مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۱، شماره ۱، سال ۱۳۹۴

واکنش ده رقم خیار گلخانه‌ای نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica*

Response of Ten Greenhouse Cucumber Cultivars to Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*

محمد عبدالهی

دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۲

چکیده

عبدالهی، م. ۱۳۹۴. واکنش ده رقم خیار گلخانه‌ای نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* . **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱:** ۷۵ - ۵۵.

در یک آزمایش گلخانه‌ای مقاومت نسبی ده رقم رایج خیار شامل Al-Biruni F1، Borhan، Donia، Ivor، Jiroft F1، Karim F1، Katrina، Negin، Terminator و Tunca در برابر نماتد ریشه گرهی (*Meloidogyne javanica*) ارزیابی شد. به ازای هر گرم خاک، گیاهچه‌ها با پنج لارو سن دوم نماتد مایه‌زنی شدند. هفت هفته پس از مایه‌زنی، شاخص‌های مختلف رشدی گیاه و شاخص‌های تولیدمثلی نماتد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هیچ یک از رقم‌ها مقاوم نبودند ولی درجه حساسیت آن‌ها از نظر شاخص‌های تولیدمثلی نماتد متفاوت بود. پس از آلوده شدن با نماتد، از نظر شاخص‌های شاخساره، رقم‌های Karim F1، Al-Biruni F1، Donia و Borhan و از نظر شاخص‌های ریشه، رقم‌های Al-Biruni F1، Donia، Katrina و Ivor نسبت به سایر رقم‌ها حساسیت کمتری داشتند. در بررسی شاخص‌های تولیدمثلی نماتد، مشخص شد که رقم‌های Karim F1، Jiroft F1 و Ivor کمترین جمعیت نماتد را داشتند. بر اساس شاخص مقاومت، رقم Karim F1 نسبتاً حساس، Jiroft F1 و Ivor حساس و سایر رقم‌ها خیلی حساس ارزیابی شدند. در تجزیه خوشه‌ای بر مبنای شاخص‌های رویشی رقم‌های Karim F1، Al-Biruni F1، Tunca و Borhan با قرابت بسیار نزدیک در خوشه جداگانه‌ای جای گرفتند. بر اساس شاخص‌های مرتبط با نماتد، پنج رقم Terminator، Ivor، Donia، Karim F1 و Jiroft F1 بیشترین مشابهت به یک‌دیگر را داشتند و رقم‌های Al-Biruni F1 و Negin در خوشه مجزا قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: خیار، نماتد ریشه گرهی، شاخص‌های تولیدمثلی، شاخص مقاومت.

نویسنده مسئول: mdabdollahi@gmail.com تلفن: ۰۷۴۳۳۲۲۴۸۴۰

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus*) یکی از مهم‌ترین صیفی‌جات تحت کشت در ایران است که سطح زیرکشت قابل توجهی را به خود اختصاص داده است. ایران بعد از چین و ترکیه مقام سوم تولید خیار را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2013b). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (Anonymous, 2013a) حدود ۷۵۰۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی ایران زیر کشت خیار قرار دارد و میزان تولید آن ۱۸۱۱۶۰۳ تن با میانگین ۲۰۰ تن در هکتار است. خیار گلخانه‌ای مساحت ۲۸۳۲ هکتار با میانگین تولید ۲۲۱ تن و در مجموع حدود ۶۲۷ هزار تن تولید را به خود اختصاص داده است. خیار توسط بسیاری از نماتدهای انگل گیاهی به ویژه نماتدهای ریشه گرهی جنس Meloidogyne، که گاه کاهش ۶۰ درصدی محصول را سبب می‌شوند، مورد حمله قرار می‌گیرد (Kimenju *et al.*,1999). این نماتد باعث فراهم شدن شرایط برای آلودگی گیاه به بیمارگرهای دیگر نیز می‌شود (Hussey and Janssen, 2002). با توجه به گسترش نماتدهای ریشه‌گرهی و دامنه میزبانی وسیعی که دارند، مبارزه با آن‌ها بسیار ضروری است. با در نظر گرفتن مضرات مبارزه شیمیایی و عدم کارآیی روش‌های دیگر، استفاده از رقم‌های مقاوم به عنوان یک روش مناسب برای مبارزه مطرح است. با منسوخ شدن سموم تدخینی نماتدکش، مبارزه با نماتدهای انگل گیاهی وارد مرحله جدیدی از مدیریت تلفیقی شده است، به طوری که استفاده از رقم‌های مقاوم در زمره روش‌های ایمن و به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزاء مدیریت تلفیقی نماتدها قلمداد شده است (Starr *et al.*, 2002).

در اکثر گیاهان زراعی، باغی، سبزی و صیفی و گونه‌های وحشی، میزبانان مقاوم به این نماتد شناسایی شده است. در سراسر جهان، تاکنون آزمایش‌های سنتی و مولکولی بسیاری به منظور کشف ژن‌های مقاوم و همچنین ارزیابی مقاومت و معرفی ارقام مقاومی که دارای این ژن‌ها باشند، انجام شده است (Yadav and Verma, 1981؛ Kaloshian *et al.*, 1995؛ Yaghoobi *et al.*, 1995؛ Ornat *et al.*, 2001).

مقاومت در برابر نماتد ریشه‌گرهی، اغلب به وسیله یک ژن اختصاصی با نام *Mi*-gene، کنترل می‌شود (Gilbert and McGuire, 1956؛ Hare, 1957). بر اساس نظر نتشر و مائوبووسین (Netscher and Mauboussin, 1973)، از نظر اکولوژیکی کاربرد ارقام مقاوم ایمن بوده و بر مبارزه با نماتد ریشه‌گرهی اثرهای مثبتی دارد. در برخی از ارقام خیار معمولی و خیار افریقایی، مقاومت به نماتد ریشه گرهی گزارش شده است (Wehner *et al.*, 1991؛ Walters *et al.*, 1999, 2006). در ارقام مقاوم، تعداد گره‌ها به واسطه ایجاد دشواری در تولیدمثل و نفوذ نماتد ماده به شدت کاهش

می‌یابد. ژن *Mi* موجبات ایجاد مقاومت به گونه‌های *M. incognita*، *M. arenaria* و *M. javanica* را فراهم می‌سازد ولی در دمای بالاتر از ۲۸ درجه سلسیوس مقاومتی در *M. hapla* به وجود نیاورده است (Liharska and Williamson, 1997؛ Ornat *et al.*, 2001).

میزبان‌های مقاوم در برابر نماتدهای انگل داخلی و نیمه داخلی از جمله Tylenchulus، Rotylenchulus، Naccobus، Meloidogyne، Hetrodera و Globodera به صورت تخصصی عمل می‌کنند، به صورتی که میزبان فقط در برابر گونه‌ای خاص از نماتد مهاجم از خود مقاومت نشان می‌دهد (Roberts, 1992).

در ایران، واکنش درختان انار نسبت به *M. javanica* (Akhiani and Mojtahedi, 1986)، درختان پسته نسبت به نژاد ۲ گونه *M. incognita* (Madani *et al.*, 2012)، درختان زیتون نسبت به *M. javanica* (Hosseininejad and Ramezani Malekrodi, 2005) و درختان میوه هسته‌دار نسبت به *M. javanica* (Akhiani and Behdad, 1986) بررسی شده است. اخیانی و مرتضوی بک (Akhiani and Mortazavi Bak, 1992) حدود ۵۳۷ توده و رقم گوجه‌فرنگی را به منظور مقاومت به *M. javanica* مورد ارزیابی قرار دادند که ۹۸٪ آن‌ها حساس معرفی شدند. در این بررسی، تنها از ۱۱ رقم که به آزمایش نهایی رسیدند، هفت رقم به عنوان مقاوم و بقیه به عنوان متحمل شناخته شدند. احمدی و مرتضوی بک (Ahmadi and Mortazavi Bak, 2005) عکس‌العمل بیست رقم انتخابی گوجه‌فرنگی نسبت به *M. javanica* را در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای بررسی کردند. در آزمایش گلخانه‌ای بیش از ۸۵٪ و در آزمایش مزرعه‌ای متجاوز از ۹۰٪ ارقام حساس بودند. رمضانی و همکاران (Ramazani *et al.*, 2013) مقاومت دوازده رقم گوجه‌فرنگی را در دو سطح آلودگی اولیه ۵۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ تخم و لارو نماتد در یک کیلوگرم خاک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که سطوح مختلف آلودگی اولیه بر واکنش ارقام مورد مطالعه تاثیر می‌گذارد. در تحقیق قایدی و عبدالهی (Ghayedi and Abdollahi, 2014) مقاومت هشت رقم لوبیا نسبت به *M. javanica* مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج مطالعات گلخانه‌ای نشان داده است که در ارقام حساس فاقد ژن *Mi*، به طور معنی‌داری تعداد بیش‌تری کیسه تخم در ریشه وجود دارد اما شاخص تولید مثل در بین ارقام مقاوم و حساس تفاوت معنی‌داری ندارد (Orant *et al.*, 2001). صدیقی و محمود (Siddiqui and Mahmood, 1992) در بررسی خود مشاهده کردند که تعداد گره در ریشه گیاهان نخود مایه‌زنی شده با جمعیت‌های مختلف نژاد ۳ گونه *M. incognita*، با افزایش جمعیت اولیه افزایش، اما شاخص تولیدمثل با

افزایش جمعیت اولیه کاهش می‌یابد. نتایج سینگ و خورما (Singh and Khurma, 2007) نیز نشان دادند که با افزایش سطح جمعیت، میانگین تعداد کیسه تخم در ریشه گیاهان آلوده، به جز در یک رقم، به طور منظمی افزایش می‌یابد. شارما و همکاران (Sharma *et al.*, 2004) با ارزیابی واکنش ارقام گوجه‌فرنگی به نژاد ۱ گونه *M. incognita* اعلام کردند که ارقام با شاخص گال بین ۱ و ۱/۱۶ دارای مقاومت متوسط و ارقام با شاخص گال ۲/۵ حساس می‌باشند. کمال وانشی و همکاران (Kamalwanshi *et al.*, 2004) ژرم‌پلاسم با شاخص گال ۲ را مقاوم، با شاخص گال ۳ را با مقاومت متوسط و با شاخص گال ۵-۴ را حساس تا خیلی حساس گزارش کردند.

بر اساس نتایج آزمایش احمد و همکاران (Ahmad *et al.*, 1992)، اکثر ارقام مایه‌زنی شده با نماتد *M. incognita* روی سیستم ریشه گال‌هایی به اندازه‌های مختلف ایجاد کرده و باعث کاهش وزن خشک ریشه می‌شوند. انوار و خان (Anwar and Khan, 1992) مطالعه‌ای را در رابطه با واکنش ارقام مختلفی از گوجه‌فرنگی، فلفل، بادنجان و بامیه با سطح زادمایه ۱۰۰۰ لارو *M. incognita* انجام دادند. در این آزمایش، به علت بالا بودن شاخص گره و کیسه تخم، هیچ یک از ارقام مقاوم یا ایمن نبودند و رقم Moneymaker گوجه‌فرنگی دارای حساسیت بالایی بود.

واکنش ده رقم گوجه‌فرنگی در گلدان، به وسیله خان و همکاران (Khan *et al.*, 2000) ارزیابی و گزارش که هیچ یک از ارقام نسبت به *M. incognita* ایمن یا دارای مقاومت بالا نبودند. نونووومدین و همکاران (Nono-Womdin *et al.*, 2002) واکنش هشت رقم اصلاح شده گوجه‌فرنگی را در برابر نژاد ۱ و ۲ گونه *M. incognita*، *M. javanica* و *M. hapla* بررسی کردند. نتایج آزمایش نشان داد که تمامی هشت رقم نسبت به *M. hapla* حساس بودند. در یک آزمایش گلدانی که دربان و همکاران (Darban *et al.*, 2003) انجام دادند، رقم Long ایتالیا و Royal هلند گوجه‌فرنگی مقاومت بالایی نسبت به *M. incognita* داشتند. در آزمایشی که توسط پاتان و همکاران (Pathan *et al.*, 2004) روی هفت رقم از گوجه‌فرنگی در برابر *M. incognita* صورت انجام شد، هیچ یک از ارقام مقاوم نبودند. جیمنز (Jimenez, 1985) ارقام گوجه‌فرنگی FMN-76 و Piersal را به عنوان ارقام با مقاومت بالا به نماتد ریشه‌گ رهی ارزیابی کرد. کرجه و همکاران (Karajeh *et al.*, 2005) در بررسی بیماری‌زایی نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در ارقام گوجه‌فرنگی دارای ژن *Mi*، ارقام با شاخص تولیدمثل ۳/۷۳ را خیلی حساس تلقی ارزیابی کردند.

در مورد مقاومت ارقام خیار نسبت به نماتد ریشه گرهی، صادق موسوی و همکاران

(Sadegh Moosavi *et al.*, 2006) عکس‌العمل سیزده رقم و لاین در دسترس خیار گلخانه‌ای در ایران، به نام‌های Ps-29033، Rubah، Super Monarch، Royal 21445، Sina (Rs 24189) F1، Gb، Luna F1 Hybrid، Spark، Rz F1 2201، Danito F1، Zenubia، Vilmorin و Super Dominus را به همراه یک توده بذر محلی همدانی، نسبت به نژاد ۱ گونه *M. incognita* مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تمامی ارقام مورد آزمایش نسبت به آن حساسند. در پژوهش دیگر که توسط ابولی‌پور و همکاران (Abolipoor *et al.*, 2010) انجام شد، مقاومت برخی رقم‌های خیار شامل بهار، دانیتو، پتوسید، استورم، دیار ۴۶، دیار ۴۲، کولتان، جانتی، بیت آلفا، میلاد، سینا، نسیم، سالار و دو توده محلی اصفهان به نام دستگردی و چمبر به رایج‌ترین گونه این نماتد، *M. javanica*، مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مشاهدات ایشان، رقم‌های محلی دستگردی و چمبر به عنوان ارقام مقاوم شناخته شدند.

در پی گسترش کشت خیار در گلخانه‌های استان کهگیلویه و بویراحمد، شرایط تولیدمثل این نماتد فراهم شده است و در اثر عدم رعایت مسایل بهداشتی ضروری، این آفت توسعه فراوانی یافته و روز به روز بر شدت آلودگی‌های گلخانه‌ها افزوده شده است. استفاده از کودهای دامی نپوسیده و عدم کاربرد اصول علمی مبارزه با این نماتد، موجبات ایجاد خسارت‌های شدید را فراهم ساخته است، به طوری که در برخی موارد کل گیاهان از بین می‌روند. با توجه به عدم تمایل کشاورزان به استفاده از روش‌های مبارزه غیر شیمیایی، به نظر می‌رسد که تعیین رقم مقاوم با در نظر گرفتن ویژگی‌های مورد نظر تولید کنندگان، می‌تواند راه حل مناسبی باشد که در این تحقیق به این موضوع توجه شده است.

مواد و روش‌ها

خالص‌سازی نماتد: به منظور نگه‌داری کشت نماتد، رقم حساس Red cloud گوجه‌فرنگی مورد استفاده قرار گرفت. برای مایه‌زنی و خالص‌سازی نماتد و در نهایت تکثیر نماتد، از روش قایدی و عبدالهی (Ghayedi and Abdollahi, 2014) استفاده شد. شناسایی نماتد بر مبنای ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی لارو سن دوم و نقوش ناحیه پیرامون مخرج نماتد ماده انجام شد (Hartman and Sasser, 1985).

کشت بذر: به منظور بررسی عکس‌العمل ده رقم خیار گلخانه‌ای Al-Biruni F1، Borhan، Donia، Ivor F1، Jiroft، Karim F1، Katrina، Negin، Terminator و Tunca به نماتد ریشه‌گرهی در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه با دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سلسیوس طراحی شد. در گلدان‌های پلاستیکی

به قطر ۸ سانتی‌متر، ۳۵۰ گرم خاک استریل (خاک مرطوب لومی با ۸۰٪ ماسه، ۵٪ سیلت و ۱۵٪ رس) ریخته و در هر گلدان چهار بذر از هر یک از رقم‌های مورد آزمایش کاشته شد. در مرحله ۴-۲ برگه حقیقی، بدون آسیب رسیدن به ریشه‌ها، بوته‌ها با خاک اطراف ریشه به گلدان‌های با قطر ۱۵ سانتی‌متر محتوی خاک ضدعفونی‌شده با بخار آب منتقل شدند، به طوری که وزن نهایی خاک درون گلدان حدود یک و نیم کیلوگرم شد (Appleman, 2003).

مایه‌زنی بوته‌ها: دو هفته پس از انتقال نشا، پس از حذف بوته‌های اضافی و نگه داشتن تنها یک بوته در هر گلدان، بوته‌ها مایه‌زنی شدند (Ghayedi and Abdollahi, 2014). گلدان‌ها به صورت تصادفی در گلخانه چیده شدند. آبیاری در مواقع مورد نیاز انجام و برای تغذیه بوته‌ها، هفته‌ای یک بار ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول کود میکرو شامل کلات‌های آهن، منگنز، مس و روی و بور و مولیبدن به شکل غیر کلاته، به نسبت دو در هزار به گلدان‌ها داده شد.

ارزیابی مقاومت ارقام: نه هفته بعد از کاشت (۷ هفته پس از مایه‌زنی) بوته‌ها را از خاک خارج کرده پس از شستشو در جریان ملایم آب، صفات مرتبط با گیاه و ویژگی‌های مرتبط با نماتد اندازه‌گیری شد (Choleva *et al.*, 1988). شاخص‌های رشدی گیاه شامل وزن تر و خشک شاخساره، وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه و طول شاخساره با استفاده از روش قایدی و عبدالهی (۲۰۱۴) اندازه‌گیری و یادداشت برداری شد.

صفات مرتبط با نماتد شامل تعداد گره و کیسه تخم با استفاده از روش تایلور و ساسر (Taylor and Sasser, 1978) و تعداد لارو سن دوم در خاک با استفاده از روش بارکر (Barker, 1985) تعیین شد. برای شمارش تعداد کیسه تخم بر روی سیستم ریشه، ریشه‌های هر رقم به طور جداگانه به مدت ۵ دقیقه در داخل بشرهای شیشه‌ای در زیر جریان ملایم آب شسته شدند تا خاک چسبیده به آن‌ها با ملایمت جدا شود ولی کیسه‌های تخم در انتهای بدن نماتد ماده باقی بماند. پس از تکه کردن ریشه به قطعات ۴-۳ سانتی‌متری، با روش کاستگانو - سرنو و همکاران (Castagnone-Sereno *et al.*, 1994) رنگ‌آمیزی ریشه انجام شد. به منظور تعیین تعداد تخم موجود در ریشه، قطعه‌های ریشه در فلاسک‌های حاوی محلول ۰/۵٪ هیپوکلریت سدیم در شیکر تکان داده شدند و پس از ۵ دقیقه محتویات فلاسک بر روی الک ۲۰۰ مش که بر روی الک ۵۰۰ مش قرار گرفته بود، ریخته شد. محتویات الک ۵۰۰ مش به فلاسک ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و حجم به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. با سه بار شمارش، تعداد تخم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه شد. شاخص تولیدمثل نماتد بر مبنای جمعیت نهایی در خاک و ریشه و ۵۰۰۰ نماتد مایه‌زنی شده

محاسبه شد (Walters *et al.*, 1999). شاخص گال و کیسه تخم با استفاده از کلید توسعه یافته توسط کوزنبری و همکاران (Quesenberry *et al.*, 1986) تعیین شد. در این درجه‌بندی از سیستم تیلور و ساسر (Taylor and Sasser, 1978) برای تعیین شاخص گال یا کیسه تخم استفاده و در فرمول مربوطه درج می‌شود تا شاخص مقاومت که ریشه دوم مجموع توان دوم شاخص گال و شاخص کیسه تخم است، محاسبه شود. اگر تعداد گال یا کیسه تخم در کل ریشه صفر بود، شاخص گال یا کیسه تخم نیز صفر در نظر گرفته شد. برای ۲-۱ گال یا کیسه تخم، شاخص ۱؛ برای ۱۰-۳ گال یا کیسه تخم، شاخص ۲؛ برای ۳۰-۱۱ گال یا کیسه تخم، شاخص ۳؛ برای ۱۰۰-۳۱ گال یا کیسه تخم، شاخص ۴ و برای بیشتر از ۱۰۰ گال یا کیسه تخم، شاخص ۵ لحاظ شد. شاخص مقاومت (Resistance Index) با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Resistance Index (RI)} = \sqrt{(\text{gall index}^2 + \text{egg mass index}^2)}$$

مطابق این کلید، شاخص مقاومت ۰/۹-۰ به منزله مصون؛ ۱/۹-۱ به منزله بسیار مقاوم؛ ۲/۹-۲ به منزله مقاوم؛ ۳/۹-۳ به منزله نسبتاً مقاوم؛ ۴/۹-۴ به منزله با مقاومت متوسط؛ ۵/۹-۵ به منزله نسبتاً حساس؛ ۶/۹-۶ به منزله حساس و شاخص مقاومت بیشتر از ۷ به منزله خیلی حساس در نظر گرفته شد (Quesenberry *et al.*, 1986). پس از یادداشت‌برداری، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS 20 وارد شد و با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند (Ghayedi and Abdollahi, 2014).

نتایج و بحث

تجزیه صفات رویشی گیاه

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های این آزمایش نشان داد که همه ارقام مورد بررسی از نظر شاخص‌های رویشی گیاه، دارای درجات مختلفی از حساسیت بودند، به صورتی که تمام صفات رویشی مورد ارزیابی گیاه تحت تأثیر قرار گرفتند. تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخساره ارقام خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در جدول ۱ و مقایسه میانگین ارقام خیار آلوده شده به این نماتد، از نظر شاخص‌های رشدی شاخساره در جدول ۲ آورده شده است. اثر مایه‌زنی، رقم و اثر متقابل این دو فاکتور برای طول و وزن تر شاخساره در سطح یک درصد معنی‌دار شد و در مورد وزن خشک شاخساره اثر متقابل مایه‌زنی و رقم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین افت طول شاخساره ناشی از مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخساره ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 1. Analysis of variance of stem-related parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode *Meloidogyne javanica*

			Mean squares میانگین مربعات		
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	وزن خشک شاخساره Dry weight of stem	وزن تر شاخساره Wet weight of stem	طول شاخساره Stem length
Cultivar (C)	رقم	9	511.085**	37.224**	1.191**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	4018.612**	418.613**	10.44**
C×I	مایه‌زنی × رقم	9	88.529**	47.446**	0.491*
Error	خطا	60	18.313	5.063	0.212
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	2.59	5.50	6.11

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد.

** and *: Significant at 1% and 5% levels of probability. Respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات شاخساره در ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 2. Comparison of stem-related parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode *Meloidogyne javanica*

رقم Cultivar	Inoculation	مایه‌زنی با نماتد	طول شاخساره Stem length (mm)	وزن تر شاخساره Wet weight of stem (g)	وزن خشک شاخساره Dry weight of stem (g)
Al-Biruni F1	Control	شاهد	168.25 (13.71)bc	42.25 (4.04)cd	7.05 (9.44)abcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	153.75 (11.87)ef	39.75 (6.29)cde	6.65 (3.98)bcd
Borhan	Control	شاهد	157.75 (9.75)de	41.50 (6.96)cd	6.98 (7.16)bcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	150.75 (3.61)fg	39.50 (7.31)cde	6.40 (5.26)cde
Donia	Control	شاهد	170.25 (7.27)ab	42.50 (5.60)bc	7.23 (5.35)ab
	Inoculated	مایه‌زنی شده	159.00 (2.35)de	40.75 (5.44)cde	6.75 (13.22)bcd
Ivor	Control	شاهد	168.00 (7.97)bc	48.00 (6.13)a	7.18 (3.84)abc
	Inoculated	مایه‌زنی شده	150.25 (2.27)fg	31.25 (5.47)g	5.25 (10.61)f
Jiroft F1	Control	شاهد	158.75 (4.09)de	41.75 (3.01)cd	7.08 (4.22)abc
	Inoculated	مایه‌زنی شده	148.75 (6.01)fg	38.50 (6.18)de	6.43 (4.65)cde
Karim F1	Control	شاهد	166.25 (2.57)bc	40.50 (4.28)cde	6.88 (4.34)bcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	162.00 (3.53)cd	41.00 (4.45)cde	6.75 (14.18)bcd
Katrina	Control	شاهد	144.25 (3.32)gh	37.50 (5.55)ef	6.28 (8.37)de
	Inoculated	مایه‌زنی شده	132.50 (2.35)i	34.50 (8.37)fg	5.80 (4.22)ef
Negin	Control	شاهد	159.75 (8.56)de	39.75 (3.18)cde	6.68 (3.54)ef
	Inoculated	مایه‌زنی شده	139.50 (6.23)h	32.50 (8.14)g	5.73 (3.60)ef
Terminator	Control	شاهد	175.50 (10.73)a	45.75 (2.09)ab	7.75 (2.69)a
	Inoculated	مایه‌زنی شده	149.25 (3.39)fg	38.75 (5.72)cde	6.73 (3.07)bcd
Tunca	Control	شاهد	166.75 (11.42)bc	42.50 (4.08)bc	7.15 (4.35)abc
	Inoculated	مایه‌زنی شده	148.00 (13.74)fg	39.75 (7.79)cde	6.53 (5.22)bcd

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز). میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means and (CV%). Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different (P≤ 5%).

Terminator و Negin اتفاق افتاد. بنابراین می‌توان بیان کرد که این دو رقم خیار نسبت به آلودگی به نماتد حساس‌تر بودند. در همین رابطه، کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در

رقم‌های Karim F1، Borhan و Donia مشاهده شد.

بیشترین افت وزن تر شاخساره به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Ivor و Terminator و کمترین افت به واسطه آلودگی در رقم‌های Karim F1، Borhan و Donia مشاهده شد. بیشترین افت وزن خشک شاخساره به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Ivor و Terminator و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های Karim F1، Al-Biruni F1 و Donia مشاهده شد.

تجزیه واریانس صفات مربوط به ریشه ارقام خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در جدول ۳ و مقایسه میانگین ارقام خیار آلوده شده به این نماتد، از نظر شاخص‌های رشدی ریشه در جدول ۴ آورده شده است. اثر مایه‌زنی، رقم و برهمکنش مایه‌زنی و رقم برای دو شاخص طول و وزن خشک ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی در مورد وزن تر ریشه اثر متقابل مایه‌زنی و رقم معنی‌دار نشد. از نتایج مشخص گردید که بیشترین افت طول ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Tunca و Karim F1 اتفاق افتاد و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های Al-Biruni F1 و Donia مشاهده شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مربوط به ریشه ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 3. Analysis of variance of root-related parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode *Meloidogyne javanica*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares		
			طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Fresh weight of root	وزن خشک ریشه Dry weight of root
Cultivar (C)	رقم	9	844.068**	33.568**	0.963**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	1256.112**	43.512**	0.338**
C×I	مایه‌زنی × رقم	9	24.112**	2.401ns	0.125**
Error	خطا	60	6.429	1.654	0.046
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	3.51	7.88	6.86

** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و غیرمعنی‌دار.

** and ns: Significant at 1% level of probability and not-significant, respectively.

بیشترین افت وزن تر ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Al-Biruni F1 و Tunca و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های Negin و Jiroft F1 مشاهده شد. بیشترین افزایش وزن خشک ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Ivor و Terminator و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های Al-Biruni F1 و Tunca

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ریشه در ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 4. Comparison of root-related parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode *Meloidogyne javanica*

رقم Cultivar	Inoculation	مایه‌زنی با نماتد	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر ریشه Wet weight of root (g)	وزن خشک ریشه Dry weight of root (g)
Al-Biruni F1	Control	شاهد	82.25 (2.70)ab	15.75 (6.08)cde	2.73 (7.57)bcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	79.25 (2.80)ab	18.75 (5.11)a	3.35 (7.11)a
Borhan	Control	شاهد	78.50 (3.37)b	16.00 (5.10)cde	2.83 (7.30)bc
	Inoculated	مایه‌زنی شده	72.00 (5.44)cd	18.25 (13.70)ab	2.83 (9.75)bc
Donia	Control	شاهد	79.00 (6.29)ab	15.00 (14.40)defg	2.63 (10.02)bcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	73.75 (3.01)c	16.75 (7.51)bcd	2.73 (8.14)bcd
Ivor	Control	شاهد	61.75 (2.77)f	11.75 (8.15)j	2.10 (6.73)fg
	Inoculated	مایه‌زنی شده	51.75 (4.28)h	12.75 (7.51)hij	2.00 (7.07)g
Jiroft F1	Control	شاهد	68.50 (3.48)de	15.25 (8.25)def	2.70 (8.00)bcd
	Inoculated	مایه‌زنی شده	61.50 (4.09)f	15.50 (11.17)cdef	2.68 (18.66)bcd
Karim F1	Control	شاهد	79.00 (3.27)ab	14.00 (5.83)efghi	2.50 (5.66)cde
	Inoculated	مایه‌زنی شده	69.50 (3.81)de	16.00 (8.84)cde	2.53 (6.76)cde
Katrina	Control	شاهد	57.00 (3.79)g	12.00 (11.79)ij	2.08 (4.61)fg
	Inoculated	مایه‌زنی شده	51.00 (2.77)h	13.00 (6.28)ghij	2.15 (6.00)fg
Negin	Control	شاهد	59.75 (2.11)fg	12.25 (7.82)ij	2.13 (8.91)fg
	Inoculated	مایه‌زنی شده	49.75 (2.53)h	11.75 (4.26)j	2.08 (4.61)fg
Terminator	Control	شاهد	62.50 (3.33)f	12.25 (4.08)ij	2.15 (8.91)fg
	Inoculated	مایه‌زنی شده	56.00 (3.26)g	13.50 (4.28)fghij	2.25 (9.25)efg
Tunca	Control	شاهد	82.75 (4.11)a	14.75 (6.49)defgh	2.38 (6.32)def
	Inoculated	مایه‌زنی شده	67.25 (3.07)e	17.50 (10.94)abc	2.93 (5.84)b

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز). میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means and (CV%). Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different (P≤ 5%).

مشاهده شد.

تجزیه صفات تولیدمثلی نماتد

تجزیه واریانس صفات مربوط به تولیدمثل نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در جدول‌های ۵ و ۷ و مقایسه میانگین ارقام خیار آلوده شده به این نماتد، از نظر صفات تولیدمثل نماتد ریشه گرهی *M. javanica* در جدول‌های ۶ و ۸ آورده شده است. بر اساس این جدول‌ها، از نظر صفات تولید مثلی نماتد، در بین ارقام در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. بیشترین تولید گال به ترتیب در ارقام Negin، Katrina و Al-Biruni F1 که با رقم Tunca اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین تولید گال در ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor که با ارقام Donia و Terminator اختلاف معنی‌داری نداشت، مشاهده شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، تولید کیسه تخم نماتد در سیستم ریشه مشخص شد که بیشترین تولید کیسه تخم به ترتیب در ارقام Negin، Al-Biruni F1 و Katrina که با Tunca اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین تولید کیسه تخم در ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor که با Donia

جدول ۵- تجزیه واریانس شاخص‌های نماتد در ریشه ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 5. Analysis of variance of nematode parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	Mean squares میانگین مربعات		
			تعداد گال در ریشه No. of gall/ root	تعداد توده تخم در ریشه No. of egg mass/ root	شاخص مقاومت Resistance index
Cultivar (C)	رقم	9	952.967**	565.457**	0.473**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	350065.800**	245200.513**	923.441**
C×I	رقم × مایه‌زنی	9	952.967**	565.457**	0.473**
Error	خطا	60	29.983	21.262	0.005
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	5.43	5.25	0

** :Significant at 1% level of probability

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های نماتد در ریشه ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 6. Comparisons of nematode parameters of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*

Cultivar رقم	تعداد گال در ریشه No. of gall/ root	تعداد توده تخم در ریشه No. of egg mass/ root	شاخص مقاومت Resistance index	واکنش میزبان Host response	
Al-Biruni F1	148.25 (7.85)b	128.50 (7.37)b	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Borhan	130.75 (4.56)c	107.00 (3.89)de	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Donia	124.25 (3.68)cd	102.00 (3.30)ef	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Ivor	119.75 (5.16)d	98.50 (3.16)fg	6.40b	Susceptible	حساس
Jiroft F1	110.75 (6.65)e	92.00 (6.82)gh	6.40b	Susceptible	حساس
Karim F1	95.00 (4.38)f	85.50 (4.92)h	5.66c	Moderately susceptible	نیمه حساس
Katrina	147.25 (8.06)b	122.00 (8.39)bc	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Negin	169.75 (5.49)a	138.50 (7.04)a	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Terminator	127.50 (5.75)cd	112.50 (4.84)d	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Tunca	149.75 (2.69)b	120.75 (2.74)c	7.07a	Very susceptible	خیلی حساس
Control	0g	0i	-		

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز)

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

در محاسبه شاخص مقاومت شاخص‌های گره و کیسه تخم از مقیاس ۵-۰ استفاده شده و شاخص مقاومت بر مبنای مقیاس ۷-۰ است.

*Values presented are means and (CV%). Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different (P≤ 5%). In calculation of resistance index, the gall and eggmass indices are in 0-5 scale and resistance index in 0-7 scale.

اختلاف معنی‌داری ندارد، وجود داشت. بر اساس جدول ۶، در درجه‌بندی شاخص مقاومت با استفاده از رابطه کوزنبری و همکاران (Quesenberry *et al.*, 1986)، مشخص شد که تمامی رقم‌های مورد آزمایش حساسند ولی با این وجود کم‌ترین حساسیت در رقم Karim F1 و سپس در رقم‌های Jiroft F1 و Ivor مشاهده شد. بر اساس روش مذکور، در مقایسه با هفت رقم دیگر که خیلی حساس بودند، رقم Karim F1 به عنوان رقم نیمه

جدول ۷- تجزیه واریانس شاخص‌های تعداد لارو سن دو در خاک، تعداد تخم در ریشه، جمعیت نهایی و شاخص تولیدمثل نماتد در ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 7. Analysis of variance of No. of J2/soil, No. of egg/root, and reproduction factor of nematode of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares: تعداد لارو سن دوم در خاک No. of J2 / soil	تعداد تخم در ریشه No. of egg / root	شاخص تولیدمثل Reproduction factor
Cultivar (C)	رقم	9	38098426.300**	609304.140**	1.630**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	9798234852.050**	41088411.113**	446.985**
C×I	رقم × مایه‌زنی	9	38098426.300**	609304.140**	1.630**
Error	خطا	60	388203.042	581.271	0.016
CV%	درصد ضریب تغییرات	–	11.66	7.49	3.27

** :Significant at 1% level of probability

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۸- مقایسه میانگین شاخص‌های تعداد لارو سن دو در خاک، تعداد تخم در ریشه، جمعیت نهایی و شاخص تولیدمثل نماتد در ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne javanica*

Table 8. Comparisons of No. of J2/soil, No. of egg/root, and reproduction factor of nematode of ten cucumber cultivars inoculated with root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*

رقم Cultivar	تعداد لارو سن دوم در خاک No. of J2 / soil	تعداد تخم در ریشه No. of egg / root	شاخص تولیدمثل Reproduction factor
Al-Biruni F1	2834.00 (2.74)a	26662.50 (2.41)b	5.90 (2.40)b
Borhan	1384.75 (0.42)c	23595.75 (1.32)d	5.00 (1.63)d
Donia	1908.00 (1.52)b	19200.00 (3.35)e	4.25 (3.04)e
Ivor	1104.75 (0.85)g	19334.25 (5.95)e	4.13 (5.38)e
Jiroft F1	1225.75 (0.90)e	18069.75 (3.70)f	3.85 (3.35)f
Karim F1	1350.25 (0.76)d	16426.75 (3.27)g	3.58 (2.68)g
Katrina	1165.50 (0.96)f	24862.50 (2.46)c	5.23 (2.41)c
Negin	1254.75 (1.91)e	30454.25 (5.49)a	6.35 (5.38)a
Terminator	1075.75 (0.57)g	19721.75 (1.55)e	4.18 (1.20)e
Tunca	1029.75 (5.89)h	23012.00 (5.35)d	4.83 (5.18)d
Control	0i	0h	0h

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز). میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.
Values presented are means (CV%). Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different (P≤ 5%).

حساس و دو رقم دیگر به عنوان حساس شناخته شدند.

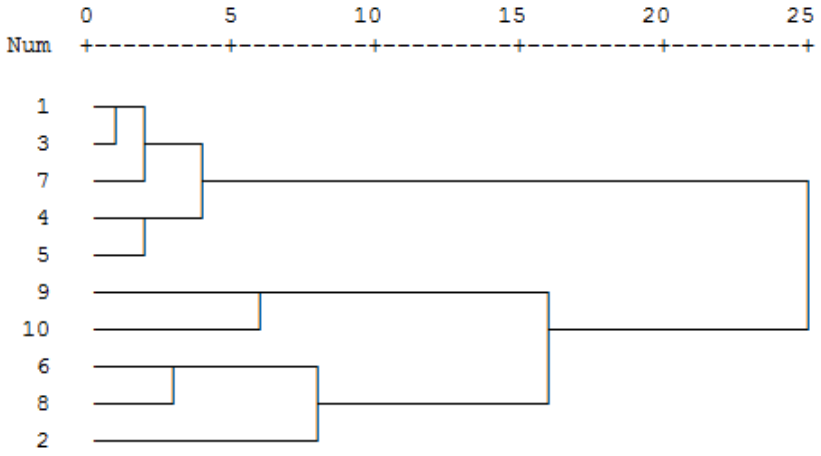
در جدول ۸ مشاهده می‌شود که بیشترین تعداد لارو سن دوم به ترتیب در خاک گلدان رقم‌های Al-Biruni F1، Donia و Borhan وجود داشت و کمترین تعداد از خاک رقم Tunca و پس از آن از خاک رقم‌های Terminator و Ivor استخراج شد. بیشترین تولید تخم به ترتیب در ارقام Negin، Al-Biruni F1 و Katrina و کم‌ترین تولید تخم در ارقام Karim F1، Jiroft F1، Donia و Ivor که با رقم Terminator اختلاف معنی‌داری نداشت، اتفاق افتاد. بیشترین شاخص تولید مثلی به ترتیب در ارقام Negin،

Al-Biruni F1 و Katrina و کم‌ترین شاخص تولید مثلی در ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor بود که البته در این شاخص، رقم‌های Donia و Terminator با رقم Ivor اختلاف معنی‌دار آماری ($P\leq0.05$) نداشتند.

به عنوان یک جمع‌بندی، بر اساس تجزیه خوشه‌ای (شکل‌های ۱ و ۲)، ارقام از نظر ویژگی‌های رویشی (طول، وزن تر و خشک شاخساره و ریشه) در سه گروه مجزا قرار گرفتند. ارقام Karim F1، Donia، Al-Biruni F1، Tunca و Borhan در یک خوشه و سایر ارقام در خوشه دیگر قرار گرفتند. ارقام Karim F1 و Donia نسبت به سه رقم دیگر این خوشه تشابه زیادتری به یک‌دیگر داشته و در زیر گروه مشابه قرار گرفتند و از طرف دیگر فاصله کم‌تری با یک‌دیگر نشان دادند. رقم Al-Biruni F1 نیز بر اساس شاخص‌های ذکر شده، با این دو رقم نزدیکی نشان داد ولی دو رقم Tunca و Borhan در زیر گروه جداگانه‌ای از این خوشه قرار داشتند. خوشه دوم شامل Katrina و Negin و خوشه سوم شامل ارقام Ivor، Jiroft F1 و Terminator بود. در خوشه سوم، دو زیرگروه کوچک‌تر تشخیص داده شد، به طوری که رقم Jiroft F1 از ارقام Ivor و Terminator مجزا شد. با مقایسه شکل ۱ با جدول‌های ۲ و ۴، می‌توان نتیجه گرفت که رقم‌های Karim F1، Donia و Al-Biruni F1 که در یک خوشه قرار گرفتند از نظر صفات رویشی در مقاومت گیاه به نماتد مشترک بودند.

در رابطه با ویژگی‌های تولیدمثلی نماتد، همان‌گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، ارقام در دو خوشه اصلی از یک‌دیگر تفکیک شدند. بر این مبنا، ارقام Al-Biruni F1 و Negin در یک خوشه بوده و از سایر ارقام جدا شدند. همین مسئله اگر با جدول‌های ۶ و ۸ مطابقت داده شود، بیانگر حساسیت بسیار زیاد این دو رقم به نماتد است. در خوشه اول نیز ارقام Borhan، Donia، Ivor، Jiroft F1، Karim F1، Katrina، Terminator و Tunca قرار داشتند که سه رقم Borhan، Katrina و Tunca در یک زیر گروه مجزا از پنج رقم دیگر قرار گرفتند. در این زیر گروه ارقام Karim F1 و Jiroft F1 از سه رقم Donia، Ivor و Terminator مجزا شدند. ارتباط این یافته‌ها با جدول‌های مقایسه میانگین ۶ و ۸ نشان می‌دهد که رقم Karim F1 در مقایسه با سایر رقم‌ها، نسبت به این نماتد حساسیت کمتری داشتند.

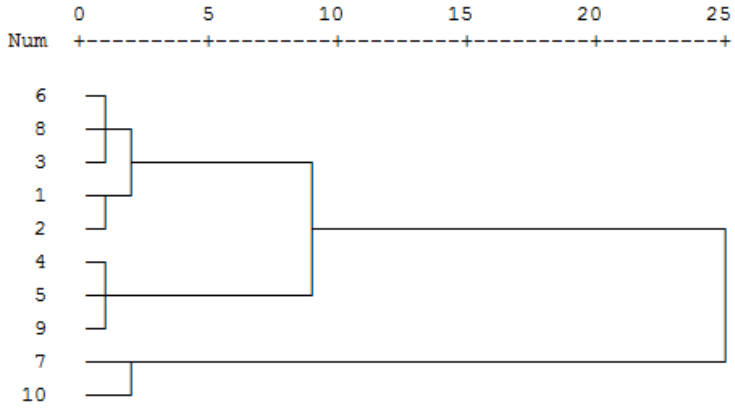
نتایج این بررسی نشان داد که بین نوع رقم و آلودگی یا عدم آلودگی به نماتد از نقطه نظر صفات رویشی گیاه و صفات تکثیری نماتد اثر مستقلی وجود دارد. در بین ارقام آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از نظر طول و وزن خشک شاخساره، رقم‌های Karim F1، Donia و Al-Biruni F1 در مقایسه با رقم‌های دیگر دارای تفاوت معنی‌داری بوده در تجزیه درختی نیز در خوشه جداگانه‌ای قرار داشتند. لذا با



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای شاخص‌های رویشی رقم‌های خیار آلوده شده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* به روش جاکارد

Fig. 1. Cluster analysis of growth-related parameters of cucumber cultivars inoculated with *Meloidogyne javanica*, using Jaccard`s method

1: Karim F1; 2: Jiroft F1; 3: Donia; 4: Tunca; 5: Borhan; 6: Terminator; 7: Al Biruni F1; 8: Ivor; 9: Katrina; 10: Negin



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای شاخص‌های مرتبط با نماتد در خاک/ ریشه رقم‌های خیار آلوده شده به نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* به روش جاکارد

Fig. 2. Cluster analysis of nematode-related parameters on cucumber cultivars inoculated with *Meloidogyne javanica*, using Jaccard`s method

1:Karim F1; 2: Jiroft F1; 3: Donia; 4: Tunca; 5: Borhan; 6: Terminator; 7: Al Biruni F1; 8- Ivor; 9: Katrina; 10: Negin

توجه به اهمیت این شاخص‌ها و این که کم‌تر تحت تاثیر آلودگی به نماتد قرار گرفته‌اند، می‌تواند به عنوان معیار مناسبی برای عملکرد گیاه از نظر شاخص‌های رویشی گیاه در نظر گرفته شود و بنابراین به عنوان رقم‌های نیمه مقاوم توصیه شوند. رقم‌های Karim F1، Donia و Borhan از نظر وزن تر شاخساره مشابه بودند که در تجزیه درختی نیز در گروه یکسانی قرار گرفتند و کم‌تر تحت تاثیر آلودگی نماتد قرار داشتند. در مقابل، رقم‌های

Terminator و Ivor از نظر افت وزن تر و خشک شاخساره و همچنین وزن خشک ریشه، نسبت به سایر رقم‌ها تفاوت بارز داشتند که در تجزیه درختی نیز با قرار گرفتن در یک گروه جداگانه این تفاوت را نشان دادند.

رقم‌های Borhan، Donia و Al-Biruni F1 از نظر طول ریشه در گروه جداگانه‌ای دسته‌بندی شدند و اختلاف بارزی با سایر ارقام داشتند. ارقام Tunca و Borhan از نظر وزن تر ریشه با بقیه تفاوت داشتند که در گروه‌بندی نیز این موضوع نشان داده شد. صدیقی و محمود (Siddiqui and Mahmood, 1992) نیز در بررسی‌های خویش در نخود نتایج مشابهی را به دست آوردند. اودو و همکاران (Udo *et al.*, 2008) نیز نتیجه گرفتند که در وزن تر و خشک ریشه و شاخساره گیاه گوجه‌فرنگی آلوده شده با نماتد *M. javanica* در مقایسه با تیمار بدون آلودگی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در آزمایش گلخانه‌ای که توسط احمدی و مرتضوی‌بک (Ahmadi and Mortazavi Bak, 2005) انجام شد، ارقام بسیار حساس، نسبتاً حساس، حساس و متحمل، در صفات رشدی وزن شاخساره و ریشه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. جالب این که وزن ریشه و شاخساره در رقم حساس بیش‌تر از نوع رقم دارای واکنش فوق حساسیت بود و رقم متحمل بالاتر از دو رقم فوق قرار گرفت. هر چند در این نوع بررسی‌ها اطلاعات مفیدی به دست می‌آید، اما با توجه به شرایط و مدت کم آزمایش در گلخانه، فراهم نبودن شرایط مساعد طبیعی مثل دما، نور و رطوبت و عدم رقابت با سایر عوامل، صفات رشدی نوسانات زیادی را نشان می‌دهند که این نوسانات در نتایج دیگر محققین نیز مشاهده می‌شود.

در مورد صفات تولیدمثل نماتد که در اغلب پژوهش‌ها به عنوان صفتی مهم در ارزیابی ارقام مورد بررسی قرار می‌گیرد، در آزمایش حاضر تفاوت معنی‌دار در میان ارقام دیده شد. در ارقامی که طول، وزن تر و وزن خشک اندام‌های رویشی آن‌ها کم‌تر تحت تاثیر نماتد قرار گرفته بودند و از این رو به عنوان ارقام نسبتاً متحمل شناخته شده بودند، در صفات تولیدمثلی نماتد نیز همین نتایج تا حدودی برقرار بود. در مقایسه میانگین تعداد گال در سیستم ریشه به ترتیب کمترین تعداد گال در ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor مشاهده شد. از نظر تولید کیسه‌تخم در ریشه، ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor دارای کمترین کیسه تخم در سیستم ریشه بودند. در مورد تمامی شاخص‌های تولیدمثلی اندازه‌گیری شده رقم‌های Karim F1 و Jiroft F1 به عنوان ارقام بازدارنده تولید مثل نماتد و رقم Negin به عنوان رقم مناسبی برای تکثیر نماتد مشخص شدند. رقم‌های Al-Biruni F1 و Katrina نیز به عنوان رقم‌های حساس به نماتد باعث تکثیر نماتد در حد بسیار بالایی شدند.

در پژوهش حاضر، با مقایسه ده رقم خیار و

با استناد به صفات رشدی ارقام و صفات تولیدمثلی نماتد، مشاهده شد که ارقام Negin، Al-Biruni F1 و Katrina نسبت به این نماتد بسیار حساس بودند که در این میان رقم Negin بر اساس صفات تکثیری نماتد، بیشترین حساسیت را در بین این ارقام داشت. رقم Ivor اگر چه به واسطه مایه‌زنی با نماتد افت زیادی در برخی صفات رویشی گیاه داشت، اما در اغلب صفات مربوط به نماتد واکنش نسبتاً خوبی نشان داد و از تکثیر نماتد جلوگیری کرد. در پژوهش صادق موسوی و همکاران (Sadegh Moosavi *et al.*, 2006) و همچنین در بررسی‌های ابولی‌پور و همکاران (Abolipoor *et al.*, 2010)، در ارزیابی از سیستم هاسی و جانسن (Hussey and Janssen, 2002) استفاده شد. با لحاظ کردن شاخص گال، در تحقیق صادق موسوی و همکاران رقم مزرعه‌ای سوپر دومینوس با شاخص گال ۶۶/۱ و در مطالعات ابولی‌پور و همکاران، رقم دستگردی با شاخص گال ۷/۱ مقاوم و رقم‌های دیگر مورد بررسی ایشان حساس تلقی شدند. در هر دو بررسی از سیستم فاسولیوتیس که مبتنی بر شاخص گال است، نیز بهره گرفته شد که بر این اساس، ارقام در دو گروه با مقاومت متوسط و مقاومت جزیی قرار گرفتند. در بررسی ما ترجیح داده شد که علاوه بر شاخص گال، شاخص کیسه تخم نیز در ارزیابی نهایی وارد شود و از این رو سیستم ارزیابی کوزنبری و همکاران (Quesenberry *et al.*, 1986) به کار رفت که در یک فرمول هر دو شاخص گال، که بیانگر بیمارگری نماتد است و کیسه تخم که میزان تولید مثل نماتد و در نهایت شاخص مقاومت را نشان می‌دهد.

بر اساس صفات رویشی خیار، رقم‌های Karim F1، Donia و Al-Biruni F1 و بر اساس صفات تکثیری نماتد، Karim F1، Jiroft F1 و Ivor و با در نظر گرفتن جمیع جوانب، رقم Karim F1 به عنوان یک رقم مناسب و قابل توصیه پیشنهاد می‌شود که با ضرورت مبارزه تلفیقی، لازم است سایر روش‌های پیش‌گیری و مبارزه را نیز در نظر گرفت. بدیهی است برای توصیه این ارقام در شرایط مزرعه و گلخانه به آزمایش‌های مکرر و تکمیلی نیاز خواهد بود.

سپاسگزاری

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از طرح پژوهشی نگارنده در دانشگاه یاسوج تنظیم شده است. بدینوسیله از مسئولین دانشگاه به ویژه معاونت پژوهش و فناوری سپاسگزاری می‌شود.

References

Abolipoor, M. R., Olia, M., Fadaei Tehrani, A. A., and Kadivar, M. 2011. Reaction of some cucumber cultivars to root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Iranian Journal of Plant Pathology 47(3): 279-291 (in Persian).

Ahmad, R., Khan, M. A., Sahi, S. T., and Dogar, M. A. 1992. Reaction and development of selected tomato cultivars against root-knot nematode (*M. javanica*). Pakistan Journal of Phytopathology 4: 37-40.

Ahmadi, A., and Mortazavi Bak, A. 2005. The reaction of some tomato cultivars against root-knot nematode. Iranian Journal of Plant Pathology 41(3): 403-414 (in Persian).

Akhiani, A., and Behdad, E. 1986. The reaction of stone fruit root stocks to *Meloidogyne javanica*. Proceedings of the 8th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. p. 131 (in Persian).

Akhiani, A., and Mojtahedi, H. 1986. The reaction of pomegranate varieties to *Meloidogyne javanica*. Proceedings of the 8th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. p. 135 (in Persian).

Akhiani, A., and Mortazavi Bak, A. 1992. Evaluation of the sources of resistance in tomato against *Meloidogyne javanica* in Iran. Proceedings of the First Seminar on Vegetable Crops, Karaj, Iran. pp. 7-8 (in Persian).

Anonymous 2013a. Annual Agricultural Statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran, Tehran, Iran (in Persian). Available at: www.maj.ir.

Anonymous 2013b. Statistical Yearbook of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. UN Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Anwar, S. A., and Khan, M. S. A. 1992. Evaluation of four vegetables against *Meloidogyne incognita*. Journal of Agricultural Research 30: 415-421.

Appleman, L. 2003. Screening for root knot nematode (*Meloidogyne hapla*) using lettuce. Journal of Undergraduate Research 1: 1-3.

Barker, K. R., 1985. Nematode extraction and bioassays. pp. 19–35. In: Barker, K.R., Carter, C.C., and Sasser, J.N. (eds.) Advanced Treatise on Meloidogyne: 2. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh, NC, USA.

Castagnone-Sereno, P., Wajnberg, E., Bongiovanni, M., Leroy, F., and Dalmasso,

A. 1994. Genetic variation in *Meloidogyne incognita* virulence against the tomato *Mi* resistance gene: evidence from isofemale line selection studies. Theoretical and Applied Genetics 88: 749–753.

Choleva, B., Sotirova, V., and Georgiev, C. 1988. Study on the resistance of lines and hybrids tomato to root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. and Golden nematode *Globodera rostochiensis* (Woll. 1923., Mulvey, Stone, 1976). Biotechnology and Biotechnique 1: 35-39.

Darban, D. A., Pathan, M. A., Jiskani, M. M., and Wagan, K. H. R. 2003. Response of some tomato cultivars to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences 19: 36-38.

Ghayedi, S., and Abdollahi, M. 2014. Evaluation of eight bean cultivars for resistance to root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Seed and Plant Improvement Journal 30-1(1): 17-36 (in Persian).

Gilbert, J. C., and McGuire, D. C. 1956. Inheritance of resistance to severe root knot from *Meloidogyne incognita* in commercial type tomatoes. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 68: 437-442.

Hare, W. W. 1957. Inheritance of resistance to root-knot nematodes in pepper. Phytopathology 47: 455-459.

Hartman, K. M., and Sasser, J. N. 1985. Identification of Meloidogyne species on the basis of differential host test and perennial pattern morphology. pp. 9-78. In: Barker, K. R., Carter, C. C., and Sasser, J. N. (eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne* Vol. 2. Methology. North Carolina State University Graphics, Releigh, NC, USA.

Hosseininejad, S. A., and Ramezani Malekrodi, M. 2005. Reaction of olive cultivars to *Meloidogyne javanica*. Integrated Protection of Olive Crops, IOBC, WPRS Bulletin 28(9): 141-145.

Hussey, R. S., and Barker, K. R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. Plant Disease Reporter 57: 1025-1028.

Hussey, R. S., and Janssen, G. J. W. 2002. Root-knot nematodes: Meloidogyne species. pp: 43-70. In: Staar, J. L., Bridge, J., and Cook, R. (eds.) Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Jimenez, M. 1985. Screening for resistance to *Meloidogyne* spp. in five cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). IDESIA 9: 15-20.

Kaloshian, I., Yaghoobi, J., Liharska, T., Hontelez, J., Hanson, D., Hogan, P., Jesse, T., Wijbrandi, J., Simons, G., Vos, P., Zabel, P., and Williamson, V. M. 1998. Genetic and physical localization of the root-knot nematode resistance locus *Mi* in tomato. Molecular Genetics and Genomics 257: 376-385.

Kamalwanshi, R. S., Khan, A., and Srivastava, A. S. 2004. Reaction of tomato germplasm against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Indian Journal of Nematology 34: 94-95.

Karajeh, M., Abu-Gharbieh, W., and Sameer, M. 2005. Virulence of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., on tomato bearing the *Mi* gene for resistance. Phytopathologia Mediterranea 44: 24-28.

Khan, H. U., Waqar, A., Riaz, A., and Khan, M. A. 2000. Evaluation of resistance in 15 tomato cultivars against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). Pakistan Journal of Phytopathology 12: 50-52.

Kimenju, J. W., Karanja, N. K., and Macharia, L. 1999. Plant parasitic nematodes associated with common bean in Kenya and the effect of Meloidogyne infection on bean nodulation. African Crop Science Journal 7: 503-510.

Liharska, T. B., and Williamson, V. M., 1997. Resistance to root- knot nematodes in tomato. pp. 191-200. In: Fenoll, C., Grundler, F.M.W., and Ohl, S.A. (eds.) Cellular and Molecular Aspects of Plant-Nematode Interactions. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Madani, M., Akhiani, A., Damadzadeh, M., and Kheiri, A. 2012. Resistance evaluation of the pistachio rootstocks to Meloidogyne species in Iran. Journal of Applied Horticulture 14(2): 134-138.

Netscher, C., and Mauboussin, J. C. 1973. Resultats d'un essai concernat I 'efficacite compare d'une variete resistance et de certain nematicides contre *Meloidogyne javanica*, Cahiers O.R.S.T.O.M. Serie Biologie 21: 97-102.

Nono-Womdin, R., Swai, I. S., Mrosso, L. K., Chadha, M. L., and Opena, R. T. 2002. Identification of root-knot nematode species occurring on tomatoes in Tanzania and resistant lines for their control. Plant Diseases 86(2): 127-130.

Ornat, C., Verdejo-Lucas, S., and Sorribas, F. J. 2001. A population of *Meloidogyne*

javanica in Spain virulent to the *Mi* resistance gene in tomato. Plant Disease 85(3): 271-276.

Pathan, M. A., Jiskani, M. M., Wagan, K. H., and Darban, D. A. 2004. Variability in reproduction of *Meloidogyne incognita* on selected tomato cultivars. Pakistan Journal of Nematology 221: 61-64.

Quesenberry, K. H., Baltensperger, D. D., Dunn, R. A., Wilcox, C. J., and Hardy, S. R. 1989. Selection for tolerance to root-knot nematodes in red clover. Crop Science 29: 62-65.

Ramazani, B., Mahdikhani Moghadam, E., and Rohani, H. 2013. Evaluation of resistance of some tomato cultivars to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in greenhouse condition. Journal of Plant Protection 27(3): 276-285.

Roberts, P. A. 1992. Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 44: 413-416.

Sadegh Moosavi, S., Karegar, A., and Deljoo, A. 2006. Responses of some common cucumber cultivars in Iran to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, under greenhouse condition. Iranian Journal of Plant Pathology 42(2): 241-252 (in Persian).

Sharma, H. K., Siyanand, P., Pachauri, D. C., and Singh, G. 2004. Reaction of tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties/lines to *Meloidogyne incognita* race-1. Indian Journal of Nematology 34: 93.

Siddiqui, Z. A., and Mahmood, I. 1992. Response of chickpea cultivars to *Meloidogyne incognita* race 3 and their effect on peroxidase activity. Pakistan Journal of Nematology 10(2): 113-117.

Singh, S. K., and Khurma, U. R. 2007. Susceptibility of six tomato cultivars to the root- knot nematode, *Meloidogyne incognita*. The South Pacific Journal of Natural Science 13: 73-77.

Starr, J. L., Bridge, J., and Cook, R. 2002. Resistance to plant-parasitic nematodes: History, current use and future potential. pp: 1-22. In: Starr, J.L., Bridge, J., and Cook, R. (eds.) Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Taylor, A. L., and Sasser, J. N. 1978. Biology, Identification and control of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). A Cooperative Publication of the Department of

Plant Pathology, North Carolina State University and The United States Agency for International Development. North Carolina State Graphics, Raleigh, N.C. 111 pp.

Udo, I. A., Uguru, M. I., Ogbuji, R. O., and Ukeh, D. A. 2008. Sources of tolerance to root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in cultivated and wild tomato species. Plant Pathology 7(1): 40-44.

Walters, S. A., Wehner, T. C., and Barker, K. R. 1999. Greenhouse and field resistance in cucumber to root-knot nematodes. Nematology 1: 279- 284.

Walters, S. A., Wehner, T. C., Daykin, M. E., and Barker, K. R. 2006. Penetration rates of root-knot nematodes into *Cucumis sativus* and *C. metuliferus* roots and subsequent histological changes. Nematropica 36: 225-236.

Wehner, T. C., Walters, S. A., and Barker, K. R. 1991. Correlation of shoot weight and root galling in *Cucumis* spp. inoculated with root-knot nematodes. Cucurbit Genetics Cooperative Report 14: 19-21.

Yadav, B. D., and Verma, A. C. 1981. Effect of various inoculum levels of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on brinjal, *Solanum melongena*. Indian Journal of Nematology 11: 97.

Yaghoobi, J., Kaloshian, I., Wen, Y., and Williamson, V. M. 1995. Mapping a new nematode resistance locus in *Lycopersicon peruvianum*. Theoretical and Appllied Genetics 91: 457-464.