



## ارزیابی واکنش برخی ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی نسبت به *Alternaria tenuissima* عامل بیماری لکه موجی

رامین حاجیان فر<sup>۱</sup> و عبدالجمیل زربخش<sup>۲</sup>

### چکیده

در این تحقیق واکنش ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی نسبت به عامل لکه‌موجی در گلخانه و مزرعه در شرایط آلودگی مصنوعی بررسی گردید. در طول اجرای آزمایش از صفات متعددی شامل شاخص بیماری، میزان پیشرفت آلودگی، درصد گل‌های خشک شده و عملکرد در مزرعه و نیز درصد برگ‌های آلوده، سطح بلایت برگی و شاخص بیماری در گلخانه یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. نتایج حاصله نشان داد که در آزمایش گلخانه‌ای ارقام Kingstone، Super 2270، Kallgi و ژنوتیپ 8403 کمترین میزان آلودگی را نسبت به بیماری داشتند در حالی که رقم Imperial و ژنوتیپ 8406 در این شرایط بیشترین میزان آلودگی را داشتند. در آزمایش مزرعه‌ای ارقام Kingstone، Super 2270، Early Urbano VF و ژنوتیپ 8402 کمترین میزان پیشرفت بیماری و شاخص آلودگی را داشتند و بیشترین میزان آلودگی نیز مربوط به ژنوتیپ‌های 8406، 8405، 8407 و رقم Peto early ch در مزرعه بود. به‌طور کلی، ارقام Super 2270، Early Urbano VF و Kingstone در شرایط گلخانه و مزرعه و ژنوتیپ 8402 در شرایط مزرعه و رقم Kallgi و ژنوتیپ 8403 در شرایط گلخانه با داشتن کمترین میزان آلودگی و شاخص بیماری، مقاومت نسبتاً بالایی نسبت به بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی داشتند. همچنین، رقم Soria با وجود آلودگی بالا نسبت به عامل بیماری، با میانگین عملکرد ۹۱/۶۴ تن در هکتار برتر از سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها بوده و از این‌رو به عنوان رقم متحمل نسبت به این بیماری معرفی گردید.

**واژگان کلیدی:** گوجه فرنگی، لکه موجی، AUDPC، مقاومت.

haj\_ram@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۱

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۲۵

۱- مربی پژوهش موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر (نگارنده‌ی مسئول)

۲- استادیار پژوهش موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر

## مقدمه

بیماری لکه موجی با عامل بیماری *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer از بیماری‌های مهم گوجه فرنگی می‌باشد. عامل این بیماری علاوه بر برگ به میوه و ساقه‌ی گوجه فرنگی نیز حمله می‌کند. در اثر این بیماری لکه‌های قهوه‌ای رنگ بر روی گیاهچه‌ها ظاهر می‌شود (۴). لکه‌ها ممکن است به صورت دواير متحدالمركز نمایان شوند و سریعاً توسعه یافته و به هم برسند و در نتیجه تمامی اندام‌های هوایی گیاه را فرا گرفته به طوری که گیاه ظاهری سوخته پیدا می‌کند (۶). البته، طبق بررسی‌های به عمل آمده در مناطق مختلف کشت گوجه فرنگی در ایران گونه‌های دیگر قارچ *Alternaria* شامل *A. alternata* و *A. tenuissima* در بروز این بیماری و علایم ناشی از آن نقش دارند که گونه‌ی *A. alternata* بیشتر در ایجاد بیماری شانکر ساقه‌ی گوجه فرنگی اهمیت دارد (۲ و ۴). پرز و مارتینز (۱۸) در شرایط کنترل شده‌ی گلخانه‌ای، واکنش ۱۲ هیبرید  $F_1$  گوجه فرنگی را نسبت به قارچ *A. solani* مورد بررسی قرار داده و مشخص کردند که یک هفته پس از انجام مایه زنی علایم اولیه‌ی آلودگی بروز می‌کند، که مهم‌ترین علایم بیماری پیش‌رسی برگ‌های بوته‌ها و ریزش برگ‌ها بود. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده توسط فولاد و همکاران (۱۳) شاخص تأثیر بیماری بلایت زودرس گوجه فرنگی در شرایط اپیدمی شدید قارچ *Alternaria solani* ۷۱/۶۶٪ بوده که در این حالت خسارت بیماری در میوه

گوجه فرنگی به حدود ۷۸/۵۱٪ می‌رسد. توسعه‌ی بیماری بلایت زودرس در بین ارقام گوجه فرنگی در تاریخ کاشت بین ماه‌های خرداد و تیر در بالاترین حد قرار داشته و تعداد چین‌ها، دوره‌ی رسیدگی و محصول دهی گوجه فرنگی کاهش نشان داده است در مقابل گیاهان کاشته شده بین ماه‌های شهریور و مهر ضمن توسعه‌ی کم بیماری و در نتیجه افزایش تعداد چین میوه به ۷-۹ بار، دوره‌ی رویش طولانی‌تر و میزان محصول دهی بیشتری را نیز داشتند (۱۱). در ایران بیماری لکه موجی گوجه فرنگی تقریباً در تمام مناطق کشت این محصول شیوع دارد و خسارت آن روی ارقام زودرس گوجه فرنگی که در نواحی جنوبی کشور شامل دزفول، بوشهر و بندرعباس کشت می‌شوند، حدود ۹۰-۶۰ درصد برآورد شده است (۱ و ۶).

آلودگی قارچی معمولاً همراه با تولید توکسین است به طوری که گونه‌ی قارچی *A. solani* تولید توکسین‌های غیر اختصاصی میزبانی از قبیل *alternaric acid*، *altersolanol*، *zinniol* و *macrosporin* نموده که با تأثیر بر روی پروتوپلاسم سلولی و اختلال در پروسه‌های فیزیولوژیکی موجب ایجاد بیماری در گیاه می‌گردد (۲۲). بیماری بلایت زودرس گوجه فرنگی با رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه در ارتباط می‌باشد به طوری که، برگ‌های مسن‌تر حساسیت بالاتری نسبت به برگ‌های جوان‌تر دارا می‌باشند و نیز باروری بیشتر گیاه باعث افزایش بیماری می‌گردد، از طرف دیگر گیاهان دیررس، با عادات رشدی نامحدود و محصول دهی کم، مقاومت

این تحقیق مشخص گردید که سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری به‌طور مثبت با درصد شاخص بیماری و به‌طور منفی با مقاومت میزبانی همبستگی دارد.

برای کنترل بیماری لکه موی اغلب از سموم شیمیایی مختلف استفاده می‌شود، لیکن با توجه به این که شرایط محیطی کشت این محصول به‌ویژه در مناطق جنوبی کشور که سطح زیر کشت عمده‌ی این محصول می‌باشد به‌دلیل وجود رطوبت بالا و دمای معتدل، ممکن است وقوع بیماری و گسترش آلودگی به دفعات تکرار شود و از این رو نیاز به انجام سم‌پاشی‌های مکرر داشته باشد که این مساله خود منجر به آلودگی‌های زیست محیطی، باقی‌ماندن سموم در محصول و بروز پدیده‌ی مقاومت در عامل بیماری نسبت به سموم مورد استفاده خواهد شد، بنابراین موثرترین و مطمئن‌ترین راه برای کنترل بیماری استفاده از ارقام مقاوم می‌باشد. به همین منظور این تحقیق جهت بررسی واکنش ارقام تجاری وارداتی و لاین‌های پیشرفته‌ی گوجه‌فرنگی نسبت به بیماری لکه موی انجام گرفت تا ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم و یا متحمل به بیماری جهت استفاده در برنامه‌ی اصلاحی مشخص شوند.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق عکس‌العمل ۲۱ رقم و ژنوتیپ گوجه‌فرنگی در آزمایش‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای نسبت به جدایه‌های مهاجم و بیماری‌زای عامل بیماری لکه موی بررسی شدند. برای این منظور

بیشتری نسبت به بیماری دارند. در ارتباط با مقاومت ژنتیکی نسبت به بیماری بلایت زودرس گوجه‌فرنگی نظریات متفاوتی وجود دارد. در برخی از منابع (۱۳ و ۱۹) مقاومت نسبت به این بیماری را به‌صورت افقی دانسته که توسط چندین ژن کنترل می‌شود و بیان می‌دارند که مقاومت به عامل بیماری به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارد. البته مقاومت‌های بالا در لاین PI 134417 نسبت به بلایت زودرس که به‌صورت مونوژنیک و غالب کنترل می‌شود گزارش شده است (۱۰).

در تحقیقی اثر بیماری بلایت زودرس با عامل *A. solani* بر روی ارقام گوجه‌فرنگی در شمال نیجریه طی سال‌های ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ در دو منطقه‌ی سودان ساوانا و گینه ساوانای شمالی بررسی شد و مشخص گردید که توسعه‌ی بیماری به‌شدت تحت تأثیر بارندگی و رطوبت نسبی بوده و عامل بیماری موجب ریزش برگ‌ها و میوه‌ها می‌گردد. گیاه عمدتاً در مرحله‌ی گلدهی و میوه‌دهی دچار خسارت می‌شود. نتایج حاصله نشان داد که ارقام T1-244، T2-468 و T1-530 به عامل بیماری بلایت زودرس تحمل دارند (۲۰).

در بررسی مقاومت گوجه‌فرنگی نسبت به بلایت زودرس توسط پندی و همکاران (۱۷) مشخص شد که ارقام گوجه‌فرنگی DTH-7، BSS-174، CLN-2070-A و CLN-2071-C با کمترین میزان بلایت در آلودگی مصنوعی با چهار جدایه‌ی بیماری‌زای *A. solani* نسبت به بلایت زودرس گوجه‌فرنگی مقاومت داشتند. همچنین، در

آماری کاملاً تصادفی اجرا گردید. رقم پتو ارلی سی اچ، به‌عنوان شاهد حساس به بیماری به‌کار برده شد (۵). بوته‌های گوجه‌فرنگی پس از رشد کافی در مزرعه و گلخانه با استفاده از سوسپانسیون اسپور جدایه‌ی مهاجم عامل بیماری شامل جدایه‌ی DKA-5 با غلظت  $10^6$  اسپور در میلی‌لیتر مایه‌زنی شدند. انجام مایه‌زنی و اسپورپاشی هنگام صبح و در زمان خنکی صورت گرفت. ۲-۳ روز بعد، جهت تأمین رطوبت لازم برای جوانه‌زنی و نفوذ کنیدی‌ها اقدام به مه‌پاشی با آب گردید.

همزمان با ظهور علائم بیماری در مزرعه یادداشت‌برداری از صفات بیماری آغاز شد. بدین ترتیب که تعداد ۱۵-۱۰ برگ از قسمت‌های رأس انتهایی، میانی و تحتانی سه بوته از هر تکرار در تیمارهای آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب گردیده و درصد آلودگی به بلایت یا لکه موی در آن‌ها یادداشت‌برداری گردید (۱۱). به فاصله‌ی یک ماه بعد یادداشت‌برداری مجدد از درصد آلودگی به بیماری در روی برگ‌های بوته‌های گوجه‌فرنگی به‌عمل آمده و با محاسبه‌ی سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC)، روند توسعه‌ی آلودگی در طول زمان برای هر رقم و ژنوتیپ گوجه‌فرنگی بر اساس فرمول زیر تعیین گردید (۱۷):

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} [1/2(X_{i+n1} + X_i) \times (t_{i+1} - t_i)]$$

که در آن  $X_i$  میزان آلودگی به بیماری در مشاهده‌ی اول،  $X_{i+n1}$  میزان آلودگی به بیماری در مشاهده‌ی دوم،  $t_i$  زمان یادداشت‌برداری از بیماری

ابتدا از بوته‌های آلوده به بیماری لکه موی مزارع گوجه‌فرنگی در مناطق مختلف کشت محصول در کشور شامل اصفهان، دزفول و بوشهر نمونه‌برداری گردید. سپس نمونه‌های آلوده گیاهی در محیط PDA کشت شده و جدایه‌های قارچی به‌دست آمده شناسایی و خالص سازی شدند. بیماری‌زایی جدایه‌ها تحت شرایط گلخانه بررسی گردید و جدایه‌ی DKA-5 از منطقه‌ی دزفول و متعلق به گونه‌ی *Alternaria tenuissima* که بالاترین بیماری‌زایی را در گوجه فرنگی نسبت به سایر جدایه‌ها داشت جهت ارزیابی واکنش ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه و مزرعه در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

جهت انجام تحقیق بذور ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی (جدول ۱) در جعبه‌های چوبی و مخصوص نشاء در خزانه با ترکیب بستر خاک + ماسه + پیت موس به نسبت ۱:۱:۱ کشت شدند. نشاء‌های گوجه‌فرنگی پس از رشد کافی در خزانه و رسیدن به مرحله‌ی سه تا پنج برگی در خرداد ماه سال ۱۳۸۴ به مزرعه منتقل شده و هر یک در خطوط کشت به طول ۵ متر و عرض ۱ متر به فاصله‌ی ۴۵ سانتی‌متر نشاء گردیدند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به اجرا درآمد. باقی‌مانده‌ی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی نیز به گلدان‌های پلاستیکی متوسط به ابعاد  $20 \times 16$  سانتی‌متر در هر گلدان منتقل گردیدند. تعداد ۴ گلدان برای هر رقم و ژنوتیپ اختصاص داده شد (تکرار آزمایش). آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح

عملکرد کل محصول برای هر یک از تیمارهای آزمایش بر حسب کیلوگرم در کرت‌های آزمایش به‌دست آمد.

با محاسبه‌ی اعداد به دست آمده بر اساس واحد سطح (هکتار) میزان عملکرد تیمارها بر حسب تن در هکتار تعیین گردید. یادداشت‌برداری از صفات در بررسی گلخانه‌ای شامل درصد آلودگی برگ‌ها و نیز درصد سطح اشغال شده برگ‌ها توسط بلایت بوده و علاوه بر آن شاخص بیماری نیز مطابق مقیاس فوق برای هر یک از تیمارها (ارقام و ژنوتیپ‌ها) تعیین گردید. در پایان داده‌های آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

## نتایج و بحث

### الف) نتایج مزرعه‌ای

نتایج ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌های آزمایش نسبت به بیماری لکه موی نشان داد که بین تیمارهای آزمایش از نظر شاخص بیماری، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و درصد گل‌های خشک شده با ضریب اطمینان ۹۹٪ تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲).

در مشاهده‌ی اول،  $t_{i+1}$  زمان یادداشت‌برداری از بیماری در مشاهده‌ی دوم و  $n$  تعداد کل مشاهدات بود.

بر اساس سیستم نمره‌دهی ۵ - ۰ (۱۶) به شرح ذیل، نمره‌ی آلودگی ۳ بوته‌ی تصادفی در هر تیمار تعیین و به آن‌ها داده شد و با معدل‌گیری از نمرات، شاخص بیماری برای هر یک از تیمارهای آزمایش مشخص شد. در این نمره‌دهی ۰ = بدون آلودگی، ۱ = آلودگی بسیار کم و تعداد خیلی کم لکه در روی برگ‌ها، ۲ = آلودگی کم و تعداد اندک لکه روی برگ‌ها، ۳ = آلودگی متوسط، تعداد متوسط لکه و سطح متوسط اشغال شده بلایت در روی برگ‌ها، ۴ = آلودگی زیاد، تعداد زیاد لکه و سطح اشغال شده بالای بلایت در روی برگ‌ها و ۵ = آلودگی شدید و مرگ بوته‌ها بود. نمرات ۰ و ۱ به عنوان ارقام مقاوم، ۲ ارقام متحمل و نمرات ۳-۵ به عنوان ارقام حساس در نظر گرفته شدند.

پس از مرحله‌ی گلدهی، تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی از هر تکرار آزمایش در تیمارهای مختلف انتخاب و نسبت تعداد گل‌های خشک شده به کل گل‌های شمارش شده در آن‌ها به‌صورت درصد محاسبه گردید. در مرحله‌ی برداشت میوه‌ها، عملکرد هر یک از پنج چین برداشت میوه به‌دقت توزین شد و مجموع عملکرد چین‌ها به‌عنوان

جدول ۱- مشخصات ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی به‌کار رفته در آزمایش

والدین	کد ژنوتیپ گوجه‌فرنگی	والدین	کد ژنوتیپ گوجه‌فرنگی
King stone	۸۴۱۲	Riograde X Sp-100	۸۴۰۱
FDT202	۸۴۱۳	Sunny X Sp-100	۸۴۰۲
Kallgi N3	۸۴۱۴	Carmello X New parker	۸۴۰۳
Soria	۸۴۱۵	Delta X chaf	۸۴۰۴
Imperial	۸۴۱۶	Delta X chef(fallat)	۸۴۰۵
Early urbano VF	۸۴۱۷	Open pollination	۸۴۰۶
Super H(fallat)	۸۴۱۸	Open pollination	۸۴۰۷
Chef(fallat)	۸۴۱۹	Open pollination	۸۴۰۸
Super strain B	۸۴۲۰	Open pollination	۸۴۰۹
Super 2270	۸۴۲۱	Peto early ch	۸۴۱۰
		Kallgi	۸۴۱۱

ژنوتیپ‌های Early urbano VF, Supper 2270, Kingstone و 8402 با میانگین نمره‌ی ۲/۰۵، ۲/۱۵، ۲/۲ و ۲/۳ پایین‌ترین آلودگی و ارقام استاندارد Soria, Peto early ch و ژنوتیپ‌های 8406، 8407 و 8405 با میانگین نمره‌ی ۴/۶، ۴/۱۲، ۴/۱۰، ۴/۰۵ و ۳/۹۷ بالاترین درجه‌ی آلودگی را در این ارزیابی به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

مقایسه میانگین عملکرد ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی نشان داد که عملکرد رقم Soria با میانگین ۹۱/۶۴ تن در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری معنی‌دار داشت، بنابراین با وجود آنکه آلودگی به بیماری در این رقم بالا بود لیکن عملکرد محصول در این رقم بیشتر از سایر تیمارها بود. این نتیجه نشان‌دهنده‌ی آن است که رقم Soria نسبت به بیماری لکه موجهی متحمل می‌باشد. بنابراین، در این ارزیابی به استثنای رقم Soria، رقم و

مقایسه میانگین ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی از نظر سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها به بلایت (AUDPC) نشان می‌دهد که ارقام و ژنوتیپ‌های Kingstone, Supper 2270, Early urbano VF و 8402 به‌ترتیب با میانگین ۷۵۷/۵، ۹۰۸، ۹۸۰ و ۹۹۶ کمترین میزان توسعه‌ی برگ‌های آلوده (AUDPC) را در طول دوره‌ی رشد در شرایط مزرعه را داشته و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. از طرف دیگر، ژنوتیپ شماره‌ی 8406 و ارقام Peto early ch و Soria به ترتیب با میانگین ۲۲۳۳/۳، ۲۰۷۲/۳ و ۱۹۸۲/۵ بیشترین میزان توسعه‌ی بیماری را در این دوره داشتند (جدول ۳).

برآورد شاخص بیماری لکه‌موجهی در ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی بر اساس سیستم نمره دهی ۰-۵ در این آزمایش نشان داد که ارقام و

می‌دهد که بین ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). مقایسه‌ی تیمارها از نظر درصد برگ‌های آلوده به بیماری نشان داد که رقم Super 2270 با میانگین ۱۳٪ کمترین درصد آلودگی را داشت. ارقام و ژنوتیپ‌های Kingstone 8403، Super 8404، Early urbano VF، Chef (fallat) H (fallat) به ترتیب با میانگین ۲۱/۸۷٪، ۲۲/۵٪، ۲۳/۱۲٪، ۲۵/۹٪، ۲۷/۱۸٪ و ۲۸/۲٪ در رده‌های بعدی و پس از رقم مزبور قرار داشته و با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار نداشتند. بیشترین درصد آلودگی برگ‌ها مربوط به ارقام و ژنوتیپ‌های 8406، Peto early ch و Imperial به ترتیب با میانگین ۵۶/۲۵٪، ۵۱/۴۵٪ و ۴۹/۰۳٪ بود (جدول ۶).

شاخص بیماری ارقام و ژنوتیپ‌های Super 2270، Kingstone، Kallgi و 8403 با میانگین نمره‌ی ۱/۷۵ و Chef (fallat) با میانگین نمره‌ی ۲ کمترین و از طرف دیگر شاخص ارقام و ژنوتیپ‌های 8406، Imperial، Peto early ch و 8407 به ترتیب با میانگین نمره‌ی ۴/۵، ۴/۲۵ و ۴ بیشترین بود (جدول ۶). اغلب ارقام برتر با کمترین درصد برگ‌های آلوده و شاخص بیماری پایین، سطح بلایت برگی نیز در آن‌ها در حد پایینی قرار داشت به طوری که ارقام و ژنوتیپ‌های 8403، Kingstone، Super 2270، Kallgi، Super H و Chef (fallat) با میانگین ۲/۲٪، ۲/۸۲٪، ۳/۰۲٪، ۳/۳۵٪، ۴/۰۱٪ و ۴/۱۷٪ کمترین سطح آلودگی را داشتند. رقم Imperial با میانگین سطح آلودگی ۲۸/۷۶٪

ژنوتیپ‌هایی که آلودگی بالایی داشتند حساس به بیماری تشخیص داده شدند. در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم گوجه‌فرنگی تنها عملکرد رقم Kingstone با میانگین ۵۶/۷۸ تن در هکتار در مقایسه با سایرین بالاتر بوده و در حد نسبتاً خوب قرار داشت (جدول ۳).

آلودگی برگ‌ها و نیز گسترش سطح آلودگی در آن‌ها موجب اختلال در انتقال مواد غذایی حاصل از فتوسنتز برگ‌ها به اندام‌های زایشی و گل‌ها شده و در نتیجه نارس ماندن و خشک شدن گل‌ها را در پی خواهد داشت. ارقام و ژنوتیپ‌های Super H (fallat)، Super strain B و Early urbano VF به ترتیب با میانگین ۲/۲، ۳/۳ و ۵/۶ کمترین و ارقام و ژنوتیپ‌های 8407، Peto early ch، 8406 و 8405 با میانگین‌های ۴۶/۲، ۴۲/۲، ۴۱/۸ و ۳۸/۸ بیشترین میزان درصد گل‌های خشک شده را داشتند. درصد گل‌های خشک شده ارقام و ژنوتیپ‌های Chef (fallat)، Super 2270، Kingstone، FDT202، 8403 و 8409 با میانگین‌های ۷/۴، ۷/۹، ۹/۱۲، ۹/۳ و ۱۲/۹ نیز با ارقام Early urbano VF و Super H (fallat) تفاوت آماری معنی‌دار نداشتند.

### ب) نتایج گلخانه

در این آزمایش شرایط آلودگی گیاهچه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی در شرایط مناسب آلودگی یعنی رطوبت حدود ۹۰٪ و دمای ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد بررسی گردید. جدول تجزیه واریانس داده‌های صفات شامل درصد برگ‌های آلوده، سطح بلایت برگی و شاخص بیماری نشان

که شاخص بیماری بالایی داشتند، میزان AUDPC نیز در آن‌ها بالا بود و بالعکس (جدول ۳). اپیدمی بیماری بلایت زودرس در ابتدا به کندی توسعه پیدا کرده و سپس با رسیدگی گیاه توسعه‌ی بیشتری می‌یابد (۸). بنابراین، برآورد بیماری در یک زمان مشخص ممکن است میزان واقعی مقاومت را در یک میزبان مشخص نشان ندهد از این رو ارزیابی مزرعه‌ای در مورد این بیماری می‌بایست بر اساس چندین مشاهده انجام پذیرد که نتیجه‌ی آن‌ها برای محاسبه‌ی AUDPC مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع با اندازه‌گیری معیار AUDPC اثر هر سه پارامتر میزبان، پاتوژن و محیط در اپیدمی بیماری با هم در نظر گرفته می‌شوند (۱۷). میزان AUDPC ارقام Supper 2270، Early urbano VF، Kingstone و ژنوتیپ 8402 در آزمایش مزرعه‌ای این تحقیق کمتر از ۱۰۰۰ بود و شاخص بیماری در این ارقام نیز نسبت به سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها کمتر بود، از این رو آن‌ها مقاومت نسبی به بیماری داشتند. مشابه نتایج حاصل از این تحقیق میزان سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در مورد ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف تحت شرایط طبیعی و در آزمایش مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس میزان AUDPC، ارقام به گروه‌های مشخص از نظر مقاومت به بیماری دسته‌بندی شدند، به طوری که میزان‌های پایین این معیار تا حد ۳۸۷/۵ به‌عنوان مقاومت بالا تلقی می‌شود، میزان این شاخص در محدوده‌ی ۸۳۱/۹-۵۹۹/۵ به‌عنوان مقاومت نسبی و ارقامی که میزان

بیشترین سطح آلودگی به بلایت برگی و ژنوتیپ‌های 8406 و 8407 با میانگین ۲۱/۳۷ و ۱۹/۲۵ درصد در رده‌های بعدی و پس از آن قرار داشتند.

در آزمایش مزرعه‌ای معیارهای مختلفی برای ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی نسبت به عامل بیماری مورد استفاده قرار گرفت. ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی شاخص بیماری متفاوتی داشتند، به طوری که بیشترین میزان شاخص بیماری مربوط به شاهد حساس Peto early ch بود که می‌توان نتیجه گرفت که آلودگی مصنوعی در مزرعه به خوبی انجام گرفته است.

در نتایج به‌دست آمده از بررسی شاخص بیماری در مزرعه، رقم یا ژنوتیپی با شاخص بیماری بسیار کم (در حد ۱-۰) و مقاومت بالا دیده نشد. این نتیجه مؤید آن است که مقاومت در برابر این بیماری به‌صورت کمی بوده و از طریق چندین ژن کنترل می‌شود، لذا مقاومت‌های حد بالا حداقل در ارقام زراعی در برابر این بیماری دیده نمی‌شود. هم‌چنان که نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است واکنش تمامی لاین اصلاح شده و ارقام زراعی معرفی شده در برابر بیماری بلایت زودرس در محدوده‌ی حساس تا نسبتاً مقاوم می‌باشد (۷، ۹، ۱۴، ۲۰ و ۲۱). در این تحقیق نتایج مربوط به سطح زیر منحنی پیشرفت درصد آلودگی (AUDPC) ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی تا حد زیادی با نتایج حاصل از برآورد شاخص بیماری در آن‌ها هم سو بود. به طوری که، ارقام و ژنوتیپ‌هایی



بلایت زودرس گوجه‌فرنگی از نظر میزان برگ‌ریزی و نیز سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری همبستگی معنی‌دار وجود داشت، از این‌رو برای پیشبرد برنامه‌های اصلاحی و نیز انجام چندین چرخه غربال و انتخاب در طی یک سال، می‌توان از آزمون گلخانه‌ای با توجه به اعتماد پذیری و کارایی بالای آن بهره جست. تنها در مورد برخی ارقام و ژنوتیپ‌ها نظیر رقم Imperial و تا حدودی ژنوتیپ 8402 نتایج دو آزمایش متفاوت بود به طوری که رقم Imperial در شرایط گلخانه به دلیل درصد برگ‌های آلوده‌ی بالا و بیشترین میزان سطح بلایت، به بیماری حساسیت داشت احتمالاً در گلخانه به دلیل ایجاد شرایط بهتر برای توسعه‌ی بیماری و یا حساسیت این رقم در مرحله‌ی گیاهچه‌ای، تفاوت‌هایی در واکنش به بیماری در این رقم نسبت به آزمایش مزرعه‌ای مشاهده شد. از طرف دیگر، ژنوتیپ 8403 که در شرایط گلخانه به بیماری مقاومت نشان داد ولی در مزرعه آلودگی متوسطی به بیماری داشت. در واقع طولانی بودن مدت زمان بررسی بیماری در شرایط مزرعه، عکس‌العمل ارقام و ژنوتیپ‌ها به بیماری در مراحل رسیدگی را امکان‌پذیر می‌نمود که با توجه به مقاومت نسبی ژنوتیپ مزبور در مرحله‌ی گیاهچه‌ای، احتمالاً در مرحله‌ی رسیدگی در شرایط مزرعه میزان مقاومت آن کاهش یافته است.

به طور کلی، ارقام Kingstone, Supper 2270 و Early urbano VF در هر دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای و ژنوتیپ 8402 در شرایط مزرعه‌ای

AUDPC آن‌ها در رنج ۱۶۶۹-۲۴۹۷ بود به‌عنوان حساس تا خیلی حساس در نظر گرفته شدند (۱۷). بیماری بلایت زودرس سطح فتوسنتز کننده‌ی گیاه را کاهش می‌دهد که در صورت شدت بیماری ممکن است باعث برگ‌ریزی نیز شود (۹). که این مسأله موجب عدم باروری گل‌ها و در نهایت خشک شدن آن‌ها می‌شود. بررسی صفت درصد گل‌های خشک شده در آزمایش نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌هایی که میزان شاخص بیماری و AUDPC در آن‌ها پایین بود، درصد گل‌های خشک شده‌ی پایینی نیز داشتند. در مقابل، ارقامی چون رقم شاهد حساس Peto early ch و ژنوتیپ‌های 8407، 8406 و 8405 که میزان شاخص بیماری و AUDPC در آن‌ها بالا بود، درصد گل‌های خشک شده‌ی بیشتری داشته و از این رو به بیماری حساسیت داشتند (جدول ۳). در این آزمایش ضریب همبستگی بین صفات مختلف شامل شاخص بیماری، سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها و درصد گل‌های خشک شده مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج حاصل از آزمایش گلخانه‌ای در این تحقیق نشان داد که اغلب ارقامی که در آزمایش مزرعه‌ای واکنش‌های مقاومت نسبی و یا حساسیت به بیماری را نشان دادند در شرایط گلخانه نیز واکنش مشابهی داشتند. آزمایشی که توسط فولاد و همکاران (۱۳) انجام گرفت، مشخص شد که بین نتایج آزمون گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به بیماری

رقم با میانگین ۹۱/۶۴ تن در هکتار نسبت به سایر تیمارهای آزمایش در مزرعه بالاتر بوده، لذا رقم Soria نسبت به بیماری لکه‌موجی متحمل می‌باشد.

و ژنوتیپ 8403 و رقم Kallgi در شرایط گلخانه‌ای مقاومت نسبتاً بالایی نسبت به این بیماری داشتند. با وجود آن که آلودگی به بیماری در رقم Soria بالا بود لیکن عملکرد محصول در این

**جدول ۲-** تجزیه واریانس سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها، عملکرد محصول، شاخص بیماری و درصد گل‌های خشک شده در ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی تحت شرایط مزرعه

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
درصد گل‌های خشک شده	شاخص بیماری	عملکرد محصول	سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها		
۶۵۴/۴۵**	۰/۲۴ <sup>NS</sup>	۲۷/۱۹ <sup>NS</sup>	۶۰۵۲۱۴/۲۸**	۳	بلوک
۷۶۵/۱۲**	۲/۱۱**	۴۰۱/۹۸**	۷۱۶۹۷۹/۲۷**	۲۰	رقم و ژنوتیپ گوجه‌فرنگی
۱۲۰/۶۲	۰/۲۵	۲۳/۷۸	۱۲۳۰۷۲/۵۱	۶۰	خطا
۲۶/۱۴	۱۵/۵۶	۲۱/۷۴	۲۴/۴۶		ضریب تغییرات (%)

\*\* نشانه‌ی معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ می‌باشد، NS نشانه‌ی عدم وجود تفاوت آماری معنی‌دار است.

Arca

جدول ۳- مقایسه میانگین و گروه‌بندی صفات مختلف در آزمایش مزرعه‌ای غربال نمودن ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به بیماری لکه‌موجی به روش LSD

ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه فرنگی	عملکرد (تن/هکتار)	سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها	شاخص بیماری	در صد گل‌های خشک شده
۸۴۰۱	۴۳/۱	۱۵۰۸	۳/۳	۱۹/۴۷
۸۴۰۲	۴۵/۲	۹۹۶	۲/۳۷	۱۳/۳
۸۴۰۳	۵۳/۰۸	۱۱۰۰	۳/۳۰	۹/۳۲
۸۴۰۴	۳۸/۳۶	۱۸۳۲	۳/۶۵	۲۲/۹۵
۸۴۰۵	۶۷/۷	۱۹۰۰	۳/۹۷	۳۸/۸
۸۴۰۶	۶۸/۹۸	۲۲۳۳/۳	۴/۱۰	۴۱/۸
۸۴۰۷	۶۷/۳۴	۱۹۳۹	۴	۴۲/۲۵
۸۴۰۸	۶۵/۰۶	۱۳۱۹	۳/۲۰	۱۷/۹۵
۸۴۰۹	۲۸/۲۹	۱۲۰۰	۳/۰۲	۱۲/۹۷
۸۴۱۰	۴۷/۶۴	۲۰۷۲/۳	۴/۶	۴۶/۲۷
۸۴۱۱	۵۳/۷۶	۱۵۷۱	۳/۸	۱۸/۷۲
۸۴۱۲	۵۶/۷۸	۹۰۸	۲/۲۲	۵/۶۵
۸۴۱۳	۴۰/۷۲	۱۱۳۴	۲/۸۷	۹/۱۲
۸۴۱۴	۳۷/۷	۱۶۷۴	۳/۶۵	۱۵/۵۵
۸۴۱۵	۹۱/۶۴	۱۹۸۲/۵	۴/۱۲	۲۳/۱۲
۸۴۱۶	۴۵/۸۲	۱۳۶۶/۵	۲/۵۲	۱۲/۹۷
۸۴۱۷	۱۴/۹	۹۸۰	۲/۰۵	۲/۲
۸۴۱۸	۲۰/۸	۱۲۶۶/۷	۳/۰۲	۰
۸۴۱۹	۱۸/۰۴	۱۱۴۳	۲/۹۵	۳/۳
۸۴۲۰	۳۳/۳۴	۱۱۹۳	۲/۸۵	۷/۹۷
۸۴۲۱	۱۰/۵۶	۷۵۷/۵	۲/۱۵	۷/۴
LSD	۶/۹	۴۹۶/۲	۰/۷۱	۱۵/۵۳

جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات مرتبط با بیماری لکه موجی در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی

صفات	شاخص بیماری	سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها	درصد گل‌های خشک شده
شاخص بیماری			
سطح زیر منحنی پیشرفت آلودگی برگ‌ها	+۰/۸۳**		
درصد گل‌های خشک شده	+۰/۵۶**	+۰/۶۷**	

\*\* نشانه معنی دار بودن همبستگی بین صفات در سطح ۱٪ می باشد

**جدول ۵-** تجزیه واریانس میانگین درصد برگ‌های آلوده و سطح آلودگی برگ‌ها و شاخص بیماری لکه موی در ارقام و ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی تحت شرایط گلخانه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		شاخص بیماری
		در صد برگ‌های آلوده به بیماری	درصد سطح لکه (بلایت) در برگ‌ها	
رقم و ژنوتیپ گوجه‌فرنگی	۲۰	۴۸۲/۶۵**	۱۹۸/۸۹**	۳/۳۱۹**
خطا	۶۳	۳۱/۳۹	۴/۴۵	۰/۱۸
ضریب تغییرات (%)		۱۶/۶۳	۲۱/۸۵	۱۴/۴۲

\*\*\* نشانه معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ می‌باشد.

**جدول ۶-** مقایسه میانگین و گروه‌بندی صفات مختلف در آزمایش ارزیابی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به بیماری لکه موی در شرایط گلخانه‌ای

ارقام و ژنوتیپ گوجه فرنگی	در صد برگ‌های آلوده به بیماری	درصد سطح آلودگی برگ‌ها به بلایت	شاخص بیماری
۸۴۰۱	۴۵/۷۷	۱۵/۷۳	۳/۹۳
۸۴۰۲	۳۲/۰۶	۶/۳۵	۳/۲۵
۸۴۰۳	۲۲/۵	۲/۲	۱/۷۵
۸۴۰۴	۲۷/۱۸	۶/۸	۲/۴۳
۸۴۰۵	۳۹/۶۸	۱۶/۶۲	۳/۸۷
۸۴۰۶	۵۶/۲۵	۲۱/۳۷	۴/۵
۸۴۰۷	۴۵/۱۲	۱۹/۲۵	۴
۸۴۰۸	۳۵/۶۲	۹/۴۷	۳/۲۵
۸۴۰۹	۳۱/۵۶	۸/۱۷	۳
۸۴۱۰	۵۱/۴۵	۱۳/۵۸	۴
۸۴۱۱	۲۵/۰۹	۳/۳۵	۱/۷۵
۸۴۱۲	۲۱/۸۷	۲/۸۲	۱/۷۵
۸۴۱۳	۳۲/۵	۷/۳	۲/۷۵
۸۴۱۴	۳۳/۷۵	۶/۷۵	۳
۸۴۱۵	۳۶/۶۵	۹/۴۷	۳/۵
۸۴۱۶	۴۹/۰۳	۲۸/۷۶	۴/۲۵
۸۴۱۷	۲۵/۹۲	۷/۳۵	۲/۴۳
۸۴۱۸	۲۸/۲۸	۴/۱۷	۲/۲۵
۸۴۱۹	۲۳/۱۲	۴/۰۷	۲
۸۴۲۰	۳۰/۶۵	۶/۲۶	۲/۴۳
۸۴۲۱	۱۳	۳/۰۲	۱/۷۵
LSD	۷/۹۱	۲/۹۸	۰/۶

## منابع مورد استفاده

- ۱- اسکندری، ف. ۱۳۵۷. بیماری گیاهان جالیزی، درختان میوه، سبزی‌ها و گیاهان زینتی. گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- ۲- بایمانی، م.، ج. حیاتی، و م. شتاب بوشهری. ۱۳۸۱. تعیین گونه غالب عامل لکه موجی گوجه فرنگی و بررسی بهترین محیط کشت جهت رشد بیمارگر. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج. صفحه ۱۷۶.
- ۳- بهداد، ا. ۱۳۷۵. دایره المعارف گیاه پزشکی ایران. آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز. نشر یادبود. اصفهان. ۳۱۵۳ صفحه.
- ۴- حاجیان‌فر، ر. و ع. زربخش. ۱۳۸۵. شناسایی عوامل بیماری‌زایی لکه موجی و شانکر ساقه آلترناریایی گوجه‌فرنگی در مناطق عمده تولید در کشور. خلاصه مقالات هفدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج. صفحه ۱۸۲.
- ۵- شهرپاری، د.، ه. افشاری آزاد، س. کنگرلو، ف. قشقایی، و م.ع. قاسمی. ۱۳۸۷. بررسی توکسین‌های *Alternaria alternata* و ارزیابی ارقام گوجه‌فرنگی در مقابل آنها. خلاصه مقالات اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه فرنگی مشهد. صفحه ۱۱۲.
- ۶- صوفه جلیان، ن.خ. ۱۳۷۰. بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی و مبارزه شیمیایی با آن در منطقه جیرفت و بم. خلاصه مقالات دهمین کنگره گیاه پزشکی ایران مشهد. صفحه ۱۱۸.
- 7- Banerjee, M.K., M.L. Chahbara, and P.S. Saini. 1998. Response of tomato cultivars to *Alternaria* blight. Tests of Agrochemicals and Cultivars. 19: 50-51.
- 8- Chaerani, R. 2006. Early blight resistance in tomato: Screening and genetic study. Ph.D thesis, Wageningen University, the Netherlands. 88 Pages.
- 9- Chaerani, R., R. Groenwold, P. Stam, and R.E. Voorrips. 2007. Assessment of early blight (*Alternaria solani*) resistance in tomato using a droplet inoculation method. Journal of General Plant Pathology. 73: 96-103.
- 10- Datar, V.V. and S.C. Loonkar. 1985. Inheritance of resistance in tomato early blight. Journal of Mah Agricultural University. 73: 96-103.
- 11-Datar, V.V. and C.D. Mayee. 1981. Epidemiology of early blight of tomato caused by *Alternaria solani*. Indian phytopathology. 34(4): 434-437.
- 12-Datar, V.V. and C.D. Mayee. 1981. Assessment of losses in tomato yield due to early blight. Indian phytopathology. 34(2): 191-195

- 13-Foolad, M.R., N. Ntahimpera, B.J. Christ, and G.Y. Lin., 2000. Comparison of field, greenhouse and detached-leaflet evaluations of tomato germplasm for early blight resistance. *Plant Disease*. 84: 967-972.
- 14-Gardner, R.G. 1988. NC EBR-1 and NC EBR-2 early blight resistant tomato breeding lines. *Hort Science*. 23:779-781.
- 15- Gardner, R.G. and Shomaker, P, B.1999. "Mountain Supreme" Early blight resistance hybrid tomato and its parents NC EBR-3 and NC EBR-4. *Hortscience* 34:745-746.
- 16- Martinez, B., A. Bernal, S. Perez, and Y. Muniz. 2002. Pathogenic variability of *Alternaria solani* Sor. isolates. *Revista de protection vegetal*. 17(1):45-53
- 17- Pandey, K.K., P.K. Pandey, K. Gautam, G. Kaloo, and M.K. Banerjee. 2003. Resistance to early blight of tomato with respect to various parameters of disease epidemics. *Journal of General Plant Pathology*. 69(6): 364-371
- 18- Perez, S. and B. Marthinez. 1999. Infection of tomato cultivars by *Alternaria solani*. *Revista de protection Vegetal*. 14(1): 1-5
- 19- Thirthammallappa, A. and H.C. Lohithaswa. 2000. Genetics of resistance to early blight (*Alternaria solani*) in tomato. *Euphytica*. 113:187-197.
- 20- Vloutoglou, I. 1999. Evaluation of tomato cultivars and hybrids for resistance to *Alternaria solani* infection. *Tests of Agrochemicals and Cultivars*. 20: 48-49.
- 21- Vakalounakis, D.J. 1983. Evaluation of tomato cultivars for resistance to *Alternaria* blight. *Annals of Applied Biology*. 102: 138-139.
- 22- Wetscutt, C. 2001. *Plant disease. handbook ed.* By Kluwer Academic Press, Boston. 803 pp.

Archived at SID