتباه معیار ترکیب‌پذیری لاین‌های بازگردان باروری

$$SE_{sca} = \sqrt{\frac{(m-1) \times (f-1) \times MSe}{f \times m \times r}}$$ اشتباه معیار ترکیب‌پذیری خصوصی

در روابط فوق f و m به ترتیب تعداد لاین‌های نرعقیم و لاین‌های بازگردان باروری هستند.

محاسبات آماری مربوط به طرح لاتیس و تجزیه لاین × تستر با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس تیمارها به روش طرح لاتیس ساده نشان داد که سودمندی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای همه صفات به استثنای وزن هزار دانه معنی‌دار بود و در نتیجه مقادیر اندازه‌گیری شده بر اساس روابط مربوطه تصحیح (نتایج طرح لاتیس آورده نشده است) و سپس نسبت به تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری اقدام شد.

تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری ترکیبات (جدول ۱) نشان داد که اثر لاین‌های بازگردان باروری و لاین‌های نرعقیم سیتوپلاسمی که برآوردی از ترکیب‌پذیری عمومی است برای اکثر صفات زراعی مورد ارزیابی معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که سهم لاین‌های نرعقیم در تظاهر عملکرد دانه بیش از لاین‌های بازگردان باروری و در مورد بقیه صفات سهم لاین‌های بازگردان باروری بیشتر بود (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس لاین × تستر نشان داد که به طور کلی سهم اثر متقابل کمتر از سهم لاین‌های بازگردان باروی و لاین‌های نرعقیم بود. این موضوع نشان می‌دهد که در مواد آزمایشی حاضر سهم اثر افزایشی در کنترل صفات بیش

جدول ۱- تجزیه واریانس لاین × تستر برای صفات مختلف آفتابگردان

Table 1. Line × tester variance analysis for different traits of sunflower

			میانگین مربعات MS				
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر طبق Head diameter	وزن هزاردانه 1000 seeds weight	عملکرد دانه Seed yield
Replication	تکرار	1	0.01^{ns}	229.5^{ns}	22.9^{*}	58.9^{ns}	23889^{ns}
Restorer	بازگردان باروری	3	408.3^{**}	4205.3^{**}	17.0^{*}	268.4^{**}	985776^{ns}
CMS line	لاین نرعقیم	7	69.1^{**}	635.6^{*}	8.1^{ns}	200.0^{**}	1331504^{**}
Interaction effect	اثر متقابل	21	69.1^{**}	213.8^{ns}	7.8^{*}	47.1^{**}	864027^{*}
Error	اشباه آزمایشی	31	36.4	235.6	213.8	17.8	368682
C.V. (%)	ضریب تغییرات		2.9	9.9	11.0	6.1	12.9

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

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

جدول ۲- متوسط سهم (درصد) لاین‌های بازگردان باروری، نر عقیم و اثر متقابل آن‌ها در تظاهر صفات مختلف آفتابگردان

Table 2. Mean contribution (%) of restorers, CMS lines and their interaction in expression of different traits of sunflower

S.O.V.	منابع تغییرات	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر طبق Head diameter	وزن هزاردانه 1000 seeds weight	عملکرد دانه Seed yield
Restorer	بازگردان باروری	0.75	0.83	0.52	0.52	0.31
CMS line	لاین نر عقیم	0.13	0.13	0.25	0.39	0.42
Interaction Effect	اثر متقابل	0.13	0.04	0.24	0.09	0.27

از اثر غالبیت است.

در مورد صفت عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت اصلاحی نیز سهم اثر افزایشی حاصل از لاین نرعقیم بیش از اثر غالبیت بود با این حال سهم اثر غالبیت در کنترل این صفت قابل توجه و بیش از سایر صفات بود و به نظر می‌رسد این صفت تحت تاثیر اثر دوگانه افزایشی و غیر افزایشی قرار دارد. هر چند ممکن است سهم بیشتر اثر افزایشی مربوط به لاین نرعقیم حاصل اثر مادری باشد. چیگزا و همکاران (Chigeza *et al.*, 2014) با بررسی ۱۰۹ لاین نرعقیم آفتابگردان در ترکیب با دو تستر نشان دادند که برای عملکرد دانه سهم واریانس ترکیب‌پذیری عمومی بیش از واریانس ترکیب‌پذیری خصوص بود و نتیجه‌گیری کردند که شناسایی هیبریدهای برتر آفتابگردان بر اساس اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های مادری امکان‌پذیر است. در تحقیقات مختلف گاهی اثر افزایشی ژن (Machikowa *et al.*, 2011؛

Skoric and Mohnar, 2000؛ Ghaffari *et al.*, 2011) و گاهی اثر ژنی غیر افزایشی (Khan *et al.*, 2008؛ Ortis *et al.*, 2005؛ Bajaj *et al.*, 1997) موثر بر عملکرد دانه گزارش شده است. برخی محققان از جمله پوت (Putt, 1966)، میحالشویچ (Mihaljevic, 1988)، تیاگی (Tyagi, 1988) و کستلوت و همکاران (Kestloot *et al.*, 1985) اثر دوگانه افزایشی و غیر افزایشی را برای عملکرد دانه گزارش داده‌اند. نتایج نشان داد که دورگ‌های CMS19×R217، CMS1221/1×R137 و CMS19×R137 به ترتیب با ۷۰۰۸، ۵۵۴۵ و ۵۵۲۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه بودند (جدول ۳). هیبرید فرخ با ۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه در رتبه چهارم قرار گرفت. لاین‌های بازگردان باروری R137 و R864 و لاین نرعقیم CMS19 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه بودند (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که سهم لاین‌های نرعقیم در تظاهر عملکرد دانه کمی بیشتر از سهم بازگردان‌های باروری است (جدول ۱) اما سهم لاین‌های بازگردان باروری هم در کنترل عملکرد دانه دورگ‌ها در این آزمایش قابل توجه بود. در بین بازگردان‌های باروری دو لاین RN-137 و R-864 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی مثبت برای عملکرد دانه بودند. لاین بازگردان باروری RN3 از نظر عملکرد دانه دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی بود. در این آزمایش بیشترین ترکیب‌پذیری خصوصی برای عملکرد دانه متعلق به دورگ‌های CMS19×R217 و CMS 456/2× R217 بود (جدول ۵).

نتایج نشان داد که از نظر صفت ارتفاع بوته اثر افزایشی حاصل از لاین‌های نرعقیم و بازگردان باروری معنی‌دار بوده و به مراتب بیشتر از اثر متقابل بود و این موضوع بیانگر کنترل ژنتیکی از نوع افزایشی در این صفت است. اورتیس و همکاران (Ortis *et al.*, 2005) نیز اثر افزایشی را به عنوان اثر اصلی کنترل‌کننده ارتفاع بوته گزارش دادند. امروزه معرفی دورگ‌های آفتابگردان با ارتفاع کم برای کشت در سیستم‌های متراکم و همچنین کشت دوم، یکی از اهداف به‌نژادی آفتابگردان محسوب می‌شود. نتایج نشان داد که برای صفت ارتفاع بوته سهم لاین‌های بازگردان باروری در تظاهر صفت به مراتب بیش از سهم لاین‌های نرعقیم است. نتایج برخی مطالعات دیگر (Laureti and Del Gatto, 2001؛ Farokhi, 2003؛ Zaocheng *et al.*, 1987) نیز حاکی از اثر معنی‌دار لاین‌های بازگردان باروری بر ارتفاع بوته دورگ‌های آفتابگردان است. در مطالعه رضایی‌زاد و فرخی (Rezaeizad and Farrokhi, 2009) نیز برای صفت ارتفاع بوته تنها اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌های بازگردان باروری معنی‌دار شده بود، اما در مطالعه گجلی و همکاران

جدول ۳- میانگین صفات زراعی مهم دورگ‌های آفتابگردان به همراه شاهدها

Table 3. Mean of important agronomic traits of sunflower hybrids along with checks

لاین نر عقیم	بازگردان باروری	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	ارتفاع بوته	قطر طبق	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
CMS line	Restorer	Days to physiologic maturity	Plant height (cm)	Head diameter (cm)	1000 seeds Weight (g)	Seed yield (kgha-1)
CMS 19	RN-3	115	154.7	17.6	80.6	4726
CMS 19	RN-137	109	166.7	19.1	66.1	5526
CMS 19	R-864	100	161.8	19.3	69.5	5405
CMS 19	R-217	114	168.6	17.3	73.4	7008
CMS 51	RN-3	110	132.1	15.8	83.3	4769
CMS 51	RN-137	114	164.1	18.8	69.8	4903
CMS 51	R-864	97	138.7	19.3	79.8	4218
CMS 51	R-217	100	142.7	16.9	78.2	3894
CMS 156/1	RN-3	116	141.4	17.5	76.3	4863
CMS 156/1	RN-137	102	161.7	16.5	81.6	3486
CMS 156/1	R-864	100	157.0	20.5	72.1	5370
CMS 156/1	R-217	113	161.5	22.5	67.6	5095
CMS 456/2	RN-3	115	122.8	15.0	72.7	3234
CMS 456/2	RN-137	114	176.1	22.4	74.9	4580
CMS 456/2	R-864	99	149.7	18.3	62.0	4536
CMS 456/2	R-217	102	172.7	19.4	56.0	5312
CMS 522/2	RN-3	107	124.7	16.1	70.3	4067
CMS 522/2	RN-137	112	181.0	18.1	69.2	4854
CMS 522/2	R-864	98	125.1	16.9	67.0	4760
CMS 522/2	R-217	101	144.0	14.8	63.9	4037
CMS 1052/1	RN-3	110	139.4	16.2	74.6	4545
CMS 1052/1	RN-137	99	174.3	16.7	60.0	5172
CMS 1052/1	R-864	98	145.1	17.5	58.4	5051
CMS 1052/1	R-217	101	176.1	16.1	60.2	4134
CMS 60/30	RN-3	107	159.8	19.5	67.5	4125
CMS 60/30	RN-137	100	183.4	20.2	66.0	4826
CMS 60/30	R-864	99	146.5	17.1	68.8	4992
CMS 60/30	R-217	98	183.3	17.8	57.1	4439
CMS 1221/1	RN-3	109	130.0	18.0	75.0	4358
CMS 1221/1	RN-137	102	176.7	22.9	66.5	5545
CMS 1221/1	R-864	100	128.1	17.1	66.5	4350
CMS 1221/1	R-217	102	152.8	15.1	66.2	4394
Farrokh (check)		103	160.5	17.7	64.1	5412
SHF-81-90 (check)		109	187.7	21.2	65.6	4722
LSD ($P \leq 0.05$)		19	21.9	3.6	14.8	1095
LSD ($P \leq 0.01$)		26	29.6	4.8	19.8	1482

(Gegli *et al.*, 2011) اثر غیرافزایشی و فوق غالبیت سهم بیشتری در کنترل صفت ارتفاع بوته داشتند. در مطالعه هلاندی و همکاران (Hlandi *et al.*, 2014) با بررسی سیزده لاین نرعقیم آفتابگردان در ترکیب با ۳ لاین بازگردان باروری، کنترل ژنتیکی ارتفاع بوته به

جدول ۴- اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری عمومی نسبی لاین‌های نرعقیم و بازگردان باروری آفتابگردان

Table 4. General combining ability effects and partial general combining ability of CMS lines and restorers of sunflower

لاین نر عقیم **CMS line**	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity	ارتفاع بوته Plant height	قطر طبق Head diameter	وزن هزاردانه 1000 seeds weight	عملکرد دانه Seed yield
CMS 19	4.4	8.5	0.3	3.0	960.8
CMS 51	0.0	-10.1	-0.3	8.4	-259.5
CMS 156/1	2.6	0.9	1.2	5.0	-1.9
CMS 456/2	2.4	0.9	0.8	-3.0	-289.9
CMS 522/2	-0.7	-10.8	-1.5	-1.8	-275.8
CMS 1052/1	-3.2	4.3	-1.4	-6.1	20.0
CMS 60/30	-3.9	13.8	0.6	-4.6	-109.9
CMS 1221/1	-1.6	-7.6	0.3	-0.9	-43.7
SE_i	2.0	5.1	4.8	1.4	201.0
لاین بازگردان باروری Restorer					
RN-3	6.0	-16.3	-1.0	5.6	-369.6
RN-137	1.5	18.5	1.3	-0.1	156.1
R-864	-6.1	-10.5	0.2	-1.4	129.8
R-217	-1.3	8.3	-0.5	-4.1	83.7
SE_i	1.31	3.3	3.2	0.91	131.0

SE_i: اشتباه معیار ترکیب پذیری لاین‌های نرعقیم، SE_j: اشتباه معیار ترکیب پذیری لاین‌های بازگردان باروری.

SE_i : Standard error of general combining ability of CMS lines; SE_j: Standard error of general combining ability of restorers lines.

صورت فوق غالبیت نسبت به والد برتر بود. نتایج نشان داد که در بین لاین‌های نرعقیم لاین‌های CMS522/2 و CMS51 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای ارتفاع بوته بودند. از طرفی CMS19 پس از CMS60/30 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت بود و باعث پابلند شدن هیبرید می‌شود که یکی دیگر از نقاط ضعف این لاین است اما باید در نظر داشت که ترکیب همه صفات مطلوب در یک لاین و یا هیبرید بسیار مشکل است (Hladni *et al.*, 2011).

برای کنترل صفت روز تا رسیدگی نیز همانند ارتفاع بوته سهم لاین‌های بازگردان باروری به مراتب بیش از لاین‌های نرعقیم و اثر متقابل بود. در مطالعه غفاری و همکاران (۲۰۱۱) نیز سهم لاین‌های بازگردان باروری در توجیه واریانس تعداد روز تا رسیدگی بیش از لاین‌های نرعقیم بود. لاین‌های نرعقیم CMS60/30 و CMS1052/1 و لاین بازگردان باروری RN-864 دارای بیشترین اثر ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت بودند. لاین نرعقیم CMS19 که در این

جدول ۵- اثر ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌های بازگردان باروری و نرعقیم

Table 5. Specific combining ability effects of restorer and CMS lines of sunflower

لاین نر عقیم	بازگردان باروری	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	ارتفاع بوته	قطر طبق	وزن هزاردانه	عملکرد دانه
CMS line	Restorer	Days to physiologic maturity	Plant height	Head diameter	1000 seeds weight	Seed yield
CMS 19	RN-3	-0.2	8.1	0.3	2.6	-570.9
CMS 19	RN-137	-2.2	-14.8	-0.5	-6.2	-296.6
CMS 19	R-864	-3.1	9.3	0.8	-1.5	-390.8
CMS 19	R-217	5.5	-2.6	-0.5	5.1	1258.3
CMS 51	RN-3	-1.3	4.0	-0.8	-0.1	692.5
CMS 51	RN-137	7.2	1.2	-0.2	-7.8	301.3
CMS 51	R-864	-1.8	4.8	1.3	3.4	-358.0
CMS 51	R-217	-4.1	-10	-0.3	4.5	-635.8
CMS 156/1	RN-3	2.0	2.3	-0.7	-3.7	528.9
CMS 156/1	RN-137	-7.0	-12.2	-4.1	7.3	-1373.8
CMS 156/1	R-864	-1.4	12.1	1.0	-0.9	536.9
CMS 156/1	R-217	6.3	-2.2	3.7	-2.7	308.0
CMS 456/2	RN-3	1.3	-16.2	-2.7	0.7	-811.6
CMS 456/2	RN-137	4.8	2.2	2.3	8.6	8.2
CMS 456/2	R-864	-2.1	4.8	-0.7	-3.0	-9.1
CMS 456/2	R-217	-4.0	9.1	1.2	-6.3	812.5
CMS 522/2	RN-3	-3.6	-2.7	0.7	-2.9	7.2
CMS 522/2	RN-137	6.4	18.8	0.3	1.7	268.5
CMS 522/2	R-864	-0.5	-8.1	0.2	0.8	200.3
CMS 522/2	R-217	-2.3	-8.0	-1.1	0.4	-476.1
CMS 1052/1	RN-3	1.9	-3.0	0.6	5.7	189.0
CMS 1052/1	RN-137	-4.1	-3.0	-1.2	-3.2	290.3
CMS 1052/1	R-864	2.0	-3.2	0.6	-3.5	196.0
CMS 1052/1	R-217	0.2	9.1	0.0	1.0	-675.3
CMS 60/30	RN-3	0.0	7.9	1.9	-3.0	-101.1
CMS 60/30	RN-137	5.1	25.6	1.3	2.5	100.9
CMS 60/30	R-864	4.1	-11.3	-1.8	5.3	266.4
CMS 60/30	R-217	-1.7	6.8	-0.4	-3.7	-240.0
CMS 1221/1	RN-3	-0.2	-0.6	0.8	0.8	66.1
CMS 1221/1	RN-137	-2.7	11.3	3.3	-1.9	727.4
CMS 1221/1	R-864	2.9	-8.3	-1.4	-0.7	-441.8
CMS 1221/1	R-217	0.0	-2.4	-2.6	1.7	-351.7
SE_{ij}		3.5	8.8	8.4	2.4	349.0

SE_{ij}: اشتباه معیار ترکیب پذیری خصوصی

SE_{ij}= Standard error of specific combining ability.

آزمایش از عملکرد دانه بسیار خوبی در مقایسه با سایر لاین‌های نرعقیم برخوردار بود، این لاین والد مادری هیبریدهای ایرانی آذرگل و برزگر است، دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای

تعداد روز تا رسیدگی بود. در حالی که در اصلاح لاین‌های آفتابگردان ترکیب‌پذیری عمومی منفی برای این صفت به عنوان یکی از اهداف به‌نژادی مدنظر است.

وزن هزار دانه نیز همانند بقیه صفات مورد بررسی، به استثنای عملکرد دانه، بیشتر تحت تاثیر لاین بازگردان باروری بود. این نتایج با نتیجه مطالعه غفاری و همکاران (۲۰۱۱) و اورتیس و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد در حالی که فرخی (۲۰۰۳) اثر توام افزایشی و غیر افزایشی و ماچیکووا و همکاران (Machikowa *et al*., 2011) اثر غیر افزایشی را برای کنترل وزن هزار دانه اعلام کردند. لاین CMS51 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای صفت وزن هزار دانه بود در عین حال این لاین از ترکیب‌پذیری منفی بالایی برای عملکرد دانه برخوردار بود. در بین بازگردان‌های باروری نیز لاین RN-3 دارای بیشترین ترکیب‌پذیری مثبت برای وزن هزار دانه بود اما این لاین دارای بیشترین ترکیب‌پذیری منفی برای عملکرد دانه بود.

در مورد صفت قطر طبق نیز اثر دوگانه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی معنی‌دار شد اما سهم اثر لاین‌های بازگردان باروری در تظاهر این صفت به مراتب بیشتر بود. قطر طبق در مقایسه با سایر صفات زراعی مرتبط با عملکرد در آفتابگردان بیشتر تحت تاثیر شرایط محیطی و به ویژه تراکم بوته و طول دوره رشد قرار می‌گیرد و نقش اثر ژنتیکی کمتر است (Fick, 1978). با این حال هر دو اثر افزایشی (Machikowa *et al*., 2011) و غیر افزایشی (Patil *et al*., 2012) در کنترل ژنتیکی این صفت گزارش شده است. در مطالعه هلاندی و همکاران (۲۰۱۴) نیز کنترل ژنتیکی قطر طبق از نوع غیر افزایشی گزارش شده است.

به طور کلی نتایج نشان داد با توجه به نقش قابل توجه اثر افزایشی در کنترل صفات مورد بررسی برای به دست آوردن دورگ مناسب باید حداقل یکی از والدین دارای ترکیب پذیری مناسب در جهت مطلوب صفت باشد. با توجه به عملکرد بالا و قابل توجه هیبرید CMS19 ×R217 توصیه می‌شود این هیبرید در آزمایش‌های تکمیلی مورد ارزیابی دقیق‌تر قرار گیرد. این ترکیب علاوه بر این که دارای بیشترین عملکرد بود از نظر ترکیب‌پذیری خصوصی نیز برای عملکرد دانه در رتبه اول قرار داشت. از طرفی با توجه به ترکیب‌پذیری خوب CMS19 در این آزمایش، استفاده از این لاین در تولید هیبریدهای ایرانی کماکان قابل توجیه است.

References

Arshi, Y., Arab, G. H., Soltani, A., Khiavi, M., Taie, A., Rad Davaji, A. M., Faghih, M. J., Alisharifi, M. A., and Fallahtoosi, A. 1994. Introduction of new hybrids of

sunflower. Proceedings of the 3th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz University, Tabriz, Iran. Page 204 (in Persian).

Arshi, Y., and Jafari, H. 1990. Study of Sunflower. A Publication of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. 37 pp. (in Persian).

Bajaj, R. K., Aujla, K. K., and Chahal, G. S. 1997. Combining ability studies in sunflower *(Helianthus annuus* L.*).* Crop Improvement 34: 141-146.

Chigeza, G., Mashingaidze, K., and Shanahan, P. 2014. Advanced cycle pedigree breeding in sunflower. II: Combining ability for oil yield it's components. Euphytica 195: 183-195.

Farrokhi, E. 2003. General combining ability and gene effects of sunflower new restorer lines. Seed and Plant 18: 470-486 (in Persian).

Fick. G. N. 1987. Sunflower. In: Rabbelen, G., Doweny, R. K., and Ashri, A. D. (eds). Oil Crops of the World. Mc. Grow Hill, New York, USA.

Gejli, K., Shanker Goud, I., and Boraiah, K. M. 2011. Studies on the combining ability of dwarf restorer lines in sunflower (*Helianthus annuus L.*). Helia 34 (54): 89-98.

Ghaffari, M., Farrokhi, I., and Mirzapour, M. 2011. Combining ability and gene action for agronomic traits and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) using F1 hybrids. Crop Breeding Journal 1 (1): 73-84.

Hallauer, A. R., and Miranda, J. B. 1988. Quantitative genetic in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Hladni, N., Miklic, V., Jocic, S., Kraljevic-Balalic, M., and Skoric, D. 2014. Mode of inheritance and combining ability for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Genetika 46 (1): 159-168.

Hladni, N., Terzic, S., Miklic, V., Jocic, S., Kraljevic-Balalic, M., and Skoric, D. 2011. Gene effect, combining ability and heterosis in Sunflower morphophysiological traits. Helia 34 (55): 101-114.

Hu, J., Seiler, G., and Kolle, C. 2010. Genetics, Genomics and Breeding of Sunflower. CRC Press, New York, USA.

Kestloot, J. A., Heursel, A. J., and Oawales, F. M. 1985. Estimation of heritability and genetic variation in sunflower. Helia 8: 17-20.

Khan, H., Rahman, H., Ahmad, H., Ali, H., and Alam, M. 2008. Magnitude of combining ability of sunflower genotypes in different environments. Pakistan Journal of Botany 40 (1): 151-160.

Kinman, M.L. 1970. New development in USDA and state experiment station sunflower breeding programs. Proceedings of the 4th International Sunflower Conference, Memphis, USA. pp. 181-183.

Laureti, D., and Del Gatto, A. D. 2001. General and specific combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 24 (34):1-16.

Leclercq, P. 1969. The sterile male cytoplasmic chezle tournesoil. Annales de I'Amelioration des Plantes 19: 99-106.

Machikowa, T., Saetang, C., and Funpeng, K. 2011. General and specific combining ability for quantitative characters in sunflower. Journal of Agricultural Science 3(1):75-84.

Mihaljevic, M. 1988. Combining ability and heterosis in *Helianthus annuus* (wild). Proceedings of the 12th International Sunflower Conference, Noisad, Yugoslavia. pp. 963-968.

Ortis, L., Nestares, G., Frutos, E., and Machado, N. 2005. Combining ability analysis for agronomic traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 28(43): 125-134.

Patil, R., Goud, I. S., Kulkarni, V., and Banakar, C. 2012. Combining ability and gene action studies for seed yield and its components in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Electronic Journal of Plant Breeding 3(3): 861-867.

Putt, E. D. 1966. Heterosis, combining ability, and predicted synthetics from a diallel cross in sunflower. Canadian Journal of Plant Science 46: 50-67.

Rajanna, M. P., Seethram, A., Virupakshappa, K., and Kamesh, S. 2001. Heterosis in top-cross hybrids of diverse cytostrile source of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Helia 24 (34): 25-34.

Rezaeizad, A., and Farrokhi, E. 2009. General and specific combining ability of some sunflower inbred lines and restorers. Seed and Plant 24: 83-98 (in Persian).

Sanchez, D. G., Baldini, M., Charles, D. A., and Vannozzi, G. P. 1999. Genetic variances and heritability of sunflower traits associated with drought tolerance. Helia 22 (31): 23-34.

Schneiter, A. A., and Miller, J. F. 1981. Description of sunflower growth stage. Crop Science 21: 901-903.

Singh, R. K., and Chaudhary, B. D. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis. Kalyani Publisher, New Delhi, Ludhiana, India. 288pp.

Skoric. D. S., and Mohnar, I. 2000. General (GCA) and specific (SCA) combining abilities in sunflower. Proceedings of the 15th sunflower Conference, Toulose, Frence. pp. 23-27.

Tyagi, A. P. 1988. Combining ability of yield component and maturity trait in sunflower (*Heliathus annuus* L.). Proceedings of the 12th international Sunflower. Conference, Noisad, Yugoslavia. pp. 489-493.

Zhaocheng, X. L., Guizhi, D. W., and JI, Q. 1987. Applied the theory of relative heritability to calculate the hetrosis of sunflower. Proceedings of the 12th International Sunflower Conference, Noisad, Yugoslavia. pp. 484-488.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

ارزیابی مقاومت نسبی پنج پایه درختان میوه هسته‌دار به *Phytophthora cactorum* و *P. drechsleri*

Evaluation of Relative Resistance in Five Stone Fruit Rootstocks to *Phytophthora cactorum* and *P. drechsleri*

هومن شریفی[۱]، ناصر بوذری[۲] و منصوره کشاورزی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج
۲ و ۳- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۴

چکیده

شریفی، ه.، بوذری، ن. و کشاورزی، م. ۱۳۹۴. ارزیابی مقاومت نسبی پنج پایه درختان میوه هسته‌دار به *Phytophthora cactorum* و *P. drechsleri*. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۳۲۳ - ۳۰۷.**

مرگ درختان توسط قارچ‌های بیماری‌زای خاکزی از مهم‌ترین مشکلات باغ‌های درختان میوه هسته‌دار در ایران است. گونه‌های Phytophthora از مهم‌ترین بیمارگرهایی هستند که به طور ویژه از رشد طوقه و ریشه درختان میوه هسته‌دار جلوگیری می‌کنند. این پژوهش به منظور ارزیابی مقاومت نسبی پنج پایه جدید درختان میوه هسته‌دار به نام‌های Penta، Cadaman، Tetra، Mr.S2/5 و GF677 به قارچ‌های *Phytophthora cactorum* و *P. drechsleri* در آزمایشگاه با روش مستقیم شاخه بریده فعال و غیرفعال و همچنین گلدان‌هایی که خاک آن‌ها به طور مصنوعی با قارچ مایه‌زنی شده بود انجام شد. مایه بیمارگر که مدت ۶-۴ هفته روی ورمیکولیت حاوی عصاره شاهدانه رشد داده شده بود، در کنار طوقه و ریشه پایه‌ها قرار داده شد. چهار ماه پس از مایه‌زنی طول نکروز اندازه‌گیری شد. پایه‌ها حساسیت متفاوتی به دو گونه فیتوفتورا نشان دادند. بر اساس نتایج، بیماری‌زایی *P. drechsleri* کمتر از *P. cactorum* بود. در روش‌های آزمایشگاهی و گلخانه‌ای، پایه‌های Cadaman و GF677 بیشترین میزان طول نکروز و پایه‌های Penta و Tetra کمترین طول نکروز را داشتند و مقاومت نسبی بالاتری به پوسیدگی طوقه نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی طوقه، پایه های رویشی، کوتاهی عمر، Phytophthora.

نویسنده مسئول: bouzari1111@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۰۷۹۳

مقدمه

پوسیدگی طوقه، یقه و ریشه ناشی از گونه‌های فیتوفتورا از مهم‌ترین بیماری‌های خاکزاد درختان میوه در دنیا است (Banihashemi and Sartipi, 2004). پوسیدگی طوقه در درختان سیب و گلابی بیشتر به وسیله *Phytophthora cactorum* ایجاد می‌شود. این بیماری روی درختان میوه هسته‌دار به وسیله چندین گونه فیتوفتورایی دیگر نظیر *P. cambivora*، *P. megasperma*، *P. drechsleri* و *P. syringa* ایجاد می‌شود (Thomson and Ockey, 2000). این گونه‌ها معمولاً در خاک‌هایی با رطوبت بالا و دمای ۱۳ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد بیشتر فعال هستند و همچنین نسبت به سایر گونه‌های بیماری‌زا پراکنش بیشتری برخوردار دارند (Ershad, 1995؛ Thomson and Ockey, 2000).

پوسیدگی یقه نهال‌ها و پوسیدگی طوقه و ریشه پایه‌ها به وسیله گونه‌های فیتوفتورا از مشکلات جدی بالقوه‌ای هستند که استقرار و حفظ باروری باغ‌های هلو را محدود کرده است. سالیانه پوسیدگی ریشه، طوقه و یقه باعث مرگ و میر تعداد زیادی از درختان و زیان‌های اقتصادی در بیشترین مناطق پرورش هلوی دنیا می‌شود (Stylianides *et al*., 1985؛ Haygood *et al*., 1986؛ Kouyeas, 1977؛ Kephart and Dunegan, 1948).

چندین عامل مانند رطوبت بیش از حد خاک، دمای پایین، زخم، نوع پایه و زمان آلودگی جهت توسعه بیماری ضروری به نظر می‌رسد (Browne and Mircetich, 1996؛ Jeffers and Aldwinckle, 1986؛ Macdonald and Duniway, 1978 a,b؛ Harris and Tobutt, 1986). به طول انجامیدن دوره غرقابی می‌تواند وقوع و شدت بیماری‌های فیتوفتورا را با افزایش دادن ترشح و پراکندگی زئوسپورها یا افزایش حساسیت پایه‌های هلو افزایش دهد (Wilox, 1993؛ Wilcox and Mircetich, 1985 a,b؛ Blaker and Macdonald, 1981).

دورگ‌گیری بین گونه‌ای گوجه‌ها و نیز بین هلو و گوجه به منظور تولید پایه‌های متحمل، منتج به ایجاد چندین پایه رویشی جدید برای هلو شده که در سال‌های اخیر به صورت تجاری تولید شده‌اند (Renaud *et al*., 1988)، اما در زمینه حساسیت و تحمل دقیق این پایه‌ها به پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه و طوقه (PRCR: Phytophthora root and crown rot) و گال طوقه اطلاعات محدودی وجود دارد (Bliss *et al*., 1999؛ Thomidis, 2000). مایه‌زنی شاخه‌های بریده در آزمایشگاه یا ساقه‌های درختان در باغ با این عوامل بیماری‌زا به عنوان یک روش ارزیابی مقاومت می‌تواند به کار برده شود. روش دیگر ارزیابی مقاومت پایه‌ها به بیماری، مایه‌زنی مصنوعی نهال‌ها در گلدان یا مزرعه است (Jeffers *et al*., 1982؛ Matheron *et al*., 1998؛ Stylianides *et al*., 1985؛

(Kim *et al.*, 1985).

پایه پنتا (Penta) گزینشی از نهال بذری گرده‌افشانی آزاد رقم Imperial Epineuse است که توسط موسسه تحقیقاتی پرورش میوه در رم ایتالیا معرفی شده و نام تجاری آمریکایی آن Empyrean 2 است. این پایه به *Verticillium dahlia* و *Armillaria mellea* مقاوم است. سازگاری پیوند این پایه با هلو، شلیل، زردآلو، آلو و گوجه بسیار خوب است (Nicotra and Moser, 1997؛ Fideghelli *et al.*, 1998).

پایه تترا (Tetra) گزینشی از نهال بذری گرده‌افشانی آزاد رقم (*Prunus domestica*) Reine Claude است که توسط موسسه تحقیقاتی پرورش میوه در رم ایتالیا معرفی شده و نام تجاری آمریکایی آن Empyrean 3 است (Nicotra and Moser, 1997). پایه تترا به آسانی می‌تواند خود را با انواع خاک‌ها سازگار کرده و به حالت غرقابی و محتویات بالای آهک مقاوم است. به علاوه این پایه در برابر *Armillaria mellea*، *Meloidogyne ornaria* و *Phytophthora cactorum* مقاوم است، ولی مقاومت متوسطی به *Meloidogyne Javanica* دارد (Fideghelli *et al.*, 1998).

پایه Mr.S2/5 گزینش توده‌ای از گرده‌افشانی آزاد جمعیت پایه‌های بذری *Prunus cerasifera* است. این پایه در مقایسه با پایه GF1869 به حالت غرقابی خاک بسیار مقاوم است. این پایه همچنین به خاک‌های آهکی با محتویات آهک متوسط تا زیاد (حداکثر ۹ درصد) مقاومت دارد. Mr.S2/5 نسبتاً متحمل به پوسیدگی ریشه ناشی از Armillaria است. حساسیت آن به زنگ و *Verticillium dahliae* گزارش شده است. Mr.S2/5 برای خاک‌های سنگین و خشک مناسب نیست (Fideghelli *et al.*, 1998؛ Reighard and Loreti, 2008).

پایه GF677 هیبرید طبیعی *Prunus persica* × *P. amygdalus* است. از منطقه ای در جنوب شرقی فرانسه منشأ گرفته است. پایه‌ای بسیار قوی است و درختان روی این پایه ۲۰-۱۰ درصد بزرگ‌تر از پایه‌های هلو هستند. متحمل به غلظت بالای آهک در خاک و حساس به خفگی ریشه است (Cummins, 1991). GF677 مناسب‌ترین پایه مورد استفاده در خاک‌های آهکی برای غلبه بر کلروز ناشی از آهک است، اما به نماتدهای مولد گره ریشه به جز *Meloidogyne incognita* حساس است. پایه GF677 به *Verticillium* sp. نیمه مقاوم است (Kamali *et al.*, 2001).

پایه Cadaman هیبرید *Prunus persica* × *P. davidiana* است. این پایه به وسیله موسسه INRA فرانسه معرفی شده است. پایه Cadaman مقاوم به غرقاب نشان می‌دهد و متحمل به کمبود آهن و بیماری واکاری درختان میوه هسته‌دار است. هم چنین به *Meloidogyn javanica* و *M. incognita*

مقاوم است، ولی میزبان خوبی برای *Meloidogyne xenoplax* است. با توجه به رشد زیاد، این پایه مناسب برای سیستم‌های کشت متراکم نیست (Reighard and Loreti, 2008).

در تحقیقی که بنی‌هاشمی و سرتیپی (Banihashemi and Sartipi, 2004) روی نهال‌های شش ماهه بادام ارقام مامائی، محب علی، تلخه بی‌نام نجف‌آباد، تلخه ساده و سنگی تلخ ریز از نیریز و هلوی بذری تلخ اصفهان و زردآلوی هلندر به *P. cactorum* انجام دادند، رقم مامائی حساس‌ترین، هلوی بذری تلخ، زردآلوی هلندر و بادام تلخه نجف‌آباد مقاوم‌ترین بودند.

فلاحی‌نژاد و آرمین (Fallahinezhad and Armin, 2013) مقاومت نسبی پنج ژنوتیپ پاکوتاه محلب ۲۴، ۱۰۰، ۱۵۵، ۱۳۶ و ۲۶۸ را به *Phytophthora citrophthora* و *P. citricola* در آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار دادند. ژنوتیپ ۱۵۵ بیشترین مقاومت و ژنوتیپ‌های ۲۴ و ۲۶۸ بیشترین حساسیت را دارا بودند. ژنوتیپ‌های ۱۰۰ و ۱۳۶ مقاومت متوسطی به دو گونه فیتوفتورا نشان دادند. قدرت تهاجم *P. citricola* کمتر از *P. citrophthora* بود.

حساسیت پایه‌های Gisela5 و Maxma14 به *P. cactorum*، *P. citricola*، *P. citrophthora* و *P. parasitica* در یونان مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصله، میزان حساسیت با توجه به نوع گونه فیتوفتورا متنوع بود. جدایه‌های *P. citrophthora* و *P. parasitica* بیشترین بیماری‌زایی را داشتند. جدایه *P. citricola* از بیماری‌زایی متوسطی برخوردار بود. کمترین میزان بیماری‌زایی مربوط به جدایه *P. cactorum* بود. هر دو پایه مورد ارزیابی، حساسیت مشابه‌ای نشان دادند (Exadaktylou and Thomidis, 2005). در آزمایش دیگری مقاومت چهار پایه Cadaman، Mr.S2/5، Nemaguardو Viking در مقابل پوسیدگی ریشه و طوقه در شیلی بررسی شد. نتایج نشان داد که پایه Mr.S2/5 به پوسیدگی ریشه ناشی از *P. cryptogae*، نسبتاً مقاوم بود. برای همه پایه‌ها پس از اشباع خاک با آب و تکرار دفعات اشباع کردن خاک پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه و طوقه (PRCR) افزایش یافت (Guzman *et al.*, 2007).

تامیدیس و همکاران (Thomidis *et al.*, 2001) در یونان مقاومت نسبی چهار پایه GF677، KIDI، GF305 و PR204 به *P. megasperma* و *P. cactorum* را در باغ و گلخانه مورد بررسی قرار دادند. این پایه‌ها درجات مختلفی از حساسیت به *P. cactorum* را نشان دادند. پایه GF305 کمترین حساسیت و KIDI بیشترین حساسیت را به فیتوفتورا دارا داشتند. پایه‌های GF677 و PR204 از نظر حساسیت متوسط بودند. گیاهانی

که با *P. megasperma* در باغ و گلخانه آلوده شدند، علائمی از بیماری را نشان ندادند. اگر چه در آزمون شاخه‌های آلوده درون شیشه، نکرزوه شدن بافت به *P. megasperma* مشاهده شد.

در ایران بررسی‌هایی در زمینه مقاومت پایه‌های گوناگون سیب به بیماری فیتوفتورا صورت انجام شده است (Soroori *et al.*, 2010؛ Dastjerdi and Damyar, 2010)، ولی در مورد پایه‌های درختان میوه هسته‌دار، با توجه به این که تقریباً تا سال‌های اخیر هیچ گونه پایه‌ای در ایران موجود نبوده است، تحقیقات عمده‌ای انجام نشده است. این در حالی است که گزارش هائی در خصوص پوسیدگی طوقه ناشی از بیماری‌های قارچی به ویژه فیتوفتورا و به دنبال آن کوتاهی عمر درختان میوه هسته دار موجود است (Bouzari and Tatari, 2008).

مواد و روش‌ها

موادگیاهی

در این آزمایش از پنج پایه درختان میوه هسته‌دار به نام‌های Penta، Tetra، Mr.S2/5، Cadaman و GF677 که همه آن‌ها به جز پایه GF677 از جدیدترین پایه‌های معرفی شده درختان میوه هسته‌دار در دنیا هستند و به تازگی توسط بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر وارد کشور شده‌اند، استفاده شد.

تهیه مایه بیمارگر

جدایه‌های قارچ *Phytophthora cactorum* و *Phytophthora drechsleri* از آقای دکترضیاءالدین بنی‌هاشمی، استاد بیماری‌شناسی گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز تهیه شد. برای تهیه مایه بیمارگر از محیط عصاره شاهدانه - ورمیکولیت استفاده شد (Banihashemi and Fatehi, 1989). براساس این روش، ۲۰۰ میلی‌لیتر ورمیکولیت با ۱۲۰ میلی‌لیتر عصاره شاهدانه (عصاره ۶۰ گرم دانه خرد شده شاهدانه در یک لیتر آب مقطر) در فلاسک ۵۰۰ میلی لیتری به مدت یک ساعت در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار یک اتمسفر اتوکلاو شد. پس از سرد شدن محیط از حاشیه پرگنه سه روزه قارچ رشد یافته در محیط کشت CMA، هشت بلوک ۸-۶ میلی‌متری برداشته و به هر فلاسک اضافه شد. فلاسک ها در انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی مطلق قرار داده شدند و پس از چهار هفته مورد استفاده قرار گرفتند.

ارزیابی مستقیم مقاومت به *P. cactorum* و *P. drechsleri* با روش مایه‌زنی شاخه بریده

ارزیابی مستقیم روشی آزمایشگاهی است که توسط متررون و متجکا (Matheron and Matejka, 1988) شرح داده شده است. در این روش شاخه‌های فعال به طول ۸-۶ سانتی‌متر از هر پایه در اواخر تیر ۱۳۹۰ تهیه شد. این شاخه‌ها با محلول هیپوکلریدسدیم

۴/۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی و سپس سه مرتبه با آب شستشو شدند. پنج تیمار و نه تکرار برای هر تیمار با دو قارچ *P. cactorum* و *P. drechsleri* مایه‌زنی شدند. نه شاخه هم به عنوان شاهد با CMA بدون میسیلیوم بیمارگر مایه‌زنی شدند. برای مایه‌زنی یک دیسک ۶ میلی‌متری از بیمارگرهای پنج روزه کشت شده در وسط شاخه‌ها در زیر پوست قرار داده شد و سپس با پارافیلم برای جلوگیری از خشک شدن بسته شدند. شاخه‌های مایه‌زنی شده برای ۶-۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در محیط مرطوب و تاریک نگهداری شدند. پس از حذف سطح پوست (پریدرم) و مکان‌یابی حاشیه بافت مرده، طول زخم اندازه‌گیری شد.

ارزیابی در شرایط درون شیشه‌ای

در این روش ارزیابی، شاخه‌های در حال خواب پایه‌های مورد آزمایش با روشی که توسط جیفرز و همکاران (Jeffers *et al.*, 1982) و اسکات و همکاران (Scott *et al.*, 1992) تشریح شده، مایه‌زنی شدند. محیط کشت CMA که به آن آنتی‌بیوتیک‌های آمپی‌سیلین (Ampicillin ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ریفامپیسین (Rifampicin ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) افزوده شده بود، در ظرف‌های شیشه‌ای (قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) به عمق حدود ۱۰ میلی‌متر ریخته شد. دو تکه از آگار حاوی میسیلیوم از هر یک از قارچ‌های *P. cactorum* و *P. drechsleri* در داخل هر ظرف شیشه‌ای انتقال یافت. درب شیشه‌ها سپس برای جلوگیری از خشک شدن بسته شدند و در انکوباتور تاریک در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند، تا پرگنه قارچ تمام سطح محیط کشت را بپوشاند. از هر پایه شاخه‌های یک ساله به طول ۷ سانتی‌متر با محلول هیپوکلرید سدیم ۴/۸ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس سه مرتبه با آب مقطر استریل آبکشی شدند. به وسیله یک چاقوی نوک تیز، یک سانتی‌متر از پوست قسمت پایین هر تکه شاخه بریده شد تا کامبیوم در معرض عامل مایه‌زنی قرار گیرد. تعداد نه تکرار از هر پایه انتخاب شد و در داخل ظرف‌های شیشه‌ای قرار گرفتند. سرشیشه‌ها بسته شد و در انکوباتور تاریک در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از شش روز شاخه‌ها از شیشه‌ها بیرون آورده و با یک تیغ تیز پریدرم آن‌ها نمایان شد. طول نکروز هر شاخه خارج شده از شیشه اندازه‌گیری شد. با کاستن عمق محیط کشت CMA داخل شیشه از طول کل نکروز محاسبه شده شاخه، مقدار طول نکروز به دست آمد.

مایه‌زنی طوقه و ارزیابی مقاومت در پایه‌های ریشه‌دار گلدانی

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و شش تکرار برای هر تیمار در گلخانه

بیماری‌شناسی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. مواد گیاهی مورد نیاز برای انجام آزمایش پایه‌های Penta، Tetra، Mr.S2/5، GF677 و Cadaman بودند که به طریق رویشی و با استفاده از قلمه‌های نیمه خشبی در گلخانه تکثیر شدند. پس از تهیه قلمه‌های نیمه خشبی و ضدعفونی آن‌ها با استفاده از محلول بنومیل ۱/۵ در هزار، به منظور تیمار هورمونی قلمه‌ها، ۲-۱ سانتی متر انتهای هر قلمه به مدت چند ثانیه در محلول ppm ۳۰۰۰ ایندول ۳- بوتیریک اسید (IBA) که در الکل اتانول ۷۰ درصد حل شده بود قرارگرفت. انتهای هر قلمه در بستر کاشت پرلیت جای گرفته و قلمه‌ها در بستر پاگرما با دمای تحتانی ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قلمه‌ها به محض ریشه‌زایی به گلدان‌های پلاستیکی منتقل شدند. خاک اطراف هر نهال هشت ماهه که میانگین ارتفاع آن‌ها با شش تکرار اندازه‌گیری شد، تا عمق سه سانتی‌متر کنار زده شد و ۳۰ میلی‌لیتر از مایه بیمارگر در اطراف طوقه و ریشه اصلی نهال‌ها قرار داده شد (Banihashemi, 1995). هر هفته یک بار سوراخ زهاب گلدان‌ها توسط پارافین جامد به مدت ۲۴ ساعت بسته شد و در حالت غرقاب نگه‌داری شدند. سپس با برداشتن پارافین، حالت غرقابی برطرف شد. برای ردیابی و بررسی حضور شبه قارچ فیتوفترا در خاک، از طعمه برگ مرکبات استفاده شد (Banihashemi, 1995). گیاهان شاهد هم به همان روش، منتهی با ورمیکولیت حاوی عصاره بذر شاهدانه مایه زنی شدند. دمای هوای گلخانه در طول مدت این آزمایش بین ۳۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. پس از چهار ماه نهال‌ها از خاک خارج شده و طول نکروز اندازه‌گیری شد. نهال‌هایی که علائمی از بیماری و خشکیدگی را نشان دادند به طور کامل از خاک خارج شده و ریشه آن ها با آب، کاملاً تمیز شد و میزان پیشروی بیمارگر روی طوقه و ساقه و میزان مرگ و میر مورد بررسی قرار گرفت. از محل نکروز شاخه‌ها و طوقه نهال‌های مایه‌زنی شده از حد فاصل بافت سالم و آلوده برشی تهیه شده با هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی و ۳ بار با آب مقطر استریل شستشو داده شد و روی کاغذ صافی خشک شد، سپس روی محیط کشت CMA قرار داده شد و در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی قرار گرفت. پس از سه روز رشد شبه قارچ روی محیط کشت مورد بررسی قرار گرفت و با مشاهده ریسه‌ها توسط میکروسکوپ تایید شد. نتایج آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نام پایه‌های مورد آزمایش و ارتفاع آن‌ها در ابتدای شروع آزمایش نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در پنج پایه درختان میوه هسته‌دار
Table 1. Mean comparison of plant height in five stone fruit rootstocks

پایه Rootstock	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
Penta	29.66b
GF 677	37.03a
Mr.S 2/5	29.10b
Tetra	28.25c
Cadaman	36.58a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level of probability.

ارزیابی مستقیم مقاومت به فیتوفتورا با روش شاخه بریده

بیمارگرهای *P. cactorum* و *P. drechsleri* هر دو سبب ایجاد نکروز در شاخه‌های بریده شدند. در شاخه‌هایی که به عنوان شاهد در نظر گرفته شده بود و با CMA و بدون میسیلیوم بیمارگر مایه‌زنی شده بودند، نشانه‌ای از نکروز و تغییر رنگ بافت مشاهده نشد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که میانگین طول نکروز شاخه های بریده با هر دو بیمارگر *P. drechsleri* و *P. cactorum* در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس طول نکروز در شاخه های بریده پنج پایه درختان میوه هسته دار مایه زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri*

Table 2. Analysis of variance for necrosis length in cutting twigs of five stone fruit rootstocks inoculated with *P. drechsleri* and *P. cactorum*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	طول نکروز Length of necrosis	
			P. cactorum	*P. drechsleri*
Rootstock	پایه	4	216.51**	197.77**
Error	خطا	32	74.72	0.61
C.V.%	درصد ضریب تغییرات		14.30	8.97

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

** : Significant at 1% probability level.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که پایه‌های GF677 و Cadaman بیشترین طول نکروز را داشتند و پس از آن‌ها پایه Mr.S2/5 بود، در صورتی که پایه‌های Penta و Tetra کمترین طول نکروز را در مقابل هر دو قارچ *P. cactorum* و *P. drechsleri* نشان دادند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین های طول نکروز در شاخه های بریده پنج پایه درختان میوه هسته دار مایه زنی شده با *P. drechsleri* و *P. cactorum*

Table 3. Mean comparison of necrosis length in cutting twigs of five stone fruit rootstocks inoculated with *P. drechsleri* and *P. cactorum*

پایه / Rootstock	طول نکروز Length of necrosis (mm)	
	P. cactorum	*P. drechsleri*
Penta	4.59c	4.40c
GF677	14.80a	13.84a
Mr.S2/5	7.58b	7.05b
Tetra	4.98c	4.64c
Cadaman	14.01a	13.58a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level of probability.

ارزیابی درون شیشه‌ای مقاومت به قارچ *P. cactorum* و *P. drechsleri*

در این روش نیز هر دو عامل قارچی *P. cactorum* و *P. drechsleri* موجب ایجاد نکروز در شاخه‌ها شدند. تفاوت‌های مشخصی در میزان طول نکروز بین شاخه پایه‌های درختان میوه هسته‌دار وجود داشت (جدول ۴).

زخم شاخه‌های مایه‌زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri* رنگ قهوه‌ای مشخصی را در بافت نشان می‌داد. در شیشه‌هایی که به عنوان شاهد در نظرگرفته شده بود و محیط CMA فاقد جدایه‌های عامل بیماری بود، نشانه‌ای از نکروز و تغییر رنگ بافت مشاهده نشد.

بیشترین طول نکروز در در شاخه‌های GF677 با هر دو بیمارگر مایه‌زنی شده مشاهده شد، که به وضوح بالاتر از سایر پایه‌های مورد بررسی بود. پایه Cadaman در مرتبه بعدی قرار داشت. طول نکروز در پایه Mr.S2/5 متوسط بود و پایه‌های Penta و Tetra کمترین طول شانکر را نشان دادند (جدول ۵).

ارزیابی مقاومت پایه‌ها در گلدان‌های مایه‌زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri*

گلدان‌هایی که با *P. cactorum* و *P. drechsleri* مایه‌زنی شده بودند، پس از

جدول ۴- تجزیه واریانس طول نکروز در شاخه‌های بریده پنج پایه درختان میوه هسته‌دار مایه‌زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri* در شرایط درون شیشه‌ای

Table 4. Analysis of variance for necrosis length in cutting twigs of five stone fruit rootstocks inoculated with *P. drechsleri* and *P. cactorum in vitro*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS	
			P. cactorum	*P. drechsleri*
Rootstock	پایه	4	259.24**	224.56**
Error	خطا	32	4.73	3.14
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		19.77	17.62

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : Significant at 1% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های طول نکروز در شاخه‌های بریده پنج پایه درختان میوه هسته‌دار مایه‌زنی شده با *P. drechsleri* و *P. cactorum* در شرایط درون شیشه‌ای

Table 5. Mean comparison of necrosis length in cutting twigs of five stone fruit rootstocks inoculated with *P. drechsleri* and *P. cactorum in vitro*

پایه Rootstock	Length of necrosis (mm) طول نکروز	
	P. cactorum	*P. drechsleri*
Penta	6.32d	5.8d
GF677	17.27a	16.39a
Mr.S2/5	9.47c	9.04c
Tetra	5.96d	5.00d
Cadaman	15.51b	13.99b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% level of probability.

حدود چهار ماه مورد بررسی نهایی قرارگرفتند. تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان دادند که واکنش پایه‌های مختلف در مقابل عامل بیماری متفاوت بود (جدول ۶). در گلدان‌های شاهد هیچ گونه شواهدی دال بر وجود عوامل بیماری مشاهده نشد. علائم بیماری روی نهال‌های مایه‌زنی شده بعد از ۳۰-۲۵ روز به صورت زردی، پژمردگی برگ‌ها و خشکیدگی شاخه‌ها نمایان شد.

در مایه‌زنی با *Phytophthora cactorum*، پایه GF677 بیشترین طول زخم (پیشروی بیماری) را نشان داد و پایه های Cadaman و Mr.S2/5 به ترتیب در مرتبه‌های بعدی قرار داشتند. پایه‌های Tetra و Penta پایین‌ترین طول نکروز را نشان دادند ولی تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر نداشتند (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس طول نکروز در نهال‌های پنج پایه درختان میوه هسته‌دار مایه‌زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri* در گلخانه

Table 6. Analysis of variance for necrosis length in seedling of five stone fruit rootstocks inoculated with *P.cactorum* and *P. drechsleri* in glasshouse

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS	
			P. cactorum	*P. drechsleri*
Rootstock	پایه	4	256.03**	209.21**
Error	خطا	32	37.11	18.81
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		29.53	24.82

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : Significant at 1% probability level.

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های طول نکروز در نهال‌های پنج پایه درختان میوه هسته‌دار مایه‌زنی شده با *P. cactorum* و *P. drechsleri* در گلخانه

Table7. Mean comparison of necrosis length in seedling of five stone fruit rootstocks inoculated with *P. cactorum* and *P. drechsleri* in glasshouse

پایه Rootstock	طول نکروز Length of necrosis (mm)	
	P. cactorum	*P. drechsleri*
Penta	15.00c	12.00c
GF 677	29.68a	21.88ab
Mr.S 2/5	18.52bc	16.92bc
Tetra	14.88c	11.63c
Cadaman	25.05ab	20.93ab

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means within each column followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

در گلدان‌هایی که با *P. drechsleri* مایه‌زنی شده بودند، پایه‌های GF677 و Cadaman بیشترین میزان طول زخم (پیشروی بیماری) را نشان دادند و پایه Mr.S2/5 پس از آن‌ها قرار داشت. پایه‌های Penta و Tetra هم کمترین طول نکروز را نشان دادند. میانگین طول نکروز در روش مایه زنی خاک گلدان بیشتر از سایر روش ها بود. احتمالا میزان فعالیت عامل بیماری در ورمیکولیت و تولید مرتب زئوسپورها باعث آلودگی بیشتر شده است.

به طور کلی نتایج روش‌های شاخه بریده آزمایشگاهی و گلخانه‌ای به کار رفته در این تحقیق مشابه بودند. روش گلخانه با آلوده کردن خاک گلدان‌ها و غرقاب کردن متناوب، مناسب‌ترین و واقع‌بینانه‌ترین روش ارزیابی حساسیت پایه‌های درختان میوه هسته‌دار در

مقابل تهاجم و آلودگی با گونه‌های فیتوفتورا است (Thomidis *et al*., 2001). در این روش با آلوده‌سازی مصنوعی خاک، سیکل بیماری به طور مرتب هر هفته یک بار و در فواصل آبیاری برای حدود چهار ماه تکرار شد و در این مدت تمامی مراحل بیماری در گیاه شامل زردی، پژمردگی برگ ها و خشکیدگی شاخه ها و میزان پیشروی بیماری و میزان مرگ و میر نهال‌ها نمایان شد. نتایج مرگ و میر در مایه‌زنی با جدایه *P. cactorum*، در پایه GF677 ۳۳/۳۳ درصد و در پایه Cadaman ۱۶/۶۶درصد بود ولی در پایه‌های Penta، Tetra و Mr.S2/5 مرگ و میری مشاهده نشد. در مایه زنی با جدایه *P. drechsleri* میزان مرگ و میر در پایه GF677 ۱۶/۶۶ درصد و در Cadaman نیز ۱۶/۶۶ درصد بوده، ولی درصد مرگ و میر با این جدایه در پایه‌های Penta، Tetra و Mr.S2/5 صفر بود.

روش شاخه بریده هم می‌تواند روش مناسبی برای تعیین حساسیت به گونه‌های فیتوفتورا به طور نسبی و نه تمامی مراحل بیماری باشد (Thomidis *et al*., 2001). روش شاخه بریده در درجه اول برای تعیین بیماری‌زایی گونه‌ها و شدت نسبی آن در جدایه‌های فیتوفتورا استفاده شده می‌شود (Jeffer *et al*., 1982). در روش‌های شاخه بریده فعال و غیر فعال دو گونه *P. cactorum* و *P. drechsler* از نظر قدرت بیماری‌زایی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. ولی در روش گلخانه‌ای طول نکروز و مرگ و میر در جدایه *P. cactorum* بیشتر از *P. drechsleri* بود و این گونه شدت بیماری‌زایی بیشتری داشت.

نتایج این تحقیق نشان داد که پایه‌های GF677 و Cadaman به هر دو گونه فیتوفتورا حساس بوده، بنابراین استفاده از این دو پایه در باغ‌هایی که احتمال آلودگی به این دو گونه فیتوفتورا وجود دارد توصیه نمی‌شود. این پایه‌ها وقتی در حضور عامل بیماری برای مدت طولانی در خاک اشباع با آب قرار گرفتند حساس بودند. این احتمال وجود دارد که گیاهان در شرایط تنش غرقابی به عامل بیماری حساس‌تر باشند (Mirecetich and Wilox, 1985). نتایج این مطالعه و تحقیقات دیگر نشان داده که اجتناب از دوره‌های طولانی مدت و مکرر از اشباع خاک تا حد زیادی موجب به حداقل رساندن تلفات ناشی از پوسیدگی طوقه و ریشه متأثر از گونه‌های فیتوفتورا می‌شود (Wilox and Mirecetich, 1985a؛ Blaker and Macdonald 1981؛ Wilox, 1993).

تامیدیس و همکاران (Thomidis *et al*., 2001) نشان دادند GF677 دارای طول نکروز ۱۶/۹ mm در مایه‌زنی شاخه بریده با *P. cactorum* بوده و از حساسیت متوسطی در برابر *P. cactorum* برخوردار است. در این آزمایش نیز در روش شاخه بریده طول نکروز در GF677 با نتایج تامیدیس و

همکاران (۲۰۰۱) تشابه دارد.

در آزمایشی در یونان حساسیت چهارده پایه از جمله Mr.S2/5 و GF677 را نسبت به *Phytophthora citrophthora* بررسی کردند و این دو پایه حساسیت مشابه‌ای در برابر *P. citrophthora* نشان دادند (Tsipouridis and Thomidis, 2004). نتایج این تحقیق نشان داد که این دو پایه در برابر *P.cactorum* و *P. drechsleri* از حساسیت متفاوتی برخوردار بودند.

فیدیگلی و همکاران (Fideghelli *et al.*, 1998) چنین گزارش دادند که پایه GF677 حساسیت متوسطی به *Phytophthora cactorum* دارد، در حالی که پایه‌های Penta و Tetra مقاوم به *P. cactorum* بودند. نتایج این آزمایش نیز نشان داد که دو پایه Penta و Tetra در برابر *P. cactorum* کمترین طول نکروز را دارا بوده و مقاوم به این گونه فیتوفتورا هستند و پایه GF677 حساسیت بیشتری نسبت به این دو پایه در برابر *P. cactorum* برخوردار دارد.

براساس نتایج حاصل از این تحقیق پایه Mr.S2/5 در مقایسه با پایه‌های Penta و Tetra حساسیت بیشتری در برابر *P. cactorum* و *P. drechsleri* برخوردار داشت. پایه‌های Penta و Tetra که از گونه‌های آلو هستند، مقاومت بیشتری نسبت به هر دو عامل بیماری‌زای فیتوفتورا داشتند. استفاده از این پایه‌ها علاوه بر محاسنی که در سازگاری با انواع مختلف میوه‌های هسته دار دارند، در کنترل بیماری‌های ناشی از فیتوفتورا نیز می‌توانند مؤثر باشند.

References

Banihashemi, Z. 1995. Role of *Phytophthora cactorum* on decline of fruit and nut trees in Fars province. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran. Page 224 (in Persian).

Banihashemi, Z., and Fatehi, J. 1989. Reaction of cucurbit cultivars to *Phytophthora drechsleri* and *P. capsici* in greenhouse. Proceedings of the 9th Iranian Plant Protection Congress, Mashhad, Iran. Page 89 (in Persian).

Banihashemi, Z., and Sartipi, A. 2004. Identify Phythopthora species associated with crown rot of stone fruit trees in Fars province by the reaction of *phytophthora cactorum*. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 8: 241-248 (in Persian).

Bouzari, N., and Tatari, M. 2008. Short life of peach and nectarine trees and introduce the most important features of the rootstocks. Technical Bulletin. Publication of

Agricultural Research, Education and Extension, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. Publication No. 4/23/24/10042 (in Persian).

Blaker, N. S., and Macdonald, J. D. 1981. Predisposing effect of soil moisture extremes on the susceptibility of rhododendron to phytophthora root and crown rot. Phytopathology 71: 831-834.

Bliss, F. A., Almehdi, A. A., Dandekar, A. M., Schuerman, P. L., and Bellaloui, N. 1999. Crown gall resistance in accessions of 20 Prunus species. HortScience 34: 326-330.

Browne, G. T., and Mircetich, S. M. 1996. Effects of month of inoculation on severity of disease caused by *Phytophthora* spp. in apple root, crowns and excised shoots. Phytopathology 86: 290-294.

Cummins, J. N. 1991. Register of new fruit and nut varieties . HortScience 30(6): 1135-1150.

Dastjerdi, R., and Damyar, S. 2010. Evaluation of relative resistance in eleven apple rootstocks to crown rot caused by *Phytophthora cactorum*. Seed and Plant Improvment Journal 26-1 (3): 297-311 (in Persian).

Ershad, D. 1995. Fungi of Iran. Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Publication No. 10, Tehran, Iran. 874pp. (in Persian).

Exadaktylou, E., and Thomidis, T. 2005. Susceptibility of Gisela 5 and Maxma 14 cherry rootstocks to Phythophthora species. Scientia Hoticulturae 106: 125-128.

Fallahinezhad, S., and Armin, M. 2013. Evaluation of relative resistance in some selected genotypes Mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) dwarf to Phytophthora species. Journal of Novel Applied Sciences 2(12): 661-665.

Fideghelli, C., Della Strada, G., Grassi, F., and Morico, G. 1998. The peach industry in the world: present situation and trend . Acta Horticulturae 465: 29-40.

Guzman, G., Latrre, B. A., and Wilox, W. F. 2007. Relative susceptibility of peach rootstock to crown gall and phythophthora root and crown rot in Chile. Ciencia Investigation Agraria 34(1): 23-32.

Harris, D. C., and Tobutt, K. R. 1986. Factors influencing the mortality of apple seedlings inoculated with zoospores of *Phytophthora cactorum*. HortScience 61: 457-464.

Haygood, R. A. Graves, C. H ., and Ridings,W. H. 1986. Phytophthora root rot and stem canker of peach trees in Mississipi. Plant Disease 70: 866-868.

Jeffers, S. N., and Aldwinckle, H. S. 1986. Seasonal variation in extent of colonization of two apple rootstocks by five species of Phytophthora. Plant Disease 70: 941-945.

Jeffers, S. N., Aldwinckle, S., Burr, T. J., and Arneson, P. A. 1982. Phytophthora and Pythium species associated with crown rot in New York apple orchards. Phytopathology 72: 533-538. .

Kamali, K., Majidi, E., and Zarghami, R. 2001. Micropropagation of GF677 rootstocks(*Prunus amygdalus* × *Prunus persica*). HortScience 26: 951-986.

Kephart, J. E., and Dunegan, J. C. 1948. Infection of seedling peach stems by zoospores of *Phytophthora cactorum*. Phytopathology 38: 580-581.

Kim, S. H., D Amico, J. F., and Jafee, B. A. 1985. Association of *Phytophthora cryptogea* with peach collarotin Pennsylvania. Phytopathology 75: 626 (Abstract).

Kouyeas, H. 1977. On the apoplexy caused by phytophthora collar rot. EPPO Bulletin 7: 117-124.

Macdonald, J. D., and Duniway, J. M. 1978a. Influence of materic and osmotic components of water potential on zoospores. Phytopathology 68: 751-757.

Macdonald, J. D., and Duniway, J. M. 1978b. Influence of soil texture and temperature on the motility of *Phytophthora cryptogea* and *P. megasperma* zoospores. Phytopathology 68: 1627-1630.

Matheron, M. E., and Matejka, J. C. 1988. Phytophthora root and crown rot of apple trees in Arizona. Plant Disease 72: 481-484.

Matheron, M. E., Wright, G., and Porchas, M. 1998. Resistance to *Phytophthora citrophthora* and *P. parasitica* and nursery characteristic of several citrus rootstocks. Plant Disease 82: 1217-1225.

Nicotra, A., and Moser, L. 1997. Two new rootstocks for peach and nectarines; Penta and Tetra. Acta Horticulturae 451: 269-271.

Reighard, G. L. 2000. Peach rootstocks for the United Stated: are foreign rootstocks the answer. HortTechnology 10: 714-718.

Reighard, G. L ., and Loreti, F. 2008. Rootstock development. pp: 193-215. In: Layne, D. L., and Bassi, D. (eds.). The Peach; Botany, Production and Uses. CAB International Publishing, Wallingford, UK.

Renaud, R., Bernhard, R., Grasselly, C., and Dosba, F. 1988. Diploid plum x peach hybrid rootstocks for stone fruit trees. HortScience 23: 115-116.

Scott, E. S., Wicks, T. G., Lee, T. C. 1992. The development of an assay for resistance to *Phytophthora cambivora* in almond rootstocks using shoots excised from tissue cultures. Plant Pathology 41: 639-645.

Soroori, S., Hajinajari, H., Rezaie, S., and Zamanizade, H. R. 2010. Evaluation of apple dwarf cultivars seedlings for selection of rootstocks tolerant to *Phytophthora cactorum*, causal agent of crown rot disease. Seed and Plant Improvment Journal 26-1 (2): 193-204 (in Persian).

Stylianides, D. C., Chitzanidis, A., and Theochari-Athanaiou, I. 1985. Evaluation of resistance to *Phytophthora* spp. and *Rhizoctonia solani* in stone fruit rootstocks. Options Mediterrannes 85: 73-78.

Thomidis, T. 2000. Field susceptibility of four peach rootstocks to *Phytophthora citrophthora* and *P. syringae*. Phytopathologia Mediterranea 39: 404-409.

Thomidis, T., Cullum, J., Elena, K., and Jeffers, S. N. 2001. Relative rasistance of four peach rootstocks to *Phytophthora cactorum* and *Phytophthora megasperma*. Journal of Phytopathology 149: 599-604.

Thomson, S. V., and Ockey, S. C. 2000. Phytophthora crown and collar rot of fruit trees. Utah Plant Disease Control no.6, Utah State University Cooperative Extention, Logan, USA. 3pp.

Tsipouridis, C., and Thomidis, T. 2004. Effect of 14 peach rootstocks on the yield, fruit quality, mortality, girth expansion and resistace to frost damages of may crest peach variety and Their susceptibility on *Phytophthora citrophthora*. Scientia Horticulturae 103: 421–428.

Wilox, W. F. 1993. Incidence and severity of crown and root rots on four apple rootstocks following exposure to Phytophthora species and waterlogging. Journal of American Society for Horticultural Sciences 118: 63-67.

Wilcox, W. F., and Mircetich, S. M. 1985a. Effects of flooding duration on the development of phytophthora root and crown rots of cherry. Phytopathology 75: 1451-1455.

Wilcox, W. F., and Mircetich, S. M. 1985b. Pathogenicity and relative virulence of seven *Phytophthora* spp. on Mahaleb and Mazzard cherry. Phytopathology 75: 221-226.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

ارزیابی هتروزیس و ترکیب‌پذیری در ارقام توتون (*Nicotiana tabacum* L.) هواخشک با استفاده از روش لاین × تستر

Evaluating Heterosis and Combining Ability of Air Cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Genotypes Using Line × Tester Method

نقی حسین‌زاده فشالمی[۱]، عبدالرحیم مهدوی[۲]، محمدرضا صلواتی میبدی[۳]، حسن رحیم سروش[۴]، عبدالغفور قلی‌زاده[۵]، رضا علی‌نژاد[۶] و سید افشین سجادی[۷]

۱- محقق بخش اصلاح نباتات، مرکز تحقیقات توتون، رشت
۲، ۳، ۵، ۶ و ۷- محقق، مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش
۴- مربی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۴**

چکیده

حسین‌زاده فشالمی، ن.، مهدوی، ع.، صلواتی میبدی، م. ر.، رحیم سروش، ح.، قلی‌زاده، ع.، علی‌نژاد، ر. و سجادی، س. ا. ۱۳۹۴. ارزیابی هتروزیس و ترکیب‌پذیری در ارقام توتون (*Nicotiana tabacum* L.) هواخشک با استفاده از روش لاین × تستر. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۳۳۷ - ۳۲۵.

هیبریدهای نر عقیم سیتوپلاسمی به سرعت در حال تولید و توسعه هستند. به منظور تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و هتروزیس ارقام و لاین‌های توتون هواخشک، ۲۰ هیبرید و ۱۲ ژنوتیپ والدینی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش در سال ۱۳۹۰مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس بر اساس روش لاین × تستر نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد برگ و درصد قند در سطح احتمال پنج درصد و از نظر طول و عرض برگ، طول ساقه، عملکرد و درصد نیکوتین در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها نشان داد که ژنوتیپ‌های B. B 16A، Burley TMV3، BA1 و BCE از نظر عملکرد دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بوده از این رو می‌توانند به عنوان یکی از والدین برای اصلاح عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. بر اساس نتایج ترکیب پذیری خصوصی، تلاقی‌های BNC21-3 × BA1 و Iraburbon × BC21-103 به دلیل ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار از نظر عملکرد و درصد هتروزیس عملکرد ۱۸ و ۵/۳ درصد نسبت به میانگین والد برتر و تلاقی‌های B. B 16A × BC21-103 و BCE × BNC21-3 نیز به دلیل ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و درصد هتروزیس عملکرد ۱۲/۶ و ۵/۳ درصد می‌توانند برای تولید توتون هیبرید نرعقیم مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: توتون، ترکیب‌پذیری، هتروزیس، لاین × تستر، عملکرد.

نویسنده مسئول: fashalami@yahoo.com تلفن: ۰۱۳۳۳۵۴۴۲۱۶

مقدمه

کشورهای چین، برزیل، ایالات متحده آمریکا، ترکیه، زیمبابوه و مالاوی ۸۰ درصد تولید توتون جهان را دارا هستند. در ایران استان‌های گلستان، مازندران، گیلان، آذربایجان غربی و کردستان مناطق مهم کشت توتون سیگارت هستند و سایر استان‌ها به کشت تنباکو اختصاص داده شده‌اند. توتون گیاهی است از خانواده بادمجانیان با نام علمی *Nicotiana tabacum* L. که یک آلوتتراپلوئید با ۴۸ کروموزوم است و به سه گونه تاباکوم (Tabacum)، روستیکا (Rustica) و پتونوئیدس (Petonoides) تقسیم می‌شود. از نظر صنعتی توتون‌ها برای تهیه سیگارت، سیگار برگ، پیپ، قلیان و چپق طبقه‌بندی می‌شوند. توتون‌هایی که برای تهیه سیگارت مورد استفاده قرار می‌گیرند، از گونه تاباکوم و شامل توتون‌های تیپ گرمخانه‌ای، تیپ هواخشک و آفتاب خشک هستند. از توتون‌های تیپ گرمخانه‌ای که مزه خاصی به دود سیگارت می‌دهند برای تهیه سیگارت استفاده می‌شود. خشکانیدن و عمل‌آوری توتون‌های گرمخانه‌ای در شرایط گرمخانه انجام می شود. از نظر خصوصیات ظاهری برگ، ارقام توتون گرمخانه‌ای جزء توتون‌های برگ درشت است. از توتون‌های گونه‌های روستیکا و بعضی از ارقام گونه تاباکوم برای مصرف به صورت قلیان و از توتون‌های گونه پتونوئیدس به عنوان ارقام دهنده صفات خاص در برنامه‌های به‌نژادی استفاده می‌شود (Zamani, 2010).

توان و کینت (Tuan and Kient, 2001) پس از بررسی تعداد زیادی از ارقام وارداتی توتون در ویتنام، ده ژنوتیپ خالص را با پنج رقم نرعقیم تلاقی داده و از روش لاین × تستر برای ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی استفاده و گزارش کردند که رقم نرعقیم RGH4 بالاترین ترکیب‌پذیری عمومی را برای عملکرد داشته و سیزده تلاقی از پنجاه تلاقی انجام شده، هتروزیسی در حد استاندارد داشتند. در نهایت آنها چهار تلاقی را برای به دست آوردن حداکثر عملکرد پیشنهاد کردند بطوریکه دو تلاقی معادل ۱۰ درصد هتروزیس و مقاومت به ویروس موزائیک توتون (TMV) نشان دادند.

کارا و اسندال (Kara and Esendal, 1995) در تجزیه ترکیب‌پذیری و هتروزیس شش رقم و پانزده هیبرید آن‌ها گزارش کردند، متوسط هتروزیس جز برای میزان خاکستر کل برای کلیه صفات معنی‌دار بود. متوسط عملکرد هیبریدها ۱۵/۲ درصد از والدین آن‌ها بیشتر بود. واریانس ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه صفات ارزیابی شده معنی‌دار بود و در نهایت لاین 40-18B را به عنوان بهترین ترکیب‌شونده و سه تلاقی را به عنوان بهترین هیبرید با هتروزیس بالا معرفی کردند.

کوروبین و میترسکی (Korubin and Mitreski, 1996)

ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی را برای تعداد برگ و عملکرد برگ خشک در سه رقم و هیبرید آن‌ها بررسی و گزارش کردند ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای صفت برگ معنی‌دار بود به طوری که نسبت ترکیب‌پذیری عمومی و ترکیب‌پذیری خصوصی معادل ۷/۰۲ درصد بود که بیانگر این بود که این صفت کاملاً تحت اثر ژن‌های افزایشی است. نسبت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای عملکرد معادل ۷/۳۳ بود که نشان می‌داد این صفت تحت اثر ژن‌های افزایشی و غیرافزایشی است. در نهایت آن‌ها یک ترکیب را برای تعداد برگ و دو ترکیب را برای عملکرد معرفی کردند.

در تحقیقی که توسط صلواتی میبدی و همکاران در سال ۱۳۸۰ در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش برای بررسی وراثت‌پذیری مقاومت به ویروس موزاییک توتون (TMV) به روش دیالل در سه سال انجام شد، با توجه به بالابودن نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی، مشخص شد ژن‌های افزایشی نقش مهم‌تری در شیوع و درصد آلودگی به TMV داشتند. در نهایت با توجه به تجزیه ترکیب‌پذیری، ترکیب (کوکر۳۱۹ × گات ۴) بهترین ترکیب برای ایجاد مقاومت نسبی به TMV شناخته شد (صلواتی میبدی و همکاران، گزارش منتشر نشده).

پاتاک و همکاران (Pathak *et al.*, 1996) در تجزیه لاین × تستر برای عملکرد و کیفیت توتون، شش لاین نرعقیم سیتوپلاسمی و چهار تستر را ارزیابی و گزارش کردند واریانس ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار بوده ولی واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار نبود که می‌تواند نشان‌دهنده نقش بیشتر ژن‌های افزایشی در توارث صفات مورد بررسی باشد. بیشترین ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد مربوط به لاین GT5 بود. هتروزیس بر اساس والد برتر برای عملکرد معنی‌دار نبود. اما برای نیکوتین تا ۳۰ درصد هتروزیس دیده شد.

خیر و همکاران (Kher *et al.*, 1998) در بررسی هتروزیس برای عملکرد و اجزای عملکرد در توتون، با تلاقی نه لاین نرعقیم با سیتوپلاسم‌های متفاوت با شش لاین نربارور به روش تلاقی لاین × تستر و مطالعه این هیبریدها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال گزارش کردند تفاوت بین والدین و هیبریدها برای عملکرد و اجزای آن معنی‌دار بود. تفاوت بین هیبریدهای بارور و نرعقیم و هیبریدهای نرعقیم با سیتوپلاسم‌های متفاوت معنی‌دار نبود. همچنین هتروزیس معنی‌داری برای کلیه صفات دیده شد، اگرچه مقدار آن برای صفات مختلف متفاوت بود.

ونکاتا و ناراسیمهایا (Venkata and Narasimhayya, 1976) با بررسی ترکیب‌پذیری در توتون‌های گرمخانه‌ای گزارش کردند یکی از دو لاین نرعقیم مورد بررسی بهتر از دیگری بود.

پراسانا و همکاران (Prasanna *et al.*, 1990) در بررسی هتروزیس و ترکیب‌پذیری در توتون‌های گرمخانه‌ای به روش لاین × تستر، گزارش دادند اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای کلیه صفات معنی‌دار بود و با توجه به مقدار زیاد آن نسبت به ترکیب‌پذیری خصوصی به نظر می‌رسد اثر افزایشی ژن‌ها نقش بیشتری در کنترل این صفات دارند.

در تحقیق دیگری که در سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش انجام شد، شش لاین اصلاح‌شده با شش لاین نرعقیم تلاقی داده و با روش لاین× تستر مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین والدین و تلاقی‌ها برای صفات وزن سبز، عملکرد، طول و تعداد برگ و نیکوتین در سطح یک درصد و برای عرض برگ در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها نشان داد که ارقام توتم۳۲۳ و توتم۳۲۵ و نرعقیم‌های کوکر۳۴۷ نرعقیم۱، کوکر۳۴۷ نرعقیم۲ و کا۳۲۶ نرعقیم۲ از نظر عملکرد دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بودند که می‌توانند به عنوان یکی از والدین در برنامه به‌نژادی برای عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. همچنین از هیبریدهای توتم۳۲۱ × کا۳۲۶ نرعقیم۲، توتم۳۲۳ × کوکر۳۴۷ نرعقیم۱، توتم۳۲۴ × کوکر۳۴۷ نرعقیم۱، توتم۳۲۴ × کوکر۳۴۷ نرعقیم۲، توتم۳۲۵ × کوکر۳۴۷ نرعقیم۲ و توتم۳۲۵ × کا۳۲۶ نرعقیم۲ می‌توان در تولید توتون هیبرید نرعقیم استفاده کرد (صلواتی میبیدی و همکاران، گزارش منتشر نشده). هدف از این آزمایش تعیین ترکیب‌پذیری بین ارقام و لاین‌های توتون و میزان هتروزیس بین هیبریدها از نظر صفات مورد بررسی بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق مواد گیاهی شامل دوازده تیمار بود که ده رقم و لاین توتون به اسامی B. B16A، BCE، Burley White IV Geel، BA1، Burley Orumieh9، Burley Semperant، Burley TMV3، T1024، TN86 و Iraburbon به عنوان لاین با دو رقم نرعقیم BC21-103 و BNC21-3 با عملکرد و کیفیت مطلوب به عنوان تستر مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه تلاقی‌ها بین ارقام و لاین‌های مورد استفاده با تسترها در سال ۱۳۸۹ انجام شد. هر یک از لاین‌ها و ارقام با هر یک از تسترها به طور جداگانه تلاقی داده شد و نتاج حاصل از ۲۰ تلاقی به همراه ۱۲ والد یعنی ده لاین و رقم و دو تستر در مجموع ۳۲ تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفتند. مساحت موثر برداشت هر کرت پس از حذف حاشیه، ۲۷/۵ متر مربع (شامل ۵۵ بوته) و فواصل کاشت ۵۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

در این بررسی صفات تعداد برگ، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، طول ساقه (سانتی‌متر)، عملکرد (کیلوگرم در هکتار)، درصد قند و درصد نیکوتین بر اساس دستورالعمل شرکت دخانیات ایران (Radfar, 1997؛ Vafaee, 1972) اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس صفات بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات مزرعه‌ای (به جز عملکرد) با استفاده از میانگین هر صفت که شامل میانگین ده بوته انتخابی به طور تصادفی از هر واحد آزمایشی بود، انجام شد. تجزیه واریانس و برآوردهای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی بر اساس روش لاین × تستر انجام شد (Singh and Chaudhary, 1977؛ Farshadfar, 1997؛ Farshadfar, 1998). در تجزیه اثر تلاقی به اجزای آن و محاسبه واریانس ژنتیکی، افزایشی و غالبیت با فرض F = 1 از روش کمپتورن (Kempthorne, 1957) استفاده شد. برای آزمون اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی لاین‌ها و تسترها از آزمون t استفاده شد. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و برنامه لاین × تستر انجام شد. برای محاسبه درصد هتروزیس مقدار عملکرد هیبریدها و درجه غالبیت به ترتیب از فرمول‌های ۱ (Tavasoli, 2007) و ۲ استفاده شد:

(فرمول ۱) میانگین والد برتر/ میانگین والد برتر– میانگین F_1= هتروزیس نسبت به والد برتر

(فرمول ۲)

$$\pm\sqrt{\frac{2\theta^{2D}}{\theta^{2A}}}$$

نتایج و بحث

تلاقی‌های انجام شده بین لاین‌ها و تسترهای توتون در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف برای تیمارها شامل والدین، تلاقی‌ها و والدین در مقابل تلاقی‌ها نشان داد که بین تیمارها از نظر تعداد برگ و درصد قند در سطح احتمال پنج درصد و از نظر صفات طول و عرض برگ، طول ساقه، عملکرد و درصد نیکوتین در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بین والدین از نظر صفات تعداد برگ، طول و عرض برگ، طول ساقه، عملکرد و درصد نیکوتین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. برای تلاقی‌ها نیز از نظر صفات طول و عرض برگ، عملکرد و درصد نیکوتین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. برای والدین در مقابل تلاقی‌ها طول و عرض برگ، طول ساقه، عملکرد و درصد قند اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد که این امر نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی بین ارقام والدینی و تلاقی‌های آن‌ها از نظر صفات

جدول ۱- تلاقی‌های انجام شده بین ده لاین و رقم با دو تستر توتون بر اساس روش لاین در تستر در سال ۱۳۸۹

Table 1. Crosses between ten lines and cultivars and two testers of tobacco based on line × tester method made in 2010

شماره تلاقی Cross No.	تلاقی Cross	شماره تلاقی Cross No.	تلاقی Cross
1	B. B16A× BC21-103	11	Burley Semparant× BC21-103
2	B. B16A× BNC21-3	12	Burley Semparant × BNC21-3
3	BCE× BC21-103	13	Burley TMV3× BC21-103
4	BCE× BNC21-3	14	Burley TMV3× BNC21-3
5	Burley White IV Geel× BC21-103	15	T1024× BC21-103
6	Burley White IV Geel× BNC21-3	16	T1024× BNC21-3
7	BA1× BC21-103	17	TN86× BC21-103
8	BA1× BNC21-3	18	TN86× BNC21-3
9	Burley Orumieh9× BC21-103	19	Iraburbon× BC21-103
10	Burley Orumieh9× BNC21-3	20	Iraburbon × BNC21-3

مورد بررسی بود.

تجزیه لاین‌ها × تستر برای صفاتی که منبع تلاقی آن‌ها معنی‌دار بود، نشان داد که بین لاین‌ها از نظر طول و عرض برگ، عملکرد و درصد نیکوتین اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. از نظر اثر متقابل لاین × تستر، عملکرد در سطح احتمال یک درصد و طول برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد که این امر می‌تواند حاکی از واکنش متفاوت لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف باشد (جدول ۲). صلواتی میبدی و همکاران (گزارش منتشر نشده) بیان کردند که بین والدین و تلاقی‌ها برای عملکرد، طول برگ، تعداد برگ و درصد نیکوتین در سطح احتمال ۱ درصد و برای صفت عرض برگ در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین در تجزیه اثر تلاقی‌ها به اجزای خود بین لاین‌ها از نظر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ولی بین تسترها و اثر متقابل بین لاین‌ها و تسترها از نظر عملکرد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد.

تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها (جدول ۳) نشان داد که لاین‌ها و رقم‌های B. B 16A، Burley TMV3، BA1 و BCE از نظر عملکرد دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار و Burley White IV Geel، Burley Semparant، T1024 و TN86 دارای ترکیب‌پذیری منفی و معنی‌دار بودند. از این رو لاین‌ها و رقم‌های BCE، BA1، B. B 16A و Burley TMV3 به دلیل دارابودن قابلیت ترکیب عمومی و توانایی خوب جهت انتقال صفت عملکرد، می‌توانند به عنوان یکی از والدین برای اصلاح عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. صلواتی و همکاران نیز در سال ۱۳۸۹ گزارش کردند که ارقام توتم۳۲۳ و توتم۳۲۵ و نرعقیم‌های کوکر۳۴۷ نرعقیم۱، کوکر۳۴۷

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام و لاین‌های والدینی توتون و تلاقی‌های حاصل بر اساس لاین × تستر

Table 2. Variance analysis of different traits of parental lines and cultivars of tobacco and derived crosses based on line × tester

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS						
			تعداد برگ Number of leaves	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول ساقه Stem length	عملکرد Yield	درصد قند Sugar percent	درصد نیکوتین Nicotine percent
Replication	تکرار	2	37.3^{**}	23^{ns}	18.9^{*}	529^{**}	84708^{ns}	0.004^{ns}	0.803^{**}
Treatment	تیمار	31	8.0^{*}	35^{**}	26.0^{**}	408^{*v}	740879^{**}	0.013^{*}	1.589^{**}
Parents	والدین	11	15.0^{**}	30^{*v}	36.0^{**}	631^{**}	1086506^{**}	0.012^{ns}	1.601^{**}
Parents vs crosses	والدین در مقابل تلاقی‌ها	1	0.4^{ns}	308^{*v}	63.0^{**}	1769^{**}	1736319^{**}	0.136^{**}	0.246^{ns}
Crosses	تلاقی‌ها	19	4.7^{ns}	23^{**}	18.4^{**}	208^{ns}	488388^{**}	0.007^{ns}	1.653^{**}
Lines	لاین‌ها	9	-	31^{**}	2.9^{*v}	-	696858^{**}	-	3.107^{**}
Testers	تسترها	1	-	0.0001^{ns}	1.4^{ns}	-	172163^{ns}	-	0.315^{ns}
Line × Tester	لاین × تستر	9	-	18^{*}	8.8^{ns}	-	315054^{**}	-	0.347^{ns}
Error	اشتباه آزمایشی	62	4.346	8.8	5.563	138.93	76067	0.007	0.216

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

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

جدول ۳- اثر ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها و تسترهای توتون برای صفات مختلف
Table 3. General combining ability effects of tobacco lines and testers for different characteristics

	لاین‌ها و تسترها Lines and testers		طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	عملکرد Yield	درصد نیکوتین Nicotine percent
لاین‌ها Lines	B. B16A		1.46^{ns}	0.85^{ns}	419.9**	-0.40^{ns}
	BCE		1.80^{ns}	0.35^{ns}	357.4**	0.928**
	Burley White IV Geel		2.96*	2.183*	-387.6**	0.482*
	BA1		-1.20^{ns}	0.68^{ns}	464.9**	0.408*
	Burley Orumieh9		0.30^{ns}	-2.65*	-35.9^{ns}	0.427*
	Burley Semparant		1.96^{ns}	3.68**	-249.8*	0.357^{ns}
	Burley TMV3		-1.70^{ns}	-1.31^{ns}	228.1*	0.053^{ns}
	T1024		-2.53*	-1.31^{ns}	-376.6**	-1.087**
	TN86		-4.03**	**-3.60	-330.6*	-1.313**
	Iraburbon		0.96^{ns}	1.18^{ns}	-89.8^{ns}	0.145^{ns}
	S. E (gi-gj)	اشتباه معیار	1. 21	0.96	112.59	0.190
تستر Tester	BC21-103		0	0.15^{ns}	53.6^{ns}	0.072^{ns}
	BNC21-3		0	-0.15^{ns}	-53.6^{ns}	-0.072^{ns}
	S. E (gi-gj)	اشتباه معیار	0.543	0.431	50.355	0.085

ns ،* و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.
ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

نرعقیم۲ و کا۳۲۶ نرعقیم۲ از نظر عملکرد دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بوده و می‌توانند به عنوان یکی از والدین در برنامه‌های به‌نژادی برای عملکرد مورد استفاده واقع شوند. اما لاین‌ها و رقم‌های Burley White IV Geel، Burley Semparant، T1024 و TN86 به علت دارابودن ترکیب‌پذیری عمومی منفی، قابل استفاده برای اصلاح عملکرد نیستند (گزارش منتشر نشده).

لاین BCE علاوه بر عملکرد، از نظر درصد نیکوتین نیز دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و معنی‌دار بود و از نظر این صفت می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرد. لاین Burley Orumieh9 از نظر عرض برگ، T1024 از نظر طول برگ و درصد نیکوتین، TN86 از نظر طول و عرض برگ و درصد نیکوتین دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار بودند لذا قابلیت چندانی در انتقال صفات یاد شده نداشته و باعث کاهش مقادیر این صفات در نتاج حاصل از خود می‌شوند.

کاهش عملکرد در نتاج لاین T1024 ناشی از کاهش طول برگ، در TN86 و Burley White IV Geel به دلیل کاهش طول و عرض برگ و در رقم Burley Semparant به خاطر کاهش عرض برگ بود. رقم TN86 با ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار از طریق کاهش طول و عرض برگ، باعث کاهش عملکرد در نتاج خود شد. این رقم موجب کاهش میزان نیکوتین در نتاج خود نیز شد. در

لاین T1024 به دلیل ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار در طول برگ، عملکرد نتاج کاهش یافت. این رقم همچنین به علت ترکیب‌پذیری عمومی منفی و معنی‌دار درصد نیکوتین، موجب کاهش میزان نیکوتین در نتاج شد. ارقام و لاین‌های BCE از نظر درصد نیکوتین، Burley White IV Geel از نظر طول و عرض برگ و درصد نیکوتین، BA1 از نظر درصد نیکوتین و Burley Orumieh9 از نظر درصد نیکوتین دارای ترکیب پذیری مثبت و معنی‌دار بودند و از نظر این صفات می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار گیرند. تستر BC21-103 دارای ترکیب‌پذیری عمومی مثبت و غیر معنی‌دار از نظر عرض برگ، عملکرد و درصد نیکوتین و تستر BNC21-3 دارای ترکیب‌پذیری عمومی منفی و غیر معنی‌دار از نظر این صفات بود.

بررسی ترکیب‌پذیری خصوصی (جدول ۴) نتاج حاصل از تلاقی‌ها نشان داد که تلاقی‌های BA1 × BNC21-3 و Iraburbon × BC21-103 از نظر عملکرد و تلاقی T1024 × BNC21-3 از نظر طول و عرض برگ دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار بودند. با توجه به این که ترکیب‌پذیری خصوصی سهم غیر افزایشی واریانس ژنتیکی را بیان می‌کند، بنابراین تلاقی‌های مذکور می‌توانند در برنامه به‌نژادی و تولید توتون هیبرید نرعقیم که برپایه واریانس ژنتیکی استوار است، مورد توجه قرار گیرند.

تلاقی‌های BA1 × BC21-103 و Iraburbon × BNC21-3 به علت ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنی‌دار از نظر عملکرد و T1024 × BC21-103 به دلیل ترکیب‌پذیری خصوصی منفی و معنی‌دار از نظر طول و عرض برگ موجب کاهش عملکرد در نتاج خود شدند.

بررسی درصد هتروزیس عملکرد هیبریدها نسبت به والد برتر نشان داد که تلاقی‌های BA1 × BNC21-3 و Iraburbon × BC21-103 به ترتیب ۱۸ و ۵/۳ درصد نسبت به والد برتر هتروزیس داشت. در مورد تلاقی‌های B. B16A × BC21-103 و BCE × BNC21-3 به ترتیب ۱۲/۶ و ۵/۳ درصد هتروزیس مشاهده شد و ترکیب‌پذیری خصوصی در این تلاقی‌ها نیز مثبت بود. تلاقی‌های Burley White IV Geel × BC21-10 و T1024 × BNC21-3 نیز کمترین میزان هتروزیس عملکرد را در بین تلاقی‌ها دارا بودند (جدول ۵). در تحقیقی دیگر در سال ۱۳۸۹، هیبریدهای توتم ۳۲۱ × کا ۳۲۶ نرعقیم ۲، توتم ۳۲۳ × کوکر ۳۴۷ نرعقیم ۱، توتم ۳۲۴ × کوکر ۳۴۷ نرعقیم ۱، توتم ۳۲۴ × کوکر ۳۴۷ نرعقیم ۲، توتم ۳۲۵ × کوکر ۳۴۷ نرعقیم ۲ و توتم ۳۲۵ × کا ۳۲۶ نرعقیم ۲ را که دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار بوده و نسبت به برترین والد از هتروزیس عملکرد مثبت و بالاتری برخوردار بودند، به عنوان توتون‌های

جدول ۴- اثر ترکیب‌پذیری خصوصی لاین‌ها و تسترها برای صفات معنی‌دار در ژنوتیپ‌های توتون

Table 4. Specific combining ability effects of tobacco lines and testers for significant characteristics

شماره تلاقی Cross No.	تلاقی Cross	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	عملکرد Yield	درصد نیکوتین Nicotine percent
1	B. B16A× BC21-103	1.83^{ns}	-0.31^{ns}	191.8^{ns}	-0.034^{ns}
2	B. B16A× BNC21-3	-1.83^{ns}	0.31^{ns}	-191.8^{ns}	0.034^{ns}
3	BCE× BC21-103	0.50^{ns}	0.85^{ns}	-94.7^{ns}	0. 151^{ns}
4	BCE× BNC21-3	-0.05^{ns}	-0.85^{ns}	94.7^{ns}	-0.151^{ns}
5	Burley White IV Geel× BC21-103	0.667^{ns}	1.02^{ns}	-124.7^{ns}	-0.156^{ns}
6	Burley White IV Geel× BNC21-3	-0.667^{ns}	-1.02^{ns}	124.7^{ns}	0.156^{ns}
7	BA1× BC21-103	1.50^{ns}	0.18^{ns}	499.9^{ns}	-0.009^{ns}
8	BA1× BNC21-3	-1.50^{ns}	-0.18^{ns}	499.9^{ns}	0.009^{ns}
9	Burley Orumieh9× BC21-103	-1.33^{ns}	-0.48^{ns}	38.3^{ns}	-0.317^{ns}
10	Burley Orumieh9× BNC21-3	1.33^{ns}	0.48^{ns}	-38.3^{ns}	0.317^{ns}
11	Burley Semparant× BC21-103	0.00	-0.18^{ns}	106.8^{ns}	0.389^{ns}
12	Burley Semparant × BNC21-3	0.00	0.18^{ns}	-106.8^{ns}	-0.389^{ns}
13	Burley TMV3× BC21-103	1.67^{ns}	0.18^{ns}	-31.4^{ns}	0.046^{ns}
14	Burley TMV3× BNC21-3	-1.67^{ns}	-0.18^{ns}	31.4^{ns}	-0.046^{ns}
15	T1024× BC21-103	-3.83*	-2.81*	13.9^{ns}	0.297^{ns}
17	T1024× BNC21-3	3.83*	2.81*	-13.9^{ns}	0.297^{ns}
15	TN86× BC21-103	-1.33^{ns}	-0.48^{ns}	-83.4^{ns}	-0.361^{ns}
18	TN86× BNC21-3	1.33^{ns}	0.48^{ns}	83.4^{ns}	0.361^{ns}
19	Matsukava Kanto201× BC21-103	0.33	1.68^{ns}	433.4**	-0.006^{ns}
20	Matsukava Kanto201× BNC21-3	-0.33^{ns}	-1.68^{ns}	-433.4**	0.006^{ns}
	S.E (sij-skl) اشتباه معیار	1.719	1.362	159.24	0.268

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

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

جدول ۵- درصد هتروزیس بیست هیبرید نرعقیم سیتوپلاسمی توتون هواخشک نسبت به والد برتر از نظر عملکرد

Table 5. Heterosis percent of CMS twenty hybrids of air- cured tobacco compared to the superior parent

شماره هیبرید Cross No.	تلاقی Cross	درصد هتروزیس هیبریدها نسبت به والد برتر Heterosis percent compared to the superior parent
1	B. B16A× BC21-103	12.6
2	B. B16A× BNC21-3	-6.1
3	BCE× BC21-103	3.1
4	BCE× BNC21-3	5.3
5	Burley White IV Geel× BC21-103	-18.1
6	Burley White IV Geel× BNC21-3	-14.2
7	BA1× BC21-103	-3.7
8	BA1× BNC21-3	18.0
9	Burley Orumieh9× BC21-103	-4.0
10	Burley Orumieh9× BNC21-3	-9.1
11	Burley Semparant× BC21-103	-8.0
12	Burley Semparant × BNC21-3	-16.8
13	Burley TMV3× BC21-103	1.3
14	Burley TMV3× BNC21-3	0.05
15	T1024× BC21-103	-14.0
16	T1024× BNC21-3	-17.7
17	TN86× BC21-103	-15.4
18	TN86× BNC21-3	-13.8
19	Iraburbon× BC21-103	5.3
20	Iraburbon× BNC21-3	-21.4

هیبرید نرعقیم معرفی شدند (صلواتی میبدی و همکاران، گزارش منتشر نشده).

برآورد اجزای واریانس ژنتیکی روی صفات مورد بررسی نشان داد که فقط در صفت درصد نیکوتین، نسبت واریانس افزایشی ژن‌ها به غیر افزایشی بیشتر از یک می‌باشد که این امر نشان دهنده قابلیت انتقال مطلوب این صفت است. در تحقیق مشابهی با توجه به بالابودن نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی، گزارش شد که ژن‌های افزایشی نقش مهم‌تری در شیوع و درصد آلودگی به ویروس موزائیک توتون دارند (صلواتی‌میبدی و همکاران، گزرش منتشر نشده). بیشترین مقدار وراثت‌پذیری خصوصی برای صفت درصد نیکوتین (۱۸/۵ درصد) برآورد شد که امکان گزینش نتاج با نیکوتین بالارا در نسل‌های در حال تفکیک فراهم می‌کند، بنابراین برای بهبود این صفت در نتاج می‌توان از روش‌های شجره‌ای و بالک تک بذری استفاده کرد. برای سایر صفات سهم واریانس افزایشی ژن‌ها کم بود که نشان می‌دهد پتانسیل انتخاب برای این صفات زیاد نخواهد بود و برای بهبود این صفات، دورگ‌گیری و استفاده از هتروزیس مناسب تر است (جدول ۶).

جدول ۶- سهم اجزای واریانس ژنتیکی روی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های توتون بر اساس روش لاین × تستر

Table 6. Genetic variance share on studied traits in tobacco genotypes based on line× tester

اجزای واریانس Variance components	تعداد برگ No. of leaves	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول ساقه Stem length	عملکرد yield	درصد قند Sugar percent	درصد نیکوتین Nicotine (%)
واریانس افزایشی additional variance	0.03	0.22	0.4	1.88	7841	0	0.06
واریانس غالبیت dominant variance	0.33	3.12	1.08	9.03	79662	0.002	0.04
درجه غالبیت degree of dominant	4.85	5.30	2.2	3.10	4.5	0	1.20
سهم واریانس غالبیت dominant variance share	7.36	10.40	15.3	6.00	26.8	22.2	13.80
سهم واریانس محیطی environmental variance share	92.00	85.50	78.6	92.70	70.5	77.8	67.70
سهم واریانس افزایشی dominant variance share	0.64	4.10	6.1	1.030	2.7	0.0	18.50

بررسی سهم نسبی لاین‌ها، تسترها و اثر متقابل لاین × تستر نشان داد که از نظر اکثر صفات سهم لاین‌ها از واریانس کل بیشتر از سهم تسترها و اثر متقابل لاین × تستر بود. سهم لاین × تستر در رتبه دوم و سهم تسترها از واریانس کل بسیار ناچیز بود. در مورد تعداد برگ سهم لاین‌ها و اثر متقابل لاین × تستر یکسان بود (جدول ۷).

در مجموع، در این بررسی ترکیب‌های BNC21-3 × BA1 و

جدول ۷- سهم نسبی لاین ها، تسترها و اثر متقابل آن‌ها در واریانس کل
Table 7. Relative share of lines, testers and their interaction in total variance

سهم واریانس کل Share from total variance		تعداد برگ No. of leaves	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول ساقه Stem length	عملکرد yield	درصد قند Sugar percent	درصد نیکوتین Nicotine (%)
Line	لاین‌ها	41.0	62.7	77.0	62.0	67.6	86.8	89
Terster	تسترها	5.4	0.0	0.4	0.3	1.9	0.5	1
Line × Tester	لاین × تستر	53.6	27.3	22.6	37.7	30.5	12.7	10

BC21-103 × Iraburbon به دلیل ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌دار از نظر عملکرد و درصد هتروزیس عملکرد ۱۸ و ۵/۳ درصد نسبت به میانگین والد برتر و ترکیب‌های B. B 16A × BC21-103 و BCE × BNC21-3 نیز به دلیل ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و درصد هتروزیس عملکرد ۱۲/۶ و ۵/۳ درصد به عنوان هیبریدهای نرعقیم مطلوب انتخاب شناسائی شدند.

References

Farshadfar, E. 1997. Plant Breeding Methodology. Razi University Press, Kermanshah, Iran. 616 pp. (in Persian).

Farshadfar, E. 1998. Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding (Volume 1). Razi University Press, Kermanshah, Iran. 528 pp. (in Persian).

Kara, S. M., and Esendal, E. 1995. Heterosis and combining ability analysis of some quantitative characters in Turkish tobacco. Tobacco Research 21 (1-2): 16-22.

Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.

Kher, H. R., Pathak, H. C., and Patel, A. D. 1998. Heterosis for yield and yield components in Bidi tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) over diverse cytoplasm. Abstract Book of a Tobacco Symposium, India. Page 6.

Korubin-Aleksoska, A., and Mitreski, M. 1996. General and specific combining abilities, Bull. Spéc. CORESTA Congrès, Yokohama, Japan. Page 142.

Pathak, H. C., Patel, G. C., and Jadeja, R. 1996. Line × tester analysis for yield and quality in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Tobacco Research 22 (1): 7-13.

Prasanna, S., Rao, G. S. B., Ilyas Ahmed, M., and Subrahmanyam, G. S. V. 1990. Heterosis and combining ability in FCV tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Tobacco Research 16 (1): 9-16.

Radfar, D. 1997. Analytical Methods for Various Substances in Tobacco- Smoke. Iran Tobacco Company, Tehran, Iran. 32 pp. (in Persian).

Singh, R. K., and Chaudhary, B. D. 1977. Biometrical Method in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Pubications, New Delhi, India. 304 pp.

Tavasoli, A. 2007. Plant Breeding Principles and Applications. Published by Seed and Plant Improvement Institue, Karaj, Iran. 244 pp. (in Persian).

Tuan, T. N., and Kient, D. 2001. Development of flue-cured tobacco hybrids in Vietnam, CORESTA Meeting Agro-Phyto Groups, Cape Town, South Africa.

Venkata, R. C., and Narasimhayya, G. 1976. Line × tester analysis of combining ability in flue-cured tobacco. Indian Journal of Agricultural Research 10: 32-38.

Vafaee, R. 1972. Survey of European Standards in the Field of Tobacco. Itan Tobacco Company, Tehran, Iran. 32 pp. (in Persian).

Zamani, P. 2010. Agronomy and Curing of Tobacco. Beh Andishan Publishers, Tehran, Iran. 160 pp. (in Persian).

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

تجزیهٔ ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط کاشت معمول و تاخیری

Genetic Analysis of Seed Yield and some Agronomic Traits in Rapeseed Genotypes Under Normal and Late Sowing Conditions

حسن امیری اوغان[۱]، محمد مقدم[۲]، کاظم قاسمی گلعذانی[۳] و امیرحسین شیرانی‌راد[۴]

۱ و ۲- دانشجوی سابق دکتری و استاد، گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- استاد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۰

چکیده

امیری اوغان، ح.، مقدم، م.، قاسمی گلعذانی، ک. و شیرانی‌راد، ا. ح.. ۱۳۹۴. تجزیهٔ ژنتیکی عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط کاشت معمول و تاخیری. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۳۶۴ - ۳۳۹.

در این بررسی ۱۲۰ ژنوتیپ کلزا شامل ده لاین به عنوان پایه مادری، ده تستر و یک صد دورگ F2 حاصل از تلاقی لاین‌ها با تسترها در کرج در قالب دو طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در دو تاریخ کاشت، نیمهٔ اول مهر (نرمال) و نیمهٔ اول آبان (تأخیری) در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ کاشته شدند. تجزیه واریانس ساده و مرکب اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر عملکرد دانه و صفات زراعی در هر دو شرایط کاشت و در مجموع نشان داد که بیانگر تنوع ینتیکی قابا توجهی بین ژنوتیپ‌ها بود. تجزیه لاین × تستر حاکی از سهم بیشتر اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن در هر دو شرایط آزمایش بود. وراثت‌پذیری عمومی تمام صفات در هر دو شرایط بالا برآورد شد (بین ۶۳/۱۴ و ۸۹/۱۲ درصد) که بیانگر اهمیت بیشتر واریانس ژنتیکی نسبت به واریانس محیطی بود. وراثت‌پذیری خصوصی تعداد شاخه در بوته، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تعداد خورجین در بوته در هر دو شرایط کاشت در حد متوسط (بین ۴۳/۴۲ و ۵۶/۰۲ درصد) و برای تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در هر دو شرایط کاشت در حد کم (به ترتیب ۳۶/۳۳ و ۲۴/۶۱ درصد) بود. بنابراین گزینش برای عملکرد دانه و اجزای آن به ویژه تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در نسل‌های اولیه چندان موثر نخواهد بود. هر دو عمل افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی تمام صفات نقش داشتند ولی برای تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه (فقط کاشت تاخیری) و ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه (در هر دو شرایط آزمایش) نقش عمل غیرافزایشی ژن‌ها بیشتر مشهود بود. برآورد ترکیب‌پذیری صفات نشان داد که تسترهای T9 و T2 و لاین L1 به‌عنوان بهترین ترکیب شونده‌های عمومی در جهت افزایش عملکرد دانه بودند. چهار دورگ T7×L1، T8×L5، T3×L8 و T8×L9 در شرایط کاشت معمول و سه دورگ T3×L1، T9×L2 و T7×L3 در شرایط کاشت تاخیری بهترین ترکیب شونده‌های خصوصی برای افزایش عملکرد دانه بودند. برخی از این دورگ‌ها دارای بیشترین هتروزیس مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه بودند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، کاشت تاخیری، تنش سرما، تجزیه لاین × تستر، وراثت پذیری، اثر ژنتیکی.

نویسنده مسئول: mmoghaddam@tabrizu.ac.ir تلفن: ۰۴۱۳۳۳۵۶۰۰۳

مقدمه

کلزا از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که دانهٔ ارقام جدید آن حاوی ۴۸-۴۵ درصد روغن بوده و کنجالهٔ آن نیز سرشار از پروتئین است (Gül *et al.*, 2007). تنش سرما و انجماد از جمله تنش‌های غالب در مناطق سرد و معتدل سرد کشور است و بیشتر در مورد گیاهانی مانند کلزا رخ می‌دهد که در پاییز کشت می‌شوند و در اواخر بهار می‌رسند. این نوع تنش‌ها در حدود ۵۱ درصد از اراضی زیر کشت در مناطق غربی و شمالی کشور را شامل می‌شود (Madani, 2002). بررسی‌ها نشان می‌دهند که کلزا در مرحله گلدهی به تنش سرما حساس است و بسته به مدت زمان تنش، تا ۷۰ درصد کاهش عملکرد نشان می‌دهد (Kumar, 1997؛ Dhawan, 1985)، ولی اگر دارای زمستان‌گذرانی خوبی باشد می‌تواند دمای ۱۵- درجهٔ سانتی‌گراد و حتی در صورت وجود پوشش برف تا ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد را تحمل کند (Gusta and O'Connor, 1987). از شرایط زمستان‌گذرانی خوب کلزا می‌توان به مواردی مانند برخورداری از ۱۰-۸ برگ، حداقل ۱/۵ گرم وزن خشک بوته، حداقل ۲۰ سانتی‌متر طول ریشه و قطر طوقه بین ۱۵-۸ میلی‌متر در مرحله روزت اشاره کرد. تاریخ کاشت و تراکم بوته در واحد سطح از عوامل موثر در نیل به شرایط یاد شده در زراعت کلزا به شمار می‌آیند (Alyari *et al.*, 1991).

عملکرد صفت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر اجزای بسیاری قرار می‌گیرد و دارای وراثت چندژنی است (Brojervic, 1990). گرافیوس (Grafius, 1964) برای نشان دادن رابطه عملکرد و اجزای آن یک نمودار هندسی برای دانه‌ریزها ارایه کرد و عملکرد واقعی را حاصل تعامل بین اجزای عملکرد دانست. دپنبروک (Diepenbrock, 2000) نیز ساختار عملکرد کلزا را ناشی از اجزای عملکرد بیان کرد. آگاهی از نحوه کنترل ژنتیکی و توارث اجزای عملکرد می‌تواند در انتخاب روش اصلاحی مناسب و در نتیجه، بهبود عملکرد کارساز باشد. با استفاده از طرح‌های مختلف ژنتیکی از جمله تجزیه لاین × تستر می‌توان اجزای ژنتیکی کنترل‌کننده صفات مورد مطالعه را برآورد کرد. ژنتیک صفات در گیاهان استراتژیک مطالعه شده است. در بیشتر موارد، اثر افزایشی ژن‌ها مهم‌تر بوده ولی اثر غالبیت ژن‌ها نیز در کنترل صفات دخالت داشته است (Roy and Basu, 2009). غلامی و همکاران (Gholami *et al.*, 2008) به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی در کلزا از تلاقی لاین × تستر بین سه والد پدری و پنج والد مادری استفاده کردند. معنی‌دار بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نیز برآورد درجه غالبیت بیش از یک برای ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، طول ساقه اصلی و عملکرد دانه نشان دهنده اثر فوق غالبیت و اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات بود. بنابراین، عنوان شد که

تولید ارقام هیبرید در این گیاه با توجه به صفات یادشده توجیه پذیر است. گوش و همکاران (Ghosh *et al.*, 2002) از طریق انجام تجزیه لاین × تستر برای ۲۹ لاین امید بخش و هفت تستر در خصوص ده صفت کمی در خردل هندی نشان دادند که هر دو عمل افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل اکثر صفات به ویژه عملکرد دانه نقش دارند، ولی عمل غیرافزایشی ژن‌ها در توارث عملکرد دانه و برخی از اجزای آن چون تعداد خورجین در بوته و تعداد شاخه در بوته بیشتر مشهود بود. لاکزویک (Luczkiewicz, 1996) با مطالعه تلاقی‌های دی‌آلل حاصل از شش لاین دابل‌هاپلوئید کلزای زمستانی نشان داد که صفات قطر ریشه در ناحیه طوقه، ارتفاع بوته، میزان ارتفاع اولین انشعاب، تعداد شاخه در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه تحت تأثیر اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها هستند. در این مطالعه، نقش اثر غیرافزایشی ژن‌ها در توارث صفات زراعی و اجزای عملکرد دانه و نیز نقش اثر افزایشی ژن‌ها در توارث صفات مربوط به ریشه در جهت تزایدی بود.

کارآیی گزینش در ارتباط با بهبود صفات مورد مطالعه به اهمیت نسبی عوامل ژنتیکی و محیطی در بروز تفاوت‌های فنوتیپی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بستگی دارد (Fehr, 1987). اهمیت نسبی عوامل وراثتی در تعیین واریانس فنوتیپی به وراثت‌پذیری معروف است و بسته به این که به ارزش ژنوتیپی یا اصلاحی ربط داده شود، دو مفهوم کاملاً متفاوت پیدا می‌کند. رینگدهال و همکاران (Ringdahl *et al.*, 1986) وراثت‌پذیری خصوصی تعداد برگ و ارتفاع بوته کلزا را به ترتیب ۷۷-۴۹ درصد و ۸۴-۵۱ درصد برآورد کردند. براون و همکاران (Brown *et al.*, 1996) با مطالعه جمعیت‌های F_1 و F_2 در کلزا در مکان‌ها و سال‌های مختلف، اظهار داشتند که صفات ارتفاع بوته و عملکرد دانه دارای وراثت‌پذیری خصوصی پایینی هستند. مالیک و همکاران (Malik *et al.*, 1995) وراثت‌پذیری عملکرد دانه و برخی صفات دیگر را در کلزا بررسی و اظهار داشتند که تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه دارای وراثت‌پذیری خصوصی بالا، ولی عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته دارای وراثت‌پذیری پایین هستند. ویندر و همکاران (Virender *et al.*, 1995) برای تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه وراثت‌پذیری عمومی بالایی برآورد کردند. لئوفورت بوسون و داتی (Lefort-Buson and Dattee, 1982) نیز با مطالعه تلاقی‌های دی‌آلل ناقص ۲۵ لاین کلزای زمستانی، وراثت‌پذیری خصوصی عملکرد دانه را برابر ۰/۳۲ گزارش کردند. در مطالعه لاکزویک (Luczkiewicz, 1996)، بیشترین وراثت‌پذیری خصوصی برای تعداد شاخه در بوته (۵۰/۶ درصد) و کمترین مقدار آن مربوط به تعداد دانه در بوته (۱۴/۱ درصد) برآورد شد.

به هر حال، گزارش‌های فراوانی در رابطه با

تنوع ژنتیکی گونه‌های مختلف براسیکا از طریق طرح‌های ژنتیکی مانند دی‌آلل، تجزیهٔ میانگین نسل‌ها و تجزیهٔ لاین × تستر وجود دارند. نتایج حاضر تصویر کاملی از نحوه توارث عملکرد ارایه می‌دهند. اجزای اصلی عملکرد الگوی ساده‌تری از توارث به صورت عمل افزایشی ژن توأم با برخی از اثر اپیستازی و غالبیت دارد. هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی ژن‌ها نقش داشته‌اند. بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که برای اجزای عملکرد در جمعیت F1، میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) معنی‌داری وجود دارد، ولی میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی (SCA) از اهمیت کمتری برخوردار است. به طور کلی نسبت GCA:SCA برای اجزای عملکرد در مقایسه با خود عملکرد بیشتر بوده است، ولی تاکید بر این امر ضروری است که اثرهای افزایشی و غالبیت ژن‌ها برای بهره‌وری محصول با توجه به نوع مواد آزمایشی، طرح ژنتیکی مورد استفاده و محیط آزمایش متغیر است. مقایسهٔ نتایج حاصل از طرح‌های آزمایشی مختلف در باره ماهیت تنوع ژنتیکی کلزا نشان داد که تجزیه دی‌آلل کامل و لاین × تستر، جامع‌تر بوده و اطلاعات جالبی را در زمینه اثر و نوع فعالیت ژن‌ها و نحوه کنترل صفات کمی ارایه می‌دهند.

برآورد ترکیب‌پذیری صفات نقش به سزایی در انتخاب والدین برای شروع پروژه‌های به‌نژادی و نیز تعیین خط مشی اصلاحی ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد. بهره‌گیری از پدیده هتروزیس به عنوان یک روش اصلاحی اغلب به نوع ترکیب پذیری در بین لاین‌های اینبرد بستگی دارد. غلامی و همکاران (Gholami *et al.*, 2008) با انجام تلاقی لاین × تستر ۵ × ۳ در کلزا اظهار داشتند که از میان لاین‌ها، کوانتوم و لیگای و در بین تسترها، فوستو دارای ترکیب پذیری عمومی بهتری برای عملکرد و برخی صفات دیگر هستند. رامئه و همکاران (Rameah *et al.*, 2003) با انجام تلاقی دی‌آلل ۸ × ۸ یک طرفه در نسل F_2 نشان دادند که در بین اجزای عملکرد دانه کلزا، برای تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در اغلب دورگ‌هایی که دارای ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت یا مثبت معنی‌دار بودند دست کم یک والد با ترکیب‌پذیری عمومی مثبت وجود داشت. آن‌ها اظهار داشتند که گزینش براساس ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفات در والدها می‌تواند از نقش به‌سزایی در ایجاد دورگ‌های با ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت برخوردار باشد. هدف از مطالعه حاضر دستیابی به اطلاعاتی پیرامون تنوع ژنتیکی، اثر و نوع عمل ژن‌ها، نحوه وراثت و سایر پارامترهای ژنتیکی مربوط به عملکرد و اجزای آن در کلزا در دو شرایط کشت معمول و تاخیری بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی موسسه

تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ۱۲۳۱ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. بر اساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک، این منطقه با داشتن ۱۸۰-۱۵۰ روز خشک جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم وخشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود. ریزش باران عمدتاً در اواخر پاییز و اوایل بهار رخ می‌دهد. حداکثر دمای سالیانه به‌طور متوسط ۲۸ درجه سانتی‌گراد (عمدتاً در تیرماه) و حداقل آن به طور متوسط یک درجه سانتی‌گراد (عمدتاً در دی ماه) است. متوسط بارندگی، دمای منطقه و خاک بر اساس آمار ۳۵ ساله به ترتیب ۲۴۲ میلی‌متر، ۱۳/۵ و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است.

تهیه مواد ژنتیکی، عملیات زراعی و یادداشت برداری صفات

در پاییز سال ۱۳۸۷ ده والد توصیه شده برای کاشت در دو اقلیم سرد و معتدل سرد کشور و ده تستر (سه والد زمستانی و هفت والد بهاری) برای این پژوهش انتخاب شدند. والدین انتخابی در بلوک‌های تلاقی در مزرعه تحقیقاتی بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت و در بهار دورگ‌گیری بین آن‌ها به‌صورت فاکتوریل در دو سال متوالی برای تهیه نسل‌های F1 و F2 انجام شد. در پاییز ۱۳۸۹، دورگ‌های نسل دوم به همراه ۲۰ والد و در مجموع ۱۲۰ ژنوتیپ در قالب طرح آلفا لاتیس (Patterson and Williams, 1976) با دو تکرار و در دو تاریخ کاشت نرمال (نیمهٔ اول مهر) و تأخیری (نیمهٔ اول آبان) در مزرعهٔ تحقیقاتی مذکور کاشته شدند. هم‌زمان با آماده سازی بستر بذر، بر اساس آزمون خاک و توصیهٔ کودی کلیهٔ مقادیر فسفر و پتاسیم مورد نیار، به‌ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مصرف شد. اوره نیز به صورت سرک در سه مرحلهٔ ۲ تا ۴ برگی، ساقه‌رفتن و شروع گلدهی به‌ترتیب به میزان ۱۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. وجین علف‌های هرز به روش دستی و آبیاری به صورت نشتی و با کمک سیفون در ۷-۶ مرحله انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل دو پشتهٔ با دو ردیف کاشت چهار متری روی هر پشته (در مجموع چهار ردیف کشت) به فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متر از هم بود.

در طول آزمایش برخی صفات زراعی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در پانزده بوته تصادفی رقابت کننده یادداشت برداری شد. برای عملکرد دانه نیز در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، برداشت محصول به صورت دستی پس از حذف خطوط حاشیه و نیز

۱۵ سانتی‌متر از بالا و پایین، در مساحتی معادل ۳/۲۴ متر مربع انجام شد. محصول برداشت شده توسط کمباین خرمنکوبی و عملکرد هر کرت پس از حذف کاه و کلش بر حسب تن در هکتار تعیین شد.

تجزیه‌های آماری

نرمال بودن خطاها آزمایشی با استفاده از آزمون اندرسون- دارلینگ (Anderson and Darling, 1952) بررسی شد. تجزیه واریانس و تصحیح میانگین داده‌ها براساس طرح آلفا لاتیس (Patterson and Williams, 1976) و به کمک نسخهٔ جدید نرم افزار PLABSTAT انجام شد. محاسبهٔ ترکیب‌پذیری خصوصی دورگ‌ها و عمومی والدین و وراثت‌پذیری صفات براساس اطلاعات حاصل از تجزیه لاین × تستر (Kempthorne, 1957) انجام شد. هتروزیس والد برتر صفات محاسبه و معنی‌دار بودن آن از طریق آزمون t بررسی شد. تجزیه لاین × تستر به صورت مرکب در دو محیط معمول و تاخیری نیز بر اساس مدل پیشنهادی الیتریبای و همکاران (Elitriby *et al*., 1981) و با استفاده از میانگین تصحیح شده تیمارها صورت انجام شد. با توجه به استفاده نسل F2 دورگ‌ها در آزمایش، برای محاسبه اجزای واریانس ژنتیکی از ضریب خویش‌آمیزی ۰/۵ استفاده شد. واریانس افزایشی (V_A) و غالبیت (V_D) بسته به نوع تجزیه واریانس ساده و مرکب، با توجه به ثابت بودن لاین‌ها و محیط‌ها از فرمول‌های زیر به‌دست آمد (Singh and Chaudhary, 2007):

$$V_A= [(MSpooled- MSe)/r]\times\frac{8}{8} \quad \text{(در تجزیه واریانس ساده)}$$

$$V_A= [(MSpooled- MSe)/re]\times\frac{3}{3} \quad \text{(در تجزیه واریانس مرکب)}$$

$$V_D= [(MS_{L\times T}-MSe)/r]\times\frac{16}{9} \quad \text{(در تجزیه واریانس ساده)}$$

$$V_D= [(MS_{L\times T}- MSe)/re]\times\frac{16}{9} \quad \text{(در تجزیه واریانس مرکب)}$$

که در آن r تعداد تکرار، e تعداد محیط، MSe میانگین مربعات خطای آزمایشی، $MS_{l\times t}$ میانگین مربعات اثر متقابل لاین با تستر و MSpooled میانگین مربعات ادغام شده است که از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$MSpooled= (SS_L+SS_T)/(DF_L+DF_T)$$

که در آن SS_L و SS_T به‌ترتیب بیانگر مجموع مربعات لاین‌ها و تسترها؛ DF_L و DF_T به‌ترتیب درجه‌های آزادی لاین‌ها و تسترها است. نحوه عمل ژن از نسبت میانگین مربعات ترکیب پذیری عمومی به مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی محاسبه شد. میانگین درجه غالبیت نیز

از جذر دو برابر واریانس غالبیت به واریانس افزایشی به دست آمد. مقادیر وراثت‌پذیری عمومی (h^2_B) و خصوصی (h^2_N) صفات در واحد میانگین تیمارها نیز به ترتیب از روابط زیر محاسبه شد:

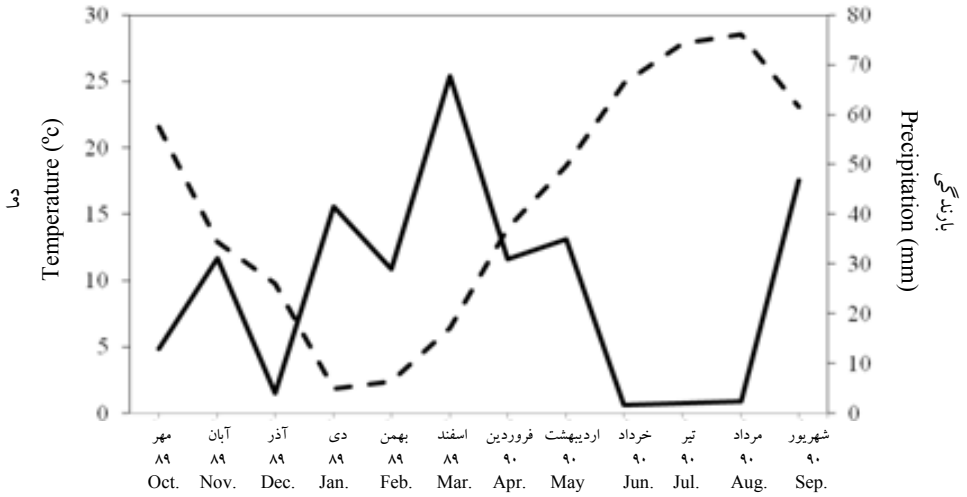
$$h^2_B = [(V_A+V_D) / (V_A+V_D+M`e)]\times 100$$

$$h^2_N = [V_A / (V_A+V_D+M`e)]\times 100$$

که در روابط بالا: M`e میانگین مربعات خطای آزمایشی تقسیم بر تعداد تکرار است.

نتایج و بحث

نمودارهای هواشناسی موجود در شکل ۱ بیانگر وضعیت دما و بارندگی کرج در سال زراعی ۸۹-۱۳۹۰ است. در این سال، از ۲۳ آذر ماه لغایت ۲۵ اسفند ماه متوسط دمای منطقه ۳/۵ درجه سانتی‌گراد با ۲۰ روز دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد (متوسط ۵/۴- درجه سانتی‌گراد) و با ده روز پوشش برفی بود. متوسط بارندگی منطقه نیز در این مدت ۱/۴۸ میلی‌متر برآورد شد (منبع: ایستگاه سینوپتیک کرج).



شکل ۱- وضعیت بارندگی و دمای کرج در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹

Fig. 1. Precipitation and temperature status of Karaj during 2010-11 cropping season

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ و نام و مشخصات لاین‌ها و تسترهای مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش
Table 1. Physical and chemical properties of soil of experimental site

Properties	مشخصات	عمق نمونه برداری Sampling depth (cm) 0-30	30-60
EC (ds/m)	هدایت الکتریکی	1.39	1.19
pH	اسیدیته خاک	7.30	7.10
T.N.V. (%)	درصد مواد خنثی شونده	8.19	8.38
SP (%)	درصد رطوبت گل اشباع	36.00	38.00
O.C. (%)	درصد کربن آلی	0.87	0.97
N_{total} (%)	درصد نیتروژن کل	0.09	0.04
P (p.p.m.)	فسفر قابل جذب	14.70	15.60
K (p.p.m.)	پتاسیم قابل جذب	171.00	139.00
Clay (%)	درصد رس	31.00	26.00
Silt (%)	درصد سیلت	44.00	45.00
Sand (%)	درصد شن	25.00	29.00
Soil texture	بافت خاک	Clay loam	Clay loam

جدول ۲- اسامی لاین‌ها و تسترهای کلزای مورد استفاده در آزمایش
Table 2. List of rapeseed lines and testers used in the experiment

کد لاین Line code	لاین Line	تیپ رشد Growth type	منشأ Origin	کد تستر Tester code	تستر Tester	تیپ رشد Growth type	منشأ Origin
L1	Zarfam	I	Iran	T1	Okapi	W	France
L2	Talaye	W	Iran	T2	Licord	W	Germany
L3	SLM046	W	Germany	T3	Orient	W	Germany
L4	Geronimo	W	France	T4	RGS003	S	Germany
L5	Modena	W	Denmark	T5	Sarigol	S	Iran
L6	Opera	W	Sweden	T6	Option 500	S	Canada
L7	Symbol	W	Italy	T7	19-H	S	Pakistan
L8	KS11	W	Iran	T8	Shiralee	S	Australia
L9	Colvert	W	France	T9	SAN-14	S	Iran
L10	KS7	W	Iran	T10	SAN-12	S	Iran

I: بینابین؛ W: زمستانه؛ S: بهاره

I: Intermediate; W: Winter; S: Spring

تجزیه واریانس

از میان شش صفت مورد مطالعه در این پژوهش، برای دو صفت تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار شد (نتایج منعکس نشده‌اند). از این‌رو، برای این صفات در شرایط کاشت معمول و تاخیری تجزیه واریانس لاین × تستر بر پایهٔ طرح آلفا لاتیس به طور جداگانه انجام شد. حال آن‌که برای چهار صفت ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار نشد و برای این‌ها تجزیه مرکب دو محیط کاشت معمول و تاخیری انجام شد و اثر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی و نیز

هتروزیس صفات مذکور در این حالت با استفاده از اطلاعات مشترک دو محیط کاشت معمول و تاخیری برآورد شدند.

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس ساده در شرایط کاشت معمول و تاخیری برای صفات تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات در هر دو شرایط آزمایش در سطوح احتمال ۵ تا ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۳). این موضوع بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها بود. بنابراین امکان بررسی کامل‌تر و شناسایی مبنای ژنتیکی این تفاوت‌ها وجود داشت. اختلاف والدین در هر دو شرایط کاشت فقط از نظر تعداد شاخه در بوته در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار بود. بین دورگ‌ها از نظر هر دو صفت و در هر دو شرایط کاشت اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. تجزیه اثر دورگ‌ها به اجزای خود بر مبنای تجزیه لاین × تستر نشان داد که در شرایط کاشت معمول اختلاف لاین‌ها فقط از نظر تعداد شاخه در بوته و در شرایط کاشت تاخیری فقط از نظر عملکرد دانه معنی‌دار است. اختلاف تسترها نیز از نظر هر دو صفت تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه فقط در شرایط کاشت معمول معنی دار بود. در هر دو شرایط کاشت، اثر لاین × تستر برای صفات مذکور معنی‌دار به دست آمد. این امر نشان می‌دهد که لاین‌ها در ترکیب با تسترهای مختلف واکنش متفاوتی داشتند. ضریب تغییرات برای هر دو صفت بسته به نوع شرایط کاشت از ۸/۶۷ درصد تا ۱۸/۶۰ درصد متغیر بود (جدول ۳).

نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو محیط (تاریخ کاشت معمول و تاخیری) برای صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه پس از تایید یکنواختی واریانس اشتباه‌های درون تیماری آن‌ها توسط آماره F max در جدول ۴ منعکس شده است. مطابق این جدول، در مورد اثر ساده محیط برای کلیه این چهار صفت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. بنابراین، می‌توان گفت که تاخیر در کاشت تأثیر متفاوتی بر این صفات داشته است. معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر همهٔ این صفات در سطوح احتمال یک درصد حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها بود. افزون براین، اختلاف والدین از نظر این صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. میانگین مربعات والدین در برابر دورگ‌ها که آزمونی برای وجود هتروزیس متوسط است (Hallauer and Miranda, 1988) فقط از نظر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بین دورگ‌ها از نظر کلیه این صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد به دست آمد. تجزیه اثر دورگ‌ها به اجزای خود بر مبنای تجزیه لاین × تستر نشان داد که اختلاف لاین‌ها از نظر همه صفات به جز وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اختلاف تسترها و نیز اثر لاین ×

جدول ۳- میانگین مربعات و وراثت‌پذیری صفات تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه در شرایط کاشت معمول و تاخیری به روش لاین × تستر بر پایهٔ طرح آلفا لاتیس (نسل F2)

Table 3. Mean squares and heritability of branches per plant and seed yield in rapeseed under normal and late sowing conditions by the line × tester method based on alpha lattice design (F2 generation)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	شاخه در بوته Branches per plant		عملکرد دانه Seed yield (tha^{-1})	
			کاشت معمول Normal sowing	کاشت تاخیری Late sowing	کاشت معمول Normal sowing	کاشت تاخیری Late sowing
Replication	تکرار	1	0.946	10.222**	0.386	0.523
Block (adj.)	بلوک تصحیح شده	46	0.582*	0.654	0.239	0.135
Treatments (adj.)	تیمار تصحیح شده	119	1.052**	1.014*	0.516**	0.240*
Parents	والدین	19	0.829**	1.191*	0.263	0.164
Parents vs. Crosses	والدین در برابر دورگ‌ها	1	0.429	0.00001	0.426	0.269
Crosses	دورگ‌ها	99	1.101**	0.990*	0.566**	0.254**
Lines	لاین‌ها	9	0.996**	1.092	0.168	0.381*
Testers	تسترها	9	0.854*	1.041	0.714**	0.218
Lines×Testers	لاین × تستر	81	1.140**	0.973*	0.594**	0.244*
Error	خطا	73	0.356	0.627	0.177	0.147
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات	-	8.670	18.600	10.640	14.650
BSH (%)	درصد وراثت پذیری عمومی	-	89.120	73.990	89.090	79.780
NSH (%)	درصد وراثت پذیری خصوصی	-	46.450	48.510	43.420	56.020
Gene action	نحوه عمل ژن	-	0.720	1.260	0.630	1.570
Average degree of dominance	میانگین درجه غالبیت	-	1.350	1.020	1.450	0.920

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

لاین‌ها و تسترها ثابت در نظر گرفته شده‌اند.

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

Lines and testers are considered as fixed factors.

BSH: Broad sense heritability; NSH: Narrow sense heritability

جدول ۴- تجزیه مرکب (شرایط کاشت معمول و تاخیری) صفات زراعی در کلزا به روش لاین × تستر بر پایهٔ طرح آلفا لاتیس

Table 4. Combined analysis of variance for agronomic traits in rapeseed by the line × tester method based on alpha lattice design over two environments (normal and late sowing dates) in rapeseed

S.O.V.	منابع تغییرات	درجهٔ آزادی df.	ارتفاع بوته Plant height	خورجین در بوته Siliques per plant	دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه 1000-seed weight
Environments (Env.)	محیط	1	25085.606**	116752.995**	1171.256**	47.082**
Treatments (adj.)	تیمار تصحیح شده	119	163.447**	641.304**	5.229**	0.188**
Parents	والدین	19	132.626**	706.847**	7.567**	0.212**
Parents vs. Crosses	والدین در برابر دورگ‌ها	1	993.320**	142.858	4.052	0.00043
Crosses	دورگ‌ها	99	160.980**	633.760**	4.792**	0.186**
Lines	لاین‌ها	9	321.058**	945.654**	7.437**	0.052
Testers	تسترها	9	174.911**	814.702**	4.817*	0.200**
Lines × Testers	لاین × تستر	81	141.645**	579.001**	4.495**	0.199**
Treatments × Env.	تیمار × محیط	119	39.192	127.425	2.593	0.047
Parents × Env.	والدین × محیط	19	22.912	114.511	2.284	0.065*
(Parents vs. Crosses) × Env.	(والدین در برابر دورگ‌ها) × محیط	1	80.705	33.253	0.725	0.001
Crosses × Env.	دورگ‌ها × محیط	99	41.897	130.855	2.671	0.044
Lines × Env.	لاین‌ها × محیط	9	18.094	98.713	3.300	0.107**
Testers × Env.	تسترها × محیط	9	28.086	142.966	1.209	0.031
Lines × Testers × Env.	لاین × تستر × محیط	81	46.076	133.081	2.764	0.039
Pooled error	خطای ادغام شده	146	34.917	124.019	2.472	0.037
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات	-	5.070	7.550	6.920	5.040
BSH (%)	درصد وراثت‌پذیری عمومی	-	87.160	87.980	63.140	84.460
NSH (%)	درصد وراثت‌پذیری خصوصی	-	52.250	48.820	36.330	24.610
Gene action	نحوه عمل ژن	-	0.990	0.830	0.910	0.210
Average degree of dominance	میانگین درجه غالبیت	-	1.150	1.270	1.210	2.210

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

BSH: Broad sense heritability; NSH: Narrow sense heritability

تستر برای کلیه صفات مذکور در سطح احتمال ۵ تا ۱ درصد معنی‌دار بودند. اثر متقابل تیمار × محیط و نیز اثر اجزای تشکیل دهنده آن در اکثر موارد به جز اثر لاین × محیط برای وزن هزار دانه از نظر آماری غیرمعنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که اختلاف لاین‌ها، تسترها و دورگ‌های حاصل از آن‌ها از نظر این صفات در دو شرایط کاشت معمول و تاخیری یکسان بوده است. ضریب تغییرات برای هر چهار صفت کمتر از ۸ درصد برآورد شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین صفات

مقایسه میانگین صفات لاین‌ها، تسترها و دورگ‌های حاصل از آن‌ها در دو شرایط آزمایش از طریق آزمون LSD در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. در هر دو شرایط محیطی، تستر ۷ و لاین‌های ۲، ۳ و ۴ با متوسط ۱۲۳/۳۱ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع بوته در میان سایر والدین بودند. حال آن که تسترهای ۴، ۹، ۵ و لاین ۶ با متوسط ۱۰۰/۶۱ سانتی‌متر در زمره کوتاه‌ترین والدین بودند. لاین‌های ۲ و ۳ در ایجاد دورگ‌های پابلند مانند دورگ‌های T9×L3 و T3×L2 (به ترتیب ۱۳۸/۷۷ و ۱۳۱/۱۶ سانتی‌متر) و نیز تسترهای ۴ و ۵ در تشکیل دورگ‌های پاکوتاه مانند T4×L7 و T5×L7 (به ترتیب ۹۵/۷۰ و ۹۶/۱۵ سانتی‌متر) در هر دو شرایط آزمایش شرکت داشتند. در شرایط کاشت معمول، تسترهای ۵ و ۶ و لاین‌های ۶ و ۱۰ با متوسط ۶/۴۷ شاخه دارای بیشترین تعداد شاخه در بوته در میان سایر والدین بودند. حال آن که در شرایط کاشت تاخیری، تسترهای ۱، ۲ و ۸ و نیز لاین ۸ با متوسط ۵/۳۷ شاخه بیشترین تعداد شاخه در بوته در میان سایر والدین را داشتند. تستر ۵ و لاین ۶ منجر به تولید دورگ‌هایی مانند T5×L4 و T9×L6 با تعداد شاخه فرعی بیشتر در شرایط تاریخ کاشت معمول شدند. تستر ۸ نیز در شرایط کاشت تاخیری یکی از والدین دورگ‌های با تعداد شاخه فرعی بیشتر، مانند T8×L3 و T8×L5 (به ترتیب ۱۳۴/۶۰ و ۱۳۱/۱۶ شاخه) بودند. در هر دو شرایط اجرای آزمایش، تسترهای ۳، ۶، ۷ و لاین ۲ با متوسط ۱۷۰/۹۱ خورجین دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته در میان سایر والدین بودند. تسترهای ۶ و ۷ به عنوان یکی از والدین دورگ‌ها برخوردار تعداد خورجین در بوته بیشتر در هر دو شرایط کاشت (دورگ‌های T7×L5 و T6×L8) بودند. در هر دو محیط، لاین‌های ۱ و ۳ با متوسط ۲۶/۵۸ دانه دارای بیشترین تعداد دانه در خورجین در میان سایر والدین بودند. دورگ T9×L1 با شرکت لاین ۱ به عنوان یکی از والدین و با متوسط ۲۵/۳۰ دانه جزو چهار دورگ با تعداد دانه بیشتر در هر دو شرایط آزمایش بود. در هر دو محیط، تسترهای ۳ و ۶ و نیز لاین‌های ۳ و ۷ با متوسط ۴/۱۱ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه بودند. افزون براین، ترکیبات T6×L4 و T6×L7 به ترتیب با

جدول ۵- میانگین لاین‌ها و تسترهای کلزا برای برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری (نسل F2)

Table 5. Mean of rapeseed testers and lines for some agronomic traits in rapeseed under normal and late sowing conditions (F2 generation)

Traits	صفات	For	در جهت	Normal sowing کاشت معمول	Late sowing کاشت تاخیری
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	Max.	بیشترین	T7 (120.16**), L3 (125.27**), L4 (125.07**), L2 (122.75**).	
		Min.	کمترین	T4 (93.94**), T9 (100.25**), T5 (103.54**), L6 (104.69**).	
Branches per plant	شاخه در بوته	Max.	بیشترین	T5 (7.60**), T6 (6.51**), L6 (7.55**), L10 (4.22**).	T1 (6.02**), T2 (4.94**), T8 (5.03**), L8 (5.51**).
Siliques per plant	خورجین در بوته$^{+}$	Max.	بیشترین	T3 (177.98**), T6 (181.34**), T7 (161.87**), L2 (162.46**).	
Seeds per silique	دانه در خورجین$^{+}$	Max.	بیشترین	L1 (24.41**), L3 (28.76**).	
1000-seed weight (g)	وزن هزار دانه	Max.	بیشترین	T3 (4.13**), T6 (4.11**), L3 (4.14**), L7 (4.05**).	
Seed yield (tha^{-1})	عملکرد دانه	Max.	بیشترین	T7 (4.51**), T10 (4.38**), L8 (4.18**), L9 (4.18**).	T3 (2.88**), L2 (3.08**), L4 (3.55**), L8 (2.88**).

$^{+}$ Information is based on combined analysis over two environments (normal and late sowing).

** : Significant at 1% level of probability (than compared to the mean).

For name of lines and testers see Table 2.

$^{+}$اطلاعات براساس تجزیهٔ مرکب دو محیط (کاشت معمول و تاخیری) است.

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (نسبت به میانگین والدین).

برای نام لاین ها و تسترها به جدول ۲ مراجعه شود.

جدول ۶- میانگین دورگ‌های کلزا برای برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری (نسل F2)

Table 6. Mean of some agronomic traits in rapeseed crosses under normal and late sowing conditions (F2 generation)

Traits	صفات	For	در جهت	Normal sowing کاشت معمول	Late sowing کاشت تاخیری
Plant height (cm)	ارتفاع بوته+	Max.	بیشترین	T9×L3 (138.77**), T5×L8 (134.60**), T8×L7 (132.92**), T3×L2 (131.16**).	
		Min.	کمترین	T4×L7 (95.70**), T5×L7 (96.15**), T8×L8 (98.28**), T10×L9 (97.70**).	
Branches per plant	شاخه در بوته	Max.	بیشترین	T3×L2 (8.28**), T5×L4 (8.89**), T8×L4 (8.25**), T9×L6 (8.40**).	T4×L2 (138.77**), T8×L3 (134.60**), T6×L4 (132.92**), T8×L5 (131.16**).
Siliques per plant	خورجین در بوته+	Max.	بیشترین	T2×L1 (184.35**), T2×L3 (189.42**), T7×L5 (178.72**), T6×L8 (177.74**).	
Seed per silique	دانه در خورجین+	Max.	بیشترین	T9×L1 (25.30**), T4×L6 (25.29**), T6×L8 (25.47**), T10×L8 (25.60**).	
1000 seed weight (g)	وزن هزار دانه+	Max.	بیشترین	T7×L1 (4.21**), T5×L4 (4.23**), T6×L4 (4.21**), T6×L7 (4.30**).	
Seed yield (tha^{-1})	عملکرد دانه	Max.	بیشترین	T7×L1 (5.02**), T2×L2 (4.90**), T8×L5 (5.13**), T8×L9 (4.91**).	T2×L1 (3.51**), T3×L1 (3.45**), T7×L3 (3.58**), T10×L3 (3.88**).

+ Information is based on combined analysis over two environments (normal and late sowing).

** : Significant at 1% level of probability (compared to the crosses mean).

For name of lines and testers see Table 2.

+ اطلاعات براساس تجزیهٔ مرکب دو محیط (کاشت معمول و تاخیری) است.

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد (نسبت به میانگین دورگ‌ها).

برای نام لاین ها و تسترها به جدول ۲ مراجعه شود.

وزن هزار دانه ۴/۲۱ و ۴/۳۰ گرم به عنوان چهار ترکیب برخوردار از وزن هزار دانه بالا در هر دو شرایط کاشت شناسایی شدند. در شرایط کاشت معمول، تسترهای ۷ و ۱۰ و لاین‌های ۸ و ۹ با متوسط ۴/۳۱ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در میان سایر والدین بودند. حال آن که در شرایط کاشت تاخیری، تسترهای ۲ و ۳ و لاین‌های ۴ و ۸ با متوسط ۳/۰۹ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه در میان سایر والدین را داشتند. تستر ۷ یکی از والدین دورگ‌های پرمحصول مانند دورگ‌های T7×L1 (کاشت معمول) و T7×L3 (کاشت تاخیری) (به ترتیب ۵/۰۲ و ۳/۵۸ تن در هکتار) بود. تسترهای ۲ و ۳ نیز جزو یکی از والدین دورگ‌های پرمحصول (T2×L1 و T3×L1) در شرایط کاشت تاخیری بودند. بررسی واکنش لاین‌های امیدبخش کلزا به کشت تأخیری و گزینش لاین‌هایی که پایداری عملکرد بیشتری در کشت‌های دیر هنگام دارند، تأثیر به سزایی در توسعهٔ کشت کلزا در ایران به ویژه در مناطقی که برداشت زراعت‌های بهاری دیر صورت انجام می‌شود، خواهد داشت. از این‌رو، معرفی ارقام مناسب برای کشت‌های تأخیری سبب گسترش سطح زیر کشت کلزا در مناطقی می‌شود که آبیاری‌های آخر کشت‌های بهاری با آبیاری‌های اول کشت به موقع کلزا در پاییز تداخل پیدا می‌کند زیرا در این حالت کاشت و آبیاری‌های اولیهٔ کلزا زمانی صورت انجام می‌شود که آبیاری‌های آخر زراعت‌های بهاری پایان یافته است. به عنوان یک رهیافت عملی، لاین ۸ (KS11) و تستر ۱۰ (SAN-12) این پژوهش که از عملکرد بالا در هر دو شرایط کاشت معمول و تاخیری برخوردار بودند به‌ترتیب با نام‌های احمدی (برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد کشور) و دلگان (برای کشت در مناطق گرم جنوب کشور) معرفی و نامگذاری شدند.

ترکیب‌پذیری والدین

برآورد بهترین ترکیب‌شونده‌های عمومی لاین‌ها و تسترها و نیز بهترین ترکیب شونده‌های خصوصی دورگ‌ها از نظر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری در جدول‌های ۷ و ۸ آورده شده است. در هر دو شرایط اجرای آزمایش، تسترهای ۹ و ۳ و لاین‌های ۲ و ۱۰ به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی در جهت افزایش ارتفاع بوته و تسترهای ۵ و ۱۰ و لاین‌های ۷ و ۹ به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی در جهت کاهش ارتفاع بوته شناخته شدند. بنابراین می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی به منظور افزایش یا کاهش ارتفاع بوته از والدهای دارای اثر ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار استفاده کرد. تستر ۹ در ایجاد دورگ پابلند T9×L3 و نیز لاین ۷ در تشکیل دورگ پاکوتاه T4×L7 در هر دو شرایط آزمایش شرکت داشتند. کاهش ارتفاع بوته در کلزا همراه با افزایش میزان تحمل به خوابیدگی ارقام و در نتیجه بهبود شاخص برداشت (Pouzet, 1995) از اهداف مهم به‌نژادی کلزا

جدول ۷- بهترین ترکیب شونده‌های عمومی تسترها و لاین‌های کلزا برای برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری (نسل F2)

Table 7. The best general combiner of rapeseed testers and lines for some agronomic traits in normal and late sowing conditions (F2 generation)

Traits	صفات	For	در جهت	Normal sowing کاشت معمول	Late sowing کاشت تاخیری
Plant height (cm)	ارتفاع بوته+	Inc.	افزاینده	T9 (4.650**), L10 (4.301**), L2 (4.151**), T3 (2.873*).	
		Dec.	کاهنده	L9 (-7.505**), T5 (-5.419**), L7 (-4.582**), T10 (-2.622*).	
Branches per plant	شاخه در بوته	Inc.	افزاینده	T8 (0.346**).	T8 (0.530**).
Siliques per plant	خورجین در بوته+	Inc.	افزاینده	L8 (13.275**), T2 (12.209**), L5 (7.842**), T8 (5.983*).	
Seed per silique	دانه در خورجین+	Inc.	افزاینده	T3 (0.820*).	
1000 seed weight (g)	وزن هزار دانه+	Inc.	افزاینده	T4 (0.137**), T6 (0.108*), L4 (0.112**).	
Seed yield (tha^{-1})	عملکرد دانه	Inc.	افزاینده	T9 (0.246**).	T2 (0.235**), L1 (0.208*).

+ Information is based on the combined analysis over two environments (normal and late sowing).

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

For name of lines and testers see Table 2.

Inc: Increase; Dec: Decrease

+ اطلاعات براساس تجزیهٔ مرکب دو محیط (کاشت معمول و تاخیری) است.

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

برای نام لاین ها و تسترها به جدول ۲ مراجعه شود.

جدول ۸- بهترین ترکیب شونده‌های خصوصی دورگ‌های کلزا برای برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری (نسل F2)

Table 8. The best specific combiner of rapeseed crosses for some agronomic traits in normal and late sowing conditions (F2 generation)

Traits	صفات	For	در جهت	Normal sowing کاشت معمول	Late sowing) کاشت تاخیری
Plant height (cm)	ارتفاع بوته+	Inc.	افزاینده	T9×L3 (28.261**), T8×L7 (41.015**), T5×L8 (38.816**), T4×L9 (28.586**).	
		Dec.	کاهنده	T6×L3 (-42.322**), T1×L5 (-33.724**), T4×L7 (-37.819**), T8×L8 (-43.525**).	
Branches per plant	شاخه در بوته	Inc.	افزاینده	T3×L2 (1.373**), T5×L4 (1.794**), T9×L6 (1.237**), T3×L10 (1.468**).	T4×L2 (1.689**), T6×L4 (1.719**), T10×L5 (1.374**), T9×L6 (1.502**).
Siliques per plant	خورجین در بوته+	Inc.	افزاینده	T2×L3 (67.120**), T1×L4 (62.392**), T7×L7 (54.005**), T6×L9 (57.185**).	
Seed per silique	دانه در خورجین+	Inc.	افزاینده	T4×L6 (5.621**), T5×L6 (4.844**), T6×L8 (6.803**), T10×L8 (5.077**).	
1000 seed weight (g)	وزن هزار دانه+	Inc.	افزاینده	T7×L1 (0.866**), T3×L1 (0.846**), T1×L2 (0.850**), T3×L10 (0.825**).	
Seed yield (tha^{-1})	عملکرد دانه	Inc.	افزاینده	T7×L1 (1.041**), T8×L5 (1.047**), T3×L8 (1.092**), T8×L9 (1.060**).	T3×L1 (0.690*), T9×L2 (0.635*), T7×L3 (0.737**).

+ Information is based on combined analysis over two environments (normal and late sowing).
* and ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.
Inc.: Increase; Dec:= Decrease
For name of lines and testers see Table 2.

+ اطلاعات براساس تجزیهٔ مرکب دو محیط (کاشت معمول و تاخیری) است.
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.
برای نام لاین ها و تسترها به جدول ۲ مراجعه شود.

در ایران محسوب می‌شود. بنابراین می‌توان از دورگ‌هایی مانند T4×L7 که دارای ترکیب پذیری خصوصی منفی و معنی‌دار برای ارتفاع بوته هستند، برای کاهش ارتفاع بوته در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. در هر دو شرایط کاشت معمول و تاخیری، تستر ۸ به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی برای افزایش تعداد شاخه در بوته منظور شد. دورگ T9×L6 نیز به عنوان بهترین ترکیب شونده خصوصی برای این صفت در هر دو شرایط کاشت معمول و تاخیری شناخته شد. در هر دو شرایط اجرای آزمایش، تسترهای ۲ و ۸ و لاین‌های ۵ و ۸ بهترین ترکیب شونده‌های عمومی و دورگ T2×L3 بهترین ترکیب شونده خصوصی برای افزایش تعداد خورجین در بوته بودند. در هر دو شرایط، تستر ۳ بهترین ترکیب شونده عمومی برای افزایش تعداد دانه در خورجین در میان سایر والدین بود. چهار دورگ T4×L6، T5×L6، T6×L8 و T10×L8 نیز در زمره بهترین ترکیب شونده‌های خصوصی برای این صفت در هر دو شرایط آزمایش بودند. در هر دو محیط، تسترهای ۴ و ۶ و نیز لاین ۴ به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی برای وزن هزار دانه بالا در بین سایر والدین بودند. بنابراین، استفاده از لاین‌ها و تسترهایی که دارای ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌دار هستند می‌تواند سبب افزایش سهم اثر افزایشی ژن‌ها شده و بازده گزینش را بالا ببرد. چهار دورگ T7×L1، T3×L1، T1×L2و T3×L10 در زمره بهترین ترکیب شونده خصوصی برای افزایش وزن هزار دانه در هر دو شرایط بودند. در شرایط کاشت معمول تستر ۹ و در شرایط کاشت تاخیری تستر ۲ و لاین ۱ به عنوان بهترین ترکیب شونده عمومی در جهت افزایش عملکرد دانه شناخته شدند. چهار دورگ T7×L1، T8×L5، T3×L8و T8×L9 در شرایط کاشت معمول و سه دورگ T3×L1، T9×L2 و T7×L3 در شرایط کاشت تاخیری در زمره بهترین ترکیب شونده‌های خصوصی برای افزایش عملکرد دانه در میان صد دورگ مورد مطالعه بودند. از این رو، از این دورگ‌ها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی مبتنی بر دورگ‌گیری برای افزایش عملکرد دانه کلزا متناسب با نوع کشت معمول یا تاخیری استفاده کرد.

هتروزیس

برآورد هتروزیس والد برتر دورگ‌ها از نظر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری در جدول ۹ منعکس شده است. در هر دو شرایط اجرای آزمایش، چهار دورگ T6×L3، T5×L4، T4×L7 و T5×L7 از بیشترین هتروزیس معنی‌دار در جهت منفی برای ارتفاع بوته برخوردار بودند. از چهار دورگ مذکور دورگ‌های T6×L3 و T4×L7 بهترین ترکیب شونده خصوصی در جهت کاهش ارتفاع بوته نیز بودند. منفی بودن مقادیر هتروزیس بیانگر این است که دورگ‌ها

به طرف والد واجد مقدار کمتر صفت گرایش داشته‌اند که از نظر این صفت یک مزیت محسوب می‌شود. در شرایط کاشت معمول، چهار دورگ T7×L1، T5×L4، T4×L5 و T7×L5 و در شرایط کاشت تاخیری چهار دورگ T6×L4، T5×L10، T10×L5 و T7×L10 دارای بیشترین هتروزیس معنی‌دار در جهت مثبت برای تعداد شاخه در بوته بودند. از میان دورگ‌های یاد شده دورگ‌های T5×L4 و T10×L5 به عنوان بهترین ترکیب شونده خصوصی برای افزایش تعداد شاخه در بوته نیز، به ترتیب در شرایط کاشت معمول و تاخیری، شناخته شدند. افزون بر این دو دورگ مذکور به ترتیب برای وزن هزار دانه و تعداد خورجین در بوته در هر دو شرایط آزمایش از بیشترین هتروزیس معنی‌دار در جهت مثبت برخوردار بودند. در هر دو محیط دورگ T9×L1 دارای بیشترین هتروزیس معنی‌دار در جهت مثبت برای صفات تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه بود. وجود هتروزیس برای اجزای عملکرد دانه کلزا به ویژه تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین توسط برخی از محققان (Ofori and Becker, 2008؛ Rameah *et al.*, 2003؛ Turi *et al.*, 2010) گزارش شده است. بنابراین به‌نظر می‌رسد بهبود صفات درگیر در عملکرد دانه در ارقام هیبرید کلزا می‌تواند در افزایش عملکرد دانه کمک‌ساز باشد.

چهار دورگ T2×L2، T8×L5، T6×L1 و T9×L5 از بیشترین هتروزیس مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه در شرایط کاشت معمول و چهار دورگ T7×L3، T10×L3، T5×L3 و T2×L1 از بیشترین هتروزیس مثبت و معنی‌دار برای عملکرد دانه در شرایط کاشت تاخیری از میان ۱۰۰ دورگ مورد مطالعه برخوردار بودند. در گزارش‌های قبلی نیز مقادیر بالایی از هتروزیس برای عملکرد دانه کلزا مشاهده شده است. به طوری که مقادیر هتروزیس ۱۰۸/۹ درصد توسط گوپتا و همکاران (Gupta *et al.*, 2006) و ۱۰۴/۷ درصد توسط اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2007) گزارش شده است و به همین دلیل رهیافت اصلاح و تولید ارقام هیبرید از سال‌ها پیش مورد توجه قرار گرفته است. در ایران نیز در چند سال گذشته به طور مستمر برنامه‌های به‌نژادی در راستای نیل به تولید ارقام هیبرید بهاره برای کشت در اقلیم‌های گرم مرطوب و گرم خشک کشور و ارقام زمستانی کلزا برای کشت در اقلیم‌های سرد و معتدل سرد کشور در دست اجرا است.

وراثت‌پذیری

وراثت‌پذیری عمومی هر دو صفت تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه در شرایط کاشت معمول به ترتیب ۸۹/۱۲ و ۸۹/۰۹ درصد و در شرایط کاشت تاخیری به ترتیب ۷۳/۹۹ و ۷۹/۷۸ درصد برآورد شد، حال آن که وراثت‌پذیری خصوصی این صفات در هر دو

جدول ۹- مقدار هتروزیس والد برتر دورگ‌های کلزا برای برخی صفات زراعی در شرایط کاشت معمول و تاخیری (نسل F2)

Table 9. The amount of high parent heterosis for some agronomic traits in rapeseed under normal and late sowing conditions (F2 generation)

Traits	صفات	For	در جهت	Normal sowing کاشت معمول	Late sowing کاشت تاخیری
Plant height (cm)	ارتفاع بوته+	Max.	بیشترین	T3×L5 (15.533**), T8×L7 (14.286**), T5×L8 (21.606**), T3×L10 (14.546**).	
		Min.	کمترین	T6×L3 (-21.275**), T5×L4 (-19.289**), T4×L7 (-17.713**), T5×L7 (-17.326**).	
Branches per plant	شاخه در بوته	Max.	بیشترین	T7×L1 (23.430**), T5×L4 (16.974**), T4×L5 (22.409**), T7×L5 (19.207**).	T6×L4 (64.499**), T5×L10 (43.873**), T10×L5 (50.254**), T7×L10 (30.595**).
Siliques per plant	خورجین در بوته+	Max.	بیشترین	T2×L1 (22.370**), T9×L1 (20.486*), T2×L3 (20.831**), T10×L5 (20.142*).	
Seed per silique	دانه در خورجین+	Max.	بیشترین	T4×L6 (18.067**), T3×L7 (16.857**), T1×L9 (17.288**), T3×L9 (15.066**).	
1000 seed weight (g)	وزن هزار دانه+	Max.	بیشترین	T8×L1 (9.459**), T9×L1 (14.903**), T5×L4 (8.046**), T4×L9 (7.743**).	
Seed yield (tha^{-1})	عملکرد دانه	Max.	بیشترین	T6×L1 (20.710**), T2×L2 (30.319**), T9×L5 (20.460**), T8×L5 (29.873**).	T2×L1 (23.592**), T5×L3 (23.643**), T7×L3 (41.502**), T10×L3 (36.842**).

+ Information is based on combined analysis over two environments (normal and late sowing).

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

For name of lines and testers see Table 2.

+ اطلاعات براساس تجزیهٔ مرکب دو محیط (کاشت معمول و تاخیری) است.

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

برای نام لاین ها و تسترها به جدول ۲ مراجعه شود.

شرایط کاشت در حد متوسط (بین ۴۳/۴۲ تا ۵۶/۰۲ درصد) به دست آمد (جدول ۳). بنابراین گزینش برای عملکرد دانه و تعداد شاخه در بوته در نسل‌های اولیه با توجه به متوسط بودن وراثت پذیری خصوصی آن‌ها چندان موثر نخواهد بود. از طرف دیگر بهتر است برای بهره‌برداری از اثر غالبیت ژنی در خصوص این صفات از پدیده هتروزیس استفاده کرد. مطابق جدول ۴، وراثت‌پذیری عمومی صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه با توجه به برآورد مشترک دو محیط کاشت معمول و تاخیری به ترتیب ۸۷/۱۶، ۸۷/۹۸، ۶۳/۱۴، ۸۴/۴۶ درصد برآورد شد. اکبر و همکارن (Akbar *et al.*, 2008) نیز وراثت‌پذیری عمومی بیشتر از ۷۰ درصد برای برخی از اجزای عملکرد دانه به ویژه تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه در کلزا گزارش کردند. در عین حال وراثت‌پذیری خصوصی صفات تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در حد کم (به ترتیب ۳۶/۳۳ و ۲۴/۶۱ درصد) و برای صفات ارتفاع بوته و تعداد خورجین در بوته در حد متوسط (به ترتیب ۵۲/۲۵ و ۴۸/۸۲ درصد) برآورد شد. مقادیر بالای پذیری عمومی نشان داد که اهمیت واریانس ژنتیکی به مراتب بیشتر از واریانس محیطی است. با وجود این به علت انجام آزمایش در یک سال، احتمالاً بخشی از واریانس ژنتیکی مربوط به واریانس اثر متقابل ژنوتیپ در سال است. همچنین نبود تعادل در پیوستگی ژن‌ها نیز بخشی از تفاوت در برآورد وراثت‌پذیری صفات را توجیه می‌کند. فالکونر (Falconer, 1983) نیز اظهار داشت که در صورت نبودن تعادل در پیوستگی ژن‌ها، اثر غالبیت سبب اریب در برآورد وراثت‌پذیری می‌شود. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفاتی مانند تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثر غیر افزایشی نسبت به اثر افزایشی باشد. چنین برآوردهایی نیز توسط سایر محققان (Duhoon *et al.*, 1982؛ Labana and Jindal, 1982) برای برخی از اجزای عملکرد دانه در کلزا گزارش شده است.

برآورد کمتر از یک برای نسبت واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به واریانس ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمام صفات مورد مطالعه به جز صفات تعداد شاخه در بوته و عملکرد دانه در شرایط کاشت تاخیری (جدول‌های ۳ و ۴) حاکی از نقش موثر اثر غیرافزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی آن‌ها است. برآوردهای مشابهی نیز توسط برخی از محققان در کلزا گزارش شده است (Huang *et al.*, 2010؛ Akbar *et al.*, 2007؛ Mahmud *et al.*, 2009؛ Khan *et al.*, 2006).

میانگین درجه غالبیت برای تمام صفات به جز عملکرد دانه در شرایط کاشت تاخیری بیشتر از یک برآورد شد (جدول‌های ۳ و۴). بزرگ‌تر و کوچک‌تر بودن میانگین درجه غالبیت

از یک به ترتیب بیانگر عمل فوق غالبیت و غالبیت نسبی ژن‌هااست. غلامی و همکاران (Gholami *et al.*, 2008) با استفاده از تلاقی لاین × تستر در کلزا، درجه غالبیت را برای صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، طول ساقه اصلی و عملکرد دانه بیش از یک برآورد کردند که حاکی از اثر فوق غالبیت و اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل ژنتیکی این صفات بود. با توجه به معنی دار بودن اثر افزایشی ژن‌ها در کنترل کلیه صفات، عمل فوق غالبیت به‌خصوص در صفات تعداد شاخه در بوته (شرایط کاشت تاخیری) و ارتفاع بوته (هر دو شرایط کاشت) می‌تواند از نوع کاذب و ناشی از تجمع اثر غالبیت ناقص یا کامل ژن‌های کنترل کننده این صفات یا ناشی از پیوستگی ژنی باشد (Hallauer and Miranda, 1988) اما در مورد سایر صفات به جز عملکرد دانه در شرایط کاشت تاخیری اثر غالبیت ژن‌ها به وضوح نقش مهم‌تری را نسبت به اثر افزایشی داشتند.

به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی از این تحقیق می‌توان گفت که تنوع ژنتیکی کافی در بین صفات زراعی کلزا در هر دو شرایط کاشت معمول و تاخیری وجود داشت که می‌توان از این تنوع در جهت افزایش عملکرد و ایجاد ارقام مناسب برای کشت‌های تاخیری در مناطق سرد و معتدل سرد کشور استفاده کرد. براساس جمیع صفات مورد مطالعه، تسترهای ۷ و ۱۰ در شرایط کاشت معمول، تستر ۳ و لاین ۲ در شرایط کاشت تاخیری و تنها لاین ۸ در هر دو شرایط کاشت معمول و تاخیری جزو ژنوتیپ‌های پرمحصول و مناسب در کشت‌های تاخیری بودند. افزون براین، دورگ‌های T7×L1، T8×L5 و T8×L9 در شرایط کاشت معمول و دورگ‌های T3×L1 و T7×L3 در شرایط کاشت تاخیری جزو ژنوتیپ‌های پرمحصول شناخته شدند. اهمیت اثر غالبیت ژنی و نقش مهم آن‌ها در تبیین عملکرد دانه و اجزای آن در کلزا و وجود هتروزیس قابل توجه برای این صفات، تولیدارقام هیبرید را در این گیاه برای نیل به عملکرد بالا گوشزد می‌کند. لازم به ذکر است که نتایج به دست آمده از این تحقیق به علت ثابت بودن ژنوتیپ‌ها احتمالا قابل تعمیم به سایر ژنوتیپ‌ها نیست و فقط در رابطه با مواد ژنتیکی مورد آزمایش صادق است. به طوری که وجود برخی تفاوت‌ها در یافته‌های این تحقیق با یافته‌های دیگران و نیز یافته‌های دیگر محققان با یک‌دیگر نشان می‌دهد که نوع مواد و طرح آزمایشی مورد استفاده نمی‌تواند در این مورد بی‌تاثیر باشد، بنابراین شاید انتخاب لاین‌های مختلف با دامنهٔ وسیع‌تری از تغییرات بتواند به نتیجه‌گیری عمومی‌تر و جامع‌تری منجر شود. به‌رغم دقت زیاد در انجام آزمایش، لازم است بررسی صفات در سال و مکان‌های دیگر نیز انجام شود تا ضمن تعیین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، برآورد وراثت پذیری صفات نیز با ضریب اطمینان بالا صورت انجام شود.

سپاسگزاری

در طول اجرای آزمایش، از کمک‌های ارزنده برخی از همکاران بخش تحقیقات دانه‌های روغنی به ویژه آقایان دکتر بهرام علیزاده، مهندس منصوری، دکتر دانشیان و مهندس ولی‌پور بهره گرفته شد، بنابراین از این همکاری‌ها تشکر و قدردانی می‌شود. از مسئولین موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نیز به خاطر تامین هزینه‌های اجرایی و آقای دکتر یوتز از دانشگاه هوهنهایم آلمان به خاطر در اختیار قرار دادن نسخهٔ جدید نرم افزار PLABSTAT سپاسگزاری می‌شود.

References

Akbar, M., Saleem, U., Tahira, B., Yaqub, M., and Iqbal, N. 2007. Utilization of genetic variability, correlation and path analysis for seed yield improvement in mustard, *Brassica juncea*. Journal of Agricultural Research 45: 25-31.

Alyari, H., Shekhari, F., and Shekhari, F. 1991. Oilseeds: Agronomy and Physiology. Amidi Publishing, Tehran, Iran (in Persian).

Anderson, T. W., and Darling, D. A. 1952. Asymptotic theory of certain goodness-of-fit criteria based on stochastic processes. Annals of Mathematical Statistics 23: 193-212.

Brojervic, S. 1990. Principle and Methods of Plant Breeding. Elsevier, The Netherlands. 368pp.

Brown, J., Erickson, D. A., Davis, J. B., Brown, A. P., and Seip, L. 1996. Efficiency of early generation selection in spring canola. Cruciferae Newsletter 18: 19-20.

Dhawan, A. K. 1985. Freezing in oilseed *Brassica* ssp. Some factors affecting injury. Journal of Agricultural Science, Cambridge 104: 513-518.

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Research 67: 35-49.

Duhoon, S. S., Chandra, S., Basu, A. K., and Makhija, O. P. 1982. Components of genetic variation for yield and its attributes in a diallel cross of yellow-seeded Indian Colza. Indian Journal of Agricultural Sciences 52: 154-158.

Elitriby, H. A., Selim, A. R., and Shehata, A. H. 1981. Genotype × environment interaction from combining ability estimates in maize (*Zea mays* L.). Egyptian Journal of Genetics and Cytology 10: 175-186.

Falconer, D.S. 1983. Introduction to Quantitative Genetics. Second edition. Longman Inc., New York, USA.

Fehr, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development: Theory and Technique. MacMillan Publishing Company, New York, USA.

Gholami, H., Moghadam, M., and Rameah, V. 2008. Estimation of combining ability effects in rapeseed (*Brassica napus* L.) using line × tester analysis. Seed and Plant 24 (3): 399-411 (in Persian).

Ghosh, S. K., Gulati, S. C., and Rajani, R. 2002. Combining ability and heterosis for seed yield and its components in Indian mustard (*Brassica juncea*). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 62: 29-33.

Grafius, S. L. E. 1964. A geometry for plant breeding. Crop Science 4: 241-246.

Gül, M. K., Egesel, C. Ö., Kahriman, F., and Tayyar, Ş. 2007. Investigation of some seed quality components in winter rapeseed grown in Çanakkale province. Akdeniz Üniversity Ziraat Fakültesi Dergisi 20: 87-92.

Gupta, S. K., Nidhi, K., and Dey, T. 2006. Heterosis and combining ability in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Research, SKUAST-J, 5: 42–47.

Gusta, L. V., and O' Connor, B.J. 1987. Frost tolerance of wheat, oats, barley, canola and mustard and the role of ice-nucleating bacteria. Canadian Journal of Plant Science 67: 1155-1165.

Hallauer, A. R., and Miranda-Filho, J. B. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Huang, Z., Laosuwan, P., Machikowa, T., and Chen, Z. 2010. Heterosis for seed yield, oil content and other characters in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Northeast Agricultural University 17: 1-9.

Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. John Wiley and Sons, New York, USA.

Khan, M. N., Shah, S. A., Wani, S. A., and Zaffar, G. 2006. Combining ability and gene action in gobhi sarson (*Brassica napus* L.). Advances in Plant Sciences 19: 285-293.

Kumar, D. 1997. Crop Response to Abiotic Stresses, Vol 2: Oilseed. Scientific Publishers Jodhpur, India.

Labana, K. S., and Jindal, S. K. 1982. Genetics of seed yield and its components in Indian colza. Indian Journal of Agricultural Sciences 52 (4): 230-241.

Lefort-Buson, M., and Dattee, Y. 1982. Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). II. Genetic parameters. Agronomie 2: 323-332.

Luczkiewicz, T. 1996. Genetic analysis of some quantitative traits in 6 winter rape diplioid lines. Biuletyn Instytut Hodowlii Aklimatyzacji Roślin 200: 307-311.

Madani, H. 2002. Physiology of cold and freezing tolerance in winter rapeseed genotypes. Ph.D. Thesis, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (in Persian).

Mahmud, F., Rasul, M. G., Mian, M. A. K., and Rahim, M. A. 2009. Combining ability and gene action for seed yield and yield components in *Brassica napus* L. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 2: 235-242.

Malik, V., Singh, H., and Singh, D. 1995. Gene action of seed yield and other desirable characters in rapeseed (*Brassica napus* L.). Annals of Biology 11: 94-97.

Ofori, A., and Becker, H.C. 2008. Breeding of *Brassica rapa* for biogas production. Heterosis and combining ability of biomass yield. Bioenergy Research 1: 98-104.

Patterson, H. D., and Williams, E. R. 1976. A new class of resolvable incomplete block designs. Biometrika 63: 83-90.

Pouzet, A. 1995. Agronomy. pp. 65-92. In: Kimber, D. S., and McGregor, D. I. (eds.). Brassica Oilseeds: Production and Utilization. CAB International, Wellingford, UK.

Rameah, V., Rezai, A., and Saeidi, G. 2003. Estimation of genetic parameters for yield, yield components and glucosinolate in rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science and Technology 5: 143-151.

Ringdahl, E. A., McVetty, P. B. E., and Sernyk, J. L. 1986. Inheritance of earliness, height and leaf number in crosses of early maturing rapeseed. Canadian Journal of Genetics and Cytology 28: 1009-1015.

Roy, B., and Basu, A. K. 2009. Abiotic Stress Tolerance in Crop Plants: Breeding and Biotechnology. New India Publishing Agency (NIPA), Pitam Pura, New Delhi, India.

Singh, R. K., and Chaudhary, B. D. 2007. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis (Third Edition). Kalyani Publishers, New Dehli, India.

Turi, N. A., Farhatullah, R., Khan, N. U., Munir, I., Hussainshah, A., and Khan, S. 2010. Combining ability analysis in *Brassica juncea* L. for oil quality traits. African Journal of Biotechnology 9: 3998-4002.

Virender, M., Singh, H., Singh, D., Malik, V., and Singh, H. 1995. Gene action of seed yield and other desirable characters in rapeseed (*Brassica napus* L.). Annals of Biology Ludhiana 11: 1-2.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال وبختیاری

Evaluation of Genetic Diversity Among the Superior Walnut Genotypes Based on Pomological and Phenological Traits in Chahar Mahal va Bakhtiari Province

سید اصغر موسوی[۱]، مریم تاتاری[۲]، حسین مرادی[۳] و داراب حسنی[۴]

۱ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهرکرد
۲- کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۴- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۰

چکیده

موسوی، س. ا.، تاتاری، م.، مرادی، ح. و حسنی، د. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال وبختیاری. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۳۸۹ - ۳۶۵.

یکی از روش‌های به نژادی گردو، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر در مناطق مختلف کشور است. به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش در استان چهار محال و بختیاری، پژوهشی در مناطق اصلی گردوخیز استان انجام شد. به این منظور برخی صفات فنولوژیک و پومولوژیک ۵۸ ژنوتیپ انتخاب شده از مناطق مختلف استان بر اساس توصیف‌نامه IPGRI طی سه سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی در محدوده ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بودند. بیشترین درصد مغز (۶۲/۸۸) و کمترین وزن پوست چوبی (۴/۲۷ گرم) متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۰ بود. ژنوتیپ شماره ۳ دیربرگ‌ده‌ترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۴۲ (کد ۹) پرمحصول‌ترین ژنوتیپ بودند. ژنوتیپ شماره ۲۱ نیز بیشترین وزن میوه (۱۷/۲۸ گرم) و بیشترین وزن مغز (۱۰/۱۱ گرم) را به خود اختصاص داد. نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات، وجود همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری را بین برخی از صفات مهم نشان داد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های با صفات مطلوب مغز و میوه از سایر ژنوتیپ‌ها جدا شدند. با تجزیه به عامل‌های اصلی، صفات موثر در هفت گروه عاملی قرار گرفتند که مجموعا ۷۵/۳۵ درصد واریانس کل را توجیه کردند. در تجزیه دی‌پلات تفاوت بین ژنوتیپ‌ها به خوبی نمایان بود و نتایج آن با نتایج تجزیه خوشه‌ای تطابق زیادی نشان داد. در نهایت ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۵، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۴۲ به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش و قابل توصیه برای احداث باغ و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: گردو، ژرم‌پلاسم،ژنوتیپ امیدبخش، صفات مورفولوژیکی، گروه‌بندی.

نویسنده مسئول: mtatari1@gmail.com تلفن: ۰۳۱۳۷۷۵۷۲۰۱

مقدمه

گردو (*Juglans regia*) بومی آسیای مرکزی است و از ترکیه، ایران، قفقاز و تا چین گسترش دارد (McGranahan *et al*., 1998). کشت و پرورش گردواز زمان‌های قدیم در ایران به صورت بذری مرسوم بوده است،بنابراین ایران یکی از منابع غنی ژنتیکی گردو است.علاوه بر این، دگرگشنی گردو نیز بر تنوع ژنتیکی آن افزوده است (Rezaei *et al*., 2008). گاهی در بین درختان بذری ژنوتیپ‌هایی یافت می‌شود که از نظر عملکرد و کیفیت محصول و نیز مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده برتر هستند (Arzani, 2003). طولانی بودن دوره نونهالی و بزرگی اندازه درخت مطالعات ژنتیکی بر روی گردو را مشکل ساخته است، از این‌رو شناسایی، جمع‌آوری و ارزیابی ژنوتیپ‌های برتراز توده‌های بومی گردوی کشور یکی از روش‌های مهم در به نژادی درختان گردو است. گزینش ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس صفاتی چون سازگاری آب و هوایی، زود باردهی، تولید زیاد و کیفیت بالای مغز و میوه اهمیت دارد. در این روش علاوه بر تنوع، سازگاری ژنوتیپ‌ها با محیط نیز حاصل می‌شود (Aslantas, 2006).

با وجود اهمیت، دقت و سرعت روش‌های مولکولی در تفکیک ژنوتیپ‌ها، بررسی‌های مورفولوژیک همچنان به عنوان مبنا و اولین مرحله در ارزیابی ژرم‌پلاسم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sarikhani Khorami *et al*., 2012). در این راستا مطالعاتی در محصولات مختلف صورت انجام شده که به عنوان شاخص در برخی تصمیم‌گیری‌های مهم مورد استفاده قرار می‌گیرند (Yazdi Samadi *et al*., 2004؛ Amini *et al*., 2000). در بسیاری از درختان میوه مانند سیب بسیاری از ارقام مهم تجاری امروزی از جهش‌های سوماتیکی در برخی از صفات ناشی شده‌اند. جهش‌ها اغلب در یک یا تعداد اندکی ژن با ارقام اصلی تفاوت دارند، لذا تفکیک آن‌ها توسط روش‌های مولکولی به آسانی امکان‌پذیر نیست. این در حالی است که بسیاری از این موتاسیون‌ها را می‌توان به صورت فنوتیپی تشخیص داد (Wunsch and Hormaza, 2002).

اولین برنامه جمع‌آوری و احداث کلکسیون ژرم‌پلاسم گردوی کشور در یک برنامه تحقیقاتی توسط عاطفی با جمع‌آوری ۴۵۹ ژنوتیپ گردو در سال ۱۳۶۴ به انجام رسید (Atefi, 1993). برنامه‌های بعدی جمع‌آوری ژرم‌پلاسم گردو در سال ۱۳۶۷ و ۱۳۷۰ به ترتیب با جمع‌آوری ۳۲۰ و ۲۰۰ ژنوتیپ توسط همین محقق انجام و مجموع ژرم‌پلاسم این محصول به بیش از ۹۵۰ عدد بالغ شد (Atefi, 1993). در ارزیابی‌های انجام شده روی کلکسیون گردو در ایستگاه کمال‌آباد کرج تا کنون ژنوتیپ‌های برتر G3، Z60، Z63 و B21 بر اساس صفاتی نظیر دیر برگ‌دهی، وزن تک میوه، عملکرد، درصد مغز و عادت باردهی

انتخاب شده‌اند (Atefi, 1993). حق جویان و همکاران (Haghjouyan *et al.*, 2005) ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی ایرانی را از توده تویسرکان و کلکسیون‌های کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد با اندازه‌گیری شانزده صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۴۳ و ۴۴ وردآورد تویسرکان و ژنوتیپ ۷۸ و ۸۴ مشهد وجود دارد.ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۲) دوازده ژنوتیپ برتر و امیدبخش گردو را در استان فارس شناسایی کردند. ارزانی و همکارن (Arzani *et al.*, 2008) حداقل ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های برتر معرفی شده را ۰/۴ میلی‌متر گزارش کردند. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al.*, 2011) در بررسی ژنوتیپ‌های گردوی جمع‌آوری شده از چهار استان کشور میانگین وزن میوه را ۱۷/۷- ۷/۵۲ گرم و بیشترین وزن مغز را ۹/۸ گرم گزارش کردند. احتشام‌نیا و همکاران (Ehteshamnia *et al.*, 2009) به بررسی تنوع مورفولوژیک توده‌های گردوی بومی مناطق مختلف استان گلستان پرداختند. آن‌ها وزن مغز را بین ۷/۵۱ تا ۲/۱۴ گرم، درصد مغز را بین ۵۰/۱۹ تا ۱۹/۹۵ درصد و ضخامت پوست چوبی را بین ۱/۳۲ تا ۱/۷۸ میلی‌متر گزارش کردند. در پژوهشی قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2011) دوازده ژنوتیپ گردو را در چهار منطقه از استان مرکزی به دلیل باردهی منظم و عملکرد بالا انتخاب کردند.بر اساس نتایج گزارش شده توسط آن‌ها، وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۱۵/۲۵ تا ۷/۴۶ و ۸/۱ تا ۳/۷۷ گرم و درصد مغز بین ۴۵/۹۷-۶۰/۵۱ درصد متغیر بود. امیری و همکاران (Amiri *et al.*, 2010) در بررسی همبستگی ۷۱ ژنوتیپ گردوی انتخاب شده از استان کرمان چهار صفت کلیدی وزن مغز، وزن میوه، ضخامت پوست چوبی و نحوه جدا شدن پوست چوبی از مغز را جز صفات دخیل و اثرگذار برای درصد مغز دانستند. ساریخانی و همکاران (Sarikhani Khorami *et al.*, 2014) در پژوهشی که روی ژنوتیپ‌های گردوی واقع در شمال استان فارس انجام دادند، گزارش کردند که وزن مغز ارتباط مثبت و معنی‌داری با عادت رشد درخت دارد. بر اساس نتایج آن‌ها وزن مغز، وزن میوه و ضخامت پوست چوبی از جمله مهم‌ترین صفات تعیین کننده درصد مغز هستند، بعلاوه طول، عرض و ضخامت میوه و نیز سختی پوست چوبی نقش مهمی در تعیین وزن مغز و میوه ایفا می‌کند.

پژوهشگران در قسمت‌های مختلف دنیا نیز انتخاب و گزینش جمعیت‌های طبیعی بذری درختان گردو را به منظور دستیابی به ارقام برتر و امیدبخش انجام داده‌اند (Cosmulescu and Botu, 2012؛ Sharma and Das, 2003). سولار و استامپار

(Solar and Stampar, 2004) به بررسی برخی ژنوتیپ‌های گردو در اسلوونی پرداختند و ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات مورد نظر شناسایی کردند. شارما و شارما (Sharma and Sharma, 2001) در تحقیق انجام شده روی ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو در هندوستان گزارش کردند که وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵ تا ۶/۴ گرم، ۷/۱ تا ۱/۵ گرم و ۶۲/۵ تا ۱۲ درصد متغیر بود.شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 2014) ۶۳ دانهال گردو را بررسی کرده و ژنوتیپ GL0109 را با خصوصیات مناسب مغز برای حضور در بازاهای بین‌المللی معرفی کردند. این ژنوتیپ دارای وزن مغز ۲۰/۱۰ گرم و درصد مغز برابر با ۶۱/۴۰ درصد بود. طول و عرض این ژنوتیپ به ترتیب ۴۵/۴۵ و ۴۲/۰۷ میلی‌متر بود.

استان چهارمحال و بختیاری با داشتن آب و هوای مناسب، زمین‌های مستعد و منابع آب کافی شرایط مناسبی را برای کشت وپروش گردو فراهم آورده است. سطح زیر کشت گردو در استان چهارمحال و بختیاری حدود ۹۰۰۰ هکتار است (Anonymous, 2011). وجود توده‌های عظیم درختان بذری گردو با قدمت زیاد در مناطق مختلف استان نه تنها بیانگر سازگاری این درخت با شرایط اقلیمی منطقه است، بلکه بیانگر وجود منابع غنی ژنتیکی در توده‌های بومی گردو در استان است. این پژوهش با اهداف بررسی تنوع مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو در مناطق مختلف استان و نیز ارزیابی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر گردو براساس برخی صفات فنولوژیک و پومولوژیک در این استان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مکان مورد ارزیابی

در این پژوهش، ژنوتیپ‌های برتر مناطق مختلف استان چهار محال و بختیاری انتخاب و ارزیابی شدند. به این منظور بازدیدهایی طی سه سال و هر سال در سه مرحله زمانی شامل زمان برگ‌دهی و گل‌دهی، زمان باردهی و نیز در زمان برداشت از مناطق مختلف استان انجام شد. ژنوتیپ‌های انتخابی با سن، قطر و شرایط پرورش متفاوت در باغ‌های مختلف اتیکت‌گذاری شده و نشانی و کروکی دقیقی از آنها ترسیم شد.

صفات مورد ارزیابی

برای ۵۸ ژنوتیپ انتخابی، بیست و یک صفت مطابق راهنمای ارزیابی درختان گردو (Anonymous, 1994) ثبت گردید.به منظور ثبت خصوصیات پومولوژیک از هر ژنوتیپ حداقل یک صد نمونه میوه انتخاب شد. ژنوتیپ‌های برتر ژنوتیپ‌هایی بودند که حداقل از نظر یکی از صفات تجاری نسبت به توده‌های مورد مطالعه برتری داشتند. این صفات شامل دیربرگ‌دهی، میزان عملکرد، وزن و اندازه

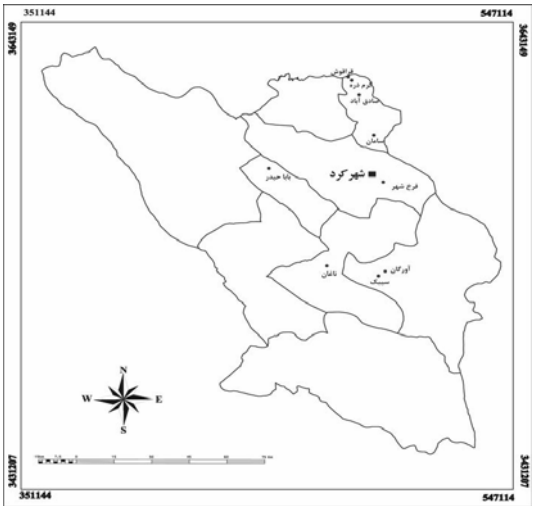
میوه، رنگ مغز و درصد مغز بود. در ارتباط با صفت عادت گل‌دهی، عدم تشکیل گل های ماده روی جوانه‌های جانبی، تشکیل کمتر از ۲۵ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی، تشکیل بین ۲۵ تا ۵۰ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی و تشکیل بیش از ۵۰ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی به ترتیب به صورت عادت گل‌دهی انتهایی، انتهایی جانبی، جانبی انتهایی و عادت گل‌دهی جانبی نام‌گذاری شدند (Anonymous, 1994).

تجزیه داده‌ها

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای صفات کمی با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. آمار توصیفی، همبستگی ساده بین صفات (با استفاده از روش پیرسون)، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۵) انجام شد. برای تفکیک کامل عامل‌ها از روش چرخش عامل‌ها (Factor rotation) و روش حداکثر واریانس (Varimax) استفاده شد. در هر عامل اصلی و مستقل، ضرایب عاملی ۰/۶ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش وارد (Ward) یا حداقل واریانس و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی، به عنوان معیار فاصله استفاده شد و محاسبه فواصل بعد از استاندارد کردن داده‌ها انجام شد (Mousavi *et al*., 2011).

نتایج و بحث

در شکل ۱ نقشه استان چهار محال و بختیاری و محل‌های جمع‌آوری ژنوتیپ‌های گردو نشان داده شده است. شماره ژنوتیپ‌های گردو و مشخصات محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ و صفات و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۲ درج شده است.



شکل ۱- نقشه استان و محل‌های جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها
Fig 2. Province map and collection sites of genotypes

جدول ۱- شماره ژنوتیپ‌های گردو و مشخصات محل جمع‌آوری آن‌ها
Table 1. Number of walnut genotypes and specification of their collection sites

شماره ژنوتیپ Genotype No.	محل جمع‌آوری Collection site	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude
1	Avargan	31 54' 13.22" N	50 57' 25.72" E	2419
2	Avargan	31 54' 17.15" N	50 57' 16.69" E	2410
3	Avargan	31 54' 22.99" N	50 57' 34.32" E	2436
4	Avargan	31 54' 44.45" N	50 58' 07.65" E	2435
5	Avargan	31 54' 24.19" N	50 58' 04.81" E	2479
6	Sibak	31 53' 20.98" N	50 56' 04.58" E	2372
7	Sibak	31 53' 14.16" N	50 55' 51.73" E	2388
8	Sibak	31 53' 45.82" N	50 56' 51.76" E	2362
9	Sibak	31 53' 53.49" N	50 56' 59.49" E	2377
10	Baba Heidar	32 19' 28.57" N	50 28' 19.16" E	2179
11	Baba Heidar	32 19' 31.54" N	50 28' 03.21" E	2180
12	Baba Heidar	32 19' 25.94" N	50 28' 31.81" E	2158
13	Baba Heidar	32 19' 22.25" N	50 28' 38.56" E	2151
14	Baba Heidar	32 19' 36.29" N	50 28' 05.50" E	2200
15	Saman	32 27' 37.89" N	50 54' 34.44" E	1952
16	Saman	32 27' 44.53" N	50 54' 39.75" E	1942
17	Saman	32 26' 55.53" N	50 53' 59.98" E	1994
18	Sadegh Abad	32 37' 49.36" N	50 50' 58.20" E	2005
19	Naghan	31 55' 42.22" N	50 42' 50.93" E	1893
20	Naghan	31 55' 49.69" N	50 42' 33.04" E	1852
21	Naghan	31 56' 18.94" N	50 44' 33.40" E	2123
22	Naghan	31 55' 21.64" N	50 43' 04.25" E	1885
23	Naghan	31 56' 36.67" N	50 44' 19.09" E	2138
24	Avargan	31 54' 15.99" N	50 58' 08.78" E	2475
25	Avargan	31 54' 20.83" N	50 58' 04.84" E	2475
26	Avargan	31 54' 09.93" N	50 57' 22.98" E	2413
27	Avargan	31 54' 17.07" N	50 57' 16.34" E	2415
28	Avargan	31 54' 16.86" N	50 57' 11.05" E	2411
29	Avargan	31 54' 34.54" N	50 57' 11.45" E	2436
30	Avargan	31 54' 16.86" N	50 56' 58.44" E	2404
31	Avargan	31 54' 07.41" N	50 57' 07.14" E	2402
32	Avargan	31 53' 50.34" N	50 57' 14.77" E	2428
33	Avargan	31 53' 58.86" N	50 57' 01 32" E	2384
34	Avargan	31 53' 57.16" N	50 57' 39.48" E	2467
35	Avargan	31 54' 38.26" N	50 57' 33.02" E	2443
36	Avargan	31 53' 35.54" N	50 56' 59.84" E	2419
37	Avargan	31 53' 33.75" N	50 56' 44.28" E	2384
38	Avargan	31 53' 48.45" N	50 56' 49.07" E	2365
39	Avargan	31 53' 54.40" N	50 57' 18.31" E	2398
40	Sibak	31 53' 44.77" N	50 56' 23.07" E	2348
41	Farokh Shahr	32 16' 16.02" N	50 58' 44.55" E	2109
42	Farokh Shahr	32 17' 12.04" N	50 57' 02.33" E	2058
43	Farokh Shahr	32 17' 35.60" N	50 56' 29.58" E	2086
44	Naghan	31 56' 36.52" N	50 44' 19.64" E	2139
45	Sadegh Abad	32 37' 37.74" N	50 50' 39.06" E	1926
46	Sadegh Abad	32 37' 40 76" N	50 50' 47.12" E	1924
47	Sadegh Abad	32 37' 43.43" N	50 50' 53.31" E	1942
48	Sadegh Abad	32 37' 43.76" N	50 50' 53.12" E	1945
49	Ghareh Ghoush	32 41' 58.83" N	50 48' 09.91" E	1966
50	Ghareh Ghoush	32 42' 00.42" N	50 48' 06.46" E	1965
51	Ghareh Ghoush	32 42' 02.99" N	50 48' 14.20" E	1958
52	Ghareh Ghoush	32 41' 48.74" N	50 48' 06.89" E	1962
53	Garm Dareh	32 41' 17.40" N	50 49' 00.20" E	1988
54	Garm Dareh	32 41' 11.92" N	50 49' 01.41" E	1983
55	Garm Dareh	32 41' 10.72" N	50 48' 46.21" E	1949
56	Garm Dareh	32 41' 31.66" N	50 49' 02.21" E	2019
57	Garm Dareh	32 41' 36 62" N	50 48' 56.37" E	1989
58	Garm Dareh	32 41' 19.21" N	50 49' 10.60" E	2083

تجزیه واریانس صفات

نتـــایج تجزیـــه واریـــانس نـــشان داد کـــه ژنوتیپ‌های مـورد بررسـی از نظـر کلیـه صـفات مورد مطالعه با یک‌دیگر دارای تفاوت معنـی‌دار

جدول ۲- علامت اختصاری و نحوه اندازه‌گیری صفات ثبت شده در ژنوتیپ‌های گردو

Table 2. Symbol and measurement method for recorded traits of walnut genotypes

Characteristics	صفت	علامت اختصاری Symbol	نحوه اندازه‌گیری Measurement method
Nut weight	وزن میوه	NW (g)	ترازوی دیجیتال
Kernel weight	وزن مغز	KW (g)	ترازوی دیجیتال
Shell weight	وزن پوست چوبی	SHW (g)	ترازوی دیجیتال
Kernel %	درصد مغز	K (%)	وزن مغز به وزن میوه
Shell %	درصد پوست چوبی	SH (%)	وزن پوست چوبی به وزن میوه
Nut length	طول میوه	NL (mm)	کولیس
Nut width	عرض میوه	NWI (mm)	کولیس
Nut diameter	قطر میوه	ND (mm)	کولیس
Shell thickness	ضخامت پوست چوبی	SHTH (Code)	خیلی نازک (۱)، نازک (۳)، متوسط (۵)، ضخیم (۷)، خیلی ضخیم (۹)
Shell texture	وضعیت سطح پوست چوبی	SHTE (Code)	خیلی صاف (۱)، صاف (۳)، متوسط (۵)، ناهموار (۷)
Nut shape	شکل میوه	NSH (Code)	گرد (۱)، مثلثی (۲)، تخم مرغی پهن (۳)، تخم مرغی (۴)، ذوزنقه‌ای کوتاه (۵)، ذوزنقه‌ای کشیده (۶)، بیضوی پهن (۷)، بیضوی (۸)، قلبی (۹)
Plumpness	درشتی مغز	PL (Code)	چروک خورده (۳)، متوسط (۵)، برجسته و درشت (۷)، خیلی برجسته و صاف (۹)
Shell seal	چسبندگی پوست چوبی به مغز	SHS (Code)	خیلی ضعیف (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، قوی (۷)، خیلی قوی(۹)
Kernel color	رنگ مغز	KC (Code)	قهوه‌ای (۱)، قهوه‌ی روشن (۳)، کهربایی روشن (۵)، روشن (۷)، خیلی روشن (۹)، سفید (۱۱)
Tree shape	شکل درخت	TSH (Code)	راست (۱)، نیمه راست (۳)، نیمه گسترده (۵)، گسترده (۷)، مجنون (۹)
Tree vigor	قدرت رویشی درخت	TV (Code)	خیلی ضعیف (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، قوی (۷)، خیلی قوی (۹)
Flowering habit	عادت گل‌دهی	FH (Code)	انتهایی (۱)، انتهایی جانبی (۳)، جانبی انتهایی (۵)، جانبی (۷)
Time of leafing	زمان برگ‌دهی	TL (Code)	خیلی زود (۱)، زود (۲)، تقریبا زود (۳)، متوسط (۴)، تقریبا دیر (۵)، دیر (۶)، خیلی دیر (۷)
Dicogamy	ناهمرسی	D (Code)	زودتر باز شدن گل نر (۱)، هم‌زمان باز شدن گل نر و ماده (۲)، زودتر باز شدن گل ماده (۳)
Time of ripening	زمان رسیدن میوه	TR (Code)	خیلی زود (۱)، زود (۲)، تقریبا زود (۳)، متوسط (۴)، تقریبا دیر (۵)، دیر (۶)، خیلی دیر (۷)
Productivity	میزان محصول	PR (Code)	بدون محصول (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، زیاد (۷)، خیلی زیاد (۹)

بودند که دلیل بر وجود تنوع در صفات مورد بررسی است، لذا امکان انتخاب ژنوتیپ‌ها برای مقادیر مختلف یک صفت وجود دارد. میانگین عددی صفات در ژنوتیپ‌های مختلف و نیز دامنه تغییرات و ضریب تنوع (Coefficient of Variability) هر صفت در ژنوتیپ‌های گردوی مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است. صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند، محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا هستند و دامنه انتخاب بیشتری را برای آن صفت فراهم نموده می‌کند.

مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی در جدول ۴ آمده است. مهم‌ترین صفات در برنامه‌های به‌نژادی گردو صفات پومولوژیک هستند، زیرا کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی و سن درخت قرار می‌گیرند (Sharma and Sharma, 1998). ژنوتیپ شماره ۲۱ که دارای عادت گل‌دهی جانبی انتهایی بود، بیشترین وزن میوه (۱۷/۲۸) و وزن مغز (۱۰/۱۱) را به خود اختصاص داد. این مقادیر از بیشترین وزن میوه (۱۶ گرم) و وزن مغز (۷/۲ گرم) توده‌های بذری گردو در ارومیه (Rezaei *et al*., 2008) و بیشترین وزن میوه (۱۶/۳۲ گرم) و وزن مغز (۷/۷۷ گرم) در ژنوتیپ‌های برتر و امیدبخش گردوی منطقه بوانات (Sarikhani Khorami *et al*., 2012) بیشتر بود. دامنه طول و عرض میوه به ترتیب ۵۰/۸-۲۹/۵۶ و ۳۹/۴-۲۹/۲ میلی‌متر بود. موسیوند و همکاران (Mosivand *et al*., 2013) بیشترین و کمترین عرض میوه را به ترتیب در گردوی ایران (۳۰/۲ میلی‌متر) و دورگ بین گونه‌ای رویال (۱۴/۸ میلی‌متر) گزارش کردند. همچنین دامنه طول میوه از ۳۵/۶ سانتی‌متر در گردوی ایرانی تا ۲۱/۳ سانتی‌متر در پارادوکس متغیر بود. براساس نتایج، بیشترین درصد مغز (۶۲/۸۸) و کمترین وزن پوست (۴/۲۷ گرم) متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۰ بود (جدول ۴). درصد مغز و مقدار محصول در هر درخت از مهم‌ترین صفات برای به‌نژادگران هستند و درصد مغز به عنوان شاخص عملکرد اقتصادی درختان گردو مد نظر است (Bayazit *et al*., 2012). درصد مغز در این ژنوتیپ از بیشترین درصد مغز گزارش شده توسط احتشام نیا و همکاران (Ehteshamnia *et al*., 2009) بیشتر بود (۵۰/۱۹) و از درصد مغز گزارش شده توسط ابراهیمی (Ebrahimi *et al*., 2011) و ساریخانی خرمی و همکاران (Sarikhani Khorami *et al*., 2012) کمتر بود (به ترتیب ۶۷ و ۷۰/۶۳ درصد). ژنوتیپ شماره ۲۰ دارای پوست سخت چوبی با نازک‌ترین ضخامت بود و چسبندگی پوست چوبی به مغز نیز خیلی ضعیف بود. این ژنوتیپ بیشترین طول میوه را با مغز خیلی برجسته و صاف داشت (جدول ۴). بیشترین میزان محصول نیز متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۴۲ بود.

در تحقیق انجام شده توسط حق جویان و همکاران (Haghjouyan *et al*., 2005) جزیه

جدول ۳- میانگین، دامنه تغییرات و ضرایب تنوع صفات ژنوتیپ‌های گردو

Table 3. Mean, range and coefficient of variability in traits of walnut genotypes

Trait	صفت	ضریب تنوع C.V. (%)	انحراف استاندارد Standard deviation	حداقل Minimum	میانگین Mean	حداکثر Maximum
NW	وزن میوه	17.51	2.37	7.90	13.53	17.30
KW	وزن مغز	23.85	1.56	3.69	6.54	10.11
SHW	وزن پوست چوبی	64.72	19.009	4.27	29.37	52.75
K (%)	درصد مغز	14.91	7.14	35.10	47.88	62.88
SH (%)	درصد پوست چوبی	13.71	6.47	32.26	47.19	62.26
NL (mm)	طول میوه	11.03	4.39	29.56	39.78	50.80
NW (mm)	عرض میوه	8.15	2.85	29.20	34.96	39.40
ND (mm)	قطر میوه	6.32	2.21	30.3	34.94	39.50
SHTH	ضخامت پوست چوبی	33.26	1.71	1	5.14	9
SHTE	وضعیت سطح پوست چوبی	29.73	1.24	1	4.17	7
NSH	شکل میوه	60.27	2.61	1	4.33	8
PL	درشتی مغز	18.40	1.18	5	6.41	9
SHS	چسبندگی پوست چوبی به مغز	38.79	1.42	1	3.66	7
KC	رنگ مغز	29.16	1.61	3	5.52	9
TSH	شکل درخت	19.76	1.03	3	5.21	7
TV	قدرت رویشی درخت	19.08	0.98	3	5.14	7
FH	عادت گل‌دهی	24.71	0.86	3	3.48	5
TL	زمان برگ‌دهی	14.87	0.58	3	3.90	6
D	ناهمرسی	54.09	0.99	1	1.83	3
TR	زمان رسیدن میوه	12.25	0.49	3	4.00	5
PR	میزان محصول	18.96	1.06	6	5.59	9

For abbreviation of traits see Table 2.

واریانس داده‌ها، اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مناطق مختلف برای کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت متوسط وزن ۱۰ مغز نشان داد. آن‌ها درصد مغز و متوسط وزن مغز را در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب بین ۶۴ تا۲۴ درصد و ۱۴/۱ تا ۱/۴۲ گرم گزارش کردند.ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) پس از بررسی ۵۸ ژنوتیپ در منطقه تفت استان یزد، دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم، ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد و ۱/۴-۰/۴ میلی‌متر گزارش کردند.

دامنه زمانی برگ‌دهی ژنوتیپ‌ها از ۲۰ روز قبل از برگ‌دهی درختان منطقه شروع شد و تا

جدول ۴- میانگین برخی صفات برای ۵۸ ژنوتیپ گردو (±SD)

Table 4. Mean of some TRAITS for 58 genotypes of walnut (±SD)

ژنوتیپ	وزن میوه	وزن مغز	وزن پوست	درصد مغز	درصد پوست	طول میوه	عرض میوه	قطر میوه	ضخامت پوست	درشتی مغز	چسبندگی پوست به مغز	رنگ مغز	قدرت درخت	عادت گل‌دهی	زمان برگ‌دهی	ناهمرسی	محصول‌دهی
Genotype No.	EW (g)	KW (g)	SHW (g)	K (%)	SH (%)	FL (mm)	FWI (mm)	FD (mm)	SHTH (mm)	PL	SHS	KC	TV	FH	TL	D	PR
1	14.3±0.1	7.22±0.02	6.91±0.02	50.48±0.02	48.32±0.02	40.04±0.02	37.76±0.02	35.7±0.02	5	7	3	5	5	3	4	1	5
2	14.7±0.1	5.82±0.02	7.82±0.02	42.48±0.02	57.08±0.02	38.9±0.02	30.18±0.02	35.96±0.02	5	5	5	3	7	3	4	1	7
3	14.55±0.05	7.31±0.02	7.21±0.02	50.24±0.02	49.55±0.02	40.52±0.02	39.12±0.02	36.42±0.02	3	7	3	5	5	3	6	1	5
4	16.82±0.6	8.81±0.02	8±0.02	52.37±0.02	44.56±0.02	46.52±0.02	36.5±0.02	35.6±0.02	5	7	3	5	5	3	4	1	5
5	13.46±0.05	8.19±0.02	5.28±0.02	60.84±0.02	39.22±0.02	50.8±0.02	36.96±0.02	33.34±0.02	7	9	1	7	5	3	3	1	5
6	15.39±0.05	6.88±0.02	8.47±0.02	44.7±0.02	55.03±0.02	44.5±0.02	35.4±0.02	34.38±0.02	5	5	3	5	5	5	4	1	7
7	17.16±0.05	8.65±0.02	8.45±0.02	50.4±0.02	49.24±0.02	44.8±0.02	39.06±0.02	38.24±0.02	3	7	3	5	5	5	4	1	5
8	13.98±0.05	8.26±0.02	5.57±0.02	59.08±0.02	39.84±0.02	41.32±0.02	38.3±0.02	37±0.02	5	7	3	7	5	3	4	1	5
9	15.63±0.05	8.84±0.02	6.57±0.02	56.55±0.02	42.03±0.02	41.82±0.02	35.14±0.02	35.8±0.02	7	7	3	7	7	5	5	1	7
10	15.85±0.05	7.92±0.02	7.86±0.02	49.96±0.02	49.58±0.02	40.44±0.02	39.32±0.02	35.26±0.02	9	9	5	5	5	5	5	3	7
11	14.85±0.05	8.11±0.02	6.58±0.02	54.61±0.02	44.3±0.02	35.1±0.02	35.58±0.02	35.9±0.02	3	7	5	7	3	3	4	3	5
12	12.17±0.05	7.12±0.02	4.96±0.02	58.5±0.02	40.75±0.02	35.12±0.02	34.94±0.02	36.86±0.02	7	7	3	7	3	3	4	3	5
13	15.59±0.05	8.75±0.02	6.65±0.02	56.12±0.02	42.65±0.02	36.3±0.02	35.6±0.02	37.04±0.02	5	7	5	7	5	3	4	3	5
14	11.63±0.05	6.19±0.02	5.32±0.02	53.22±0.02	45.74±0.02	31.92±0.02	29.44±0.02	33.56±0.02	5	7	5	3	5	3	4	3	5
15	12.11±0.05	7.31±0.02	4.68±0.02	60.36±0.02	38.64±0.02	36.58±0.02	32.06±0.02	32.82±0.02	7	7	3	3	5	3	3	1	5
16	15.94±0.05	8.37±0.02	7.46±0.02	52.5±0.02	46.8±0.02	42.78±0.02	33.82±0.02	34.82±0.02	5	9	5	5	5	3	3	1	5
17	13.26±0.05	7.31±0.02	5.92±0.02	55.12±0.02	44.64±0.02	38.28±0.02	34.12±0.02	35.8±0.02	5	7	3	7	5	3	3	1	5
18	15.23±0.05	8.41±0.02	6.68±0.02	55.21±0.02	43.86±0.02	40.7±0.02	36.64±0.02	38.06±0.02	5	7	3	9	7	5	3	3	9
19	14.58±0.05	7.35±0.02	7.21±0.02	50.41±0.02	49.45±0.02	40±0.02	37.2±0.02	35.3±0.02	5	9	5	5	5	3	4	1	5
20	11.72±0.05	7.37±0.02	4.27±0.02	62.88±0.02	36.43±0.02	37.2±0.02	36.7±0.02	33.5±0.02	1	7	1	7	5	3	4	1	5
21	17.28±0.05	10.11±0.02	6.98±0.02	58.5±0.02	40.39±0.02	44.3±0.02	36.5±0.02	36.9±0.02	5	7	3	5	5	5	4	3	7
22	15.82±0.05	9.61±0.02	6.12±0.02	60.74±0.02	38.68±0.02	44±0.02	39.4±0.02	39±0.02	5	7	3	5	5	3	4	3	5
23	14.16±0.05	7.1±0.02	6.93±0.02	50.14±0.02	48.94±0.02	36±0.02	34.2±0.02	35±0.02	5	7	3	7	5	3	4	3	5
24	16.29±0.05	6.82±0.02	41.88±0.02	41.88±0.02	48.56±0.02	42.43±0.02	37.97±0.02	39.47±0.02	5	5	3	5	5	3	4	1	5
25	15.6±0.1	7.99±0.02	51.23±0.02	51.23±0.02	47.84±0.02	48.64±0.02	37.52±0.02	35.47±0.02	5	7	3	5	7	3	4	1	7
26	13.65±0.05	5.35±0.02	39.2±0.02	39.2±0.02	46.27±0.02	39.61±0.02	36.94±0.02	34.16±0.02	5	5	3	7	5	3	4	1	5
27	14.61±0.05	7.19±0.02	49.2±0.02	49.2±0.02	45.87±0.02	40.4±0.02	35.27±0.02	34.81±0.02	5	5	3	7	5	3	4	1	5
28	13.68±0.05	5.36±0.02	39.18±0.02	39.18±0.02	53.89±0.02	46.3±0.02	36.36±0.02	34.38±0.02	5	5	3	5	5	3	3	1	5
29	15.44±0.05	6.71±0.02	43.45±0.02	43.45±0.02	51.06±0.02	43.26±0.02	38.28±0.02	36.95±0.02	7	7	3	7	5	5	4	1	7
30	13.39±0.05	5.58±0.02	41.69±0.02	41.69±0.02	52.72±0.02	39.5±0.02	36.85±0.02	37.05±0.02	7	5	5	7	5	5	4	1	5
31	14.11±0.05	6.14±0.02	43.54±0.02	43.54±0.02	41.91±0.02	37.82±0.02	37.54±0.02	37.72±0.02	3	7	3	7	5	3	4	1	5
32	13.57±0.05	5.96±0.02	43.96±0.02	43.96±0.02	55.63±0.02	38.54±0.02	36.52±0.02	36.27±0.02	5	5	5	3	7	5	5	1	7
33	10.29±0.05	3.97±0.02	38.61±0.02	38.61±0.02	62.26±0.02	38.07±0.02	31.87±0.02	31.4±0.02	7	5	5	3	5	5	5	3	7
34	13.61±0.05	6.1±0.025	44.85±0.02	44.85±0.02	57.4±0.02	34.02±0.02	33.3±0.02	33.4±0.02	7	5	7	3	3	3	4	3	5
35	14.81±0.05	5.64±0.02	38.08±0.02	38.08±0.02	55.39±0.02	45±0.02	37.4±0.02	36.45±0.02	7	5	7	3	3	3	4	3	5
36	14.18±0.05	5.77±0.02	40.73±0.02	40.73±0.02	58.49±0.02	38.95±0.02	34.8±0.02	33.32±0.02	7	5	7	3	5	3	4	3	5
37	15.39±0.05	7.53±0.02	48.9±0.02	48.9±0.02	46.28±0.02	41.03±0.02	37.54±0.02	38.27±0.02	5	7	5	5	5	3	4	3	5
38	12.5±0.1	6.59±0.02	52.75±0.02	52.75±0.02	39.41±0.02	41.73±0.02	36.55±0.02	34.71±0.02	3	7	1	7	5	3	3	1	5
39	12.91±0.05	5.6±0.02	43.42±0.02	43.42±0.02	46.19±0.02	44.16±0.02	34.63±0.02	34.14±0.02	5	7	3	9	5	3	3	1	5

For abbreviation of traits see Table 2.

ادامه جدول ۴

Table 4. Continued

ژنوتیپ	وزن میوه	وزن مغز	وزن پوست	درصد مغز	درصد پوست	طول میوه	عرض میوه	قطر میوه	ضخامت پوست	درشتی مغز	چسبندگی پوست به مغز	رنگ مغز	قدرت درخت	عادت گل‌دهی	زمان برگ‌دهی	ناهمرسی	محصول‌دهی
Genotype No.	EW (g)	KW (g)	SHW (g)	K (%)	SH (%)	FL (mm)	FWI (mm)	FD (mm)	SHTH (mm)	PL	SHS	KC	TV	FH	TL	D	PR
40	12.36±0.05	5.05±0.02	40.84±0.02	40.84±0.02	52.65±0.02	40.81±0.02	38.32±0.02	36.47±0.02	5	5	3	5	5	3	3	1	5
41	15.71±0.05	5.95±0.02	37.9±0.02	37.9±0.02	55.94±0.02	41.78±0.02	34.72±0.02	35.46±0.02	7	7	5	5	7	5	3	3	5
42	12.92±0.05	6.75±0.02	52.28±0.02	52.28±0.02	32.26±0.02	49.55±0.02	36.71±0.02	36.57±0.02	1	7	1	5	5	3	4	1	9
43	7.91±0.05	4.14±0.02	52.36±0.02	52.36±0.02	40.02±0.02	36.05±0.02	29.2±0.02	31.18±0.02	1	7	3	5	5	3	4	1	7
44	16.95±0.05	7.65±0.02	45.13±0.02	45.13±0.02	46.97±0.02	43.12±0.02	35.82±0.02	36.45±0.02	7	7	3	5	5	5	4	3	5
45	11.49±0.05	4.6±0.02	40.07±0.02	40.07±0.02	50.35±0.02	35.1±0.02	31.88±0.02	31.9±0.02	5	7	3	7	5	3	4	3	5
46	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.02	46.93±0.02	45.8±0.02	37.61±0.02	29.62±0.02	31.26±0.02	5	7	3	5	5	3	4	3	5
47	8.61±0.05	3.69±0.02	42.89±0.02	42.89±0.02	42.2±0.02	34.2±0.02	30.35±0.02	30.32±0.02	5	7	3	7	7	3	4	1	5
48	13.73±0.05	6.08±0.02	44.27±0.02	44.28±0.02	43.87±0.02	39.4±0.02	36.07±0.02	35.14±0.02	3	5	3	5	5	3	4	1	7
49	12.64±0.05	4.64±0.02	36.7±0.05	36.7±0.05	58.2±0.05	35.44±0.1	33.14±0.05	35.93±0.05	7	7	3	5	7	3	4	1	5
50	12.04±0.05	5.65±0.02	46.98±0.05	46.98±0.05	43.3±0.05	39.43±0.05	34.94±0.05	34.64±0.05	5	5	3	7	5	3	4	1	5
51	12.92±0.05	6.75±0.02	52.28±0.05	35.1±0.05	52.58±0.05	43.56±0.05	33.9±0.05	36.25±0.05	5	5	3	7	5	3	3	1	5
52	7.91±0.05	4.14±0.02	52.36±0.05	38.09±0.05	57.29±0.05	35.47±0.05	32±0.05	34.64±0.05	9	5	3	5	5	5	4	1	7
53	16.95±0.05	7.65±0.02	45.13±0.05	51.03±0.05	40.28±0.05	33.34±0.05	30.32±0.05	31.8±0.05	5	7	3	7	5	3	3	3	5
54	11.49±0.05	4.6±0.02	40.07±0.05	50.16±0.05	37.57±0.05	36.66±0.05	30.72±0.05	30.8±0.05	3	5	5	7	5	3	4	3	5
55	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.05	41.4±0.05	49.98±0.05	34.6±0.05	31.23±0.05	31.71±0.05	7	7	3	7	5	5	4	3	5
56	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.05	41.4±0.05	49.98±0.05	34.6±0.05	31.23±0.05	31.71±0.05	5	5	5	3	7	3	4	3	5
57	13.73±0.05	6.08±0.02	44.27±0.05	46.3±0.05	49.49±0.05	40.13±0.5	34.77±0.05	33.95±0.05	3	5	5	3	5	3	4	3	7
58	12.64±0.05	4.64±0.02	36.7±0.05	41.43±0.05	43.41±0.05	29.56±0.05	29.92±0.05	30.57±0.05	5	5	7	3	3	3	4	3	5

For abbreviation of traits see Table 2.

۱۵ روز پس از شروع رشد و شکوفایی برگ‌ها در منطقه ادامه یافت که با نتایج زنلی و همکاران (Zeneli *et al.*, 2005) و سولار و همکاران (Solar *et al.*, 2002) مبنی بر تنوع زمان باز شدن جوانه در گردو تطابق دارد. این امر گزینش درختان را برای مناطق با خطر بروز یخ‌بندان و یا بلایت باکتریایی امکان‌پذیر می‌سازد. حدود ۲۰/۶۷ درصد درختان زود برگ‌ده، ۷۰/۶۸ درصد آن‌ها برگ‌دهی هم‌زمان با درختان منطقه و ۸/۶۲ درصد آن‌ها دیربرگ‌ده بودند. ژنوتیپ شماره سه دیربرگ‌ده‌ترین ژنوتیپ در سال اول و دوم بود. این ژنوتیپ حدود ۱۵ روز پس از برگ‌دهی سایر درختان منطقه تولید برگ کرد. زمان رسیدن محصول این ژنوتیپ کمی زودتر از سایر درختان منطقه بود. در حال حاضر دیربرگ‌دهی، زودرسی، عملکرد بالا و کیفیت محصول از اهداف مهم در به نژادی گردو به شمار می‌آید (Ebrahimi *et al.*, 2009). ظهور دیرتر برگ‌ها در فصل بهار حتی برای چند روز می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش احتمال خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره و کاهش خسارت بیماری باکتریایی بلایت داشته باشد.

بر اساس نتایج، تعداد ۷۵/۸۶ درصد ژنوتیپ‌ها دارای گل‌دهی جانبی کمتر از ۲۵ درصد (انتهایی جانبی) و ۲۴/۱۳ درصد ژنوتیپ‌ها گل‌دهی جانبی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد (جانبی انتهایی) بودند (جدول ۴). در ۳۱ ژنوتیپ گردوی مورد بررسی در کرج، ۲۲/۶ درصد ژنوتیپ‌ها باردهی جانبی کمتر از ۵۰ درصد و ۱۶/۱ درصد آن‌ها باردهی جانبی بیش از ۵۰ درصد داشتند. در بین آن‌ها ۱۶ درصد نیز باردهی انتهایی را نشان دادند (Norouzi *et al.*, 2013). در این پژوهش باردهی انتهایی دیده نشد. کاراداگ و آک جا (Karadag and Akca, 2011) بیان کردند که میوه‌دهی جانبی تعیین کننده پتانسیل محصول‌دهی است. از طرف دیگر نوروزی و همکاران (Norouzi *et al.*, 2013) گزارش کردند که درختان با میوه‌دهی جانبی به بلایت باکتریایی حساس‌ترند.

عادت گل‌دهی درختان گردو به دلیل هم‌پوشانی گرده‌افشانی گل‌های نر با دوره پذیرش گل‌های ماده از اهمیت ویژه‌ای در مدیریت باغ‌های گردو برخوردار است (Rezaei *et al.*, 2008). در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، پدیده پیش نر گل (پروتاندری) در ۵۸/۶۲ درصد درختان و پیش ماده گل (پروتوژینی) در ۴۱/۳۷ درصد ژنوتیپ‌ها دیده شد که پدیده پروتاندری غالب بود (جدول ۴). غالب بودن ژنوتیپ‌های پروتاندری در نتایج رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2008) نیز مشاهده شد. در برخی مناطق پدیده پروتوژینی بر پروتاندری غالب است (MansouriArdakan *et al.*, 2003). این امر علاوه بر اختلافات ژنتیکی، به دلیل اختلافات آب و هوایی و اثر آن بر زمان رسیدن گل‌های نر و ماده در گردو است. زمان برداشت محصول

از تقریباً زود تا تقریبا دیر متغیر بود. این امر امکان گزینش درختان برای مناطقی که دارای فصل رشد کوتاه هستند را فراهم می‌سازد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۳۹ نیز میانگین روشن‌ترین رنگ مغز را نشان دادند (جدول ۴).

همبستگی صفات

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده، همبستگی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). ارتباط معنی‌دار بالا می‌تواند برای تخمین سایر صفات مورد استفاده قرار گیرد. وزن میوه با وزن مغز، وزن پوست چوبی، طول، عرض و قطر میوه رابطه مثبت معنی‌داری داشت. امیری و همکاران (۲۰۱۰)، قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2012) و ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۴) نیز به ارتباط مثبت بین وزن مغز و وزن میوه اشاره کردند. میوه‌های با وزن مغز بیشتر، مغز درشت‌تری داشته و دارای درصد مغز، طول، عرض و قطر میوه بیشتری بودند، اما وزن و درصد پوست چوبی کمتری داشتند. وزن پوست چوبی با درصد مغز، درشتی مغز و قطر میوه رابطه منفی معنی‌داری را نشان داد. درصد مغز با درصد پوست چوبی و ضخامت پوست چوبی رابطه منفی معنی‌دار و با درشتی مغز رابطه مثبت معنی‌داری را نشان داد. ارتباط منفی درصد مغز و وزن مغز با ضخامت پوست چوبی توسط نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) و ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است.

میوه‌های با درصد پوست چوبی بیشتر دارای پوست چوبی ضخیم‌تر و درشتی مغز کمتری بودند. همچنین درصد و ضخامت پوست چوبی با عادت گلدهی ارتباط مثبت معنی‌داری داشت. به طوری که عادت گل‌دهی جانبی انتهایی، درصد و ضخامت پوست چوبی بیشتری را به همراه داشت. طول میوه با عرض و قطر میوه همبستگی مثبت معنی‌داری را نشان داد. ارتباط مثبت معنی‌دار بین طول و قطر میوه توسط کاراداگ و آک جا (۲۰۱۱) روی تعدادی از ژنوتیپ‌های ترکیه نیز گزارش شده است. قدرت رویشی درخت و عادت گل‌دهی ارتباط مثبت معنی‌داری با میزان محصول داشت.عادت گل‌دهی جانبی انتهایی میزان محصول بیشتری را به همراه داشت که با نتایج امیری و همکاران (۲۰۱۰) و ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی داشت. دیاز و همکاران (Diaz *et al.*, 2004) تفاوت معنی‌دار بالایی را بین بیست صفت مورد بررسی شامل صفات مربوط به اندازه، وزن، حجم، شکل، بافت و رنگ بذر به جز صفت شکل مقطع طولی دانه در توده‌های گردوی اهلی غرب اسپانیا گزارش کردند. موسیوند و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط معنی‌دار بالایی را بین وزن مغز و زمان بلوغ میوه گزارش کردند. امیری و همکاران (۲۰۱۰) نیز ارتباط مثبت معنی‌دار تاریخ برگ‌دهی را با تاریخ برداشت و تاریخ ریزش برگ نشان دادند. این همبستگی‌ها در تحقیق حاضر دیده نشد. علایمی از بلایت و

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گردو

Table 5. Correlation coefficiants between different traits of walnut genotypes

Traits	صفات	وزن میوه EW	وزن مغز KW	وزن پوست SHW	درصد مغز K	درصد پوست SH	طول میوه FL	عرض میوه FWI	قطر میوه FD	ضخامت پوست جوبی SHTH	درشتی مغز PL	قدرت رویشی درخت TV	عادت گل‌دهی FH
KW	وزن مغز	**0.799****											
SHW	وزن پوست چوبی	**0.371****	**-0.641****										
K (%)	درصد مغز	0.242	**0.708****	**-o.658****									
SH (%)	درصد پوست چوبی	-0.032	**-0.389****	0.219	**-0.744****								
NL	طول میوه	**0.497****	**0.469****	-0.058	0.130	-0.064							
NW	عرض میوه	**0.636****	**0.594****	-0.238	0.213	-0.053	**0.650***						
ND	قطر میوه	**0.649****	**0.619****	**-0.270***	0.166	0.014	**0.485****	**0.773****					
SHTH	ضخامت پوست چوبی	0.045	-0.060	-0.029	**-0.281***	**0.511****	-0.052	-0.038	0.015				
PL	درشتی مغز	0.216	**0.483****	**-0.485****	**0.575****	**-0.418****	0.166	0.176	0.102	0.006			
TV	قدرت رویشی درخت	-0.043	-0.055	0.060	-0.104	0.126	0.136	-0.070	0.032	0.030	0.071		
FH	عادت گل‌دهی	0.153	0.083	-0.035	-0.141	**0.322***	0.128	0.139	0.171	**0.429***	0.007	0.251	
PR	میزان محصول	0.031	0.078	0.047	0.053	0.008	0.253	0.058	0.126	0.084	-0.57	**0.326***	**0.452****

* و **: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

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

For abbreviation of traits see Table 2.

سرمازدگی در ژنوتیپ‌های تحقیق حاضر دیده نشد که البته این موضوع مقاومت این ژنوتیپ‌ها به سرما یا بلایت را تایید نمی‌کند.

تجزیه به عامل‌ها

با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، صفات مختلف می‌توانند در قالب عامل‌ها یا مولفه‌هایی مورد بحث قرار گیرد که هر کدام چند صفت را شامل می‌شوند. این تجزیه می‌تواند عامل فرق‌گذار اصلی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد. در این بررسی، تجزیه عامل توانست ۲۱ صفت مورد ارزیابی را به صورت هفت عامل اصلی بیان کند که در بین آن‌ها عامل‌های اول، دوم و سوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده می‌شود. در مجموع هفت عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از یک بود توانستند ۷۵/۳۵ درصد واریانس کل را توجیه کنند (جدول ۶). در عامل اول صفات مربوط به میوه شامل وزن میوه، طول، عرض و قطر میوه دارای ضرایب عاملی بالاتری بودند و ۲۲/۰۴ درصد واریانس را توجیه کردند. در عامل دوم صفات مربوط به مغز و پوست چوبی شامل وزن، درصد و درشتی مغز و نیز وزن و درصد پوست چوبی قرار داشتند که مقدار ۱۴/۱۷ درصد واریانس کل را در برگرفتند. در عامل سوم صفات چسبندگی پوست چوبی به مغز و ناهمرسی با توجیه ۱۰/۴۲ درصد واریانس قرار گرفتند و در عامل چهارم عادت گل‌دهی، زمان رسیدن میوه و میزان محصول بود که ۹/۱۱ درصد واریانس را توجیه کردند. در عامل پنجم صفات ضخامت پوست چوبی و شکل درخت با توجیه ۷/۴۹ درصد واریانس قرار گرفتند و در عامل ششم، شکل میوه بود که ۶/۷۵ درصد واریانس را توجیه کرد. در عامل هفتم نیز صفت زمان برگ‌دهی ۳/۳۵ درصد از واریانس را توجیه کرد (جدول ۷). این عوامل بیشترین نقش را در تمایز ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر عهده داشتند.حق جویان و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که دو مولفه اصلی اول، به طور تجمعی ۹۹/۸۷ درصد تغییرات داده‌های اولیه را توجیه کردند که این دو مولفه برای نمایش گرافیکی پراکنش ژنوتیپ‌ها استفاده شدند.این دو مولفه صفات درصد مغز، طول و قطر میوه، وزن میوه و درصد پوست چوبی را در برگرفت که با نتایج آزمایش حاضر تطابق دارد. در پژوهش پاپ و همکاران (Pop *et al.*, 2013) عامل اول ۲۹/۲ درصد و عامل دوم ۱۷/۵۳ درصد کل واریانس را توجیه کردند. در تحقیق ایشان نیز صفات مربوط به میوه و مغز از صفات اثرگذار در عامل اول بودند.

تجزیه دی‌پلات

در این پژوهش تجزیه دی‌پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که در مجموع

جدول ۶- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای هفت عامل اصلی

Table 6. Eigen values, variance and cumulative percent of variances for seven main components

عامل‌ها Components	مقادیر ویژه Eigen values	درصد واریانس Variance (%)	درصد تجمعی Cumulative (%)
1	4.62	22.04	22.04
2	2.97	14.17	36.21
3	2.18	10.42	46.64
4	1.91	9.11	55.75
5	1.57	7.49	63.24
6	1.41	6.75	70.005
7	1.12	5.35	75.35

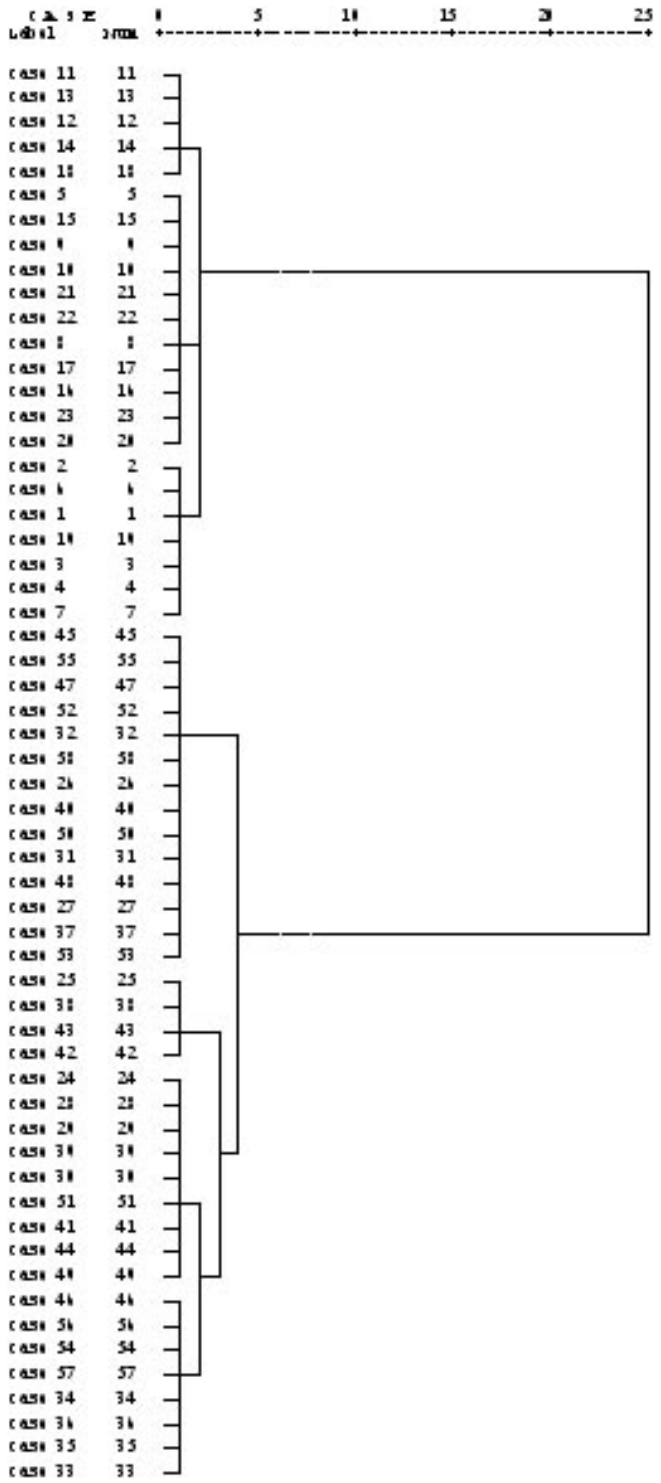
جدول ۷- ضریب عاملی پس از چرخش وریماکس برای هفت عامل اصلی

Table 7. Component coefficient after Varimax rotation for seven principal components

Trait	صفت	Components عامل‌ها						
		1	2	3	4	5	6	7
NW	وزن میوه	**0.813**	0.269	0.209	0.051	-0.014	0.049	0.017
KW	وزن مغز	**0.668**	**0.684**	0.049	0.045	-0.047	-0.014	0.008
SHW	وزن پوست چوبی	-0.233	**-0.768**	-0.105	0.095	-0.189	-0.081	-0.179
K (%)	درصد مغز	0.120	**0.896**	-0.075	-0.022	-0.217	-0.066	0.008
SH (%)	درصد پوست چوبی	0.062	**-0.628**	0.252	0.088	0.453	0.308	0.205
NL	طول میوه	**0.663**	0.069	-0.412	0.138	-0.047	0.392	-0.138
NW	عرض میوه	**0.879**	0.09	-0.222	-0.069	0.090	-0.089	0.087
ND	قطر میوه	**0.884**	0.055	-0.054	0.108	0.020	-0.141	0.009
SHTH	ضخامت پوست چوبی	0.006	-0.094	0.357	0.141	**0.739**	0.182	-0.118
SHTE	وضعیت سطح پوست چوبی	0.440	-0.188	-0.130	-0.016	0.317	0.212	-0.259
NSH	شکل میوه	-0.017	0.027	-0.074	0.061	0.008	**0.894**	-0.142
PL	درشتی مغز	0.032	**0.778**	**-0.66**	0.071	0.055	0.023	-0.168
SHS	چسبندگی پوست چوبی به مغز	-0.040	-0.292	**0.753**	-0.109	0.133	0.181	0.295
KC	رنگ مغز	0.058	0.263	-0.375	0.001	0.111	-0.517	-0.533
TSH	شکل درخت	0.034	0.062	-0.202	-0.237	**0.701**	-0.232	0.132
TV	قدرت رویشی درخت	-0.138	-0.002	-0.473	0.479	0.189	0.184	0.115
FH	عادت گل‌دهی	0.146	-0.036	0.034	**0.640**	0.542	-0.069	0.143
TL	زمان برگ‌دهی	0.013	-0.017	0.040	0.104	0.083	-0.159	**0.864**
D	ناهمرسی	-0.195	0.101	**0.796**	0.104	0.050	-0.097	-0.012
TR	زمان رسیدن میوه	0.025	0.031	0.200	**0.798**	-0.081	0.049	-0.204
PR	میزان محصول	0.105	-0.039	-0.191	**0.787**	-0.122	0.023	0.247

مقادیر بالای ۰/۶ به عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

Values higher than 0.6 have been considered as significant component coefficient.
For abbreviation of traits see Table 2.



شکل ۲- گروه‌بندی ۵۸ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات اندازه‌گیری شده به روش Ward

Fig. 2. Grouping of 58 walnut genotypes based on measured traits by Ward's method

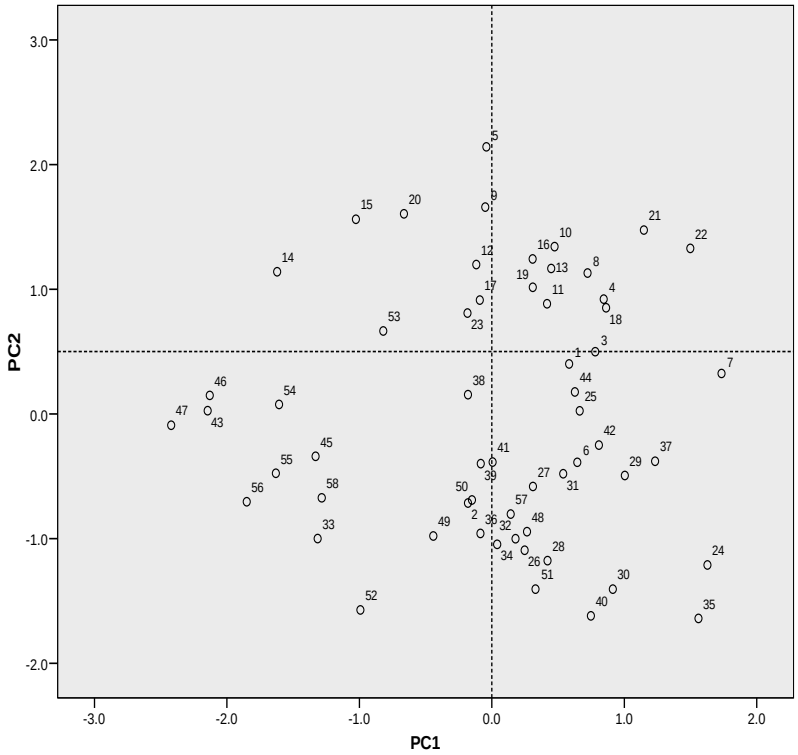
برای مشخصات ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

For details about genotypes, see Table 1.

۳۶/۲۱ درصد از سهم کل واریانس را توجیه کردند انجام شد (شکل ۲). همان‌گونه که قبلاً ذکر شد در عامل اول صفات مربوط به میوه شامل وزن میوه، طول، عرض و قطر میوه و در عامل دوم صفات مربوط به مغز و پوست چوبی شامل وزن، درصد و درشتی مغز و نیز وزن و درصد پوست چوبی دارای ضرایب عاملی بالاتری بودند. بر اساس تجزیه دی‌پلات ژنوتیپ‌هایی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند از نظر صفات موثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. در این تحقیق ژنوتیپ‌های شماره ۲۲، ۲۱، ۱۰، ۱۶، ۸، ۱۳، ۱۹، ۱۱، ۴، ۱۸ و ۳ در عامل‌های اول و دوم (قسمت مثبت) شباهت بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها در تجزیه خوشه‌ای نیز در گروه اول با خصوصیات مطلوب میوه و مغز قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۹، ۲۰، ۱۵، ۱۲، ۱۷، ۲۳، ۵۳ و ۱۴ از نظر صفات موثر در عامل اول بیشترین شباهت را داشتند و ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳، ۷، ۴۴، ۲۵، ۴۲، ۴۱، ۳۷، ۲۹، ۶، ۳۱، ۲۷، ۵۷، ۴۸، ۳۲، ۳۴، ۲۶، ۲۸، ۵۱، ۲۴، ۳۰، ۴۰ و ۳۵ از نظر صفات اثرگذار در عامل دوم شباهت بیشتری با یک دیگر نشان دادند. در تجزیه دی‌پلات انجام شده توسط نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) عامل اول مربوط به صفات میوه، مغز و پوست چوبی و فاکتور دوم مربوط به طول برگ و برگچه‌ها بود.مشابه تحقیق ایشان، در تحقیق حاضر نیز نتایج تجزیه دی‌پلات نتایج تجزیه خوشه‌ای را تایید کرد.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را در فاصله ۲۵ به دو گروه اصلی تقسیم کرد (شکل ۳). در گروه اول ژنوتیپ‌های دارای وزن و ابعاد بیشتر میوه و نیز مغز درشت‌تر با درصد مغز بیشتر قرار گرفتند. قدرت رویشی زیاد درخت، چسبندگی کم مغز به پوست چوبی و وزن کمتر پوست چوبی از خصوصیات ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این گروه بود. گروه دوم ژنوتیپ‌های با وزن، طول و قطر میوه کمتر و نیز وزن مغز کمتر را در خود جای داد. در گروه اول چهار ژنوتیپ با شماره‌های ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ قرار دارند که در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها خصوصیات مطلوب‌تر میوه و مغز را داشتند که می‌تواند مربوط به منشا مشترک آن‌ها باشد (منطقه ناقان). ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (سامان)، ۱۰ (بابا حیدر) و ژنوتیپ شماره ۵ (آورگان) نیز از جمله ژنوتیپ‌های مطلوب‌تر با منشاهای جغرافیایی مختلف در گروه اول بودند. بیشترین شاخه‌بندی در فاصله اقلیدسی یک با هفت شاخه مشاهده شد. در این فاصله، ژنوتیپ‌های مطلوب از نظر خصوصیات میوه و مغز در شاخه دوم قرار گرفتند. درختان با قدرت رویشی بیشتر و وزن میوه و مغز کمتر در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. در شاخه چهارم ژنوتیپ شماره ۴۷ کمترین وزن مغز و قطر میوه را داشت. در همین شاخه ژنوتیپ شماره ۵۲ کمترین وزن میوه و ژنوتیپ شماره



شکل ۲- تجزیه دی‌پلات (تصویر دو بعدی) پراکنش ۵۸ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات موثر در عامل اول (PC1=٪۲۲/۰۴) و عامل دوم (PC2=٪۱۴/۱۷)

Fig. 3. Diplot analysis of 58 walnut genotypes based on effective traits in first factor (PC1=22.04%) and second factor (PC2=14.17%)

۵۸ کمترین طول میوه را داشت. در شاخه پنجم ژنوتیپ شماره ۴۳ با کمترین عرض میوه قرار گرفت. ژنوتیپ شماره ۵۱ با کمترین درصد مغز در گروه ششم جا گرفت. در آخرین شاخه ژنوتیپ‌های شماره ۳۴، ۳۵ و ۳۶ (با منشا مشترک اورگان) قرار داشتند که چسبندگی پوست چوبی به مغز در آن‌ها زیاد بود و قدرت رویشی ضعیفی داشتند. در همین گروه ژنوتیپ شماره ۳۳ (آورگان) بیشترین درصد پوست چوبی را به خود اختصاص داد. بر اساس نتایج پژوهش ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۱) ۳۵ ژنوتیپ گردوی مورد بررسی به سه خوشه طبقه‌بندی شدند که گروه دوم دارای صفات مطلوب پومولوژیکی بودند. در خوشه‌بندی انجام شده توسط موسیوند و همکاران (۲۰۱۳) ژنوتیپ‌های گردو از هم تفکیک شدند. دورگ رویال ارتباط نزدیکی با ژنوتیپ‌های گردوی سیاه داشت. ۷۱ ژنوتیپ مورد بررسی استان مرکزی به شش گروه طبقه‌بندی شدند و ژنوتیپ‌های قرار گرفته در یک گروه بیشترین تشابه را داشتند (Ghasemi *et al*., 2012). در بررسی ۵۸ ژنوتیپ گردوی نواحی مختلف

تفت، صفات با وراثت‌پذیری بالا همچون ویژگی‌های مغز و تاریخ برگ‌دهی از صفات موثر در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بودند (Arzani *et al.*, 2008).

در مجموع، با توجه به نتایج ارزیابی‌های انجام شده و با در نظر گرفتن مجموعه صفات، هشت ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر در استان چهار محال و بختیاری انتخاب شدند که مشخصات کامل آن‌ها در جدول ۸ نشان داده شده است.

در این بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های گردو استان چهار محال و بختیاری به ویژه در صفات وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز و درصد پوست چوبی دیده شد. حدود نیمی از ژنوتیپ‌های بررسی شده دارای درصد مغز بالای ۵۰ درصد و چهار ژنوتیپ نیز دارای درصد مغز بالای ۶۰ درصد بودند. به طور کلی ژنوتیپ‌های مورد بررسی درصد مغز بالایی نسبت به بیشتر گزارش‌های موجود داشتند. به علاوه چندین همبستگی مطلوب بین خصوصیات میوه و مغز وجود داشت که در برنامه‌های به‌نژادی مفید خواهد بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳ (درصد مغز بالای ۵۰ درصد، دیربرگ‌ده و زودرس)، ۵ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز)، ۱۵ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز)، ۱۸ (پرمحصول با مغز روشن)، ۲۰ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز و وزن پوست چوبی کم)، ۲۱ (وزن میوه، وزن مغز بالا و میزان محصول زیاد)، ۲۲ (وزن مغز و درصد مغز بالا) و ۴۲ (پرمحصول با درصد کم پوست چوبی و چسبندگی کم پوست چوبی به مغز) از جمله ژنوتیپ‌های مطلوب و قابل توصیه در این تحقیق بودند. با توجه به تنوع موجود، استفاده از این ژنوتیپ‌ها به منظور استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و احیای باغ‌های سنتی گردو در جهت تجاری‌سازی آن‌ها قابل توصیه است. همچنین لازم است که این ژنوتیپ‌های برتر و پرمحصول که از توان بالاتری برخوردار هستند را به کشاورزان معرفی کرد و در آینده از آن‌ها برای بهره‌گیری در برنامه‌های به‌نژادی در استان استفاده کرد.

جدول ۸- خصوصیات کامل ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شده گردو

Table 8. Characteristics of superior selected genotypes of walnut

شماره ژنوتیپ Genotype No.	وزن میوه KW (g)	وزن مغز KW (g)	وزن پوست SHW (g)	درصد مغز K (%)	درصد پوست SH (%)	طول میوه FL (mm)	عرض میوه FWI (mm)	قطر میوه FD (mm)	ضخامت پوست SHTH	درشتی مغز PL	چسبندگی پوست به مغز SHS	رنگ مغز KC
3	14.55	7.31	7.21	50.24	49.55	40.52	39.12	36.42	نازک	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
5	13.46	8.19	5.28	60.84	39.22	50.80	36.96	33.34	ضخیم	خیلی برجسته و صاف	خیلی ضعیف	روشن
15	12.11	7.31	4.68	60.36	38.64	36.58	32.06	32.82	ضخیم	برجسته و درشت	ضعیف	قهوه‌ای روشن
18	15.23	8.41	6.68	55.21	43.86	40.70	36.64	38.06	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	خیلی روشن
20	11.72	7.37	4.27	62.88	36.43	37.20	36.70	33.50	خیلی نازک	برجسته و درشت	خیلی ضعیف	روشن
21	17.28	10.11	6.98	58.50	40.39	44.30	36.50	36.90	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
22	15.82	9.61	6.12	60.74	38.68	44.00	39.40	39.00	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
42	12.92	6.75	52.28	52.28	32.26	49.55	36.71	36.57	خیلی نازک	برجسته و درشت	خیلی ضعیف	کهربای روشن

Table 8. Continued

ادامه جدول ۸

شماره ژنوتیپ Genotype No.	قدرت درخت TV	عادت گل‌دهی FH	زمان برگ‌دهی TL	ناهمرسی D	محصول‌دهی PR	وضعیت سطح پوست چوبی SHTE	شکل میوه NSH	شکل درخت TSH	زمان رسیدن میوه TR
3	متوسط	انتهایی جانبی	دیر	پیش نر گل	متوسط	متوسط	تخم مرغی پهن	گسترده	تقریبا زود
5	متوسط	انتهایی جانبی	تقریبا زود	پیش نر گل	متوسط	متوسط	بیضوی	گسترده	متوسط
15	متوسط	انتهایی جانبی	تقریبا زود	پیش نر گل	متوسط	متوسط	بیضوی	نیمه گسترده	متوسط
18	قوی	جانبی انتهایی	تقریبا زود	پیش ماده گل	خیلی زیاد	ناهموار	گرد	گسترده	تقریبا دیر
20	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش نر گل	متوسط	صاف	تخم مرغی	نیمه گسترده	تقریبا زود
21	متوسط	جانبی انتهایی	متوسط	پیش ماده گل	زیاد	متوسط	ذوزنقه‌ای کشیده	نیمه گسترده	متوسط
22	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش ماده گل	متوسط	متوسط	تخم مرغی	نیمه گسترده	متوسط
42	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش نر گل	خیلی زیاد	متوسط	تخم مرغی	نیمه راست	تقریبا دیر

For abbreviation of traits see Table 2.

References

Amini, A., Ghanadha, M., and Abdemishani, C. 2000. Genetic diversity and correlation between different traits in common Bean (*Phaseolus vulgaris* Z.). Iranian Journal of Agriculture Sciences 33: 605-615 (in Persian).

Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M. R., and Leslie, C. 2010. Correlations between some horticultural traits in walnut. Horticultural Science 45: 1690-1694.

Anonymous 1994. Descriptors for Walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Anonymous 2011. Survey Results Example of Horticultural Crops. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).

Arzani, K. 2003. Approach on importance, protect, maintenance, breeding and management of Iranian traditional orchards. The First Conference of the Iranian Traditional Orchards, Karaj, Iran. pp. 1-5 (in Persian).

Arzani, K., Mansouri Ardakan, H., Vezvaei, A., and Roozban, M. R. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciences 36: 159-168.

Aslantas, R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciences 34: 231-237.

Atefi, J. 1993. Evaluation of walnut genotypes in Iran. Acta Horticulturae 311: 24-33.

Bayazit, S. 2012. Determination of relationships among kernel percentage and yield characteristics in some Turkish walnut genotypes by correlation and path analysis. The Journal of Animal and Plant Sciences 22: 513-517.

Cosmulescu, S., and Botu, M. 2012. Walnut biodiversity in south-western Romania resource for perspective cultivars. Pakistan Journal of Botany 44: 307-311.

Diaz, R., Alonso, E., and Fernandez Lopez, J. 2004. Genetic and geographic variation in seed traits of common walnut among twenty populations from the west of Spain. Acta Horticulturae 705: 137-141.

Ebrahimi, A., Fattahi Moghaddam, M. R., and Zamani, Z. 2011. Analysis of genetic diversity among some Persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. Scientia Horticulturae 130: 146-151.

Ebrahimi, A., Fattahi Moghadam, M. R., Zamani, Z., and Vahdati, K. 2009. An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. Iranian Journal of Horticultural Science 40: 83-94 (in Persian).

Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., and Erfani Moghadam, V. 2009. Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia*) in Golestan province, Iran. Journal of Plant Production 16: 29-48 (in Persian).

Ghasemi, M., Arzani, K., and Hassani, D. 2012. Evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province of Iran. Crop Breeding Journal 2(2): 119-124.

Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D., and Ghasemi, S. H. 2011. Variability in nuts of twelve walnut (*Juglance regia* L.) genotypes in Markazi province. Journal of Science and Food Industry 8: 63-68 (in Persian).

Haghjouyan, R., Ghareyazi, B., Sanei Shariat-Panahi, M., and Khalighi, A. 2005. Investigation of genetic variation in walnut of some regions of Iran using quantitative and morphological characters. Pajouhesh va Sazandegi 69: 22-30 (inPersian).

Karadag, H., and Akca, Y. 2011. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from selected native population in Amasya Province. African Journal of Biotechnology 10: 16763-16768.

Mansouri Ardakan, H., Arzani, K., and Vezvaei, A. 2003. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in some regions of Yazd. The First Conference of Walnut, Hamedan, Iran. Page 14 (in Persian).

McGranahan, G. H., Charles, A., Leslie, C. A., Philips, H. A., and Dandaker, A. 1998. Walnut propagation. pp. 71-83. In: Ramos, D. (ed.) Walnut Production Manual. University of California, DANR Publication, Davis, USA.

Mosivand, M., Hassani, D., Payamnour, V., and Jafar Aghaei, M. 2013. Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. Crop Breeding Journal 3(1): 25-30.

Mousavi, S. A., Fatahi Moghadam. M. R., Zamani, Z., and Imani, A. 2011. Investigation of qualitative and quantitative characteristics for some almond cultivars and genotypes. Journal of Horticultural Science of Iran 2: 119-131(in Persian).

Norouzi, R., Heidari, S., Mohammadi, A. A. S., and Shahi-Garahlar, A. 2013. Estimation of phenotypical and morphological differentiation among some selected Persian walnut (*Juglans regia* L.) accessions. International Journal of Agronomy and Plant Production 4: 2438-2445.

Pop, F. I., Cristina Vicol, A., Botu, M., Andrei Raica, P., Vahdati, K., and Pamfila, D. 2013. Relationships of walnut cultivars in a germplasm collection: Comparative analysis of phenotypic and molecular data. Scientia Horticulturae 153: 124- 135.

Rezaei, R., Hasani, G., Hassani, D., and Vahdati, K. 2008. Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz-Orumia. Journal of Horticultural Science and Technology 9: 205-214 (in Persian).

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2012. Identification and selection of twelve walnut superior and promising genotypes in Fars province, Iran. Seed and Plant Improvement Journal 28-1: 277-296 (in Persian).

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2014. Correlation of certain high- heritability horticultural traits in Persian walnut (*Juglans regia* L.). Acta Horticulturae 1050: 61-68.

Sharma, A. K., and Das, B. 2003. Genetic variation study on nut and kernel characters of walnut seedlings. Progressive Horticulture 35: 11-13.

Sharma, O. C., and Sharma, S. D. 2001. Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh.Scientia Horticulturae 88: 163-171.

Sharma, R. M., Kour, K., Singh, B., Yadav, S., Kotwal, N., Rana, J. C., and Anand, R. 2014. Selection and characterization of elite walnut (*Juglans regia* L.) clone from seedling origin trees in North Western Himalayan region of India. Australian Journal of Crop Science 8: 257-262.

Sharma, S. D., and Sharma, O. C. 1998. Studies on the variability in nuts of seedlings walnut (*Juglans regia* L.) in relation to the tree age. Fruit Varieties Journal 52: 20-23.

Solar, A., Ivancic, A., Stampar, F., and Hudina, M. 2002. Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Solvenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. Genetic Resources and Crop Evolution 49(5): 191-501.

Solar, A., and Stampar, F. 2004. Evaluation of some perspective walnut genotype in Slovenia. Acta Horticulturae 705: 131-136.

Wunsch, A., and Hormaza, J. I. 2002. Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. Euphytica 125: 59-67.

Yazdi Samadi, B., Peyghambari, S. A., and Majnoon Hosseyni, N. 2004. Evaluation of genetic variation in 90 lentil (*Lens culinaris* M.) genotypes in Karaj region. Iranian Journal of Agricultural Science 35: 595-601 (in Persian).

Zeneli, G., Kola, H., and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia Horticulturae 105: 91-100.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

مقاله کوتاه علمی

Scientific Short Article

تنوع در تعدادی از پایه‌های دانهالی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی

Variation in some European Pear (*Pyrus communis* L.) Seedling Rootstock Populations Using Morphological Chracteristics

مصطفی رحمتی[۱]، کاظم ارزانی[۲] و حسن یداللهی[۳]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۶**

رحمتی، م.، ارزانی، ک. و یداللهی، ح. ۱۳۹۴. تنوع در تعدادی از پایه‌های دانهالی گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۳۹۷ - ۳۹۱.

گلابی اروپایی (*Pyrus communis* L.) یکی از مهم‌ترین درختان میوه مناطق معتدله بوده و پس از سیب رتبه دوم را در بین میوه‌های دانه‌دار دارد. به منظور احداث باغ‌های استاندارد گلابی، باید درختان میوه دارای پیکره رویشی یکسان و یکنواخت بوده و از نظر صفات کیفی میوه نیز دارای یکنواختی باشند، لذا انتخاب پایه مناسب بسیار حائز اهمیت است (Castle *et al.*, 2010). بسیاری از خصوصیات درخت از قبیل رشد رویشی، پتانسیل آب در تنه و اندازه‌ی نهایی تاج درخت، تحت تاثیر خصوصیات ژنتیکی پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Arzani, 2004). همچنین کیفیت میوه، عملکرد و میزان محصول‌دهی در گلابی با نوع پایه به کار برده شده، ارتباط مستقیم دارد (Stern and Doron, 2009).

در حال حاضر عمدتاً در ایران از دانهال‌های گلابی اروپایی به عنوان پایه در باغ‌های گلابی استفاده می‌شود. پایه‌های دانهالی گلابی، در زمره پایه‌های پررشد بوده و مقاومت قابل توجهی به شرایط نامساعد خاک دارند (Abdollahi *et al.*, 2012). این پایه‌ها معمولاً دارای ریشه‌های عمیق، استقرار مناسب و مقاومت مطلوب به تنش‌های محیطی از قبیل سرمای زمستانه و خاک آهکی هستند. همچنین ارقام تجاری گلابی اروپایی، معمولاً

نویسنده مسئول: arzani_k@modares.ac.ir تلفن: ۰۲۱۴۸۲۹۲۰۹۴

سازگاری مطلوبی با دانهال‌های گلابی دارند (Stern and Doron, 2009). مشکل عمده این پایه‌ها تفرق صفات و رشد رویشی بالای آن‌ها است. لذا اخیراً پایه‌های رویشی و پاکوتاه کننده از گونه گلابی اروپایی مانند پایه پیرودوارف (Pyrodwarf) بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Abdollahi *et al.*, 2012).

این پژوهش با هدف بررسی میزان تنوع ژنتیکی ۱۰۵ اصله دانهال گلابی، از دو توده مشهد و کرج انجام شد. بدین منظور، در سال ۱۳۸۶، دانهال‌های یک ساله و پیوند نشده گلابی اروپایی از این دو منطقه به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. این دانهال‌ها به باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، واقع در کیلومتر ۱۶ اتوبان تهران- کرج منتقل شده و در قالب طرح کاملاً تصادفی، در گلدان‌های ۲۰ لیتری پلی اتیلنی کاشته شدند. بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) در گلابی، در سال سوم و چهارم رشد (سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸)، ۳۴ صفت مرتبط با رشد رویشی اندازه‌گیری شدند (Sadeghi *et al.*, 2008؛ Anonymous, 1983). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل (Excel) ثبت شده و برای محاسبه شاخص‌های آماری، ضرایب همبستگی، تجزیه عامل‌ها و ترسیم کلاستر از نرم‌افزار SPSS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام و چرخش عامل‌ها به روش واریمکس (Varimax rotation) انجام شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات کمی بین دو توده مشهد و کرج نشان داد که در سال سوم رشد، از نظر صفاتی نظیر افزایش ارتفاع دانهال و افزایش قطر تنه تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.01$)، بین دو توده مشهد و کرج وجود داشت. ضریب تنوع برای افزایش ارتفاع، افزایش قطر تنه و افزایش تعداد شاخه در هر دو توده مشهد و کرج بالا بود (جدول ۱).

نتایج حاصل از بررسی صفات کیفی نشان داد که صفاتی نظیر عادت رشد، میزان شاخه‌زایی دانهال، سفتی و سختی شاخه، بین دو توده مشهد و کرج تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، درحالی‌که صفاتی نظیر تراکم تاج دانهال، وجود برآمدگی روی تنه اصلی، شکل شاخه یک‌ساله، تعداد عدسک، حالت قرار گرفتن برگ نسبت به شاخه، طول دمبرگ تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.05$)، بین دو توده مشهد و کرج نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که صفات وجود یا عدم وجود خار، طول میانگره در شاخه یک ساله، تراکم کرک در یک سوم بالای شاخه در حال رشد، نسبت طول به عرض برگ، سطح برگ، طول انتهای تیز برگ و وضعیت عمومی دانهال‌ها از نظر سازگاری و عدم وجود بیماری، بین دو توده مشهد و کرج تفاوت معنی‌داری ($P\leq0.01$) داشتند.

بر اساس نتایج ضرایب همبستگی، ارتفاع دانهال ارتباط و همبستگی مثبت و بالایی با قطر تنه دانهال ($r=۰/۴۳$) و قدرت رشد ($r=۰/۶۸$)

جدول ۱– آمار توصیفی برای افزایش صفات کمی (Parametric) در دانهال‌های گلابی در سال سوم رشد

Table 1. Descriptive statistics for parametric traits increase in pear seedlings in the third year of growth

Population	توده	Traits	صفت	تعداد دانهال Seedling number	واحد Unit	میانگین Average	حداکثر Max.	حداقل Min.	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تنوع CV%
Mashhad	مشهد	Height increment	افزایش ارتفاع	55	cm	14.92	40.00	2.0	7.56	50.63
Karaj	کرج	Height increment	افزایش ارتفاع	50	cm	28.52	63.00	1.0	15.79	55.63
Mashhad	مشهد	Trunk diameter increment	افزایش قطر تنه	55	mm	1.26	4.28	0.1	0.85	67.46
Karaj	کرج	Trunk diameter increment	افزایش قطر تنه	50	mm	2.03	4.73	0.4	0.91	44.82
Mashhad	مشهد	Branch numbers increment	افزایش تعداد شاخه	55	Nu.	3.29	15.00	0.0	3.10	94.22
Karaj	کرج	Branch numbers increment	افزایش تعداد شاخه	50	Nu.	3.52	13.00	0.0	3.00	85.22

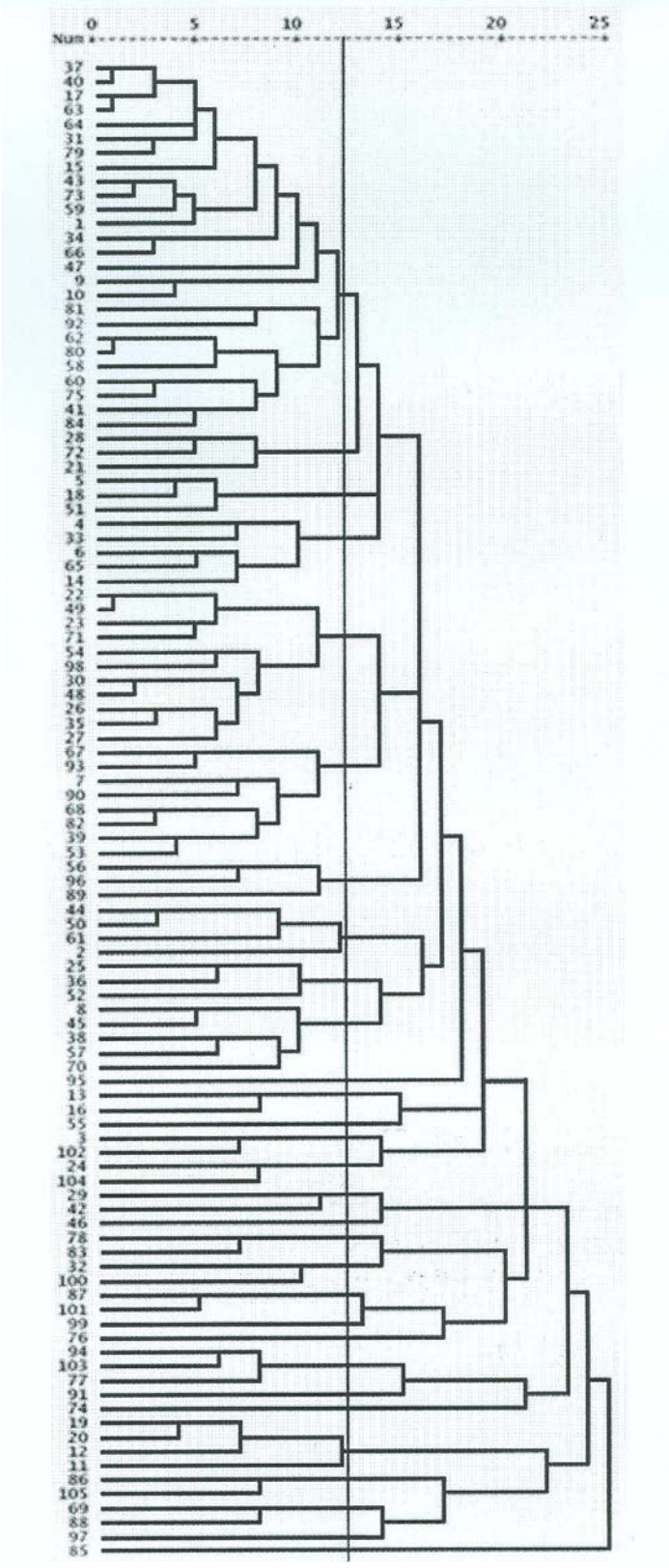
نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که قطر تنه با صفاتی نظیر قدرت رشد (r=۰/۴۴) و میزان شاخه زایی (r=۰/۴۳۶) همبستگی بالایی داشته و همبستگی صفاتی از قبیل، تراکم تاج با میزان شاخه‌زایی(r=۰/۵۰۶)، قدرت رشد و میزان شاخه‌زایی (r=۰/۳۴۳)، تراکم تاج با زاویه شاخه‌ها نسبت به تنه اصلی (r=۰/۳۰۹)، عادت رشد دانهال با زاویه شاخه‌ها نسبت به تنه اصلی (r=۰/۵۰۴)، معنی‌دار بود.

در این پژوهش با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها، دوازده عامل اصلی و مستقل با مقادیر ویژه بزرگتر از یک شناسایی شدند، که در مجموع، ۶۹/۶۷ درصد از واریانس کل را توجیه کردند (جدول ۲). نتایج نشان داد که صفات ارتفاع دانهال، قدرت رشد دانهال و قطر تنه، به ترتیب بیشترین تاثیر را در عامل اول داشتند و در مجموع ۹/۵۷ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. در عامل دوم صفات نسبت طول به عرض برگ، شکل انتهای برگ، شکل قاعده برگ، وجود خار و میزان سازگاری دانهال با شرایط محیطی بیشترین تاثیر را داشتند و در مجموع ۷/۳۸ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. در عامل سوم صفات میزان شاخه زایی، تعداد شاخه و تراکم تاج دانهال بیشترین تاثیر را داشتند و در مجموع ۷/۱۴ درصد از واریانس کل را توجیه کردند (جدول ۲).

جدول ۲– مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس برای دوازده عامل اصلی
Table 2. Eigen value, percentage of variance and cumulative variance percentage for twelve main factors

عامل‌ها Factors	مقادیر ویژه Eigen value	درصد واریانس Variance percentage	درصد تجمعی واریانس Cumulative variance percentage
1	3.06	9.57	9.57
2	2.36	7.38	16.96
3	2.28	7.14	24.1
4	2.13	6.66	10.77
5	1.91	5.99	36.76
6	1.64	5.14	41.91
7	1.57	4.91	46.83
8	1.56	4.89	51.72
9	1.51	4.74	56.46
10	1.45	4.55	61.02
11	1.41	4.42	65.44
12	1.35	4.22	69.67

تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نتایج حاصل از ارزیابی‌های مورفولوژیکی، دانهال‌های گلابی را در فاصله ۱۲/۵ به ۳۰ گروه تقسیم بندی کرد (شکل ۱). نتایج نشان داد که گروه‌های ۵، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۷ و ۲۸ دارای ژنوتیپ‌های توده مشهد و گروه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۲۰ منحصراً دارای ژنوتیپ‌های توده کرج بودند. بنابراین منشاء



شکل ۱– دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۰۵ دانهال گلابی

Fig. 1. Dendrogram obtained by cluster analysis of 105 pear seedling rootstocks

دانهال روی تقسیم‌بندی کلاستر تاثیر مشخصی داشت و دانهال‌های دو توده مشهد و کرج در گروه‌های جدا از هم قرار گرفتند. دانهال‌ها در فاصله‌های بالا براساس صفات اصلی از قبیل عادت و قدرت رشد، میزان ارتفاع، قطر تنه و تعداد شاخه، در گروه‌های جدا از هم قرار گرفتند و سپس بر اساس خصوصیات برگ، شاخه سال جاری و جوانه از یک‌دیگر تفکیک شدند.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اگرچه در تمامی نهالستان‌های کشور از بذر گلابی اروپایی برای تولید دانهال استفاده می‌شود، اما تنوع قابل ملاحظه‌ای بین توده‌های دانهالی گلابی در کشور وجود دارد که می‌تواند به دلیل تفاوت های ژنتیکی در گیاهان مادری تولید کننده بذر یا تفرق صفات حاصل از ازدیاد جنسی باشد. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نیز موید این موضوع بود زیرا اغلب دانهال‌ها بر اساس منشاء توده، در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند. اگرچه پایه‌های دانهالی گلابی دارای برخی مزایا از قبیل ریشه‌های عمیق، استقرار مناسب و مقاومت مطلوب به تنش‌های محیطی، خصوصاً در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران هستند، اما تفرق بالای صفات و عدم یکنواختی در این پایه، می‌تواند مدیریت باغ را تحت تاثیر قرار دهد. لذا توصیه می‌شود در راستای انتخاب پایه مناسب به منظور احداث باغ‌های نوین گلابی در کشور، پژوهش‌های بیشتر بر روی پایه‌های رویشی گلابی انجام شود.

واژه‌های کلیدی: دانهال‌های گلابی اروپایی، آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS)، تفرق صفات، تجزیه کلاستر.

References

Abdollahi, H., Atashkar, D., and Alizade, A. 2012. Comparison of the dwarfing effects of two hawthorn and quince rootstocks on several commercial pear cultivars. Iranian Journal of Horticultural Sciences 43: 53-63 (in Persian).

Anonymous 1983. Descriptor List for Pear (Pyrus). International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR); Commission of the European Communities (CEC). Rome, Italy. 39pp.

Arzani, K. 2004. The effect of European pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia oblonga* MillL.) seedling rootstocks on growth and performance of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rhed.) cultivars. Acta Horticulturae 658: 93-97.

Castle, W. S., Baldwin, J. C., and Muraro, R. P. 2010. Rootstocks and the performance and economic returns of 'Hamlin' sweet orange Trees. HortScience 45: 875-881.

Sadeghi, L., Abdollahi, H., and Fakhraee Lahiji, M. 2008. National Guideline for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability in Pear. Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karaj, Iran. 37pp. (in Persian).

Stern, R. A., and Doron, I. 2009. Performance of 'Coscia' pear (*Pyrus communis* L.) on nine rootstocks in the north of Israel. Scientia Horticulturae 119: 252-256.

مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۴

مقاله کوتاه علمی

Scientific Short Article

ارزیابی درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به بیماری ساق سیاه ناشی از قارچ *Phoma lingam*

In Vitro Evaluation of Oilseed Rape Genotypes Against Blackleg Disease Caused by *Phoma lingam*

سیامک رحمانپور[۱] و بهرام علیزاده[۲]

۱ و ۲- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۶**

رحمانپور، س. و علیزاده، ب. ۱۳۹۴. ارزیابی درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به بیماری ساق سیاه ناشی از قارچ *Phoma lingam*. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۴۰۲ - ۳۹۹**.

ساق سیاه یکی از بیماری‌های مهم کلزا در دنیا است که همه ساله خسارات زیادی را باعث می‌شود (West *et al.*, 2001). به طور کلی، آلودگی ساقهٔ کلزا به بیماری ساق سیاه پیش از مرحلهٔ شش برگی سبب کاهش شدید در عملکرد دانه می‌شود. از آن جایی که حفاظت شیمیایی مشکل و پرهزینه است، مقاومت ژنتیکی روش ترجیح داده شده برای کنترل ساق سیاه در کلزا به شمار می‌آید. منابع مقاومت به این بیماری در ژرم‌پلاسم کلزا در دنیا دست یافتنی هستند (Fitt *et al.*, 2006). در ارزیابی ژنوتیپ‌های گیاهان در مقابل بیماری‌ها روش های مختلفی برای مایه‌زنی و بررسی واکنش میزبان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. استفاده از روش مایه‌زنی عامل بیماری روی برگ‌های جدا شده از گیاه و نگهداری آن‌ها در شرایط تحت کنترل در مورد تعدادی از بیماری‌ها اعمال شده است (Rahmanpour *et al.*, 2012). سواتی و همکاران (Swathi Anuradha *et al.*, 2008) در ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های توتون در مقابل قارچ‌های بیماریزای *Phytophtora parasitica* pv. *nicotianae* و *Fusarium moniliforme* از دیسک‌های میسلیومی سه روزه برای مایه‌زنی برگ‌های جدا شدهٔ میزبان استفاده کردند. بنائی و همکاران (Banaei *et al.*, 2008) نیز از قرص‌های (دیسک‌های) پنج میلی‌متری کشت ۲۱ روزه حاوی پیکنیدیوم و پیکنیدیوسپورهای قارچ *Phoma lingam* برای مایه‌زنی ده رقم

نویسنده مسئول: sirahmanpour@spii.ir تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۳۷۷۱

کلزا در شرایط گلخانه استفاده کردند. با توجه به کاربرد برگ‌های جداشده از بوتهٔ گیاهان و مایه‌زنی آن‌ها با بیمارگرهای متفاوت، استفاده از چنین روشی برای بررسی واکنش درون شیشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا در مقابل عامل بیماری ساق سیاه می‌تواند امکان ارزیابی واکنش تعداد زیادی از لاین‌های کلزا در مراحل مختلف رشدی را در مدت زمان کوتاهی فراهم کند.

جدایهٔ قارچ عامل بیماری ساق سیاه کلزا از منطقهٔ کلاله واقع در استان گلستان با بررسی‌های تولید یا عدم تولید رنگدانه، تغییر رنگ محیط کشت (سیب‌زمینی دکستروز آگار) و تولید پیکنید در سطوح مختلف محیط کشت شناسایی و تکثیر شد. در این پژوهش مجموعاً مقاومت ۲۵ لاین و رقم پیشرفته کلزا در مقابل جدایه بیماریزا ارزیابی شدند. کاشت بذر لاین‌ها و ارقام کلزا در گلخانهٔ بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر درون گلدان‌های حاوی مخلوط خاک و ماسه و نگهداری آن‌ها به مدت سه ماه در شرایط گلخانه انجام شد. دیسک های ۴ میلی‌متری میسلیوم قارچ از حاشیهٔ محیط کشت هفت روزه تهیه و پس از ایجاد زخم در ناحیهٔ مرکزی برگ‌های توسعه یافته قرار داده شدند. از هر لاین یا رقم چهار برگ هر کدام در یک تشتک پتری به عنوان تکرار مایه‌زنی شدند. مجموعهٔ ایجاد شده درون ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد، تاریکی و رطوبت بالا به مدت پنج روز نگهداری شدند (Swathi Anuradha *et al.*, 2008). پس از این مدت قطر ناحیهٔ آلوده شده در بافت برگی (میانگین بیشترین و کمترین قطر)، اندازه‌گیری شد. علایم پیشرفت به صورت لکه‌های قهوه‌ای گرد و یا نامنظم در اطراف محل مایه‌زنی نمایان شدند. در بیشتر ژنوتیپ‌ها حاشیهٔ زرد رنگ پیشرفت بیماری نیز وجود داشت و بنابراین در اندازه‌گیری‌ها این نواحی نیز جزو منطقهٔ پیشرفت بیماری به شمار آمدند. در تیمارهای شاهد از دیسک محیط کشت بدون میسلیوم قارچ استفاده شد. آزمایش با طرح کامل تصادفی و چهار تکرار اجرا و تجزیهٔ آماری داده‌های به دست آمده با روش دانکن و نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج تجزیهٔ آماری حاکی از معنی‌دار بودن وقوع بیماری در برگ‌های لاین‌ها و ارقام کلزا بود. لاین‌های HW101، HW104 و SW104 کمترین و لاین‌های HW118، L72، L170 و L102 بیشترین قطرپیشرفت بیماری را نشان دادند. سه لاین برتر در مقایسه با رقم شاهد اکاپی میانگین پیشرفت بیماری کمتری داشتند (جدول ۱).

ارقام و لاین‌های آزمایش شده همگی از ارقام تیپ پاییزهٔ کلزا به شمار می‌آیند. با این وجود تنوع واکنش به بیماری در میان جمعیت این لاین‌ها مشاهده شد. بنایی و همکاران (Banaei *et al.*, 2008) در آزمایش‌های ارزیابی مقاومت در شرایط گلخانه، ارقام پاییزه

جدول ۱- مقایسهٔ میانگین قطر لکه ایجاد شده بعد از مایه‌زنی قارچ *Phoma lingam* در برگ بریدهٔ ژنوتیپ‌های کلزا

Table 1. Comparison of lesion diameter means induced on detached leaves of oilseed rape genotypes after inoculation with *Phoma lingam*

Genotype	Mean lesion diameter (mm)
HW101	7.25a
HW104	8.75ab
SW104	9.25ab
SW102	12.25abc
SW103	12.37abc
OKAPI	12.50abc
K2	12.50abc
L183	15.25abcd
MODENA	15.62abcd
L139	16.00abcd
HW114	17.12abcd
HW113	17.50abcd
HW112	17.50abcd
L200	19.00abcd
K3	19.00abcd
AHMADI	19.25abcd
L120	19.37abcd
L62	19.62abcd
L147	20.12abcd
SW101	20.12abcd
HW111	22.12bcde
HW118	23.50cde
L72	25.25cde
L170	28.25de
L102	34.375e

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمالی ۵ درصد هستند.

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

و بهاره را دارای به ترتیب کمترین و بیشترین حساسیت در مقابل بیماری شناسایی کردند. مقاومت بالا و مناسب ارقام تیپ پاییزهٔ کلزا در مقابل بیماری ساق سیاه کلزا از نقاط مختلف دنیا نیز گزارش شده است.

نتایج آزمایش درون شیشه‌ای اعمال شده در این تحقیق نشان داد که با این روش می‌توان واکنش اولیه تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های کلزا را در مدت کوتاهی مشخص و ژنوتیپ‌های حساس و خیلی حساس را در مراحل مختلف تولید ارقام مقاوم غربال کرد. بدیهی است برای ارزیابی نهائی ژنوتیپ‌های انتخاب شده با این روش، لازم است آزمایش‌های دقیق‌تر گلخانه و مزرعه‌ای نیز انجام شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، ساق سیاه، مایه‌زنی برگ، واکنش لاین‌ها.

References

Banaei, R., Minassian, V., and Safaie, N. 2008. Evaluation of relative resistance of ten canola cultivars to *Phoma lingam*. Iranian Journal of Plant Pathology 44(4): 347-354 (in Persian).

Fitt, B. D. L. , Brun, H., Barbetti, M. J., and Rimmer, S. R. 2006. World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*). European Journal of Plant Pathology 114: 3-15.

Rahmanpour, S., Backhouse, D., and Nonhebel, M.H. 2012. Reaction of Brassica species to *Sclerotinia sclerotiorum* applying inoculation techniques under controlled conditions. Crop Breeding Journal 1 (2): 143-149.

Swathi Anuradha, K., Divya, K., Jami, S. K., and Kirti, P. B. 2008. Transgenic tobacco and peanut plants expressing a mustard defensin show resistance to fungal pathogens. Plant Cell Report 27: 1777–1786.

West, J. S., Kharbanda, P. D., Barbetti, M. J., and Fitt, B. D. L. 2001. Epidemiology and management of *Leptosphaeria maculans* (phoma stem canker) on oilseed rape in Australia. Canada and European Plant Pathology 50: 10-27.

Scientific Short Article

In Vitro Evaluation of Oilseed Rape Genotypes Against Blackleg Disease Caused by *Phoma lingam*

S. Rahmanpour[1] and B. Alizadeh[2]

1 and 2. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Rahmanpour, S., and Alizadeh, B. 2015. *In vitro* evaluation of oilseed rape genotypes against blackleg disease caused by *Phoma lingam*. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 399 – 402 (in Persian).

Blackleg disease of oilseed rape, caused by *Leptosphaeria maculans*, is one of the three most important diseases of the plant in Iran. It is also considered as one of the most important diseases of oilseed rape worldwide which causes serious yield losses. During 2010 the oilseed rape fields were surveyed at province Golestan and plant samples demonstrating suspected symptoms of the disease were collected. Isolation, purification and mass-production of the isolates were done at the Plant Pathology Unit of Oilnseeds Crops Research Department in Karaj. The the isolates were studied based on production of pigments in culture medium PDA. Employing representative isolate from Golestan province, 25 lines and cultivars of oilseed rape were tested against the disease. The well developed and expanded leaves of three- month- old plants were inoculated in central area with the pathogen inoculum, and the diameter of induced lessions was measured. Based on the results lines HW101, HW104, and SW104 demonstrated resistance against the disease.

Key words: Oilseed rape, blackleg, resistance reaction, *Leptosphaeria maculans*.

Corresponding author: sirahmanpour@spii.ir **Tel.:** +982636703771

Received: 2 Aug., 2014
Accepted: 5 Feb., 2015

Scientific Short Article

Variation in some European Pear (*Pyrus communis* L.) Seedling Rootstock Populations Using Morphological Chracteristics

M. Rahmati[1], K. Arzani[2] and A. Yadollahi[3]

1, 2 and 3. Former MSc. Student, Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Horticutural Science, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Rahmati, M., Arzani, K., and Yadollahi, A. 2015. Variation in some European pear (*Pyrus communis* L.) seedling rootstock populations using morphological chracteristics. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 391 – 397 (in Persian).

Many characteristics of pear trees such as growth, fruit size and yield, are influenced by the genetic characteristic of the rootstocks. In Iran, mainly European pear seedlings (*Pyrus communis* L.) are used as the rootstock in the pear orchards. Thus, evaluation of pear seedling rootstocks is an important task. This experiment was conducted in 2009 and 2010 growing seasons in order to explore the genetic diversity of 105 rootstock seedlings originated from two pear seedling populations from Mashhad and Karaj regions. Seedling rootstocks assessment was performed based on differentiation, uniformity and stability tests (DUS) of pear. Results showed significant differences ($P \leq 0.01$) in the height and trunk diameter increase, between Karaj and Mashhad seedling populations. However, significant correlation between the seedlings height and growth vigor ($r = 0.68$) and trunk diameter ($r = 0.43$) was also observed. Cluster analysis, classified the seedlings into 30 groups, so that, 10 and 12 groups belonged to Mashhad and Karaj populations genotypes, respectively. Two pear seedling populations (Mashhad and Karaj genotypes) were successfully separated by cluster analysis. Based on the sum of the results, high variation for all measured characteristics were observed in two rootstock seedling populations.

Key words: European pear seedling, differentiation, uniformity and stability tests (DUS), characters segregation, cluster analysis.

Corresponding author: arzani_k@modares.ac.ir **Tel.:** +982148292094

Received: 2 Aug., 2014
Accepted: 5 Feb., 2015

Evaluation of Genetic Diversity Among the Superior Walnut Genotypes Based on Pomological and Phenological Traits in Chahar Mahal va Bakhtiari Province

S. A. Mousavi[1], M. Tatari[2], H. Moradi[3], and D. Hassani[4]

1 and 3. Assistant Professor and Instructor, respectively, Agricultural and Natural Resources Research Center of Chahar Mahal va Bakhtiari, Shahre kord, Iran.

2. Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Isfahan, Isfahan, Iran.

4. Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Mousavi, S. A., Tatari, M., Moradi, H., and Hassani, D. 2015. Evaluation of genetic diversity among the superior walnut genotypes based on pomological and phenological traits in Chahar Mahal va Bakhtiari province. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 365 - 389 (in Persian).

One of the methods in walnut breeding is identification and selection of the best genotypes in different regions of the country. To achieve promising genotypes in Chahar Mahal va Bakhtiari province, this research carried out in walnut growing areas of the province. Some phenological and pomological traits of 58 selected walnut genotypes were evaluated based on the IPGRI descriptor during three years. Analysis of variance showed significant differences among genotypes for all traits. The highest kernel percentage (62.88) and the lowest shell weight (4.27 g) belonged to the genotype 20. The late leafing genotype was genotype 3. The most productive genotypes were genotype 18 and 42 (code number 9). Genotype 21 produced the highest nut weight (17.28 g) and kernel weight (10.11 g). Results of correlation analysis showed significant negative and positive correlations between some important traits. Based on cluster analysis, genotypes with desirable traits of kernel and nut were separated from other genotypes. By principal component analysis, effective characteristics were categorized in seven groups that explained 75.35% of total variance. In diplot analysis, differences among genotypes were evident and supported the results of cluster analysis. Finally, genotypes 3, 5, 15, 18, 20, 21, 22 and 42 were recognized as promising genotypes and recommendable for orchard establishment and for use in breeding programs.

Key words: Walnut, germplasm, promising genotype, morphological traits, clustering.

Corresponding author: mtatari 1@gmail.com **Tel.:** +98313775201

Received: 26 Oct., 2014
Accepted: 30 April, 2015

Genetic Analysis of Seed Yield and some Agronomic Traits in Rapeseed Genotypes Under Normal and Late Sowing Conditions

H. Amiri Oghan[1], M. Moghaddam[2], K. Ghassemi Golezani[3] and A. H. Shirani Rad[4]

1 and 2. Former Ph.D. Student and Professor, respectively, Department of Plant Breeding and Biotechnology, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3. Professor, Department of Plant Ecophysiology, College of Agriculture, University of Tabriz, Tazriz, Iran.
4. Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Amiri Oghan, H., Moghaddam, M., Ghassemi Golezani, K., and Shirani Rad, A. H. 2015. Genetic analysis of seed yield and some agronomic traits in rapeseed genotypes under normal and late sowing conditions. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 339 - 364 (in Persian).

In the persend study, 120 genotypes of rapeseed including ten lines, ten testers and their one hundred progenies were grown in normal sowing dates (first half of October) and late sowing date (first half of November) in two separate alpha-lattice designs with two replications in Karaj in 2010-11. The analysis of variance in each environment and the combined analysis of variance over the environments revealed significant differences among adjusted treatments in terms of yield and related traits in both normal and late sowing conditions. Therefore, there were high genetic diversity among genotypes for all traits. Line×tester analysis indicated a higher proportion of non-additive gene effects for yield and related traits in both conditions. Broad sense heritability was high for all traits under both normal and late sowing conditions (from 63.14 to 89.12%) which indicates the importance of genetic variation than environmental variance. However, narrow sense heritability was moderate for number of branches per plant, seed yield, plant height and number of siliques per plant (from 43.42 to 56.02 %) and low for number of seeds per silique and 1000-seed weight in both sowing conditions (36.33 and 24.61%), respectively. Therefore, selection for seed yield and its components, especially the number of seeds per silique and 1000-seed weight in early generations would not be very effective. Both additive and non-additive gene action involved in the genetic control of all characters, but the role of non-additive gene action for number of branches per plant and seed yield (only late sowing), plant height, number of siliques per plant, number of seeds per silique and 1000-seed weight (in each experimental conditions) was more evident. Estimation of combining ability of traits showed that testers T9, T2 and line T1 were the best general combiner for increasing seed yield. Hybrids T7×L1, T8×L5, T3×L8 and T8×L9 under normal sowing date and T3×L1, T9×L2 and T7×L3 under late sowing date conditions were the best specific combiner to increase seed yield. Some of hybrids also had the highest positive and significant heterosis for seed yield.

Key words: Rapeseed, late sowing, cold stress, line × tester analysis, heritability, genetic effects.

Corresponding author: mmoghaddan@tabrizu.ac.ir **Tel.:** +984133356003

Received: 30 Oct., 2014
Accepted: 30 April, 2015

Evaluating Heterosis and Combining Ability of Air Cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Genotypes Using Line × Tester Method

N. Hosseinzadeh Fashalami[1], A. R. Mahdavi[2], M. R. Salavati Meybodi[3], H. Rahim Soroush[4], A. Gh. Gholizadeh[5], R. Alinejad[6] and S. A. Sajadi[7]

1. Researcher, Plant Breeding Department, Rasht Tobaco Research Center, Rasht, Iran.

2, 3, 5, 6 and 7. Researcher, Tirtash Education and Research Center, Iran.

4. Instructor, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.

ABSTRACT

Hosseinzadeh Fashalami, N., Mahdavi, A. R., Salavati Meybodi, M. A., Rahim Soroush, H., Gholizadeh, A. Gh., Alinejad, R., and Sajadi, S. A. 2015. Evaluating heterosis and combining ability of air cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) genotypes using line × tester method. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 325 - 337 (in Persian).

Cytoplasmic male sterile hybrids are rapidly producing and developing. In order to determine general and specific combining ability and hetrosis of air-cured tobacco lines and cultivars, 20 hybrids and 12 parental genotypes were investigated in a ramdomized complete block design with three replications in Tirtash Research and Education Center in 2011. Variance analysis based on line × tester method showed that there were significant differences among genotypes for number of leaves and sugar percent at 5 % probability level and for leaf length and width, stem diameter, yield and nicotine percent at 1 % probability level. The results of general combining ability of lines and testers showed that combining ability in genotypes B. B 16A, Burley TMV3, BA1 and BCE were positive and significant for yield. Therefore, this genotypes can be use as one of the parents in breeding programs to improve yield. Based on the results of specific combining ability, crosses of BA1 × BNC21-3 and Iraburbon × BC21-103 due to positive and significant specific combining ability and heterosis of yield 18% and 5.3% and B. B16A × BC21-103 and BCE × BNC21-3 due to positive specific combining ability and heterosis of yield 12.6% and 5.3% can be used to for production of CMS hybrid tobacco.

Key words: Tobacco, combining ability, heterosis, line× tester, yield.

Corresponding author: fashalami@yahoo.com **Tel.:** +981333544216

Received: 29 Sept., 2014
Accepted: 4 March, 2015

Evaluation of Relative Resistance in Five Stone Fruit Rootstocks to *Phytophthora cactorum* and *P. drechsleri*

H. Sharifi[1], N. Bouzari[2] and M. Keshavarzi[3]

1. Former MSc. Student, College of Agricultur, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2 and 3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Sharifi, H., Bouzari, N., and Keshavarzi, M. 2015. Evaluation of relative resistance in five stone fruit rootstocks to *Phytophthora cactorum* and *P. drechsleri*. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 307-323 (in Persian).

Tree decline induced by pathogenic soil fungi is one the most important problems in the orchards of stone fruit trees in Iran. *Phytophthora* spp. are the most principal fungi that particularly prevent the root and crown growth of stone fruit trees.This study aimed to assess the relative resistance of five new stone fruit trees rootstocks Penta, Cadaman, Tetra, Mr.S2/5 and GF677, to *Phytophthora cactorum* and *P. drechsleri*. The experiment was conduced in laboratory by active and dormant cutting shoot method and also the pot soils artificially inoculated with the fungus.The inoculum grown on vermiculite containing cannabis extract was placed next to the crown and root and the necrosis length was measured four months after inoculation. Results showed that trees exhibited different sensitivity to two Phytophthora species. *P. drechsleri* was less virulent than *P. cactorum*. The results of the laboratory and glasshouse assessments showed that Cadaman and GF677 rootstocks had the maximum necrosis length, while Penta and Tetra indicated the minimum value. Hence, Penta and Tetra rootstocks seem to have high relative resistance to crown rot.

Key words: Crown rot, short life, vegetative rootstocks, Phytophthora.

Corresponding author: bouzari1111@yahoo.com **Tel.:** +9836700793

Received: 6 Sept., 2014
Accepted: 4 March, 2015

Combining Ability of some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Lines for Important Agronomic Traits

A. Rezaeizad[1] and A. Zaree Siahbidi[2]

1 and 2. Assistant Professor and, Researcher, respectively, Agricultural and Natural Resources Research Center of Kermanshah, Kermanshah, Iran.

ABSTRACT

Rezaeizad, A., and Zaree Siahbidi, A. 2015. Combining ability of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines for important agronomic traits. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 293-306 (in Persian).

Sunflower hybrids derived from crossing between four restorer lines and eight CMS lines were evaluated to access new sunflower hybrids and evaluate combining ability of the sunflower CMS and restorer lines in 2012. Restorer lines were RN-3, RN-137, R-864 and R-217 and CMS lines were CMS 19, CMS 51, CMS 156/1, CMS 456/2, CMS 522/2, CMS 1052/1, CMS 60/30 and CMS 1221/1. Results showed that hybrids CMS19×R217, CMS1221/1×R137 and CMS19×R137 had the highest seed yield (7008, 5545 and 5526 kgha^{-1}, respectively). Hybrid farrokh (check) with 5412 kgha^{-1} located in the forth rank. Combining ability variance analysis of line × tester showed that restorers and CMS lines effect, general combining ability, was significant for the most evaluated traits. Restorers R137 and R864 and CMS19 had the highest positive general combining ability for seed yield. Interaction effect between restorers and CMS lines, specific combining ability, was significant for days to flowering, end of flowering, days to physiologic maturity, head diameter, 100 seed weight and seed yield. The highest specific combining ability for seed yield belonged to hybrids CMS19×R217 and CMS 456/2× R217..

Key words: Sunflower, hybrids, genetic control, yield, yield components.

Corresponding author: arezaizad@yahoo.com **Tel.:** +98318351021

Received: 29 Aug., 2014
Accepted: 4 March, 2015

Pathogenicity Variation in Isolates of *Mycosphaerella graminicola* the Septoria tritici Blotch Pathogen on Differential Cultivars

A. Mohammadbeygi[1], R. Roohparvar[2] and M. Torabi[3]

1 and 3. Former MSc. Student and Professor, respectively, Department of Plant Pathology, College of Agriculture, Varamin- Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Mohammadbeygi, A., Roohparvar, R., and Torabi, M. 2015. Pathogenicity variation in isolates of *Mycosphaerella graminicola* the septoria tritici blotch pathogen on differential cultivars. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 279-292 (in Persian).

In the present study seedling response of 21 wheat differential cultrivars carrying different *Stb* resistance genes and four check cultivars to thirteen isolates of *M. graminicola*, collected from Golestan, Khuzestan and Ilam provinces during 2011, 2012 and 2013, were investigated in greenhouse, using a completely randomized design. Analysis of variance on leaf necrosis area and pynidial coverage percentage showed significant differences at 1% probability level among the isolates and also isolate × cultivar, indicating high variation in pathogenicity of isolates and specific interaction between isolates and cultivars. Cluster analysis of the data showed that Riband (*Stb15*) and Shafir (*Stb6*) cultivars were the highly resistant and highly susceptible cultivars to all isolates, respectively. Isolates showed different virulence patterns on differential cultivars. Isolate SPII91005 from Gorgan with 42% necrosis area and 41% pycnidial coverage had the highest and isolate SPII91004 from Sardasht with 19% necrosis and pycnidial coverage had the lowest disease severities. The results of this investigation showed a high variation in pathogenicity of the isolates which can be related to the virulence factors exist in these isolates.

Key words: Septoria leaf blotch, *Septoria tritici*, pycnidial coverage, leaf necrosis area, virulence.

Corresponding author: alibeygi22m@yahoo.com **Tel.:** +989183453538

Received: 27 July, 2014
Accepted: 5 Feb., 2015

Effects of Growth Media and Fe Source on Micropropagation and Rooting of Semi-Dwarf Pear Rootstocks, Pyrodwarf and OH×F87

N. Nourmohammadi[1], H. Abdollahi[2], A. Moeini[3] and E. Roohalamin[4]

1, 3 and 4. Researcher, Centeral Region Branch of Agricultural Biotechnology Research Institute, Najaf Abad, Isfahan, Iran.
2. Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Nourmohammadi, N., Abdollahi, H., Moeni, A., Roohalamin, E. 2015. Effects of growth media and Fe source on micropropagation and rooting of semi-dwarf pear rootstocks, Pyrodwarf and OH×F87. **Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 265-278 (in Persian).

The current research was conducted to set a protocol for mass propagation of two semi-dwarfing pear rootstocks Pyrodwarf and OH × F87 *in vitro* condition. Three subsequent experiments were carried out for evaluation of the effects of growth media, iron source and rooting potential of plant materials. At the first experiment, effects of five growth media including MS, modified MS, DKW, QL and modified QL with different ratios of nitrate to ammonium, calcium and chloride were tested on proliferation and growth of shootlets. The results showed advantages of modified QL and QL, respectively for Pyrodwarf and OH×F87. Compared ratios of critical ions showed susceptibility of pears to high ratios of ammonium/nitrate and presence of chloride in the media, in which negative effects of these ions appeared as reduced proliferation of the rootstocks. Evaluation of iron source, conducted by using Fe-EDTA and Fe-EDDHA chelates and results demonstrated slight reduction of proliferation and higher quality of shootlets on Fe-EDDHA medium. In order to test the rooting potential of pear rootstocks, the micro-cuttings were more suitable exposed to 0 (control), 0.5 and 1 mgl^{-1} IBA in two MS and QL media. Rooting was observed in all micro-cuttings, but MS media enriched by 1 mgl^{-1} IBA caused higher number of roots per explants and length of rootlets in both rootstocks.

Key words: *Pyrus communis* L., micropropagation, proliferation, rooting, rootstock, iron.

Corresponding author: hamidabdollahi@spii.ir **Tel.:** +982636702541

Received: 26 June, 2014
Accepted: 8 Jan., 2014

Effect of the BTH Chemical Elicitor on Expression of the *PR2* Gene and Fire blight Disease Severity in Quince

N. Sarhangi[1], A. M. Shakib[2], M. Keshavarzi[3], M. A. Ebrahimi[4] and M. Ahmadraji[5]

1 and 4. Former MSc Student and Associate Professor, respectively, Department of Agricultural Biotechnology, Payam-e-Nour University, Tehran, Iran.
2 and 5. Associate Professor and Researcher, respectively, Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran.
3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Sarhangi, N., Shakib, A. M., Keshavarzi, M., Ebrahimi, M. A., and Ahmadraji, M. 2015. Effect of the BTH chemical elicitor on expression of the *PR2* gene and fire blight disease severity in quince. Seed and Plant Improvement Journal 31-1: 249-264 (in Persian).

Application of elicitors for inducing plant defense genes is one of the methods used for controlling diseases. This research was carried out for evaluation of effects of the BTH elicitor on the *PR2* gene expression and fire blight severity in quince. Two year- old quince plants of Isfahan and Torsh cultivars were treated with BTH at 400 mgl^{-1} twice at a four day interval. The treated trees were then infected with bacterium suspension and the disease severity was assessed after four weeks. Leaf samples were taken before inoculation and after extraction of RNA and synthesis of cDNA, a part of the *PR2* gene was amplified with the degenerate primers and it was sequenced. Alignment of the sequence with other sequences in the data base showed high similarity with glucanases from other plants including apple. Specific primers were designed according to the sequence and expression of the *PR2* gene was evaluated by real time PCR. The results showed that expression of the *PR2* gene was increased several times after treatment of plants with BTH. Evaluation of the disease severity also showed % 21.66 and %13.76 decrease in plants treated with 400 and 300 mgl^{-1} BTH, respectively. These results show that decreasing the fire blight severity after treatment with the BTH elicitor could be related to induction of genes encoding PR proteins including *PR2* and this material can be used in the integrated fire blight disease management program.

Key words: Quince, fire blight, PR proteins, gene expression, real time PCR.

Corresponding author: a_shakib@abrii.ac.ir **Tel.:** +982632703536

Received: 28 June, 2014
Accepted: 8 Jan., 2015

Response of Chitti Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Lines to Drough Stress Based on Tolerance Indices

B. Assadi[1] and H. Asterki[2]

1. **Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province, Arak, Iran.**
2. **Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan Province, Khorramabad, Iran.**

ABSTRACT

Assadi, B., and Asterki, H. 2015. Response of chitti bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines to drough stress based on tolerance indices**. Seed and Plant Improvement Journal 31-1:** 233-248 (in Persian).

To evaluate drought tolerance in chitti beans, twenty lines and Sadri cultivar (check) were examined in normal and drought stress conditions using randomized complete block design with three replications. The experiments were carried out at Khomein research station in 2010 and 2011. Seeds of each genotype were planted in three lines 3m long. Irrigation in normal and drought stress conditions was applied based on 50 and 100mm evaporation from class A pan, respectively. Drought stress was applied at V4 growth stage. Different characteristics such as days to flowering, days to maturity, pods/plant, seeds/pod, 100 seed weight and seed yield were recorded during the growth period. The results of analysis of variance for data of both years showed significant differences among genotypes in both normal and drought stress conditions. Drought stress decreased all the characteristics mostly seeds/plant. Evaluation of drought stress tolerance indices showed that the best indices for selection of drought stress tolerant genotypes were MP, GMP and STI. Based on principal component analysis of evaluated indices and biplot of STI and SSI, lines KS21181, KS21247, KS21255 and KS21216 were identified as the most tolerant genotypes to drought stress.

Key words: Bean, yield, yield components, principal component analysis.

Corresponding author: behroz_89@yahoo.com **Tel.:** +988658615697

Received: 23 June, 2014
Accepted: 8 Jan., 2015

In the Name of God
Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Seed and Plant Improvement Institute

Seed and Plant Improvement Journal

Vol. 31-1, No. 2, 2015

Contents

Subject **Page**

1. Response of Chitti Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Lines to Drough Stress Based on Tolerance Indices
B. Assadi and H. Asterki **12**
2. Effect of the BTH Chemical Elicitor on Expression of the *PR2* Gene and Fire blight Disease Severity in Quince
N. Sarhangi, A. M. Shakib, M. Keshavarzi, M. A. Ebrahimi and M. Ahmadraji **13**
3. Effects of Growth Media and Fe Source on Micropropagation and Rooting of Semi-Dwarf Pear Rootstocks, Pyrodwarf and OH×F87
N. Nourmohammadi, H. Abdollahi, A. Moeini and E. Roohalamin **14**
4. Pathogenicity Variation in Isolates of *Mycosphaerella graminicola* the Septoria tritici Blotch Pathogen on Differential Cultivars
A. Mohammadbeygi, R. Roohparvar and M. Torabi **15**
5. Combining Ability of some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Lines for Important Agronomic Traits
A. Rezaeizad and A. Zaree Siahbidi **16**
6. Evaluation of Relative Resistance in Five Stone Fruit Rootstocks to *Phytophthora cactorum* and *P. drechsleri*
H. Sharifi, N. Bouzari and M. Keshavarzi **17**
7. Evaluating Heterosis and Combining Ability of Air Cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Genotypes Using Line × Tester Method
N. Hosseinzadeh Fashalami, A. R. Mahdavi, M. R. Salavati Meybodi, H. Rahim Soroush, A. Gh. Gholizadeh, R. Alinejad and S. A. Sajadi **18**
8. Genetic Analysis of Seed Yield and some Agronomic Traits in Rapeseed Genotypes Under Normal and Late Sowing Conditions
H. Amiri Oghan, M. Moghaddam, K. Ghassemi Golezani and A. H. Shirani Rad **19**
9 Evaluation of Genetic Diversity Among the Superior Walnut Genotypes Based on Pomological and Phenological Traits in Chahar Mahal va Bakhtiari Province
S. A. Mousavi, M. Tatari, H. Moradi, and D. Hassani **20**

Scientific Short Article
10. Variation in some European Pear (*Pyrus communis* L.) Seedling Rootstock Populations Using Morphological Chracteristics
M. Rahmati, K. Arzani and A. Yadollahi **21**
11. *In Vitro* Evaluation of Oilseed Rape Genotypes Against Blackleg Disease Caused by *Phoma lingam*
S. Rahmanpour and B. Alizadeh **22**