

ارزیابی مقاومت نسبی ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به بیماری بوته‌میری  
فوزاریومی در استان اصفهان

Evaluation of Relative Resistance of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)  
Genotypes to Fusarium Root Rot Disease in Isfahan Province

عباس ناصحی<sup>۱</sup>، شعبان شفیع‌زاده<sup>۲</sup>، سعید رضایی<sup>۳</sup> و محمدرضا شهسواری<sup>۴</sup>

۱ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی و استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی،  
واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲ و ۴- به ترتیب استادیار و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۲۶

چکیده

ناصری، ع.، شفیع‌زاده، ش.، رضایی، س.، و شهسواری، م. ر. ۱۳۸۸. ارزیابی مقاومت نسبی ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) به بیماری بوته‌میری فوزاریومی در استان اصفهان. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۵: ۶۲۳-۶۳۴.

بوته‌های آلوده به بیماری بوته‌میری از مزارع گلرنگ در استان اصفهان جمع‌آوری و از آن‌ها شش جدایه قارچ *Fusarium solani* جداسازی و بیماری‌زایی آن‌ها در گلخانه اثبات شد. بیست و یک ژنوتیپ گلرنگ به منظور بررسی واکنش آن‌ها به بیماری بوته‌میری در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آلودگی مصنوعی در آزمایشگاه با قرار دادن بذرهای جوانه زده داخل تشتک پتری حاوی کشت یک هفته‌ای قارچ روی محیط کشت PDA انجام شد. یک هفته بعد از مایه‌زنی طول زخم ایجاد شده روی ریشه اندازه‌گیری شد. آلودگی مصنوعی در گلخانه با قرار دادن دانه‌های گندم حاوی مایه قارچ در کنار طوقه گیاهچه‌های چهار برگی انجام شد. تعداد بوته‌های زنده در دو مرحله، یکی پس از بوته‌میری ۵۰٪ ژنوتیپ حساس (۷ روز پس از مایه‌زنی) و دیگری ۴۵ روز بعد از مایه‌زنی یادداشت‌برداری شد. نتایج آزمایش نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر واکنش به بیماری در شرایط آزمایشگاه و گلخانه وجود دارد. بین میانگین طول زخم روی ریشه و تعداد بوته‌های زنده در گلخانه همبستگی منفی بالایی وجود داشت ( $r = -0.72$ ). مقاوم‌ترین ژنوتیپ به بیماری لاین خالص KW11 با میانگین طول زخم ۹/۳۱ میلی‌متر در آزمایشگاه و میزان بوته زنده ۸۰٪ و ۶۲/۸٪ به ترتیب ۷ و ۴۵ روز پس از مایه‌زنی بود. رقم کوسه (رقم رایج منطقه) و لاین‌های خالص KW2 و KW3 به ترتیب با میانگین طول زخم ۱۳/۲۹، ۱۲/۷۲ و ۱۲/۱۳ میلی‌متر و میزان بوته زنده ۵۸٪، ۶۱/۸٪ و ۶۵/۶٪ پس از ۷ روز و ۲۵/۶٪، ۲۸/۴٪ و ۲۸/۴٪ پس از ۴۵ روز به عنوان ژنوتیپ‌های حساس ارزیابی شدند. در گروه‌بندی انجام شده با روش LSD، پس از ۷ روز ۱۴ ژنوتیپ بالای ۷۰٪ و ۷ ژنوتیپ بین ۳۰ تا ۷۰٪ و پس از ۴۵ روز ۱۸ ژنوتیپ بین ۳۰ تا ۷۰٪ و ۳ ژنوتیپ کمتر از ۳۰٪ بوته زنده داشتند.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، بوته‌میری فوزاریومی، ژنوتیپ، لاین خالص.

نویسنده مسئول: abbasnasehi@yahoo.com

## مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی یکساله از تیره Compositae است. جنس *Carthamus* دارای ۲۵ گونه مهم است که تنها *C. tinctorius* گونه زراعی آن در دنیا محسوب می‌شود (Foruzan, 1999). موطن اصلی آن کشورهای آسیای شرقی و احتمالاً هند، ترکیه و ایران است. کشت آن از ۳۵۰۰ سال پیش در مصر مرسوم بوده است (Alyari and Shekari, 1990). این گیاه یک ساله شاخ و برگ و جثه خاردار به ارتفاع ۱۵۰-۳۰ سانتی متر دارد که دانه های آن حاوی ۳۰ تا ۴۵ درصد روغن است (Naseri, 1991). علاوه بر روغن کشتی، در صنایع رنگرزی، دارویی، غذایی و تغذیه دام و طیور نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود انواع تیپ‌های وحشی گلرنگ که در سراسر ایران پراکنده است نشان از سازگاری بالای این گیاه روغنی با آب و هوای کشور دارد که این ویژگی از امتیازات ارزشمند آن به حساب می‌آید (Foruzan, 1999).

در حال حاضر گلرنگ یکی از گیاهان مهم صنعتی در استان اصفهان به شمار می‌آید. سطح زیر کشت آن در استان از حدود ۱۰۰ هکتار در سال زراعی ۱۳۷۷ به حدود ۳۰۰۰ هکتار در سال ۱۳۸۱ رسید\* و پس از آن به دلایل مختلفی از جمله شیوع بیماری بوته‌میری، یک سیر نزولی داشته است به طوری که در سال زراعی ۱۳۸۵

سطح زیر کشت این محصول به ۲۴۷۱ هکتار کاهش یافت\*. مناطق کشت گلرنگ در استان عمدتاً شهرستان‌های اصفهان، اردستان، مبارکه و شهرضا هستند.

علائم بیماری بوته‌میری روی ریشه گیاهان به صورت نکروز و تغییر رنگ ریشه‌های اصلی به قرمز قهوه‌ای مشخص است. شکاف‌های عمودی در جهت طولی ریشه پیدا می‌شود و ریشه‌های فرعی از بین می‌روند. در اندام‌های هوایی رشد گیاه دچار تأخیر شده و نهایتاً سبز خشکی و بوته‌میری عارض می‌گردد (Agrios, 1988).

بیماری بوته‌میری گلرنگ ابتدا در مزارع آزمایشی دانشکده کشاورزی کرج روی گلرنگ رقم فریو (Frio) مشاهده و عامل آن *Phytophthora drechsleri* گزارش شد (Aleagha, 1970). قارچ‌های *F. oxysporum*

و *Rhizoctonia solani* از دزفول و رامین اهواز به عنوان عوامل بیماری بوته‌میری گلرنگ معرفی شده‌اند (Ershad, 1995). در استان فارس یک فرم اختصاصی از *F. solani* به عنوان عامل بوته‌میری گلرنگ گزارش شد (Abdollahi and Fassihiani, 1995). در

اصفهان نیز قارچ *F. solani* عامل بوته‌میری گلرنگ جداسازی و معرفی شد (Sharifnabi and Saeidi, 2004). در ایران علاوه بر این گونه‌ها، گونه‌های مختلف جنس فیتوفترا و *Pythium ultimum* به عنوان عامل بیماری نیز گزارش شده است

\* <http://www.esfahan.agrijahad.ir/modiriat/tarh/amar%20nameh/index.htm>

بیماری مد نظر بوده و در این زمینه تحقیقاتی انجام شده است (Kalpana Sastry and Ramachandram, 1992)؛ (Sharifnabi and Saeidi, 2004).

با توجه به افزایش سطح زیر کشت گلرنگ در استان، شرایط آب و هوایی خشک منطقه که برای این بیماری مناسب است و خسارت شدید بیماری به طور مستقیم و غیر مستقیم، شناسایی و کاشت ارقام مقاوم یا متحمل به عنوان بهترین و مؤثرترین روش برای کاهش خسارت ناشی از بیماری ضروری به نظر می‌رسید. این بررسی با هدف ارزیابی مقاومت نسبی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ به قارچ عامل بیماری بوت‌همیری گلرنگ (*Fusarium solani*) در شرایط استان اصفهان انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

در بهار و تابستان سال ۱۳۸۶ از مزارع گلرنگ در مناطق مختلف استان (شهرضا، اردستان، مبارکه و روستاهای شرق اصفهان شامل هلازته، اسلام‌آباد و شریف‌آباد) بازدید به عمل آمد و نمونه‌هایی از بوته‌های مشکوک به بیماری و خاک‌های اطراف آن انتخاب و به طور جداگانه در پاکت‌هایی قرار داده شد و پس از ثبت محل نمونه برداری و رقم جداسازی شده که عمدتاً رقم کوسه بودند، به آزمایشگاه منتقل شدند.

جداسازی عامل بیماری به دو صورت انجام شد. جداسازی از بوته‌های آلوده

(Ershad, 1995). در کشورهای دیگر نیز گونه‌های مختلف از جنس *Phytophthora* و قارچ‌های *Rhizoctonia solani*، *Sclerotinia sclerotiorum* و *Verticillium albo-atrum* به عنوان عوامل بوت‌همیری گلرنگ ذکر شده‌اند (Farr et al., 1989). خسارت ناشی از بیماری بوت‌همیری گلرنگ در استان اصفهان حدود ۱۰٪ و یا بیشتر برآورد شده است (Behdad, 1980).

ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم گلرنگ به پوسیدگی فوزاریومی و تولید ارقام مقاوم تجاری همواره مورد توجه محققین بوده است. تحقیقات نشان داده که تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ برای مقاومت به بیماری‌ها از جمله پوسیدگی فوزاریومی وجود دارد. به همین دلیل برخی از لاین‌های مقاوم به بیماری پژمردگی فوزاریومی گلرنگ از خاورمیانه انتخاب و به عنوان منبع مقاومت در برنامه‌های به نژادی برای تولید ارقام مقاوم مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Klisiewicz, 1980). پس از بررسی مقاومت ارقام مختلف گلرنگ (اکثراً از کشورهای خاورمیانه از جمله ایران)، حساسیت بالای ارقام US-10 و Gila و مقاومت رقم N-6 گزارش شد (Knowles et al., 1968). در کشورهای هند و ایران (استان اصفهان) نیز مقاومت ژنوتیپ‌های گلرنگ به عامل بیماری بوت‌همیری گلرنگ به عنوان یکی از روش‌های کنترل

گلرنگ به روش کشت مستقیم بافت طوقه و ریشه میزبان روی محیط کشت اختصاصی Peptone PCNB Agar و استفاده از روش کشت رقت خاک (Soil Dilution Plating) برای جداسازی قارچ از خاک انجام شد (Tuite, 1969). خالص‌سازی با روش تک اسپور (Single spore) انجام شد.

برای اثبات بیماریزائی جدایه‌ها از روش سینگلتون و همکاران (Singleton *et al.*, 1992) استفاده شد. در این بررسی در گلدان‌های به قطر ۱۵ سانتی‌متر حاوی خاک سترون، ده عدد بذر ضدعفونی شده گلرنگ رقم کوسه (رقم رایج در استان) کاشته شد و در مرحله چهار برگی در هر گلدان پنج گیاهچه نگهداری و بقیه حذف شدند. برای هر جدایه قارچ به صورت جداگانه چهار تکرار (گلدان) در نظر گرفته شد. برای آلوده‌سازی، جدایه‌ها نخست روی دانه‌های گندم سترون کشت داده و سپس پنج عدد بذر گندم آلوده شده به وسیله قارچ عامل بیماری به عنوان مایه تلقیح در نزدیکی طوقه هر گیاهچه قرار داده شد. در ضمن چهار گلدان نیز بدون مایه قارچ (فقط گندم سترون) به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پس از ۱۵ روز علائم بیماری از جمله بوته‌میری، تغییر رنگ و پوسیدگی طوقه و ریشه در گیاهچه‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. برای اطمینان از آلودگی بوته‌ها به قارچ مورد نظر، قطعاتی از ریشه و طوقه آن‌ها، به محیط کشت PDA (Potato Dextrose Agar) برای جداسازی

قارچ عامل بیماری منتقل شد.

به منظور شناسایی جدایه‌های قارچ عامل بیماری، مشخصات مورفولوژیکی جدایه‌های فوزاریوم روی محیط کشت PDA و CMA (Corn Meal Agar) اندازه‌گیری و ثبت شد. با توجه به کلید شناسایی Booth (1971) جدایه‌ها شناسایی شدند.

برای ارزیابی مقاومت، تعداد ۲۱ ژنوتیپ گلرنگ شامل ۱۵ لاین خالص شده و ۶ رقم رایج مورد استفاده در استان شامل پدیده، گل‌دشت، زرقان، زرقان ۲۷۹، ورامین و کوسه (تهیه شده از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اصفهان) برای واکنش به بیماری بوته‌میری فوزاریومی گلرنگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. از رقم کوسه که در منطقه به طور وسیع کاشته می‌شود، به عنوان شاهد استفاده شد. ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط آزمایشگاه و گلخانه با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (گلدان) انجام شد. از شش جدایه قارچ عامل بیماری که از مناطق مختلف استان (شهرضا، اردستان، مبارکه و روستاهای شرق اصفهان) جداسازی و شناسایی شده بودند و در آزمون اثبات بیماریزایی روی گلرنگ رقم کوسه بیشترین بیماریزایی را داشتند، به صورت جداگانه برای ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها استفاده شد. تیمار شاهد بدون مایه‌زنی قارچ هم با سه تکرار از هر ژنوتیپ قرار داده شد. در شرایط آزمایشگاه ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌ها با روش Yang (1994) که توسط شریف نبی و

سعیدی (۲۰۰۴) نیز به کار برده شده بود، انجام شد با توجه به این که جدایه‌های بیماری‌زای فوزاریوم باعث ایجاد تغییر رنگ و زخم روی ریشه می‌شوند و طول زخم‌های ایجاد شده با حساسیت گیاه رابطه مستقیم دارد، بنابراین آلودگی ژنوتیپ‌ها از طریق قرار دادن بذرها در جوانه زده آن‌ها در تشتک پتری با قطر ۱۰ سانتی‌متر حاوی کشت یک هفته‌ای قارچ روی PDA (در هر تشتک پتری ۲۰ عدد بذر جوانه زده) بررسی شد. یک هفته بعد از مایه‌زنی، میانگین طول زخم ایجاد شده روی ریشه ژنوتیپ‌های مختلف برای جدایه‌های مختلف اندازه‌گیری شد. آلودگی در شرایط گلخانه مشابه روش اثبات بیماری‌زایی انجام شد. تعداد بوته‌های زنده در دو مرحله، یکی پس از مبتلا شدن و از بین رفتن ۵۰٪ گیاهچه‌های ژنوتیپ حساس (که مصادف با روز هفتم بعد از مایه‌زنی بود) و دیگری ۴۵ روز پس از مایه‌زنی شمارش شد (Singleton et al., 1990). در نهایت داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای تعیین تفاوت‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر میانگین طول زخم ریشه و تعداد بوته‌های زنده، در صورت معنی‌دار بودن F از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

### نتایج و بحث

در آزمایش اثبات بیماری‌زایی علائم بیماری به صورت بوته‌میری، پوسیدگی و تغییر رنگ

ریشه و طوقه (نکروز) در شرایط گلخانه ظاهر شد. در آزمایشگاه علائم به صورت ایجاد زخم و سیاه‌شدگی ریشه بود.

شش جدایه قارچ جداسازی شده تقریباً دارای قدرت بیماری‌زایی بالایی بودند. در بین جدایه‌های مورد آزمایش، جدایه ۳ با ۳۰٪ کمترین و جدایه ۶ با ۵۵٪ بیشترین میزان بوتۀ زنده را داشتند. جدایه‌های مورد بررسی با استفاده از روش LSD در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. در این طبقه‌بندی تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و شش جدایه قارچ و بین خود جدایه‌های قارچ مورد آزمایش وجود داشت (جدول ۱).

پرگنه‌های قارچ به رنگ شیری و سفید خاکستری روی محیط کشت PDA مشاهده شدند. ریشه‌ها دارای دیواره‌ی عرضی و عرض ریشه‌ها بین ۲/۶۷-۵/۳۴ میکرومتر متغیر بود. ماکروکنیدی‌های قارچ به صورت خوشه‌ای بر روی فیالدهای تقریباً بلند تشکیل و اندازه آن‌ها ۳۵/۷۳×۵/۳۴ میکرومتر و دارای ۲ تا ۵ دیواره‌ی عرضی بودند. میکروکنیدی‌ها به صورت انفرادی بر روی فیالدهای بلند تشکیل شده و اندازه آن‌ها ۲/۶۷-۵/۳۴×۸/۹۲-۱۱/۰۱ میکرومتر و غالباً فاقد دیواره‌ی عرضی بودند. کلامیدوسپوره‌های قارچ اغلب به صورت تکی و دوتایی و بندرت سه‌تایی دیده شدند و اندازه آن‌ها ۹/۳۵-۱۱/۴۳ میکرومتر بود. این اندازه‌گیری‌ها با مشخصات *F. solani* توصیف شده توسط (Booth, 1971) مطابقت داشت.

از بین ۲۱ ژنوتیپی که مورد ارزیابی قرار

جدول ۱- نتایج آزمون بیماری‌زایی جدایه‌های *F. solani*

Table 1. Pathogenicity test of *F. solani* isolates in the greenhouse on susceptible cultivar Koseh

| جدایه<br>Isolate | محل‌های جمع‌آوری<br>Location | منبع<br>Source | میانگین بوته‌های زنده<br>Mean of alive seedlings | درصد بوته‌های زنده<br>Alive seedlings percent |
|------------------|------------------------------|----------------|--|---|
| 7 (control)      | -                            | -              | 5.00 a   | 100   |
| 6                | Sharif Abad                  | cv. Koseh      | 2.75 b   | 55  |
| 5                | Mobarakeh                    | cv. Koseh      | 2.50 b   | 50  |
| 2                | Halarteh                     | cv. Koseh      | 2.25 bc  | 45  |
| 1                | Ardestan                     | cv. Koseh      | 1.75 cd  | 35  |
| 4                | Shahreza                     | cv. Koseh      | 1.75 cd  | 35  |
| 3                | Eslam Abad                   | cv. Koseh      | 1.50 d   | 30  |

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level, using LSD test.

Measured 15 days after inoculation.

اندازه‌گیری ۱۵ روز پس از مایه‌زنی.

مایه‌زنی، جدایه‌های ۱ و ۳ و ۴ گونه *F. solani* باعث مرگ و میر ۵۰٪ بوته‌های مورد آزمایش در رقم حساس کوسه شدند.

ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی همگی بالای ۳۰٪ بوته زنده داشتند. چهارده ژنوتیپ مورد ارزیابی بالای ۷۰٪ و هفت ژنوتیپ پایین ۷۰٪ بوته زنده داشتند. لاین KW15 با ۸/۸۲٪ بیشترین (مقاوم‌ترین) و رقم کوسه با ۵۸٪ کمترین (حساس‌ترین) تعداد بوته زنده را در بین ژنوتیپ‌ها داشتند. بین رقم کوسه با رقم ورامین ۲۹۵ و لاین‌های خالص KW2 و KW3 تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد بوته زنده وجود نداشت (جدول‌های ۲ و ۳).

در ارزیابی ژنوتیپ‌ها ۴۵ روز بعد از مایه‌زنی، ۱۸ ژنوتیپ بین ۳۰٪ تا ۷۰٪ و ۳ ژنوتیپ کمتر از ۳۰٪ بوته زنده داشتند. در ضمن در این مرحله هیچ کدام از ژنوتیپ‌ها بالای ۷۰٪ بوته زنده نداشتند. ژنوتیپ KW11 با ۸/۶۲٪ بیشترین (مقاوم‌ترین) و رقم کوسه با ۶/۲۵٪

گرفتند رقم کوسه و لاین و KW11 به ترتیب با میانگین ۱۳/۲۹ و ۹/۳۱ میلی‌متر بیشترین (حساس‌ترین) و کمترین (مقاوم‌ترین) طول زخم را روی ریشه داشتند. ژنوتیپ‌ها بر اساس روش LSD در ۱۱ گروه مختلف طبقه‌بندی شدند. بین رقم کوسه با لاین‌های خالص KW2 و KW3 تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین طول زخم روی ریشه وجود نداشت (جدول‌های ۲ و ۳). در تجزیه کلاستر (دندروگرام) انجام شده ژنوتیپ‌ها در پنج گروه مشخص از جمله گروه‌های مقاوم (۳ ژنوتیپ)، نسبتاً مقاوم (۵ ژنوتیپ)، متحمل (۶ ژنوتیپ)، نسبتاً حساس (۵ ژنوتیپ) و حساس (۲ ژنوتیپ) تفکیک شدند. در این طبقه‌بندی رقم کوسه و لاین خالص KW2 ژنوتیپ‌های حساس و رقم گل‌دشت و لاین‌های خالص KW11 و KW15، از ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری بودند (شکل ۱).

در آزمایش گلخانه، هفت روز بعد از

جدول ۲- تجزیه واریانس طول زخم روی ریشه پس از یک هفته و تعداد بوته‌های زنده ۷ روز و ۴۵ روز پس از مایه‌زنی

Table 2. Analysis of variance for the lesion length on roots after one week and the number of alive seedlings 7 and 45 days after inoculation

| S.O.V.          | منابع تغییرات          | درجه آزادی<br>d.f. | M.S. میانگین مربعات                      |  |                    |
|-----------------|------------------------|--------------------|--|--|--------------------|
|                 |                        |                    | میانگین طول زخم<br>Mean of lesion length | تعداد بوته زنده<br>Number of alive seedlings |                    |
|                 |                        |                    |  | 7 days                                       | 45 days            |
| Isolate (I)     | جدایه                  | 6                  | 1405.94**                                | 71.00**                                      | 24.13**            |
| Genotype (G)    | ژنوتیپ                 | 20                 | 22.58**                                  | 6.45**                                       | 1.97**             |
| Replication     | تکرار                  | 2                  | 395.09**                                 | 0.02 <sup>ns</sup>                           | 0.11 <sup>ns</sup> |
| I × G           | اثر متقابل جدایه و رقم | 120                | 4.67 <sup>ns</sup>                       | 0.96**                                       | 0.79**             |
| Error           | خطای آزمایش            | 292                | 4.42                                     | 0.30   | 0.46               |
| Corrected total | مجموع کل               | 440                |  |  |                    |

\*\* : Significant at the 1% probability level. \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۱٪.  
ns: Not significant. ns: غیر معنی دار.

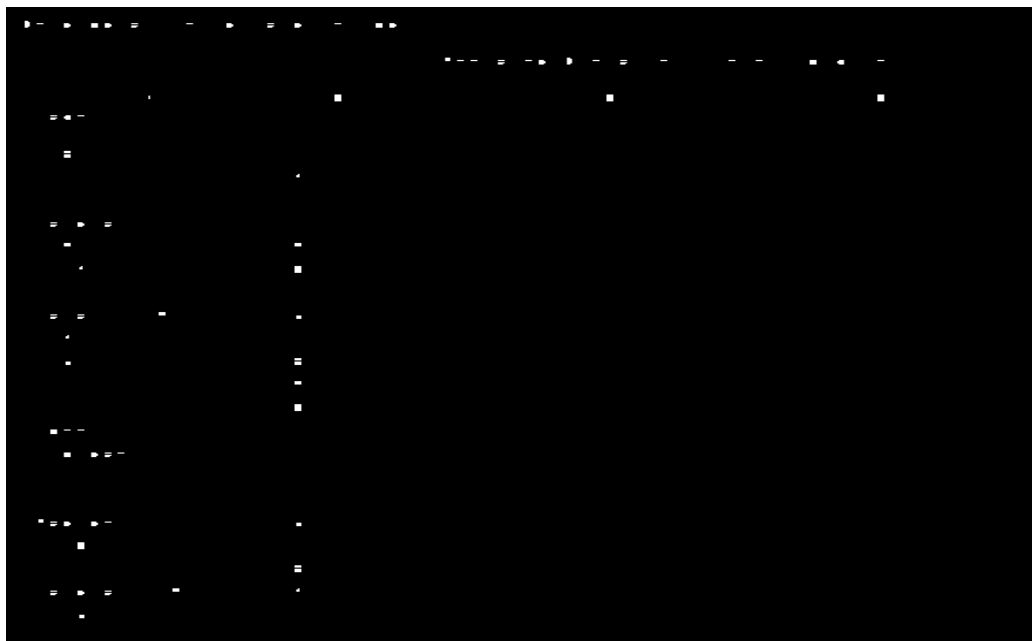
جدول ۳- مقایسه میانگین طول زخم روی ریشه‌ها پس از یک هفته و تعداد بوته‌های زنده ۷ روز و ۴۵ روز پس از مایه‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

Table 3. Mean comparison of the lesion length on roots after one week and the number of alive seedlings 7 and 45 days after inoculation in different genotypes of safflower

| ژنوتیپ‌ها<br>Genotypes | Mean of alive seedlings |                 | میانگین بوته‌های زنده |                 | میانگین طول زخم<br>Mean of lesion length (mm) |
|------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|---|
|                        | 45 days                 |                 | 7 days                |                 |   |
|                        | تعداد<br>Number         | درصد<br>Percent | تعداد<br>Number       | درصد<br>Percent |   |
| KW11                   | 3.14a                   | 62.80           | 4.00ab                | 80.00           | 9.31a   |
| KW15                   | 3.09ab                  | 61.80           | 4.14a                 | 82.80           | 9.65ab  |
| Zarghan 297            | 3.04abc                 | 60.80           | 3.90ab                | 78.00           | 9.94abc                                       |
| KW16                   | 3.04abc                 | 60.80           | 3.95ab                | 79.00           | 10.07abc                                      |
| KW13                   | 3.00abc                 | 60.00           | 3.85abc               | 77.00           | 10.36abcd                                     |
| Goldasht               | 2.95abc                 | 59.00           | 3.85abc               | 77.00           | 9.55ab  |
| KW9                    | 2.90abcd                | 58.00           | 3.71bcd               | 74.20           | 10.78bcde                                     |
| KW10                   | 2.85abcd                | 57.00           | 3.71bcd               | 74.20           | 10.29abc                                      |
| KW8                    | 2.80bcd                 | 56.00           | 3.66bcde              | 73.20           | 11.16cdef                                     |
| Padideh                | 2.80bcd                 | 56.00           | 3.66bcde              | 73.20           | 10.25abc                                      |
| KW14                   | 2.76cde                 | 55.20           | 3.61bcde              | 72.20           | 10.80bcde                                     |
| Zarghan                | 2.76cde                 | 55.20           | 3.66bcde              | 73.20           | 11.07cdef                                     |
| KW12                   | 2.76 cde                | 55.20           | 3.66bcde              | 73.20           | 11.01cdef                                     |
| KW4                    | 2.76cde                 | 55.20           | 3.61bcde              | 72.20           | 11.65efg                                      |
| KW7                    | 2.61def                 | 52.20           | 3.47cdef              | 69.40           | 11.59defg                                     |
| KW5                    | 2.47ef                  | 49.40           | 3.33def               | 66.60           | 11.16cdef                                     |
| KW6                    | 2.47ef                  | 49.40           | 3.47cdef              | 69.40           | 11.71efg                                      |
| Varamin 295            | 2.33f                   | 46.60           | 3.28efg               | 65.60           | 11.62defg                                     |
| KW2                    | 1.42g                   | 28.40           | 3.09fg                | 61.80           | 12.72gh                                       |
| KW3                    | 1.42g                   | 28.40           | 3.28efg               | 65.60           | 12.13fgh                                      |
| Koseh                  | 1.28g                   | 25.60           | 2.90g                 | 58.00           | 13.29h  |

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means followed by at least one common letter are not significantly different at the 5% probability level, using LSD Test.



شکل ۱- دندروگرام مربوط به گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بر اساس طول زخم روی ریشه ۷ روز بعد از مایه‌زنی در شرایط آزمایشگاه

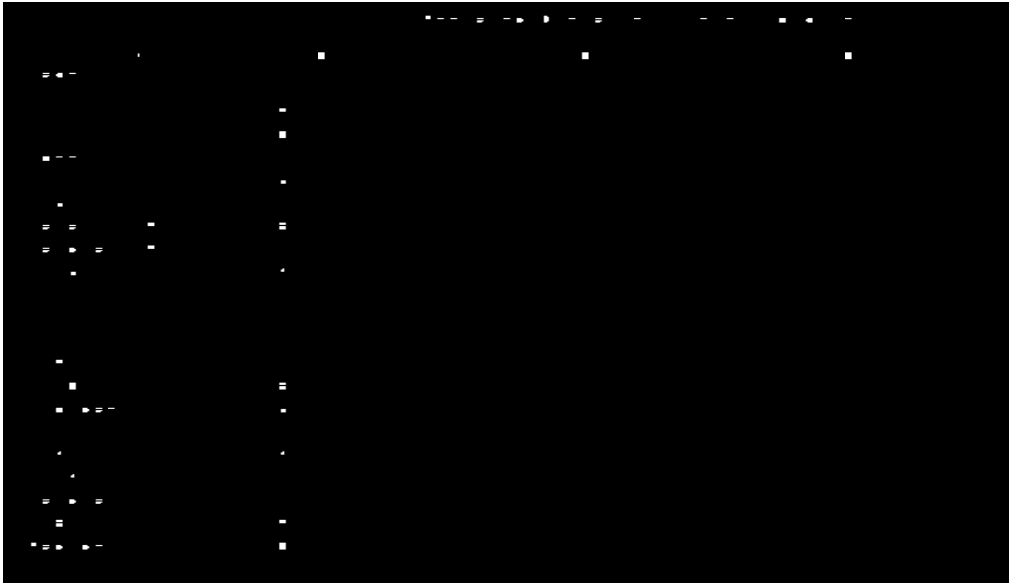
Fig. 1. Dendrogram for grouping different genotypes of safflower based on lesion length on roots 7 days after inoculation in laboratory condition

آن‌ها در مزارع آلوده مطمئن‌ترین روش است (Thomas and Zimmer, 1971)، اما وقت‌گیر بودن آزمایش‌ها، نیاز به فضای زیاد و هزینه سنگین باعث شده است تا تلاش‌هایی برای ارزیابی ارقام در گلخانه و آزمایشگاه انجام شود. در این تحقیق مشخص شد که بین اندازه زخم روی ریشه ژنوتیپ‌های گلرنگ در اثر عامل بیماری بوته‌میری فوزاریومی در آزمایشگاه با درصد بوته‌های زنده در گلخانه همبستگی منفی بالایی وجود دارد ( $r = -0.72$ ). از آنجایی که شرایط محیطی از قبیل نور، رطوبت و حرارت در آزمایشگاه قابل کنترل بوده و این عوامل در گلخانه تقریباً غیر قابل کنترل است، واکنش ژنوتیپ‌ها به بیماری و بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ در آزمایشگاه و

کمترین (حساس‌ترین) تعداد بوته زنده را در بین ژنوتیپ‌های مختلف داشتند. بین رقم کوسه با لاین‌های KW2 و KW3 تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد بوته زنده وجود نداشت (جدول‌های ۲ و ۳). در تجزیه کلاستر انجام گرفته (دندروگرام) ژنوتیپ‌ها در ۴ گروه مشخص از جمله گروه‌های مقاوم (۵ ژنوتیپ)، متحمل (۱۰ ژنوتیپ)، نسبتاً حساس (۳ ژنوتیپ) و حساس (۳ ژنوتیپ) تفکیک شدند. در این طبقه‌بندی رقم کوسه و لاین‌های خالص KW2 و KW3 از ژنوتیپ‌های حساس و لاین‌های زرقان ۲۷۹ از ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری ارزیابی شدند (شکل ۲).

برای ارزیابی تحمل نسبی ارقام، کاشت





شکل ۲- دندروگرام مربوط به گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ بر اساس درصد بوته‌های زنده ۴۵ روز بعد از مایه‌زنی

Fig. 2. Dendrogram for grouping different genotypes of safflower based on percentage of alive seedling 45 days after inoculation in greenhouse condition

گلخانه در بعضی از موارد اختلاف داشت. نتایج این بررسی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر واکنش به بیماری در شرایط آزمایشگاه و گلخانه وجود دارد. بررسی‌های انجام شده توسط سایر محققین نشان داده که تنوع ژنتیکی در گلرنگ برای مقاومت به بیماری پوسیدگی فوزاریومی وجود دارد (Knowles *et al.*, 1968). در اصفهان پس از بررسی بر روی ۶۰ ژنوتیپ گلرنگ، نشان داده شد که مقاوم‌ترین حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها لاین‌های اصلاحی IUTC121 و IUTE14310 با میانگین نکروزه شدن ۹/۶۷ و ۲۸/۳۳ میلی‌متر و میزان مرگ و میر ۳۲ و ۷۰٪ بودند. در این بررسی رقم کوسه نیز از ژنوتیپ‌های حساس به بیماری ارزیابی شد (شریف نبی و سعیدی، ۲۰۰۴). در یک بررسی دیگر چهار لاین 86-93-36A،

II-13-2A و VI-92-4-2، 237550 مقاوم‌ترین و دو رقم Manjira و Tara حساس‌ترین لاین‌ها به بیماری پوسیدگی فوزاریومی تعیین شدند (کالپاناساستری و رامانچاندرام، ۱۹۹۲). ویس (Weiss, 2000) معتقد است که ژن‌های مسئول مقاومت به بیماری بوته‌میری فوزاریومی در ذخایر ژنتیکی گلرنگ وجود دارد و استفاده از آن‌ها در تولید ارقام مقاوم تجاری انجام شده است. از ارقام تجاری که در حال حاضر در سطح وسیعی کشت می‌شوند می‌توان به Montola 2003 (Bergman *et al.*, 2005)، Montola 2004 (Bergman *et al.*, 2006) و NARI-38 (Singh *et al.*, 2001) اشاره کرد که این ارقام علاوه بر خصوصیات زراعی مناسب دارای مقاومت خوبی به پوسیدگی فوزاریومی هستند. تناوب زراعی با سایر

زراعی از قبیل عملکرد روغن و دانه بالا و درصد روغن مناسب علیرغم مقاومت پائین‌تر، در برنامه‌های اصلاحی توصیه می‌شود (Omid *et al.*, 2008).

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، لاین‌های خالص KW15، KW16، KW13، زرقان ۲۷۹ و به ویژه لاین KW11 مقاوم و لاین‌های خالص KW2 و KW3 و رقم کوسه حساس به بیماری بودند. به بررسی‌های انجام شده بر روی خصوصیات زراعی لاین‌های خالص KW15، KW16، KW13 و KW11 نشان داده که علاوه بر مقاومت بالا به بیماری بوته‌میری این ژنوتیپ‌ها دارای خصوصیات مطلوب زراعی نیز هستند (امیدی و شهبواری، گزارش منتشر نشده) بنابراین می‌توان آن‌ها را برای کاشت در مناطق گرم و خشک بالخصوص استان اصفهان توصیه کرد. البته برای شناسایی دقیق‌تر ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل نیاز به ادامه مطالعات و انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای و کشت این ژنوتیپ‌ها در مزارع مناطق آلوده است که باید این موضوع در تحقیقات آینده مدنظر قرار گیرد.

### سپاسگزاری

از مسئولین بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر استان اصفهان به خاطر در اختیار گذاشتن بذر ژنوتیپ‌ها و همچنین مسئول بخش تحقیقات گیاهپزشکی که در اجرای این تحقیق نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

گیاهان، کاشت مناسب و استفاده از بذرهای سالم می‌تواند در کاهش میزان خسارت ناشی از بیماری‌های مختلف از جمله پوسیدگی ریشه گلرنگ مؤثر باشد، ولی استفاده از ارقام مقاوم در برنامه کنترل تلفیقی (IPM) می‌تواند گامی بسیار مؤثرتر باشد (Kaffka and Kearney, 1998).

با توجه به آب و هوای گرم و خشک استان اصفهان (شرایط مناسب جهت پیشرفت و گسترش بیماری) و با توجه به آنکه رقم رایج منطقه، رقم کوسه، حساسیت بالایی نسبت به پوسیدگی فوزاریومی ریشه دارد، استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل و تولید ارقام مقاوم به این بیماری بسیار حائز اهمیت است و باید مورد توجه قرار گیرد. در ضمن بعضی از لاین‌های مقاوم به بیماری ممکن است به تنهایی از نظر میزان مقاومت مورد نظر در سطح قابل قبول نباشند، ولی با توجه به سایر خصوصیات زراعی از جمله میزان عملکرد، میزان روغن، دیررسی و زودرسی، نیاز آبی و کودی و سایر خصوصیات می‌توانند پایه ژنتیکی مناسبی را برای ایجاد مقاومت در برنامه‌های اصلاحی فراهم نماید (Bergman *et al.*, 2006). ژنوتیپ‌هایی مثل KW11 که در این بررسی دارای مقاومت نسبتاً بالایی به بیماری بودند، می‌توانند به عنوان منابع ژنتیکی متحمل مورد توجه قرار گیرند. از طرفی استفاده از برخی ژنوتیپ‌ها مثل رقم پدیده، KW3، KW7، KW9 و به خصوص لاین KW6 به دلیل داشتن خصوصیات مطلوب

## References

- Abdollahi, M., and Fassihiani, A. 1995.** A new form of *Fusarium solani* from safflower. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran, Page 143 (in Farsi).
- Agrios, G. N. 1988.** Plant Pathology. 3rd ed. Academic Press. 803 pp.
- Aleagha, N. 1970.** Safflower root rot (*Phytophthora drechsleri*). Proceedings of the 3rd. Iranian Plant Protection Congress, Shiraz, Iran. Page 9 (in Farsi).
- Alyari, H., and Shekary, F. 1990.** Oil Seeds. Physiology and Agronomy, Amidi Press. Tabriz, Iran. 182 pp. (in Farsi).
- Behdad, E. 1980.** Diseases of Field Crops. Neshat Press. Isfahan, Iran. 419 pp. (in Farsi).
- Bergman, J. W., Riveland, N. R., Flynn, C. R., Carlson, G. R., Wichman, D. M., and Kephart, K. D. 2005.** Registration of Montola 2003 Safflower. Crop Science 45: 801-802.
- Bergman, J. W., Riveland, N. R., Flynn, C. R., Carlson, G. R., Wichman, D. M., and Kephart, K. D. 2006.** Registration of Montola 2004 Safflower. Crop Science 46:1818-1819.
- Booth, C. 1971.** The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey. England. 237 pp.
- Ershad, D. 1995.** Fungi of Iran. Second ed. Publications of Agricultural Research, Education and Extension Organization. 874 pp. (in Farsi).
- Farr, D. F., Bills, G. P., Chamuris, G. P., and Rossman, A. Y. 1989.** Fungi on Plants and Plant Products in the United State. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 1252 pp.
- Foruzan, K. 1999.** Safflower. Oil Seeds Company Press, Tehran, Iran. 150 pp. (in Farsi).
- Kaffka, S. R., and Kearney, T. E. 1998.** Safflower Production in California. Publication No. 21565, University of California, Davis, Division of Agriculture and Natural Resources, USA.
- Kalpana Sastry, R., and Ramachandram, M. 1992.** Differential genotypic response to progressive development of wilts in safflower. Journal of Oil Seeds Research 9: 297-305.

- Klisiewicz, J. M. 1980.** Safflower germplasm resistant to Fusarium wilt. *Plant Disease* 64: 876-877.
- Knowles, P. F., Klisiewicz, J. M., and Hill, A. B. 1968.** Safflower introductions resistant to Fusarium wilt. *Crop Science* 8: 636-637.
- Nasari, F. 1991.** Oil Seeds, Astan Ghods Razavi Press. Mashhad, Iran. 823 pp. (in Farsi).
- Omidi, A. H., Shahsavari, M. R., Alhani, A., and Pasban Islam, B. 2008.** Padide, a new safflower cultivar. *Seed and Plant* 24: 215-219 (in Farsi).
- Sharifnabi, B., and Saeidi, G. 2004.** Preliminary evaluation of different genotypes of safflower to Fusarium root rot disease. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Research* 8: 227-234 (in Farsi).
- Singh, V., Galande, M. K., Deshpande, M. B., and Nimbkar, N. 2001.** Inheritance of wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *carthami*) resistance in safflower. pp 127-131. In: Bergman, J. W., Mundel, H. H., Jensen, J. L., Flynn, C. R., Grings, E. E., Tanaka, D. L., Riveland, N. R., Johnson, R. C., and Hill, A. B. (eds.) Proceedings of Vth International Safflower Conference, Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA.
- Singleton, L. L., Mirial, J. D., and Rush, L. M. 1992.** Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi. American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 266 pp.
- Thomas, C. A., and Zimmer, D. E. 1971.** Registration of USB safflower germplasm. *Crop Science* 11: 606.
- Tuite, J. 1969.** Plant Pathological Methods, Fungi and Bacteria. Burgess Publishing, Minneapolis, Minnesota. 239 pp.
- Weiss, E. A. 2000.** Oil Seed Crops. Blackwell Science Ltd., London. 364 pp.
- Yang, Z. 1994.** Breeding for resistance to Fusarium head blight of wheat in the mid to lower Yangtze river Valley of China. Wheat Special Report No. 27. CIMMYT, Mexico D. F. 16 pp.