



"مقاله پژوهشی"

گزینش ژنتیک‌های متholm بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در شرایط گلخانه

داود بیات ترک^۱، ناصر پنجه که^۲، هوشنگ علیزاده^۳، محمد رضی نتاج آقامحلی^۴ و مهدی فاطمی^۵

۱- دانشجوی دکتری بیماری شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه زابل، (نویسنده مسؤول: dbayat13@gmail.com)

۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳- استادیار گروه رزاعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران

۴- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۵- کارشناس، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی، بخش آب و خاک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۹

صفحه: ۱۶۱ تا ۱۸۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا و عامل محدود کننده کشت پنبه در سراسر جهان است. این بیماری باعث کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود. با توجه به اهمیت اقتصادی بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه، بهترین روش مبارزه با این بیماری استفاده از ارقام متholm به بیماری است. این آزمایش به منظور تعیین اثر بیماری بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام پنبه در راستای شناسایی ژنتیک‌های متholm انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش در سال ۱۳۹۹ و در گلخانه مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (بخش گیاه‌پزشکی مشهد) انجام شد. ده رقم تجاری پنبه ایران متعلق به گونه *Gossypium hirsutum* شامل ورامین، ساحل، بختگان، خورشید، ارمنان، مهر، کوک، خرداد، کاشمر و دلتای پاین به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه کشت شدند. فاکتور اول ارقام پنبه و فاکتور دوم آلوهه سازی ارقام پنبه با جدایه قارچی بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده بر روی ژنتیک‌های مورد بررسی نشان داد رقم‌های مورد آزمایش از نظر تعداد برگ، قطر طوقه، تعداد شاخه، سطح برگ، شاخص کلروفیل، شدت بیماری، محتوای نسی آب برگ و نشت الکتروولیتی غشاء در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. این اختلاف از نظر ارتفاع بوته دیده نشد. مقایسه میانگین صفات فوق (به جز ارتفاع بوته) در تیمار سطوح آلوهگی، اشاره بر این موارد داشت که گیاهان پنبه تلقیح شده با قارچ بیماری زای پژمردگی ورتیسیلیومی نسبت به گیاهان شاهد یا کنترل (عدم آلوهگی با قارچ) تعداد برگ، تعداد شاخه، سطح برگ و قطر طوقه کمتری داشتند. مقایسه میانگین اثر میانگین صفات فوق (به جز ارتفاع بوته) در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. تحت شرایط می‌توانند انتخاب شوند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آلوهگی × رقم برای تمام صفات (به جز ارتفاع بوته)، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. تحت شرایط آلوهگی بیشترین شدت بیماری مربوط به ارقام ورامین و کوکرهان درد بود. در حالی که کمترین شدت بیماری مربوط به رقم بختگان بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی باعث کاهش تعداد برگ، تعداد شاخه رویا، سطح برگ، قطر طوقه، شاخص کلروفیل و محتوای نسی آب می‌شود. در حالی که این بیماری باعث افزایش نشت الکتروولیتی غشاء سلولی می‌گردد. در این رابطه، بین شدت بیماری و تعداد برگ، شاخه رویا، قطر طوقه و شاخص کلروفیل همسنگ فوتوبیپر متفاوت می‌باشد. بین شدت بیماری و نشت الکتروولیتی غشاء همبستگی فوتوبیپر مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بنابر این گیاهان با تعداد شاخ و برگ بیشتر، شاخص کلروفیل و محتوای نسی آب بالاتر و نشت الکتروولیتی پایین‌تر، در مقابله آلوهگی به این بیماری تحمل بیشتری دارند.

واژه‌های کلیدی: پنبه، تحمل، مورفولوژی، فیزیولوژی، ورتیسیلیوم

بیماری، قارچ *Verticillium dahliae* Kleb. گزارش شده است (۲۹) و باعث تعییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در بوته پنبه می‌شود. از علائم قابل توجه بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه، کاهش رشد، تعییر رنگ برگ، پژمردگی و ریزش برگ می‌باشد. کلروز (زردی) پهنهک برگ‌های آلوهه در بین رگبرگ‌ها و حاشیه برگ‌ها و در نهایت ریزش آنها، همچنین تعییر رنگ آوندهای چوبی به صورت قهوه‌ای روشن و تیره از علائم بارز این بیماری می‌باشد (۸). پژمردگی ورتیسیلیومی بر صفات کمی و کیفی پنبه تاثیر دارد (۲۹). بیماری باعث کاهش عملکرد و تعداد غوزه در گیاه و با تاثیر بر کیفیت الیاف پنبه، ویژگی‌های تکنولوژیکی الیاف را کاهش می‌دهد (۲۴). خسارت سالانه پنبه در اثر این بیماری به بیش از ۱/۵ میلیون عدل (هر عدل پنبه ۲۲۷ کیلوگرم) در سراسر جهان می‌باشد (۱۱). این تلفات می‌تواند تا ۸۰ درصد از تولید پنبه را به خود اختصاص دهد (۵۳). در ایران سطح زیر کشت پنبه حدود ۸۰ هزار هکتار می‌باشد. بر اساس مطالعه‌های

مقدمه
حدود بیست بیماری با خسارت اقتصادی بالا به گیاه پنبه حمله می‌کنند. مهمترین بیماری‌های قارچی این گیاه *Alternaria* و *Verticillium* ورتیسیلیومی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت زای پنبه است که تقریباً در هر جایی که پنبه کشت می‌شود وجود دارد و مهم‌ترین عامل محدود کننده کشت پنبه در مناطق مستعد توسعه بیماری است (۵۷). این بیماری برای اولین بار در ایالات متحده آمریکا گزارش شد و در سال ۱۹۳۵ از طریق پنبه آمریکایی به چین وارد شد (۱۱). این بیماری در مزارع آمریکا، کشورهای استقلال یافته آسیای مرکزی، بلغارستان، چین، ترکیه، سوریه، زیمبابوه، آفریقای جنوبی، شمال عراق، استرالیا، فلسطین اشغالی، اسپانیا، هند، پرو، اوگاندا و یونان شیوع دارد. در ایران این بیماری ابتدا در سال ۱۳۲۲ توسط شریف و استوارت از آذربایجان شرقی و در سال ۱۳۳۹ توسط مجتبه‌ی ویلسون از گرگان گزارش گردید. عامل اصلی این

سانتی گراد رشد کرد و تمام سطح پتری دیش پوشیده شد، در
یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری می‌شود و هر ۶
ماه تجدید کشت می‌گردد.

تهیه زاد مایه قارچ

قارچ *Verticillium dahliae* در تشتک پتری ۹ سانتی متري روی محیط کشت سبب زمینی دکستروز آگار^۳ کشت داده و در دستگاه انکوباتور در تاریکی در دمای ۲۶ درجه سانتی گراد گذاشته شد. مطابق روش سینگلتون و همکاران (۴۶) بعد از ۷ روز مقداری از محیط کشت را با سوزن برداشته و در یک اrlen ۱۰۰ میلی لیتری حاوی آب مقطر سترون گذاشته و خوب تکان داده شد. محتویات اrlen را از صافی عبور داده و سپس یک قطره از محلول را روی یک لام ریخته و با استفاده از دستگاه هموسایوتومتر غلظت زادهایه^{۱۰} کنیدی تعیین گردید (۲۰).

مایه‌زنی در گلخانه

بعدور ده رقم تجاری پنبه ایران متعلق به گونه *Gossypium hirsutum* شامل: ورامین، ساحل، بختگان، خورشید، ارمغان، مهر، کوکر، خرداد، کاشمر و دلتاپاین مورد آزمایش قرار گرفت. بر اساس روش شن و همکاران (۴۵) شرایط کنترل شده گلخانه برای رشد گیاهان پنبه، دمای ± 1 ۲۴ درجه سانتی گراد، ۱۶ ساعت روشتابی، ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۶۰ درصد بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار در سه تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی (بخش گیاه‌پژوهشکی مشهد) و در سال ۱۳۹۹ انجام شد. فاکتور اول ارقام پنبه و فاکتور دوم آلوده‌سازی ارقام پنبه با جدایه قارچی بود. هر تکرار سه گلدان پلاستیکی سه لیتری محتوی خاک سترون بود. ترکیب خاک گلدان بصورت یک سوم ماسه و یک سوم رس و بقیه کود حیوانی سترون شده بود (۱۸). خاک باید در دستگاه اتوکلاه به مدت سه روز متوالی و هر بار به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر گذاشته شود تا کاملاً به صورت همگن سترون گردد. در هر گلدان چهار عدد بذر پنبه ضدغفونی شده کشت گردید. برای ضدغفونی بذور از قارچکش کاربوکسین- تیرام به میزان ۴-۶ در هزار استفاده گردید. مطابق روش اردوگان و همکاران (۱۶) و سلیک و همکاران (۱۲) گیاهچه‌ها در مرحله ۶ برگی تنک شده و یک گیاهچه در هر گلدان باقی گذاشته شد. بر اساس روش دینگرا و سینکلیر (۱۷) مایه زنی ۲۰ روز بعد از کشت در مرحله ۶ تا ۸ برگی با روش زخم ساقه و با سوسپانسیون اسپور قارچ با غلظت ۱۰ کنیدی در میلی لیتر انجام گردید. تیمار شاهد فقط با آب مقطر بدون سوسپانسیون اسپور قارچ مایه‌زنی شد.

اندازه‌گیری صفات زراعی گیاهچه‌های پنبه آلوده شده به ورتیسیلیوم

در این آزمایش، ۴۰ روز بعد از مایه‌زنی گیاهچه‌های هر گلدان، صفات زراعی پنبه از قبیل ارتفاع بوته، تعداد برگ‌ها، تعداد شاخه‌ها و صفات فیزیولوژیک مانند اندازه سطح هر برگ، شاخص کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و هدایت الکتریکی اندازه‌گیری گردید.

انجام شده، بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه از مهمترین بیماری‌های مناطق عملده کشت پنبه در ایران است (۴۲). در ایران خسارت سالیانه بدلیل کاشت رقم حساس کوکر (Coker) در سال ۱۳۹۳، ۸۰ درصد و در سال ۱۳۹۵ تا ۸۹ درصد در بعضی مزارع کردکوی تخمین زده شده است. در استان گلستان درصد کاهش عملکرد ناشی از بیماری در سال ۱۳۸۷، ۱۴/۲۳، ۱۴/۲۳، ۱۳/۷۹، در سال ۱۳۸۰، برابر ۳/۶۷، در سال ۱۳۸۰، ۱۱/۷۳، ۱۳/۸۱، ۱۰/۶۵ درصد و در سال ۱۳۸۲ برابر با ۱۰/۴۲ درصد برآورد گردیده است (۴۳). همچنین، طی اجرای تحقیقات مزرعه‌ای در مناطق نیشابور و معان میزان وقوع این بیماری به ترتیب ۷/۹۵ و ۴۲/۳۰ درصد گزارش شده است (۳۵). در ایران میزان خسارت ناشی از بیماری قارچی ورتیسیلیوم (Verticillium dahliae) (۲۰ تا ۲۰ درصد برآورد شده است (۵۰). گیاهان با ایجاد تغییرات بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی، در برابر تنش مقاومت نشان می‌دهند (۹). کنترل بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه بسیار دشوار است، زیرا قارچ عامل بیماری دامنه میزانی وسیعی دارد و میکرواسکلروت‌های پایدار در خاک تولید می‌کند (۲۵). اگر چه روش‌های به زراعی مانند بذر مناسب، آبیاری، کوددهی و تناوب زراعی می‌تواند بر توسعه این بیماری تأثیر بگذارد، اما هیچیک از آنها نمی‌تواند به طور موثر بیماری را کنترل کند (۴۹). استراتژی‌های مدیریتی برای کنترل این بیماری عمدتاً پیشگیرانه است (۳۷). مقاومت ژنتیکی به عنوان گرینه موثر و پایدار مدیریت محسوب می‌شود، اما کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت اقتصادی بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه، بهترین روش مبارزه با این بیماری استفاده از ارقام متحمل به بیماری است که به عنوان مهار زیستی تلقی می‌شود (۳۹). تا به امروز، استفاده از ارقام مقاوم به عنوان روش کاربردی و موثر علیه این بیماری همواره مدنظر بوده است. (۵۸). بنابراین اصلاح و پرورش ارقام مقاوم در طیف گسترده‌ای به عنوان یکی از موثرترین روش‌ها محسوب می‌شود (۲۲). یکی از عده ترین اهداف در کشت پنبه دستیابی به ارقامی است که ضمن بر خوداری از عملکرد بالا نسبت به شرایط محیطی، آفات و بیماری‌ها سازگاری خوب و نسبتاً وسیعی داشته باشد (۵۰). در ایران چندین رقم پنبه کشت می‌گردد که درجه حساسیت یا تحمل آنها به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی متفاوت است (۵). ارقام متحمل ساحل و بختگان در ایران به صورت وسیع کشت می‌شوند (۳۷).

با توجه به اهمیت و خسارت بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در مناطق مختلف پنبه کاری کشور، این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام پنبه در راستای شناسایی ژنتیپ‌های متحمل و همچنین بررسی ارتباط صفات مذکور با شدت بیماری انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه جدایه قارچ پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه (قارچ *Verticillium dahliae*) جدایه استاندارد از موسسه تحقیقات گیاه‌پژوهشکی کشور تهیه گردید^۱. جدایه بعد از این که در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه

- A: تعداد بوته با درجه صفر (بوته کاملاً سالم)
 B: تعداد بوته با درجه یک (گیاه با آلودگی صفر تا ۳۳ درصد)
 C: تعداد بوته با درجه دو (گیاه با آلودگی ۳۴ تا ۶۶ درصد)
 D: تعداد بوته با درجه سه (گیاه با آلودگی ۶۷ تا ۱۰۰ درصد)
 E: تعداد بوته با درجه چهار (گیاه کاملاً بدون برگ)
 M: تعداد کل بوته شمارش شده می باشد.

آزمایش در گلخانه و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول ارقام پنیه و فاکتور دوم آلوده سازی ارقام پنیه با جایه قارچی بود. قبل از تجزیه آماری داده های آزمایش، آزمون نرمال بودن داده ها انجام شد. داده های مربوط به صفت شدت بیماری با استفاده از تبدیل $\sqrt{X+0.5}$ نرمال شدند. صفات اندازه گیری شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ تجزیه واریانس و با استفاده از آزمون دانکن، میانگین ها مقایسه شدند. همچنین، همبستگی بین صفات زراعی و فیزیولوژیک با شدت بیماری محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد رقم های مورد آزمایش از نظر تعداد برگ، قطر طوفه، تعداد شاخه، سطح برگ، شاخص کلروفیل، شدت بیماری، محتوای نسبی آب برگ و نشت الکتروولیتی غشاء در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار داشتند. این اختلاف از نظر ارتفاع بوته دیده نشد (جدول ۱). اثر متقابل آلودگی \times رقم برای تمام صفات (به جز ارتفاع بوته)، در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین صفات فوق (به جز ارتفاع بوته) در جدول شماره (۲)، اشاره بر این موارد دارد که گیاهان پنیه تلقیح شده با قارچ بیماریزای پژمردگی ورتیسیلیومی نسبت به گیاهان شاهد یا کنترل (عدم آلودگی) با قارچ) تعداد برگ، تعداد شاخه، سطح برگ و قطر طوفه کمتری داشتند. بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی سبب ریزش برگ، گل و بار بوته می شود. مشابه چنین نتایحی توسط ولز و مردیت (۵۴) و کالپ و گرین (۱۵) نیز گزارش گردید. عرب سلمانی و همکاران (۲)، با تحقیق اثر بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی بر صفات کمی و کیفی ژنتیک های پنیه، گزارش کردن که این بیماری باعث کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد برگ و قطر طوفه می گردد. گویکوچه آ و همکاران (۲۱)، در آزمایش تاثیر پژمردگی ورتیسیلیومی بر روی فیزیولوژی گیاهان فلفل، دریافتند که ارتفاع بوته در گیاهان آلوده به بیماری و سالم (شاهد) مشابه و یکسان بود. به نظر قجری و اکرم قادری (۳۹) عواملی مانند نوع خاک، میزان رطوبت، حاصل خیزی خاک، رقم و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه تاثیر می گذارند. گیاهان پنیه آلوده با قارچ پژمردگی ورتیسیلیومی در مقایسه با گیاهان شاهد، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ کمتری داشته و لی نشت الکتروولیتی غشاء سلولی به مراتب بالاتر و قابل ملاحظه بود. در تحقیق، محتوای کلروفیل و کاروتینوئیدها در ژنتیک های پنیه با القای تنش خشکی در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرد و هنگام رفع تنش خشکی محتوای کاروتینوئیدها در ژنتیک های پنیه افزایش پیدا کرد (۳۱).

شاخص کلروفیل: محتوای کلروفیل یا غلظت کلروفیل آخرين برگ توسعه يافته در زمان نمونه برداری با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج (کلروفیل متر) اندازه گیری می شود. در ابتدا پس از روشن کردن دستگاه یک بار آن را بدون قرار دادن برگ در محفظه برگ قرائت کرده تا دستگاه کالیبره شده و سپس کار قرائت را از سه نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین سه نقطه را با دکمه اوریج (Average) مشخص می کنیم. لازم به ذکر است نمونه برداری نباید از روی رگ ها انجام شود. باید توجه داشت که عدد اسپد (SPAD) به هیچ عنوان مقدار کلروفیل را مشخص نمی کند، بلکه تخمینی از غلظت کلروفیل را نشان می دهد. این عدد همبستگی بالایی با مقدار کلروفیل برگ دارد.

اندازه گیری سطح برگ: با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter می توان این مقدار را محاسبه کرد. بعد از روشن نمودن لامپ های دستگاه و دوربین، ابتدا باید دستگاه را با استفاده از طلق های مخصوص کالیبره نماییم. سپس با قرار دادن یک نمونه از برگ گیاه پنیه روی صفحه چرخان دستگاه و فشردن آیکون Camera از برگ عکس برداری می کنیم. در نهایت با کلیک بر روی دکمه Measure مساحت برگ بر حسب سانتی متر مربع قرائت می نماییم.

محتوای نسبی آب برگ: برای اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ، برگ ها پس از نمونه برداری بلافلصله وزن گردید. سپس ۲۴ ساعت در آب دیونیزه در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا دوباره آب جذب کند و مجدد وزن شد. نمونه ها در آون ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و وزن شد (۵۱). مقدار محتوای نسبی آب برگ مطابق فرمول (۱) به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\text{وزن خشک - وزن نمونه آبگیری شده} / (\text{وزن خشک} - \text{وزن}$$

تر نمونه) = محتوای نسبی آب برگ : (۱)

سنچش میزان نشت الکتروولیتی غشاء پلاسمایی: ۰/۱ برگ از هر نمونه را وزن کرده و داخل دو سری لوله های آزمایش حاوی ۱۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده قرار می دهیم. سپس یک سری از نمونه ها را در دستگاه بن ماری در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار می دهیم و پس از این زمان هدایت الکتریکی نمونه ها به کمک دستگاه EC متر اندازه گیری می کنیم. سری دوم از لوله آزمایش را نیز به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی آنها را نیز اندازه گیری می کنیم (۴۱). درصد هدایت الکتریکی بیانگر میزان نشت الکتریکی مواد از غشاء می باشد که مطابق فرمول (۲) محاسبه می گردد و EC2 هدایت الکتریکی محلول ها به ترتیب قبل و بعد از جوشیدن بوده است:

$$(\%) EC = (EC1/EC2) \times 100$$

اندازه گیری شدت بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی (Disease Severity): شدت بیماری گیاهچه های پنیه آلوده شده به ورتیسیلیوم مطابق روش بخارنو-آلکازار و همکاران (۷) با استفاده از فرمول زیر (۳) محاسبه می گردد:

$$(3): DS = (A \times 0) + (B \times 1) + (C \times 2) + (D \times 3) + (E \times 4) \times 100 / 4M$$

که در این فرمول:

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده بر روی ژنتیپ‌های مورد بررسی

Table 1. Results of analysis of variance of measured traits on studied genotypes

منابع تغییرات	آزادی	درجہ	ارتفاع	تعداد برگ	قطر طوفہ	تعداد شاخه رویشی	شاخص کلروفیل	سطح برگ (سانتی متر)	شدت بیماری	محتوی آب برگ	نشت الکتروولتی غشاء (%)
آلو دگی	۱		.۰/۱۵ ^{ns}	.۶/۶۶ ^{**}	.۰/۲۷ ^{**}	.۸/۸۱ ^{**}	.۸۶۲/۳۶۲ ^{**}	.۱۸۶۹۱/۳۵ ^{**}	.۰/۳۷۹ ^{**}	.۰/۰۲۳ ^{**}	.۳۶۸/۰۳۲ ^{**}
رقم	۹		.۲/۶۷ ^{ns}	.۵/۵۱ ^{**}	.۰/۰۷ ^{**}	.۳/۶۵ ^{**}	.۱۰/۷۷ ^{**}	.۱۵/۰/۷۹ ^{**}	.۰/۰۵۹ ^{**}	.۰/۰۳۴ ^{**}	.۲۴/۰/۱۰۵ ^{**}
رقم آلودگی	۹		.۱/۳۷ ^{ns}	.۲۱/۲۲ ^{**}	.۰/۰۱ ^{**}	.۱/۲۹ ^{**}	.۳۲/۸۴ ^{**}	.۵۱۳/۲۰ ^{**}	.۰/۰۵۹ ^{**}	.۰/۰۱۳ ^{**}	.۳۱۳/۸۵۲ ^{**}
خطا	۴۰		.۱/۲۸۹۱۶	.۰/۰۱۵۸۳	.۰/۰۰۱۶۳	.۰/۰۸۳۳۳	.۰/۲۰۳۶	.۴/۸۰۵۸۳	.۰/۰۰۰۳۷	.۰/۰۰۰۲۳	.۰/۰۰۸۶۳
CV%	-		.۲/۰۴	.۲/۳	.۵/۷۲	.۶/۱۲	.۱/۷۵	.۱/۵۱	.۰/۷۹	.۱/۸۷	.۰/۴۹

ns معنی دار نمی‌باشد. ** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات در تیمار سطوح آلودگی

Table 2. Comparison of mean traits in the treatment of contamination levels

سطوح آلودگی	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ (سانتی متر)	قطر طوفہ (سانتی متر)	تعداد شاخه رویشی	شاخص کلروفیل	سطح برگ (سانتی متر)	شدت بیماری	محتوی آب برگ	محتوی نسبی آب برگ	نشت الکتروولتی غشاء (%)
۱	.۳۷/۳ ^a	.۵/۱۳ ^b	.۴/۳۳ ^b	.۲۱/۷۶ ^b	.۱۷/۴۰ ^b	.۱۲۷/۴۰ ^b	.۰/۸۶ ^a	.۰/۲۴۳ ^b	.۰/۲۳۳ ^b	.۲۰/۵۳ ^b
.	.۳۷/۲ ^a	.۵/۸ ^a	.۵/۱۰ ^a	.۲۹/۳۴ ^a	.۱۶۲/۷۰ ^a	.۱۶۲/۷۰ ^a	.۰/۷۱ ^b	.۰/۲۸۲ ^a	.۰/۲۸۲ ^a	.۱۵/۵۷ ^b

کمترین اختلاف بین گیاهان آلوده و سالم مربوط به ارقام بختگان، کاشمر و خورشید بود. در حالی که این اختلاف در بین ارقام ورامین و کوکر هاندرد قابل ملاحظه بود. البته ارقام کاشمر و خورشید جزو ارقام تیپ صفر هستند، لذا رقم بختگان از این نظر رجحان و برتری دارد. زاهدی و همکاران (۵۵) آزمایشی با موضوع ارزیابی تحمل تعدادی از ارقام پنبه نسبت به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی انجام دادند. در این بررسی فوتیپ مقاومت ۱۲ رقم مختلف (شامل ارمغان، بختگان، تاشکند، ساحل، سپید، شیرپان، کاشمر، گلستان، ورامین، NNC T2 و T3) با استفاده از شاخص عالمی برگی بیماری (بدون علایم و = ریزش برگ) و ۹ شاخص رشد (ارتفاع) (تعداد گیاه، تعداد میانگر، عملکرد، وزن قوزه، زور درس بودن بوته، تعداد و طول شاخه زایا و رویا) بررسی گردید. طبق نتایج بدست آمده کمترین و بیشترین شدت بیماری به ترتیب به ارقام بختگان و ورامین مربوط بود. استفاده از ارقام متتحمل یکی از مهمترین روش‌های مدیریت بیماری های پژمردگی های ورتیسیلیومی است (۳۰). تاکنون ارقام متتحمل زیادی برای مدیریت این بیماری معرفی شده‌اند (۲۴). ارقام ساحل و بختگان در ایران به عنوان ارقام متتحمل در ایران به صورت وسیع کشت شده‌اند. بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی سبب ریزش برگ، گل و بار بوته می‌شود. مشابه چنین نتایجی توسط ولز و مردیت (۵۴) و کالپ و گرین (۱۵) نیز گزارش گردید. نتایج عرب‌سلمانی و همکاران (۳) نشان داد که رقم‌های پنبه مورد بررسی (بی-۵۵۷، چکوروبا، سیلنده، تاشکند، سای اکرا، ۳۲۴)، کوکر ۱۰۰ ویلت، دلتاپاین، ساحل، بختگان، ۳۱۲-۳۱۲، کوکر ۸۱۸، سای کالا، ورامین، اولتان، هوپی کالا) از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول شاخه رویا، تعداد شاخه رویا، طول شاخه زایا، تعداد غوزه، کیل و شاخص بیماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند. این اختلاف در تعداد شاخه زایا دیده نشد. در بین ارقام مورد آزمایش از نظر شاخص بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی، ارقام دلتاپاین، ساحل، ورامین، چکوروبا، سای

کاهش در محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به علت کاهش دسترسی به آب در شرایط تنش باشد، یا اینکه سیستم‌های ریشه‌ای به دلیل کاهش سطح جذب، قادر به جبران آب از دست رفته توسط تعرق نباشند (۴۷). در گیاهانی که در معرض تنش‌های محیطی قرار گرفته اند، به ویژه غشائی‌ها به میزان زیادی توسط گونه‌های فعال اکسیژن تحت تأثیر قرار می‌گیرند. همچنین نفوذپذیری غشاء افزایش و توان غشای سلولی برای کنترل ورود و خروج مواد نیز کاهش یابد (۳۴، ۳۲).

در جدول شماره (۱) نتایج نشان داد که اثر ژنتیپ بجز در صفت ارتفاع بوته در بقیه صفات معنی‌دار بود که نشان دهنده وجود تنوع بین ژنتیپ‌ها است. در جدول شماره (۳) مقایسات میانگین بین ژنتیپ‌ها انجام شد. برخی ژنتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه برتر می‌باشند و برای آزمایشات مزرعه‌ای می‌توانند انتخاب شوند. در بین ژنتیپ‌های مورد مطالعه، ژنتیپ‌های بختگان، خداد، کاشمر و خورشید بالاترین شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ و پایین‌ترین شدت بیماری و نشت الکتروولتی غشاء را داشتند. ژنتیپ‌های ورامین و کوکر هاندرد بیشترین شدت بیماری داشتند. بر اساس مطالعات در مناطق کشت پنبه در سال‌های گذشته از ۲۱ رقم و دورگ پنبه از نظر تحمل به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی، ارقام بختگان، تاشکند و بی-۵۵۷ به عنوان ارقام مقاوم و برتر و ارقامی چون ورامین و کوکر هاندرد حساس‌تر نسبت به بقیه گزارش گردیدند (۶، ۳۳، ۳۹).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × آلودگی نشان داد تحت شرایط آلودگی بیشترین شدت بیماری مربوط به ارقام ورامین و کوکر هاندرد بود. در حالی که کمترین شدت بیماری مربوط به رقم بختگان بود. در این رابطه سه گروه در بین ارقام از نظر شدت بیماری مشخص گردید. گروه اول شامل ورامین، کوکر هاندرد، گروه دوم شامل دلتاپاین، ساحل و خداد و گروه سوم شامل بختگان، خورشید و کاشمر می‌باشد (جدول ۴). بررسی داده‌ها نشان داد از نظر تعداد شاخه رویا،

به توانایی آنها در جذب آب از خاک یا توانایی بستن روزنه‌ها و تعرق کمتر در شرایط تنفس مربوط گردد.

نتایج جدول شماره (۴) نشان داد که رقم بختگان و ورامین به ترتیب کمترین و بیشترین میزان نشت الکتروولیتی را داشتند. بنابراین رقم بختگان متتحمل به شرایط تنفس بوده و می‌توان گفت که این رقم در اثر تنفس دچار آسیب سلولی کمتری می‌شود. در رقم متتحمل بختگان تنفس به غشاء سلولی آسیب وارد نموده ولی چون مقدار آسیب تقریباً در آستانه قرار دارد ممکن است با ایجاد شرایط مناسب و در اختیار قرار گرفتن مجدد واکنش‌های متابولیکی برای گیاه، سلول دوباره به حالت اول بازگشته و سیالیت غشاء مجدداً به دست آید. مقایسه‌ی نتایج این مطالعه در رابطه با عکس‌العمل ارقام مشابه با تحقیقات دیگر نشان میدهد که اختلاف در گزارش‌ها می‌تواند به اثرهای محیطی بر عکس‌العمل ارقام نسبت به بیمارگر مربوط باشد. مسئله‌ی تغییر عکس‌العمل ارقام پنهنه نسبت به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در تحقیقات دیگر نیز پیشنهاد شده است (۴۳، ۴۶، ۲۶).

در جدول شماره (۵) همبستگی منفی بین شدت بیماری و صفات تعدابرگ، تعداد شاخه‌رویا، قطر طوقه وجود دارد. همبستگی بین شدت بیماری با ارتفاع بوته، قطر طوقه و سطح برگ معنی‌دار نبود. همبستگی بین شدت بیماری با تعداد برگ و تعداد شاخه رویا معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی سبب ریزش برگ، گل و بر بوته می‌شود. (۴۴). زاهدی و همکاران (۵۵) آزمایشی با موضوع ارزیابی تحمل تعدادی از ارقام پنهنه نسبت به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی انجام دادند. بررسی داده‌ها نشان داد که موثرترین فاکتور بر شدت بیماری به تعداد و طول شاخه‌ی رویا مربوط است. در این رابطه، همبستگی بین شدت بیماری و تعداد شاخه رویا و طول شاخه رویا وجود داشت. به طوری که بوته‌هایی با تعداد و طول شاخه‌های رویایی بیشتر تحمل پیشتری در مقابل حمله عامل بیماری دارند. مشابه چنین نتایجی را عرب‌سلمانی و همکاران (۳) و نصرالمنژاد و همکاران (۳۶) گزارش کردند. در جدول شماره (۵) همبستگی منفی بین شدت بیماری و شاخص کلروفیل مشاهده می‌شود. وندنبرگ و همکاران (۵۲) در آزمایش خصوصیات فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد در ارقام متتحمل گندم به بیماری سپتومایری برگی، گزارش کردند برخی از پارامترهای قابل اندازه گیری مانند میزان سبزینه‌گی برگ (شاخص کلروفیل) در ارقام مختلف با تحمل به بیماری همبستگی مثبت دارند. مشابه چنین نتایجی را زینلزاده‌تریزی و منصوری (۵۶) بیان کردند. در جدول شماره (۵) همبستگی بین شدت بیماری و محتوای نسبی آب برگ نیز منفی است. برخی از عوامل بیمارگر نیز می‌توانند نقشی مشابه با تنفس غیر زنده (خشکی) روی شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه داشته باشند (۳۸). نتایج تحقیق خورشید و همکاران (۲۸) بر روی تاثیر تنفس خشکی بر ژنوتیپ‌های اصلاحی چندگزند در شرایط گلخانه، نشان داد که بین صفت محتوای آب از دست رفته برگ و تنفس خشکی همبستگی منفی وجود داشت.

اکرا ۳۲۴، سیلند، کوکر ۱۰۰ ویلت، کوکر ۳۱۲، سای کالا و هوپی کالا با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. بشر و حسینی (۶) و محمود جانلو و هوشیارفرد (۳۳) نیز در بررسی شاخص بیماری در ۲۱ رقم بومی و تجاری پنهنه، ژنوتیپ‌های پنهنه را بر اساس تحمل و حساسیت به چند گروه دسته بندی کردند به طوری که ارقام تاشکند و بختگان را به عنوان ارقام متتحمل و ارقام ورامین، هوپی کالا و کوکر هاندرد را به عنوان ارقام حساس گزارش نمودند.

از نظر شاخص کلروفیل، کمترین اختلاف بین گیاهان آلوه و سالم مربوط به ارقام بختگان، خورشید و خرداد بود. در حالی که این اختلاف در بین ارقام ورامین و کوکرهاندرد فاحش و آشکار بود. زینلزاده‌تریزی و منصوری (۵۶) در یک پژوهش گزارش کردند که ژنوتیپ‌های متتحمل به بیماری پژمردگی بوته کنجد از نظر خصوصیات زراعی مهم (میزان سبزینه‌گی برگ و تعداد شاخه) نسبت به رقم شاهد برتر و متمایز بودند. برخی از عوامل بیمارگر نیز می‌توانند نقشی مشابه با تنفس غیر زنده (خشکی) روی شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه داشته باشند (۳۸). کومار و همکاران (۳۱) در یک پژوهش با موضوع ارزیابی ژنوتیپ‌های پنهنه نسبت به تنفس خشکی، نشان دادند محتوای کلروفیل و کاروتینوئیدها در گیاهان تحت تنفس خشکی در مقایسه با گیاهان شاهد، کاهش پیدا کردند. دوام فتوستتر و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنفس از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنفس است. در اثر تنفس زیستی و غیر زیستی، افزایش میزان کاروتینوئیدها با توجه به نقش آن‌ها در سیستم دفاع آنتی اکسیدان برای محافظت از رنگدانه‌های فتوستتری (کلروفیل) پیش‌بینی می‌شود. تحت تنفس، افزایش رادیکال‌های فعل اکسیدان برای حد زیادی می‌توانند به کاروتینوئیدها آسیب برسانند. نتیجه این امر صدمه به رنگدانه‌های فتوستتری و کاهش واکنش‌های فتوشیمیایی است (۴۸، ۲۸، ۱). در بین گیاهان آلوه و سالم، کمترین اختلاف محتوای نسبی آب مربوط به رقم بختگان، کاشمر، خرداد و بیشترین در ارقام ورامین و کوکرهاندرد مشاهده شد. قارچ عامل پژمردگی ورتیسیلیومی، مقاومت به حرکت آب را در اثر کاهش قطر عنصر آوندی افزایش می‌دهد. بالا بودن محتوای نسبی آب، بافت را قادر می‌کند که به از دست رفتن آب مقاومت باشد. همچنین باعث استحکام بیشتر دیواره سلولی می‌شود و توانایی آن برای پایداری در برابر متلاشی شدن مکانیکی در اثر از دست دادن آب بافتی را افزایش می‌دهد (۲۸، ۲۱، ۱). در آزمایش تاثیر پژمردگی ورتیسیلیومی برروی فیزیولوژی گیاهان فلفل، گزارش کردند که محتوای نسبی آب در برگ‌ها از ۲۰ روز پس از تلقیح به طور قابل توجهی تغییر کرده و کاهش یافته. نتایج نشان داد که ارقام متتحمل بختگان، کاشمر، خرداد نسبت به ارقام حساس ورامین و کوکرهاندرد حتی در شرایط بدون تنفس حاوی محتوای نسبی آب بیشتری بوده و قادر هستند در سطوح تنفس بالا محتوای نسبی آب خود را در سطح بالای نگه دارند و از صدمات کمتری ناشی از پسابیدگی و کاهش محتوای آب برخوردار گردند. تفاوت در محتوای آب نسبی در ارقام مختلف می‌تواند

مهم تحقیقات پنیه می‌باشد. توجه به نوع و روابط صفات زراعی و فیزیولوژیکی در بین ژنتیک‌های متحمل، در کسب نتایج مطلوب بسیار حائز اهمیت است. مهم‌ترین پاسخ حفاظتی ژنتیک‌های گیاهی در القای مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی در اختلاف فعالیت دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی می‌باشد. تحمل رقم به بیماری می‌تواند به روش‌های مختلف شامل مقاومت به آسیب برگی و ریزش برگ‌ها، همچنین قابلیت ایجاد واکنش و پاسخ‌های فیزیولوژیکی در نظر گرفته شود.

در جدول شماره (۵) همبستگی مثبت بین شدت بیماری و نشت الکتروولیتی غشاء دیده می‌شود. نتایج تحقیق بروجرد نیا و همکاران (۱۰) با موضوع تاثیر تنفس خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی لوپیا، نشان داد که که تنفس خشکی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش محتوای آب نسبی و افزایش مقدار نشت الکتروولیتی گردید. مشابه این نتایج را عموماً قایی و همکاران (۲) گزارش کردند.

نتیجہ گیری کلی

بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در مناطق مختلف پنجه کاری کشور، شایع می‌باشد. استفاده از ارقام متحمل یکی از اهداف

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات در تیمار سطوح ارقام

رقم	ارتفاع (سانتي متر)	تعداد برگ	قطار طوقه (سانتي متر)	تعداد رويا	شاخه رويا	سطح برگ (سانتي متري)	شاخص كلوفيل	شدت بيماري	محتواي غشاء (%)	نشت الكتروليتي
کاشمر	۳۷/۶ ^a	۴/۱۶ ^t	۰/۶۵ ^c	۱/۷۵ ^e	۱۵۱/۱۶ ^d	۲۷/۲۸ ^c	۰/۷۵ ^e	۰/۲۹۷ ^c	۱۴/۱۶ ⁿ	۰/۲۹۷ ^c
خورشيد	۳۶/۶ ^a	۵/۰۰ ^d	۰/۸۰ ^a	۱/۵ ^e	۱۴۱/۵ ^{cd}	۲۵/۳۵ ^d	۰/۷۵ ^e	۰/۲۶۴ ^d	۱۵/۵۶ ^g	۰/۲۶۴ ^d
ورامين	۳۷/۸ ^a	۷/۰۰ ^a	۰/۷۵ ^{ab}	۶/۰۰ ^a	۱۴۱/۰ ^{cd}	۱۸/۰ ^g	۰/۸۴ ^a	۰/۲۰۹ ^g	۳۲/۰ ^{۵a}	۰/۲۰۹ ^g
خرداد	۳۶/۰ ^a	۶/۰۰ ^c	۰/۸۰ ^a	۳/۰۰ ^d	۱۴۲/۶۵ ^c	۳۰/۱۸ ^b	۰/۷۸ ^a	۰/۳۴۴ ^D	۱۲/۱ ^{۳d}	۰/۳۴۴ ^D
کوکنهاندرد	۳۷/۱ ^a	۴/۵ ^e	۰/۷۱ ^b	۴/۰۵ ^{cd}	۱۳۴/۸۳ ^t	۲۲/۶۳ ^t	۰/۸۲ ^b	۰/۲۱۶ ^g	۲۴/۲۷ ^b	۰/۲۱۶ ^g
بختگان	۳۷/۶ ^a	۶/۵ ^b	۰/۸۰ ^a	۴/۰ ^c	۱۳۷/۵ ^d	۳۲/۲۷ ^a	۰/۷۴ ^e	۰/۳۷۵ ^a	۱۰/۷۵ ^j	۰/۳۷۵ ^a
ارمغان	۳۶/۸ ^a	۶/۰۰ ^c	۰/۶۲ ^c	۵/۰ ^d	۱۵۱/۱۶ ^d	۲۶/۶۵ ^c	۰/۸۰ ^c	۰/۲۵۹ ^e	۱۶/۸۰ ^e	۰/۲۵۹ ^e
دلنپاين	۳۷/۲ ^a	۴/۵ ^e	۰/۸۰ ^a	۵/۰ ^d	۱۴۵/۳۳ ^c	۲۳/۶۳ ^e	۰/۷۸ ^a	۰/۲۳۵ ^I	۱۶/۳۵ ^I	۰/۲۳۵ ^I
ساحل	۳۷/۰ ^a	۵/۰۰ ^d	۰/۶۳ ^c	۵/۰ ^d	۱۳۰/۰ ^e	۲۴/۶۶ ^d	۰/۷۹ ^{cd}	۰/۲۶۴ ^{ge}	۱۷/۴۳ ^d	۰/۲۶۴ ^{ge}
مهر	۳۷/۲ ^a	۶/۰۰ ^c	۰/۴۷ ^d	۵/۰ ^d	۱۸۳/۳۳ ^a	۲۳/۴۸ ^e	۰/۸۰ ^c	۰/۲۹۰ ^c	۲۰/۴۱ ^c	۰/۲۹۰ ^c

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل آلودگی × ارقام

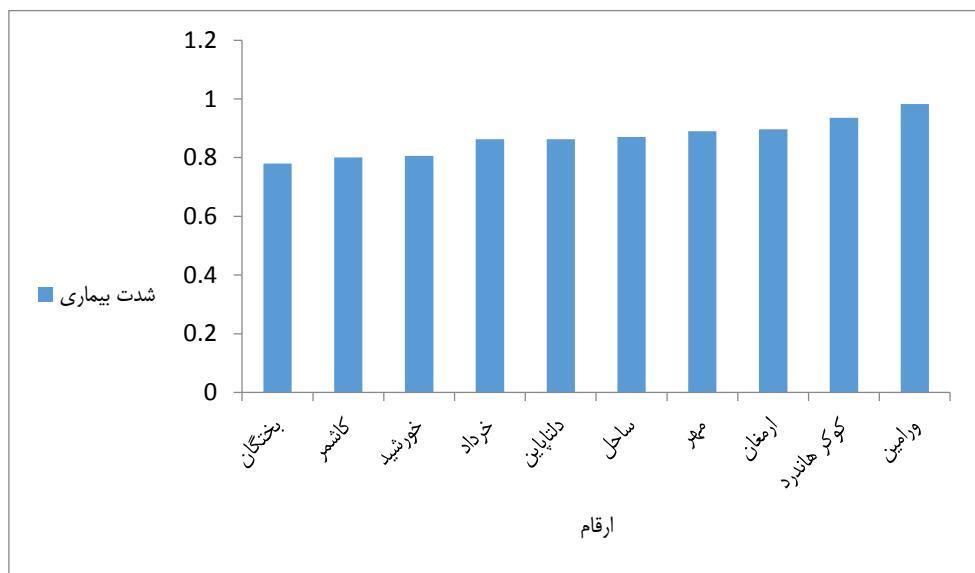
آبودگی	رقم	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد برگ	قططر طوقه (سانتی متر)	تعداد شاخه رویا	سطح برگ (سانتی متر- مریخ)	شاخص کلروفیل	شدت بیماری	محتوای نسبی آبرگ	نیش غشاء (%)	کنترولتی
الوده	کاشمر	۳۸/۳ ^a	۵ ^d	.۷۰ ^c	۱/۵ ^e	۱۱۷/۶۶ ^h	۲۰/۲۳ ⁱ	.۸۰ ^e	.۷۴۳ ^f	۲۴/۵۵ ^g	
الوده	خورشید	۳۷ ^a	۶ ^c	.۸۰ ^b	۱/۲۵ ^e	۱۰۰/۳۳ ^j	۲۱/۴۰ ^h	.۸۰ ^e	.۲۰ ^{۳^h}	۲۵/۶۳ ^f	
الوده	ورامین	۳۸/۲ ^a	۴ ^e	.۷۰ ^c	۳/۳۳ ^d	۱۳۲/۶۶ ^g	۱۶/۸۲ ^a	.۱۱ ⁱ	.۱۱۴ ^j	۳۲/۵۹ ^a	
الوده	خرداد	۳۶ ^a	۳ ^f	.۷۰ ^c	۴ ^c	۱۱۵/۶۶ ^h	۲۲/۲۳ ^g	.۸۰ ^d	.۲۹ ^c	۲۳/۸۷ ^g	
الوده	کوکهاندزد	۳۷/۲ ^a	۴ ^e	.۶۶۶ ^{cd}	۳/۳۳ ^d	۱۰۷ ⁱ	۱۲/۲۶ ^k	.۹۳۶ ^b	.۱۱ ^j	۳۰/۴۷ ^b	
الوده	بختگان	۳۷/۶ ^a	۵ ^d	.۷۲۳ ^c	۴/۳۳ ^c	۱۳۷/۳۳ ^{fg}	۲۸/۰۳ ^d	.۷۸ ^f	.۲۳۵ ^b	۲۰/۱۳ ⁱ	
الوده	ارغان	۳۷/۲ ^a	۵ ^d	.۴۳۳ ^f	۵ ^b	۱۱۷/۳۳ ^h	۲۱/۷۶ ^h	.۸۰ ^c	.۱۹۴ ⁱ	۲۶/۱۹ ^e	
الوده	دلتپایین	۳۸/۲ ^a	۳ ^f	.۶۰ ^{cde}	۵ ^b	۱۲۶/۶۵ ^{fg}	۲۲/۲۹ ^g	.۸۰ ^d	.۲۸۲ ^c	۲۷/۴۷ ^d	
الوده	ساحل	۳۶/۲ ^a	۵ ^d	.۵۱۶ ^e	۴/۳۳ ^c	۱۳۲/۳۳ ^g	۲۷/۹۳ ^d	.۸۷ ^d	.۲۳۷ ^f	۲۲/۶۷ ^h	
الوده	مهر	۳۶/۲ ^a	۴ ^e	.۵۱۶ ^e	۴/۳۳ ^c	۱۳۸/۳۳ ^f	۲۱/۳۳ ^h	.۸۰ ^c	.۲۱۹ ^g	۲۸/۵۱ ^c	
سالم	کاشمر	۳۷ ^a	۶ ^c	.۷۰ ^b	۱/۷۵ ^e	۱۰۸ ^d	۲۵/۲۰ ^f	.۷۱ ^g	.۲۸۹ ^c	۱۶/۷۶ ^l	
سالم	خورشید	۳۶/۲ ^a	۷ ^b	.۹۰ ^a	۱/۵ ^e	۱۵۳ ^e	۲۵/۳۶ ^f	.۷۱ ^g	.۲۵۵ ^e	۱۵/۷۶ ^m	
سالم	ورامین	۳۷/۲ ^a	۸ ^a	.۹۴ ^a	.۹۰ ^a	۱۹۶/۶۶ ^a	۳۸/۶۶ ^a	.۷۱ ^g	.۲۱۹ ^g	۱۱/۱۰ ^p	
سالم	خرداد	۳۶/۲ ^a	۵ ^d	.۷۰ ^b	.۷۰ ^b	۱۵۱ ^e	۲۷/۹۳ ^e	.۷۱ ^g	.۲۳۱ ^b	۱۷/۱۸ ^k	
سالم	کوکهاندزد	۳۷ ^a	۷ ^b	.۹۰۶ ^a	.۹۰ ^a	۱۷۰ ^{bc}	۳۳/۲۷ ^b	.۷۱ ^g	.۲۱۲ ^g	۱۲/۱۶ ^k	
سالم	بختگان	۳۷/۶ ^a	۵ ^d	.۷۰ ^b	.۷۰ ^b	۱۶۵ ^c	۳۰/۴۰ ^c	.۷۱ ^g	.۲۳۴ ^a	۱۸/۲۶ ^j	
سالم	ارغان	۳۶/۲ ^a	۷ ^b	.۶۳۳ ^{cd}	.۶۳۳ ^{cd}	۱۶۴/۳۳ ^c	۲۶/۹۰ ^e	.۷۱ ^g	.۲۴۹ ^{ef}	۱۴/۱۲ ⁿ	
سالم	دلتپایین	۳۸/۲ ^a	۵ ^d	.۷۰ ^c	.۷۰ ^c	۱۶۷/۳۳ ^c	۲۷/۹۳ ^d	.۷۱ ^g	.۲۳۴ ^{ab}	۱۷/۲ ^k	
سالم	ساحل	۳۷/۶ ^a	۶ ^c	.۷۰ ^c	.۶۳۳ ^{cd}	۱۶۵/۶۶ ^c	۳۴/۵۳ ^b	.۷۱ ^g	.۲۸۴ ^c	۱۷/۶۶ ^k	
سالم	مهر	۳۸ ^a	۶ ^c	.۷۰ ^c	.۶۳۳ ^{cd}	۱۷۳/۶۶ ^b	۲۷/۲۳ ^{de}	.۷۱ ^g	.۲۶۱ ^d	۱۳/۸۲ ^o	

جدول ۵- همبستگی شدت بیماری با سایر صفات

Table 5. Correlation of disease severity with other traits

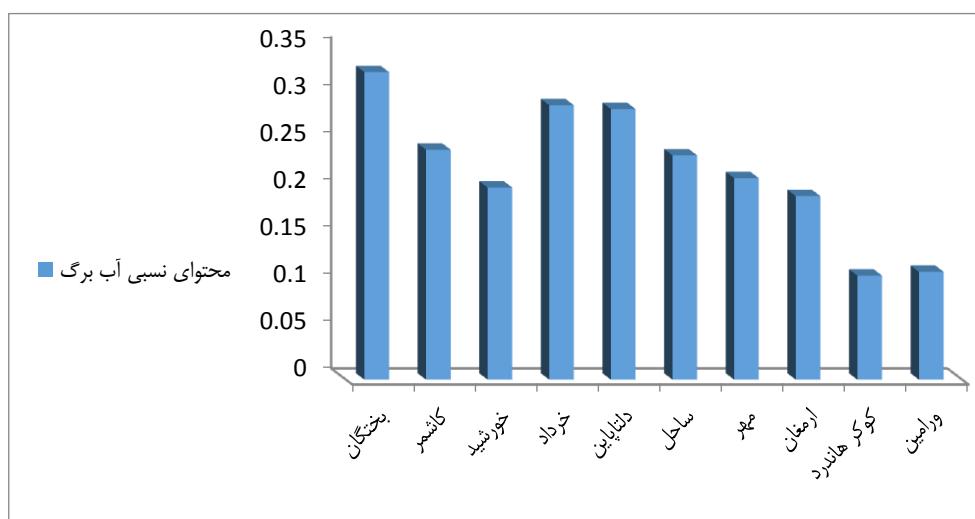
صفات	ارتفاع	تعداد برگ	قطر طوقه	تعداد شاخه رویا	سطح برگ	شاخص کلروفیل	محتوای نسبی آب برگ	نشست الکتروولتی غشاء
شدت بیماری	۰/۰۴۹۱۲ ^{ns}	-۰/۴۴۵۳۹*	-۰/۳۴۲۰۸ ^{ns}	-۰/۵۵۹۶۸*	۰/۰۸۲۵۷ ^{ns}	-۰/۶۱۸۵۸*	-۰/۷۷۲۲۵**	۰/۸۳۹۴۶**

معنی دار نمی باشد. ** و * بهترتب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد



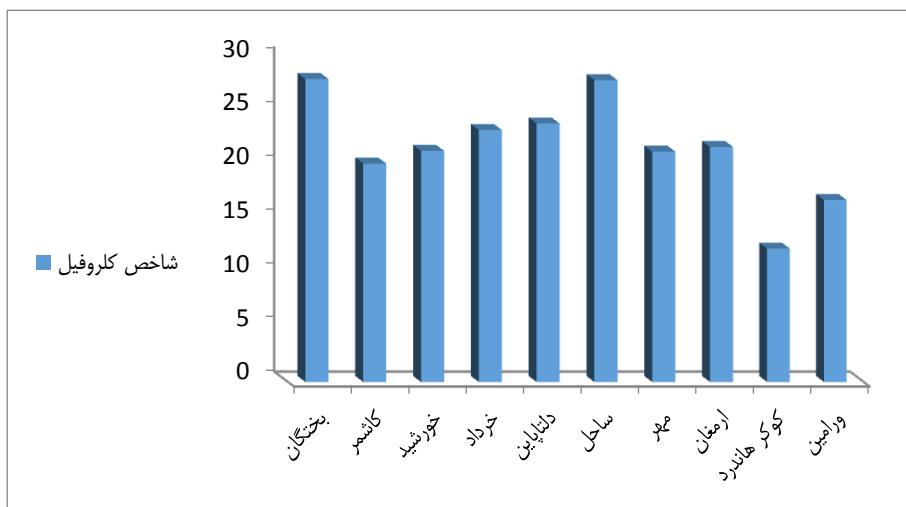
شکل ۱- مقایسه شدت بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در ژنتیپ‌های پنه

Figure 1. Comparison of the severity of Verticillium wilts disease in cotton genotypes



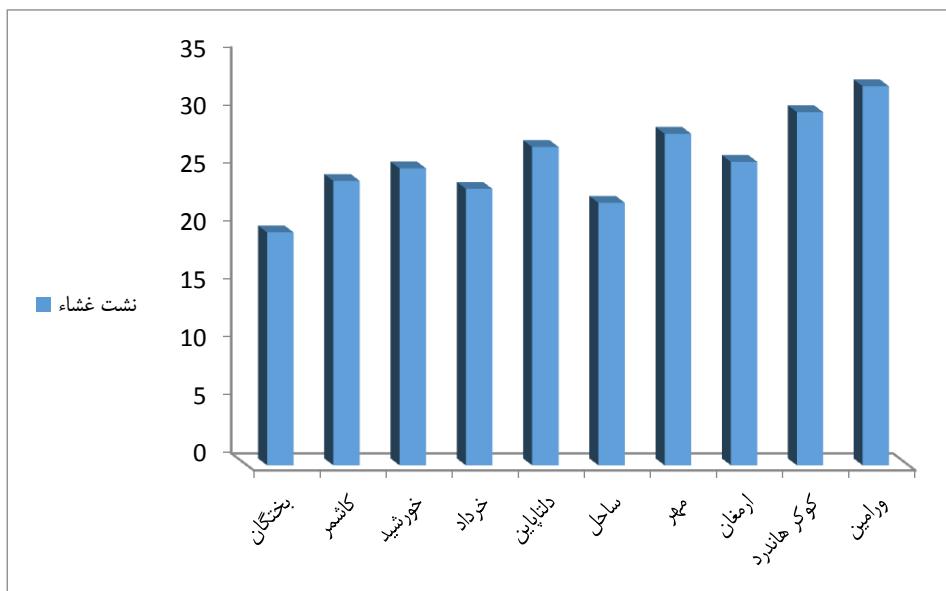
شکل ۲- مقایسه محتوای نسبی آب برگ در ژنتیپ‌های پنه تحت تاثیر آلودگی

Figure 2. Comparison of relative leaf water content in disease-affected cotton genotypes



شکل ۳- مقایسه شاخص کلروفیل در ژنوتیپ‌های پنبه تحت تاثیر آلودگی

Figure 3. Comparison of chlorophyll index in disease-affected cotton genotypes



شکل ۴- مقایسه نشت الکتروولتی غشاء در ژنوتیپ‌های پنبه تحت تاثیر آلودگی

Figure 4. Comparison of membrane electrolyte leakage in disease-affected cotton genotypes

منابع

1. Aghaei Dargiri, S., D. Samsampour, M. Askari Seyahooei and A. Bagheri. 2021. The Role of the Fungal Endophyte *Penicillium Chrysogenum* in Tomato Plant under Salinity Stress. Journal of Crop Breeding, 38(13): 84-94 (In Persian).
2. Amooqaghia R., H. Ghorban Nejad Neirizi and A. Mostajeran. 2014. The effect of salinity on seedling growth, chlorophyll content, relative water content and membrane stability in two canola cultivars. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27(2): 256-268.
3. Arab-Salmani, M., S.M. Okhovat, A. Sharifi-Tehrani, M.J. Nikkhah and N. Safaei. 2011. Epidemiology of Cotton Verticillium wilt in Golestan Province: The effect of disease on quantitative and qualitative traits affecting yield. Journal of Plant Diseases, 47(1): 1-18 (In Persian).
4. Ashworth, L.J. 1983. Aggressiveness of random and selected isolates of *Verticillium dahliae* from cotton and the quantitative relationship of internal inoculum to defoliation. Phytopathology, 73: 1292-1295.
5. Azaddisfani, F. and M.R. Zangi. 2007. Verticillium wilts tolerance in some coton genotypes. Journal of Plant Pathology, 6(2): 206-209 (In Persian).

6. Bashar, G. and Z. Hosseini-Nejad. 1993. Review of elect cotton hybrids. Final report of Varamin Cotton Research Department. 420 pp (In Persian).
7. Bejarno-Alcazar, J., M.A. Blanco-Lopez, J.M. Melero-Vara and R.M. Jimenez-Diaz. 1996. Etiology, Importance, Distribution of *Verticillium* wilt of cotton in Southern Spain. Plant Disease, 80: 1233-1238.
8. Bell, A.A. 2001. *Verticillium* wilt. pp: 28-31. In: G.M. Watkinson. Compendium of Cotton Diseases (2nd ed). APS Press, 87 pp.
9. Bohnert, H.J., D.E. Nelson and R.G. Jensen. 1995. Adaptation to environmental stresses. Plant cell, 7: 1099-1111.
10. Boroujerdnia, M., M.R. Bihemta, K. Alami-Saeed and V. Abdousi. 2016. Effect of drought stress on proline content, soluble carbohydrates, electrolyte leakage and relative bean leaf water content. Journal of Crop Physiology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 8(29): 23-41.
11. CAI, Y.F., X.H. He, J.C. Mo, Q. Sun, J.P. Yang and J.G. Liu. 2009. Molecular research and genetic engineering of resistance to *Verticillium* wilt in cotton: a review. African Journal of Biotechnology, 8: 7363-7372.
12. Çelik, S. and K. Bar. 2017. Determination of the response of some cotton varieties to cotton wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. Turkish Journal of Agriculture Food Science and Technology, 5(12): 1488-1492.
13. CIA, E. and C.L. Salgado. 2005. Doenças do algodoeiro (*Gossypium spp.*). In: Kimati, H., L. Amorim, J.A.M. Rezende, A. Bergamin Filho and L.E.A. Camargo (Eds.). Manual de Fitopatologia: 2, 4 .ed. Doenças das plantas cultivadas. (São Paulo: Agronômica Ceres, 41-52.
14. Cicek, N. and H. Cakirlar. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgican Journal Plant Physiology, 28: 66-74.
15. Culp, T.W. and C.C. Green. 1992. Comparative Performance of obsolete and current cultivars and PD germplasm lines of cotton extrafiber strength. Crop Science, 32: 35-41.
16. DeVay, J.E. and G.S. Pullman. 1984. Epidemiology and ecology of diseases caused by *Verticillium* species, with emphasis on *Verticillium* wilt of cotton. Phytopathol. Mediterranea, 23: 95-108.
17. Dhingra, O.D. and J.B. Sinclair. 1986. Basic Plant Pathology Methods. C.R.C Press. Inc. 355 pp.
18. Erdogan, O., Y. Bolek, H. Dundar and A. Bardak. 2015. Screening of cotton genotypes for resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. Under greenhouse and field conditions. Romanian Agricultural Search, 32: 53-61.
19. Farkhonded, R., E. Nabizadeh and N. Jalilnezhad. 2012. Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relation in two sugar beet cultivars. International Journal of Agricultural Science, 2(5): 385-392 (In Persian).
20. Galbieri, R., E. Cia, M.G. Fuzatto, M.F. Ito, R.R. Lüders and J.I. Kondo. 2008. Avaliação de genótipos de algodoeiro para resistência a *Verticillium dahliae* [Evaluation of cotton genotypes for resistance to *Verticillium dahliae*]. Summa Phytopathologica, 34: 211-215.
21. Goicoechea, N., J.N. Garcia-Mina and J. Aguirreolea. 2000. *Verticillium dahliae* modifies the Concentrations of Proline, Soluble Sugars, Starch, Soluble Protein and Abscisic Acid in Pepper Plants. European Journal of Plant Pathology, 106: 19-25.
22. Jian, G. and M. Lu. 2004. Study on the method of breeding cotton for resistance to *Verticillium dahliae*. Acta Phytopathologica Sinica, 34(4): 70-74.
23. Jiang, M. and J. Zhang. 2001. Effect of abscisic acid on active oxygen species, antioxidative defence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Plant and Cell Physiology, 42: 1265-1273.
24. Karademir, E., C.R. Karademir, R. Ekinci, B. Baran and A. Sagir. 2012. Effect of *Verticillium dahliae* Kleb. on cotton yield and fiber technological properties. International Journal of Plant Production, 6(4): 387-408.
25. Kelly, M. 2016. Cotton disease and nematode control. The University of Tennessee Extension.
26. Khaskheli, M.I., J.L. Sun, S.P. He and X.M. Du. 2013. Screening of cotton germplasm for resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. under greenhouse and field conditions. Eur. J. Plant Pathol, 137: 259-272.
27. Kheiri, A. and M. Fatahi. 2010. Evaluation of *Verticillium* wilts tolerance in different cotton cultivars. Journal of Research in Agricultural Science, 6: 57- 61 (In Persian).
28. Khorshid, A., A. A. Asadi and A. Hatami. 2020. The Effect of Drought Stress on Breeding Genotypes of Sugar Beet under Greenhouse Conditions. Journal of Crop Breeding, 34(12): 83-92.
29. Klebahn, H. 1913. Beiträge zur Kenntnis der Fungi imperfecti. I. Eine *Verticillium*-Krankheit auf Dahlien. Mycologisches Centralblatt, 3: 49-66.
30. Klosterman, S., Z. Atallah, G.E. Vallad and K.V. Subbarao. 2009. Diversity, Pathogenicity, and Management of *Verticillium* Species. Annu. Rev. Phytopathol, 47: 39-62.
31. Kumar Parida, A., V.S. Dagaonkar, M.S. Phalak, G.V. Umalkar, P. Laxman and M. Aurangabadka. 2007. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to shortterm drought stress followed by recovery. Plant Biotechnology Report, 1: 37-48.
32. Mackerness, S.A.H., C.F. John, B. Jordan and B. Thomas. 2001. Early signaling components in ultraviolet-B responses: distinct roles for different reactive oxygen species and nitric oxide. FEBS Lett, 489: 237-242.

33. Mahmoud-Janloo, H. and M. Hoshyarfard. 2002. Evaluation of yield, yield components and tolerance to *Verticillium* wilt disease in cultivars and two distinct cotton vessels. Abstracts of the 7th Iranian Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding. Mazandaran, 693 pp (In Persian).
34. Navabpour, S., K. Morris, E. Harrison, S. Makerness and V. Buchanan-Wollaston. 2003. Expression of senescence enhanced genes in response to oxidative stress. *J. Exp. Bot.*, 54: 2285-2292.
35. Naraghi, L., A. Heidari and A. Karimi. 2006. Annual Report of the Research Project "Determining the Damage of Cotton *Verticillium* wilt Disease in Cotton Working Areas". Annual Report 2006. Plant Protection Research Institute, 412 pp (In Persian).
36. Nasrollanejad, S., H. Mahmoodjanloo, K. Rahnama and O. Alishah. 2006. Evaluation of some quantity and quality properties and ternd of tolerance to verticillium wilt in hybrids and advanced cotton cultivars. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, 13(5): 2-10 (In Persian).
37. Olsen, M. 2011. *Verticillium Wilt* (Revised). Plant Disease Management Horticultural Crops. The University of Arizona College of Agriculture and Life Science.
38. Pandey, P., V. Irulappan, M.V. Bagavathiannan and M. Senthil-Kumar. 2017. Impact of combined abiotic and biotic stresses on plant growth and avenues for crop improvement by exploiting physiomorphological traits. *Frontiers in Plant Science*, 8: 537.
39. Qajri, A. and F. Akram Ghaderi. 2006. Effect of distance and row of plant density on yield and yield components of cotton cultivars in Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences* 12: 833- 844 (In Persian).
40. Quinn, J., B. Ford, A. North and J. Marshall. 2016. *Verticillium Wilt: Cotton Seed Distributors*.
41. Sairam, R.K. and G.C. Srivastava. 2001. Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum L.*): Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. *Journal Agronomy and Crop Science*, 186: 63-70.
42. Sanei, S.J. and S. Nasrollahnejad. 1995. Aggresiveness of some *Verticillium dahliae* isolates to susceptible and resistant cultivars of cotton. *Journal of Agricultural Science*, 1(2): 67-77 (In Persian).
43. Sanei, S.J., S.E. Razavi and E. Lotfalianezhad. 2013. Epidemiology of cotton *Verticillium* wilts in Golestan province, the North of Iran. *Ann. Rev. Res. Biol.*, 3: 564-573 (In Persian)
44. Sanei, S.J., A.G. Ebrahimi and S.E. Razavi. 2000. A relation between inoculum density of *Verticillium dahliae* and *Verticillium* wilt progression of cotton in Gorgan region. 14th Iranian Protection Congress, 5-8 Sep.53 pp (In Persian).
45. Shen, Y. 1985. Integrated management of Fusarium and *Verticillium* wilt of cotton in China. *Crop Protect.*, 4: 337-345.
46. Singleton, L.L., J.D. Mihail and C.M. Rush. 1992. Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi, APS Press. 265 pp.
47. Smart, R.E. and G.E. Bingham. 1974. Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53: 258-260.
48. Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. 4th Edition. Sinauer Associated, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts.
49. Tjamos, E.C., R.C. Rowe, J.B. Healeand and D.R. Fravel. 2000. *Advances in Verticillium Research and Disease Management*. APs Press Minesota, USA.
50. Tohidfar, M. and S. Khosravi. 2017. Cotton genetic engineering: from the past to the present. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 9(2): 13-7 (In Persian).
51. Tzeng, D.D. and J.E. DeVay. 1985. Physiological responses of *Gossypium hirsutum L.* to infection by defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* Kleb. *Physiological Plant Pathology*, 26: 57-72.
52. Van den Berg, F., N.D. Paveley, I.J. Bingham and F. Van den Bosch. 2017. Physiological Traits Determining Yield Tolerance of Wheat to Foliar Diseases. *Phytopathology*, 107(12): 1468-1478.
53. Wei, F., R. Fan, H. Dong, W. Shang, X. Xu, H. Zhu, J. Yang and X. Hu. 2015. Threshold microsclerotial inoculum for cotton *Verticillium* wilt determined through wet-sieving and real-time quantitative PCR. *Phytopathology*, 105: 220-229.
54. Wells, R. and W.R. Meredith. 1986. Normal VS Okra leaf yield interactions in cotton. 2 analysis of vegetative and reproductive growth. *Crop Science*, 26: 223-228.
55. Zahedi, M.R., S.I. Razavi, S.J Sanei and Q. Azad. 2016. Evaluation of tolerance of some cotton cultivars to *Verticillium* wilts disease. Twenty-second Iranian Plant Protection Congress - September 6-9, 2016 - Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj.
56. Zeinalzadeh-Tabrizi, H. and S. Mansouri. 2021. Preliminary Evaluation of Yield, Agronomic Characteristics and Response of Sesame Lines to Wilt Disease in Moghan Region. *Journal of Crop Breeding*, 36(12): 180-192.
57. Zhang, J., S. Sanogo, R. Flynn, J. Baral, S. Bajaj, S.E. Hughs and R. Percy. 2012. Germplasm evaluation and transfer of *Verticillium* wilt resistance from Pima (*Gossypium barbadense*) to Upland cotton (*G. hirsutum*). *Euphytica*, 187: 147-160.
58. Zhang, J.F., H. Fang, H.P. Zhou, S. Sanogo and M. ZY. 2014. Genetics, breeding, and marker-assisted selection for *Verticillium* Wilt resistance in cotton. *Crop Science*, 54: 1289-1303.

Selection of Genotypes Susceptible to *Verticillium* wilts Cotton using Morphological and Physiological Characteristics in Greenhouse Conditions

Davod Bayat Tork¹, Naser Panjehkeh², Hoshang Alizadeh³, Mohammad Razi Nataj⁴ and Mehdi Fatemi⁵

1- PhD Student in Plant Protection, Zabol University, (Corresponding Author: dbayat13@gmail.com)

2- Associate Professor of Zabol University

3- Assistant Professor of Tehran University

4- Agricultural Education and Extension Research Organization, Assistant Professor, National Cotton Research Institute

5- Expert of Khorasan Razavi Agricultural Jihad Organization, Water and Soil Department

Received: 19 July, 2021 Accepted: 20 September, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Verticillium wilt disease is one of the most important damaging and limiting factors of cotton cultivation worldwide. This disease reduces the quantity and quality of the product. Due to the economic importance of Verticillium wilt cotton disease, the best way to control this disease is to use tolerant cultivars. This experiment was performed to determine the effect of disease on morphological and physiological characteristics of cotton cultivars in order to identify tolerant genotypes.

Materials and Methods: The experiment was conducted in 2020 in the greenhouse of Khorasan Razavi Agricultural Education and Natural Resources Research Center (Mashhad Plant Protection Department). Ten commercial Iranian cotton cultivars belonging to *Gossypium hirsutum* including Varamin, Sahel, Bakhtegan, Khorshid, Armaghan, Mehr, Koker, Khordad, Kashmar and Deltapine were planted in factories in a completely randomized design with three replications in the greenhouse. The first factor was cotton cultivars and the second factor was the contamination of cotton cultivars with fungal isolates.

Results: The results of analysis of variance of the measured traits on the studied genotypes showed that the tested cultivars in terms of leaf number, crown diameter, number of branches, leaf area, chlorophyll index, disease severity, relative leaf water content and electrolyte leakage membranes were significantly different at the 1% probability level. This difference was not observed in terms of plant height. Comparison of the mean of the above traits (except plant height) in the treatment of contamination levels, indicated that the cotton plants inoculated with the pathogenic fungus *Verticillium* wilt compared to control plants (no fungal infection) had lower number of leaves, number of branches, leaf area and crown diameter. Mean comparisons of the above traits were performed between genotypes. Some genotypes can be selected for field experiments in terms of superior study traits. The results of comparing the mean interaction of infection \times cultivar for all traits (except plant height) were significant at 1% level. Under the conditions of infection, the highest severity of the disease was related to Varamin and Cocker-hardstand cultivars. While the lowest severity of the disease was related to Bakhtegan cultivar.

Conclusion: The results showed that Verticillium wilt disease reduces the number of leaves, number of branches, leaf area, crown diameter, chlorophyll index and relative water content. While this disease increases the electrolyte leakage of cell membrane. In this regard, a negative and significant phenotypic correlation was observed between disease severity and number of leaves, branch, crown diameter and chlorophyll index. There was a positive and significant phenotypic correlation between disease severity and membrane electrolyte leakage. Therefore, plants with more leaves, higher chlorophyll index and relative water content and lower electrolyte leakage are more resistant to infection.

Keywords: Cotton, Morphology, Physiology, Tolerance, *Verticillium dahliae*