دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

گزینش ژنوتیپ‌های متحمل 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، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، (نویسنده مسوول: dbayat13@gmail.com)
۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران
۴- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگانَ، ایران
۵- کارشناس، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی، بخش آب و خاک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۹
صفحه: ۱۸۱ تا ۱۹۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای 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 متحمل به بیماری است. این آزمایش به منظور تعیین اثر بیماری بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام پنبه در راستای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل 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، ارمغان، مهر، کوکر، خرداد، کاشمر و دلتاپاین به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه کشت شدند. فاکتور اول ارقام پنبه و فاکتور دوم آلوده سازی ارقام پنبه با جدایه قارچی بود.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برروی ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد رقم‌های مورد آزمایش از نظر تعداد برگ، قطر طوقه، تعداد شاخه، سطح برگ، شاخص کلروفیل، شدت بیماری، محتوای نسبی آب برگ و نشت الکترولیتی 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 آلودگی، اشاره بر این موارد داشت که گیاهان پنبه 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 طوقه کمتری داشتند. مقایسات میانگین صفات فوق بین ژنوتیپ‌ها انجام شد. برخی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه برتر و برای آزمایشات مزرعه‌ای می‌توانند انتخاب شوند. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آلودگی × رقم برای تمام صفات (به جز ارتفاع بوته)، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. تحت شرایط آلودگی بیشترین شدت بیماری مربوط به ارقام ورامین و کوکرهاندرد 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 نسبی آب می‌شود. در حالی که این بیماری باعث افزایش نشت الکترولیتی غشاء سلولی می‌گردد. در این رابطه، بین شدت بیماری و تعداد برگ، شاخه رویا، قطر طوقه و شاخص کلروفیل همبستگی فنوتیپی منفی و معنی‌داری مشاهده شد. بین شدت بیماری و نشت الکترولیتی غشاء همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بنابر این گیاهان با تعداد شاخ و برگ بیشتر، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب بالاتر و نشت الکترولیتی پایین‌تر، در مقابل آلودگی به این بیماری تحمل بیشتری دارند.

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

مقدمه

حدود بیست بیماری با خسارت اقتصادی بالا به گیاه پنبه حمله می‌کنند. مهمترین بیماری های قارچی این گیاه *Verticillium* و *Alternaria* هستند (۱۳). بیماری پژمردگی 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 مجتهدی و ویلسون از گرگان گزارش گردید. عامل اصلی این بیماری، قارچ *Verticillium dahlia Kleb.* گزارش شده است (۲۹) و باعث تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در بوته پنبه می‌شود. از علائم قابل توجه بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه، کاهش رشد، تغییر رنگ برگ، پژمردگی و ریزش برگ می باشد.کلروز (زردی) پهنک برگ‌های آلوده در بین رگبرگ‌ها و حاشیه برگ‌ها و در نهایت ریزش آنها، همچنین تغییر 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 (۳۹). 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 می تواند 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

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

انجام شده، بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی پنبه از مهمترین بیماری‌های مناطق عمده کشت پنبه در ایران است (۴۲). در ایران خسارت سالیانه بدلیل کاشت رقم حساس کوکر (*Coker*) در سال ۱۳۴۳، ۸۰ درصد و در سال ۱۳۴۵ تا ۸۹ درصد در بعضی مزارع کردکوی تخمین زده شده است. در استان گلستان درصد کاهش عملکرد ناشی از بیماری در سال ۱۳۸۷، برابر ۱۴/۲۳، در سال ۱۳۷۹، برابر ۱۳/۶۷، در سال ۱۳۸۰، ۱۱/۷۳، در سال ۱۳۸۱، ۱۰/۶۵ درصد و در سال ۱۳۸۲ برابر با ۱۰/۴۲ درصد برآورد گردیده است (۴۴). همچنین، طی اجرای تحقیقات مزرعه‌ای در مناطق نیشابور و مغان 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 dahlia*) ۱۵ 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 میزبانی 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 عمدتا پیشگیرانه است (۳۷). مقاومت ژنتیکی به عنوان گزینه 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 عمده ترین اهداف در کشت پنبه دستیابی به ارقامی است که ضمن بر خورداری 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 (۲۷).

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 ژنوتیپ‌های 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 گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید[1]. جدایه بعد از این‌که در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد کرد و تمام سطح پتری‌دیش پوشیده شد، در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود و هر ۶ ماه تجدید کشت می‌گردد.

تهیه زاد مایه قارچ

قارچ *Verticillium dahliae* در تشتک پتری ۹ سانتی متری روی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار[2] 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 ارلن ۱۰۰ میلی لیتری حاوی آب مقطر سترون گذاشته و خوب تکان داده شد. محتویات ارلن را از صافی عبور داده و سپس یک قطره از محلول را روی یک لام ریخته و با استفاده از دستگاه هموسایتومتر غلظت زادمایه 10^6 کنیدی تعیین گردید (۲۰).

مایه‌زنی در گلخانه

بذور 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 ۱± ۲۴ درجه سانتی‌گراد، ۱۶ساعت روشنایی، 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 گیاه‌پزشکی 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 اتوکلا به مدت سه روز متوالی و هر بار به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر گذاشته شود تا کاملا به صورت همگن سترون گردد. در هر گلدان چهار عدد بذر پنبه ضدعفونی شده کشت گردید. برای ضدعفونی 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 10^6 کنیدی در میلی‌لیتر 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.

۱- جدایه استاندارد ورتیسیلیوم با کد VD-CoG-22

۲- PDA شرکت زیست کاوش ایرانیان

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

شاخص کلروفیل: محتوای کلروفیل یا غلظت کلروفیل آخرین برگ توسعه یافته در زمان نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (کلروفیل متر)[۱] اندازه گیری می‌شود. 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 می‌کنیم. لازم به ذکر است نمونه‌برداری نباید از روی رگبرگ‌ها انجام شود. باید توجه داشت که عدد اسپد (SPAD) به هیچ عنوان مقدار کلروفیل را مشخص نمی‌کند، بلکه تخمینی از غلظت کلروفیل را نشان می‌دهد. این عدد همبستگی بالایی با مقدار کلروفیل برگ دارد.

اندازه گیری سطح برگ: با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter[۲] می‌توان این مقدار را محاسبه کرد. بعد از روشن نمودن لامپ های دستگاه و دوربین، ابتدا باید دستگاه را با استفاده از طلق‌های مخصوص کالیبره نماییم. سپس با قرار دادن یک نمونه از برگ گیاه پنبه روی صفحه چرخان دستگاه و فشردن آیکون Camera از برگ عکس‌برداری می کنیم. در نهایت با کلیک بر روی دکمه Measure مساحت برگ بر حسب سانتی‌متر مربع قرائت می نماییم.

محتوای نسبی آب برگ: برای اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ، برگ‌ها پس از نمونه‌برداری بلافاصله وزن گردید. سپس ۲۴ ساعت در آب دیونیزه در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا دوباره آب جذب کند و مجددا وزن شد. نمونه‌ها در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیده و وزن شد (۵۱). مقدار محتوای نسبی آب برگ مطابق فرمول (۱) به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

(وزن خشک – وزن نمونه آبگیری شده)/ (وزن خشک – وزن تر نمونه)= محتوای نسبی آب برگ : (۱)

سنجش میزان نشت الکترولیتی غشاء پلاسمایی: ۰/۱ برگ از هر نمونه را وزن کرده و داخل دو سری لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر شده قرار می‌دهیم. سپس یک سری از نمونه‌ها را در دستگاه بن ماری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار می‌دهیم و پس از این زمان هدایت الکتریکی نمونه‌ها به کمک دستگاه EC متر اندازه‌گیری می کنیم. سری دوم از لوله آزمایش را نیز به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی آنها را نیز اندازه‌گیری می‌کنیم (۴۱). درصد هدایت الکتریکی بیانگر میزان نشت الکتریکی مواد از غشاء می‌باشد که مطابق فرمول (۲) محاسبه می‌گردد.EC1 و EC2 هدایت الکتریکی محلول‌ها به ترتیب قبل و بعد از جوشیدن بوده است:

(۲) :%EC=(EC1/EC2)×100

اندازه‌گیری شدت بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی (Disease Severity): شدت بیماری گیاهچه‌های پنبه آلوده شده به ورتیسیلیوم مطابق روش بجارنو- آلکازار و همکاران (۷) با استفاده از فرمول زیر (۳) محاسبه می‌گردد:

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

که در این فرمول:

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 می‌باشد.

آزمایش در گلخانه و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتور اول ارقام پنبه و فاکتور دوم آلوده سازی ارقام پنبه با جدایه قارچی بود. قبل از تجزیه آماری داده‌های آزمایش، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد. داده‌های 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 ازآزمون دانکن، میانگین‌ها مقایسه شدند. همچنین، همبستگی بین صفات زراعی و فیزیولوژیک با شدت بیماری محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد رقم‌های مورد آزمایش از نظر تعداد برگ، قطر طوقه، تعداد شاخه، سطح برگ، شاخص کلروفیل، شدت بیماری، محتوای نسبی آب برگ و نشت الکترولیتی غشاء در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. این اختلاف از نظر ارتفاع بوته دیده نشد (جدول ۱). اثر متقابل آلودگی × رقم برای تمام صفات (به جز ارتفاع بوته)، در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین صفات فوق (به جز ارتفاع بوته) در جدول شماره (۲)، اشاره بر این موارد دارد که گیاهان پنبه 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 طوقه کمتری داشتند. 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. عرب‌سلمانی و همکاران (۲)، با تحقیق اثر بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی برصفات کمی و کیفی ژنوتیپ های پنبه، گزارش کردند که این بیماری باعث کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد برگ و قطر طوقه می‌گردد. گویکوچهآ و همکاران (۲۱)، در آزمایش تاثیر پژمردگی ورتیسیلیومی برروی 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، حاصل‌خیزی خاک، رقم و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه تاثیر می‌گذارند. گیاهان پنبه آلوده با قارچ پژمردگی ورتیسیلیومی در مقایسه با گیاهان شاهد، شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ کمتری داشته ولی نشت الکترولیتی غشاء سلولی به مراتب بالاتر و قابل ملاحظه بود. در تحقیقی، محتوای کلروفیل و کاروتنوییدها در ژنوتیپ‌های پنبه با القای تنش خشکی در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرد و هنگام رفع تنش خشکی محتوای کاروتنوییدها در ژنوتیپ‌های پنبه افزایش پیدا کرد (۳۱).

۱- دستگاه کلروفیل متر SPAD 502 PLUS کمپانی KONICA MINOLTA ژاپن
۲- دستگاه سطح برگ‌سنج GateHouse مدل 4cht Aok کشور سازنده UK با دقت ۰/۰۱ سانتیمتر مربع

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده برروی ژنوتیپ های مورد بررسی

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ	قطرطوقه	تعداد شاخه رویشی	شاخص کلروفیل	سطح برگ	شدت بیماری	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیتی غشاء(٪)
آلودگی	۱	۰/۱۵^{ns}	۶/۶۶**	۰/۲۷**	۸/۸۱**	۸۶۳/۳۶۲**	۱۸۶۹۱/۳۵**	۰/۳۷۹**	۰/۰۲۲**	۳۶۸/۰۳۲**
رقم	۹	۲/۶۷^{ns}	۵/۵۱**	۰/۰۷**	۳/۶۶**	۱۰۵/۷۳**	۱۵۰۷/۹۲**	۰/۰۰۵۹**	۰/۰۳۴**	۲۴۰/۱۰۵**
رقم*آلودگی	۹	۱/۳۷^{ns}	۲۱/۲۲**	۰/۰۱**	۱/۲۹**	۳۲/۸۴**	۵۱۳/۲۰**	۰/۰۰۵۹**	۰/۰۱۳**	۳۱۳/۸۵۲**
خطا	۴۰	۱/۲۸۹۱۶	۰/۰۱۵۸۳	۰/۰۰۱۶۳	۰/۰۸۳۳۳	۰/۲۰۳۶۰	۴/۸۰۵۸۳	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۰۲۳	۰/۰۰۸۶۳
CV%	–	۳/۰۴	۲/۳	۵/۷۲	۶/۱۲	۱/۷۵	۱/۵۱	۰/۷۹	۱/۸۷	۰/۴۹

ns معنی‌دار نمی‌باشد. ** و * به‌ترتیب معنی‌دار 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 (سانتی‌متر)	تعدادبرگ	قطرطوقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه رویشی	شاخص کلروفیل	سطح‌برگ (سانتی‌مترمربع)	شدت بیماری	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیتی غشاء(٪)
۱	۳۷/۳^{a}	۵/۱۳^{b}	۰/۶۳^{b}	۴/۳۳ ^{b}	۲۱/۷۶^{b}	۱۲۷/۴۰^{b}	۰/۸۶^{a}	۰/۲۴۳^{b}	۲۰/۵۲^{a}
۰	۳۷/۲^{a}	۵/۸^{a}	۰/۷۷^{a}	۵/۱۰^{a}	۲۹/۳۴^{a}	۱۶۲/۷۰^{a}	۰/۷۱^{b}	۰/۲۸۲^{a}	۱۵/۵۷^{b}

کاهش در محتوای نسبی آب برگ می تواند به علت کاهش دسترسی به آب در شرایط تنش باشد، یا اینکه سیستم‌های ریشه ای به دلیل کاهش سطح جذب، قادر به جبران آب از دست رفته توسط تعرق نباشند (۴۷). در گیاهانی که در معرض تنش های محیطی قرار گرفته اند، به ویژه غشائ‌ها به میزان زیادی توسط گونه های 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 ژنوتیپ بجز در صفت ارتفاع بوته در بقیه صفات معنی‌دار بود که نشان‌دهنده وجود تنوع بین ژنوتیپ‌ها است. در جدول شماره (۳) مقایسات میانگین بین ژنوتیپ‌ها انجام شد. برخی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه برتر می‌باشند و برای آزمایشات مزرعه‌ای می‌توانند انتخاب شوند. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های بختگان، خرداد، کاشمر و خورشید بالاترین شاخص کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ و پایین‌ترین شدت بیماری و نشت الکترولیتی غشاء را داشتند. ژنوتیپ‌های ورامین و کوکر هاندرد بیشترین شدت بیماری داشتند. بر اساس مطالعات در مناطق کشت پنبه در سال های 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 وکوکر 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 کوکرهاندرد 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 خرداد و گروه سوم شامل بختگان، خورشید و کاشمر می‌باشد (جدول۴). بررسی داده‌ها نشان داد از نظر تعداد شاخه رویا، 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 کوکرهاندرد قابل ملاحظه بود. البته ارقام کاشمر و خورشید جزء 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 فنوتیپ مقاومت ۱۲ رقم مختلف (شامل ارمغان، بختگان، تاشکند ۱، ساحل، سپید، شیرپان، کاشمر، گلستان، ورامین، NNC، T2 و T3) با استفاده از شاخص علائم برگی بیماری (۰=بدون علایم و ۵= ریزش برگ) و ۹ شاخص رشد (ارتفاع گیاه، تعداد میان‌گره، عملکرد، وزن قوزه، زودرس بودن بوته، تعداد و طول شاخه‌ی زایا و رویا) بررسی گردید. طبق نتایج به‌دست آمده کمترین و بیشترین شدت بیماری به ترتیب به ارقام بختگان و ورامین مربوط بود. استفاده از ارقام متحمل یکی از مهمترین روش‌های مدیریت بیماری‌های پژمردگی‌های ورتیسیلیومی است (۳۰). تاکنون ارقام متحمل زیادی برای مدیریت این بیماری معرفی شده‌اند (۲۴). ارقام ساحل و بختگان در ایران به عنوان ارقام متحمل 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 پنبه‌ی مورد بررسی (بی- ۵۵۷، چکوروبا، سیلند، تاشکند۱، سای‌اکرا۳۲۴، کوکر۱۰۰ ویلت، دلتاپاین، ساحل، بختگان، ۳۱۲ - ۸۱۸، کوکر- ۳۱۲، سای‌کالا، ورامین، اولتان، هوپی‌کالا) از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول شاخه‌ی رویا، تعداد شاخه‌ی رویا، طول شاخه‌ی زایا، تعداد غوزه، کیل و شاخص بیماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند. این اختلاف در تعداد شاخه‌ی زایا دیده نشد. در بین ارقام مورد آزمایش از نظر شاخص بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی، ارقام دلتاپاین، ساحل، ورامین، چکوروبا، سای

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

اکرا ۳۲۴، سیلند، کوکر۱۰۰ ویلت، کوکر ۳۱۲، سای‌کالا و هوپی‌کالا 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 پنبه، ژنوتیپ های پنبه را بر اساس تحمل و حساسیت به چند گروه دسته بندی کردند به طوری که ارقام تاشکند و بختگان را به عنوان ارقام متحمل و ارقام ورامین، هوپی کالا و کوکر هاندرد را به عنوان ارقام حساس گزارش نمودند.

از نظر شاخص کلروفیل،کمترین اختلاف بین گیاهان آلوده 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. زینل‌زاده‌تبریزی و منصوری (۵۶) در یک پژوهش گزارش کردند که ژنوتیپ‌های متحمل 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 تنش غیر زنده (خشکی) روی شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه داشته باشند (۳۸). کومار و همکاران (۳۱) در یک پژوهش با موضوع ارزیابی ژنوتیپ‌های پنبه نسبت به تنش خشکی، نشان دادند محتوای کلروفیل و کاروتنوییدها در گیاهان تحت تنش خشکی در مقایسه با گیاهان شاهد، کاهش پیدا کردند. دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش از جمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. در اثر تنش زیستی و غیر زیستی، افزایش میزان کاروتنوییدها با توجه به نقش آن‌ها در سیستم دفاع آنتی اکسیدانی برای محافظت از رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل) پیش بینی می شود. تحت تنش، افزایش رادیکال‌های فعال اکسیژن تا حد زیادی می توانند به کاروتنوییدها آسیب برسانند. نتیجه این امر صدمه به رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاهش واکنش های فتوشیمیایی است (۴۸،۲۸،۱). در بین گیاهان آلوده 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 عناصر آوندی افزایش می‌دهد. بالا بودن محتوای نسبی آب، بافت را قادر می کند که به از دست رفتن آب مقاوم‌تر 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). گویکوچهآ و همکاران (۲۱)، 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 تغییرکرده و کاهش یافت. نتایج نشان داد که ارقام متحمل بختگان، کاشمر، خرداد نسبت به ارقام حساس ورامین و کوکرهاندرد حتی در شرایط بدون تنش حاوی محتوای نسبی آب بیشتری بوده و قادر هستند در سطوح تنش بالا محتوای نسبی آب خود را در سطح بالایی نگه دارند و از صدمات کمتری ناشی از پسابیدگی و کاهش محتوای آب برخوردار گردند. تفاوت در محتوای آب نسبی در ارقام مختلف می‌تواند به توانایی آنها در جذب آب از خاک یا توانایی بستن روزنه‌ها و تعرق کمتر در شرایط تنش مربوط گردد.

نتایج جدول شماره (۴) نشان داد که رقم بختگان و ورامین به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین میزان نشت الکترولیتی را داشتند. بنابراین رقم بختگان متحمل به شرایط تنش بوده و می‌توان گفت که این رقم در اثر تنش دچار آسیب سلولی کمتری می‌شود. در رقم متحمل بختگان تنش به غشای 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 واکنش های متابولیکی برای گیاه، سلول دوباره به حالت اول بازگشته و سیالیت غشاء مجدداً به‌دست 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 پنبه نسبت به بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در تحقیقات دیگر نیز پیشنهاد شده است (۱۶،۲۶،۴،۴۳).

در جدول شماره (۵) همبستگی منفی بین شدت بیماری و صفات تعدادبرگ، 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 ($p\leq0.05$). بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی سبب ریزش برگ، گل و بار بوته می‌شود. (۱۵،۵۴). زاهدی و همکاران (۵۵) آزمایشی با موضوع ارزیابی تحمل تعدادی از ارقام پنبه 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 رویای بیشتر تحمل بیشتری در مقابل حمله عامل بیماری دارند. مشابه چنین نتایجی را عرب‌سلمانی و همکاران (۳) و نصراله‌نژاد 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 متحمل گندم به بیماری سپتوریای 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 زینل‌زاده‌تبریزی 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 می توانند نقشی مشابه با تنش غیر زنده (خشکی) روی شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه داشته باشند (۳۸). نتایج تحقیق خورشید و همکاران (۲۸) بر روی تاثیر تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های اصلاحی چغندرقند در شرایط گلخانه، نشان داد که بین صفت محتوای آب از دست رفته برگ و تنش خشکی همبستگی منفی وجود داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

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

نتیجه‌گیری کلی

بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در مناطق مختلف پنبه کاری کشور، شایع می‌باشد. استفاده از ارقام متحمل یکی از اهداف مهم تحقیقات پنبه می‌باشد. توجه به نوع و روابط صفات زراعی و فیزیولوژیکی در بین ژنوتیپ‌های متحمل، در کسب نتایج مطلوب بسیار حائز اهمیت است. مهم‌ترین پاسخ حفاظتی ژنوتیپ‌های 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.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات در تیمار سطوح ارقام

Table 3. Comparison of mean traits in cultivar level treatment

رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ	قطرطوقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه رویا	سطح‌برگ (سانتی مترمربع)	شاخص کلروفیل	شدت بیماری	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیتی غشاء (٪)
کاشمر	۳۷/۶^{a}	۴/۱۶^{f}	۰/۶۵^{c}	۱/۷۵^{e}	۱۵۱/۱۶^{b}	۲۷/۳۸^{c}	۰/۷۵^{e}	۰/۲۹۷^{c}	۱۴/۱۶^{n}
خورشید	۳۶/۶ ^{a}	۵/۰۰^{a}	۰/۸۰^{a}	۱/۵^{e}	۱۴۱/۵^{cd}	۲۵/۳۵^{a}	۰/۷۵^{e}	۰/۲۶۶^{a}	۱۵/۶۶^{g}
ورامین	۳۷/۸^{a}	۷/۰۰^{a}	۰/۷۵ ^{ab}	۶/۰۰^{a}	۱۴۱/۰۰^{cd}	۱۸/۰۶^{g}	۰/۸۴^{a}	۰/۲۰۹^{g}	۳۲/۰۵^{a}
خرداد	۳۶/۰۰^{a}	۶/۰۰^{c}	۰/۸۰^{a}	۳/۸۳^{d}	۱۴۴/۶۶^{c}	۳۰/۸۸^{b}	۰/۷۸^{a}	۰/۳۳۴^{b}	۱۲/۱۳^{l}
کوکرهاندرد	۳۷/۱ ^{a}	۴/۵^{e}	۰/۷۱^{b}	۴/۱۶^{cd}	۱۲۴/۸۳^{f}	۲۲/۶۳^{f}	۰/۸۲^{b}	۰/۲۱۶^{g}	۲۴/۷۳^{b}
بختگان	۳۷/۶^{a}	۶/۵^{b}	۰/۸۰^{a}	۴/۵^{c}	۱۳۷/۵^{a}	۳۲/۷۸^{a}	۰/۷۴^{e}	۰/۳۷۵^{a}	۱۰/۷۵^{j}
ارمغان	۳۶/۸^{a}	۶/۰۰^{c}	۰/۶۲^{c}	۵/۱۶^{b}	۱۵۱/۱۶^{b}	۲۶/۶۵^{c}	۰/۸۰^{c}	۰/۲۵۹^{e}	۱۶/۸۰^{e}
دلتاپاین	۳۸/۳^{a}	۴/۵^{e}	۰/۸۰^{a}	۵/۱۶^{b}	۱۴۵/۳۳^{c}	۲۳/۶۳^{e}	۰/۷۸^{a}	۰/۲۳۲^{f}	۱۶/۳۵^{f}
ساحل	۳۷/۰۰^{a}	۵/۰۰^{a}	۰/۶۳^{c}	۵/۱۶^{b}	۱۳۰/۰۰^{e}	۲۴/۶۶^{a}	۰/۷۹^{cd}	۰/۲۶۴^{de}	۱۷/۴۳^{a}
مهر	۳۷/۳^{a}	۶/۰۰^{c}	۰/۴۷^{a}	۵/۱۶^{b}	۱۸۳/۳۳^{a}	۲۳/۴۸^{e}	۰/۸۰^{c}	۰/۲۹۰^{c}	۲۰/۴۱^{c}

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل آلودگی x ارقام

Table 4. Comparison of the average interaction effects of x cultivars

آلودگی	رقم	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد برگ	قطرطوقه (سانتی‌متر)	تعداد شاخه رویا	سطح‌برگ (سانتی‌متر-مربع)	شاخص کلروفیل	شدت بیماری	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیتی غشاء(٪)
آلوده	کاشمر	۳۸/۳^{a}	۵^{d}	۰/۷۰^{c}	۱/۵^{e}	۱۱۷/۶۶^{h}	۲۰/۲۳^{l}	۰/۸۰^{e}	۰/۲۴۳^{f}	۲۴/۵۵^{g}
آلوده	خورشید	۳۷^{a}	۶^{c}	۰/۸۰^{b}	۱/۲۵^{e}	۱۰۱/۳۳^{j}	۲۱/۴۰^{h}	۰/۸۰۶^{e}	۰/۲۰۳^{h}	۲۵/۶۳^{f}
آلوده	ورامین	۳۸/۳^{a}	۴^{e}	۰/۷۰^{c}	۳/۳۳^{d}	۱۳۲/۶۶^{g}	۱۶/۸۶^{l}	۰/۹۸۳^{a}	۰/۱۱۴^{j}	۳۲/۶۹^{a}
آلوده	خرداد	۳۶^{a}	۳^{f}	۰/۷۰^{c}	۴^{c}	۱۱۵/۶۶^{h}	۲۳/۳۳^{g}	۰/۸۶۳^{d}	۰/۲۹۰^{c}	۲۳/۸۷^{g}
آلوده	کوکرهاندرد	۳۷/۳^{a}	۴^{e}	۰/۶۶۶^{cd}	۳/۳۳^{d}	۱۰۷^{i}	۱۲/۳۶^{k}	۰/۹۳۶^{b}	۰/۱۱۰^{j}	۳۰/۴۷^{b}
آلوده	بختگان	۳۷/۶^{a}	۵^{d}	۰/۷۳۳^{c}	۴/۳۳^{c}	۱۳۷/۳۳^{fg}	۲۸/۰۳^{d}	۰/۷۸^{f}	۰/۳۲۵^{b}	۲۰/۱۳^{i}
آلوده	ارمغان	۳۷/۳^{a}	۵^{d}	۰/۴۳۳^{f}	۵^{b}	۱۱۷/۳۳^{h}	۲۱/۷۶^{h}	۰/۸۹۶^{c}	۰/۱۹۴^{i}	۲۶/۱۹^{e}
آلوده	دلتاپاین	۳۸/۳^{a}	۳^{f}	۰/۶۰^{cde}	۵^{b}	۱۳۶/۶۶^{fg}	۲۳/۹۳^{g}	۰/۸۶۳^{d}	۰/۲۸۶^{c}	۲۷/۴۷^{d}
آلوده	ساحل	۳۶/۳^{a}	۵^{d}	۰/۵۱۶^{e}	۴/۳۳^{c}	۱۳۲/۳۳^{g}	۲۷/۹۳^{d}	۰/۸۷^{d}	۰/۲۳۷^{f}	۲۲/۶۷^{h}
آلوده	مهر	۳۶/۶^{a}	۴^{e}	۰/۵۱۶^{e}	۴/۳۳^{c}	۱۳۸/۳۳^{f}	۲۱/۳۳^{h}	۰/۸۹^{c}	۰/۲۱۳^{g}	۲۸/۶۱^{c}
سالم	کاشمر	۳۷^{a}	۶^{c}	۰/۸۰^{b}	۱/۷۵^{e}	۱۵۸^{d}	۲۵/۲۰^{f}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۸۹^{c}	۱۶/۷۶^{l}
سالم	خورشید	۳۶/۳^{a}	۷^{b}	۰/۹۰^{a}	۱/۵^{e}	۱۵۳^{e}	۲۵/۳۶^{f}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۵۵^{e}	۱۵/۷۶^{m}
سالم	ورامین	۳۷/۳^{a}	۸^{a}	۰/۹۴^{a}	۶^{a}	۱۹۶/۶۶^{a}	۳۸/۶۶^{a}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۱۹^{g}	۱۱/۱۰^{p}
سالم	خرداد	۳۶/۳^{a}	۵^{d}	۰/۸۰^{b}	۵^{b}	۱۵۱^{e}	۲۷/۹۳^{e}	۰/۷۱^{g}	۰/۳۳۱^{b}	۱۷/۸۳^{k}
سالم	کوکرهاندرد	۳۷^{a}	۷^{b}	۰/۹۰۶^{a}	۶^{a}	۱۷۰^{bc}	۳۳/۷۳^{b}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۱۲^{g}	۱۲/۱۶^{k}
سالم	بختگان	۳۷/۶^{a}	۵^{d}	۰/۸۰^{b}	۵^{b}	۱۶۵^{c}	۳۰/۴۰^{c}	۰/۷۱^{g}	۰/۳۴۳^{a}	۱۸/۲۶^{j}
سالم	ارمغان	۳۶/۳^{a}	۷^{b}	۰/۶۳۳^{cd}	۶^{a}	۱۶۴/۳۳^{c}	۲۶/۹۰^{e}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۴۹^{ef}	۱۴/۱۲^{n}
سالم	دلتاپاین	۳۸/۳^{a}	۵^{d}	۰/۷۰^{c}	۶^{a}	۱۶۷/۳۳^{c}	۲۷/۹۳^{d}	۰/۷۱^{g}	۰/۳۳۶^{ab}	۱۷/۲۰^{k}
سالم	ساحل	۳۷/۶^{a}	۶^{c}	۰/۶۳۳^{cd}	۵/۳۳^{b}	۱۶۵/۶۶^{c}	۳۴/۵۳^{b}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۸۳^{c}	۱۷/۶۶^{k}
سالم	مهر	۳۸^{a}	۶^{c}	۰/۶۳۳^{cd}	۶^{a}	۱۷۳/۶۶^{b}	۲۷/۳۶^{de}	۰/۷۱^{g}	۰/۲۶۳^{d}	۱۳/۸۳^{o}

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

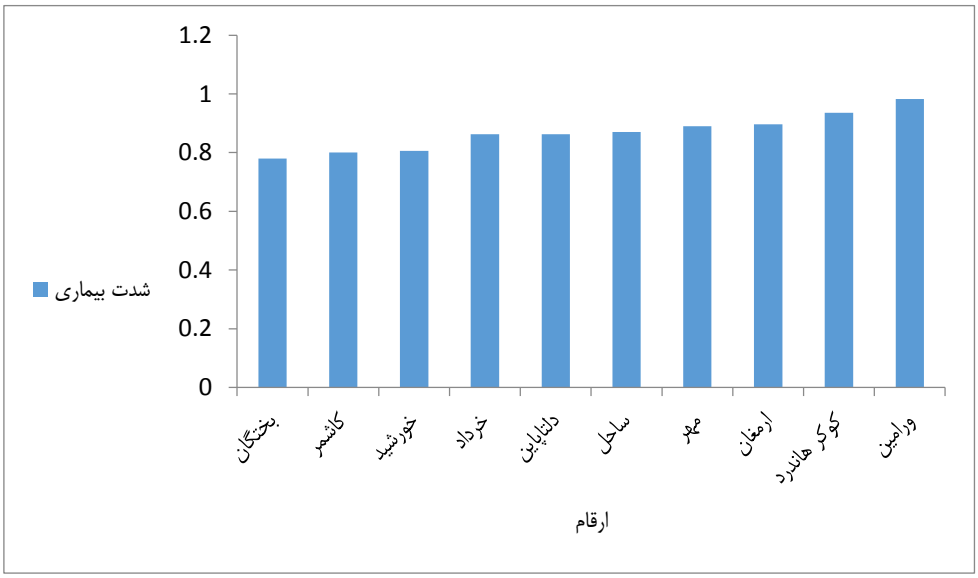
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

جدول ۵- همبستگی شدت بیماری با سایر صفات

Table 5. Correlation of disease severity with other traits

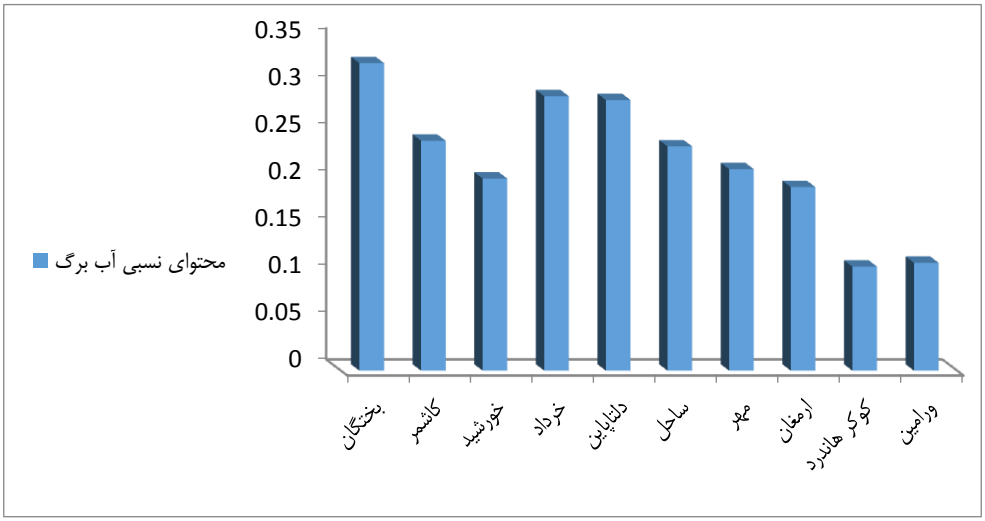
صفات	ارتفاع	تعداد برگ	قطر طوقه	تعداد شاخه رویا	سطح برگ	شاخص کلرفیل	محتوای نسبی آب برگ	نشت الکترولیتی غشاء
شدت بیماری	۰/۰۴۹۱۲^{ns}	-۰/۴۴۵۳۹*	-۰/۳۴۲۰۸^{ns}	-۰/۵۵۹۶۸*	۰/۰۸۲۵۷^{ns}	-۰/۶۱۸۵۸*	-۰/۷۷۲۲۵**	۰/۸۳۹۴۶**

ns معنی دار نمی باشد. ** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد



شکل ۱- مقایسه شدت بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی در ژنوتیپ‌های پنبه

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

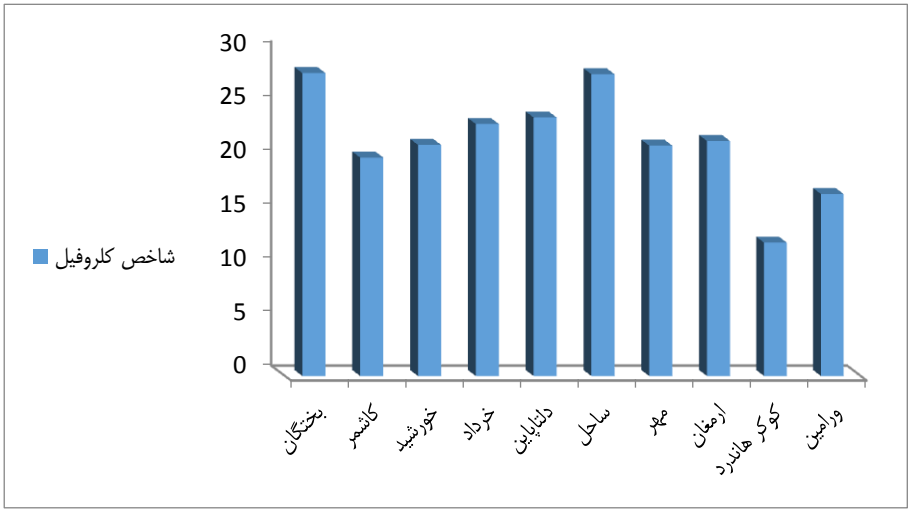


شکل۲- مقایسه محتوای نسبی آب برگ در ژنوتیپ‌های پنبه تحت تاثیر آلودگی

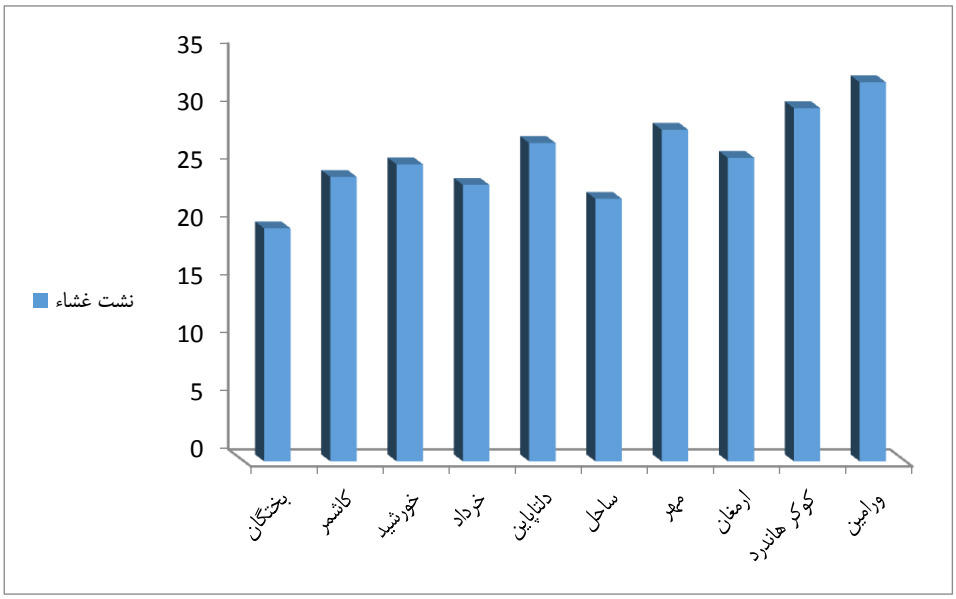
Figure 2. Comparison of relative leaf water content in disease-affected cotton genotypes

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]



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 الکترولیتی 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. Amooaghaie 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).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]
[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

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 dahlia 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. Erdoğan, O., Y. Bölek, H. Dündar and A. Bardak. 2015. Screening of cotton genotypes for resistance to *Verticillium dahlia 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 Agicultural 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 dahlia* 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. Beitrage 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.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

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. Lotfalinezhad. 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, Massacchusetts.
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.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]

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

Davod Bayat Tork[1], Naser Panjehkeh[2], Hoshang Alizadeh[3], Mohammad Razi Nataj[4] and Mehdi Fatemi[5]

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 × 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-handard 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 dahlia*

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-22]

[DOI: 10.52547/jcb.13.40.181]