

مطالعه ریخت‌شناختی و مولکولی چهار گونه از جنس *Longidorus* (Dorylaimida: Longidoridae) از استان آذربایجان شرقی، ایران

آرزو نقوی^۱، غلامرضا نیک‌نام^۲، نصیر وظیفه^۲ و حبیبه جباری^۳✉

۱. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

۲. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز

۳. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه

✉ پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: jabbari@maragheh.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۵ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷

چکیده

به منظور شناسایی نماتدهای آزادزی و انگل گیاهی در استان آذربایجان شرقی، طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بیش از ۶۰۰ نمونه خاک از فراریشه پوشش‌های گیاهی نواحی مختلف استان جمع‌آوری گردید. نماتدها با استفاده از روش‌های رایج، استخراج، تثبیت و به گلیسرین انتقال یافتند. پس از تهیه اسلایدهای میکروسکوپی دائمی، شناسایی نمونه‌ها بر اساس مشخصات ریخت‌شناختی، مولکولی و داده‌های ریخت‌سنجی انجام شد. در این بررسی چهار گونه *Longidorus apulus*، *L. persicus*، *L. proximus* و *L. iranicus* شناسایی گردید. علاوه بر آن، قطعه D2-D3 ژن 28S rRNA گونه‌های شناسایی شده تکثیر و تعیین توالی شدند. نتایج حاصل از واکاوی‌های تبارزایی توالی‌های به دست آمده هویت گونه‌ها و موقعیت تبارزایی آن‌ها را نسبت به گونه‌های دیگر آشکار ساخت. در این مطالعه تعداد ۱۳ توالی به‌دست آمد که در بانک ژن (NCBI) به ثبت رسید.

واژه‌های کلیدی: آرایه‌بندی، ریخت‌شناسی، ریخت‌سنجی، فون، نماتد

Morphological and molecular study on four species of the genus *Longidorus* (Dorylaimida: Longidoridae) from East Azarbaijan province, Iran

Arezoo Naghavi¹, Gholamreza Niknam², Nasir Vazifeh² and Habibeh Jabbari³✉

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

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

3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran

✉Corresponding author E-mail: jabbari@maragheh.ac.ir

Received: 2025/06/05 Revised: 2025/06/26 Accepted: 2025/06/28

Abstract

In order to identify free-living and plant-parasitic nematodes in East Azarbaijan province, more than 600 soil samples were collected from vegetation's rhizosphere at different areas during 2016 and 2017. The nematodes were extracted using classic techniques, fixed and transferred to anhydrous glycerin. Microscopic slides were prepared and the nematodes identified based on morphological, molecular and morphometric characters. In this study, four species, *Longidorus apulus*, *L. iranicus*, *L. persicus* and *L. proximus* were identified. In addition, the D2-D3 region of 28S rRNA gene of the identified species were amplified and sequenced. The results of the phylogenetic analyses confirmed the species identity and the relationships of the sequenced species were discussed. In total, 13 sequences were obtained during present study and deposited in the GenBank (NCBI) database.

Keywords: Fauna, morphology, morphometry, nematode, taxonomy

How to cite: Naghavi, A., Niknam, G., Vasifeh, N. & Jabbari, H. 2025. Morphological and molecular study on four species of the genus *Longidorus* (Dorylaimida: Longidoridae) from East Azarbaijan province, Iran. Iranian J. of Nematology 1(1), 71-87.

مقدمه

جداسازی شده تهیه گردید. برای اندازه‌گیری نمونه‌ها، از لوله ترسیم متصل به میکروسکوپ نوری Olympus BX41 استفاده شد. عکس‌برداری از نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال DP50 متصل به میکروسکوپ نوری فوق صورت گرفت.

استخراج DNA و واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز PCR

استخراج DNA از نماتدها مطابق روش آرشیدون-یاست و همکاران (Archidona-Yuste *et al.* 2016) انجام شد. به این منظور یک تا سه نماتد زنده روی یک لام تمیز حاوی یک قطره آب مقطر یا بافر لیزکننده نماتد (Worm lysis buffer) قرار داده شد و توسط اسکالپل سترون قطعه‌قطعه و به لوله اپندورف حاوی ۳۰ میکرولیتر بافر لیز کننده نماتد که شامل ۲۵/۶۵ میکرولیتر آب دوبار تقطیر سترون (ddH₂O)، ۲/۵ میکرولیتر بافر 10X PCR و ۱/۵ میکرولیتر پروتئیناز K بود، انتقال یافت. برای تسهیل استخراج DNA شوک حرارتی انجام شد. برای این کار، لوله‌ها حداقل به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۸۰- درجه سلسیوس و پس از آن به ترتیب در ۶۵ درجه سلسیوس (به مدت یک ساعت) و ۹۵ درجه سلسیوس (به مدت ۱۵ دقیقه) و سرانجام ۸۵ درجه سلسیوس (به مدت ۱۵ دقیقه) نگهداری شدند. تکثیر قطعه DNA با استفاده از آغازگرهای ناحیه D2-D3 ژن 28S rRNA (Nunn 1992) مطابق دستورالعمل آرشیدون-یاست و همکاران (Archidona-Yuste *et al.* 2016) صورت گرفت. محصول PCR به‌دست آمده پس از خالص‌سازی، توسط دستگاه Applied Biosystems® 3730/3730xl DNA Analyzer در کشور کره جنوبی توالی‌یابی و توالی‌های به‌دست آمده تحت ریس‌شمارهای MK894277، MK894278، MK894280، MK894281، MK894282، MK894279 (L. *apulus*)، MK894272، MK894273 (L. *iranicus*)، MK894283 (L. *persicus*) و MK894274 (L. *proximus*) در بانک جهانی ژن ثبت گردیدند.

واکاوی تبارزایی

توالی‌های هومولوگ D2-D3 از 28S rRNA با استفاده از موتور جست‌وجوگر NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy) گردآوری شدند. این توالی‌ها شامل تعدادی آرایه درون‌گروه و یک آرایه برون‌گروه (outgroup) بود. هم‌ردیف‌سازی توالی‌ها با استفاده از نرم‌افزار Muscle تعبیه شده در نرم‌افزار MEGA6 (Tamura *et al.* 2013) انجام گرفت. بهترین مدل تکاملی DNA با استفاده از

بررسی آرایه‌های متعلق به خانواده Longidoridae Thorne 1935 در ایران، اولین بار توسط مجتهدی و همکاران (Mojta *et al.* 1980) و با مطالعه جنس *Xiphinema* Cobb, 1913 از استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، مرکزی، تهران، اصفهان، خراسان، لرستان و سیستان و بلوچستان انجام شد. تا امروز ۲۳ گونه از جنس *Longidorus* Micoletzky, 1922 ایران گزارش شده است که تعداد هفت گونه آن جدید بودند (Bakhshi Amrei *et al.* 2019). تاکنون، تعداد ۱۲ گونه شامل *L. euonymus* L. *apulus* Lamberti & Bleve-Zacheo, 1977، *L. crassus* Thorne, 1974، *L. mali* & Hooper, 1973، *L. kheirii* Pedram, *iranicus* Sturhan & Barooti, 1983، *L. Niknam*, Robbins, Ye & Karegar, 2008، *L. paravineacula* Ye & *leptocephalus* Hooper, 1961، *L. profundorum* Hooper, 1966، Robbins, 2003، *L. sturhani* Rubtsova, *proximus* Sturhan & Argo, 1983، *L. tabrizicus* Niknam, Subbotin, Brown & Moens, 2001، Pedram, Ghahremani Nejad, Ye, Robbins & Maafi, 2010 و *L. vineacola* Sturhan & Weischer, 1964 از استان آذربایجان شرقی گزارش گردیده است (Pedram 2018).

در بررسی فون نماتدهای شهرستان‌های آذرشهر، سردرود، اسکو، ایلخچی، ممقان، خسروشاه، گوگان و رودق‌ات صوفیان که از لحاظ کشت انواع درختان میوه از قبیل سیب، زردآلو و آلبالو، هم‌چنین گیاهان زراعی از جمله گندم، جو و کلزا حائز اهمیت هستند، جمعیت‌هایی از جنس *Longidorus* از برخی نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده به‌دست آمد. در این مقاله مشخصات ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی و مولکولی چهار گونه از این جنس شرح داده شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری، جداسازی و عکس‌برداری

طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، بیش از ۶۰۰ نمونه خاک از عمق ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متری فراریشه گیاهان مختلف زراعی و غیرزراعی به‌طور تصادفی جمع‌آوری و پس از ثبت مشخصات لازم به آزمایشگاه منتقل شدند. جداسازی نماتدها از خاک با روش تغییر یافته براون و باگ (Brown & Boag 1988)، انجام شد. سپس توسط روش دگریس (De Grisse 1969) تثبیت و به گلیسیرین انتقال یافته و اسلایدهای دائمی از نماتدهای

proximalis به طول ۱۱/۲ تا ۱۳ میکرومتر، *distalis vaginae* به ابعاد ۱۱/۲ تا ۱۴/۵ × ۶/۸ تا ۷/۵ میکرومتر با دیواره‌های ماهیچه‌ای و نسبتاً موازی. دارای دو لوله جنسی مقابل هم، لوله جلویی به طول ۴۰۰ تا ۵۹۰ میکرومتر یا شش تا ۸/۹ درصد طول بدن، لوله عقبی به طول ۳۳۲ تا ۴۶۹ میکرومتر یا ۶/۹ تا هشت درصد طول بدن، تخمدان‌ها در انتها دارای برگشتگی، طول برگشتگی انتهای تخمدان تقریباً تا نصف طول مجرای عبور تخمک، طول تخمدان جلویی ۱۲۸ تا ۲۰۹/۵ و عقبی ۱۱۷ تا ۱۳۸ میکرومتر، محل اتصال مجرای عبور تخمک و رحم دارای اسفنجی. پیش‌راست‌رونده بلند، به طول ۴۵۰ تا ۵۳۱ میکرومتر. راست‌رونده به طول ۳۳ تا ۳۹ میکرومتر یا ۰/۸ تا ۰/۹ برابر عرض بدن در محل مخرج. دم کوتاه، کمی مخروطی با انتهای گرد تا نیم‌کروی و دارای سه جفت منفذ جانبی.

نر

بسیار کمیاب، فقط یک فرد در این بررسی به‌دست آمد. از لحاظ ریخت‌شناختی عمومی شبیه افراد ماده، فقط در قسمت انتهای بدن دارای خمیدگی بیشتر. دارای ۱۲ پاپیل در سطح شکمی، فاصله جفت پاپیل کنار کلوآکی از سایر پاپیل‌ها هشت میکرومتر. عرض آلت نرینه ۲۶/۵ میکرومتر. دم شبیه دم ماده ولی در سطح شکمی دارای اندکی فرورفتگی.

لاروها

از نظر مشخصات ریخت‌شناختی کلی، مشابه افراد ماده، اما فاقد سیستم تولید مثلی و دارای ادونتوآستایل جای‌گزین در همه سنین لاروی. در لارو سن یک نوک ادونتوآستایل جای‌گزین در نزدیکی قاعده ادونتوآستایل فعال ولی در سنین بعدی در نزدیکی قاعده ادونتوفور و به طول ادونتوآستایل فعال مرحله لاروی بعدی. بررسی‌های ریخت‌سنجی نمونه‌ها تاییدکننده وجود چهار سن لاروی است. دم در سن یک دارای طول بیشتر با انتهای باریک و کشیده یا نوک‌تیز اما در بقیه مراحل لاروی با انتهای مخروطی تا نیم‌کروی.

نرم‌افزار MrModeltest 2.3 (Nylander 2004) و معیار Akaike information criterion (AIC) به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل تبارزایی داده‌ها بر پایه بیس [Bayesian inference (BI)] با استفاده از نرم‌افزار MrBayes 3.1.2 (Ronquist & Huelsenbeck 2003) انجام گرفته و پس از حذف ۲۵ درصد از تبارنماهای جمع‌آوری‌شده در مرحله بورن-این (burn-in)، تبارنمای اجمالی به‌دست آمد و توزیع احتمال پسین‌ها (posterior probabilities) برای کلادها انجام شد. سپس تبارنمای برآیند با استفاده از نرم‌افزار FigTree v1.4.3 مشاهده شد.

نتایج

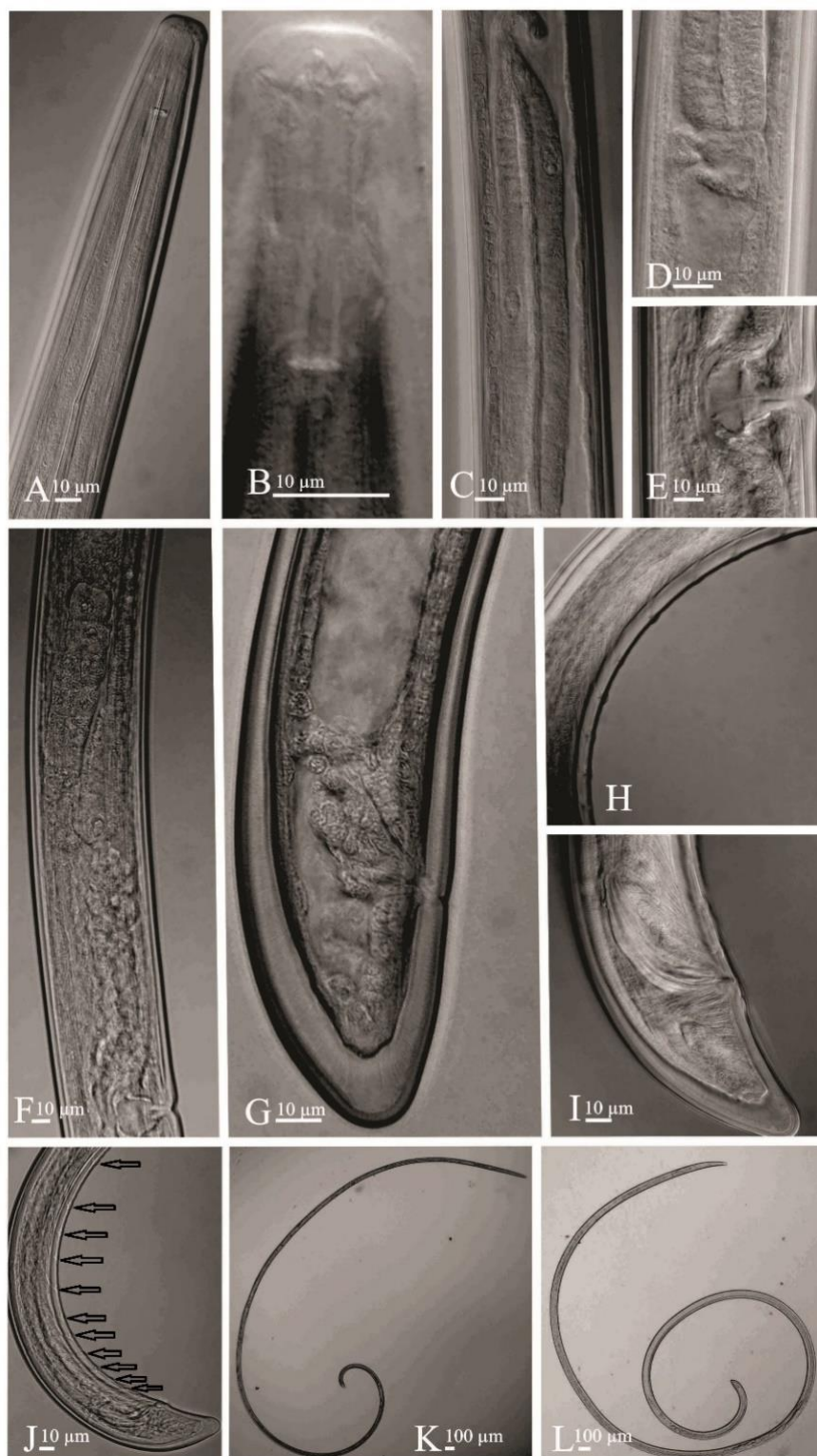
گونه *Longidorus apulus Lamberti & Blevé-Zacheo, 1977*

جدول (۱)، شکل‌های (۱، ۲ و ۷)

مشخصات

ماده

نماتدهایی بلند. عرض ناحیه لبی ۱۴/۳ تا ۱۶/۸ و بلندی آن شش تا ۷/۵ میکرومتر، در سمت جلو تخت، در گوشه‌ها تا حدی گرد و در محل اتصال به بدن دارای فرورفتگی کم. آمفید کیسه‌ای‌شکل با منفذ خروجی نامشخص، در قسمت قاعده‌ای دارای دو گوشوارک نسبتاً نامتقارن و بخش کیسه‌ای‌شکل آن ۵۰ تا ۵۴ درصد فاصله سر تا حلقه هادی استایلت. حلقه هادی در فاصله ۳۲ تا ۳۴ میکرومتر از ابتدای بدن، واقع در قسمت جلویی ادونتوآستایل. ادونتوفور میله‌ای و ۵۰ تا ۶۲ درصد طول ادونتوآستایل. مری دو قسمتی، عرض بخش پهن مری ۲۰ تا ۲۲ و طول آن ۱۵۶ تا ۱۹۷ میکرومتر یا ۲۳ تا ۲۶ درصد طول کل مری. موقعیت هسته‌های مری: هسته پشتی (DN) در فاصله ۷۰ تا ۷۸ درصدی و دو هسته زیرشکمی (SN) در فاصله ۸۰ تا ۸۷ درصدی ابتدای بدن. کاردیا مخروطی تا گرد و به ابعاد ۱۱/۸ تا ۱۳/۷ × ۱۱/۲ تا ۱۲/۵ میکرومتر. شکاف تناسلی عرضی، تورفتگی واژن ۵۵ تا ۵۸ درصد عرض بدن، *pars*



شکل ۱. *Longidorus apulus*: A: بخش جلویی بدن، B: آمفید، C: بخش پهن مری، D: کاردیا، E: شکاف تناسلی و واژن، F: لوله جنسی جلویی ماده، G: بخش انتهایی بدن ماده، H: پاپیل‌های جفت‌گیری نر، I و J: بخش انتهایی بدن نر (فلش‌ها نشان‌دهنده پاپیل‌های سطح شکمی)، K: نمای کلی بدن نر، L: نمای کلی بدن ماده. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 1. *Longidorus apulus*: A: Anterior body region, B: Amphid, C: Expanded part of pharynx, D: Cardia, E: Vulva and vagina, F: Female anterior genital branch, G: Female posterior end, H: Male ventromedian supplements, I and J: Male posterior end (Arrows indicate ventromedian supplements), K: Male entire body, L: Female entire body. Scales on the pictures.



شکل ۲. مراحل لاروی گونه *Longidorus apulus*: A-D: به ترتیب، بخش جلویی بدن سن یک تا چهار، E-H: به ترتیب، بخش انتهایی بدن سن یک تا چهار. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 2. Juvenile stages of the species *Longidorus apulus*: A-D: Anterior body region of first to fourth larval stages, respectively, E-H: Posterior end of first to fourth larval stages, respectively. Scales on the pictures.

جدول ۱. داده‌های ریخت‌سنجی *Longidorus apulus*. اندازه‌ها برحسب میکرومتر (L برحسب میلی‌متر).

Table 1. Morphometrics of *Longidorus apulus*. Measurements are in μm (L in mm).

Characters / life stage	J1	J2	J3	J4	Female	Male
n	3	3	3	3	5	1
L	1.60 $\pm$ 0.01 (1.60-1.62)	2.70 $\pm$ 0.01 (2.60-2.80)	3.90 $\pm$ 0.01 (3.80-4.00)	5.10 $\pm$ 0.02 (5.08-5.30)	7.70 $\pm$ 0.08 (7.20-9.30)	7.50
a	77.6 $\pm$ 0.1 (75.5-78.3)	110.0 $\pm$ 4.2 (105.0-115.0)	115 $\pm$ 1.8 (112-119)	120.0 $\pm$ 1.8 (118.0-122.0)	135 $\pm$ 8.2 (119-151)	163.7
b	6.8 $\pm$ 0.3 (5.0-7.4)	7.0 $\pm$ 0.08 (6.7-7.4)	10.0 $\pm$ 0.1 (9.7-10.2)	11.5 $\pm$ 0.2 (11.0-12.0)	16.2 $\pm$ 0.9 (14.0-19.0)	13.7
c	37.0 $\pm$ 1.2 (34.6-39.5)	62.0 $\pm$ 3.8 (58.0-66.5)	90.0 $\pm$ 2.8 (88.0-96.7)	132.0 $\pm$ 0.8 (131.0-135.0)	202 $\pm$ 9.8 (174-225)	137.6
c'	2.9 $\pm$ 0.8 (2.7-3.4)	2.2	1.5 $\pm$ 0.1 (1.4-1.6)	1.2 $\pm$ 0.1 (1.2-1.3)	0.9 $\pm$ 0.01 (0.8-1.0)	1.2
V	-	-	-	-	50.8 $\pm$ 0.7 (48.0-52.0)	-
Lip region diam.	9.2 $\pm$ 0.1 (9.0-9.3)	10.4 $\pm$ 0.1 (10.0-10.6)	12.5	13.5 $\pm$ 0.2 (13.0-13.7)	16.0 $\pm$ 0.5 (14.3-16.8)	16.5
Odontostyle length	60.5 $\pm$ 4.3 (56.0-65.5)	75.0 $\pm$ 1.8 (74.0-78.0)	87.0 $\pm$ 1.4 (84.5-89.0)	97.5 $\pm$ 0.2 (97.0-98.0)	109 $\pm$ 1.4 (106-113)	115.6
Odontophore length	38.0 $\pm$ 0.6 (35.0-40.5)	51.0 $\pm$ 0.1 (50.0-52.0)	55.0 $\pm$ 0.8 (54-56)	66.0 $\pm$ 1.2 (64.0-67.0)	65.0 $\pm$ 2.0 (62.5-67.5)	70
Replacement odontostyle	70.0 $\pm$ 0.9 (69-71)	85 $\pm$ 0.02 (84.4-85.6)	97	111 $\pm$ 1.5 (109-112.5)	-	-
Oral aperture to guide ring	21.0 $\pm$ 0.1 (20-23)	22.2 $\pm$ 0.1 (22.0-24.0)	25.2 $\pm$ 0.01 (25.0-25.5)	29.0 $\pm$ 0.3 (28.0-29.5)	33.3 $\pm$ 0.1 (32.5-34.0)	33.7
Pharynx length	300 $\pm$ 20 (218.5-322)	379 $\pm$ 4.2 (362-387)	420 $\pm$ 11 (394-450)	450 $\pm$ 5.2 (443-456)	510 $\pm$ 40 (469-581)	550
Body diam. at pharynx. base	19.8 $\pm$ 0.2 (19.5-21.0)	25	31.0 $\pm$ 0.8 (29.5-32.0)	34.6 $\pm$ 0.3 (34.0-35.0)	45.5 $\pm$ 0.7 (44.5-49.0)	42.6
mid-body	21.0 $\pm$ 0.1 (19.5-22.0)	25	34.5 $\pm$ 0.2 (34.0-35.0)	43.0 $\pm$ 0.5 (42.5-44.0)	61.0 $\pm$ 1.7 (53.0-64.0)	46.3
anus	15.5 $\pm$ 0.5 (14.5-17.0)	20	27.3 $\pm$ 0.2 (27.0-28.0)	30.5 $\pm$ 0.2 (30.0-31.0)	41.7 $\pm$ 0.4 (40.0-43.0)	43.1
Tail length	43.0 $\pm$ 1.5 (40.5-47.0)	40.2 $\pm$ 0.01 (40.0-40.5)	42.0 $\pm$ 2.2 (35.5-44.5)	38.0 $\pm$ 1.1 (34.5-39.5)	40.5 $\pm$ 0.6 (34.5-44.0)	43
Spicule length	-	-	-	-	-	59.5

بحث

ریخت‌سنجی گزارش نمودند. در این بررسی نیز از فراریشه درخت سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) در روستای تازه‌کند (مختصات جغرافیایی: N 45°56'26.2'' E 37°58'51.6'', altitude 1310 m a.s.l. جمع‌آوری و مورد شناسایی قرار گرفت.

مطالعه مولکولی

مطالعه مولکولی با استفاده از توالی ناحیه D2-D3 ژن 28S rRNA انجام گرفت و شش توالی نوکلئوتیدی برای این گونه به‌دست آمد. مقایسه و هم‌ردیف‌سازی آن‌ها با توالی‌های موجود در بانک ژن ۱۱ نوکلئوتید متفاوت و هفت مورد گپ نشان داد. در درخت بازسازی شده (شکل ۷) توالی‌های به‌دست آمده در این مطالعه و توالی موجود در بانک ژن با احتمال پسین ۰/۵۶ در یک خوشه قرار گرفتند که نشان

جمعیت مورد مطالعه با استفاده از کلید و منابع ارائه شده توسط لامبرتی و بلیو-زاکئو (Lamberti & Blevé-Zacheo 1977) و چن و همکاران (Chen et al. 1997) مورد شناسایی قرار گرفت و *L. apulus* تشخیص داده شد. نمونه‌های مورد بررسی در مقایسه با ویژگی‌های ذکر شده در توصیف اصلی، به-جز طول بدن کمی بلندتر (۷/۲ تا ۹/۳ برابر ۵/۳ تا ۸/۳ میلی‌متر) کاملاً هم‌خوانی نشان داد.

این گونه اولین بار توسط لامبرتی و بلیو-زاکئو (Lamberti & Blevé-Zacheo 1977) از فراریشه کنگر وحشی در ایتالیا جداسازی و معرفی شد. در ایران نخستین بار سلوکی و همکاران (Solouki et al. 2012) آن را از فراریشه درختان زردآلو و سنجد باغات روستای بناب شهرستان مرند و حومه در قالب گزارش کوتاه بدون ارائه مشخصات ریخت‌شناسی و

مقایسه این دو توالی با توالی‌های موجود در بانک ژن با گونه *L. iranicus* خویشاوندی نشان داد. این دو توالی درحالی‌که کاملاً همسان هستند، با توالی *L. iranicus* موجود در بانک ژن، شش نوکلئوتید تفاوت دارند. به‌صورت غیرقابل انتظار، توالی‌های اخیراً به‌دست آمده و توالی‌های حاصل از مطالعات قبلی، در تبارنما در موقعیت‌های دور از هم قرار گرفتند و گونه *L. pseudoelongatus* در بین آن‌ها جای گرفت. با توجه به نحوه قرارگیری توالی‌های جمعیت مورد مطالعه و توالی‌های موجود در بانک ژن، بررسی بیشتر و اجمالی با سایر نشان‌گرها برای تأیید صحت و ماهیت آن ضروری است.

گونه *Longidorus persicus* Esmaeili, Heydari, Archidona-Yuste, Castillo & Palomar-Rius, 2016

جدول (۲)، شکل (۴ و ۷)

جمعیت مورد بحث با استفاده از کلید و منابع ارائه شده توسط مالی و هوپر (Mali & Hooper 1973)، چن و همکاران (Chen et al. 1997) و اسمعیلی و همکاران (Esmaeili et al. 2016) مورد بررسی قرار گرفت. پس از تطبیق مشخصات و داده‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی جمعیت حاضر با گونه‌های گزارش‌شده، به عنوان *L. persicus* تشخیص داده شد. این جمعیت در مقایسه با ویژگی‌های ذکر شده در توصیف اصلی مطابقت دارد و تنها در داشتن شاخص *a* بیشتر (۱۷۰/۵ تا ۱۷۳ در برابر ۱۲۴/۵ تا ۱۶۰/۵) و شاخص *b* بیشتر (۲۱/۶ تا ۲۳ در برابر ۱۶/۴ تا ۱۹/۸) با آن، تفاوت نشان داد. در توصیف اصلی *L. persicus* (Esmaeili et al. 2016)، یکی از نشان‌های متمایز کننده از *L. euonymus* Mali & Hooper, 1973 متفاوت بودن وضعیت قرارگیری هسته‌های مری (هسته پستی در قسمت میانی مری و هسته‌های کنارشکمی در یک چهارم انتهایی در مقابل هسته پستی در قسمت ابتدایی و دو هسته کنارشکمی در وسط مری) ذکر شده است، در حالی‌که با دسترسی به نمونه تیپ *L. persicus* ملاحظه شد که وضعیت هسته‌ها مشابه *L. euonymus* است. بنابراین وضعیت دقیق هسته‌های مری در توصیف اصلی گونه *L. persicus* نیازمند بازنگری مجدد می‌باشد.

این گونه اولین بار توسط اسمعیلی و همکاران (Esmaeili et al. 2016)، از فراریشه رز وحشی و از منطقه گیلان غرب گزارش شد. در این بررسی نیز از فراریشه پسته (*Pistacia vera* L. منطقه شلو (مختصات جغرافیایی: N 45°56'44.0" E 37°55'41.9", altitude 1287 m a.s.l. جمع‌آوری و شناسایی گردید.

دهنده یکسانی توالی‌های ما و توالی‌های از قبل موجود در بانک ژن می‌باشد. در تبارنمای رسم‌شده *L. apulus* به عنوان گونه خواهری و در جایگاه نزدیک‌تری نسبت به گونه‌های *L. arthensis* و *L. sturhani* قرار گرفته و به ترتیب با گونه‌های مذکور دارای ۵۷ و ۵۵ اختلاف نوکلئوتیدی است.

گونه *Longidorus iranicus* Sturhan & Barooti, 1983

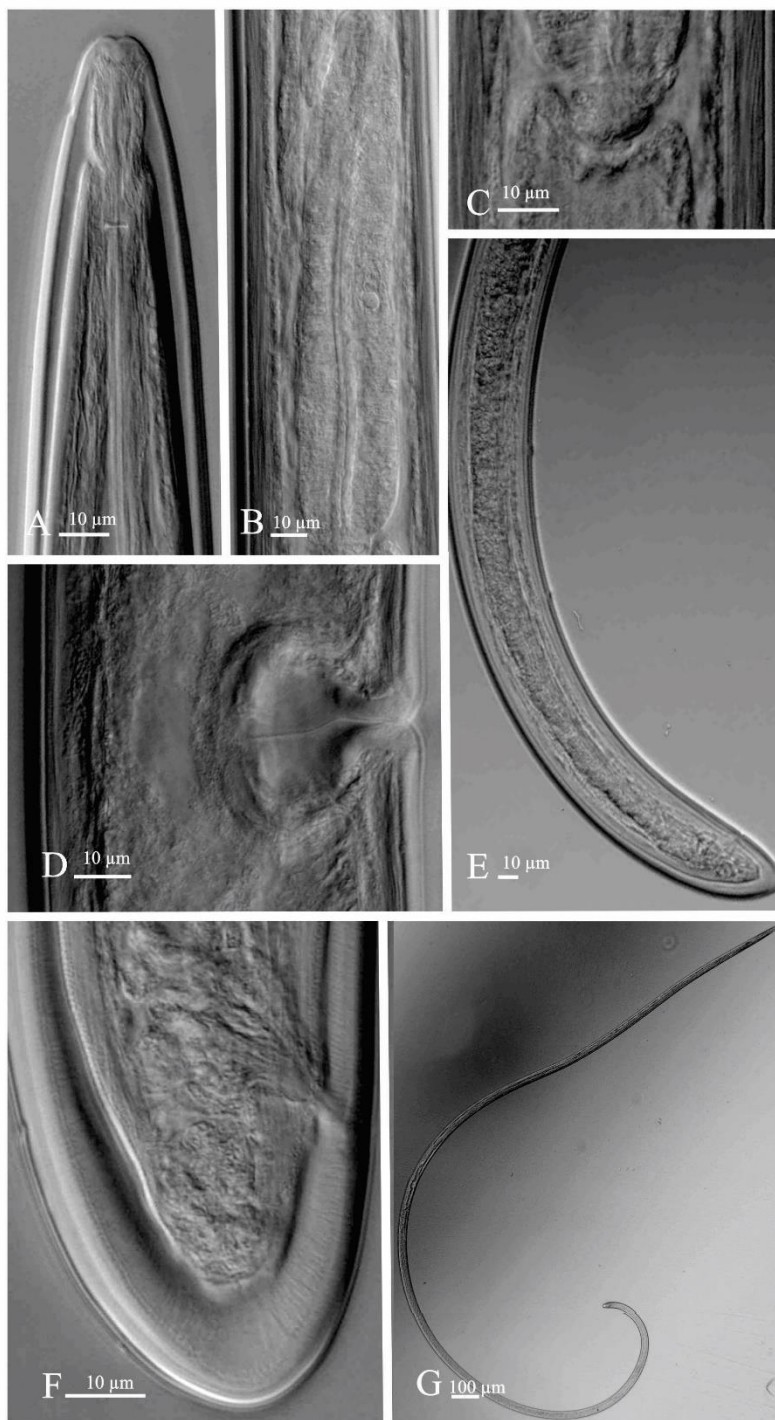
جدول (۲)، شکل (۳ و ۷)

جمعیت مورد مطالعه با استناد به کلید و منابع ارائه شده توسط اشتورهان و باروتی (Sturhan & Barooti 1983)، چن و همکاران (Chen et al. 1997) و تنها معافی و همکاران (Tanha Maaifi et al. 2015) مورد بررسی قرار گرفت. پس از تطبیق مشخصات و داده‌های ریخت‌سنجی به عنوان *L. iranicus* تشخیص داده شد. جمعیت مورد بررسی در مقایسه با ویژگی‌های ذکر شده در توصیف اصلی کاملاً مطابقت دارد و تنها در داشتن ادونتوفور بلندتر (۵۳ تا ۵۴ در برابر ۳۴ تا ۴۹ میکرومتر) متفاوت است. ویژگی‌های این جمعیت در مقایسه با جمعیت مورد مطالعه توسط فدائی تهرانی و خیری (Fadaei Tehrani & Kheiri 2004) به‌جز تفاوت کمی در شاخص *a* (۹۳/۴ تا ۹۶/۴ در برابر ۱۰۰ تا ۱۱۲)، کمتر بودن شاخص *c* (۰/۷۱ تا ۰/۷۶ در برابر ۰/۸۱ تا ۱/۲۰) و ادونتوفور کوتاه‌تر (۵۳ تا ۵۴ در برابر ۵۸ تا ۷۲ میکرومتر) در سایر ویژگی‌ها شباهت دارد. این گونه بر اساس موقعیت قرارگرفتن هسته‌های مری یعنی هسته پستی واقع در وسط بخش پهن مری و بزرگ‌تر از هسته‌های کنارشکمی و هسته‌های کنارشکمی واقع در یک‌چهارم انتهایی بخش پهن مری به گروه *L. closelongatus* متعلق است.

این گونه اولین بار توسط اشتورهان و باروتی (Sturhan & Barooti 1983) از فراریشه انگور در اطراف شهریار شناسایی شد. گونه مذکور از نقاط دیگر ایران از جمله کرمانشاه، خوزستان، لرستان و کرمان نیز گزارش شده است (Pedram 2018). در این بررسی از خاک فراریشه درخت هلو (*Prunus persica* L. منطقه کردلر (مختصات جغرافیایی: N 46°00'34.7" E 37°58'16.5", altitude 1300 m a.s.l. جداسازی و شناسایی گردید.

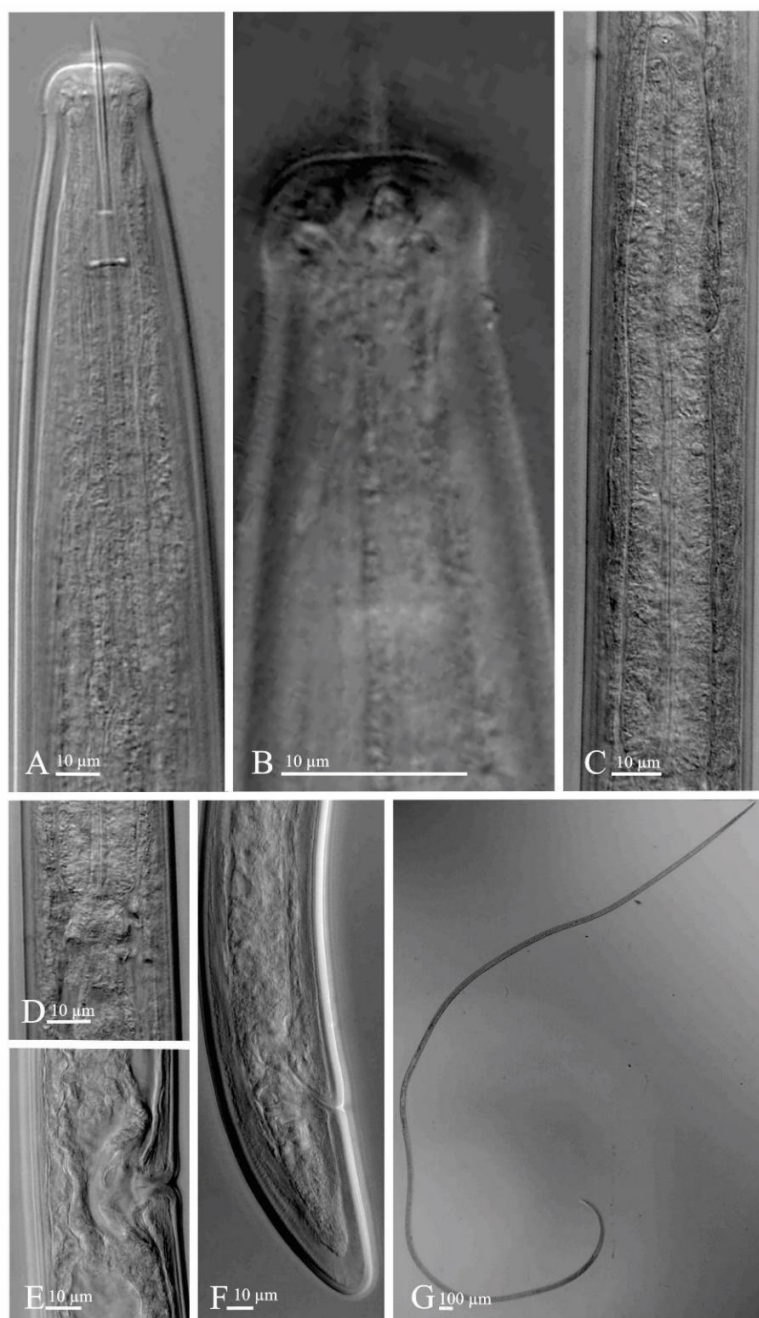
مطالعه مولکولی

موقعیت تبارزایی جمعیت مورد مطالعه در شکل ۷ ارائه شده است. نمونه‌های مورد مطالعه، همراه با سایر اعضا گروه *L. closelongatus* یک کلاذ با احتمال پسین ۰/۹۹ تشکیل دادند.



شکل ۳. *Longidorus iranicus*: A: بخش جلویی بدن، B: بخش پهن مری، C: کاردیا، D: شکاف تناسلی و واژن، E و F: بخش انتهایی بدن، G: نمای کلی بدن. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 3. *Longidorus iranicus*: A: Anterior body region, B: Expanded part of pharynx, C: Cardia, D: Vulva and vagina, E and F: Posterior end, G: Entire body. Scales on the pictures.



شکل ۴. *Longidorus persicus*: A: بخش جلویی بدن، B: آمفید، C: بخش پهن مری، D: کاردیا، E: شکاف تناسلی و واژن، F: بخش انتهایی بدن، G: نمای کلی بدن. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 4. *Longidorus persicus*: A: Anterior body region, B: Amphid, C: Expanded part of pharynx, D: Cardia, E: Vulva and vagina, F: Posterior end, G: Entire body. Scales on the pictures.

مطالعه مولکولی

در مطالعه مولکولی یک توالی نوکلئوتیدی برای این جمعیت به‌دست آمد. از مقایسه و زیرهم‌چینی این توالی با توالی‌های بانک ژن و جایگاه آن در تبارنمای رسم‌شده ماهیت این جمعیت به عنوان *L. persicus* تأیید می‌گردد (شکل ۷).

توالی مطالعه حاضر دو تفاوت نوکلئوتیدی با نمونه تیپ نشان داد. در تبارنمای فعلی، گونه‌های *L. euonymus* و *L. perangustus* Roshan-Baksh, Pourjam & Pedram, 2015 جمعیت مورد مطالعه در یک کلاذ قرار گرفته‌اند.

جدول ۲. داده‌های ریخت‌سنجی نماتدهای ماده *Longidorus persicus* و *Longidorus iranicus*. اندازه‌ها برحسب میکرومتر (L برحسب میلی-متر).

Table 2. Morphometrics of the females of *Longidorus iranicus* and *Longidorus persicus*. Measurements are in μm (L in mm).

characters / species	<i>L. iranicus</i>	<i>L. persicus</i>
n	3	3
L	6.34 $\pm$ 0.01 (6.30-6.40)	7.20 $\pm$ 0.01 (7.20-7.30)
a	95.0 $\pm$ 0.9 (93.4-96.4)	171.0 $\pm$ 0.08 (170.5-173.0)
b	15.2 $\pm$ 0.1 (15.0-15.5)	22.3 $\pm$ 0.4 (21.6-23.0)
c	186.0 $\pm$ 0.2 (186.5-187.0)	164.0 $\pm$ 3.3 (157.5-170.0)
c'	0.73 $\pm$ 0.01 (0.71-0.76)	1.6 $\pm$ 0.08 (1.5-1.7)
V	47.5 $\pm$ 0.4 (47.0-48.0)	50.5 $\pm$ 0.08 (50.0-51.0)
Lip region diam.	13.8 $\pm$ 0.2 (13.5-14.0)	12
Odontostyle length	108.0 $\pm$ 1.8 (106.0-110.5)	80.8 $\pm$ 0.4 (80.5-81.5)
Odontophore length	53.5 $\pm$ 0.3 (53.0-54.0)	55.7 $\pm$ 0.4 (54.0-57.5)
Oral aperture to guide ring	35.3 $\pm$ 0.1 (35.0-36.5)	25
Pharynx length	411.0 $\pm$ 1.3 (410.0-413.0)	362.0 $\pm$ 2.8 (356.0-369.0)
Body diam. at pharynx base	54.5 $\pm$ 0.1 (53.0-56.0)	34.5 $\pm$ 0.1 (34.0-35.0)
mid-body	68.2 $\pm$ 0.08 (68.0-68.5)	42.0 $\pm$ 0.02 (41.0-43.0)
anus	45.5 $\pm$ 0.2 (45.0-46.0)	30.5 $\pm$ 0.1 (30.0-31.0)
Tail length	34.0 $\pm$ 0.1 (33.5-34.5)	44.3 $\pm$ 0.5 (42.0-47.0)

۱۱۲ میکرومتر) و شاخص c (۱۶۰ تا ۱۸۹/۵ برابر ۱۹۹ تا ۳۵۵) تفاوت نشان داد. طول بدن کمتر (۶/۶۰ تا ۷/۲۰ برابر ۷/۴۰ تا ۸/۲۰ میلی‌متر)، شاخص c کمتر (۱۶۰ تا ۱۸۹/۵ برابر ۱۴۶/۵ تا ۱۹۹) و شاخص V بیشتر (۵۰ تا ۵۲ برابر ۴۶/۳ تا ۴۸/۹) در جمعیت مورد مطالعه در مقایسه با جمعیت بررسی شده توسط روکا و همکاران (Roca et al. 1991) مشاهده شد. همچنین در مقایسه با جمعیت مطالعه شده توسط گیتی و همکاران (Giti et al. 2019) در طول ادونتوفور (۶۲ تا ۷۱ برابر ۵۸ تا ۶۴ میکرومتر) تفاوت نشان داد.

این گونه اولین بار توسط اشتورهان و آرگو (Sturhan & Argo 1983) در آلمان و از فراریشه آرابیس گزارش شد. از ایران نیکنام و همکاران (Niknam et al. 2006) برای نخستین بار از آذربایجان شرقی و اخیراً گیتی و همکاران (Giti et al. 2019) از همدان آن را گزارش نموده‌اند. در این بررسی جمعیت‌های این گونه از فراریشه درخت گردو (*Juglans regia* L.) از منطقه خسروشاه (مختصات جغرافیایی: N

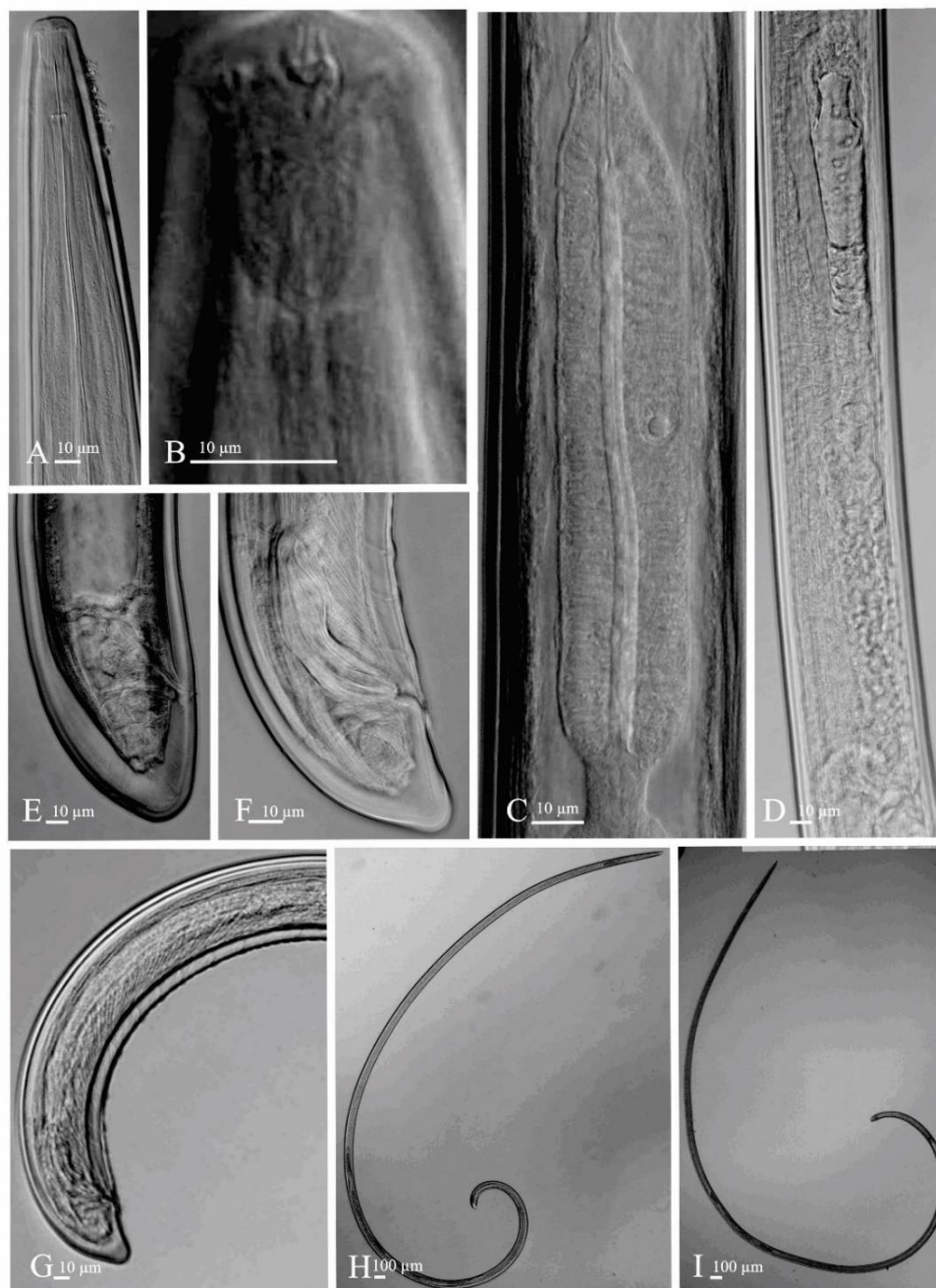
گونه *Longidorus proximus* Sturhan & Argo, 1983

جدول (۳)، شکل‌های (۵، ۶ و ۷)

جمعیت‌های مورد مطالعه توسط کلید و منابع ارائه شده توسط اشتورهان و آرگو (Sturhan & Argo 1983)، روکا (Roca 1986)، روکا و همکاران (Roca et al. 1991)، چن و همکاران (Chen et al. 1997) و گیتی و همکاران (Giti et al. 2019) مورد بررسی قرار گرفت. پس از تطبیق مشخصات و داده‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی به عنوان *L. proximus* تشخیص داده شد. جمعیت مورد بررسی در مقایسه با ویژگی‌های ذکر شده در توصیف اصلی مطابقت نشان داد و تنها در داشتن ادونتوفور بلندتر (۶۲ تا ۷۱ برابر ۴۱ تا ۵۱ میکرومتر) تفاوت داشت. جمعیت فوق گذشته از شباهت بالا با توصیف‌های قبل، تفاوت‌هایی را نیز بروز داد. جمعیت تحت مطالعه در قیاس با جمعیت بررسی شده توسط روکا (Roca 1986) در طول ادونتواستایل (۱۱۴ تا ۱۱۵ برابر ۱۰۳ تا

مورد شناسایی قرار گرفتند. (46°03'35.3'' E 37°57'20.0'', altitude 1343 m a.s.l.)

جداسازی و



شکل ۵. *Longidorus proximus*: A: بخش جلویی بدن، B: آمفید، C: بخش پهن مری، D: لوله جنسی جلویی ماده، E: بخش انتهایی بدن ماده، F و G: بخش انتهایی بدن نر، H: نمای کلی بدن نر، I: نمای کلی بدن ماده. مقیاس‌ها روی تصاویر.

بخش انتهایی بدن نر، H: نمای کلی بدن نر، I: نمای کلی بدن ماده. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 5. *Longidorus proximus*: A: Anterior body region, B: Amphid, C: Expanded part of pharynx, D: Female anterior genital branch, E: Female posterior end, F and G: Male posterior end, H: Male entire body, I: Female entire body. Scales on the pictures.



شکل ۶. مراحل لاروی گونه *Longidorus proximus*: A-D: به ترتیب، بخش جلویی بدن سن یک تا چهار، E-H: به ترتیب، بخش انتهایی بدن سن یک تا چهار. مقیاس‌ها روی تصاویر.

Fig. 6. Juvenile stages of the species *Longidorus proximus*: A-D: Anterior body region of first to fourth larval stages, respectively, E-H: Posterior end of first to fourth larval stages, respectively. Scales on the pictures.

مطالعه مولکولی

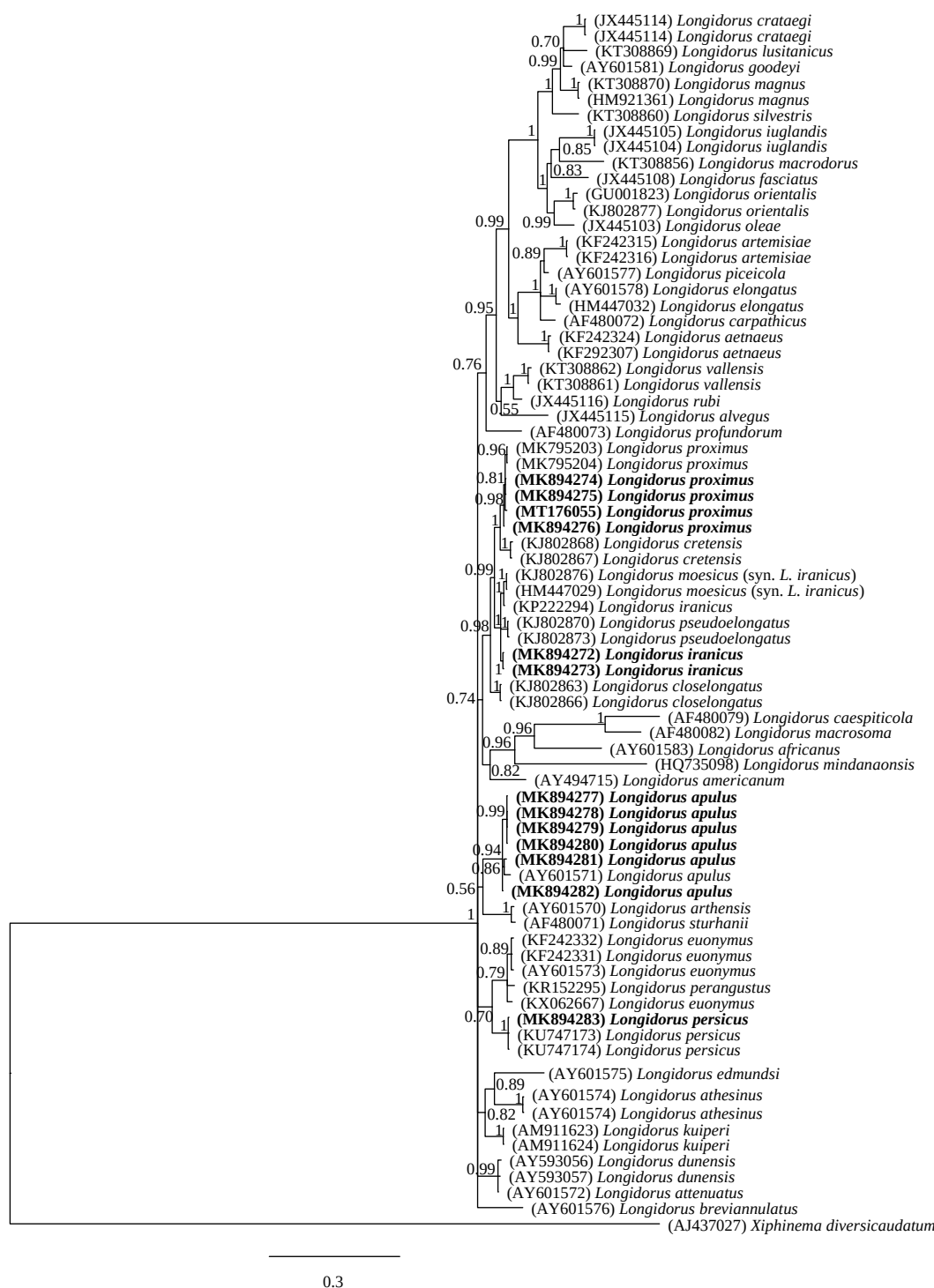
در مطالعه مولکولی چهار توالی نوکلئوتیدی به دست آمد که اختلاف بین آن‌ها تنها در دو نوکلئوتید است و در زیر هم‌چینی آن‌ها با توالی‌های بانک ژن نیز اختلاف سه نوکلئوتید ملاحظه شد. در تبارنمای رسم شده این جدایه‌ها و گونه‌های *L. cretensis* Tzortzakakis, Peneva, Terzakis, Neilson & Brown, 2001، *L. pseudolongatus* و *L. closelongatus* که به غیر از *L. pseudolongatus* دو گونه باقی مانده متعلق به گروه *L. closelongatus* هستند، در یک کلاذ قرار دارند (شکل ۷) و به ترتیب با ۱۵، ۲۱ و ۲۲ نوکلئوتید از توالی‌های مورد

مطالعه متمایز می‌شوند. این بررسی مولکولی نشان داد که تمام گونه‌های متعلق به گروه *L. closelongatus* با احتمال پسین ۰/۹۸ در یک کلاذ قرار گرفتند. از طرفی مطالعه و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌سنجی این گونه‌ها نیز نشان‌دهنده متفاوت بودن آن‌ها است. بنابراین با توجه به تلفیق مطالعه ریخت‌سنجی و ریخت‌شناختی با مطالعه مولکولی و تفاوت‌ها با گونه‌های مذکور ماهیت این جمعیت‌ها به‌عنوان *L. proximus* تأیید می‌گردد.

جدول ۳. داده‌های ریخت‌سنجی *Longidorus proximus*. اندازه‌ها برحسب میکرومتر (L برحسب میلی‌متر).

Table 3. Morphometrics of *Longidorus proximus*. Measurements are in μm (L in mm).

Characters / life stage	J1	J2	J3	J4	Female	Male
n	3	3	1	3	5	1
L	1.30 ± 0.01 (1.30-1.40)	2.30 ± 0.01 (2.20-2.40)	3.10	4.73 ± 0.06 (4.70-4.80)	6.80 ± 0.07 (6.60-7.20)	6.30
a	65.0 ± 0.1 (63.6-66.0)	73.5 ± 0.6 (72.6-74.2)	77.5	102.9 ± 3.1 (94.3-110.0)	100 ± 13 (95-122)	99.2
b	4.6 ± 0.1 (4.6-4.7)	6.7 ± 0.1 (6.6-6.8)	7.4	11.2 ± 1.1 (10.0-12.3)	15.0 ± 0.7 (13.6-16.3)	14.5
c	28.0 ± 0.3 (26.0-30.5)	46.2 ± 0.7 (44.5-48.0)	64.2	110.2 ± 8.7 (100.0-119.0)	172 ± 11 (160-189.5)	158
c'	2.90 ± 0.01 (2.9-3.0)	2.10 ± 0.04 (2.0-2.2)	1.6	1.1	0.80 ± 0.01 (0.7-0.9)	0.8
V	-	-	-	-	50.8 ± 0.8 (50.0-52.0)	-
Lip region diam.	10	12.7 ± 0.3 (12.5-13.2)	15	17.0 ± 0.2 (16.5-17.5)	19.5 ± 1.5 (17.0-20.5)	19
Odontostyle length	60.3 ± 0.07 (60.0-61.0)	71.0 ± 2.7 (67.5-75.0)	87.5	104.0 ± 1.5 (97.5-106.0)	114.5 ± 0.4 (114.0-115.0)	114
Odontophore length	26	31.6 ± 0.3 (31.0-32.0)	38	37.6 ± 0.2 (37.0-38.0)	67.0 ± 3.4 (62.0-71.0)	64.5
Replacement odontostyle	73.0 ± 0.5 (70.0-75.0)	86.8 ± 0.4 (86.0-87.5)	101.7	115.0 ± 0.1 (114.0-115.5)	-	-
Oral aperture to guide ring	18	23.0 ± 0.1 (22.5-23.5)	27	30.3 ± 0.1 (30.0-31.0)	33.7 ± 0.1 (32.5-34.0)	34
Pharynx length	294.5 ± 1.3 (291.0-297.0)	351.0 ± 5.3 (337.0-365.0)	422	416 ± 10 (400-450)	492 ± 32 (444-531)	476
Body diam. at pharynx base	22	32.5 ± 1.1 (31.0-33.5)	39.5	42.1 ± 0.8 (41.0-43.0)	51.0 ± 1.2 (42.5-55.0)	53
mid-body	21.3 ± 0.1 (21.0-21.8)	32.2 ± 0.1 (31.5-34.5)	46	52.5 ± 2.1 (50.0-55.0)	67.3 ± 0.7 (53.0-75.0)	67.5
anus	15.8 ± 0.1 (15.0-17.0)	25.0 ± 0.8 (23.0-27.0)	29.5	38.3 ± 1.2 (37.0-40.0)	46.5 ± 2.2 (42.0-53.0)	42.5
Tail length	47.5 ± 0.3 (40.5-50.0)	50.6 ± 0.2 (50.0-51.0)	49	41.0 ± 1.3 (39.0-43.0)	40.0 ± 1.6 (37.5-46.0)	34
Spicule length	-	-	-	-	-	62.5



شکل ۷. درخت تبارزایی بیس (Bayes) استنباط شده با استفاده از مدل تکاملی G + I + GTR از ناحیه D2-D3 ژن 28S rRNA از جمعیت‌های چهار گونه شناخته شده از جنس *Longidorus* از استان آذربایجان شرقی. احتمال پسین بیش از ۵۰ درصد برای کلادها ارائه شده است. توالی‌های به‌دست آمده در مطالعه حاضر پررنگ نشان داده شده‌اند.

Fig. 7. Bayesian tree inferred under the GTR + I + G model from 28S rDNA D2-D3 expansion domains of East Azarbaijan province populations of four known species of the genus *Longidorus*. Probabilities of more than 50% are given for appropriate clades. The new sequences obtained in the present study are shown in bold.

References

- Archidona-Yuste A., Navas-Cortés J.A., Cantalapiedra-Navarrete C., Palomares-Rius J.E. & Castillo P. 2016. Cryptic diversity and species delimitation in the *Xiphinema americanum*-group complex (Nematoda: Longidoridae) as inferred from morphometrics and molecular markers. *Zoological Journal of the Linnean Society* 176 (2), 231-265.
- Bakhshi Amrei S., Peneva V., Rakhshandehroo F. & Pedram M. 2019. Morphological and molecular description of *Longidorus behshahrensis* n. sp. (Nematoda: Longidoridae) from natural forests of Abbas Abad, north of Iran. *European Journal of Plant Pathology* 156, 387-398.
- Brown D.J.F. & Boag B. 1988. An examination of methods used to extract virus vector nematodes (Nematoda: Longidoridae and Trichodoridae) from soil samples. *Nematologia Mediterranea* 16 (1), 93-99.
- Chen Q., Hooper D.J., Loof P.A.A. & XU J. 1997. A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Longidorus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Dorylaimoidea). *Fundamental and Applied Nematology* 20(1), 15-28.
- Cobb N.A. 1913. New nematode genera found inhabiting fresh water and non-brackish soils. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 3, 432-444.
- De Grisse A.T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des Nématodes phytoparasitaires. *Meded. Rijksfaculteti der Landbouwen, Gent* 34, 351-369.
- Esmaili M., Heydari R., Archidona-Yuste A., Castillo P. & Palomares-Rius J.E. 2016. A new needle nematode, *Longidorus persicus* n. sp. (Nematoda: Longidoridae), from Kermanshah province, western Iran. *European Journal of Plant Pathology* 147(1), 27-41.
- Fadaei Tehrani A. & Kheiri A. 2004. Some species of *Longidorus* from Iran. *Sciences and Agricultural Technology* 9, 239-248. (in Persian with English summary).
- 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.
- Hooper D.J. 1961. A redescription of *Longidorus elongatus* (de Man, 1876) Thorne & Swanger, 1936, (Nematoda, Dorylaimidae) and descriptions of five new species of *Longidorus* from Great Britain. *Nematologica* 6(3), 237-257.
- Hooper D.J. 1966. *Longidorus profundum* n. sp. (Nematoda: Dorylaimidae). *Nematologica* 11(4), 489-495.
- Lamberti F. & Bleve-Zacheo, T. 1977. Two new species of *Longidorus* (Nematoda: Longidoridae) from Italy. *Nematologia Mediterranea* 5, 73-83.
- Mali V.R. & Hooper D.J. 1973. Observations on *Longidorus euonymus* n. sp. and *Xiphinema vuittenezi* Luc et al., 1964 (Nematoda: Dorylaimida) associated with spindle trees infected with euonymus mosaic virus in Czechoslovakia. *Nematologica* 19(4), 459-467.
- Micoletzky H. 1922. *Die freilebenden Erd-Nematoden mit besonderer Berücksichtigung der Steiermark und der Bukowina, zugleich mit einer Revision sämtlicher nicht mariner, freilebender Nematoden in Form von Genus-Beschreibungen und Bestimmungsschliisseln.* Archiv fuer Naturgeschichte Berlin Abteilung.
- Mojtahedi H., Sturhan D., Akhiani A. & Barooti S. 1980. *Xiphinema* species in Iranian vineyards. *Nematologia Mediterranea* 8, 170-195.
- Niknam G., Pedram M. & Askari Khosroshahi B. 2006. Three longidorid species from Iran. In *Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress* (Vol. 2, p. 493). Karaj, Iran, University of Tehran.
- Niknam G., Pedram M., Ghahremani Nejad E., Ye W., Robbins R.T. & Tanha Maafi Z. 2010. Morphological and molecular characterization of *Longidorus tabrizicus* sp. n. and *L. sturhani* Rubtsova, Subbotin, Brown & Moens, 2001 (Nematoda: Longidoridae) from north-western Iran. *Russian Journal of Nematology* 18(2), 127-140.
- Nunn G.B. 1992. *Nematode molecular evolution*. (Ph.D. Thesis, University of Nottingham, Nottingham, UK).
- Nylander J.A.A. 2004. *MrModeltest v2. Program distributed by the author.* Uppsala University, Sweden, Evolutionary Biology Centre.
- Pedram M., Niknam G., Robbins R.T., Ye W. & Karegar A. 2008. *Longidorus kheirii* n. sp. (Nematoda: Longidoridae) from Iran. *Systematic Parasitology* 71, 199-211.
- Pedram M. 2018. Nematodes of the family Longidoridae. In Ghaderi, R., Kashi, L. & Karegar, A. (Eds). *Plant-parasitic nematodes in Iran*. Marjae Elm in collaboration with the Iranian Society of Nematology 627-667. (in Persian with English summary).
- Roca F. 1986. A bisexual population of *Longidorus proximus* Sturhan et Argo, (Nematoda, Dorylaimida) from Grece. *Nematologia Mediterranea* 14, 155-158.
- Roca F., Lamberti F. & D'Errico F.P. 1991. I Longidoridae (Nematoda, Dorylaimida) delle regioni Italiane. XI. La Campania. *Nematologia Mediterranea* 19, 139-154.
- Ronquist F. & Huelsenbeck J.P. 2003. MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees under mixed models. *Bioinformatics* 19, 1572-1574.
- Roshn-Baksh A., Pourjam E. & Pedram M. 2015. Description of *Longidorus perangustus* sp. n. (Dorylaimida: Longidoridae), an amphimictic species from Iran. *European Journal of Plant Pathology* 144, 581-594.
- Rubtsova T.V., Subbotin S.A., Brown D.J.F. & Moens M. 2001. Description of *Longidorus sturhani* sp. n.

- (Nematoda: Longidoridae) and molecular characterization of several longidorid species from Western Europe. *Russian Journal of Nematology* 9(2), 127-136.
- Solouki V., Niknam G. & Kheiri A. 2012. Identification of plant parasitic nematodes in orchard rhizosphere of Marand and suburbs. In *Proceedings of the 20th Iranian Congress of Plant Protection* (Vol. 2, p. 693). Shiraz, Iran.
- Sturhan D. & Argo D. 1983. Studies on *Longidorus closelongatus* Stoyanov and *L. cohnii* Heyns, with description of *L. proximus* sp. nov. (Nematoda, Dorylaimida). *Revue de Nématologie* 6 (1), 57-64.
- Sturhan D. & Barooti S. 1983. *Longidorus iranicus* n. sp. (Nematoda: Dorylaimida). *Systematic Parasitology* 5 (1), 21-24.
- Sturhan D. & Weischer B. 1964. *Longidorus vineacola* n. sp. (Nematoda: Dorylaimidae). *Nematologica* 10 (2), 335-341.
- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A. & Kumar S. 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30, 2725-2729.
- Tanha Maafi Z., Subbotin S.A., Sturhan D., Barooti S. & Taheri Z.M. 2015. Characterisation of *Longidorus iranicus* Sturhan & Barooti, 1983 (Nematoda: Longidoridae) from Iran and synonymisation of *L. moesicus* Lamberti, Choleva & Agostinelli, 1983. *Russian Journal of Nematology* 23 (1), 21-28.
- Thorne G. 1935. Notes on free-living and plant-parasitic nematodes I. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 2(1), 46-47.
- Thorne G. 1974. Nematodes of the Northern Great Plains. Part II. Dorylaimoidea in part (Nemata: Adenophorea). *Technical Bulletin of Agricultural Experiment Station, South Dakota State University* 41, 1-120.
- Tzortzakakis E.A., Peneva V., Terzakis M., Neilson R. & Brown D.J.F. 2001. *Longidorus cretensis* n. sp. (Nematoda: Longidoridae) from a vineyard infected with a foliar 'yellow mosaic' on Crete, Greece. *Systematic Parasitology* 48 (2), 131-139.
- Ye W. & Robbins R.T. 2003. *Longidorus grandis* n. sp. and *L. paralongicaudatus* n. sp. (Nematoda: Longidoridae), two parthenogenetic species from Arkansas. *Journal of Nematology* 35(4), 375-387.