

ارزیابی عکس‌العمل رقم‌های رایج فلفل در ایران نسبت به نماتد ریشه‌گرهی (*Meloidogyne incognita* race 2) در شرایط گلخانه

امیر قاسم‌زاده^۱* و سالار جمالی^۱*

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۷)

چکیده

نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne spp.*) از عوامل محدود کننده کشت محصولات کشاورزی از جمله فلفل هستند. گونه *M. incognita* به طور گسترده‌ای در مزارع فلفل استان گیلان پراکنده‌گی دارد. در این تحقیق، مقاومت ۱۱ رقم فلفل شامل فلفل قلمی (هیرید کویامی، هیرید عزیز و هیرید باونتی) و فلفل دلمه‌ای (کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیرید کاملوت، هیرید کینگ آرتور، هیرید ویزارد، هیرید آریستوتل، هیرید پلاتو، هیرید مرکوری و کالیفرنیا واندر ۳۰۱) نسبت به نزد ۲ نماتد *M. incognita* آزمایش در شرایط گلخانه با دامنه دمایی ۲۲ تا ۲۸ درجه سلسیوس و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. گیاه‌چهه‌های فلفل در زمان چهاربرگی با ۲۰۰۰ عدد لارو سن دوم نماتد به ازای هر کیلوگرم خاک مایه‌زنی شدند. هشت هفته پس از مایه‌زنی، شاخص‌های رشدی (میزان کلروفیل برگ، وزن تر و خشک شاخصاره و ریشه، طول و حجم ریشه، طول و قطر ساقه و تعداد برگ سالم) و صفات مربوط به آلدگی نماتد (تعداد گره، توده تخم، تعداد لارو در خاک و فاکتور تولیدمثلی) ارزیابی شدند. در تعیین نهایی واکنش رقم‌ها، از سیستم مبتنی بر فاکتور تولیدمثل و شاخص‌های گال، کیسه تخم و مقاومت استفاده گردید. براساس نتایج، رقم‌های فلفل دارای درجات متفاوتی از حساسیت نسبت به نماتد بودند. در صفات رویشی، رقم‌های هیرید ویزارد، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیرید باونتی، هیرید مرکوری و هیرید کاملوت نسبت به بقیه رقم‌ها کمترین تأثیرپذیری از آلدگی به نماتد را از خود نشان دادند. رقم‌های کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیرید باونتی، هیرید مرکوری و هیرید کاملوت از نظر صفات تولیدمثلی نماتد، حساسیت کمتری نسبت به بقیه رقم‌ها داشتند. از نظر ارزیابی شاخص‌های گال، توده تخم و مقاومت، رقم‌های هیرید مرکوری و هیرید کاملوت به عنوان متحمل‌ترین و رقم‌هایی هیرید کینگ آرتور و هیرید عزیز به عنوان حساس‌ترین رقم‌ها ارزیابی شدند.

کلمات کلیدی: شاخص مقاومت، صفات تولیدمثلی، شاخص‌های رشد

مقدمه

سه‌تایی و برچه‌ها سه عدد می‌باشند. دانه دارای آلبومن تحلیل یافته و دستگاه ترشح کننده دارای سلول‌های محتوى انسانی است (۲). جنس فلفل (*Piper*) به تنها ۵۰ گونه دارد.

فلفل گیاهی است از خانواده Piperaceae است. برگ‌ها در این خانواده کامل و متناوب، گل‌ها دارای شش پرچم در دو حلقه

۱. گروه گیاه‌پژوهی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: jamali@guilan.ac.ir

برنامه‌های کنترل یکی از مؤثرترین روش‌های کاهش یا حذف کاربرد نماتدکش‌های شیمیایی می‌باشد. عملده‌ترین تحقیقات انجام شده در ارتباط با مقاومت نسبت به گونه *Meloidogyne incognita* (۱۲) بررسی‌هایی روی ۱۷ رقم پنبه جهت تعیین میزان مقاومت و تحمل به *M. incognita* انجام دادند و دریافتند که تکثیر نماتد در رقم مقاوم، در مقایسه با رقم حساس، ۱۰٪ می‌باشد. در سال ۲۰۰۴، واکنش ژرم پلاسم‌های گوجه‌فرنگی در مقابل نماتد ریشه‌گرهی *M. incognita* ارزیابی گردید (۲۰). در این تحقیق، ژرم‌پلاسم‌های با شاخص گال ۲ رقم مقاوم، با شاخص ۳ رقم با مقاومت متوسط و با شاخص ۴-۵ رقم‌های حساس تا خیلی حساس گزارش شدند. در غربال گیاهان نسل دوم گوجه‌فرنگی *M. incognita* برای زن مقاومت نسبت به نماتد ریشه‌گرهی گیاهان با شاخص گال برابر دو یا کمتر، مقاوم و گیاهان با ضریب تکثیر صفر و بیشتر از یک، به ترتیب مقاوم و حساس معرفی شدند (۱۳). همه‌ی رقم‌های خیار سبز مورد بررسی، به‌غیر از رقم Super duminus (رقم مزرعه‌ای)، نسبت به نژاد یک گونه *M. incognita* حساس می‌باشند (۵). در تحقیقی که به منظور ارزیابی مقاومت چهار رقم گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* صورت گرفت، مشاهده شد که هیچ‌کدام از رقم‌های مورد آزمایش دارای مقاومت کامل در مقابل نماتد فوق نبودند (۳). همچنین، در آزمایشی که به منظور بررسی ارزیابی مقاومت برخی رقم‌های گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* در شرایط گلخانه انجام گرفت، Mobil به عنوان رقم مقاوم به نماتد *M. javanica* تشخیص داده شد. رقم‌های King Rock و Royal Rs به دلیل داشتن بروز واکنش فوق حساسیت، در حالت آلودگی ۵۰۰۰ لارو در یک کیلوگرم خاک، نماتد وارد سیستم ریشه گوجه‌فرنگی شده، ولی تعداد کمتری گال نسبت به رقم حساس ایجاد می‌شود. در صورت افزایش آلودگی، گیاه مقاومت خود را از دست داده و در گروه رقم‌های حساس به نماتد قرار می‌گیرد. بقیه رقم‌های

مهمترین گونه آن، فلفل سیاه (*Piper nigrum*) است که گیاهی پیچان بوده و در تمام مناطق حاره استوایی کاشته می‌شود. این گیاه به وسیله ریشه نابجای خود از تکیه‌گاهها بالا می‌رود (۲۹). فلفل سبز یک محصول مهم کشاورزی است که نه تنها به خاطر ارزش اقتصادی، بلکه به دلیل میوه خاص، منع عالی رنگ‌های طبیعی و ترکیبات آنتی‌اکسیدان، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۲۹). تعداد زیادی از این ترکیبات شامل ترکیبات فنلی، ویتامین‌ث و کارتوئیدها در میوه آن یافت می‌شوند. تمایل به مصرف میوه این محصول به دلیل داشتن مواد حیاتی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی رو به افزایش است (۱۶). با افزایش جمعیت جهان و کمبود منابع غذایی، بحث افزایش کیفیت و کمیت تولید در واحد سطح، بیش از پیش توجه همه را به خود جلب کرده است. کشت گیاهان گلخانه‌ای در یک سیستم کنترل شده از نظر تغذیه، بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفته است.

نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne spp.*) دارای طیف میزانی وسیعی در بین گیاهان مختلف می‌باشند (۱۱). به نظر می‌رسد جنس *Meloidogyne* مهمترین جنس در میان نماتدهای انگل گیاهی، از نظر میزان خسارت وارد به محصولات کشاورزی است (۲۵). گونه *M. incognita* یکی از گونه‌های رایج در تمام نقاط دنیاست که در دامنه جغرافیایی وسیع تری نسبت به سایر گونه‌ها (تقريباً از عرض ۴۰ درجه شمالی تا عرض ۳۳ درجه جنوبی)، گسترش داشته و دارای میزان‌های بسیار زیادی است. ميانگين دمای سالانه مناسب برای فعالیت این نماتد بین ۱۸ تا ۳۰ درجه سلسیوس است، ولی بیشترین جمعیت نماتد در دمای ۲۴ تا ۳۰ درجه دیده می‌شود (۲۴). ميانگين دمای گرم‌ترین ماه سال در مناطق فعالیت این نماتد ۲۷ درجه است. این گونه عمدهاً به همراه *M. javanica* یافت می‌شود (۱۴). گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica* به ترتیب غالب‌ترین نماتدهای ریشه‌گرهی در ایران بوده و تاکنون نژادهای دو و چهار گونه دوم در ایران شناسایی گردیده‌اند (۱). استفاده از رقم‌های مقاوم به تهایی و یا در تلفیق با سایر

نماتدهای ریشه‌گری، کترل آنها امری اجتناب ناپذیر است. با توجه به اینکه اغلب روش‌های کترول کارایی لازم را نداشته و یا در بعضی موارد نظیر مبارزه شیمیایی برای سلامتی انسان و محیط زیست مضر شناخته شده‌اند، لذا شناسایی و استفاده از رقم‌های مقاوم به عنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی، امری لازم و ضروری است (۲۷). کاربرد رقم‌های مقاوم به تنها یکی و یا به صورت تلفیقی با سایر روش‌های مدیریتی، در وضعیت اکولوژیک و شرایط محیطی مناسب اثر مثبتی بر کترول نماتد ریشه‌گری دارد. در این میان، یافتن رقم یا رقم‌هایی که در برابر شرایط نامساعد محیطی نیز قدرت تحمل کافی داشته باشند، بسیار دشوار است (۲۱). با توجه به توسعه کشت محصولات در گلخانه و افزایش سطح زیر کشت فلفل گلخانه‌ای، شناسایی و معرفی رقم‌های مقاوم به عنوان راهکاری در جلوگیری از خسارت نماتد ریشه‌گری ضروری اجتناب ناپذیر است. با توجه به اینکه تاکنون تحقیق جامعی در این زمینه انجام نشده است، مطالعه حاضر با هدف بررسی عکس العمل برخی از رقم‌های فلفل گلخانه‌ای رایج در ایران نسبت به نژاد دوم *M. incognita* صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مایه تلقیح نماتد (*M. incognita*)

طی بازدیدهای به عمل آمده از گلخانه‌های گوجه‌فرنگی استان گیلان، از نماتد مولد گره نمونه‌برداری شد. پس از شستشوی ریشه‌ها با استفاده از روش تک کیسه تخم، به تکثیر نماتد در سطح گلخانه اقدام گردید. هر یک از توده‌های تخم در سوراخ‌هایی به عمق ۳ تا ۵ سانتی‌متر مجاور ریشه‌های نشاء گوجه‌فرنگی رقم روتگرز قرار داده شد. گلدان‌ها حاوی یک کیلوگرم خاک استریل شده با اتوکلاو به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر و نشاهما در مرحله ۴-۲ برگی حقیقی بودند. این گیاهچه‌ها به مدت ۴۶ تا ۶۰ روز در شرایط گلخانه نگهداری شدند. پس از تکثیر نماتد و ایجاد گال روی ریشه، به شناسایی نماتد اقدام گردید. استریل

مورد بررسی، حساس تشخیص داد شده‌اند (۴). در بررسی مقاومت برخی رقم‌های گوجه‌فرنگی نسبت به *M. javanica* و ارزیابی گلخانه‌ای رقم‌های جی اچ ۱۲ و آجیت به عنوان نیمه مقاوم، رقم‌های جی اچ ۱ و مانیشا به عنوان متتحمل و سایر رقم‌ها به عنوان رقم حساس معرفی شدند (۷). در ارزیابی مقاومت هشت رقم لویبا نسبت به گونه *M. javanica* نتایج به دست آمده نشان داد که رقم‌های مورد مطالعه دارای درجات مختلفی از حساسیت بودند (۶). در بررسی انجام شده روی ارزیابی رقم‌های فلفل دلمه‌ای نسبت به نماتد ریشه‌گری *M. incognita race2* در نواحی جنوب غربی نیجریه روی ۳۲ لاین منطقه، مقاومت در ۶ لاین مشاهده گردید. هشت لاین دارای حساسیت‌های متفاوتی قرار گرفتند. هیچ‌یک از رقم‌های AI07-3 در بیشترین مطلوبیت ژنتیکی در بین رقم‌ها بود (۲۲). در تحقیقی که به منظور بررسی مقاومت پنج رقم کالیفرنیا واندر، کارلستون بل، کروسادر، سویت‌مینی و بارون فلفل نسبت به نماتد ریشه‌گری (*M. incognita*) در منطقه کالیفرنیای جنوبی صورت گرفت، رقم کالیفرنیا واندر به عنوان رقم مقاوم معرفی شد (۱۹). همچنین، در بررسی مقاومت دو نوع سبزی نسبت به *M. incognita* دو رقم چیلی و C-19 به عنوان رقم‌های مقاوم، رقم صنام، گلاپشاوری، تاتاپوری، ۲۰۱۰-۱۵، C-302، C-68 و ۲۰۱۰-۲۸ رقم‌های حساس، پنج رقم ۱۱-۲۰۱۰، ۱۸-۲۰۱۰، ۵-۲۰۱۰، C-73 و ۲۰۱۰-۲۷ نیمه مقاوم، دو رقم اریبل و F1 رقم‌های نیمه حساس و رقم‌های واندر و کاپیسترانو نیمه مقاوم و رقم‌های فلفل قلمی و CDK-1000 به عنوان حساس‌ترین میزان‌ها تشخیص داده شدند (۸). در ارزیابی مقاومت هفت رقم فلفل در منطقه نیجریه، مشخص شد که رقم‌های کارلستون بل و کالیفرنیا واندر نسبت به نماتد ریشه‌گری مقاوم، رقم‌های رودو، تاتاسه و گولیاس حساس و رقم سوبمو متتحمل بودند (۱۰).

نظر به گسترش جغرافیایی، دامنه میزانی و اهمیت

مدت آزمایش در شرایط مساعد گلخانه (۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲۶-۲۸ درجه سلسیوس) نگهداری شدند. شش هفته پس از مایه‌زنی، اقدام به نمونه‌برداری و اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر شد. پس از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، در پایان هر زمان نمونه‌برداری، گلدان‌ها برگردانده و ریشه‌ها با ملایمت زیر جریان آب شسته و روی کاغذ صافی قرار گرفتند تا آب اضافی آنها خارج شود. پس از آن، گیاهچه‌ها برای سنجش وزن تر ریشه، وزن تر اندام‌های هوایی، تعداد گال، تعداد توده تخم به ازای هر گیاه، تعداد لارو سن دوم و فاکتور تولیدمثل به آزمایشگاه منتقل شدند.

شمارش گال و کیسه تخم

برای شمارش گال و کیسه‌های تخم، ریشه‌ها با آرامی شسته و به قطعات یک تا دو سانتی‌متری تقسیم و سپس به بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب و یک میلی‌لیتر محلول اسید فوشین منتقل شدند. ریشه‌ها در محلول فوق به مدت ۳۰ ثانیه جوشانده شده و بعد از سرد شدن، محلول رنگی تخلیه گردید. ریشه‌ها با آب شسته شدند تا رنگ اضافی از بین برود. سپس، قطعات ریشه روی کاغذ خشک و به ۱۰ میلی‌لیتر گلیسرول به همراه چند قطره اسید کلریدریک ۵ نرمال منتقل شدند. ریشه‌ها تا قبل از رسیدن به نقطه جوش حرارت دیده و سپس سرد و در زیر بینوکولار بررسی شدند. جهت محاسبه تعداد لاروهای سن دوم نماتد، پس از خارج کردن ریشه‌های تیمار شده از گلدان‌ها، خاک حاوی نماتد در داخل سینی قرار گرفت و بعد از ۴۸ ساعت، نماتدها از خاک استخراج شدند. مجموع جمعیت استحصالی به ظرف پتری مدرج منتقل و در زیر بینوکولار شمارش گردید.

طبق معادله استنبرینک (۲۳)، محاسبه فاکتور تولیدمثل برای هر کدام از تیمارها بر اساس فرمول $R=PF/PI$ صورت گرفت که در آن PI جمعیت اولیه و PF جمعیت نهایی نماتد می‌باشد. شاخص گال با استفاده از کلید مربوطه تعیین شد (۲۶). در این درجه‌بندی، شاخص صفر برای حالتی که تعداد گال یا توده

کردن گلدان‌های مورد استفاده و بذرهای گوجه‌فرنگی با محلول ۱۰٪ هیپوکلریدسدیم تجاری انجام شد. تشخیص گونه از طریق برش انتهای بدن نماتد ماده یا الگوی اثر انگشتی (Perineal pattern) انجام شد (۲۸). شناسایی گونه‌ی نماتد براساس کلید چپسون (۱۸) صورت گرفت. جهت ثبت ماده‌ها در داخل بافت و رنگ‌آمیزی آنها از روش هارتمن و ساسر (۱۵) استفاده شد. به منظور بررسی مشخصات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجدی لاروهای سن دوم، از کیسه‌های تخم نماتد ماده‌ای که برش تهیه شده بود، برای تخریج لاروهای اسلايد استفاده گردید. تعیین نژاد از طریق آزمون میزان‌های افتراقی بر اساس روش پیشنهادی بارکر و همکاران (۹) انجام شد. پس از تشخیص دقیق، برای به دست آوردن جمعیت انبوه و خالص، نماتد چندین دوره متواالی روی گوجه‌فرنگی رقم روتگرز تکثیر شد. مایه تلقیح از گوجه‌فرنگی‌هایی که به روش تک کیسه تخم آلوهه شده بودند، تهیه گردید. جهت استخراج نماتد، طبق روش هوسمی و بارکر (۱۷) عمل شد. لاروهای سن دوم استحصالی توسط پتری مدرج مورد شمارش قرار گرفت.

کاشت بذرها و مایه‌زنی بوته‌ها

بذرهای ضداغونی شده ۱۱ رقم فلفل شامل: فلفل قلمی Hyb. Aziz- Petoseed, Hyb. Coyame- Petoseed) و فلفل دلمه‌ای (Hyb. Bounty- Petoseed Hyb. Camelot- California Wonder 301- Petoseed) Hyb. Wizard- Hyb. King Arthur- Petoseed Petoseed Hyb. Plato Hyb. Aristotle (SQ-R)- Petoseed Petoseed California Mercury- Petoseed (SQ-R)- Petoseed (Wonder 301- Canyon) از شرکت فلات ایران تهیه شد. این بذرها در گلدان‌های حاوی خاک استریل شامل خاک، ماسه، کود برگ (۱:۱:۲) و مقداری پرلیت استریل کشت گردید. هر گیاهچه در مرحله ۶-۴ برگی توسط ۲۰۰۰ عدد لارو سن دوم نماتد مایه‌زنی شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی روی ۱۱ رقم با چهار تکرار صورت گرفت. گیاهچه‌ها در تمام طول

جدول ۱. مقایسه میانگین درصد کاهش میزان کلروفیل، طول ساقه، قطر ساقه و وزن تر و خشک شاخصاره نسبت به شاهد در ۱۱ رقم فلفل

رقم	وزن خشک شاخصاره	وزن تر شاخصاره	میزان کلروفیل	طول ساقه	قطر ساقه
هیبرید باونتی	۲۳/۱۴۳cd	۱۱/۵۶۰f	۱۰/۲۲۷d	۶/۱۱۰gf	۶/۷۳۰ef
مرکوری	۱۲/۳۲۷d	۹/۷۴۲f	۲/۹۴۷e	۳/۰۲۷g	۵/۰۷۳f
هیبرید کویامی	۳۴/۶۱۰bc	۱۲/۳۸۷cd	۱۲/۶۶۷de	۱۲/۰۸۳c	۱۱/۲۸۰cd
هیبرید پلاتو	۴۳/۸۹۷ab	۲۷/۰۷۷de	۱۱/۵۵۳d	۸/۵۶۳efg	۱۱/۲۸۰cd
هیبرید آریستوتل	۴۵/۷۴۷ab	۳۶/۹۵۷cd	۱۷/۳۳bc	۱۹/۰۲۷bc	۱۳/۹۶۰c
کالیفرنیا واندر	۴۹/۴۲۰a	۴۸/۷۳۳b	۱۶/۷۸۰bc	۱۶/۳۶۰cd	۲۰/۰۷۳b
هیبرید ویزارد	۲۸/۳۶۳c	۱۲/۳۳۳f	۱۱/۰۴۰d	۱۱/۸۴۷def	۷/۴۱۰def
هیبرید کینگ آرتور	۴۸/۶۴۰a	۴۲/۷۵۰bc	۲۰/۳۰۰b	۲۳/۳۳۰a	۱۹/۵۰b
کالیفرنیا واندر	۳۲/۳۲۳bc	۱۹/۷۰۷ef	۸/۷۳۳d	۶/۱۷۰gf	۹/۹۴۷cde
هیبرید کاملوت	۱۴/۲۸۷d	۱۱/۶۸۷f	۱/۱۱۳e	۴/۶۶۷g	۳/۹۱۳f
هیبرید عزیز	۵۴/۸۴۰a	۶۸/۲۱۷a	۲۶/۴۸۰a	۲۳/۴۸۰b	۶۸/۱۱۰a

در رقم های هیبرید عزیز، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، مرکوری و هیبرید کاملوت به ترتیب ۳۰۱، ۱۷/۳۳، ۲۰/۳۰، ۲۶/۴۸، ۱۱/۰۴، ۱۱/۵۵، ۱۲/۳۸، ۱۱/۰۴، ۱۱/۰۴، ۱۰/۲۲، ۱۰/۵۵ و ۱/۱۱ درصد می باشد. لذا می توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین میزان تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم های هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با هم، بین رقم های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با هم و بین رقم های مرکوری و هیبرید کاملوت با هم تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). کاهش میزان کلروفیل برگ نشان از اختلالی دارد که در حضور بیمارگ بر گیاه وارد می شود و به عنوان یکی از پارامترهای مهم تحت تأثیر قرار گرفته، فرایند فتوسترات را به مخاطره می اندازد.

کاهش وزن تر و خشک شاخصاره

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاهش وزن تر شاخصاره

تخم صفر است و شاخص های ۱ تا ۵ به ترتیب برای تعداد گال یا توده تخم ۱ تا ۳، ۲ تا ۱۰، ۱۱ تا ۳۰ تا ۳۱ و بیشتر از ۱۰۰ در نظر گرفته می شود. بر این اساس، یک شاخص مقاومت (Resistance Index) که ریشه دوم مجموع توان دوم شاخص گال و شاخص توده تخم (RI= $(\text{gall index}^2 + \text{egg mass index}^2)$) است، محاسبه و میزان مقاومت یا حساسیت به صورت زیر تعیین شد: شاخص مقاومت صفر تا ۰/۹ به عنوان رقم اینم، ۱ تا ۱/۹ به عنوان رقم بسیار مقاوم، ۲ تا ۲/۹ به عنوان رقم مقاوم، ۳ تا ۳/۹ به عنوان رقم نسبتاً مقاوم، ۴ تا ۴/۹ به عنوان رقم با مقاومت متوسط، ۵ تا ۵/۹ به عنوان رقم نسبتاً حساس، ۶ تا ۶/۹ به عنوان رقم حساس و بیشتر از ۷ به عنوان رقم بسیار حساس شناخته می شود (۲۶). داده ها توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین داده ها توسط آزمون توکی صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات رویشی فلفل

کاهش میزان کلروفیل برگ

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاهش میزان کلروفیل برگ

هیبرید کویامی (۳۷/۶۶)، هیبرید پلاتو (۳۵/۳۳)، هیبرید ویزارد (۳۳/۳۶)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۲۸/۶۶)، هیبرید باونتی (۲۸/۳۳)، مرکوری (۲۳) و هیبرید کاملوت (۱۶) درصد ثبت شد. می‌توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم‌های هیبرید عزیز، هیبرید کینگ آرتور، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ و هیبرید آریستوتل با هم و بین رقم‌های کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش وزن خشک ریشه در رقم‌های هیبرید عزیز (۷۵)، هیبرید آریستوتل (۵۳/۳۳)، هیبرید کینگ آرتور (۴۳/۳۳)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۲۹/۲۲)، هیبرید کویامی (۱۸/۵۱)، هیبرید پلاتو (۱۸/۱۸)، هیبرید ویزارد (۱۴/۸۱)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۱۲/۵۰)، هیبرید باونتی (۱۱/۱۱)، مرکوری (۹/۵۲) و هیبرید کاملوت (۷/۴۰) درصد بود. می‌توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم‌های هیبرید آریستوتل و هیبرید کینگ آرتور با هم و بین رقم‌های هیبرید ویزارد، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش وزن تر و خشک ریشه ناشی از پرازدیادی و افزایش رشد است که سبب رشد غیرعادی و افزایش وزن آن می‌شود.

افزایش حجم ریشه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد افزایش حجم ریشه در رقم‌های هیبرید عزیز (۶۶/۶۶)، هیبرید کینگ آرتور (۵۰)، هیبرید آریستوتل (۵۰)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۳۹/۵۸)، هیبرید پلاتو (۳۳/۳۳)، هیبرید ویزارد (۳۰)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۲۰/۸۳)، مرکوری (۱۳/۰۳)، هیبرید باونتی (۱۲/۵۰) و هیبرید کاملوت (۷/۳۸) می‌باشد.

در رقم‌های هیبرید عزیز، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید کاملوت، هیبرید باونتی و مرکوری به ترتیب ۳۱/۶۶، ۳۶/۹۵، ۴۲/۷۵، ۴۸/۳۳، ۶۸/۲۱ و ۹/۷۴ درصد می‌باشد. رقم هیبرید عزیز و رقم مرکوری به ترتیب بیشترین و کمترین تغییرات را نشان دادند. همچنین، بین رقم‌های کالیفرنیا واندر ۳۰۱ و هیبرید کینگ آرتور و بین رقم‌های کالیفرنیا واندر ۳۰۱ هیبرید ویزارد، هیبرید کاملوت، هیبرید باونتی و مرکوری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). همچنین، نتایج نشان داد که کاهش وزن خشک شاسخاره در رقم‌های هیبرید عزیز، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، هیبرید پلاتو، هیبرید کویامی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی، هیبرید کاملوت و مرکوری به ترتیب ۵۴/۸۴، ۴۹/۴۲، ۴۸/۶۰، ۴۵/۷۴، ۴۸/۸۹، ۴۳/۶۱، ۳۴/۶۱، ۳۲/۳۲، ۲۸/۳۶ هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم مرکوری را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم‌های هیبرید عزیز، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل و هیبرید پلاتو با هم و بین رقم‌های هیبرید باونتی، هیبرید کاملوت و مرکوری با هم تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). کاهش وزن تر و خشک شاسخاره به عنوان شاخصی مهم در حضور بیمارگرهای مختلف از جمله نماتد، امری طبیعی است. در واقع، گیاه تحت تنش، دچار کاهش رشد می‌شود. این یافته با نتایج تحقیقات انجام شده روی لوپیا، خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل مشابه است نشان داد (۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۰، ۱۹ و ۲۲).

افزایش وزن تر و خشک ریشه

با توجه به نتایج مقایسه میانگین، افزایش وزن تر ریشه در رقم‌های هیبرید عزیز (۵۳/۶۶)، هیبرید کینگ آرتور (۵۱)، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ (۴۱/۳۳)، هیبرید آریستوتل (۴۰/۹۳)،

جدول ۲. مقایسه میانگین درصد کاهش میزان طول ریشه و تعداد برگ سالم و درصد افزایش میزان حجم و وزن تر و خشک ریشه نسبت به

شاهد در ۱۱ رقم فلفل

رقم	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	حجم ریشه	طول ریشه	تعداد برگ
هیبرید باونتی	۱۱/۱۱۰de	۲۸/۳۳۳cde	۱۲/۵۰۰de	۱۳/۳۳۳cd	۷/۴۰۳e
مرکوری	۹/۵۲۰de	۲۳de	۱۳/۰۳۳de	۱۱/۱۰۳d	۹/۵۲e
هیبرید کویامی	۱۸/۵۱۷d	۳۷/۶۶۷bcd	۲۸/۶۶۷bcde	۲۴/۲۴۰b	۱۷/۲۲۷c
هیبرید پلاتو	۱۸/۱۸۰d	۳۵/۳۳۳cd	۳۳/۳۳۳bcd	۲۲/۲۱۰b	۱۶/۶۶۷cd
هیبرید آریستوتل	۵۳/۳۳۳b	۴۰/۹۳۳abc	۵۰ab	۴۱/۶۳۳a	۲۵/۷۱۰b
کالیفرنیا واندر	۲۹/۲۲۰c	۴۱/۳۳۳abc	۳۹/۵۸۳bc	۲۵/۸۷۳b	۲۴/۹۹۷b
هیبرید ویزارد	۱۴/۸۱۳de	۳۳/۳۶۷cd	۳۳/۳۰۰bcd	۲۲/۲۲۰b	۲۳/۸۰۳b
هیبرید کینگ آرتور	۴۳/۳۳۳b	۵۱ab	۵۰ab	۲۹/۰۸۰b	۵۵/۵۵۳a
کالیفرنیا واندر	۱۲/۵۰۰de	۲۸/۶۶۷cde	۲۰/۸۳۳cde	۲۱/۵۴۷bc	۱۱/۰۸۷de
هیبرید کاملوت	۷/۴۰۷e	۱۶e	۷/۳۸۳e	۶/۰۶۷d	۷/۲۴۰e
هیبرید عزیز	۷۵a	۵۳/۶۶۷a	۶۶/۶۶۷a	۲۵/۲۴۰b	۲۶/۳۷۳b

عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم مرکوری (۳/۰۲) درصد را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم های هیبرید عزیز و هیبرید آریستوتل با هم، بین رقم های هیبرید پلاتو، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، هیبرید کاملوت و مرکوری با هم، تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱). همچنین، نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که درصد کاهش طول ریشه در رقم های هیبرید آریستوتل، هیبرید کینگ آرتور، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید عزیز، هیبرید کویامی، هیبرید ویزارد، هیبرید پلاتو، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت به ترتیب ۴۱/۶۳، ۲۱/۵۴، ۲۹/۰۸، ۲۵/۸۷، ۲۰/۰۸۷، ۲۵/۲۴، ۲۲/۲۲، ۲۴/۲۴، ۲۲/۲۱، ۲۰/۰۸۳، ۱۳/۳۳ و ۱۱/۱۰ و ۶/۰۶ مشاهده شد. می توان رقم هیبرید آریستوتل را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم های هیبرید کینگ آرتور، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید عزیز، هیبرید کویامی، هیبرید ویزارد، هیبرید پلاتو و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با هم و بین رقم های هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت به ترتیب ۳۳/۳۳ درصد) را به

می توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم های هیبرید عزیز، هیبرید آریستوتل با هم و هیبرید کینگ آرتور و هیبرید آریستوتل با هم و بین رقم های هیبرید کویامی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، مرکوری، هیبرید باونتی و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش حجم ریشه نیز به گونه ای مشابه، ناشی از افزایش رشد است. نماد ریشه گرهی در خلال تغذیه با تولید مواد تحریک کننده سبب رخ دادن این عارضه می شود.

کاهش طول ساقه و ریشه

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که درصد کاهش طول ساقه در رقم های هیبرید کینگ آرتور، هیبرید عزیز، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید کویامی، هیبرید ویزارد، هیبرید پلاتو، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، هیبرید کاملوت و مرکوری به ترتیب از بیشترین به کمترین مقدار ثبت شد. می توان رقم هیبرید کینگ آرتور (۳۳/۳۳ درصد) را به

توسط بیمارگر در گیاه دارد. تفاوت بین رقمناها در واقع منعکس کننده میزان تأثیرپذیری گیاه از نمایند است که در رقم‌های حساس، این میزان بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد.

صفات تولیدمثلی نمایند تعداد گره و تعداد توده تخم

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد گره در رقم‌های هیبرید عزیز، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید پلاتو، هیبرید کویامی، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت به ترتیب ۵، ۲۲، ۲۲، ۳۱/۶۶، ۴۶/۶۶، ۱۳۳/۳۳، ۱۵۳/۳۳ عدد می‌باشد. می‌توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نمایند معرفی نمود. همچنین، بین رقم‌های کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید پلاتو و هیبرید کویامی با هم و بین رقم‌های کالیفرنیا و اندر ۳۰۱ و هیبرید کاملوت باونتی و بین رقم‌های هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین تعداد توده تخم مشابه نتایج مقایسه میانگین تعداد گره بود و در این صفت نیز بین رقم‌های هیبرید کینگ آرتور و هیبرید آریستوتل با هم و بین رقم‌های هیبرید کویامی و هیبرید پلاتو با هم و بین رقم‌های هیبرید ویزارد و کالیفرنیا و اندر ۳۰۱ با هم و بین مرکوری و هیبرید کاملوت با هم تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). این صفات به عنوان صفات پایه در ارزیابی مقاومت رقم‌های نسبت به نمایند به کار گرفته می‌شود. افزایش آنها از مساعد بودن فیزیولوژی میزان برای خسارت نمایند حکایت دارد. نتایج این بخش از تحقیق، با نتایج تحقیقات انجام شده روی لوبيا، خیار و فلفل تطابق نشان می‌دهد (۲۲، ۷ و ۶).

بالا بودن سطح تحمل رقم کالیفرنیا و اندر در کارهایی مشابه این کار در آزمایش‌های مختلفی که محققین در نقاط مختلف جهان انجام داده‌اند، تأیید شده است (۱۹، ۸ و ۱۰).

مشاهده نشد (جدول ۲). کاهش طول ساقه و ریشه و به تبع آن کاهش رشد گیاه در حمله بیمارگرهای متعدد قابل رویت است. نمایند با توجه به اختلالاتی که در فیزیولوژی طبیعی میزان وجود می‌آورد، سبب کاهش صفات رشدی گیاه می‌شود. نتایج به دست آمده با نتایج کارهای انجام شده روی لوبيا و گوجه‌فرنگی هم خوانی دارد (۱۰، ۶ و ۴).

کاهش قطر ساقه و تعداد برگ سالم

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد کاهش قطر ساقه در رقم‌های هیبرید عزیز، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید آریستوتل، هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت به ترتیب از بیشترین به کمترین مقدار ثبت شد. می‌توان رقم هیبرید عزیز (۶۸/۱۱ درصد) را به عنوان رقمی با بیشترین میزان تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت (۳/۹۱ درصد) را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نمایند در نظر گرفت. همچنین بین رقم‌های کالیفرنیا و اندر ۳۰۱ و هیبرید کینگ آرتور با هم و بین رقم‌های هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). همچنین، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد کاهش تعداد برگ سالم در رقم‌های هیبرید کینگ آرتور، هیبرید عزیز، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، هیبرید ویزارد، هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، مرکوری، هیبرید باونتی و هیبرید کاملوت به ترتیب از بیشترین به کمترین میزان ثبت شد. می‌توان رقم هیبرید کینگ آرتور (۵۵/۵۵ درصد) را به عنوان رقمی با بیشترین میزان تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت (۷/۲۴ درصد) را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نمایند در نظر گرفت. همچنین، بین رقم‌های هیبرید عزیز، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا و اندر ۳۰۱ و هیبرید ویزارد با هم و بین رقم‌های کالیفرنیا و اندر ۳۰۱، مرکوری، هیبرید باونتی و هیبرید کاملوت با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). کاهش میزان قطر ساقه و تعداد برگ نشان از خسارت ایجاد شده

جدول ۳. مقایسه میانگین تعداد گره، توده تخم، لارو سن دوم و فاکتور تولیدمثلى نماتد در ۱۱ رقم فلفل

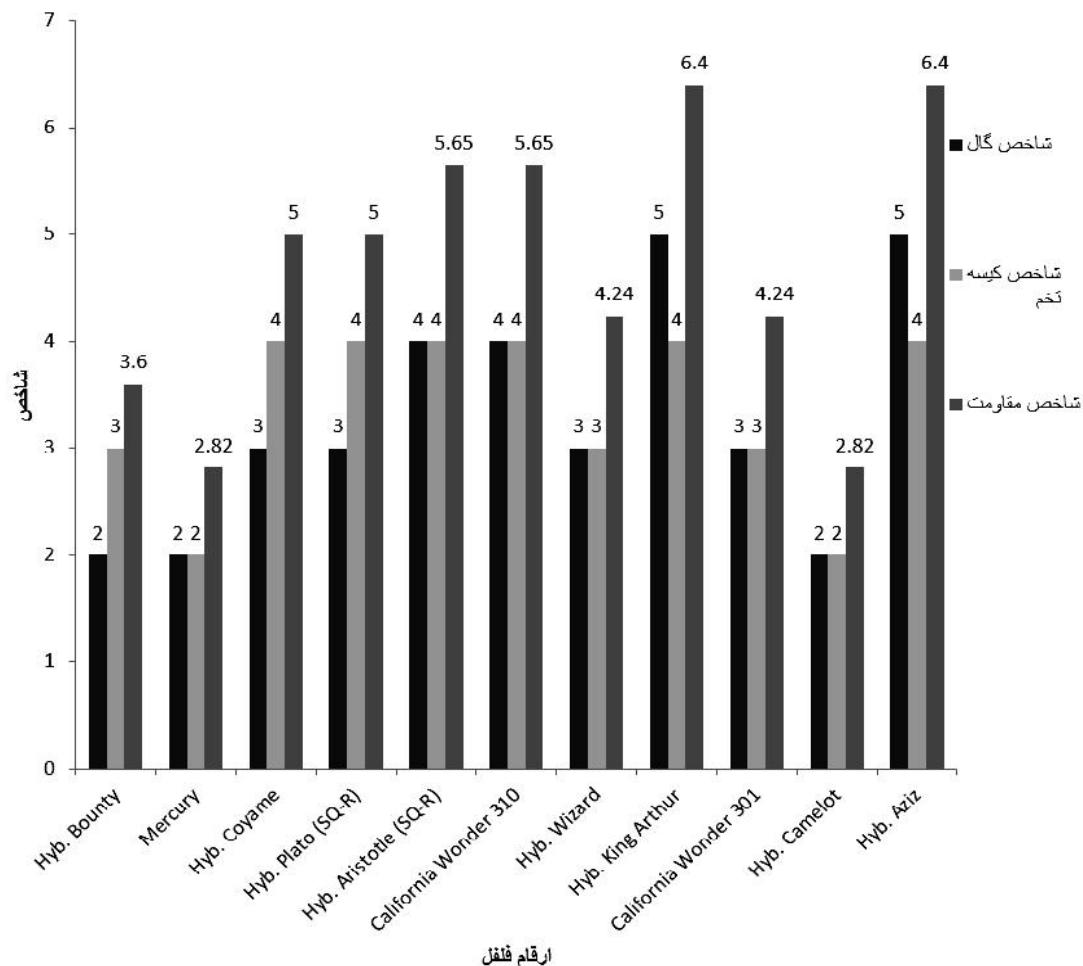
رقم	تعداد گره	تعداد کیسه تخم	تعداد لارو سن دوم	RF
هیبرید باونتی	۱۰fg	۱۴/۶۶۷f	۹۴۴۲de	۴/۷۲۲de
مرکوری	۵g	۶g	۸۳۳۲/۷ef	۴/۱۶۶ef
هیبرید کویامی	۲۲de	۳۶/۳۳۳d	۱۳۳۳۲/۷c	۶/۶۶۶c
هیبرید پلاتو	۲۲de	۳۶/۳۳۳d	۱۰۶۶۶/۳d	۵/۳۳۳d
هیبرید آریستوتل	۴۶/۶۶۷c	۶۴/۶۶۷b	۱۷۷۷۷/۳b	۸/۸۸۸b
کالیفرنیا واندر	۳۱/۶۶۷d	۵۵c	۱۲۸۸۸/۷c	۶/۴۴۴c
هیبرید ویزارد	۲۲de	۲۴e	۱۰۵۵۵/۳d	۵/۲۷۷d
هیبرید کینگ آرتور	۱۳۳/۳۳۳b	۶۶/۶۶۷b	۱۷۷۲۲b	۸/۶۱۱b
کالیفرنیا واندر	۱۹ef	۱۶/۶۶۷ef	۸۳۳۳/۳ef	۴/۱۶۶ef
هیبرید کاملوت	۵g	۳/۶۶۷g	۶۹۹۹/۷f	۳/۴۹۹f
هیبرید عزیز	۱۵۳/۳۳۳a	۹۴/۶۶۷a	۴۱۱۱۰/۷a	۲۰/۵۵۵a

داد (۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۲۲). در کارهای ارزیابی مقاومت رقم‌های فلفل که روی رقم‌های مختلفی انجام شده است، همانند نتایج این آزمایش، سطح زیاد تحمل برای رقم کالیفرنیا واندر ثبت شده است (۸ و ۱۰).

شاخص گال و توده تخم

تعیین واکنش نهایی رقم‌ها براساس شاخص گال نشان داد که رقم‌های هیبرید باونتی، مرکوری و هیبرید کاملوت به عنوان متتحمل‌ترین رقم‌های شاخص ۲، رقم‌های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید ویزارد، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ شاخص ۳، رقم‌های هیبرید آریستوتل و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ شاخص ۴ و رقم‌های هیبرید کینگ آرتور و هیبرید عزیز به عنوان حساس‌ترین رقم‌ها شاخص ۵ را به خود اختصاص دادند (شکل ۱ و جدول ۴). همچنین، تعیین این شاخص براساس توده تخم نشان داد که رقم‌های مرکوری و هیبرید کاملوت به عنوان متتحمل‌ترین رقم‌ها شاخص ۲، رقم‌های هیبرید باونتی، هیبرید ویزارد و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ شاخص ۳، رقم‌های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید آریستوتل، کالیفرنیا واندر ۳۰۱ و هیبرید کینگ آرتور و هیبرید عزیز به عنوان حساس‌ترین رقم‌ها شاخص ۴ را به خود اختصاص دادند (شکل ۱ و جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد لارو سن دوم و فاکتور تولیدمثلى نماتد از بیشترین به کمترین تعداد به ترتیب در رقم‌های هیبرید عزیز، هیبرید آریستوتل، هیبرید کینگ آرتور، هیبرید کویامی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، هیبرید پلاتو، هیبرید ویزارد، هیبرید باونتی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، مرکوری و هیبرید کاملوت ثبت شد. می‌توان رقم هیبرید عزیز را به عنوان رقمی با بیشترین تأثیرپذیری و رقم هیبرید کاملوت را با کمترین میزان تأثیرپذیری از نماتد در نظر گرفت. همچنین، بین رقم‌های هیبرید آریستوتل و هیبرید کینگ آرتور با هم، بین رقم‌های هیبرید کویامی و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با هم، بین رقم‌های هیبرید پلاتو، هیبرید ویزارد و هیبرید باونتی با هم، بین رقم‌های کالیفرنیا واندر ۳۰۱، مرکوری و هیبرید کاملوت با هم، و بین رقم‌های هیبرید باونتی، کالیفرنیا واندر ۳۰۱، مرکوری با هم، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). فاکتور تولیدمثلى نماتد به عنوان پارامتری مهم در ارزیابی مقاومت استفاده می‌شود. با توجه به روش محاسبه آن، می‌توان این گونه اظهار داشت که افزایش آن در یک رقم خاص نشان دهنده حساسیت بیشتر آن رقم خواهد بود. این نتایج با نتایج کارهای انجام گرفته روی لوبيا، خیار، گوجه‌فرنگی و فلفل مشابه نشان

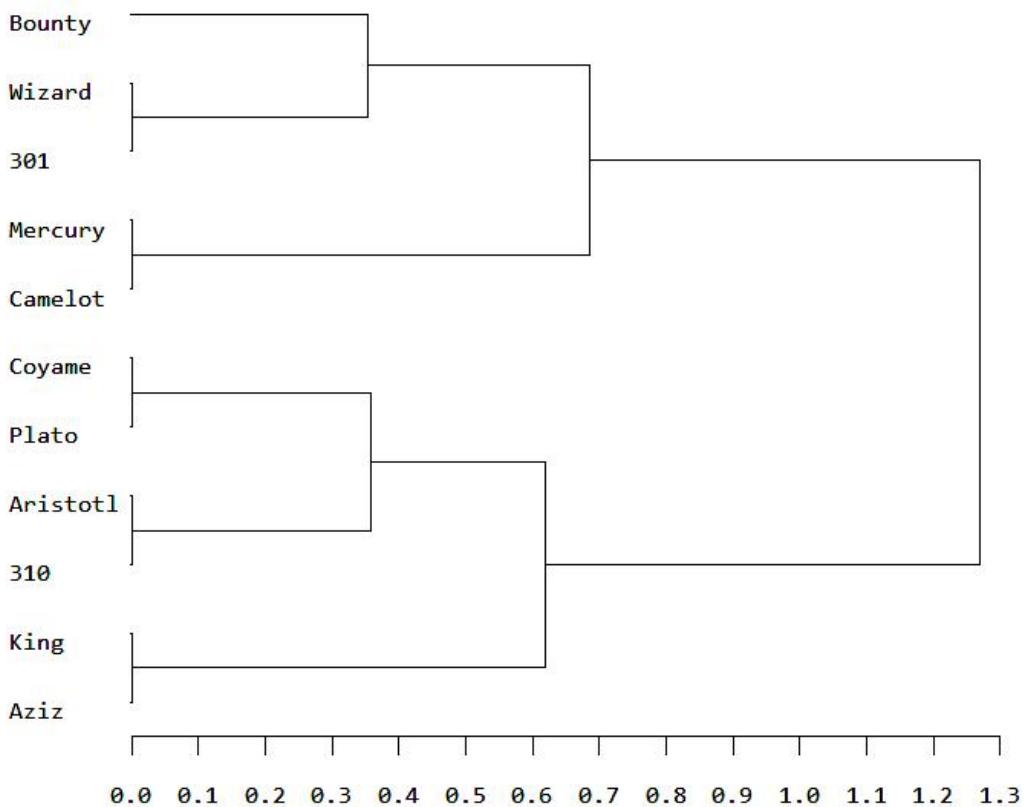


شکل ۱. بررسی مقاومت ۱۱ رقم مختلف فلفل نسبت به نماد ریشه‌گری براساس شاخص گال، توده تخم و مقاومت

جدول ۴. بررسی مقاومت ۱۱ رقم مختلف فلفل نسبت به نماد ریشه‌گری براساس شاخص گال، توده تخم و مقاومت و گروه‌بندی نهایی

براساس شاخص مقاومت

گروه‌بندی	شاخص مقاومت	شاخص توده تخم	شاخص گال	رقم
نسبتاً مقاوم	۲/۶	۳	۲	هیبرید باونتی
مقاوم	۲/۸۲	۲	۲	مرکوری
نسبتاً حساس	۵	۴	۳	هیبرید کویامی
نسبتاً حساس	۵	۴	۳	هیبرید پلاتو
نسبتاً حساس	۵/۶۵	۴	۴	هیبرید آریستوتل
نسبتاً حساس	۵/۶۵	۴	۴	کالیفرنیا واندر ۳۰۱
مقاومت متوسط	۴/۲۴	۳	۳	هیبرید ویزارد
حساس	۶/۴۰	۴	۵	هیبرید کینگ آرتور
مقاومت متوسط	۴/۲۴	۳	۳	کالیفرنیا واندر ۳۰۱
مقاوم	۲/۸۲	۲	۲	هیبرید کاملوت
حساس	۶/۴۰	۴	۵	هیبرید عزیز



شکل ۲. رسم دندروگرام (تجزیه خوشای آماری) ۱۱ رقم مختلف فلفل براساس شاخص مقاومت

متوسط، رقم های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید آریستوتل و کالیفرنیا وandler ۳۰۱ رقم های نسبتاً حساس و رقم های هیبرید کینگ آرتور و هیبرید عزیز به عنوان رقم های حساس معرفی می شوند (شکل ۱ و جدول ۴). زیاد بودن سطح تحمل رقم کالیفرنیا وandler در بررسی های صورت گرفته در کالیفرنیا، نیجریه و پاکستان، گزارش شده است (۱۰ و ۱۹). آنالیز خوشای رقمهای براساس شاخص مقاومت نیز حکایت از آن داشت که رقم های هیبرید کینگ آرتور و هیبرید عزیز با بیشترین تفاوت از سایر رقم ها، به عنوان حساسترین رقم ها در قاعده دندروگرام قرار می گیرند که با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند. همچنین، رقم های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید آریستوتل و کالیفرنیا وandler ۳۰۱ با بیشترین شباهت به هم در گروه رقم های نسبتاً حساس قرار می گیرند.

محاسبه شاخص گال و توده تخم که جزو شاخص های مهم رشد نماد محسوب می شود، جهت تصمیم گیری نهایی در مورد عکس العمل رقم ها، تعیین کننده خواهد بود. این شاخص ها در کارهای انجام شده روی گوجه فرنگی، خیار، فلفل و لوبیا جهت سنجش به کار گرفته شده است (۲۲، ۵، ۶، ۷). نتایج این تحقیق در مورد سطح تحمل رقم کالیفرنیا وandler با نتایج محققین مختلف هم خوانی دارد (۱۰ و ۱۹).

شاخص مقاومت

تعیین واکنش نهایی رقم های براساس شاخص مقاومت نشان داد که رقم های مرکوری و هیبرید کاملوت به عنوان رقم های مقاوم، رقم هیبرید باونتی به عنوان رقم نسبتاً مقاوم، رقم های هیبرید ویزارد و کالیفرنیا وandler ۳۰۱ به عنوان رقم هایی با مقاومت

مقاومت متوسط شناسایی شدند. همچنین، رقم باونتی به عنوان رقم نسبتاً مقاوم شناخته شد. رقم‌های هیبرید کاملوت و مرکوری به عنوان رقم‌های مقاوم معرفی شدند. در تامامی تحقیقات انجام شده، همانند مطالعه حال حاضر، صفات رشدی گیاه شامل طول اندام‌های هوایی، وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی کاهش نشان می‌دهند و این کاهش در رقم‌های حساس مشهودتر است. همچنین، صفات تولیدمثلى نماتد شامل تعداد گال، کیسه تخم و فاکتور تولیدمثلى نیز در رقم‌های حساس به مراتب بیشتر از رقم‌های مقاوم یا متحمل بوده است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، آزمون در شرایط مزرعه نیز تکرار شود تا با مقایسه نتایج، بتوان توصیه مناسبی را در جهت کاربرد رقم‌های مطلوب ارائه نمود.

رقم‌های مرکوری و هیبرید کاملوت با بیشترین شباهت به همدیگر در گروه رقم‌های مقاوم قرار گرفتند و رقم‌های هیبرید ویزارد و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با بیشترین شباهت به رقم هیبرید باونتی به ترتیب جزو گروه مقاومت متوسط، مقاومت متوسط و نسبتاً مقاوم دسته‌بندی شدند (شکل ۲).

نتیجه‌گیری

نتایج کلی حاکی از آن است که بین ۱۱ رقم فلفل تحت تأثیر قرار گرفته از تنش نماتدی، تفاوت آماری معنی‌داری از لحاظ صفات رویشی گیاه و صفات تولیدمثلى نماتد وجود دارد. در بین این رقم‌ها، هیبرید عزیز و هیبرید کینگ آرتور به عنوان رقم‌های حساس و رقم‌های هیبرید کویامی، هیبرید پلاتو، هیبرید آریستوتل و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ به عنوان رقم‌های نسبتاً حساس و رقم‌های هیبرید ویزارد و کالیفرنیا واندر ۳۰۱ با

منابع مورد استفاده

۱. اخیانی، آ.، ح. مجتبهدی و آ. نادری. ۱۳۷۳. گونه‌ها و نژادهای فیزیولوژیکی نماتد ریشه‌گرهی در ایران. مجله بیماری‌های گیاهی ۲۰: ۵۷-۷۰.
۲. حسندخت، م. ر. ۱۳۹۱. تکنولوژی تولید سبزی‌ها. انتشارات سلسه، گیلان.
۳. خدائی اربط، ع.، ع. طاهری، م. ۰. پهلوانی و غ. نیکنام. ۱۳۸۸. ارزیابی مقاومت چهار رقم گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*). مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۶(۱): ۴۵-۵۵.
۴. رمضانی، ب.، ع. مهدیخانی مقدم و ح. روحانی. ۱۳۹۲. ارزیابی مقاومت برخی از ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی (*Meloidogyne javanica*) در شرایط گلخانه. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی) ۳: ۲۷۶-۲۸۵.
۵. صادق موسوی، ش.، ا. کارگریله و ع. دلجو. ۱۳۸۵. بررسی عکس‌العمل تعدادی از ارقام خیار گلخانه‌ای رایج در ایران نسبت به نماتد ریشه‌گرهی، *Meloidogyne incognita*. نشریه بیماری‌های گیاهی ۴۲: ۲۴۲-۲۴۹.
۶. قایدی، س. و م. عبدالahi. ۱۳۹۳. ارزیابی مقاومت هشت رقم لوپیا نسبت به نماتد گره ریشه (*Meloidogyne incognita*). مجله بهنژادی نهال و بذر ۱: ۱۷-۳۶.
۷. میره‌کی، ک.، م. عبدالahi و ا. دهداری. ۱۳۹۲. واکنش هشت رقم گوجه‌فرنگی به نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne incognita*) در شرایط گلخانه. نشریه دانش گیاه‌پزشکی ایران ۴۴: ۲۹۱-۲۹۸.
8. Anwar, S.A., M.M. Mahdi, and F.A. Chaudhry. 2013. Evaluation of two vegetables against *Meloidogyne incognita* infection. Pak. J. Zool. 45(5): 1285-1290.
9. Barker, K.R., C.C. Carter and J.N. Sasser. 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. II: Methodology, Conference proceedings, pp. 212-233.

10. Bello, T. Tesleem, B. Fawole, and A. Claudius-Cole. 2015. Susceptibility of seven varieties of pepper and tomato to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Ibadan, Nigeria. IOSR J. Agric. Vet. Sci. 8(10): 79-82.
11. Chen, Z.X., S.Y. Chen and D.W. Dickson. 2003. Nematology- Advances and Perspectives. Vol. 2, pp. 637-744.
12. Davis, R.F. and O.L. May. 2003. Relationship between tolerance and resistance to *Meloidogyne incognita* in cotton. J. Nematol. 35(4): 411-416.
13. Devran, Z. and I.H. Elekcioglu. 2004. The screening of F₂ plants for the root knot nematode resistance gene mi by PCR in tomato. Turk. J. Agric. For. 28(4): 253-257.
14. Eisenback, J.D. 1985. Techniques for preparing nematodes for scanning electron microscopy. PP. 79-105. In: Barker, K.R., C.C. Carter and J.N. Sasser (Eds.), An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Methodology, NCSU.
15. Hartman, K.M. and J.N. Sasser. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. PP. 69-77. In: Barker, K.R., C.C. Carter and J.N. Sasser (Eds.), An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Methodology, NCSU.
16. Howard, L.R., S.T. Talcott, C.H. Brenes and B. Villalon. 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars as influenced by maturity. J. Agric. 48: 1713-1720.
17. Hussey, R.S. and K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Dis. Reporter 57: 1025-1028.
18. Jepson, S.B. 1987. Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.). CAB International, Wallingford, UK.
19. Joseluis, A.O. Bachie, and A. Ploeg. 2014. Response of resistant and susceptible bell pepper (*Capsicum annuum*) to a southern California *Meloidogyne incognita* population from a commercial bell pepper field. J. Nematol. 46(4): 346-351.
20. Kamalwanshi, R.S., A. Khan and A.S. Srivastava. 2004. Reaction of tomato germplasm against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. J. Nematol. 34(1): 94-95.
21. Nass, L.L., A.C.C. Valois, I.S. Melo and M.C. Valadares-Inglis. 2001. Recursos e Melhoramento: Plantas. Rondonopolis. Fundacao, pp. 1109-1183.
22. Nwanguma, E.I., O.O. Idowu-Agida and A.A. Oladigbola. 2013. Susceptibility of elite cultivars of pepper *Capsicum frutescens* to the root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* Race 2, in parts of Southwestern Nigeria. Int. J. Dev. Sustain. 2(4): 2248-2255.
23. Oostenbrink, M. 1966. Major characteristics of the relationships between nematodes and plants. Mededelingen Landbouwhogeschool 66: 1-46.
24. Pedrosa, E.M.R., R.S. Hussey and H.R. Boerma. 1996. Cellular responses of resistant and susceptible soybean genotypes infected with *Meloidogyne arenaria* race 1 and 2. J. Nematol. 28: 225-232.
25. Perry, R.N., M. Maurice and J.L. Starr. 2010. Root-Knot Nematodes. CABI Head Office, UK, 531 p.
26. Quesenberry, K.H., D.D. Baltensperger, R.A. Dunn, C.J. Wilcox and S.R. Hardy. 1989. Selection for tolerance to root-knot nematodes in red clover. C. Sci. 29: 62-65.
27. Starr, J.L., J. Bridge and R. Cook. 2002. Resistance to plant-parasitic nematodes. History, current use and future potential. PP. 1-22. In: Starr, J.L., J. Bridge and R. Cook (Eds.), Plant Resistance to Parasitic Nematodes, CAB International Publishing, Wallingford, UK.
28. Taylor, D.P. and C. Netscher. 1974. An improved technique for preparing perennial pattern of *Meloidogyne* spp. Nematol. 20: 251-268.
29. Topuz, A. and N. Ozdem. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. J. Food Comp. 20: 596-602.