

بررسی بیماریزایی و خسارت نماتد ریشه گرهی (*Meloidogyne javanica*) روی چند نوع

ترکیب پایه و پیوندک بادام

مهسا صحرانشین سامانی^۱ و علی اکبر فدایی تهرانی^{۲*}

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- نویسنده مسوول: استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد (ma_fadaei@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۱/۱۶

چکیده

نماتدهای ریشه گرهی (*Meloidogyne spp.*) از مهمترین نماتدهای انگل گیاهی و یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد بادام هستند. استفاده از پایه‌های مقاوم یکی از کارآمدترین روش‌های مدیریتی در جهت کنترل بیمارگرهای خاکزاد به ویژه در مورد درختان میوه قابل تکثیر به روش پیوند، می‌باشد. با این حال نوع واکنش بین پایه و پیوندک می‌تواند بیماریزایی و خسارت عوامل بیماری‌زا را تحت تأثیر قرار دهد. به منظور مقایسه عکس‌العمل ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک به نماتد ریشه گرهی *M. javanica* آزمایشی بصورت فاکتوریل با چهار نوع پایه (GN15، GF677، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲) و ارقام سفید و مامایی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. مایه‌زنی با نماتد پس از گبرایی پیوند صورت گرفت. ارزیابی نتایج سه ماه پس از مایه‌زنی گیاهان پیوندی و با استفاده از شاخص‌های رشدی گیاهان و شاخص‌های رشد و نمودی نماتد صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نتایج نشان داد که به جز GN15، سایر پایه‌های مورد بررسی به نماتد حساس بودند. در بین پایه‌های حساس به حمله نماتد (GF677، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲)، رشد پیوندک روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲ نسبت به دو پایه دیگر بیشتر بود به نحوی که بعضی از شاخص‌های رشدی مشابه پایه غیر حساس GN15 بود. اثر متقابل بین پیوندک پررشد مامایی و پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ باعث تحمل خسارت ناشی از حمله نماتد شد. در مجموع تحمل GN15 و هیبریدهای بادام × هلو به نماتد ریشه گرهی، بیشتر از سایر پایه‌های مورد بررسی بود. نوع رقم پیوند شده روی پایه‌های مختلف نیز، بر میزان حساسیت یا تحمل آنها به نماتد ریشه گرهی تأثیر داشت.

کلید واژه‌ها: ارقام بادام، پایه‌های رویشی، مقاومت، نماتد ریشه گرهی

مقدمه

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill) D.A. Webb، به دلیل تحمل درجه حرارت‌های بالا، کم آبی و خشکی هوا در فصل تابستان به عنوان یک گیاه مطلوب و با ارزش برای نواحی گرم و خشک شناخته شده است که علاوه بر رشد مطلوب در خاک‌های آهکی، در

زمین‌های فقیر (ولی قابل نفوذ) نیز محصول قابل توجهی تولید می‌کند (کستر^۱ و گرادزیل^۲، ۱۹۹۶). ایران به عنوان زیستگاه بادام‌های وحشی یکی از مهمترین کشورهای تولید کننده بادام می‌باشد (تهرانی فر و همکاران، ۱۳۷۷).

1- Kester

2- Gradziel

سابقه استفاده از پایه‌های مقاوم بادام نسبت به نماتدهای ریشه‌گره‌ی به سال ۱۹۴۰ بر می‌گردد که اولین بار پایه آلوی ماریانا^۷ مقاوم به نماتد گزارش شد. بعد از آن پایه‌های هلوی نماگارد^۸ و نمارد^۹ مقاوم به نماتدهای ریشه‌گره‌ی نیز به ترتیب در سال‌های ۱۹۵۹ و ۱۹۸۳ معرفی شدند (لدبتر^{۱۰}، ۱۹۹۷). تیلز و لئون^{۱۱} (۱۹۸۹) با بررسی میزان مقاومت تعدادی از پایه‌های بذری بادام و کلون‌های حاصل از هیبرید هلو × بادام (HR-1 و HR-2) نسبت به گونه‌های مختلف نماتد ریشه‌گره‌ی، پایه HR-2 را به گونه‌های *M. javanica*، *M. arenaria* و *M. incognita* و پایه HR-1 را نسبت به نماتدهای *M. incognita* و *M. javanica* مقاوم گزارش کردند. مارول و همکاران^{۱۲} (۱۹۹۴) نیز با بررسی سطوح مقاومت پایه‌های مختلف بادام به مخلوطی از ۱۳ جمعیت نماتد ریشه‌گره‌ی، پایه‌های جی‌ان^{۱۳}، کاجیرولا^{۱۴} و نمارد را دارای سطوح مختلف مقاومت نسبت به مخلوط جمعیت‌های مورد بررسی گزارش کردند.

بررسی مقاومت درختان هلو و بادام پیوند شده روی جی‌اف^{۱۵} ۶۷۷ و کلون‌های جدید حاصل از هیبرید هلو × بادام نسبت به نماتدهای ریشه‌گره‌ی، نشان‌دهنده مقاومت بیشتر کلون‌های جدید هلو × بادام نسبت به پایه جی‌اف ۶۷۷ بوده است (آپاراسی و همکاران^{۱۶}، ۲۰۰۲). فیلیپ^{۱۷} (۲۰۰۹) پایه‌های رویشی هیبرید هلو × بادام (فلینم^{۱۸}، گارنم، مانگرو^{۱۹}) را مقاوم به نماتدهای ریشه‌گره‌ی، سازگار با خاک‌های آهکی و دارای سازگاری پیوند با طیف وسیعی از ارقام هلو و بادام

با توجه به اهمیت اقتصادی و مزایای گونه درختی بادام، مطالعه عوامل محدود کننده‌ی رشد آن جهت لحاظ کردن در برنامه‌ای مدیریتی ضروری به نظر می‌رسد (بوت و همکاران^۱، ۲۰۰۰؛ یوفا و همکاران^۲، ۲۰۰۱).

رشد و عملکرد بادام نیز مانند سایر گیاهان توسط عوامل بیماریزای مختلف از قبیل قارچ‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و ویروس‌ها محدود می‌گردد. در این بین نماتدهای ریشه‌گره‌ی (*Meloidogyne spp.*) از مهمترین نماتدهای انگل داخلی اجباری هستند که به طیف وسیعی از گیاهان از جمله درختان بادام خسارت وارد می‌سازند (مکنری^۳، ۱۹۸۵). انتشار جهانی، دامنه‌ی میزبانی وسیع و تعامل با سایر بیمارگرهای گیاهی (بیماری‌های کمپلکس)، آنها را در رده‌ی مهمترین بیمارگرهای گیاهی قرار داده است (هاسی^۴، ۱۹۹۰؛ هوگال و همکاران^۵، ۱۹۹۹). تا کنون بیش از ۹۰ گونه از این جنس در دنیا معرفی شده است، با این حال بیش از ۹۵ درصد خسارت‌های وارده به محصولات کشاورزی مربوط به گونه‌های *M. hapla*، *M. javanica*، *M. incognita* و *M. arenaria* می‌باشد (دامادزاده، ۱۳۸۶). گونه *M. javanica* یکی از گونه‌های شایع این جنس است که در سراسر جهان انتشار داشته و بعد از *M. incognita* دومین گونه‌ی مهم نماتد ریشه‌گره‌ی در جهان و مهمترین گونه این نماتد در ایران می‌باشد (اخچانی و همکاران، ۱۳۶۳). با توجه به کارایی پایین اغلب روش‌های کنترل و یا خطرات زیست محیطی ناشی از استفاده از سموم شیمیایی، شناسایی و استفاده از پایه‌های مقاوم به بیماری، بعنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (پری و موئنس^۶، ۲۰۰۵).

7- Marianna 2646

8- Nemagaurd

9- Nemred

10- Ledbetter

11- Tellz & Leon

12- Marull et al.

13- GN

14- Cachirulo

15- GF

16- Aparisi et al.

17- Felipe

18- Felinm

19- Monegro

1- Bot et al.

2- Youfa et al.

3- Mckenry

4- Hussey

5- Hugall et al.

6- Perry & Moens

جودرو (اواسط خرداد ماه)، پایه‌های مورد آزمایش با رقم مامایی و سفید به روش شکمی (سپری) پیوند گردیدند. بعد از اطمینان از گیرایی پیوند به منظور رشد گیاهان پیوندی، پایه‌ها از محل بالای پیوند قطع شدند.

تکثیر و تعیین گونه نماتد

به منظور تهیه مایه تلقیح خالص نماتد، ریشه‌های بادام آلوده از باغ‌های منطقه جمع‌آوری و در شرایط مناسب به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از شستشوی ریشه‌ها، در زیر میکروسکوپ تشریح، تک توده‌های تخم از گال‌های ریشه جدا و در مجاورت ریشه‌ی نشاءهای گوجه‌فرنگی رقم حساس روتگرز قرار داده شدند. برای تکثیر جمعیت خالص مورد نیاز، نشاءهای تلقیح شده به مدت ۶۰ روز در شرایط مساعد گلخانه (دمای 25 ± 3 درجه سانتیگراد و ۱۴ ساعت روشنایی) با آبیاری مناسب نگهداری شدند. نماتدهای تکثیر شده به روش هوسی و بارکر^۲ (۱۹۷۳) استخراج گردیدند. به این منظور ریشه‌ها پس از خارج شدن از خاک و شستشو با آب، به قطعات یک تا دو سانتی‌متری تقسیم و در مخلوط‌کن حاوی هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ به مدت ۲ دقیقه به شدت تکان داده شدند. سپس بلافاصله مخلوط به الک یک میلی‌متر که در زیر آن الک ۳۸ میکرون قرار داشت منتقل، و با آب لوله محلول هیپوکلریت سدیم حذف گردید و تخم‌های جمع‌آوری شده روی الک ۳۸ میکرون به بشر منتقل شدند (ساسر و کارتر^۳، ۱۹۸۵).

جهت تعیین گونه نماتد، تعدادی از ماده‌های بالغ از ریشه‌های گوجه‌فرنگی جدا و پس از ۴۵ دقیقه نگهداری در اسید لاکتیک ۴۵٪ از انتهای بدن آنها برش عرضی تهیه گردید (تایلور و نتسچر^۴، ۱۹۷۴). همچنین خصوصیات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی تعدادی از ماده‌ها و لاروهای سن دوم تثبیت شده به روش سودی^۵ (۱۹۸۶) جهت تعیین گونه مورد استفاده قرار گرفت.

توصیف نمود. در ایران اخینانی دو رقم آلبالو، دو رقم زردآلو، یک رقم بادام و یک رقم آلوچه را مقاوم نسبت به نماتد ریشه گرهی گزارش نمود (اخینانی، ۱۳۶۵). قاسمی و انصاری‌پور (۱۳۹۰) با بررسی عکس‌العمل برخی از پایه‌های بادام در مقابل دو گونه نماتد *M. javanica* و *M. incognita*، پایه‌های جی‌اف ۶۷۷، اسکوپاریا^۱ و آلوی ماریانا را در مقابل نماتد گونه *M. javanica* مقاوم گزارش کردند.

در این تحقیق تأثیر برهمکنش ارقام پیوندی بادام با برخی از پایه‌های آن از جمله هیبریدهای رویشی بر واکنش درختان پیوندی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی مواد گیاهی

پایه‌های جی‌اف ۶۷۷، جی‌ان ۱۵، هیبرید هلو × بادام شورابی^۱ و هیبرید هلو × بادام شورابی^۲ به صورت قلمه‌های ریشه‌دار شده از مرکز تولید پایه‌های رویشی بادام در منطقه سامان استان چهارمحال و بختیاری تهیه گردید. قلمه‌های ریشه‌دار در مخلوط خاک (خاک، ماسه و پرلایت با نسبت حجمی ۲:۱:۱) سترون کشت و عملیات داشت شامل استفاده از مواد غذایی، عناصر مکمل و سم‌پاشی علیه آفات و بیماری‌ها در طی مراحل رشد انجام گردید.

برای تهیه پیوندک، از ارقام بادام سفید و مامایی شناسایی شده موجود در کلکسیون مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد استفاده شد. در زمان مناسب برای پیوند (جودرو) تعدادی سرشاخه سالم از درختان مذکور تهیه و در شرایط مناسب رطوبتی (کیسه پلاستیکی همراه دستمال مرطوب) به آزمایشگاه بیماری‌های گیاهی منتقل و تا زمان انجام پیوند در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری گردید. پس از رشد کافی پایه‌ها و فرارسیدن زمان مناسب برای پیوند

4- Hussey & Barker

5- Sasser & Carter

1- Tylor & Netscher

2- Southey

3- Scopria

بررسی بیماریزایی و خسارت نماتد ریشه گرهی روی انواع پایه و پیوندک بادام

به منظور مقایسه عکس العمل ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک به مایه‌زنی با نماتد ریشه گرهی *M. javanica*، آزمایشی بصورت فاکتوریل با چهار نوع پایه (جی اف ۶۷۷، جی ان ۱۵، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲) و ارقام سفید و مامایی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. پس از اطمینان از گیرایی پیوند و رشد کافی گیاهان پیوندی، مایه‌زنی تیمارهای دریافت کننده نماتد با ۲۰۰۰ تخم و لارو نماتد به ازای هر کیلوگرم خاک انجام شد. گیاهان به مدت سه ماه بعد از مایه‌زنی با نماتد جهت سپری شدن حداقل سه نسل نماتد در شرایط گلخانه نگهداری شدند. به منظور جلوگیری از ایجاد هر گونه تنش به گیاهان، در طول مدت آزمایش، دما، رطوبت و نور گلخانه کنترل و در شرایط مناسب حفظ گردید. ارزیابی نتایج بر اساس شاخص‌های رشدی گیاه (طول، وزن تر و خشک پیوندک؛ طول، وزن تر و خشک ریشه؛ نسبت طول پیوندک به کل گیاه؛ نسبت طول پیوندک به پایه و نسبت قطر پیوندک به پایه) و شاخص‌های رشد و نمو نماتد انجام شد. به منظور شمارش لاروهای سن دوم خاک از روش سری الک‌ها و ساتریفیوژ جنکینز^۱ (۱۹۶۴) استفاده گردید. پس از شمارش تعداد گال و کیسه تخم در یک گرم ریشه و تعداد تخم در هر کیسه، جمعیت نهایی نماتد و فاکتور تولید محاسبه گردیدند. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میانگین شاخص‌های رشدی گیاه و شاخص‌های رشد و نمو نماتد به وسیله آزمون LSD مقایسه گردید.

نتایج و بحث تعیین گونه نماتد

انحنای نسبتاً کم کمان پشتی و شیارهای مشخص جانبی در الگوی شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتد ماده و طول استایلت ماده (متوسط ۱۶ میکرون) با شرح اصلی گونه *M. javanica* تطابق نشان داد. بلندی دو میکرونی ناحیه سر و هم‌تراز بودن آن با بدن، گره‌های مشخص استایلت، میانگین طول بدن (۵۳۵ میکرومتر)، طول استایلت (۱۱ میکرومتر)، طول دم (۵۲ میکرومتر) و طول بخش روشن دم (۱۳ میکرومتر) از جمله خصوصیات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناسی لاروهای سن دوم جمعیت مورد بررسی بودند که با خصوصیات مورد اشاره در کلید شناسایی جیسون^۲ (۱۹۸۷) برای گونه *M. javanica* مطابقت نشان دادند.

بررسی بیماریزایی و خسارت نماتد ریشه گرهی روی انواع مختلف پایه و پیوندک بادام شاخص‌های رشدی گیاه

پیوندک: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) شاخص‌های رشدی پیوندک ارقام سفید و مامایی پیوند شده روی پایه‌های مختلف در واکنش به نماتد ریشه-گره‌ی نشان‌دهنده اثر معنی‌دار فاکتورهای پایه، رقم و نماتد بر شاخص‌های مذکور بود. مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی مختلف (جدول ۲) نیز بیانگر اثر کاهنده آلودگی نماتد بر شاخص‌های رشدی ارقام پیوندی (سفید و مامایی) در تمامی ترکیب‌های پایه و پیوندک بود ولی میزان کاهش در بین ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک متفاوت ظاهر گردید به نحوی که هرچند نماتد نتوانست باعث کاهش معنی‌داری در اکثر شاخص‌های رشدی ارقام پیوندی سفید و مامایی روی پایه جی ان ۱۵ شود ولی در سایر پایه‌ها، شاخص‌های رشدی پیوندک در حضور نماتد نسبت به گیاهان شاهد خود، کاهش معنی‌داری داشت. در این میان، پایه

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های رشدی گیاه در برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica*

میانگین مربعات								منابع تغییرات	
درجه آزادی	طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	طول پیوندک (cm)	وزن تر پیوندک (gr)	وزن خشک پیوندک (gr)	طول پیوندک / قطر پیوندک / قطر پایه	درجه آزادی	رقم
۱	۵۴/۴ ^{n.s}	۱۰۲/۳*	۰/۵ ^{n.s}	۱۲۵۸/۴۸*	۴۰۲/۵*	۷۴/۲*	۱۳/۵*	۰/۰۱ ^{n.s}	رقم
۱	۳۴۳۶/۹*	۸۹۳/۳*	۷۳/۴*	۱۰۶۱۴/۱۶*	۲۲۹۸*	۷۹۵/۱*	۶۰/۳*	۰/۰۴*	نماتد
۳	۹۴۴/۲*	۴/۴ ^{n.s}	۴/۵ ^{n.s}	۹۷۹/۳۰*	۵۸/۱ ^{n.s}	۷۶/۱*	۲/۴*	۰/۰۴*	پایه
۱	۲۱/۴ ^{n.s}	۹/۹ ^{n.s}	۰/۷ ^{n.s}	۲۴/۷۶ ^{n.s}	۱/۴ ^{n.s}	۷/۳ ^{n.s}	۰/۶ ^{n.s}	۰/۰۱ ^{n.s}	رقم*نماتد
۳	۱۰/۲ ^{n.s}	۱۵۴/۲*	۷/۲*	۸۱/۹۶ ^{n.s}	۴۱/۶ ^{n.s}	۲/۱ ^{n.s}	۲/۴ ^{n.s}	۰/۰۲ ^{n.s}	رقم*پایه
۳	۱۵۹/۶ ^{n.s}	۴۸/۸ ^{n.s}	۱/۲ ^{n.s}	۶۳۷/۴۵*	۲۱۱/۴*	۴۸/۸*	۴/۸*	۰/۰۳ ^{n.s}	پایه*نماتد
۳	۳۴/۵ ^{n.s}	۲۸/۲ ^{n.s}	۱/۳ ^{n.s}	۹/۸۶ ^{n.s}	۹۷/۴ ^{n.s}	۳ ^{n.s}	۰/۸ ^{n.s}	۰/۰ ^{n.s}	پایه*رقم*نماتد
۴۸	۴۹/۸ ^{n.s}	۱۱/۷ ^{n.s}	۱/۳ ^{n.s}	۵۳/۵۱ ^{n.s}	۲۲/۹ ^{n.s}	۳/۴ ^{n.s}	۰/۸ ^{n.s}	۰/۰۱ ^{n.s}	خطا
	۲۱/۴	۲۷	۲۹/۳	۱۸/۴	۲۱/۹	۱۸/۷	۲۸/۵	۲۰/۲	%CV

* تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۵.

جدول ۲- مقایسه میانگین* شاخص‌های رشدی گیاه در برهمکنش انواع پایه و پیوندک بادام نسبت به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ^۱		GF677				GN15				هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ^۲				پایه		
مماپی		سفید		مماپی		سفید		مماپی		سفید		مماپی		سفید		رقم
N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁	N ₀	نماتد
fg	A	def	a	fg	cde	g	bcd	abc	A	ab	a	efg	A	def	a	طول ریشه (cm)
۱۸/۵	۴۱/۵	۲۵/۳	۴۱/۵	۱۸/۸	۲۹	۱۶/۵	۳۱	۳۸/۸	۴۵	۳۹/۵	۴۶/۸	۲۰/۵	۴۴/۳	۲۷/۳	۴۳/۳	
bcd	Gh	a	def	b	defg	def	fgh	bc	bcd	bcd	de	efg	H	cde	gh	وزن تر ریشه (gr)
۱۲/۳	۵/۷	۲۳/۶	۱۰/۲	۱۶/۳	۹/۴	۱۰/۶	۶/۳	۱۵/۵	۱۲/۳	۱۲/۷	۱۰/۹	۷/۷	۴/۹	۱۱/۷	۵/۲	
hi	cdefg	ghi	ab	ghi	bcd	i	fgh	bcde	abc	efghi	bcde	ghi	bcdef	fgh	a	وزن خشک ریشه (gr)
۲/۲	۴	۲/۹	۶	۲/۷	۴/۸	۱/۸	۳	۴/۷	۵/۴	۳/۲	۴/۷	۲/۵	۴/۵	۳	۶/۵	
ef	A	hi	abc	۲۲/۳ j	bcd	j	cde	efg	de	fgh	efg	def	ab	ghi	bc	طول پیوندک (cm)
۴۵/۳	۷۴/۸	۲۸/۵	۶۴/۸	۵۷/۵	۱۷	۵۴	۴۲/۵	۴۹/۳	۳۵/۸	۴۴/۸	۴۶	۶۸/۵	۳۲/۸	۶۲		
efg	bcd	gh	ab	i	a	i	cde	cdef	abcd	gh	efg	def	Abc	gh	abcd	وزن تر پیوندک (gr)
۱۹	۲۷	۱۲/۵	۳۱/۸	۸/۹	۳۴/۸	۹	۲۴/۳	۲۳/۸	۲۸/۹	۱۷/۲	۱۸	۲۲/۵	۳۰/۳	۱۴/۳	۲۸	
cd	A	ef	ab	f	ab	f	b	cd	C	ef	ef	cd	A	de	ab	وزن خشک پیوندک (gr)
۹	۱۶/۸	۶/۲	۱۴/۷	۳/۸	۱۵/۹	۴/۲	۱۳/۴	۹/۹	۱۰/۵	۵	۶	۸/۹	۱۶/۴	۷/۳	۱۴/۲	
cd	A	fgh	cde	i	bc	i	bc	def	de	efgh	defg	fgh	ab	gh	cde	طول پیوندک / طول پایه
۳/۵	۵/۸	۱/۹	۳/۴	۱/۱	۴/۶	۱/۰۱	۴/۵	۲/۹	۳/۲	۲/۲	۲/۸	۱/۸	۴/۹	۱/۶	۳/۴	
e	cde	e	cde	f	cde	f	de	ab	a	bc	ab	de	cd	cde	bc	قطر پیوندک / قطر پایه
۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۶	۰/۳	۰/۶	۰/۲	۰/۵	۰/۸	۰/۹	۰/۷	۰/۸	۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۷	

*- اعداد دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

N₀- تیمارهای سالم، N₁- تیمارهای آلوده.

پیوندک نیز تا حدود زیادی مشابه نتایج فوق بود. با این تفاوت که اختلاف معنی‌دار بین ارقام، روی پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و جی‌ان ۱۵ مشاهده شد.

حضور نماتد نسبت طول پیوند به طول پایه را نیز تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش آن گردید. بیشترین و کمترین کاهش به ترتیب در پایه‌های جی‌اف ۶۷۷ و جی‌ان ۱۵ مشاهده شد. با آنکه شاخص مذکور در پایه‌های غیرآلوده (بدون نماتد) در هیچ‌یک از ارقام تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ولی در تیمارهای آلوده به نماتد نسبت مورد بحث روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ افزایش معنی‌داری نسبت به پایه‌های دیگر نشان داد. کاهش نسبت قطر پیوندک به پایه در پایه جی‌اف ۶۷۷ بیش از سایر پایه‌ها بود ولی میزان کاهش در بین پایه‌های جی‌ان ۱۵، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ تقریباً مشابه بوده و نسبت به شاهد خود (بدون نماتد) تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین شاخص فوق بین دو رقم سفید و مامایی روی تمامی پایه‌ها تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

نتایج حاصل از آزمایش تأثیر نماتد بر شاخص‌های رشدی گیاهان پیوندی در ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک مؤید این است که در بین پایه‌های حساس به حمله نماتد (جی‌اف ۶۷۷، هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲)، رشد پیوندک روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲ نسبت به دو پایه دیگر بیشتر بود به نحوی که بعضی از شاخص‌های رشدی مشابه پایه غیرحساس جی‌ان ۱۵ بود. ارقام پیوند شده روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ نسبت به پایه جی‌اف ۶۷۷ از رشد بیشتری برخوردار بودند. از طرفی اثر متقابل بین پیوندک پررشد مامایی و پایه‌های قوی هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ باعث تحمل خسارت ناشی از حمله نماتد شده است. هر چند شناسایی دقیق مکانیسم درگیر میسر نگردید، ولی احتمالاً وقایع رخ داده در محل پیوند در این امر دخالت دارند. گاهی جوش خوردن محل

جی‌اف ۶۷۷ (با هر دو پیوندک سفید و مامایی) بیشتر از دو پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی (۱ و ۲) تحت تأثیر نماتد قرار گرفت. در بین شاخص‌های رشدی، طول پیوندک بیش از سایر شاخص‌ها تحت تأثیر نماتد واقع شد و بیشترین و کمترین تأثیر نماتد، به ترتیب در پایه‌های جی‌اف ۶۷۷ و جی‌ان ۱۵ مشاهده گردید. وزن تر و خشک پیوندک نیز وضعیت مشابهی داشتند. آلودگی ریشه گیاهان به نماتدها موجب اختلال در جذب و انتقال آب و مواد غذایی به بخش‌های فتوسنتزکننده و در نتیجه کم‌رشدی اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (برگ و تیلور، ۲۰۰۸؛ پری و همکاران، ۲۰۰۹). به این ترتیب وزن تر و طول اندام‌های هوایی به دلیل کاهش جذب مواد غذایی کاهش می‌یابد.

نکته مهم حاصل از نتایج این آزمایش آن است که با وجود کاهش معنی‌دار شاخص طول پیوندک (سفید و مامایی) روی پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ در حضور نماتد نسبت به گیاهان شاهد (بدون نماتد همان پایه)، رشد پیوندک مامایی روی این پایه‌های آلوده معادل رشد پیوندک (سفید و مامایی) روی پایه جی‌ان ۱۵ غیرآلوده بود. همچنین رشد پیوندک سفید روی پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ نیز مشابه پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲ بود. وزن تر و خشک پیوندک نیز وضعیت مشابهی را نشان دادند. نکته مهم دیگر تفاوت تأثیر نماتد بین دو رقم سفید و مامایی روی بعضی از پایه‌ها بود. بدین ترتیب که با وجود معنی‌دار نبودن تفاوت طول پیوندک دو رقم سفید و مامایی روی پایه‌های مورد آزمایش در غیاب نماتد، تفاوت شاخص مذکور بین دو رقم، روی پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ آلوده معنی‌دار ظاهر گردید. به عبارت دیگر با آن که حضور نماتد باعث کاهش شاخص مذکور در هر دو رقم گردید با این حال میزان کاهش طول پیوندک رقم مامایی روی پایه‌های مذکور کمتر از کاهش طول در رقم سفید بود. وزن خشک

رشد به طور حساس پاسخ می‌دهد (واردلو^۲، ۱۹۸۶) و چنانچه میزان و یا طول مدت فعالیت مریستم انتهایی ریشه کم و یا کوتاه شود، سیستم ریشه انشعابات بیشتری تشکیل خواهد داد (کارزی و دادینگتون^۳، ۱۹۶۲). ورود لاروهای سن دوم نماتد از ناحیه پشت مریستم انتهایی ریشه منجر به تغییرات فیزیولوژیکی در ریشه و تشکیل ریشه‌های فرعی بیشتر می‌گردد. از طرف دیگر ترشحات غدد مری لاروهای سن دوم نماتد حاوی پروتئاز می‌باشد که باعث شکستن پروتئین‌های گیاه میزبان به اسیدهای آمینه می‌شود. تجمع اسیدهای آمینه بخصوص تریپتوفان که پیش نیاز تولید ایندول استیک اسید است، موجب افزایش تولید اکسین و عدم تعادل هورمونی در محل تغذیه نماتد و ایجاد گال می‌گردد (دونل و لامبرت^۴، ۲۰۰۳). تولید گال و افزایش ریشه‌های فرعی در واکنش به حمله‌ی نماتدهای ریشه‌گری منجر به افزایش وزن تر ریشه در تیمارهای آلوده به نماتد گردید. ورود لاروهای سن دوم نماتد ریشه‌گری از ناحیه پشت مریستم انتهایی ریشه باعث ایجاد اختلال در نوک ریشه و توقف رشد طولی آن می‌گردد (پری و همکاران، ۲۰۰۹) و در نتیجه می‌توان کاهش رشد ریشه را به اختلالات ایجاد شده در نوک ریشه نسبت داد.

شاخص‌های رشد و نموی نماتد

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (جدول ۳) شاخص‌های رشد و نموی نماتد مؤید تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک بود. به نحوی که در پایان آزمایش در پایه جی‌ان ۱۵ کیسه تخم، تخم و لارو سن دوم مشاهده نشد. عدم وجود توده تخم (عدم رشد و تکثیر نماتد) روی پایه اخیر علیرغم وجود تعداد بسیار کم گال می‌تواند مؤید نفوذ محدود لارو سن دوم به ریشه و عدم توانایی در برقراری رابطه انگلی پایدار جهت بلوغ باشد. احتمالاً ورود و تغذیه‌ی اولیه لاروهای

پیوندک به نحوی است که جریان آب و مواد غذایی از پایه به پیوندک و یا برعکس جریان مواد حاصل از فتوسنتز و تنظیم کننده‌های رشد از پیوندک به سمت پایه و ریشه را با مشکل روبرو می‌سازد (لاین و همکاران^۱، ۱۹۷۷). کاهش کمتر شاخص‌های رشدی پیوندک مامایی نسبت به پیوندک سفید روی برخی از پایه‌های متحمل به نماتد در این تحقیق را نیز، می‌توان ناشی از این رخداد احتمالی دانست که در نتیجه آن مواد فتوسنتزی پیوندک کمتر به سمت ریشه جریان پیدا کرده و بیشتر صرف رشد خود پیوندک گردیده است در نتیجه مواد غذایی کمتر در اختیار نماتد فعال روی ریشه قرار گرفته و رشد و تکثیر کمتر آن را بدنبال داشته است.

ریشه: مقایسه میانگین شاخص‌های طول، وزن تر و خشک ریشه (جدول ۲) مؤید تفاوت معنی‌دار بین ترکیب‌های مختلف پایه و پیوندک بود. طول ریشه در بین تیمارهای آلوده به نماتد کاهش یافت. این کاهش در مورد پایه جی-ان ۱۵ معنی‌دار نبود در صورتی که در حضور نماتد طول ریشه‌ی سایر پایه‌ها نسبت به گیاهان شاهد بدون نماتد خود کاهش معنی‌داری داشت. با این حال میزان کاهش طول ریشه در پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ یکسان بود و بیشترین کاهش در پایه جی‌اف ۶۷۷ مشاهده گردید. در پایه فوق نماتد تأثیر معنی‌داری روی طول ریشه در دو رقم سفید و مامایی نداشت. با وجود کاهش طول ریشه در تیمارهای آلوده به نماتد، وزن تر ریشه در این تیمارها نسبت به تیمارهای شاهد خود، افزایش معنی‌داری داشت (این افزایش در مورد پایه جی‌ان ۱۵ معنی‌دار نبود). وزن خشک ریشه تحت تأثیر حضور نماتد کاهش یافت. کاهش شاخص مذکور روی تمامی پایه‌ها به جز جی‌ان ۱۵ معنی‌دار بود. اختلاف معنی‌دار بین وزن خشک ریشه دو رقم سفید و مامایی فقط روی پایه جی‌ان ۱۵ مشاهده گردید. ناحیه مریستم انتهایی ریشه به تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم ریشه از قبیل ممانعت یا تحریک

2- Wardlow

3- Carthy & Duddington

4- Doyle & Lambert

1- Layne *et al.*

جدول ۳- مقایسه میانگین* شاخص‌های رشد و نموی نماد *M. javanica*

تیمار	تعداد گال	تعداد کیسه تخم در یک گرم ریشه	تعداد تخم در هر کیسه	تعداد لارو سن دوم در کل خاک (۵ kg)	فاکتور تولید مثل
H _{sh2} -S	۱۶۶ ^{ab}	۳۵/۳ ^{ab}	۲۵ ^c	۶۳۲/۵ ^a	۲/۶ ^{ab}
H _{sh2} -M	۱۱۰۲/۵ ^c	۲۲/۳ ^b	۱۷/۵ ^{cd}	۵۰۰ ^{abc}	۱/۲ ^{cd}
GN-S	۱۶/۷ ^e	.c	.e	.d	.e
GN-M	۱۲/۹ ^e	.c	.e	.d	.e
GF-S	۸۹۷ ^{cd}	۳۴/۵ ^{ab}	۹۹/۸ ^a	۵۹۵ ^{ab}	۲/۶ ^a
GF-M	۴۶۱ ^{de}	۲۳/۳ ^b	۶۸ ^b	۳۷۸/۳ ^c	۱/۴ ^{bc}
H _{sh1} -S	۲۱۱۱/۸ ^a	۴۳ ^a	۲۹/۳ ^c	۶۴۰ ^a	۱/۳ ^c
H _{sh1} -M	۱۳۱۳ ^{bc}	۲۴/۳ ^b	۱۹ ^{cd}	۴۶۷/۵ ^{bc}	۰/۳ ^{cd}

*اعداد دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

Hsh2-S: هلو - سفید، Hsh2-M: هلو - مامایی، GN-S: GN15 - سفید، GN-M: GN15 - مامایی، GF-S: GF677 - سفید، GN-S: GN15 - سفید، GN-M: GN15 - سفید، Hsh1-S: هلو - مامایی، Hsh1-M: هلو - مامایی، GF-M: GF677 - مامایی، Hsh1-S: هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ - سفید و Hsh1-M: هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ - مامایی.

تیمار مذکور گردید. پارامترهای مورد بحث در پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲ نیز تقریباً تا حدود زیادی مشابه نتایج فوق بود. با این تفاوت که تأثیر نوع پیوندک فقط در تعداد گال نماد معنی‌دار شد. به نحوی که پیوندک سفید منجر به تشکیل تعداد بیشتری گال گردید (شکل ۱). علیرغم اینکه شاخص‌های رشدی گیاه پیوندی روی پایه جی اف ۶۷۷ نسبت به پایه‌های هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ و ۲ کاهش نشان داد، ولی تعداد گال، توده تخم و لارو سن دوم روی پایه فوق نسبت به دو پایه دیگر کمتر بود. می‌توان کاهش جمعیت نهایی نماد روی پایه حساس جی اف ۶۷۷ را به تخریب سیستم ریشه آن در مدت زمان کوتاه پس از حمله نماد نسبت داد. نتایج تحقیقات مارول و همکاران (۱۹۹۴) نیز با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در پایه جی اف ۶۷۷، اختلاف بین دو رقم در شاخص‌های تعداد تخم و لارو سن دوم معنی‌دار بود. پیوندک سفید روی این پایه جمعیت نهایی بیشتری نسبت به پیوندک مامایی داشت. بیشترین فاکتور تولید مثل نماد نیز در پایه مذکور مشاهده گردید.

سن دوم منجر به تحریک سیستم دفاعی گیاه و در نهایت مقاومت آن به نماد می‌شود. مارول و همکاران (۱۹۹۴) نیز در بررسی مقاومت برخی پایه‌های درختان میوه هسته‌دار به مخلوطی از ۱۳ ایزوله نماد ریشه‌گرهی، نمادی روی ریشه‌های پایه‌های GN (شماره‌های ۲، ۹ و ۱۵) مشاهده نکردند. آنها مکانیسم مقاومت پایه GN را به واکنش فوق حساسیت نسبت داده و تشکیل گال به دلیل ورود لاروهای سن دوم و عدم توانایی نماد در تکمیل چرخه زندگی خود روی پایه مذکور را مؤید این مطلب دانستند. نتایج مطالعات مارول و همکاران (۱۹۹۱)، پینوچت و همکاران^۱ (۱۹۹۶) و پینوچت و همکاران (۱۹۹۹) نیز با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت نشان داد.

بیشترین تعداد گال، توده تخم و لارو سن دوم در پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۱ مشاهده گردید، در حالی که بیشترین تعداد تخم در جی اف ۶۷۷ دیده شد. همچنین در ترکیب پایه فوق با پیوندک سفید افزایش معنی‌داری در تعداد گال، کیسه تخم و لارو سن دوم نسبت به پیوندک مامایی مشاهده شد که منجر به کاهش معنی‌دار برخی از شاخص‌های رشدی گیاه در

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که به جز GN15، سایر پایه‌های مورد بررسی به نماتد حساس می‌باشند. مقایسه رشد پیوندک ارقام مختلف (سفید و مامایی) روی پایه-های حساس به نماتد، نشان‌دهنده رشد بیشتر پیوندک‌ها روی پایه‌های هیبرید هلو × بادام نسبت به GF677 بود. که در مجموع به تحمل بیشتر پایه‌های مذکور به نماتد نسبت داده شد. بین شاخص‌های رشد و نموی نماتد ریشه گرهی بعضی از پایه‌هایی که با ارقام مختلف پیوند شده بودند نیز، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد که نشان‌دهنده تأثیر برهمکنش پایه و پیوند بر عکس‌العمل پایه در مقابل نماتد بود. تأثیر مثبت برهمکنش پایه و پیوندک بر کاهش خسارت نماتد نیز در بعضی از تیمارها مشاهده گردید. با توجه به پتانسیل بالای برخی از پایه‌ها و ارقام مورد بررسی، بویژه هیبریدهای محلی در ترکیب با پیوندک ارقام پربازده، استفاده از آنها در مدیریت مناطق آلوده به نماتد ریشه گرهی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۱- افزایش تعداد گال پیوندک سفید نسبت به مامایی در ترکیب با پایه هیبرید محلی هلو × بادام شورابی ۲. الف- سفید و ب- مامایی (عکس از نگارنده).

منابع

۱. اخیانی، ا.، مجتهدی، ح. و نادری، ا. ۱۳۶۳. گونه‌ها و نژادهای فیزیولوژیک نماتدهای مولد گره ریشه در ایران. نشریه بیماری‌های گیاهی، ۲۰: ۵۷ - ۷۱.
۲. اخیانی، ا. ۱۳۶۵. گزارش نهایی طرح بررسی نماتدهای مولد غده ریشه در استان اصفهان. بخش تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی مرکز تحقیقات استان اصفهان.
۳. تهرانی فرع، کافی، م. و عدلی، م. ۱۳۷۷. پرورش بادام (گیاهشناسی، انتخاب پایه و پیوندک، عملیات زراعی، آفات و امراض، فراوری و درجه بندی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۴. دامادزاده، م. ۱۳۸۶. نماتد شناسی در کشاورزی. انتشارات اندیشه گستر اصفهان. ص: ۴۲-۴۵.
۵. قاسمی، ا. و انصاری پور، ب. ۱۳۹۰. بررسی میزان عکس‌العمل پایه‌های مختلف بادام نسبت به نماتدهای مولد گره در ریشه. دومین همایش ملی بادام. شهرکرد.

6. Aparisi, J.G., Lonbarte, P., Felipe, A.J and Carrea, M. 2002 .First result on the performance of new almond × peach hybrid rootstock resistant to nematodes on almond growth and cropping. Acta Horticulture, 591: III International Symposium on Pistachios and Almonds.
7. Berg, R.H., and Taylor, C.G. 2008. Cell biology of plant nematode parasitism. Heidelberg, Germany.
8. Bot, A.J., Nachtergaele, F.O. and Young, A. 2000. Land resource potential and constraints at regional and country levels. World soil resource report 90. Rome: FAO, Land and Water Development Division.
9. Carthy, J.D., and Duddington, C.L. 1962. Physiology of roots. In: Street H.E. (ed.), Viewpoints in biology. Butterworths, London, pp 1-49.
10. Doyle, E.A., and Lambert, K.N. 2003. *Meloidogyne javanica* chorismate mutase 1 alters plant cell development. Molecular Plant–Microbe Interactions, 16: 123–131.
11. Felipe, A.J. 2009. Felinem, garnem, and monegro almond × peach hybrid rootstocks. Hortscience, 44. 196-197.
12. Hugall, A., Stanton J. and Moritz, C. 1999. Reticulate evolution and the origins of ribosomal internal transcribed spacer diversity in apomitic *Meloidogyne*. Molecular Biology Evolution, 16:157-164.
13. Hussey, R.S., and Barker, K.R. 1973. A comparison of method of collecting inoculation for *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease, 57: 1025-1028.
14. Hussey, R.S. 1990. Biochemical and molecular methods of identifying *Meloidogyne* species: symposium introduction. Journal of Nematology, 22: 8-9.
15. Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal-floatation technique for separating nematode from soil. Plant Disease Reporter, 48: 692.
16. Jepson, S.B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). CAB. Farnham Royal. United Kingdom.
17. Kester, D.E., and Gradziel, T.M. 1996. Almonds. In: Janick J. and Moore J.N. (eds), Fruit breeding. Vol. 3. John Wiley and Sons, New York, USA. pp: 1-97.
18. Layne, R.E.C., Jackson, H.O., and Stroud, F.D. 1977. Influence of peach seedling rootstock on defoliation and cold hardiness of peach cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science, 102 (1): 89- 92.

19. Ledbetter, C. 1997. Screening *Prunus* rootstock for nematode resistance. Research geneticist, horticultural crops research laboratory, postharvest quality and genetics research unit, USDA. ARS. Fresno, CA 93727-5951.
20. Marull, J., Pinochet, J., Verdejo-Lucas, S., and Soler, A. 1991. Reaction of prunus rootstocks to four *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria* in Spain. *Journal of Nematology*, 23 (4S): 564-569.
21. Marull, J., Pinochet, J., Felipe, A., and Cenis, J.L. 1994. Resistance verification in prunus selection to mixture of thirteen *Meloidogyne* isolates and resistance mechanisms of a peach – almond hybrid to *M. javanica*. *Fundamental and Applied Nematology*, 17 (1): 85-92.
22. Mckenry, M.V. 1985. Integrated pest management for almond. University of California, Division of agriculture and natural resources, publ 3308.
23. Perry, R.N., and Moens, M. 2005. Plant nematology. CABI North American office.
24. Perry, R.N., Moens, M., and Starr, J.L. 2009. Root- knot nematodes. CABI North American office.
25. Pinochet, J., Agles, M., Dalmau, E., Fernandez, C., and Felipe, A. 1996. Prunus rootstock evaluation to root-knot and lesion nematodes in Spain. *Journal of Nematology*, 28 (4S): 616- 623.
26. Pinochet, J., Calvet, C., Hernandez-Dorrego, A., Bonet, A., Felipe, A., and Morenom, M. 1999. Resistance of peach and plum rootstock from Spain, France, and Italy to root knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Hortscience*. 34(7): 1259-1262.
27. Sasser, J.N., and Carter, C.C. 1985. An advance treatise on *Meloidogyne* spp. Biology and control. Graphics, North Carolina University.
28. Southey, J.F. 1986. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Ministry of agriculture fisheries and food, Her majestys stationary office, London.
29. Tellz, J., and Leon, M. 1989. Peach × almond hybrids as rootstock with resistance to root-knot nematodes and alkaline. *Acta Horticulture*, 254: II International Peach Symposium
30. Tylor, D.P., and Netscher, C. 1974. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. *Nematologica*, 20: 268-269.
31. Wardlow, D.D. 1986. Morphogenesis in plant. Methuen. London.
32. Youfa, C., Tonghiang, P., Yongbiao, X., and Chenglie, Z. 2001. PcTGD, a highly expressed gene in stem, is related to water stress in reed (*Phragmites communis Trin*). *Chinese Science Bulletin*, 46: 850-854.