

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

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

محمد عبدالمهدی

دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۳/۲۹

چکیده

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

در یک آزمایش گلخانه‌ای مقاومت نسبی ده رقم رایج خیار شامل Ivor، Donia، Borhan، Al-Biruni F1 و Terminator، Negin، Katrina، Karim F1، Jiroft F1 و Tunca در برابر نماتد ریشه‌گرهی (*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 Al-Biruni، Karim F1 و Donia و Borhan و از نظر شاخص‌های ریشه، رقم‌های Ivor و Katrina، Donia، Al-Biruni F1 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، Ivor و Jiroft F1 حساس و سایر رقم‌ها خیلی حساس ارزیابی شدند. در تجزیه خوشه‌ای بر مبنای شاخص‌های رویشی رقم‌های Al-Biruni F1، Karim 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 ریشه‌گرهی، شاخص‌های تولیدمثلی، شاخص مقاومت.

مقدمه

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 نشتر و مائوبوسین (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 ریشه‌گرهی 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

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 ریشه‌گرهی 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

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 لویا 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

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

میزبان‌های مقاوم در برابر نماتدهای انگل داخلی و نیمه داخلی از جمله *Nacobus*، *Rotylenchulus*، *Tylenchulus*، *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

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. نونوومدین و همکاران (Nono-Womdin et al., 2002) واکنش هشت رقم اصلاح شده گوجه‌فرنگی را در برابر نژاد ۱ و ۲ گونه *M. javanica*، *M. incognita* 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. جیمز (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

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) ژرم پلاسما با شاخص گال ۲ را مقاوم، با شاخص گال ۳ را با مقاومت متوسط و با شاخص گال ۴-۵ 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.

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

خالص سازی 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 بذور: به منظور بررسی عکس‌العمل ده رقم خیار گلخانه‌ای (Al-Biruni F1، Borhan، Donia، Ivor، 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

(Sadegh Moosavi et al., 2006) عکس‌العمل سیزده رقم و لاین در دسترس خیار گلخانه‌ای در ایران، به نام‌های Ps-29033، Royal 21445، Super Monarch، Rubah Luna F1، Gb، Sina (Rs 24189) F1، Danito F1، Rz F1 2201، Spark، Hybrid و Vilmorin، Super Dominus را به همراه یک توده بذور 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

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 لاروسن 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 ۳-۴ 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

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 ۲-۴ برگه حقیقی، بدون آسیب رسیدن به ریشه‌ها، بوته‌ها با خاک اطراف ریشه به گلدان‌های با قطر ۱۵ سانتی‌متر محتوی خاک ضد عفونی شده 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 نشاء، 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

تعداد گال یا کیسه تخم در کل ریشه صفر بود، شاخص گال یا کیسه تخم نیز صفر در نظر گرفته شد. برای ۱-۲ گال یا کیسه تخم، شاخص ۱؛ برای ۳-۱۰ گال یا کیسه تخم، شاخص ۲؛ برای ۱۱-۳۰ گال یا کیسه تخم، شاخص ۳؛ برای ۳۱-۱۰۰ 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:

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

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 شاخصه 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 شاخصه در جدول ۲ آورده شده است. اثر مایه‌زنی، رقم و اثر متقابل این دو فاکتور برای طول و وزن تر شاخصه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و در مورد وزن خشک شاخصه اثر متقابل مایه‌زنی و رقم در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین افت طول شاخصه ناشی از مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های

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

مطابق این کلید، شاخص مقاومت ۰/۹-۰/۰ 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 یادداشت برداری، 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

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*

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	Mean squares		
			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 ($P \leq 5\%$).

آلودگی به نماتد حساس‌تر بودند. در همین رابطه، کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در

Negin و Terminator اتفاق افتاد. بنابراین می‌توان بیان کرد که این دو رقم خیار نسبت به

رقم‌های F1 Donia و Borhan، Karim و Ivor 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 F1 Donia و Borhan، Karim 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 F1 Donia و Al-Biruni مشاهده شد.

در جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مربوط به ریشه ده رقم خیار آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *Meloidogyne 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 Karim F1 و Tunca اتفاق افتاد و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های F1 Al-Biruni 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**	2.401 ^{ns}	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 افزایش وزن خشک ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های Ivor و Terminator و کمترین اختلاف به واسطه آلودگی در رقم‌های F1 Al-Biruni و Tunca

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

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	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر ریشه Wet weight of root (g)	وزن خشک ریشه Dry weight of root (g)	
Al-Biruni F1	شاهد Control	82.25 (2.70)ab	15.75 (6.08)cde	2.73 (7.57)bcd
	مايه‌زنی شده Inoculated	79.25 (2.80)ab	18.75 (5.11)a	3.35 (7.11)a
Borhan	شاهد Control	78.50 (3.37)b	16.00 (5.10)cde	2.83 (7.30)bc
	مايه‌زنی شده Inoculated	72.00 (5.44)cd	18.25 (13.70)ab	2.83 (9.75)bc
Donia	شاهد Control	79.00 (6.29)ab	15.00 (14.40)defg	2.63 (10.02)bcd
	مايه‌زنی شده Inoculated	73.75 (3.01)c	16.75 (7.51)bcd	2.73 (8.14)bcd
Ivor	شاهد Control	61.75 (2.77)f	11.75 (8.15)j	2.10 (6.73)fg
	مايه‌زنی شده Inoculated	51.75 (4.28)h	12.75 (7.51)hij	2.00 (7.07)g
Jiroft F1	شاهد Control	68.50 (3.48)de	15.25 (8.25)def	2.70 (8.00)bcd
	مايه‌زنی شده Inoculated	61.50 (4.09)f	15.50 (11.17)cdef	2.68 (18.66)bcd
Karim F1	شاهد Control	79.00 (3.27)ab	14.00 (5.83)efghi	2.50 (5.66)cde
	مايه‌زنی شده Inoculated	69.50 (3.81)de	16.00 (8.84)cde	2.53 (6.76)cde
Katrina	شاهد Control	57.00 (3.79)g	12.00 (11.79)ij	2.08 (4.61)fg
	مايه‌زنی شده Inoculated	51.00 (2.77)h	13.00 (6.28)ghij	2.15 (6.00)fg
Negin	شاهد Control	59.75 (2.11)fg	12.25 (7.82)ij	2.13 (8.91)fg
	مايه‌زنی شده Inoculated	49.75 (2.53)h	11.75 (4.26)j	2.08 (4.61)fg
Terminator	شاهد Control	62.50 (3.33)f	12.25 (4.08)ij	2.15 (8.91)fg
	مايه‌زنی شده Inoculated	56.00 (3.26)g	13.50 (4.28)fghij	2.25 (9.25)efg
Tunca	شاهد Control	82.75 (4.11)a	14.75 (6.49)defgh	2.38 (6.32)def
	مايه‌زنی شده Inoculated	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 ($P \leq 5\%$).

گال به ترتیب در ارقام Katrina، Negin و Al-Biruni F1 که با رقم Tunca اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین تولید گال در ارقام Jiroft F1، Karim 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 Jiroft F1، Karim F1 و Ivor که با Donia

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 تولیدمثلی نماتد، در بین ارقام در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. بیشترین تولید

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

** : معنی دار 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	خیلی حساس
Borhan		130.75 (4.56)c	107.00 (3.89)de	7.07a	خیلی حساس
Donia		124.25 (3.68)cd	102.00 (3.30)ef	7.07a	خیلی حساس
Ivor		119.75 (5.16)d	98.50 (3.16)fg	6.40b	حساس
Jiroft F1		110.75 (6.65)e	92.00 (6.82)gh	6.40b	حساس
Karim F1		95.00 (4.38)f	85.50 (4.92)h	5.66c	نیمه حساس
Katrina		147.25 (8.06)b	122.00 (8.39)bc	7.07a	خیلی حساس
Negin		169.75 (5.49)a	138.50 (7.04)a	7.07a	خیلی حساس
Terminator		127.50 (5.75)cd	112.50 (4.84)d	7.07a	خیلی حساس
Tunca		149.75 (2.69)b	120.75 (2.74)c	7.07a	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 معنی دار 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 ($P \leq 5\%$). In calculation of resistance index, the gall and eggmass indices are in 0-5 scale and resistance index in 0-7 scale.

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

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

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 ($P \leq 5\%$).

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 و Donia و Ivor که با رقم Terminator اختلاف معنی‌داری نداشت، اتفاق افتاد. بیشترین شاخص تولید مثلی به ترتیب در ارقام Negin،

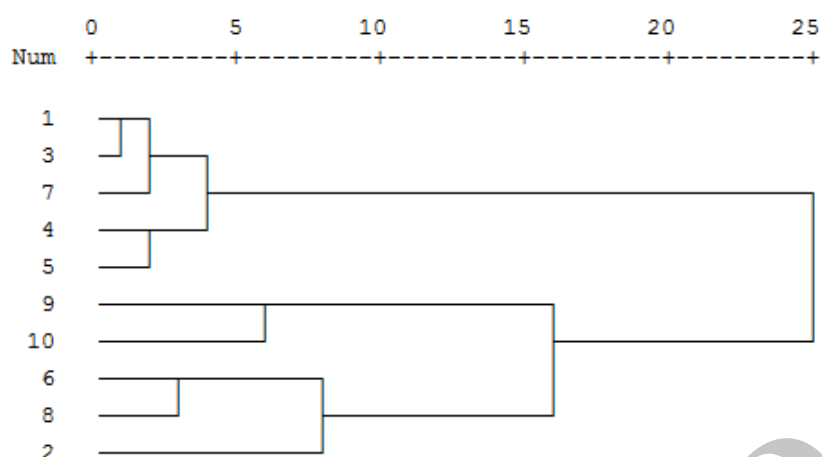
حساس و دو رقم دیگر به عنوان حساس شناخته شدند.
 در جدول ۸ مشاهده می‌شود که بیشترین تعداد لارو سن دوم به ترتیب در خاک گلدان رقم‌های Al-Biruni F1، Donia و Borhan وجود داشت و کمترین تعداد از خاک رقم Tunca و پس از آن از خاک رقم‌های

گیاه به نماتد مشترک بودند. در رابطه با ویژگی‌های تولیدمثلی نماتد، همان گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، ارقام در دو خوشه اصلی از یک‌دیگر تفکیک شدند. بر این مبنای 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 Jiroft F1، Ivor، Donia، Borhan، Al-Biruni F1 و Terminator، Katrina، Karim F1 قرار داشتند که سه رقم Katrina، Borhan و Karim F1 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 Donia، Karim F1 و Al-Biruni F1 در مقایسه با رقم‌های دیگر دارای تفاوت معنی‌داری بوده در تجزیه درختی نیز در خوشه جداگانه‌ای قرار داشتند. لذا با

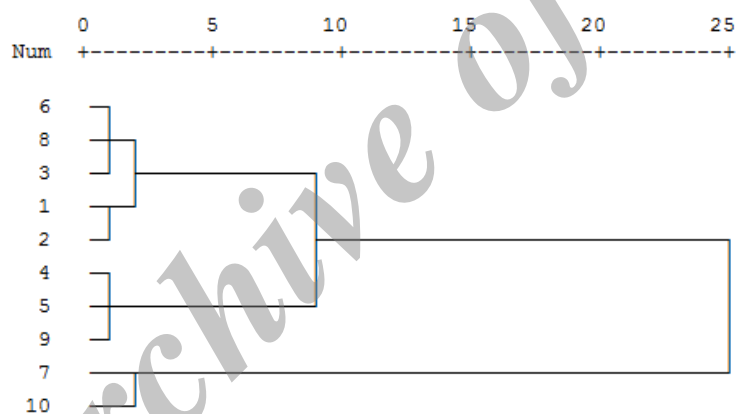
Al-Biruni F1 و Katrina و کم‌ترین شاخص تولید مثلی در ارقام Karim F1، Jiroft F1 و Ivor بود که البته در این شاخص، رقم‌های Donia و Terminator با رقم Ivor اختلاف معنی‌دار آماری ($P \leq 0.05$) نداشتند.

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 Donia، Karim F1، Al-Biruni F1 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 Borhan و Tunca در زیر گروه جداگانه‌ای از این خوشه قرار داشتند. خوشه دوم شامل Katrina و Negin و خوشه سوم شامل ارقام Jiroft F1، Ivor 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



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

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

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

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 کیسه تخم 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

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 Donia، Borhan 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 فوق‌تر قرار گرفت. هر چند در این نوع بررسی‌ها اطلاعات مفیدی به دست می‌آید، اما با توجه به

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 Al-Biruni F1 و Donia, Karim F1 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.

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 هاسسی 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 جزئی قرار گرفتند. در بررسی ما ترجیح داده

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. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh, 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 l'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 Applied Genetics* 91: 457-464.