

Study of soil nematodes in rice fields in Shushtar County under two cultivation methods: transplanting and direct seeding

Kourosh Azizi✉



Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Corresponding author

✉ Azizi.ko@lu.ac.ir

Keywords

Counting the number of nematodes, Flooding, Identification, Plant parasitic nematodes, Relative abundance

Abstract

Rice is one of the most important cereals in the world. Various nematodes have been reported from Iranian rice transplanting cultivation. In this study, after sampling the soils of rice fields in Shushtar County, extraction, fixation, slide preparation, and identification of species of the Tylenchina suborder were carried out using valid sources. The number of nematodes in 50 grams of soil and the relative abundance of the orders Dorylaimida, Enoplida, Mononchida, and the suborders Rhabditina and Tylenchina, in transplanting and dry direct seeding fields after harvest were counted. In this study, the following species were identified from the suborder Tylenchina: *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides* sp., *Basiria graminophila*, *Filenchus facultative*, *Heterodera avenae*, *Merlinius brevidens*, *Nagelus obscurus*, *Neopsilenchus magnidens*, *Pratylenchoides ritteri*, *Pratylenchus neglectus*, *Pratylenchus thornei*, *Scutylenchus rugosus*, *Tylenchorhynchus dubius*, and *Tylenchus* sp. Counting the number of nematodes showed that Tylenchina and Dorylaimida in dry direct seeding, and Rhabditina had more nematodes in transplanting fields. The families Pratylenchidae and Tylenchidae and genera *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Heterodera*, *Tylenchus* and *Neopsilenchus* had more nematodes in dry direct seeding fields, and the genera *Aphelenchoides* and *Nagelus* had more nematodes in transplanting fields. In examining the relative abundance of nematodes, among the orders and suborders, only the suborder Tylenchina, among the families of Tylenchina, only the families Pratylenchidae, Tylenchidae, and among the Tylenchina genera, only the genera *Pratylenchus*, *Tylenchus*, and *Neopsilenchus*, there was a significant difference in their relative abundance between the two cultivation methods, and they were more relative abundant in dry direct seeding cultivation.

Received: 9 November 2025

Revised: 1 July 2026

Accepted: 4 July 2026

Available online: 5 July 2026

Cite this article:

Azizi K, 2025. Study of soil nematodes in rice fields in Shushtar County under two cultivation methods: transplanting and direct seeding. *Appl Res Plant Prot* 15 (2): 81–92.
<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2026.22022>



Copyright© 2026 University of Tabriz, Published by the University of Tabriz.

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

بررسی نماتدهای خاک‌های مزارع برنج شهرستان شوشتر در دو شیوه کشت نشایی و خشکه‌کاری

✉ کورش عزیزی

گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

نویسنده مسئول: Azizi.ko@lu.ac.ir ✉

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۸ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۴/۱۰ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۱۳

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین غلات در جهان است. نماتدهای مختلفی از مزارع برنج ایران که اکثراً به صورت کشت نشایی بوده‌اند گزارش شده است. در این تحقیق پس از نمونه‌برداری از خاک‌های مزارع برنج شهرستان شوشتر، استخراج، تثبیت، تهیه اسلاید و شناسایی گونه‌های زیر راسته Tylenchina با استفاده از منابع معتبر انجام شد. همچنین شمارش تعداد افراد نماتدی موجود در ۵۰ گرم خاک و فراوانی نسبی نماتدهای راسته‌های Mononchida، Enoplida، Dorylaimida و زیرراسته‌های Rhabditina و Tylenchina در مزارع نشایی و خشکه‌کاری برنج در آخر فصل برداشت انجام گرفت. در این تحقیق از زیرراسته Tylenchina گونه‌های *Aphelenchus avenae*، *Aphelenchoides* sp.، *Basiria graminophila*، *Neopsilenchus magnidens*، *Nagelus obscurus*، *Merlinius brevidens*، *Heterodera avenae*، *Filenchus facultativus*، *Tylenchorhynchus dubius*، *Scutylenchus rugosus*، *Pratylenchus thornei*، *Pratylenchus neglectus*، *Pratylenchoides ritteri* و *Tylenchus* sp. شناسایی شدند. شمارش نماتدهای استخراج شده از مزارع مختلف نشان داد نماتدهای Tylenchina و Dorylaimida به صورت معنی‌دار با تعداد افراد بیشتری در مزارع خشکه‌کاری و نماتدهای Rhabditina با بیشترین تعداد در مزارع نشایی وجود داشتند. خانواده‌های Pratylenchidae و Tylenchidae بصورت معنی‌داری در مزارع خشکه‌کاری دارای تعداد نماتد بیشتری بودند. همچنین جنس‌های *Pratylenchus*، *Heterodera*، *Tylenchorhynchus*، *Tylenchus* و *Neopsilenchus* در مزارع خشکه‌کاری و جنس‌های *Aphelenchoides* و *Nagelus* در کشت نشایی تعداد افراد بیشتری داشتند. در بررسی فراوانی نسبی نماتدها، از بین راسته و زیرراسته‌ها، فقط زیرراسته Tylenchina، از بین خانواده‌های Tylenchina فقط خانواده‌های Pratylenchidae، Tylenchidae و از بین جنس‌های Tylenchina فقط جنس‌های *Pratylenchus*، *Tylenchus* و *Neopsilenchus* اختلاف معنی‌داری در درصد فراوانی نسبی آن‌ها بین دو روش کشت وجود داشت و فراوانی نسبی بیشتری در کشت خشکه‌کاری داشتند.

کلمات کلیدی: شمارش تعداد نماتد، شناسایی، غرقابی، فراوانی نسبی، نماتد انگل گیاهی

مقدمه

پنبه، سویا و .. کشت می‌شود. از جمله مزایای خشکه‌کاری سادگی اجرای آن، کاهش مصرف آب، جلوگیری از تخریب ساختمان خاک (Ntanos 2001; Gianessi et al. 2002; Pratley et al. 2004) و از معایب آن کاهش عملکرد به دلیل استقرار ضعیف‌تر بوته‌ها و علف هرز بیشتر (Singh et al. 2005)، کمبود عناصر ریزمغذی مانند روی (Zn) و آهن (Fe) به دلیل نبود تعادل نیتروژن می‌باشد (Saleque & Kirk 1995; Gao et al. 2006). طبق آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ سطح زیر کشت برنج در کشور حدود ۷۹۲،۵۴۳ هکتار با میزان تولید کلی ۳،۴۸۵،۶۱۰ تن و عملکرد ۴،۳۹۸ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که استان خوزستان دارای ۱۲۵،۲۲۸ هکتار و

برنج یکی از مهم‌ترین غلات در جهان است. رایج‌ترین شیوه کشت برنج در کشور، کشت نشایی (غرقابی) است. منابع آب‌های سطحی و زیرسطحی در بیشتر کشورها یک عامل محدودکننده کشت و تولید برنج می‌باشند، بنابراین تغییر شیوه سنتی کاشت اهمیت دارد (Farooq et al. 2009). مهم‌ترین مزیت روش کشت غرقابی افزایش دسترسی به مواد مغذی و مهار علف‌های هرز (Singh et al. 2005) و از معایب این روش تلفات زیاد آب و نیاز فراوان به نیروی انسانی است (Pandey & Velasco 2005). در روش کشت مستقیم بذر خشک یا نشاء برنج در زمین (بدون عملیات گل خرابی) و مانند دیگر گیاهان زراعی از جمله: ذرت،

گلستان شناسایی و به ثبت رسید (Maleki Ziyarti et al. 2010). هم‌چنین در پژوهشی دیگر که در شالی‌کاری‌های استان گیلان انجام شد، تعداد ۳۴ گونه نماتد گزارش شد (Shahabi et al. 2016).

در این تحقیق نماتدهای انگل گیاهی از زیرراسته Tylenchina تا سطح گونه مورد شناسایی قرار گرفته و هم‌چنین شمارش تعداد افراد نماتدی از گروه‌های تغذیه‌ای متفاوت (انگل گیاهی، باکتری‌خوار، شکارگر، همه‌چیزخوار) در ۵۰ گرم خاک و فراوانی نسبی آن‌ها در مزارع مختلف نشایی و خشکه‌کاری شهرستان شوشتر استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

در آذرماه سال ۱۴۰۳ تعداد ۹۰ نمونه خاک از فراریشه گیاهان برنج در شهرستان شوشتر استان خوزستان در انتهای فصل و بعد از برداشت برنج جمع‌آوری گردید. تعداد ۴۵ نمونه از مزارع خشکه‌کاری و تعداد ۴۵ نمونه دیگر از مزارع نشایی به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. در هر مزرعه از عمق پنج تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تعداد پنج تا ۱۰ زیرنمونه جمع‌آوری گردید و با هم مخلوط و حدود یک تا دو کیلوگرم خاک به عنوان نمونه اصلی در کیسه پلاستیکی ریخته و بعد از یادداشت اطلاعات مربوط به منطقه نمونه‌برداری، تاریخ نمونه‌برداری و نوع کشت به آزمایشگاه نماتدشناسی منتقل گردید (جدول ۱).

استخراج، تثبیت و تهیه اسلاید از نماتدها

جهت استخراج نماتدهای کرمی‌شکل از روش سینی (Whitehead & Heming 1965) و نماتدهای سیستی از روش (Fenwick 1940) استفاده شد. نماتدهای استخراج شده با استفاده از روش تغییر یافته (De Grisse 1969) تثبیت و به گلیسرین خالص انتقال داده شدند و از آن‌ها اسلایدهای میکروسکوپی دائمی تهیه گردید. جهت شناسایی نماتدهای سیستی علاوه بر مشخصات لاروها، از مشخصات ریخت‌سنجی و ریخت‌شناختی سیست‌ها و مخروط انتهایی سیست استفاده شد.

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی

با استفاده از استرئومیکروسکوپ و میکروسکوپ نوری (Olympus) مدل BX41 مجهز به دوربین دیجیتالی (Dino capture version 1.5.44.B) خصوصیات ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی جمعیت‌ها بررسی شد و با استفاده از کلیدهای

میزان کلی تولید ۴۴۴،۸۰۸ تن و عملکرد ۳،۵۵۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (Ministry of Agriculture Jihad 2023). عمده کشت در این استان بصورت نشایی و در برخی مزارع بصورت خشکه‌کاری می‌باشد. در استان خوزستان در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ بیش از ۲۰ هزار هکتار کشت برنج به صورت خشکه‌کاری انجام شده است که نزدیک ۱۶ هزار هکتار از این سطح زیر کشت خشکه‌کاری در شهرستان شوشتر می‌باشد (Ministry of Agriculture Jihad 2018). نماتدها گروه بسیار مهم از جانوران پرسلولی و بی‌مهره هستند که در بسیاری از محیط‌ها از جمله آب‌های شور، آب‌های شیرین، خاک، اندام‌های مختلف گیاهی و جانوری حضور دارند. محصولات کشاورزی همه ساله در نقاط مختلف دنیا از جمله ایران، به وسیله نماتدهای انگل گیاهی آسیب می‌بینند. از جمله مهم‌ترین نماتدهای خسارت‌زا به محصول برنج در سراسر دنیا، نماتدهای ریشه گرهی غلات *Meloidogyne graminicola* Golden & birchfield, 1965 نماتدهای سیستی برنج *Heterodera oryzicola* Rao & Jayaprakash, 1978 نماتدهای زخم ریشه *Pratylenchus zeae* Graham, 1951, *P. thornei* Sher & Allen, 1953، نماتد نوک سفیدی برنج *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942، نماتد ساقه برنج *Ditylenchus angustus* Butler, 1913 هستند (Pankaj et al. 2012; Latif et al. 2013; Kyndt et al. 2014; Nzogela et al. 2020; Rusinque et al. 2021). نماتدهای مختلفی از مزارع برنج ایران که اکثراً به صورت کشت نشایی بوده‌اند گزارش شده است از جمله: در سال ۱۳۸۰ گونه‌های *A. bicaudatus* (Imamura 1931) Filipjev & *besseyi* Basiria *graminophila* , Schuurmans Stekhoven 1941 *Criconemella (criconomoides)* , Siddiqi 1959 *Filenchus , paragoodeyi* Choi & Geraert 1975 *F. , facultiravus* (Szczygiel 1970) Brzeski 1982; *polyhypnus* (Steiner & Albin 1946) Meyl 1961 *H. , Helichotylenchus crenacauda* Sher 1966 *Heterodera oryzae* Luc & *digitiformis* Ivanova 1967 *Tylenchorhynchus annulatus* (Cassidy و Berdon 1961 Golden 1971 (از مزارع برنج استان گیلان گزارش گردید (Pedramfar et al. 2001). در پژوهش دیگر در سال ۱۳۸۹ گونه‌های *A. besseyi* (Brzeski 1963) *Filenchus vulgaris* (Brzeski 1963) *Helichotylenchus spp.* , Lownsbery & Lownsbery 1985 *Hirischmaniella orayze* (van Breda de Haan 1902) Luc , & Goodey 1964 و *T. martini* Fielding 1956 از استان

بررسی فراوانی نسبی نماتدها در خاک مزارع مختلف در انتهای فصل برداشت

جهت بررسی فراوانی نسبی نماتدهای مختلف، همه ۹۰ مزرعه از نظر وجود یا عدم وجود راسته‌های Dorylaimida، Enoplida، Mononchida، زیرراسته‌های Rhabditina و Tylenchina بررسی شدند و فراوانی نسبی نماتد مورد نظر در مزارع نمونه‌برداری شده محاسبه شد.

تجزیه داده‌ها

واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۶ انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

جدول ۱. محل (نام روستا) و تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده از مزارع مختلف برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 1. Location (village name) and number of samples collected from different rice farms in Shushtar County, Khuzestan Province.

Location/ Culture	Baseteh	Bandqir	Hesam Abad	Delam Qadim	Someydeh	se Baneh	Shaliliah	Arab Asad	Arab Hasan	Guriyeh	Magarnat	All
Dry direct seeding	4	4	4	6	-	4	4	3	6	4	6	45
Transplanti ng	4	4	4	6	3	4	4	-	6	4	6	45
All	8	8	8	12	3	8	8	3	12	8	12	90

مهم‌ترین مشخصات ریخت‌شناختی گونه‌های جمع‌آوری و شناسایی شده در مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان در جدول ۱ و شکل ۱ و ۲ ارایه شده است. در این پژوهش طبق طبقه‌بندی (Decraemer & Hunt (2005) نماتدهای راسته‌های Dorylaimida، Enoplida، Mononchida و زیرراسته‌های Rhabditina و Tylenchina استخراج شدند و تعداد نماتد در ۵۰ گرم خاک شمارش و فراوانی نسبی آن‌ها در مزارع مختلف نشایی و خشکه‌کاری مشخص شد. هم‌چنین از زیرراسته Tylenchina تعداد شش خانواده Aphelenchidae Fuchs، 1937، Aphelenchoididae Skarbilovich، 1947، Dolichodoridae، Chitwood in Chitwood & Chitwood، 1950، Pratylenchidae، Hoplolaimidae Filipjev، 1934، Tylenchidae Örley، 1880 و Thorne، 1949 و جنس‌های آن‌ها شناسایی و شمارش تعداد نماتد در ۵۰ گرم خاک و فراوانی نسبی آن‌ها در مزارع مختلف مشخص شد.

شناسایی معتبر و منابع موجود شناسایی نماتدها انجام گرفت. از جمله مهم‌ترین کلیدهای شناسایی مورد استفاده در این پژوهش Andrassy، 2007 برای نماتدهای Aphelenchidae و Geraert، 2008؛ 2011؛ 2013 به ترتیب برای خانواده‌های Tylenchidae، Dolichodoridae و Pratylenchidae بود.

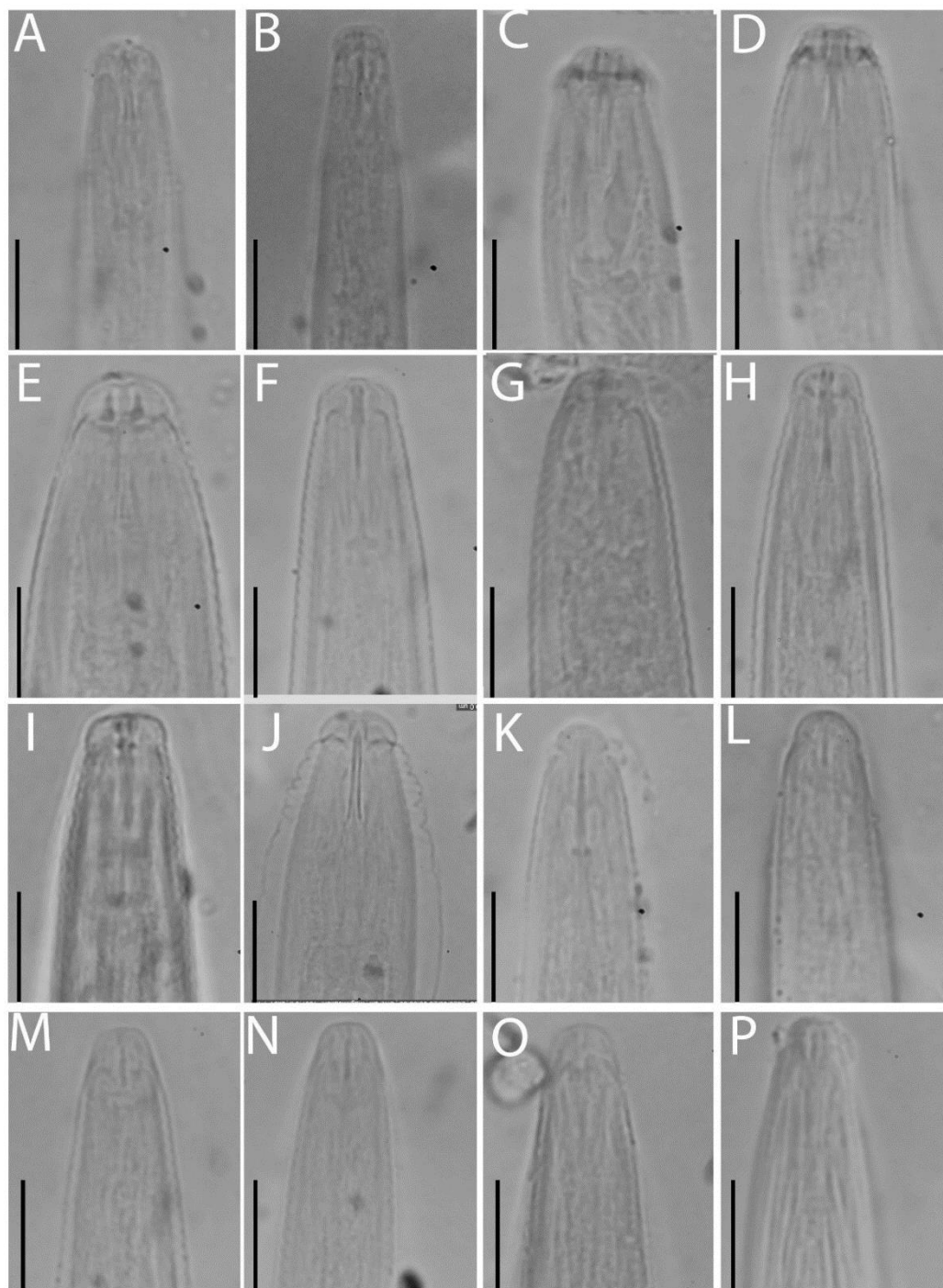
شمارش تعداد نماتدها در خاک مزارع مختلف در انتهای فصل برداشت

تعداد افراد نماتی متعلق به راسته‌های Dorylaimida Mononchida، Enoplida Filipjev، 1929، Pearse، 1942 Rhabditina Chitwood، و زیرراسته‌های Jairajpuri، 1969 Tylenchina Thorne، 1949 و 1933 (بر اساس طبقه‌بندی Decraemer & Hunt، 2005) و نیز سیست‌ها و لاروهای سن دوم آن‌ها در مقدار ۵۰ گرم از خاک هر مزرعه شمارش شدند.

نتایج و بحث

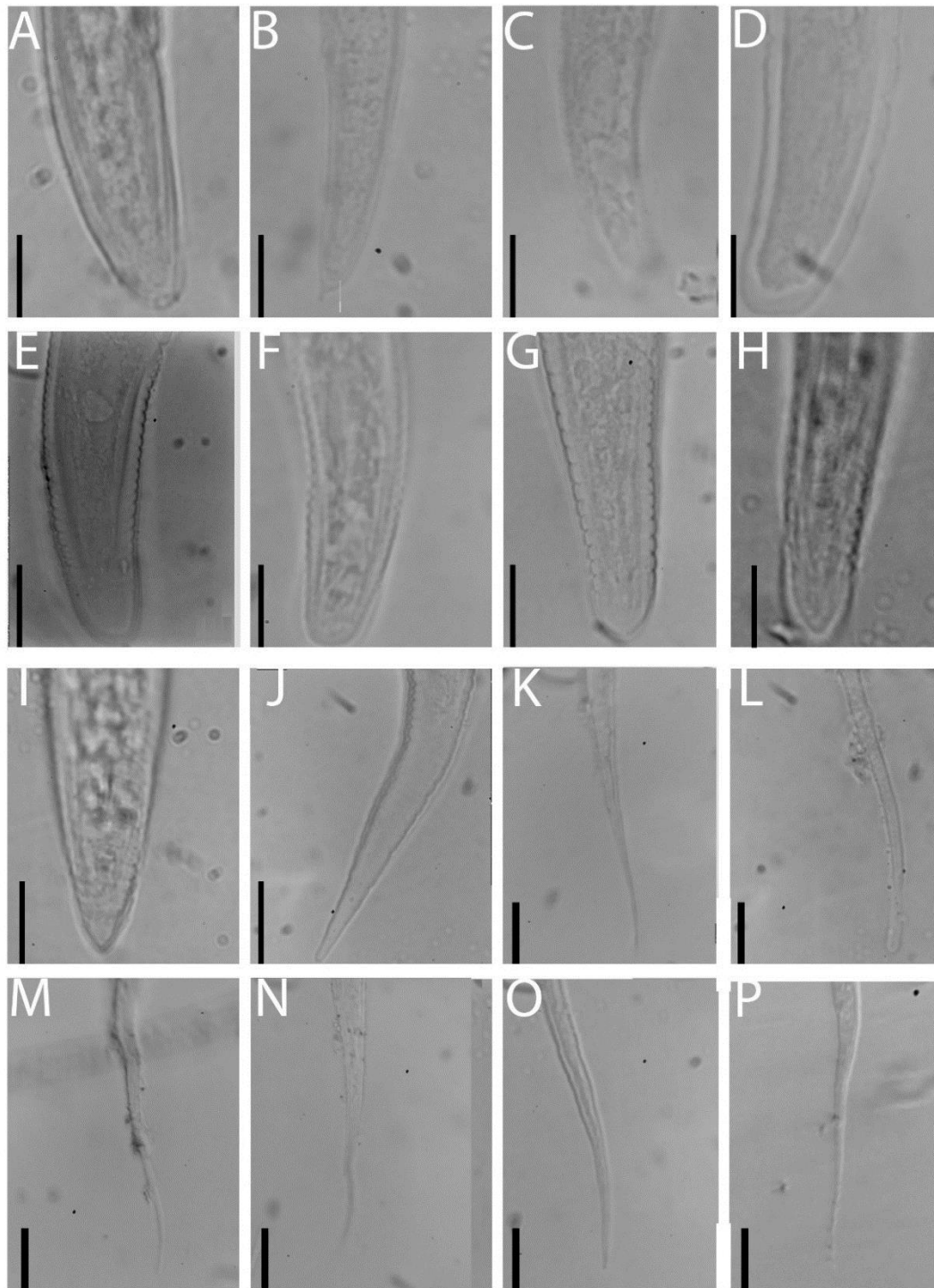
نماتدهای شناسایی شده زیرراسته Tylenchina در ۱۳ جنس و ۱۴ گونه به شرح زیر می‌باشند:

Aphelenchoides، *Aphelenchus avenae* Bastian، 1865
Filenchus، *Basiria graminophila* Siddiqi، 1959، sp.
facultativus (Szczygiel، 1970) Raski & Geraert، 1987
Merlinius، *Heterodera avenae* Wollenweber، 1924
Nagelus، *brevidens* (Allen، 1955) Siddiqi، 1970
obscurus (Allen، 1955) Powers، Baldwin & Bell، 1983
Neopsilenchus magnidens (Thorne، 1949) Thorne &
Pratylenchoides ritteri Sher، 1970، Malek، 1968
Pratylenchus neglectus (Rensch، 1924) Filipjev &
Pratylenchus thornei، Schuurmans Stekhoven، 1941
Scutylenchus rugosus (Siddiqi، Sher & Allen، 1953
Tylenchorhynchus dubius، 1963) Siddiqi، 1979
Tylenchus sp. و (Butschli، 1873) Filipjev، 1936 برخی از



شکل ۱. سر و استایلت در گونه‌های مختلف نماتد جمع‌آوری شده از مزارع برنج شهرستان شوشتر. (A) *Aphelenchus avenae*, (A) *Aphelenchoides*, (B) *Aphelenchoides* sp., (C) *Pratylenchus neglectus*, (D) *P. thornei*, (E) *Pratylenchoides ritteri*, (F) *Merlinius brevidens*, (G) *Scutylenthus rugosus*, (H) *Tylenchorhynchus dubius*, (I) *Nagelus obscurus*, (J) *Heterodera avenae* J2, (K) *Basiria graminophila*, (L) *Tylenchus* sp., (M) *Filenchus facultativus*, (N-P) *Neopsilenchus magnidens* (همه شاخص‌ها برابر ۱۰ میکرومتر).

Figure 1. Head and stylet in different nematode species collected from rice fields in Shushtar county. *Aphelenchus avenae* (A), *Aphelenchoides* sp. (B), *Pratylenchus neglectus* (C), *P. thornei* (D), *Pratylenchoides ritteri* (E), *Merlinius brevidens* (F), *Scutylenthus rugosus* (G), *Tylenchorhynchus dubius* (H), *Nagelus obscurus* (I), *Heterodera avenae* J2 (J), *Basiria graminophila* (K), *Tylenchus* sp. (L), *Filenchus facultativus* (M) and *Neopsilenchus magnidens* (N-P); types). All scale-bars = 10 μ m.



شکل ۲. شکل دم در گونه‌های مختلف نماتد جمع آوری شده از مزارع برنج شهرستان شوشتر. (A) *Aphelenchus avenae*, (A) *Aphelenchoides*, (B) sp., (C) *Pratylenchus neglectus*, (D) *P. thornei*, (E) *Pratylenchoides ritteri*, (F) *Merlinius brevidens*, (F) *Scutylenchus*, (G) *rugosus*, (H) *Tylenchorhynchus dubius*, (I) *Nagelus obscurus*, (J) *Heterodera avenae* لارو سن دو، (K-L) *Basiria graminophila*, (M) *Tylenchus* sp., (N) *Filenchus facultativus* و (O-P) *Neopsilenchus magnidens* همه شاخص‌ها برابر ۱۰ میکرومتر.

Figure 2. Tail shapes of different nematode species collected from rice fields in Shushtar County. *Aphelenchus avenae* (A), *Aphelenchoides* sp (B), *Pratylenchus neglectus* (C), *P. thornei* (D), *Pratylenchoides ritteri* (E), *Merlinius brevidens* (F), *Scutylenchus rugosus* (G), *Tylenchorhynchus dubius* (H), *Nagelus obscurus* (I), *Heterodera avenae* J2 (J), *Basiria graminophila* (K-L), *Tylenchus* sp. (M), *Filenchus facultativus* (N) and *Neopsilenchus magnidens* (O-P): types). All scale-bars = 10 μ m.

جدول ۲. برخی از مشخصات ریخت‌سنجی گونه‌های جمع‌آوری شده از مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 2. Some morphological characteristics of species collected from rice fields in Shushtar County, Khuzestan Province.

Species /character	n	L	a	b	c	c'	V	Stylet	Pharynx	Tail
<i>Aphelenchus avenae</i>	10	620-802	29-40	7.7-9.9	26-36	1.4-1.9	75-80	15-20	148-171	20-25
<i>Aphelenchoides</i> sp.	9	440-570	29-33	4.2-5.2	14-18	2.7-3.8	72-78	10-12	105-124	28-38
<i>Pratylenchus neglectus</i>	13	428-485	23-26	5.5-7.3	17-21	2.0-2.5	78-84	15-17	94-112	21-27
<i>Pratylenchus thornei</i>	6	585-740	31-38	4.4-5.4	20-25	2.1-2.5	74-79	15-17	121-142	25-33
<i>Pratylenchoides ritteri</i>	9	514-880	26-33	4.2-6.5	12-15	2.5-3.5	52-59	18-21	139-185	36-59
<i>Merlinius brevidens</i>	6	620-710	26-29	4.4-5.7	13-18	2.7-3.3	53-59	15-17	114-144	35-49
<i>Scutylenchus rugosus</i>	8	720-994	18-31	4.3-6.2	14-22	2.1-3.2	54-61	20-24	149-181	40-64
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	12	620-813	23-36	4.9-6.0	14-18	2.4-3.5	45-54	16-19	115-145	38-57
<i>Nagelus obscurus</i>	8	598-744	24-31	4.6-5.2	12-17	2.7-3.9	49-57	20-21	123-154	38-52
<i>Heterodera avenae</i> J2	5	550-581	24-28	4.8-5.1	8.0-8.7	4.1-4.6	-	26-28	110-119	63-73
<i>Basiria graminophila</i>	11	650-700	32-40	5.8-6.0	5.8-6.8	7.5-8.6	66-69	11-12	110-120	98-120
<i>Tylenchus</i> sp.	8	800-990	26-41	5.7-6.4	5.7-8.2	5.1-8.5	62-69	9-11	130-175	97-170
<i>Filenchus facultativus</i>	10	400-530	39-42	5.6-6.5	4.7-6.7	10-14	59-69	7-8	71-85	90-110
<i>Neopsilenchus magnidens</i>	7	624-818	36-44	4.8-6.4	4.4-6.1	10-15	61-68	13-16	122-138	110-160

بررسی فراوانی نسبی رسته‌ها و زیررسته‌های مختلف در مزارع نشایی و خشکه‌کاری

در مورد فراوانی نسبی رسته‌ها و زیررسته‌های مختلف نماتدی در مزارع مختلف برنج مشخص شد که فراوانی نسبی نماتدها در کشت خشکه‌کاری نسبت به کشت نشایی بیشتر است ولی اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبوده و فقط در زیررسته Tylenchina اختلاف معنی‌دار آماری در فراوانی نسبی نماتدها در مزارع مختلف نشایی و خشکه‌کاری وجود داشت که این زیررسته در مزارع خشکه‌کاری فراوانی نسبی بیشتری داشتند (جدول ۵).

شمارش تعداد نماتدها در رسته‌ها و زیررسته‌های مختلف در مزارع نشایی و خشکه‌کاری

شمارش تعداد نماتدهای استخراج شده از ۵۰ گرم خاک در مزارع نشایی و خشکه‌کاری نشان داد که تعداد نماتدها در مزارع خشکه‌کاری بیشتر از کشت نشایی بود، همچنین نماتدهای Tylenchina و Dorylaimida تعداد بیشتری در مزارع خشکه‌کاری داشتند در مقابل نماتدهای Rhabditina تعداد بیشتری در مزارع نشایی داشتند و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۴).

جدول ۳. واکاوی واریانس شمارش تعداد نماتد در رسته‌ها و زیررسته‌های مختلف در دو روش کشت خشکه‌کاری و نشایی مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 3. Analysis of variance of counting the number of nematodes in different orders and suborders in dry direct seeding and transplanting fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Source	Df	Mean Square	Sig.
Order and suborder	4	470466.667	.000
Dry direct seeding or Transplanting	1	77355.556	.178
Order and suborder * Dry direct seeding or Transplanting	4	210800.000	.001
Error	440	42450.505	
Corrected Total	449		

جدول ۴. مقایسه میانگین شمارش تعداد نماتد در رسته‌ها و زیررسته‌های مختلف در دو روش کشت خشکه‌کاری و نشایی در ۵۰ گرم خاک مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 4. Mean comparison of counting the number of nematodes in different orders and suborder in 50 g of soil in dry direct seeding and transplanting culture fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Culture/Nematode	Dorylaimida	Enoplida	Mononchida	Rhabditina	Tylenchina	All nematodes	P-value
Dry direct seeding	220	117	15	95	271	144	0.000
Transplanting	122	113	14	206	133	117	0.000
All fields	171	115	14	151	202	130	0.000
P- value	0.034	0.907	0.812	0.005	0.040	0.204	-

جدول ۵. فراوانی نسبی نماتدهای راسته‌ها و زیرراسته‌های مختلف در دو نوع کشت خشکه‌کاری و نشایی مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 5. Relative abundance (RA) of nematode populations of different orders and suborders in dry direct seeding and transplanting fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Treatment/Nematodes	Dorylaimida	Enoplida	Mononchida	Rhabditina	Tylenchina	All Nematode
Dry direct seeding	64	40	11	40	51	42
Transplanting	44	42	13	60	27	38
All field	54	41	12	50	39	40
P- value	0.058	0.83	0.75	0.059	0.017	-

نشایی مربوط به خانواده Tylenchidae بود و کمترین تعداد نماتد در مزارع کشت خشکه‌کاری مربوط به خانواده‌های Aphelenchidae و Aphelenchoididae بود (جدول ۶ و ۷).

بررسی فراوانی نسبی خانواده‌های زیرراسته Tylenchina در مزارع نشایی و خشکه‌کاری

بیشترین فراوانی نسبی نماتدهای خانواده‌های زیرراسته Tylenchina در مزارع خشکه‌کاری متعلق به خانواده Tylenchidae و Pratylenchidae بود و در مزارع نشایی بیشترین فراوانی نسبی به‌ترتیب متعلق به دو خانواده Tylenchidae و Dolichodoridae بود (جدول ۸).

بررسی شمارش تعداد نماتد در خانواده‌های زیرراسته Tylenchina در مزارع نشایی و خشکه‌کاری

با توجه به جدول شماره ۷ و مقایسه میانگین شمارش تعداد نماتد در خانواده‌های مختلف زیرراسته Tylenchina جمع‌آوری شده از مزارع مختلف برنج مشخص شد که خانواده‌های Pratylenchidae و Tylenchidae در مزارع خشکه‌کاری تعداد نماتد بیشتری داشتند و اختلاف معنی‌داری در تعداد نماتدهای این خانواده‌ها در دو کشت خشکه‌کاری و نشایی وجود دارد. در سایر خانواده‌های جمع‌آوری شده از مزارع برنج اختلاف معنی‌داری در تعداد نماتد در دو شیوه مختلف کشت برنج وجود نداشت. بیشترین تعداد این نماتدها در مزارع خشکه‌کاری و

جدول ۶. واکاوی واریانس شمارش تعداد نماتد در خانواده‌های مختلف زیرراسته Tylenchina در دو روش کشت خشکه‌کاری و نشایی مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 6. Analysis of variance of counting the number of nematodes in different families in dry direct seeding and transplanting fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Source	df	Mean Square	Sig.
family	5	288966.667	.000
Dry direct seeding or Transplanting	1	88166.667	.007
Family * Dry direct seeding or Transplanting	5	48700.000	.001
Error	528	12106.061	
Corrected Total	539		

جدول ۷. مقایسه میانگین تعداد نماتد در خانواده‌های مختلف زیرراسته Tylenchina در دو روش کشت خشکه‌کاری و نشایی برنج در ۵۰ گرم خاک مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 7. Mean comparison of counting the number of nematodes in different families of Tylenchina suborder in dry direct seeding and transplanting culture in 50 g soil fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Family/culture	Dry direct seeding	Transplanting	All fields	P- value
Aphelenchidae	2	2	2	1.000
Aphelenchoididae	2	15	9	0.176
Hoplolaimidae	4	0	2	0.156
Dolichodoridae	24	20	22	0.748
Pratylenchidae	48	2	25	0.004
Tylenchidae	204	93	149	0.043

نماتد در ۵۰ گرم خاک در جنس‌های مختلف زیرراسته Tylenchina جمع‌آوری شده از مزارع مختلف برنج مشخص شد که نماتدهای جنس‌های *Pratylenchus*، *Tylenchorhynchus*

بررسی شمارش تعداد نماتد و فراوانی نسبی جنس‌های زیرراسته Tylenchina در مزارع مختلف نشایی و خشکه‌کاری

با توجه به جدول شماره ۹ و مقایسه میانگین شمارش تعداد

شیوه کشت برنج مشاهده نشد. بررسی فراوانی نسبی جنس‌های مختلف جمع‌آوری شده زیرراسته Tylenchina نشان داد که فقط در سه جنس *Pratylenchus*، *Tylenchus* و *Neopsilenchus* اختلاف معنی‌داری در درصد فراوانی نسبی این نماتدها در دو روش کشت خشکه‌کاری و کشت نشایی وجود دارد که در هر سه جنس به‌صورت معنی‌داری فراوانی نسبی بیشتری در کشت خشکه‌کاری مشاهده شد (جدول ۹).

Heterodera، *Tylenchus* و *Neopsilenchus* در مزارع خشکه‌کاری تعداد نماتد بیشتری در خاک داشتند و اختلاف معنی‌داری بین تعداد نماتد این جنس‌ها در کشت خشکه‌کاری و نشایی وجود داشت. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری در تعداد نماتد در جنس‌های *Aphelenchoides* و *Nagelus* در دو شیوه کشت وجود داشت و تعداد بیشتری نماتد از این دو جنس در کشت نشایی دیده می‌شود. در سایر جنس‌های جمع‌آوری شده از مزارع برنج اختلاف معنی‌داری در تعداد این نماتدها در دو

جدول ۸. فراوانی نسبی خانواده‌های مختلف زیرراسته Tylenchina در دو نوع کشت خشکه‌کاری و نشایی مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 8. Relative abundance (RA) of families of Tylenchina suborder in dry direct seeding and transplanting fields of Shushtar County of Khuzestan province.

Family/culture	Dry direct seeding	Transplanting	All fields	P- value
Aphelenchidae	2	2	2	1.000
Aphelenchoididae	2	7	4	0.312
Hoplolaimidae	4	0	2	0.156
Dolichodoridae	13	13	13	1.000
Pratylenchidae	22	2	12	0.003
Tylenchidae	49	27	38	0.030

جدول ۹. فراوانی نسبی جنس‌های مختلف زیرراسته Tylenchina در دو نوع کشت خشکه‌کاری و نشایی مزارع برنج شهرستان شوشتر استان خوزستان.

Table 9. Relative abundance (RA) of Tylenchina genera in dry direct seeding and transplanting rice field of Shushtar County of Khuzestan province.

Nematode genus	Dry direct seeding	Transplanting	All fields	P- value
<i>Aphelenchus</i>	2	2	2	1.000
<i>Aphelenchoides</i>	2	7	4	0.312
<i>Pratylenchus</i>	18	0	9	0.003
<i>Pratylenchoides</i>	4	2	3	0.563
<i>Merlinius</i>	4	7	6	0.650
<i>Scutylenchus</i>	4	4	4	1.000
<i>Tylenchorhynchus</i>	7	0	3	0.080
<i>Nagelus</i>	0	2	1	0.320
<i>Heterodera</i>	4	0	2	0.156
<i>Basiria</i>	4	2	3	0.563
<i>Tylenchus</i>	42	20	31	0.023
<i>Filenchus</i>	13	13	13	1.000
<i>Neopsilenchus</i>	11	0	6	0.021

نماتد بیشتری در مزارع خشکه‌کاری و نماتدهای Rhabditina با تعداد نماتد بیشتری در مزارع نشایی وجود داشتند. در مورد فراوانی نسبی راسته‌های مختلف نماتدی مشخص شد که فقط در زیرراسته Tylenchina اختلاف معنی‌داری بین فراوانی نسبی این نماتدها در دو نوع کشت وجود داشت که بیشتر در کشت خشکه‌کاری وجود داشتند. در پژوهشی که طی پنج سال در کشور اروگوئه صورت گرفته، مشخص شده است که نماتدهای

بحث

گیاه برنج معمولاً به عنوان یک محصول نیمه‌آبی می‌باشد که به خوبی با شرایط غیرهوازی خاک سازگار شده است. در مورد تعداد نماتد در راسته‌های مهم خشکی‌زی، بررسی و شمارش نماتدهای استخراج شده نشان داد که مجموع تعداد نماتدهای استخراج شده در شیوه خشکه‌کاری بیشتر از خاک مزارع با کشت نشایی بود، نیز نماتدهای Tylenchina و Dorylaimida با تعداد

دارند سازگار است، هرچند برخی از جنس‌ها مانند *Aphelenchoides* و *Nagelus* در کشت نشایی و شرایط غرقابی تعداد نماتد و فراوانی نسبی بیشتری داشته و ممکن است گونه‌های خسارت‌زا به گیاهان داشته باشند.

تعداد نماتد در گرم خاک و فراوانی نسبی گروه‌های مختلف تغذیه‌ای نماتدها در نوع کشت برنج به‌صورت نشایی یا خشکه‌کاری می‌تواند با هم اختلاف معنی‌داری داشته باشد، نماتدهای انگل گیاهی زیرراسته *Tylenchina* با تعداد بیشتری در روش خشکه‌کاری دیده شدند و در کشت نشایی تعداد این نماتدها کمتر بوده که احتمالاً به دلیل اینکه اکثر اعضای این راسته در شرایط رطوبت ظرفیت زراعی مزرعه (FC) رشد و تولید مثل بهتری دارند و در شرایط غرقابی تعداد نماتد و فراوانی آن‌ها کم می‌شود که این موضوع یعنی غرقاب کردن خاک مزرعه مخصوصاً در شرایط دمای بیش از حد بالا یا پایین در برخی موارد یکی از راه‌های کنترل برخی از نماتدهای انگل گیاهی می‌باشد، ولی باید به این نکته نیز توجه نمود که برخی از جنس‌های این راسته مانند *Nagelus* و *Aphelenchoides* در مزارع کشت نشایی بیشتر مشاهده شدند که احتمال وجود گونه‌های انگلی مهم این دو جنس در کشت نشایی وجود خواهد داشت.

سپاسگزاری

نویسنده از شورای محترم آموزشی و پژوهشی دانشگاه لرستان و اعضای شرکت سبزکاوشان زیست کشت به جهت تامین شرایط انجام این پژوهش قدردانی می‌کند.

References

- Andrassy I, 2007. Free-living Nematodes of Hungary, II (Nematoda errantia). Hungarian Natural History Museum, Budapest, Hungary. 496 pp.
- Decraemer W, Hunt DJ, 2006. Structure and classification. In: Perry, R. N. & Moens, M. (eds). Plant Nematology. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. Pp 3–32.
- De Grisse A, 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisées dans l'étude des nematodes phytoparasitaires. *Mededelingen Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen Gent* 34: 351–369.

باکتری‌خوار بیشتر در مزارع غرقابی برنج حضور داشتند و نماتدهای قارچ‌خوار، نماتدهای انگل گیاهی و نماتدهای شکارگر بیشتر در مراتع غیرغرقابی هم‌جوار مزارع غرقابی وجود داشتند (Korenko & Schmidt 2006). در مورد فراوانی نسبی و تعداد نماتد در خانواده و جنس‌های نماتدهای انگل گیاهی *Tylenchina* مشخص شد که این نماتدها اکثراً در مزارع خشکه‌کاری با تعداد بیشتری وجود دارند هم‌چنین در تحقیقات مرتبط در کشور اروگوئه مشخص شد که برخی از نماتدها مانند جنس‌های *Heterodera* و *Tylenchorhynchus* با تعداد بیشتر در مراتع غیرغرقابی هم‌جوار مزارع غرقابی وجود داشتند (Korenko & Schmidt 2006)، و در کشور کنیا نماتدهای *Heterodera* و *Tylenchus* در مزارع غیرغرقابی مرتفع بارانی برنج مشاهده شدند (Namu et al. 2017). در بررسی تعداد نماتد در جنس‌های مختلف زیرراسته *Tylenchina* در مزارع برنج شهرستان شوشتر مشخص شد که نماتدهای *Pratylenchus*، *Tylenchorhynchus*، *Tylenchus* و *Heterodera* در مزارع خشکه‌کاری تعداد و فراوانی نسبی بالاتری داشتند و در جنس‌های *Aphelenchoides* و *Nagelus* با تعداد بیشتری در کشت نشایی دیده می‌شوند. این تحقیق نشان داد که اکثر نماتدهای انگل گیاهی در شرایط خشکه‌کاری تعداد نماتد و فراوانی نسبی بیشتری دارند و کشت برنج به‌صورت خشکه‌کاری هرچند دارای مزیت‌های زیادی است ولی در مورد نماتدهای انگل گیاهی این نوع کشت باعث افزایش تعداد نماتد و فراوانی بیشتر نماتدهای انگل گیاهی نسبت به کشت نشایی می‌شود که این موضوع از نظر زیست‌شناسی خیلی از نماتدهای انگل گیاهی *Tylenchina* که در رطوبت کم آب اطراف ذرات خاک حرکت، رشد و زنده‌مانی بیشتری نسبت به شرایط غرقابی

- Farooq M, Wahid A, Lee DJ, Ito O, Siddique KHM, 2009. Advances in drought resistance of rice. *Critical Reviews in Plant Sciences* 28: 199–217.
- Fenwick DW, 1940. Methods for recovery and counting of *H. schachtii* from soil. *Journal of Helminthology* 18: 155–17.
- Gao XP, Zou CQ, Fan XY, Zhang FS, Hoffland E, 2006. From flooded to transplanting zinc conditions in rice cultivation: consequences for uptake. *Plant Soil* 280: 41–47.
- Geraert E, 2008. The Tylenchidae of the world- Identification of the family Tylenchidae (Nematoda).

- Gent, Academia Press. 540 pp.
- Geraert E, 2011. The Dolichodoridae of the World, Identification of the Family Dolichodoridae. Academia Press, Ghent, Belgium. 520 pp.
- Geraert E, 2013. The Pratylenchidae of the World, Identification of the Family Pratylenchidae (Nematoda: Tylenchida). Academia Press, Ghent, Belgium. 430 pp.
- Gianessi LP, Silvers CS, Sankula S, Carpenter JE, 2002. Plant Biotechnology: Current and Potential Impact for Improving Pest Management in U.S. Agriculture, an Analysis of 40 Case Studies. National Centre for Food and Agricultural Policy, Washington, DC.
- Korenko V, Schmidt C, 2006. Effects of agricultural practices in the rice crop system on nematode communities in Uruguay. *Nematologia Mediterranea* 34: 151–159.
- Kyndt T, Fernandez D, Gheysen G, 2014. Plant-parasitic nematode infections in rice: molecular and cellular insights. *Annual Review of Phytopathology* 52(1): 135–153.
- Latif MA, Haque A, Tajul MI, Monsur MA, Rafi MR, 2013. Interactions between the nematodes *Ditylenchus angustus* and *Aphelenchoides besseyi* on rice: population dynamics and grain yield reduction. *Phytopathologia Mediterranea* 52(3): 490–500.
- Maleki Ziyarti S, Aghajani MA, Klasangiani MA, 2010. Introduction of some parasitic nematodes of rice plants in Golestan Province. *Biseasonal Journal of Plant Protection Extension* 6: 52–60. (In Persian with English abstract).
- Ministry of Agriculture Jihad, 2018. Agricultural statistics for the crop year 1395-1396. Volume 1: Crops. Ministry of Agriculture, Deputy for Planning, Information and Communication Technology Center. 116 pages. (In Persian).
- Ministry of Agriculture Jihad, 2023. Agricultural statistics for the crop year 1401-1402. Volume 1: Crops. Ministry of Agriculture, Deputy for Planning, Information and Communication Technology Center. 126 pages. (In Persian).
- Namu J, Karuri H, Alakonya A, Nyaga J, Njeri E, 2017. Distribution of parasitic nematodes in Kenyan rice fields and their relation to edaphic factors, rainfall and temperature. *Tropical Plant Pathology* 43(2): 128–137. <https://doi.org/10.1007/s40858-017-0194-9>
- Ntanos D, 2001. Strategies for rice production and research in Greece. In: Chataigner, J. (eds). Research Strategies for Rice Development in Transition Economies. Ciheam-Iamm, Montpellier, France, Pp. 115–122.
- Nzogela YB, Landschoot S, Kihupi AL, Coyne DL, Gheysen G, 2020. Pathogenicity of the root-lesion nematode, *Pratylenchus zaeae*, on rice genotypes under different hydro-ecologies in Tanzania. *Nematology* 22: 221–233.
- Pandey S, Velasco L, 2005. Trends in crop establishment methods in Asia and research issues. In: Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century. *Proceedings of the World Rice Research Conference*, 4-7 November, Tsukuba, Japan, pp.178–181.
- Pankaj AK, Pandey RN, 2012. Severe damage caused by the root-lesion nematode, *Pratylenchus thornei*, in transplanting rice in India. *Nematologia Mediterranea* 40: 79–81.
- Pedramfar H, Pourjam E, Kheyri A, 2001. Plant parasitic nematodes associated with rice in Guilan province, Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 37: 285–302 (In Persian with English abstract).
- Pratley JE, Flower R, Heylin E, Sivapalan S, 2004. Integrated weed management strategies for the rice weeds *Cyperus difformis* and *Alisma plantago-aquatica*. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC) Project No USC 20A.
- Rao AN, Johnson DE, Sivaprasad B, Ladha JK, Mortimer AM, 2007. Weed management in direct-seeded rice. *Advances in Agron* 93: 153–255.
- Rusique L, Maleita C, Abrantes I, Palomares-Rius JE, Inácio ML, 2021. *Meloidogyne graminicola*—A Threat to Rice Production: Review Update on Distribution, Biology, Identification, and Management. *Biology* 10: 1163. <https://doi.org/10.3390/biology10111163>
- Saleque MA, Kirk GJD, 1995. Root induced solubilization of phosphate in the rhizosphere of lowland rice. *New Phytologist* 129: 325–336.
- Shahabi S, Ahmad Kheiri A, Rakhshandehroo F, Jamali S, 2016. Occurrence and distribution of nematodes in rice fields in Guilan province, Iran and the first record of *Mylonchulus polonicus* (Stefanski, 1915) Cobb, 1917 (Nematoda: Mononchina). *Journal of plant*

Protection Research 56(4): 420–429.

Singh Y, Singh G, Johnson D, Mortimer M, 2005. Changing from transplanted rice to direct seeding in the rice–wheat cropping system in India. In: Rice is Life: Scientific Perspectives for the 21st Century, Tsukuba, Japan: *Proceedings of the World Rice*

Research Conference, 4-7 November, Tsukuba, Japan, pp. 198–201.

Whithead AG, Haemming JR, 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting vermiform nematodes from soil. *Annual Applied Biology* 55: 25–38.