

شناسایی نماتدهای انگل گیاهی در مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان، ایران

لیلا جهان‌بازیان^۱، عصمت مهدیخانی مقدم^۱ و حبیب‌اله چادگانی^۲

۱. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

✉ پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: mahdikhani-e@um.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۳ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۲۱

چکیده

نماتدهای انگل گیاهی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید هویج در سطح جهان هستند که علاوه بر کاهش عملکرد، موجب افت کیفیت ریشه و کاهش بازپسندی محصول نیز می‌شوند. با توجه به اهمیت بالای کیفیت ظاهری ریشه هویج در بخش تازه‌خوری و نیز صنایع غذایی، خسارت ناشی از نماتدها می‌تواند موجب کاهش شدید ارزش اقتصادی محصول شود. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف شناسایی نماتدهای انگل گیاهی در مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان انجام شد. نمونه‌برداری در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ و در زمان نزدیک به برداشت محصول، شامل اوایل پاییز در لرستان و اوایل زمستان در خوزستان صورت گرفت. در مجموع ۲۲ مزرعه با داشتن علائمی نظیر گال ریشه، بدشکلی ریشه، کاهش رشد، تُنک‌شدن بوته‌ها و عاری از گیاه شدن بخش‌هایی از مزرعه مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌های خاک و ریشه از ناحیه فراریشه جمع‌آوری و نماتدهای آن‌ها بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی شناسایی شدند. علاوه بر این، تشخیص گونه‌های جنس *Meloidogyne* با استفاده از پرایمرهای اختصاصی SCAR مورد تأیید مولکولی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که گونه‌های *Merlinius brevidens* و *M. microdorus* با فراوانی ۷۲ درصد بیشترین پراکنش را داشتند. هم‌چنین *Meloidogyne javanica*، *Longidorus proximus* و *Ditylenchus myceliophagus* در ۴۵ درصد، *Pratylenchus thornei* در ۳۶ درصد و *Helicotylenchus vulgaris* در ۱۳ درصد مزارع حضور داشتند. لاروهای سن دوم *Heterodera* نیز فقط در یکی از مزارع مشاهده گردید. به‌جز *D. myceliophagus*، سایر گونه‌های شناسایی‌شده دارای توانایی قابل‌توجهی در کاهش کمیت و کیفیت محصول هویج هستند. حضور گسترده چندین گونه نماتد انگل گیاهی با اهمیت اقتصادی در مزارع هویج مناطق مورد بررسی، پایش خاک پیش از کشت از نظر وجود و تراکم نماتدهای انگل گیاهی و اجرای برنامه‌های مدیریتی مناسب برای کاهش خسارت ناشی از این نماتدها و حفظ عملکرد و کیفیت محصول را ضروری می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: بدشکلی ریشه، کیفیت ریشه هویج، نماتدهای ریشه‌گره‌ی، *Daucus carota*

Identification of plant-parasitic nematodes associated with carrot in fields of Lorestan and Khuzestan provinces, Iran

Leila Jahanbazian¹, Esmat Mahdikhani-Moghadam¹✉ and Habiballah Chadegani²

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

✉Corresponding author E-mail: mahdikhani-e@um.ac.ir

Received: 2026/01/23 Revised: 2026/03/05 Accepted: 2026/03/12

Abstract

Plant-parasitic nematodes are among the most important limiting factors of carrot production worldwide, causing not only yield losses but also deterioration of root quality and marketability as well. Given the importance of carrot root appearance in the fresh market and food industries, nematode damage can significantly reduce the economic value of the crop. This study was conducted to identify plant-parasitic nematodes associated with carrot rhizosphere in fields of Lorestan and Khuzestan provinces, Iran. Samples were collected during 2018-2019 growing season; synchronised with harvest time, in early autumn in Lorestan and early winter in Khuzestan. A total of 22 fields showing symptoms namely root galling, deformation, scrawny growth, thinning of plant stands, and patchy growth were inspected. Soil and root samples were collected from the rhizosphere, and the obtained nematodes identified based on morphological and morphometric characteristics. In addition, the identity of the species of the genus *Meloidogyne* were molecularly confirmed using species-specific SCAR primers. The results showed that *Merlinius brevidens* and *Merlinius microdorus* were the most common species, occurring in 72% of the studied fields. *Meloidogyne javanica*, *Longidorus proximus*, and *Ditylenchus myceliophagus* were detected in 45% of the fields, whereas *Pratylenchus thornei* and *Helicotylenchus vulgaris* found in 36% and 13% of the fields, respectively. Second-stage juveniles of the genus *Heterodera* were only obtained in a single field. Except for *D. myceliophagus*, the remaining identified species have substantial potential to reduce both the quantity and quality of carrot yield. The vast occurrence of several economically important nematode species in the understudy carrot fields suggests the necessity of pre-planting soil monitoring for the presence and population densities of plant-parasitic nematodes, as well as the implementation of appropriate management approaches to minimize losses and maintain crop yield and quality imposed by the nematodes.

Key words: Carrot root quality, *Daucus carota*, root deformation, root-knot nematodes

How to site: Jahanbazian, L., Mahdikhani-Moghadam, E. & Chadegani, H. 2025. Identification of plant-parasitic nematodes associated with carrot in fields of Lorestan and Khuzestan provinces, Iran. Iranian J. of Nematology 1(2), 313-327.

مقدمه

هویج (*Daucus carota* L.) از خانواده چتریان (Apiaceae) یکی از مهم‌ترین سبزی‌های ریشه‌ای در جهان است و بیشترین سطح زیرکشت را در میان گیاهان این خانواده به خود اختصاص داده است. عملکرد، کیفیت تغذیه‌ای و ارزش تجاری هویج تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله آفات، عوامل بیماری‌زا و شرایط محیطی قرار دارد. تغییرات محیطی علاوه بر کاهش عملکرد، می‌تواند ویژگی‌های کیفی محصول نظیر رنگ، طعم و بازارپسندی ریشه را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Que et al. 2019). نماتدهای انگل گیاهی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید سبزیجات در بسیاری از مناطق جهان محسوب می‌شوند. این نماتدها با آسیب به سیستم ریشه، موجب اختلال در جذب آب و عناصر غذایی، کاهش رشد گیاه، افت عملکرد و کاهش کیفیت محصول می‌گردند. در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در کشورهای مختلف به منظور شناسایی نماتدهای مزارع هویج صورت گرفته است. تاکنون بیش از ۹۰ گونه نماتد انگل گیاهی متعلق به جنس‌های *Pratylenchus*، *Meloidogyne*، *Longidorus*، *Paratylenchus*، *Paratrichodorus*، *Belonolaimus*، *Rotylenchus* و *Ditylenchus* از گیاهان خانواده چتریان گزارش شده‌اند (Davis & Raid 2002). آلودگی هویج به این نماتدها می‌تواند سبب کوتاه‌ماندگی گیاه، رشد ضعیف، بدشکلی ریشه، کاهش کیفیت محصول و در موارد آلودگی شدید، مرگ گیاهچه‌ها شود (Nguyen et al. 2019). شناسایی دقیق گونه‌های نماتد و آگاهی از پراکنش آن‌ها، پیش‌نیاز طراحی و اجرای برنامه‌های مؤثر مدیریت نماتدها است. بررسی‌های انجام‌شده نشان داده‌اند که نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp.)، نماتدهای زخم ریشه (*Pratylenchus* spp.)، نماتدهای سنجاقی (*Paratylenchus* spp.) و نماتدهای ریشه‌کُل (*Paratrichodorus* spp.) از مهم‌ترین نماتدهای مؤثر بر تولید هویج هستند (Noling 2012). در استرالیا نیز گونه‌هایی از جنس‌های *Pratylenchus*، *Pratylenchus*، *Tylenchorhynchus*، *Merlinius*، *Heterodera*، *Meloidogyne* و *Helicotylenchus* از مزارع هویج گزارش شده‌اند (Hay & Pethybridge 2005). در میان آن‌ها *M. javanica* و *M. hapla* و گونه‌های *Pratylenchus* به‌عنوان مهم‌ترین نماتدهای خسارت‌زای این محصول شناخته شده‌اند (Hay et al. 2004). هم‌چنین، *Hemicycliophora saueri* یکی دیگر از نماتدهای مهم مرتبط با هویج معرفی شده است که در

طول فصل توانایی افزایش قابل توجه جمعیت را دارد (Walker 2004).

در ایران، علایمی نظیر کمی رشد بوته‌ها، چندشاخه‌شدن ریشه، بدشکلی و کاهش کیفیت بازارپسندی ریشه هویج در بسیاری از مناطق کشت این محصول مشاهده می‌شود که می‌تواند با فعالیت نماتدهای انگل گیاهی مرتبط باشد. با وجود اهمیت اقتصادی هویج و خسارت‌های ناشی از نماتدها، تاکنون پژوهش جامعی درباره ترکیب گونه‌ها و وضعیت پراکنش نماتدهای مرتبط با مزارع دارای علائم خسارت در مناطق عمده تولید هویج کشور انجام نشده است. بنابراین، این پژوهش به منظور شناسایی نماتدهای انگل گیاهی مرتبط با مزارع هویج در استان‌های لرستان و خوزستان، به‌عنوان دو منطقه مهم تولید این محصول در ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

در سال ۱۳۹۸، از مزارع هویج در استان‌های لرستان (شهرستان‌های ازنا و الیگودرز) و خوزستان (شهرستان‌های دزفول، شوشتر و اندیمشک) بازدیدهایی انجام شد. هم‌چنین با متخصصان گیاه‌پزشکی، کارشناسان حفظ نباتات و کشاورزان منطقه مصاحبه و اطلاعات مربوط به سابقه کشت، وضعیت مزارع و علائم بیماری جمع‌آوری شد. از مجموع حدود ۸۰ مزرعه مورد بررسی، ۲۲ مزرعه که علائم مشکوک به آلودگی نماتد، از جمله کمی رشد، تنک‌شدن بوته‌ها، ایجاد لکه‌های خالی از گیاه در مزرعه، بدشکلی، چندشاخه‌شدن و گال‌دارشدن ریشه‌ها را نشان می‌دادند، برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. در مجموع، از چهار مزرعه در شهرستان ازنا، دو مزرعه در شهرستان شوشتر و ۱۶ مزرعه در شهرستان دزفول نمونه‌برداری شد (جدول ۱). نمونه‌برداری در زمان برداشت محصول، شامل اوایل پاییز در استان لرستان و اوایل زمستان در استان خوزستان، صورت گرفت. در هر مزرعه، تعداد نمونه‌ها با توجه به شدت و پراکنش علائم و نیز مساحت مزرعه، بین سه تا ۱۰ نمونه تعیین و برداشته شد. وزن هر نمونه حدود یک کیلوگرم بود. نمونه‌های خاک از ناحیه ریزوسفر و نیز ریشه از عمق پنج تا ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شدند. پس از ثبت مشخصات هر مزرعه، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تا زمان استخراج نماتدها در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری گردیدند.

جدول ۱. مشخصات مناطق نمونه‌برداری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان

Table 1. Specifications of sampled areas of carrot fields in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran

Sample	Location	Cultivar	Altitude (m a.s.l.)	Coordinates	Description
L1	Lorestan – Azna	SG	1743 m	39s0359198 3698812	
L2	Lorestan – Azna	Cristo 1	1878 m	39s0359870 3698180	
L3	Lorestan – Azna	SG	1881 m	39s0359881 3698011	
L4	Lorestan – Azna	Cristo 1			
Kh1	Khuzestan – Shushtar	Nanco	24 m	39s0554464 3392965	
Kh2	Khuzestan – Shushtar	Cristo 1	85 m	39s0285236 3562966	
Kh3	Khuzestan – Dezful		113 m	39s0271999 3575058	
Kh4	Khuzestan – Dezful		135 m	39s0264441 3584016	areas with no plant emergence
Kh5	Khuzestan – Dezful		137 m	39s0264235 3585126	areas with no plant emergence
Kh6	Khuzestan – Dezful	Optima	138 m	39s0263893 3585127	Severe symptoms in previous years
Kh7	Khuzestan – Dezful	Datis	150 m	39s0268107 3589005	
Kh8	Khuzestan – Dezful	SG	150 m	39s0268107 3589005	
Kh9	Khuzestan – Dezful	Mericle	150 m	39s0268107 3589005	
Kh10	Khuzestan – Dezful	Nanco suprano	150 m	39s0268107 3589005	
Kh11	Khuzestan – Dezful	Nanco suprano	150 m	39s0268107 3589005	
Kh12	Khuzestan – Dezful	Soprano	141 m	39s0264628 3586876	
Kh13	Khuzestan – Dezful		129 m	39s0263373 3584185	areas with no plant emergence
Kh14	Khuzestan – Dezful	Nikelson hybrid	133 m	39s0263203 3584186	
Kh15	Khuzestan – Dezful	Taky king		39s0263203 3584186	
Kh16	Khuzestan – Dezful		144 m	39s0260635 3584102	
Kh17	Khuzestan – Dezful	Optima	144 m	39s0260635 3584102	
Kh18	Khuzestan – Dezful				sample provided by farmer

استخراج نماتدها از خاک و ریشه

نماتدها از نمونه‌های خاک با استفاده از روش سینی (Whitehead & Hemming 1965) یا روش الک و سانتریفیوژ (Jenkins 1964) استخراج شدند. نماتدهای استخراج‌شده با استفاده از استریومیکروسکوپ بررسی و تعداد لاروهای سن دوم نماتدهای ریشه‌گرهی و هم‌چنین نماتدهای سیستی در هر ۱۰۰ گرم خاک، پیش از انجام سایر مراحل شناسایی، شمارش و ثبت شدند.

ریشه‌های دارای علائم گال در زیر استریومیکروسکوپ

بررسی و نماتدهای ماده از داخل گال‌ها استخراج گردیدند. در نمونه‌های حاوی لارو سن دوم نماتد ریشه‌گرهی، به‌منظور دستیابی به جمعیت خالص نماتد، خاک آلوده با ماسه مخلوط و نشاهای گوجه‌فرنگی رقم ارلی اربانا در آن کشت شدند. گیاهان به مدت ۷۰ روز در شرایط گلخانه نگهداری شد تا نماتدها تکثیر یابند. سپس این نماتدها با استفاده از روش تک توده تخم خالص‌سازی گردیدند. برای تهیه برش انتهایی بدن نماتدهای ماده از روش هارتمن و ساسر (Hartman & Sasser 1985)

شناسایی مولکولی گونه نماتدهای ریشه‌گرهی

استخراج DNA از نماتدهای ماده بالغ بر اساس روش توصیف‌شده توسط پدرام و همکاران (Pedram et al. 2011) انجام شد. به‌منظور تأیید شناسایی گونه *M. javanica*، از پرایمرهای اختصاصی این گونه استفاده گردید (جدول ۲). اختصاصیت پرایمرها پیش از انجام واکنش PCR با استفاده از سامانه Primer-BLAST در پایگاه NCBI بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. واکنش PCR در حجم نهایی ۲۵ میکرولیتر شامل ۱۲/۵ میکرولیتر مسترمیکس (Amplicon 2X Red)، ۷/۵ میکرولیتر آب مقطر استریل، یک میکرولیتر از هر یک از پرایمرهای رفت و برگشت (با غلظت ۱۰ پیکومول) و سه میکرولیتر DNA استخراج‌شده انجام شد. شرایط انجام واکنش PCR در جدول ۳ ارائه شده است. محصولات تکثیرشده توسط الکتروفورز روی ژل آگارز یک درصد جداسازی گردیدند. سپس، نوارهای DNA با استفاده از دستگاه ترانس‌ایلو میناتور و تحت نور فرابنفش (UV) مشاهده، ثبت و تصویربرداری شدند.

استفاده شد. همچنین توده‌های تخم نماتدهای ریشه‌گرهی از ریشه‌ها جدا شده و در آب مقطر سترون در دمای ۲۸ درجه سلسیوس به مدت سه تا چهار روز نگهداری شدند. لاروهای سن دو تازه تفریخ‌شده تثبیت و از آن‌ها اسلایدهای میکروسکوپی دائمی تهیه گردید. به منظور نگهداری بلندمدت و انجام مطالعات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی، سایر نماتدهای استخراج‌شده با روش تکمیل‌شده دگریسه (De Grisse 1969) تثبیت و به گلیسرین بدون آب انتقال داده شدند.

بررسی‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی با استفاده از میکروسکوپ نوری Olympus BH-2 مجهز به لوله ترسیم و دوربین دیجیتالی دینولایت (Dino-Capture 2.0) انجام شد. ویژگی‌های ریخت‌سنجی لازم برای شناسایی، اندازه‌گیری و تعیین گونه جمعیت‌ها با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی و مقایسه با شرح اصلی گونه‌ها انجام گرفت.

جدول ۲. توالی آغازگرهای مورد استفاده برای شناسایی مولکولی *Meloidogyne javanica* (Zijlestra et al. 2000)

Table 2. Primer sequences used for molecular identification of *Meloidogyne javanica* (Zijlstra et al. 2000)

Species	Primer sequence (5'-3')	Amplicon size (bp)
<i>M. javanica</i>	GGTGCGCGATTGAACTGAGC CAGGCCCTTCAGTGGAACCTATAC	670

جدول ۳. برنامه واکنش PCR استفاده‌شده برای تکثیر باند اختصاصی *Meloidogyne javanica*

Table 3. PCR program used for amplification of the specific band of *Meloidogyne javanica*

PCR step	Temperature (°C)	Time	Number of cycles
Initial denaturation	94	5 min	1
Denaturation	94	30 s	35
Annealing	64	30 s	
Extension	72	45 s	
Final extension	72	5 min	1

نتایج

بر اساس فراوانی وقوع در مزارع نمونه‌برداری‌شده، *Merlinius brevidens* و *Merlinius microdorus* با حضور در ۱۶ مورد از ۲۲ مزرعه دارای علائم (۷۲ درصد)، بیشترین فراوانی را در میان گونه‌های شناسایی‌شده داشتند. گونه‌های *Meloidogyne javanica* و *Longidorus proximus* و *Ditylenchus myceliophagus* هر یک در ۱۰ مزرعه (۴۵ درصد) حضور داشتند. *Pratylenchus thornei* در هشت مزرعه (۳۶ درصد) و

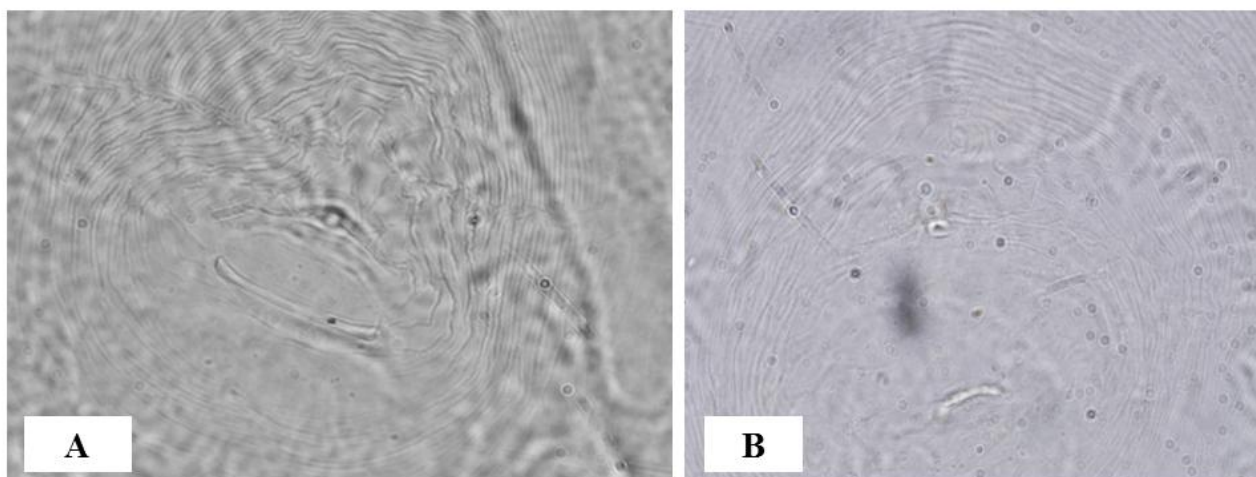
Helicotylenchus vulgaris در سه مزرعه (۱۳ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). در استان لرستان، *Helicotylenchus vulgaris* دارای بیشترین فراوانی بود، در حالی که در استان خوزستان، *Merlinius brevidens* و *Merlinius microdorus* بیشترین فراوانی را دارا بودند.

گونه *M. javanica* قبل از این از مزارع هویج ایران گزارش شده است (Mahdikhani Moghadam et al. 2006). با این حال، بر اساس بررسی منابع علمی در دسترس، گزارشی از حضور سایر گونه‌های شناسایی‌شده در مطالعه حاضر در مزارع هویج ایران

انتهای بدن ماده‌ها در جمعیت‌های جمع‌آوری شده از استان‌های لرستان و خوزستان، ویژگی‌های شاخص این گونه را نشان داد (شکل ۱). همچنین، در آزمون PCR با استفاده از آغازگرهای اختصاصی jav، قطعه‌ای به طول ۶۷۰ جفت‌باز در تمامی جمعیت‌های موردبررسی تکثیر شد که هویت گونه *M. javanica* را تأیید کرد (شکل ۲).

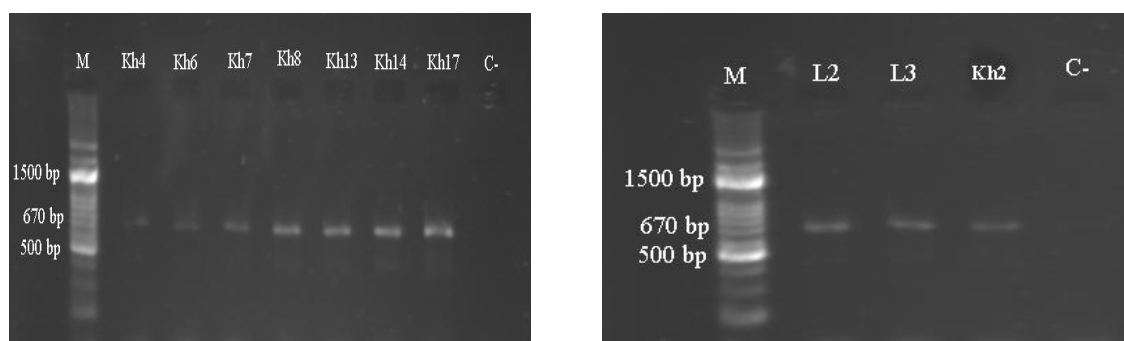
یافت نشد. مشخصات ریخت‌سنجی گونه‌های شناسایی شده در جدول‌های ۵ تا ۸ ارائه شده است.

علاوه بر گونه‌های فوق، در یکی از مزارع استان لرستان، تعداد ۶۶ لارو سن دوم متعلق به یکی از گونه‌های جنس *Heterodera* در ۱۰۰ گرم خاک استخراج شد. با این حال، در نمونه‌های ریشه و خاک مربوطه هیچ ماده یا سیستی مشاهده نشد؛ بنابراین شناسایی این جمعیت تا سطح گونه امکان‌پذیر نبود. شناسایی گونه *M. javanica* با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی و مولکولی تأیید شد. الگوی شبکه کوتیکولی



شکل ۱. الگوی شبکه کوتیکولی انتهای بدن ماده‌های *Meloidogyne javanica* جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان (A) و خوزستان (B).

Fig. 1. Perineal pattern of *Meloidogyne javanica* females collected from carrot fields in Lorestan (A) and Khuzestan provinces (B), Iran.



شکل ۲. تکثیر قطعه ۶۷۰ جفت‌بازی با استفاده از آغازگرهای jav برای شناسایی جمعیت‌های *Meloidogyne javanica* جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان. M: نشان‌گر؛ C-: شاهد منفی؛ Kh2-Kh17: نمونه‌های استان خوزستان؛ L2-L4: نمونه‌های استان لرستان.

Fig. 2. Amplification of the 670 bp fragment using the species-specific jav primers for identification of *Meloidogyne javanica* populations collected from carrot fields in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran. M: DNA marker; C-: negative control; Kh2-Kh17: samples from Khuzestan province; L2-L4: samples from Lorestan province.

غال روی ریشه‌های فرعی، توقف رشد انتهایی ریشه، توقف رشد ریشه اصلی همراه با افزایش تعداد ریشه‌های فرعی و چندشاخه

علائم مشاهده شده در ریشه‌های هویج در مزارع موردبررسی شامل کاهش رشد ریشه، کوتاه و بدشکل شدن ریشه، تشکیل

مزارع استان خوزستان، ریشه‌ها دارای علائم کوتاهی، بدشکلی و گال روی ریشه‌های فرعی بودند. در این مزرعه آلودگی به *M. javanica* با جمعیت ۲۱ لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک مشاهده شد. در مزرعه ذکرشده، گونه‌های *P. thornei*، *M. brevidens* و *M. microdorus* نیز شناسایی شدند.

شدن ریشه بود (شکل‌های ۳ و ۴). حضور گونه‌های شناسایی‌شده در مزارع دارای هر یک از این علائم در جدول ۴ ارائه شده است. برای نمونه، در مزارعی که بوته‌ها علائم کاهش رشد و توسعه‌نیافتگی ریشه را نشان می‌دادند، گونه‌های *M. brevidens*، *L. D. myceliophagus*، *M. javanica*، *M. microdorus* و *P. thornei* شناسایی شدند. همچنین، در یکی از

جدول ۴. حضور گونه‌های نماتدهای انگل گیاهی شناسایی‌شده در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از مزارع هویج با علائم بدشکلی ریشه و کمی رشد در استان‌های لرستان و خوزستان، ایران

Table 4. The precens of plant-parasitic nematodes identified in collected samples from carrot fields exhibiting root malformation and stunting symptoms in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran

Samples	<i>Meloidogyne javanica</i>	<i>Longidorus proximus</i>	<i>Pratylenchus thornei</i>	<i>Merlinius*</i>	<i>Ditylenchus myceliophagus</i>	<i>Helicotylenchus vulgaris</i>
Kh1				+		
Kh2	+(21)**		+	+		
Kh3			+	+		
Kh4	+(17)		+	+		
Kh5		+	+		+	
Kh6	+(10)	+			+	
Kh7	+(10)	+				
Kh8	+(17)	+		+	+	
Kh9		+		+		
Kh10		+	+	+		
Kh11				+	+	
Kh12				+	+	
Kh13	+(15)			+	+	
Kh14	+(4)	+	+	+		
Kh15		+		+		
Kh16		+	+	+		
Kh17	+(5)				+	
Kh18		+		+	+	
L1			+	+	+	+
L2	+(4)					
L3	+(7)					+
L4				+	+	+
Total	10	10	8	16	10	3

* گونه‌های *Merlinius microdorus* و *Merlinius brevidens* مشاهده گردید.

** اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده تعداد لاروهای سن دوم (J2) نماتدهای ریشه‌گرهی در هر ۱۰۰ گرم خاک هستند.

* *Merlinius brevidens* and *Merlinius microdorus* were identified in the samples.

** Numbers in parentheses indicate the number of second-stage juveniles (J2) of root-knot nematodes per 100 g of soil.

جدول ۵. داده‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های گونه *Meloidogyne javanica* جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر)

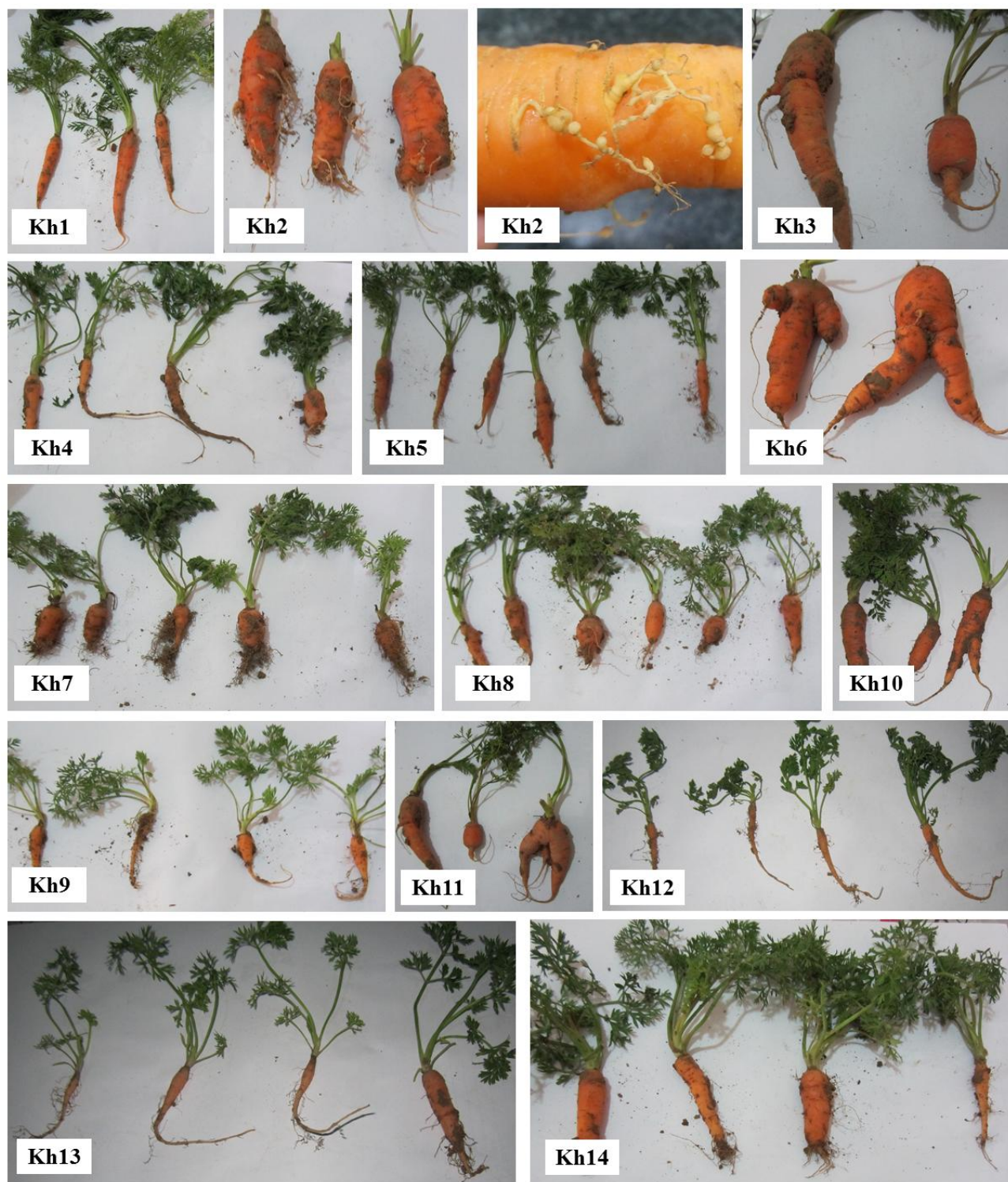
Table 5. Morphometric data of *Meloidogyne javanica* populations collected from carrot fields in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran (measurements in μm)

Character	Female		J2	
	Khuzestan	Lorestan	Khuzestan	Lorestan
n	11	6	10	8
a	1.4±0.2 (1.1-1.8)	1.6 ± 0.1 (1.4-1.8)	28.3±1.1 (27.5-29.6)	29±2.3 (25-37)
b	-	-	4.2±1.2 (3.7-5.8)	4±0.8 (3.6-5)
b'	-	-	3.0±0.2 (2.7-3.2)	3.1±0.2 (3-3.4)
c	-	-	8.0±0.4 (7.7-8.3)	8.2±0.6 (7.3-10)
c'	-	-	6.3±0.4 (5.2-7.1)	5.5±0.3 (4.9-5.8)
L	1008.2±164.2 (580-1180)	897.5±53.7 (830-980)	409±20 (385-440)	401±6 (390-413)
body width	703.6±124 (480-880)	577.5±54.7 (520-680)	14±1 (13-15)	14.5±0.7 (14-15)
Neck length	293.6±67.7 (130-380)	253.8±30.7 (210-300)	-	-
Stylet	15±2.8 (13-17)	15.2±1.2 (14-18)	10.8±1.5 (10-13)	11.5±2.1 (10-13)
DGO	5.0±1.6 (3-6)	3.5±0.6 (3-4)	2.3±0.5 (1.7-3.6)	2.7±0.4 (2.0-3.4)
Excretory pore	162.5±11.2 (153-178)	178.4±21 (149-210)	-	-
Vulval slit length	23±2.3 (16-28)	21.2±2.3 (18-27)	-	-
Vulva-anus	18±3.8 (15-27)	16.4±3 (16-28)	-	-
Inter-phasmidial distance	22.8±2.8 (20-28)	24.4±3.4 (21-29)	-	-
Tail length	-	-	54.4±4.4 (49-60)	51.2±5.2 (44-57)
Hyaline length	-	-	14.2±1.6 (12-16)	12.5±0.7 (12-13)
Pharynx	-	-	109.5±6.4 (105-114)	163±10.5 (147-201)

جدول ۶. داده‌های ریخت‌سنجی گونه *Merlinius brevidens* و *M. microdorus* بر اساس جمعیت‌های جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر)

Table 5. Morphometric data of *Merlinius brevidens* and *M. microdorus* populations collected from carrot fields in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran (measurements in μm)

Character	<i>Merlinius brevidens</i>		<i>Merlinius microdorus</i>	
	Khuzestan	Lorestan	Khuzestan	Lorestan
n	8	12	8	8
L	622±42.3 (532-743)	645.3±25.5 (630.2-701.8)	616.7 ±34.4 (570.0-702.5)	614.4±35.2 (568.0-767.2)
a	29.9±2.1 (25.8-30.5)	30.8±2.4 (26.7-32.9)	27.8±1.9 (26.5-31.9)	29.1 ±2.5 (27.1-33.5)
b	5.1 ± 0.3 (4.7 – 5.7)	5.6 ± 0.4 (5.1 – 6.6)	4.5 ± 0.3 (4.3 – 4.8)	4.8 ± 0.5 (4.0 – 5.2)
c	12.6 ± 0.4 (12 – 13)	14.2 ± 1.9 (12-16.3)	12.6± 0.6 (12.1 – 13.3)	12.1 ± 1.1 (10.1 – 13.3)
c'	3.2 ± 0.4 (2.4 -3.7)	3.6 ± 0.7 (2.7 – 4.2)	3.7 ± 0.2 (3.2 – 3.8)	3.6 ± 0.4 (2.7 -4.4)
V	56.6 ± 2.4 (54.0 – 65.6)	59.0 ± 2.1 (54.7 – 62.3)	55.6 ± 1.9 (53.4 – 57.0)	56.3 ± 3.1 (49.7 – 59.6)
Stylet	16.1 ± 0.4 (15.5 – 16.3)	15.5 ± 0.6 (15 – 16.5)	13.2 ± 0.5 (12.5 – 14)	12.5 ± 0.3 (12-13)
Excretory pore	100.1 ± 1.4 (99 – 108)	102.1 ± 1.8 (100.8 – 112.8)	98.0 ± 5.2 (93 – 105)	102.4 ± 4.5 (94.5 – 113.7)
Tail length	47.7 ± 4.2 (39 – 54)	50.7 ± 6.8 (41 – 61)	49.0 ± 1.2 (47 – 52)	53.7 ± 4.1 (45.2 – 58.9)
Body width	19.5 ± 1.1 (18-21)	19.3 ± 0.7 (18 – 20.5)	20.7 ± 1.2 (20-22)	22 ± 1.2 (19 – 23)
Vulval body width	21.2 ± 2.3 (20 – 25.5)	22.3 ± 1.3 (20.1 – 24.6)	19.5 ± 2.2 (18 – 22)	22.3 ± 3.1 (18 – 26)
Anal body width	14 ± 1.2 (12 – 17)	14.4 ± 1.4 (12 – 16)	13.3 ± 1.3 (13 – 15)	14.5 ± 2.7 (12 – 20)



شکل ۳. علائم آلودگی مشاهده شده در بوته های هویج مزارع نمونه برداری شده در استان خوزستان (Kh1-Kh14).

Fig. 3. Symptoms observed on carrot plants in sampled fields of Khuzestan, Iran (Kh1-Kh14).

جدول ۷. داده‌های ریخت‌سنجی گونه *Longidorus proximus* بر اساس جمعیت‌های جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان خوزستان (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر)

Table 7. Morphometric data of *Longidorus proximus* populations collected from carrot fields in Khuzestan province, Iran (measurements in μm)

Characters	Female	J4
n	1	6
L	6151.9	4621 $\pm$ 34.3 (4452 – 4890)
a	104.7	103.8 $\pm$ 4.2 (97.7 – 110.2)
b	21.6	11.4 $\pm$ 1.2 (10.0 – 12.4)
c	155.2	111.2 $\pm$ 7.7 (104.3-129.2)
c'	1.0	1.1 $\pm$ 0.0 (1.1)
V	53.8	-
Odontostyle	111.1	101.2 $\pm$ 1.6 (98 – 105)
Replacement odontostyle	-	114 $\pm$ 0.3 (112.5 – 116)
Odontophore	59.7	40.4 $\pm$ 0.5 (37 – 43)
Width of lip region	17.8	16.8 $\pm$ 0.8 (16.0 – 17.4)
Pharynx	463.7	421 $\pm$ 17 (398-451)
Body width at mid-body	58.7	47.8 $\pm$ 0.4 (45 – 49)
Body width at base of pharynx	49.6	41.6 $\pm$ 0.1 (41 – 42)
Body width at anus level	40.6	37.4 $\pm$ 0.3 (35 – 38)
Anterior end to guiding ring	31.9	30.2 $\pm$ 0.2 (29 – 31)
Anterior end to vulva	3308.9	-
Tail length	39.6	40.4 $\pm$ 0.4 (39 – 42)

جدول ۸. داده‌های ریخت‌سنجی جمعیت‌های گونه *Ditylenchus myceliophagus*، *Pratylenchus thornei* و *Helicotylenchus vulgaris* جمع‌آوری شده از مزارع هویج استان‌های لرستان و خوزستان (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر)

Table 8. Morphometric data of *Ditylenchus myceliophagus*, *Pratylenchus thornei* and *Helicotylenchus vulgaris* populations collected from carrot fields in Lorestan and Khuzestan provinces, Iran (measurements in μm)

Characters	<i>Ditylenchus myceliophagus</i>	<i>Pratylenchus thornei</i>		<i>Helicotylenchus vulgaris</i>
	Khuzestan	Lorestan	Khuzestan	Lorestan
n	8	7	8	6
L	743.6 $\pm$ 50.1 (609 – 1032)	602.3 $\pm$ 17.2 (558 – 709)	548.4 $\pm$ 16.4 (495 – 690)	799.3 $\pm$ 60.3 (753.2 – 867.5)
a	47.3 $\pm$ 5.3 (39.7 – 51.6)	28.9 $\pm$ 3.2 (27.8 – 34.3)	30.1 $\pm$ 5.4 (27.1 – 38.2)	28.9 $\pm$ 2.9 (25.6 – 30.8)
b		5.1 $\pm$ 0.8 (5.9 – 7.1)	5.5 $\pm$ 0.7 (5.6 – 6.8)	5.8 $\pm$ 0.6 (5.2 – 6.4)
b'		4.9 $\pm$ 0.9 (3.7 – 6.3)	4.7 $\pm$ 0.4 (3.9 – 5.2)	
c	10.2 $\pm$ 1.2 (9.4 – 11.8)	20.2 $\pm$ 2.9 (18.7 – 22.3)	21.1 $\pm$ 2.5 (18.2 – 20.7)	68.7 $\pm$ 8.4 (52.8 – 76.8)
c'	6.5 $\pm$ 0.2 (6.3 – 6.7)	2.2 $\pm$ 0.4 (1.7 – 2.6)	2.5 $\pm$ 0.1 (2.3 – 2.6)	0.8 $\pm$ 0.2 (0.6 – 1.1)
V	75.5 $\pm$ 1.2 (73 – 78)	75.6 $\pm$ 3.4 (70.6 – 76.7)	72.6 $\pm$ 4.3 (71.2 – 79.3)	60.3 $\pm$ 0.3 (60.0 – 60.6)
Stylet	7.8 $\pm$ 0.3 (7 – 8.5)	15.4 $\pm$ 0.5 (15 – 16)	15.2 $\pm$ 1.2 (14.9 – 17)	28.2 $\pm$ 1.3 (26 – 30)
DGO	1.3 $\pm$ 0.3 (1-2)	2.0 $\pm$ 0.0 (2-2)	2.0 $\pm$ 0.0 (2-2)	8.8 $\pm$ 1.6 (7 – 12)
Pharynx	119.8 $\pm$ 5.3 (108 – 143)	100.1 $\pm$ 1.9 (99.0 – 103.4)	102.5 $\pm$ 8.4 (91.3 – 110.2)	
Pharyngeal overlap		30.1 $\pm$ 5.3 (30.0 – 38.0)	31.2 $\pm$ 6.4 (25.0 – 35.0)	
MB		48.1 $\pm$ 0.4 (46.6 – 50.8)	49.2 $\pm$ 0.3 (48.7 – 51.0)	
Excretory pore	93.1 $\pm$ 5.3 (76 – 105)	88.9 $\pm$ 1.6 (87.2 – 94.0)	78.5 $\pm$ 1.2 (78.0 – 90.0)	
Hemizonid	88.7 $\pm$ 3.2 (74 – 101)			
Body width	19.4 $\pm$ 1.5 (14 – 26)	18.3 $\pm$ 1.5 (17.3 – 20.0)	17.2 $\pm$ 1.7 (15.2 – 19.1)	
Anal body width	10.7 $\pm$ 0.3 (10 – 12)	11.2 $\pm$ 0.6 (11.0 – 12.0)	11.9 $\pm$ 1.5 (10.7 – 13.2)	
V-an		102.2 $\pm$ 15.6 (79 – 123.8)	105.9 $\pm$ 6.8 (97.8-118.1)	
PUS	53.8 $\pm$ 4.2 (30 – 67)	15.5 $\pm$ 1.4 (15.1 – 18.0)	16.6 $\pm$ 1.8 (14.0 – 19.8)	
Annuli width				1.3 $\pm$ 0.4 (1-2)
Tail length	60.7 $\pm$ 2.2 (59 – 83)	24.6 $\pm$ 4.3 (23.3 – 28.9)	26.1 $\pm$ 3.2 (25.2 – 28.8)	11.2 $\pm$ 1.1 (9 – 13)

در برخی از مزارع موردبررسی، علائم کاهش تراکم بوته و ترکیب گونه‌های شناسایی شده در هر مزرعه در شکل ۵ ارائه شده محل‌های فاقد بوته مشاهده گردید. مزارعی که این علائم را نشان می‌دادند، به گونه‌های مختلف نماتدهای انگل گیاهی آلوده بودند و است.



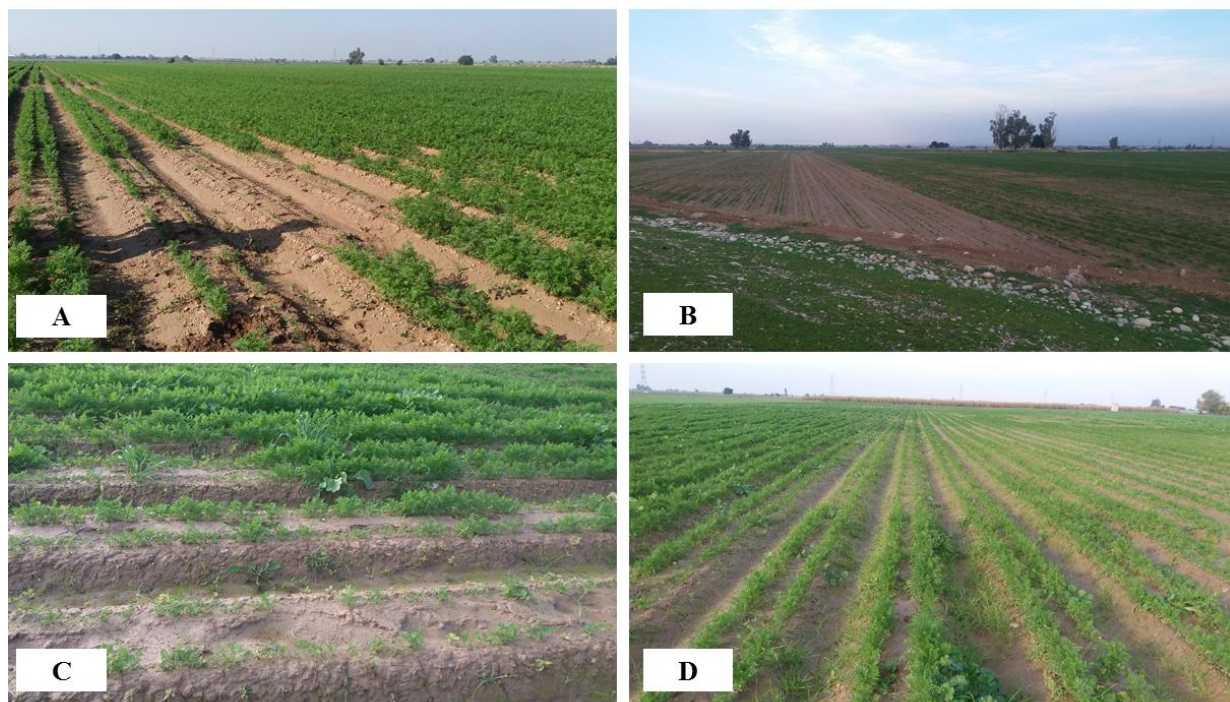
شکل ۴. علائم مشاهده شده در بوته‌های هویج مزارع استان‌های خوزستان (Kh15-Kh18) و لرستان (L1-L4).

Fig. 4. Symptoms observed on carrot plants in sampled fields of Khuzestan (Kh15-Kh18) and Lorestan (L1-L4) provinces, Iran.

بحث

مزارع مورد بررسی، تاکنون شواهد مستقیمی از نقش آن‌ها در ایجاد خسارت به هویج گزارش نشده است. بنابراین، حضور مکرر این نماتدها در مزارع دارای علائم می‌تواند نشان‌دهنده ارتباط احتمالی آنها با وضعیت سلامت گیاه باشد، هرچند برای تعیین نقش واقعی آن‌ها در ایجاد خسارت، انجام مطالعات بیماری‌زایی و تعیین آستانه خسارت اقتصادی ضروری است. نماتدهای ریشه‌گرهی در ۴۵ درصد مزارع نمونه‌برداری شده مشاهده و از میان آن‌ها تنها گونه *M. javanica* شناسایی شد. گونه‌های مختلف *Meloidogyne* از مهم‌ترین نماتدهای مرتبط با هویج در جهان محسوب می‌شوند و به دلیل ایجاد علائمی مانند گال، چند شاخه شدن ریشه، بدشکلی و کاهش رشد گیاه موجب کاهش کیفیت محصول قابل عرضه به بازار می‌شوند (Yarger & Baker 1981; Huang & Charchar 1982; Roberts 1987; Abawi et al. 1997).

نماتدهای انگل گیاهی از عوامل مهم کاهش عملکرد و کیفیت هویج در سراسر جهان هستند. تنوع و فراوانی این نماتدها در مناطق مختلف به شرایط اقلیمی و شیوه‌های زراعی وابسته بوده و می‌تواند بر شدت خسارت و کیفیت محصول تأثیرگذار باشد. در پژوهش حاضر گونه‌های *M. brevidens* و *M. microdorus* با فراوانی ۷۲ درصد، بیشترین میزان حضور را در مزارع دارای علائم چندشاخه شدن، کم‌رشدی، کچلی و بدشکلی ریشه نشان دادند. در استرالیا نیز نماتدهای جنس *Merlinius* در ۴۲ درصد مزارع هویج گزارش شدند (Hay & Pethybridge 2005). هم‌چنین گونه *M. brevidens* از مزارع هویج در مناطق مختلف استرالیا گزارش شده است (Hay et al. 2004; Hay & Pethybridge 2005). با وجود فراوانی نسبتاً بالای این گونه‌ها در



شکل ۵. علائم کمی رشد، تنک‌شدن بوته‌ها و ایجاد لکه‌های فاقد بوته در مزارع هویج استان خوزستان. A: مزرعه شماره ۴ در شهرستان دزفول، آلوده به *Meloidogyne javanica*، *Pratylenchus thornei*، *Merlinius brevidens* و *Merlinius microdorus*؛ B: مزرعه شماره ۵ در شهرستان دزفول، آلوده به *Longidorus proximus* و *Pratylenchus thornei*؛ C و D: مزرعه شماره ۱۳ در شهرستان دزفول، آلوده به *Meloidogyne javanica*، *Longidorus proximus*، *Merlinius brevidens* و *Merlinius microdorus*.

Fig. 5. Symptoms of plant stunting, stand thinning, and bare patches observed in carrot fields in Khuzestan province, Iran. A: Field No. 4 in Dezful, infected with *Meloidogyne javanica*, *Pratylenchus thornei*, *Merlinius brevidens*, and *Merlinius microdorus*; B: Field No. 5 in Dezful, infected with *Longidorus proximus* and *Pratylenchus thornei*; C and D: Field No. 13 in Dezful, infected with *Meloidogyne javanica*, *Longidorus proximus*, *Merlinius brevidens*, and *Merlinius microdorus*.

گزارش واکر (Walker 2004) مبنی بر نرخ تکثیر بالای این گونه روی هویج، اهمیت بالقوه آن را در مزارع این محصول نشان می‌دهد. با این حال، از آن‌جا که در پژوهش حاضر رابطه مستقیم بین تراکم جمعیت نماتد و میزان خسارت اندازه‌گیری نشده است و نماتدهای دیگری مثل *Hemicycliophora similis* نیز قادر به ایجاد گال روی ریشه هویج هستند (McKewan 1979)، ارزیابی دقیق نقش *M. javanica* در کاهش عملکرد و کیفیت محصول نیازمند مطالعات تکمیلی است.

گونه *Longidorus proximus* نیز از ۴۵ درصد از مزارع بررسی‌شده جداسازی شد. تاکنون چندین گونه از جنس *Longidorus* از مزارع هویج در کشورهای مختلف گزارش شده‌اند (Davis & Raid 2002). برخی مطالعات نشان داده‌اند که گونه‌هایی نظیر *L. israelensis* می‌توانند موجب بدشکلی ریشه و ایجاد زوائد غیرطبیعی در هویج شوند (Peneva et al. 1998). با توجه به این‌که جمعیت ایرانی *L. proximus* در مطالعه گیتی و همکاران (Giti et al. 2019) مترادف با *L. israelensis* در نظر

در کشورهای مختلف، گونه‌های متفاوتی از این جنس به‌عنوان عوامل اصلی خسارت‌زا معرفی شده‌اند؛ به‌طوری‌که *M. hapla* در مناطق معتدل و *M. incognita* و *M. javanica* در مناطق گرم‌تر اهمیت بیشتری دارند (Wesemael et al. 2011). در بسیاری از مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است که علاوه بر آن‌ها، گونه‌های *M. fallax* و *M. chitwoodi* نیز می‌توانند با ایجاد علائمی مانند چندشاخه‌شدن، کوتاهی ریشه اصلی، ریشه‌های جانبی زیاد و گال روی ریشه موجب کاهش شدید کیفیت محصول شوند (Walker 2004; Wesemael & Moens 2008; Heve et al. 2015). شناسایی انحصاری *M. javanica* در مزارع موردبررسی با نتایج مطالعات انجام‌شده در مناطق جنوبی ایران مطابقت دارد. قادری (Ghaderi 2020) نیز گزارش کرده است که ۵۱ جمعیت از ۵۷ جمعیت نماتدهای ریشه‌گرهی جمع‌آوری‌شده از مزارع سبزی و صیفی استان‌های جنوبی کشور متعلق به این گونه بودند. این موضوع می‌تواند بیانگر سازگاری مناسب *M. javanica* با شرایط اقلیمی مناطق مورد مطالعه باشد. همچنین،

نماتد *Helicotylenchus vulgaris* فقط در مزارع نمونه‌برداری شده از استان لرستان مشاهده شد. این گونه در مطالعه هی و پاتی‌بریج (Hay & Pehybridge 2005) نیز در تعداد کمی از مزارع هویج مشاهده شده است. هم‌چنین والکر (Walker 2004) گزارش کرد که گونه‌های جنس *Helicotylenchus* دارای نرخ تکثیر نسبتاً بالا در طول دوره رشد هویج هستند، از این رو می‌توانند به‌عنوان عامل خسارت‌زا در کشت هویج اهمیت داشته باشند. وی گونه‌های *Helicotylenchus dihystra* و *H. pseudorobustus* را در مزارع کشت هویج مشاهده کرده است. در این مطالعه تعدادی لارو سن دوم *Heterodera* در یکی از مزارع لرستان (با ارتفاع ۱۷۴۳ متر از سطح دریا) جمع‌آوری گردید ولی به‌دلیل عدم وجود ماده و یا سیست شناسایی نگردید. طبق گزارش‌های موجود، گونه *H. carotae* یک انگل مهم و شناخته شده هویج است (Hay et al. 2004). هم‌چنین *H. trifolii* و *H. schachtii* نیز در تعداد کمی از مزارع هویج در استرالیا گزارش شده‌اند، اگرچه در بسیاری از موارد ارتباط مستقیم آن‌ها با خسارت به هویج تأیید نشده و احتمال داده شده که این نماتدها از کشت‌های قبلی در مزارع مانده بودند (Hay et al. 2004; Hay & Pethybridge 2005).

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که نماتدهای انگل گیاهی با تنوع گونه‌ای قابل‌توجه در مزارع هویج مناطق موردبررسی حضور دارند و برخی از آن‌ها به‌طور مکرر در مزارع دارای علائم مشاهده شدند. باین‌حال، با توجه به ماهیت پیمایشی این تحقیق و عدم انجام آزمون‌های بیماری‌زایی یا تعیین آستانه خسارت، تفسیر نقش مستقیم هر گونه در ایجاد علائم مزرعه‌ای نیازمند مطالعات تکمیلی است. به‌علاوه، فراوانی بالاتر برخی جنس‌ها مانند *Merlinius* و *Meloidogyne* در مزارع دارای علائم می‌تواند نشان‌دهنده اهمیت بالقوه آن‌ها در کاهش کمی و کیفی عملکرد هویج باشد و نیز مبین این است که شناسایی دقیق‌تر گونه‌ها می‌تواند به بهبود برنامه‌های پایش جمعیت و مدیریت نماتدهای انگل گیاهی در مزارع هویج کمک کند.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه فردوسی مشهد، برای حمایت مالی از این تحقیق با شماره طرح ۴۷۹۵۴ قدردانی می‌کنند.

گرفته شده است، حضور نسبتاً فراوان این گونه در مزارع دارای علائم می‌تواند بیانگر اهمیت بالقوه آن در مزارع هویج باشد. با این حال، همانند سایر نماتدهای شناسایی‌شده در این مطالعه، برای اثبات نقش مستقیم آن در ایجاد خسارت، انجام آزمایش‌های بیماری‌زایی و ارزیابی اثر آن بر رشد و کیفیت محصول ضروری است.

در جنس *Ditylenchus*، گونه *D. dipsaci* به عنوان یکی از نماتدهای مهم خسارت‌زا در هویج در مناطق مختلف جهان گزارش شده است. این گونه در مزارع هویج ایتالیا موجب خسارت قابل توجهی شده است (Greco et al. 2002). هم‌چنین در جنوب و غرب استرالیا نیز از روی این محصول گزارش شده است (McLeod et al. 1994). در مطالعه حاضر از جنس *Ditylenchus* فقط گونه *D. myceliophagus* شناسایی شد. این گونه در گروه نماتدهای قارچ‌خوار جنس *Ditylenchus* قرار گرفته و عمدتاً با تغذیه از قارچ‌ها شناخته می‌شود (Marek et al. 2016; Munawar et al. 2023). بر اساس منابع بررسی‌شده، گزارشی از خسارت مستقیم این گونه به هویج در دسترس نیست.

از جنس *Pratylenchus* گونه *P. thornei* در این مطالعه شناسایی شد. گونه‌های مختلف این جنس در بسیاری از مناطق جهان به‌عنوان عوامل خسارت‌زا روی کمیت و کیفیت محصول هویج شناخته شده است. در استرالیا گونه‌های غالب جنس *Pratylenchus* در ۸۴ درصد مزارع هویج موردبررسی شامل *P. neglectus*، *P. thornei* و *P. penetrans* گزارش شده‌اند (Hay & Pethybridge 2005). پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که گونه‌های این جنس می‌توانند باعث چندشاخه‌شدن ریشه، کاهش رشد، مرگ گیاه و تشکیل ریشه‌های کوتاه و منشعب شوند (Coosemans 1975; Vrain & Belair 1981). هم‌چنین گزارش شده است که *P. crenatus* باعث ایجاد ریشه‌های منشعب و کوتاه، مرگ نوک ریشه در ریشه‌های جانبی و ضعیف‌شدن اندام‌های هوایی و کلروز در هویج می‌شود (Potter 1993 & Olthof). توانایی تکثیر *P. neglectus* روی دیسک هویج نیز نشان‌دهنده ماهیت بالقوه میزبان‌بودن این گیاه برای برخی گونه‌های این جنس است (Verdejo-Lucas & Pinochet 1992). با توجه به این‌که در پژوهش حاضر تنها حضور *P. thornei* مشاهده گردید و داده‌ای از بیماری‌زایی یا ارتباط مستقیم آن با علائم مزرعه‌ای به دست نیامده است، تعیین نقش دقیق این گونه در ایجاد خسارت به هویج نیازمند مطالعات تکمیلی است.

References

- Abawi G.S., Ludwig J.W., & Fusco L. 1997. Symptoms and damage of the northern root-knot nematode on carrots in New York. *Phytopathology* (abstr.) 87, S1.
- Coosemans J. 1975. The influence of *Pratylenchus penetrans* on the growth of *Impatiens balsamina* L., *Daucus carota* L., *Linen usitatissimum* L., and *Chrysanthemum indicum* L. *Mededelingen van de Faculteit der Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent* 40, 465-471.
- Davis R.M. & Raid R.N. 2002. *Compendium of umbelliferous crop diseases*. St. Paul, American Phytopathological Society Press.
- De Grisse A.T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires (original article in French; English title: Redescription or modification of some techniques used in the study of plant-parasitic nematodes). *Mededelingen van de Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen te Gent* 34, 351-369.
- Feng Q., Hou X.-L., Wang G.-L., Xu Z.-S., Fei T.G., Li T., Wang Y.-H., Khadr A., & Xiong A.-S. 2019. Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. *Horticulture Research* 6(1), 69.
- Ghaderi R. 2020. Distribution of the species and races of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in vegetable fields and greenhouses of southern provinces of Iran. Project funded by the Iran National Science Foundation (INSF), Project No. 96008747 (In Persian).
- Giti M., Kashi L. & Pedram M. 2019. Data of an Iranian population of *L. proximus* Sturhan & Argo, 1983, with taxonomic revision of *L. israelensis* Peneva, Orion, Shlevin, Bar-Eyal & Brown, 1998 (Nematoda: Longidoridae) and proposal for a new synonymy. *Journal of Nematology* 51, e2019-54.
- Greco N., Brandonisio A. & Boncoraglio P. 2002. Investigations on *Ditylenchus dipsaci* damaging carrot in Italy. *Nematologia Mediterranea* 30, 139-146.
- Hartman K.M. & Sasser J.N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal pattern morphology. In Barker K.R., Carter C.C. & Sasser J.N. (Ed.), *An advanced treatise on Meloidogyne, Volume II, Methodology* (pp. 69-77). Raleigh, North Carolina State University Graphics.
- Hay F.S., Walker G., Davison E., McKay A., Pattison T., Cobon J., Nobbs J. 2004. Improved control of nematodes in carrot production: Final report for Project VG99020. Sydney, Horticulture Australia Ltd.
- Hay F.S. & Pethybridge S.J. 2005. Nematodes associated with carrot production in Tasmania, Australia, and the effect of *Pratylenchus crenatus* on yield and quality of Kuroda-type carrot. *Plant Disease* 89, 1175-1180.
- Heve W.K., Been T.H., Schomaker C.H. & Teklu M.G. 2015. Damage thresholds and population dynamics of *Meloidogyne chitwoodi* on carrot (*Daucus carota* L., cv. Nerac) at different seed densities. *Nematology* 17, 501-514.
- Huang C.S. & Charchar J.M. 1982. Preplanting inoculum densities of root-knot nematode related to carrot yield in greenhouse. *Plant Disease* 66, 1064-1066.
- Jenkins W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48, 692.
- Mahdikhani Moghaddam E., Kheiri A. & Mohammadi M. 2006. Protein profiles of different populations of two species, *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita*. In *Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress, Volume 2: Plant Diseases and Weeds* (p. 489) Karaj, Iran.
- Marek M., Zouhar M., Douda O., Mazáková J., Nováková E. & Ryšánek P. 2016. Paraphyletic genus *Ditylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae) and the phylogenetic position of the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* species complex inferred from the ITS1-5.8S-ITS2 and 18S rDNA sequences. *Helminthologia* 53(1), 24-36.
- McKewan J.A. 1979. Studies on the biology and life history of *Hemicycliophora similis*. *Journal of Nematology* 11, 307-308.
- McLeod R., Reay F. & Smyth J. 1994. *Plant nematodes of Australia: Listed by plant and genus*. Rydalmere, NSW Agriculture.
- Munawar M., Rahman A.U., Castillo P. & Yevtushenko D.P. 2023. New records of *Ditylenchus* species from southern Alberta, Canada. *Plants* 12(5), 998.
- Nguyen T.D., Nguyen H.T., Nobleza N., Le T.M.L. & Trinh Q.P. 2019. Morphological diversity of *Meloidogyne* spp. from carrot (*Daucus carota* subsp. *Sativus*) in Vietnam. *Uttar Pradesh Journal of Zoology* 39(2), 43-53.
- Noling J.W. 2012. *Nematode management in carrots (ENY-021)*. Florida, Florida Cooperative Extension Service.
- Orion D., Shlevin E. & Yaniv A. 1988. Controlling the migratory nematode *Pratylenchus mediterraneus* improves carrot yield and quality. *Hassadh* 69, 72-74.
- Pedram M., Pourjam E., Ye W., Atighi M.R., Robbins R.T. & Ryss A. 2011. Description of *Bursaphelenchus mazandaranense* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from Iran. *Russian Journal of Nematology* 19 (2), 121 - 129.
- Peneva V., Orion D., Shlevin E., Meira Bar-eyal M. & Brown D.J.F. 1998. *Longidorus israelensis* sp. n. (Nematoda: Dorylaimoidea), a parasite of carrot in Israel. *Fundamental and Applied Nematology* 21(6), 715-721.
- Potter J.W. & Olthof Th.H.A. 1993. Nematode pests of vegetable crops. In Evans K., Trudgill D.L. & Webster J.M. (Ed.), *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture* (pp. 171-207). Wallingford, CAB International.

- Roberts P.A. 1987. The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots. *Nematologica* 33, 335-342.
- Verdejo-Lucas S. & Pinochet J. 1992. Population densities of five endoparasitic nematodes in carrot disk cultures. *Journal of Nematology* 24, 96-98.
- Vrain T.C. & BELAIR G. 1981. Symptoms induced by the lesion nematode, *Pratylenchus penetrans* on carrot taproots in organic soil. *Phytoprotection* 62, 79-81.
- Walker G.E. 2004. Associations between carrot defects and nematodes in South Australia. *Australasian Plant Pathology* 33, 579-584.
- Wesemael W. & Moens M. 2008. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. *Nematology* 10, 261-270.
- Wesemael W., Viaene N. & Moens M. (2011). Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe. *Nematology* 13(1), 3-16.
- Whitehead A.G. & Hemming J.R. 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. *Annals of Applied Biology* 55 (1), 25-38.
- Yarger L.W. & Baker L.R. 1981. Tolerance of carrot to *Meloidogyne hapla*. *Plant Disease* 65, 337-339.
- Zijlstra C., Donkers-Venne D.T.H.M. & Fargette M. 2000. Identification of *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *M. arenaria* using sequence characterised amplified region (SCAR) based PCR assays. *Nematology* 2 (8), 847-853.