

## ارزیابی مقدماتی ژنوتیپ‌های گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) نسبت به بیماری بوته‌میری فوزاریومی

بهرام شریف نبی<sup>۱</sup> و قدرت‌اله سعیدی<sup>۲</sup>

### چکیده

بوته‌میری گلرنگ یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گلرنگ در منطقه اصفهان است. هدف از این بررسی شناخت عامل بیماری‌زای بوته‌میری در منطقه اصفهان و ارزیابی مقدماتی مقاومت نسبی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ به این بیماری بود. در این پژوهش با نمونه برداری از بوته‌های آلوده از مزارع گلرنگ در منطقه اصفهان، گونه‌های مختلف فوزاریوم جداسازی شده و برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های قارچ، از دو روش آزمایشگاهی و گلخانه‌ای استفاده شد. در ضمن ۶۰ ژنوتیپ گلرنگ شامل لاین‌های اصلاحی انتخاب شده از توده‌های بومی مختلف و ژنوتیپ‌های خارجی به منظور بررسی عکس‌العمل آنها به بیماری در یک طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آلودگی مصنوعی بوته‌ها از طریق تزریق سوسپانسیون اسپور قارچ عامل بیماری با غلظت  $10^6$  اسپور در هر میلی‌لیتر سوسپانسیون در قسمت پائین طوقه و در مرحله طویل شدن بوته‌ها (۸ هفته بعد از کاشت) انجام گردید و طول منطقه نکروزه شدن در طوقه گیاه و درصد مرگ و میر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

نتایج آزمایش نشان داد که عامل بیماری بوته‌میری گلرنگ در منطقه اصفهان قارچ *Fusarium solani* بود و تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عکس‌العمل به بیماری وجود داشت. مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ به ترتیب لاین‌های اصلاحی IUTE14310 و IUTC121 با میانگین نکروزه شدن ۹/۶۷ و ۲۸/۳۳ میلی‌متر و میزان مرگ و میر ۳۲ و ۷۰٪ بودند. براساس میانگین نکروزه شدن و درصد مرگ و میر، ژنوتیپ‌ها به صورت معنی‌داری به ۵ گروه مشخص شامل مقاوم (۷ ژنوتیپ)، نسبتاً مقاوم (۱۹ ژنوتیپ)، متحمل (۲۹ ژنوتیپ)، نسبتاً حساس (۳ ژنوتیپ) و حساس (۲ ژنوتیپ) گروه‌بندی شدند. واریته‌های تجاری خارجی شامل AC Stirling و Saffire در گروه متحمل و AC Sunset در گروه نسبتاً مقاوم قرار داشتند. توده بومی کوسه که در منطقه اصفهان به‌طور وسیع کشت می‌گردد، جزء گروه ژنوتیپی حساس بود. ضرایب تنوع فنوتیپی (۲۳/۸۵٪) و ژنتیکی (۱۸/۳۲٪) و وراثت‌پذیری عمومی نسبتاً بالا (۵۹٪) برای نکروزه شدن و هم‌چنین ضرایب تنوع فنوتیپی (۲۵٪) و ژنتیکی (۲۱٪) و وراثت‌پذیری عمومی بالا (۷۳٪) برای میزان مرگ و میر نشان داد که تنوع ژنتیکی کافی برای مقاومت به بیماری وجود دارد و انتخاب برای ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری پوسیدگی ریشه فوزاریومی می‌تواند مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، بوته‌میری فوزاریومی، تحمل نسبی، ژنوتیپ

۱. استادیار گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از گیاهان دانه روغنی چند منظوره است که دانه آن دارای ۴۵-۲۵٪ روغن و ۲۴-۱۲٪ پروتئین می‌باشد. علاوه بر تولید روغن، کنجاله آن نیز نقش اساسی در جیره غذایی دام دارد. هم‌چنین رنگ‌ریزه‌های موجود در گل‌های آن دارای ارزش اقتصادی نسبتاً بالایی است. منشأ جغرافیایی و مراکز تنوع ژنتیکی گلرنگ را نواحی مدیترانه‌ای و منطقه خاورمیانه و حتی ایران می‌دانند (۸ و ۱۰). در مقایسه با سایر گیاهان دانه روغنی، این گیاه به لحاظ سازگاری بالا با شرایط محیطی منطقه، مقاومت به خشکی و نیاز آبی کمتر آن (۱۴) برای تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در سال‌های اخیر کشت گلرنگ در منطقه اصفهان به‌طور چشم‌گیر گسترش یافته است. متأسفانه گلرنگ در منطقه اصفهان به بیماری بوته میری حساس بوده ولی عامل یا عوامل آن در این منطقه دقیقاً مشخص نمی‌باشد. در کرج برای نخستین بار عامل بوته میری گلرنگ روی واریته فریو، قارچ *Phytophthora drechselri* گزارش شده است (۱). ارشاد (۲) قارچ‌های *Fusarium oxysporum* و *Rhizoctonia solani* را از دزفول و رامین اهواز به عنوان عوامل بیماری بوته میری گلرنگ معرفی نمود. در کشورهای دیگر نیز گونه‌های مختلف از جنس *Phytophthora sclerotiorum*، *Sclerotinia sclerotiorum*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *Verticillium albo-atrum* و *carthami* به‌عنوان عامل بوته میری گلرنگ ذکر شده است (۶). علی‌رغم این‌که در ایران عوامل بیماری بوته میری گلرنگ گونه‌های مختلف *Phytophthora ultimum*، *Pythium ultimum*، *Rhizoctonia solani*، *Fusarium oxysporum* و *Fusarium solani* گزارش شده است (۲ و ۴)، ولی بررسی و تحقیقات چندانی در زمینه این بیماری صورت نگرفته و فقط یک فرم اختصاصی از *F. solani* روی گلرنگ معرفی شده است (۴).

تنش‌های زنده از جمله بیماری‌ها می‌توانند تولید محصولات گیاهی از جمله گلرنگ را محدود و یا کاهش دهند. گلرنگ

نسبت به بیماری پوسیدگی‌های ریشه و یا بیماری‌های قارچی برگ که در اثر افزایش رطوبت و آبیاری زیاد گسترش می‌یابند، بسیار حساس است. بیماری‌های پوسیدگی ریشه می‌تواند در کشت آبی گلرنگ خصوصاً مناطقی که از روش آبیاری غرقابی استفاده می‌نمایند، یک تهدید جدی محسوب شود (۸ و ۱۴) و وقوع و شدت آن با تنش‌های آبی افزایش می‌یابد. خسارت ناشی از بیماری بوته میری گلرنگ در منطقه حدود ۱۰٪ و یا بیشتر برآورد شده است (۳). در کشورهای دیگر میزان خسارت کمتر و حدود ۳٪ گزارش گردیده است (۱۴). یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل بیماری و کاهش خسارت آن، استفاده از ارقام مقاوم به بیماری می‌باشد.

ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ برای مقاومت به بیماری‌ها (۵ و ۹) از جمله پوسیدگی ریشه ناشی از فیتوفترا (۵) مورد توجه محققین بوده است، به طوری‌که در بررسی‌های انجام شده بعضی از ژنوتیپ‌های ایرانی به‌عنوان لاین‌های مقاوم به بیماری پوسیدگی ریشه گزارش شده‌اند (۵). هم‌چنین برخی از لاین‌های مقاوم به بیماری پژمردگی فوزاریومی از خاورمیانه انتخاب و به‌عنوان منبع مقاومت در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید ارقام مقاوم مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۹). ژن‌های مقاومت به بیماری بوته میری فیتوفترایی، ورتیسلیومی و فوزاریومی در ذخایر ژنتیکی گلرنگ موجود بوده و در تولید ارقام مقاوم تجاری نیز استفاده شده است (۱۴).

با توجه به اهمیت و سازگاری گیاه گلرنگ به شرایط گرم و خشک منطقه اصفهان، توسعه روز افزون سطح کشت این محصول در استان و وجود بیماری بوته میری و خسارت ناشی از آن، انجام این پژوهش ضروری به نظر رسید و بنابراین هدف از این بررسی شناسایی عامل بیماری گلرنگ در منطقه اصفهان و ارزیابی مقدماتی مقاومت نسبی ژنوتیپ‌های مختلف به بیماری بوته میری فوزاریومی بود.

## مواد و روش‌ها

## ۱. نمونه برداری

در بهار و تابستان ۱۳۸۰ از مزارع مختلف گلرنگ منطقه اصفهان بازدید و نمونه‌هایی از بوته‌های مشکوک به بیماری

آزمایش، در تشتک پتری قرار داده شد و تشتک‌های پتری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ ساعت نگهداری شدند. جدایه‌های بیماری‌زا پس از ۲۴ ساعت در ناحیه طوقه و ریشه گیاهچه ایجاد تغییر رنگ نمودند و جدایه‌های غیر بیماری‌زا قادر به ایجاد تغییر رنگ و پوسیدگی روی طوقه و ریشه نبودند. بنابراین از بافت‌های تغییر رنگ داده مجدداً تکه‌ای به محیط کشت PDA منتقل گردید. در این آزمایش دو نوع قارچ ساپروفیت *Aspergillus* و *Penicillium* و محیط کشت بدون جدایه قارچ به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

#### ب) در شرایط گلخانه‌ای

بدین منظور از روش سینگلتون و همکاران (۱۲) استفاده شد. در گلدان‌های حاوی خاک سترون ۱۰ عدد بذر ضد عفونی شده گلرنگ کاشته شد و در مرحله ۴ برگی در هر گلدان تعداد ۵ گیاهچه نگهداری و بقیه حذف گردید. برای هر جدایه قارچ ۳ گلدان (تکرار) در نظر گرفته شد و جدایه‌ها نخست روی دانه‌های گندم ضد عفونی شده پرورش داده شدند و ۳ عدد بذر گندم به‌عنوان مایه قارچ در نزدیکی طوقه هر گیاهچه قرار داده شد. در ضمن ۳ گلدان نیز بدون تلقیح مایه قارچ به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. پس از یک هفته عکس‌العمل گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. جدایه‌های بیماری‌زا قادر به ایجاد مرگ گیاهچه در گیاهچه‌های مایه‌زنی شده بودند. از هر تیمار گیاهچه‌ای آلوده به آزمایشگاه منتقل و از حد فاصل بافت سالم و آلوده نمونه‌ها، قطعه‌ای جداسازی و روی محیط کشت PDA قرار گرفت و قارچ رشد یافته شناسایی گردید.

#### شناسایی عامل بیماری‌زا

به منظور شناسایی جدایه‌های بیماری‌زای فوزاریوم از محیط‌های کشت اختصاصی برگ میخک آگار و کلرورپتاسم- آگار استفاده گردید و خصوصیات ماکروسکوپی مانند رنگ و نوع رشد کلنی، خصوصیات میکروسکوپی مانند اندازه ماکروکنیدی، میکروکنیدی، کلامیدوسپور، نوع فیالید، حضور یا عدم حضور زنجیره میکروکنیدی و سرهای دروغین (False heads)، حضور

به‌صورت تصادفی انتخاب و به‌طور جداگانه در پاکت‌هایی قرار داده شد و پس از ثبت مشخصات لازم به آزمایشگاه منتقل شدند.

#### ۲. جداسازی و خالص‌سازی عامل بیماری‌زا

به منظور جداسازی عامل بیماری‌زا، ریشه و طوقه بوته‌های آلوده به قطعات کوچک ۵-۳ میلی‌متری تقسیم گردید و پس از ضد عفونی با محلول هیپوکلرایت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۵ دقیقه و چندین بار آب‌شویی با آب مقطر سترون روی محیط کشت سیب‌زمینی - دکستروز - آگار (PDA) و محیط کشت آرد ذرت آگار (CMA) حاوی دلواسید (۱۰ قسمت در میلیون پیمازیسین)، آمپی سیلین (۲۵۰ قسمت در میلیون)، ریفامپسین (۱۰ قسمت در میلیون)، PCNB (۱۰۰ قسمت در میلیون) و بنومیل (۲۰ قسمت در میلیون) کشت گردید. تشتک‌های پتری در انکوباتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و پس از گذشت ۴-۳ روز، جدا شده‌ها برای شناسایی به محیط‌های کشت اختصاصی منتقل گردیدند. پس از رشد قارچ، قسمتی از میسلوم به تشتک پتری حاوی محیط کشت برگ میخک - آگار (CLA) منتقل و به مدت ۳-۲ روز در انکوباتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای خالص‌سازی جدایه‌ها از روش تک اسپور نمودن روی محیط کشت آب - آگار (WA) استفاده شد.

#### ۳. آزمون بیماری‌زایی

##### الف) در شرایط آزمایشگاهی

برای اثبات بیماری‌زایی از روش یانگ (۱۵) استفاده شد. از هر جدایه یک حلقه ۵ میلی‌متری روی محیط کشت PDA قرار گرفت و تشتک‌های پتری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا جدایه‌ها به قطر حدود ۴ سانتی‌متر رشد نمایند. تعدادی بذر گلرنگ رقم کوسه ابتدا با هیپوکلرایت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۵ دقیقه ضد عفونی و پس از آب‌شویی با آب مقطر سترون در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ روز نگهداری شدند تا جوانه زنی نمایند. پس از جوانه‌زنی بذور تعداد ۱۲ بذر جوانه‌زده در اطراف پرگنه هر جدایه مورد

یا عدم حضور کلامیدوسپورها مورد بررسی قرار گرفت. از کلیدهای شناسایی نلسون و همکاران (۱۱) و گرلاخ و نیر نبرگ (۷) برای شناسایی گونه استفاده شد.

### ارزیابی مقدماتی ژنوتیپ‌ها

در این بررسی تعداد ۶۰ ژنوتیپ مختلف گلرنگ از جمله لاین‌های اصلاحی داخلی و ژنوتیپ‌های خارجی که شامل سه واریته اصلاح شده تجاری AC Stirling, AC Sunset و Saffire نیز بودند برای واکنش به بیماری پوسیدگی فوزاریومی گلرنگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. لاین‌های اصلاحی داخلی قبلاً از توده‌های بومی مختلف استان‌های اصفهان، خراسان، آذربایجان، کردستان و مرکزی تهیه شده بودند. در ضمن از واریته کوسه که در منطقه به‌طور وسیع کشت می‌گردد، به‌عنوان شاهد استفاده گردید. ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط گلخانه با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. هر واحد آزمایشی شامل ۱۰ گیاه در یک گلدان به قطر ۱۵ سانتی‌متر حاوی خاک سترون کشت شد. آلودگی مصنوعی در مرحله طویل شدن بوته (حدود ۸ هفته پس از کاشت) به‌وسیله تزریق سوسپانسیون اسپور قارچ با غلظت  $10^6 \times 1$  اسپور در میلی‌لیتر در قسمت پایین طوقه انجام گردید. عکس‌العمل بوته‌ها نسبت به عامل بیماری از طریق اندازه‌گیری طول منطقه نکروز شده طوقه و درصد مرگ و میر بوته‌ها یادداشت برداری شد و داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. برای تعیین تفاوت‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ میانگین نکروزه شدن و درصد مرگ و میر، در صورت معنی‌دار بودن مقدار F از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید. در ضمن ژنوتیپ‌ها براساس درصد مرگ و میر و هم‌چنین میانگین نکروزه شدن آنها به مقیاس ۰ تا ۱۰ به گروه‌های ژنوتیپی بسیار مقاوم (مقیاس ۰)، مقاوم (مقیاس ۲) نسبتاً مقاوم (مقیاس ۴)، متحمل (مقیاس ۵)، نسبتاً حساس (مقیاس ۶)، حساس (مقیاس ۸) و بسیار حساس (مقیاس ۱۰) تفکیک شدند. سپس به منظور تعیین

تفاوت‌های معنی‌دار بین گروه‌ها، گروه‌های ژنوتیپی به‌عنوان تیمار در یک طرح کاملاً تصادفی نامتعادل مورد تجزیه آماری و مقایسه میانگین قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

از بوته‌های آلوده گلرنگ صرفاً گونه‌های مختلف قارچ فوزاریوم جداسازی گردید. در این پژوهش هیچ‌گونه قارچی از سایر جنس‌ها بخصوص گونه‌های *Phytophthora* که احتمال وجود آن داده شده بود، جداسازی نگردید. در آزمون بیماری‌زایی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه تنها گونه *F. solani* قادر به ایجاد آلودگی روی گلرنگ بود و سایر قارچ‌های ساپروفیت، با توجه به هدف از انجام پژوهش مورد شناسایی قرار نگرفتند. بوته‌های آلوده در مزرعه، نخست تغییر رنگ داده و متمایل به زرد رنگ شد و در نهایت این بوته‌ها خشک و از بین می‌روند. پوسیدگی ریشه‌ها از نوع خشک و بوته‌های آلوده به راحتی از خاک خارج نمی‌شوند (شکل ۱). عامل بیماری‌زا در تمام مراحل رشد گیاه می‌تواند گلرنگ را مورد حمله قرار دهد، به‌طوری‌که بوته‌های مسن و مراحل انتهایی رشد بوته‌ها نیز از جمله عامل بیماری‌زا می‌تواند گلرنگ را مورد حمله ناشی از عوامل بیماری‌زای خاکزی گلرنگ هنگامی اتفاق می‌افتد که شرایط رطوبتی خاک تغییر نموده و گیاهان در شرایط تنش رطوبتی نسبت به عوامل بیماری‌زای خاکزی حساس‌تر می‌شوند (۸).

۲۰ جدایه مختلف *Fusarium* از بوته‌های آلوده گلرنگ از منطقه اصفهان برای انجام آزمون بیماری‌زایی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه به‌کار برده شدند و از بین آنها فقط پنج جدایه بیماری‌زا بودند و براساس مشخصات مرفولوژیک متعلق به *F. solani* تشخیص داده شدند و سایر جدایه‌ها غیربیماری‌زا بودند. جدایه با بیماری‌زایی شدیدتر به‌عنوان نماینده *F. solani* برای ارزیابی مقدماتی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف استفاده شد.

نتایج این بررسی نشان داد که در ژنوتیپ‌های حساس به بیماری، لکه‌های نکروزه در محل آلودگی مصنوعی سریع‌تر به



شکل ۱. علائم بیماری بوته میری گلرنگ در مزرعه

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس برای میزان نکروزه شدن و مرگ و میر در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۹۰/۵۲	مرگ و میر
ژنوتیپ	۵۹	۳۳/۹۴**	میزان نکروزه شدن
خطا	۱۱۸	۱۳/۸۳	مرگ و میر

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جمله گروه‌های مقاوم (۷ ژنوتیپ)، نسبتاً مقاوم (۱۹ ژنوتیپ)، متحمل (۲۹ ژنوتیپ)، نسبتاً حساس (۳ ژنوتیپ) و حساس (۲ ژنوتیپ) تفکیک گردیدند. توده بومی کوسه که مهم‌ترین وارته مورد کشت در استان اصفهان است، با میانگین نکروزه شدن ۲۶/۰۸ mm و میزان مرگ و میر ۷۰٪ جزء ژنوتیپ‌های حساس به بیماری بود. وارته‌های تجاری خارجی Saffire و AC Stirling جزء گروه ژنوتیپی متحمل ولی وارته AC Sunset جزء گروه نسبتاً مقاوم طبقه‌بندی گردید. با توجه به ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنتیکی و همچنین میزان وراثت پذیری عمومی برای میزان نکروزه شدن و مرگ و میر (جدول ۴) چنین استنباط می‌شود که تنوع ژنتیکی برای مقاومت به بیماری در ژنوتیپ‌ها وجود

سمت ریشه و ساقه گسترش یافت. ولی در ژنوتیپ‌های متحمل، تشکیل و گسترش لکه‌ها کندتر بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عکس‌العمل به بیماری (میزان نکروزه شدن و درصد مرگ و میر) وجود داشت. مقاوم‌ترین ژنوتیپ به بیماری لاین اصلاحی IUTE14310 با میانگین نکروزه شدن ۹/۶۷ mm و میزان مرگ و میر ۲۲٪ بود که این لاین از توده بومی اصفهان انتخاب شده بود. ولی حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها لاین IUTC121 و توده کوسه (جدول ۲) بودند. براساس میزان نکروزه شدن و درصد مرگ و میر بوته‌ها، ژنوتیپ‌ها به ۵ گروه مشخص و دارای تفاوت معنی‌دار (جدول ۲ و ۳) از

جدول ۲. میانگین نکروزه شدن و مرگ و میر در ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ

گروه	نسبتاً مقاوم	نسبتاً حساس	مقاوم	نسبتاً مقاوم	نسبتاً حساس	مقاوم	نسبتاً مقاوم	نسبتاً حساس	گروه	ژنوتیپ	منشأ	نکروزه شدن مرگ و میر (%)	نکروزه شدن (mm)	ژنوتیپ	منشأ	نکروزه شدن مرگ و میر (%)	نکروزه شدن (mm)	ژنوتیپ	منشأ
نسبتاً مقاوم	۴۰/۳	۱۵/۸۹	محمل	۴۸/۷	۱۸/۵۸	محمل	۴۸/۷	۱۸/۵۸	محمل	IUTC229	اصفهان	۷۰	۲۸/۳۳	IUTC121	اصفهان	۷۰	۲۸/۳۳	IUTC121	اصفهان
نسبتاً مقاوم	۴۱/۲	۱۵/۷۲	محمل	۴۵/۳	۱۸/۴۴	محمل	۴۵/۳	۱۸/۴۴	محمل	IUTM112	مرکزی	۷۴	۲۶/۰۸	KOSEH	اصفهان	۷۴	۲۶/۰۸	KOSEH	اصفهان
نسبتاً مقاوم	۳۸/۳	۵۰/۱۵	محمل	۵۰/۵	۱۸/۳۹	محمل	۵۰/۵	۱۸/۳۹	نسبتاً حساس	IUTH21	همدان	۵۹/۶	۲۲/۸۱	IUTS4110	خراسان	۵۹/۶	۲۲/۸۱	IUTS4110	خراسان
نسبتاً مقاوم	۳۵/۶	۱۵/۳۳	محمل	۴۸/۳	۱۸/۲۲	محمل	۴۸/۳	۱۸/۲۲	نسبتاً حساس	GE62917	خرارجی	۵۵/۳	۲۱/۱۷	IUTC131	اصفهان	۵۵/۳	۲۱/۱۷	IUTC131	اصفهان
نسبتاً مقاوم	۳۲/۱	۱۵/۵۰	محمل	۴۴/۸	۱۸/۲۲	محمل	۴۴/۸	۱۸/۲۲	نسبتاً حساس	IUTE2449	اصفهان	۵۲/۸	۲۰/۸۲	IUTS121	خراسان	۵۲/۸	۲۰/۸۲	IUTS121	خراسان
نسبتاً مقاوم	۴۵/۳	۱۴/۹۷	محمل	۳۹/۲	۱۷/۸۳	محمل	۳۹/۲	۱۷/۸۳	محمل	GE62916	خرارجی	۵۰/۲	۲۰/۸۰	IUTS122	خراسان	۵۰/۲	۲۰/۸۰	IUTS122	خراسان
نسبتاً مقاوم	۳۳/۱	۱۴/۸۴	محمل	۴۶/۱	۱۷/۶۴	محمل	۴۶/۱	۱۷/۶۴	محمل	IUTC4110	اصفهان	۵۱/۳	۲۰/۶۱	AC Stirling	خرارجی	۵۱/۳	۲۰/۶۱	AC Stirling	خرارجی
نسبتاً مقاوم	۳۵/۲	۱۴/۶۳	محمل	۴۹/۲	۱۷/۵۶	محمل	۴۹/۲	۱۷/۵۶	محمل	IUTS44110	خراسان	۴۸/۲	۲۰/۵۷	IUTK12	کردستان	۴۸/۲	۲۰/۵۷	IUTK12	کردستان
نسبتاً مقاوم	۲۸/۳	۱۴/۵۲	محمل	۴۶/۳	۱۷/۵۰	محمل	۴۶/۳	۱۷/۵۰	محمل	IUTA3	خراسان	۵۲/۲	۲۰/۵۶	JUTC4410	اصفهان	۵۲/۲	۲۰/۵۶	JUTC4410	اصفهان
نسبتاً مقاوم	۳۳/۱	۱۲/۹۵	محمل	۴۷/۲	۱۷/۵۰	محمل	۴۷/۲	۱۷/۵۰	محمل	IUTM11	مرکزی	۴۵/۳	۲۰/۱۹	IUTM115	مرکزی	۴۵/۳	۲۰/۱۹	IUTM115	مرکزی
نسبتاً مقاوم	۳۱/۲	۱۲/۶۹	محمل	۴۸/۱	۱۷/۳۳	محمل	۴۸/۱	۱۷/۳۳	محمل	IUTE2417	اصفهان	۵۲/۱	۱۹/۹۴	GE62913	خرارجی	۵۲/۱	۱۹/۹۴	GE62913	خرارجی
نسبتاً مقاوم	۳۴/۲	۱۲/۶۵	محمل	۵۰/۳	۱۷/۳۳	محمل	۵۰/۳	۱۷/۳۳	محمل	IUTH27	همدان	۴۹/۸	۱۹/۹۲	IUTE2431	اصفهان	۴۹/۸	۱۹/۹۲	IUTE2431	اصفهان
نسبتاً مقاوم	۳۱/۳	۱۲/۶۱	محمل	۴۵/۴	۱۷/۲۷	محمل	۴۵/۴	۱۷/۲۷	محمل	IUTE1141	اصفهان	۴۵/۳	۱۹/۷۵	IUTE2428	اصفهان	۴۵/۳	۱۹/۷۵	IUTE2428	اصفهان
مقاوم	۳۰/۲	۱۲/۳۲	محمل	۴۳/۲	۱۷/۱۹	محمل	۴۳/۲	۱۷/۱۹	محمل	IUTK313	کردستان	۴۳/۷	۱۹/۶۸	IUTE24110	اصفهان	۴۳/۷	۱۹/۶۸	IUTE24110	اصفهان
مقاوم	۲۸/۹	۱۲/۷۱	نسبتاً مقاوم	۴۰/۲	۱۶/۹۲	نسبتاً مقاوم	۴۰/۲	۱۶/۹۲	نسبتاً مقاوم	AC Sunset	خرارجی	۴۸/۲	۱۹/۵۲	IUTE2121	اصفهان	۴۸/۲	۱۹/۵۲	IUTE2121	اصفهان
مقاوم	۲۶/۲	۱۲/۵۳	نسبتاً مقاوم	۴۴/۲	۱۶/۸۹	نسبتاً مقاوم	۴۴/۲	۱۶/۸۹	نسبتاً مقاوم	IUTA2	آذربایجان غربی	۴۰/۱	۱۹/۱۱	GE34078	خرارجی	۴۰/۱	۱۹/۱۱	GE34078	خرارجی
مقاوم	۲۱/۳	۱۲/۵۰	نسبتاً مقاوم	۳۹/۵	۱۶/۴۷	نسبتاً مقاوم	۳۹/۵	۱۶/۴۷	نسبتاً مقاوم	IUTE1111	اصفهان	۵۰/۲	۱۸/۹۴	GE62918	خرارجی	۵۰/۲	۱۸/۹۴	GE62918	خرارجی
مقاوم	۳۷/۲	۱۱/۶۷	نسبتاً مقاوم	۴۱/۳	۱۶/۴۶	نسبتاً مقاوم	۴۱/۳	۱۶/۴۶	نسبتاً مقاوم	IUTE2426	اصفهان	۶۰/۲	۱۸/۸۹	IUTE118	اصفهان	۶۰/۲	۱۸/۸۹	IUTE118	اصفهان
مقاوم	۲۵/۳	۱۱/۲۷	نسبتاً مقاوم	۳۸/۰	۱۶/۲۵	نسبتاً مقاوم	۳۸/۰	۱۶/۲۵	نسبتاً مقاوم	GE62923	خرارجی	۵۵/۳	۱۸/۸۶	IUTS144	خراسان	۵۵/۳	۱۸/۸۶	IUTS144	خراسان
مقاوم	۲۲	۹/۶۷	نسبتاً مقاوم	۳۷/۳	۱۶/۱۷	نسبتاً مقاوم	۳۷/۳	۱۶/۱۷	نسبتاً مقاوم	IUTS149	خراسان	۴۵/۲	۱۸/۶۷	Saffire	خرارجی	۴۵/۲	۱۸/۶۷	Saffire	خرارجی

برای مقایسه میانگین‌های درصد مرگ و میر : LSD (۰/۰۵) = ۱۵/۶  
 برای مقایسه میانگین‌های درصد نکروزه شدن : LSD (۰/۰۵) = ۶/۱

جدول ۳. میانگین‌های نکروزه شدن و مرگ و میر در گروه‌های مختلف ژنوتیپی گلرنگ

گروه	تعداد ژنوتیپ	نکروزه شدن (mm)	مرگ و میر (%)
مقاوم	۷	۱۱/۹۵ <sup>e*</sup>	۲۵/۹ <sup>e</sup>
نسبتاً مقاوم	۱۹	۱۵/۲۸ <sup>d</sup>	۳۶/۹ <sup>d</sup>
متحمل	۲۹	۱۸/۷۹ <sup>c</sup>	۴۸/۰ <sup>c</sup>
نسبتاً حساس	۳	۲۱/۶۰ <sup>b</sup>	۵۶/۶ <sup>b</sup>
حساس	۲	۲۷/۲۱ <sup>a</sup>	۷۲/۰ <sup>a</sup>

\*: در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۴. اجزای واریانس، ضرایب تنوع و وراثت پذیری عمومی برای میزان نکروزه شدن و مرگ و میر

صفت	واریانس ژنتیکی	واریانس محیطی	واریانس فنوتیپی	ضریب تنوع فنوتیپی (%)	ضریب تنوع ژنتیکی (%)	وراثت پذیری عمومی (%)
نکروزه شدن	۶/۷	۴/۶	۱۱/۳	۲۳/۹	۱۸/۴	۵۹
مرگ و میر	۸۲/۳	۳۱/۱	۱۱۳/۴	۲۵	۲۱	۷۳

به پوسیدگی فوزاریومی ریشه برخوردار است، انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم و تولید ارقام مقاوم به این بیماری بسیار حائز اهمیت بوده و باید مورد توجه قرار گیرد. در ضمن بعضی از لاین‌های مقاوم به بیماری ممکن است به تنهایی از لحاظ میزان مقاومت مورد نظر در سطح قابل قبول نباشند، ولی می‌توانند پایه ژنتیکی وسیع‌تری را برای ایجاد مقاومت در برنامه‌های اصلاحی فراهم نمایند (۵). توده‌های محلی که در این بررسی دارای فراوانی بیشتری از لاین‌های مقاوم بودند، می‌توانند به عنوان منابع ژنتیکی مقاومت به بیماری بیشتر مورد توجه قرار گیرند. انتقال ژن‌های مقاومت به بیماری از لاین‌های مقاوم به ژنوتیپ‌هایی که از لحاظ زراعی خصوصیات مطلوبی را دارا می‌باشند می‌تواند موجب تولید ارقام مقاوم و سپس توسعه کشت و افزایش تولید گلرنگ شود (۵).

### سپاسگزاری

کلیه هزینه‌ها و امکانات اجرایی این طرح توسط حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده که بدین وسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین تأمین بخشی از مواد ژنتیکی مورد استفاده در این پژوهش از طریق مرکز کلکسیون منابع ژنتیکی گیاهی در برانشویک آلمان قابل تقدیر می‌باشد.

دارد و بنابراین انتخاب برای تولید ارقام مقاوم به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه می‌تواند مؤثر باشد. در بررسی‌های دیگر نیز تنوع ژنتیکی برای مقاومت به بیماری‌ها از جمله پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه و پژمردگی فوزاریومی نیز وجود داشته است (۱۰ و ۱۳)، به طوری که بعضی از ژنوتیپ‌های ایرانی در گروه ژنوتیپ‌های مقاوم طبقه‌بندی و در برنامه‌های اصلاحی گلرنگ برای تولید ارقام تجاری مقاوم استفاده شده‌اند (۵ و ۹). تناوب زراعی، روش آبیاری و روش کاشت مناسب و استفاده از بذرهای عاری از بیماری 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 آفات (IPM) می‌تواند گامی بسیار مؤثرتر باشد (۸). یکی از علل موفقیت گلرنگ به عنوان یک محصول پایدار تجاری در کشت آبی در کشور آمریکا به خاطر تولید ارقام تجاری مقاوم به بیماری پوسیدگی ریشه فیتوفتورائی بوده است (۱۳).

تولید ارقام مقاوم به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در گلرنگ می‌تواند باعث توسعه و گسترش کشت این محصول خصوصاً در مناطق خشک گردد. بنابراین در شرایط گرم و خشک اصفهان که عمده کشت محصول از واریته کوسه می‌باشد و براساس نتایج این بررسی از حساسیت بالایی نسبت

## منابع مورد استفاده

۱. آل آقا، ن. ۱۳۴۹. بیماری بوته‌میری گلرنگ. خلاصه مقالات سومین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، شیراز.
۲. ارشاد، ج. ۱۳۷۴. قارچ‌های ایران. نشریه شماره ۱۰، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
۳. بهداد، ا. ۱۳۵۹. بیماری‌های گیاهان زراعی ایران. چاپ نشاط اصفهان.
۴. عبدلهی، م. و ع. فصیحانی. ۱۳۷۴. معرفی یک فرم اختصاصی *Fusarium solani* جدا شده از گلرنگ. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، کرج.
5. DaVia, D.J., P.F. Knowles and J.M. Klisiewicz. 1981. Evaluation of the world safflower collection for resistance to *Phytophthora*. *Crop Sci.* 1981:226-229.
6. Farr, D. F., G. F. Bills, G. P. Chamuris and A. Y. Rossman. 1989. *Fungi on Plants and Plant products in the United State.* American Phytopathological Society Press, 1252 pp.
7. Grelach, W. and H. Nirenberg. 1982. *The Genus Fusarium, A pictorial Atlas.* Land-Forst pub., Berlin.
8. Kaffka, S. R. and T. E. Kearney. 1998. *Safflower Production in California.* Publication No. 21565, University of California, Davis, Division of Agriculture and Natural. Resources.
9. Klisiewicz, J.M. 1980. Safflower germplasm resistant to *Fusarium* wilt. *Plant Dis.* 64: 876-877.
10. Knowles, P. F. 1989. Safflower. pp. 336-363 *In:* G. Robbelen. et al. (Eds.) *Oil Seed Crops of The World, Their Breeding and Utilization.* McGraw Hill Publishing Company, New York.
11. Nelson, P. E., T. A. Toussoun and W. F. O. Morasas. 1983. *Fusarium* Species. An Illustrated Manual for Identification. Pennsylvania State Univ. Press.
12. Singleton, L. L., J. D. Mirial and C. M. Rush. (Eds.), 1990. *Methods for Research on Soil Borne Phytopathogenic Fungi.* American Phytopathological Society Press.
13. Thomas, C.A. 1976. Resistance of VFR1 safflower to *Phytophthora* root rot and its inheritance. *Plant Dis. Rep.* 60: 123-125.
14. Weiss, E. A. 2000. *Oil Seed Crops.* Blackwell Science Ltd., London.
15. 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 P.