

تأثیر تغذیه از قارچ‌های مختلف بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماتد نوک سفیدی برگ برنج (*Aphelenchoides besseyi*) در شرایط آزمایشگاهی

محمد رومیانی[✉]، رضا بهزادی امین و فریبا محمدی زامله

بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

[✉]پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: mohammad.rumiani@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۱ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۳۱ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۲

چکیده

نماتد نوک سفیدی برگ برنج (*Aphelenchoides besseyi*)، به عنوان یکی از مهم‌ترین نماتدهای انگل توانایی تغذیه از قارچ را نیز دارد. در این بررسی، تأثیر تغذیه از چهار قارچ خاک‌زی بر شاخص‌های ریخت‌سنجی این نماتد مطالعه گردید. بدین منظور، بافت طوقه گیاه آلوده به *A. besseyi* روی محیط کشت قرار داده شد. پس از ۴۸ ساعت این نماتد و قارچ *Fusarium sp.* روی محیط کشت ظاهر گردیدند. مشخصات نماتدهای جدا شده از محیط کشت، به عنوان جمعیت اولیه با استفاده از میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد. نماتد روی قارچ‌های *Bipolaris sp.*، *Curvularia sp.*، *Fusarium sp.* و *Urocladium sp.* به مدت سه ماه درون انکوباتور با دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد تکثیر گردید. نماتدها با روش سینی استخراج و اندازه‌گیری‌های لازم انجام شد. نماتدهای تغذیه‌کننده از هر کدام از قارچ‌ها روی سایر قارچ‌ها به مدت شش ماه نگهداری و مشخصات آن‌ها بررسی گردید. نتایج نشان داد *A. besseyi* قادر است از قارچ‌های مورد مطالعه تغذیه کند ولی این قارچ‌ها منبع غذایی مطلوبی برای نماتد نبودند. به استثناء فاصله ابتدای بدن تا انتهای غدد مری، میانگین سایر اندازه‌ها در جمعیت‌های تغذیه‌کننده از قارچ نسبت به جمعیت اولیه کاهش یافت. این کاهش در افراد نر نسبت به ماده بیشتر بود. طول و عرض بدن در قسمت‌های مختلف، فاصله بین ابتدای بدن تا حباب میانی، انتهای غدد مری، روزنه دفعی-ترشچی، شکاف تناسلی یا مخرج و طول کیسه عقبی رحم تحت تأثیر تغذیه از قارچ‌ها قرار گرفتند. ولی طول استایلت افراد نر و ماده، هم‌چنین شاخص V کمترین تغییرات را در جمعیت‌های مورد مطالعه نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تاکسونومی، تنوع درون‌گونه‌ای، نماتد انگل گیاهی، Aphelenchoididae

Effect of feeding on various fungi on morphometric indices of the rice white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) under laboratory conditions

Mohammad Rumiani[✉], Reza Behzadi Amin and Fariba Mohammadi Zameleh

Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

[✉]Corresponding author E-mail: mohammad.rumiani@yahoo.com

Received: 2025/07/02 Revised: 2025/07/22 Accepted: 2025/07/24

Abstract

The white-tip nematode, *Aphelenchoides besseyi* is an important plant-parasitic nematode that can also feed on fungi. In this study the effect of feeding on four soil-inhabiting fungi on the morphological and morphometric characteristics of *A. besseyi* was investigated. For this purpose, the crown tissue of an infected rice plant was cultured on potato dextrose agar medium. After 48 hours, *A. besseyi* and *Fusarium* sp. were appeared on the medium. The morphological and morphometric indices of the nematodes extracted from the media, as the initial population were measured using a light microscope. The nematodes were grown on the fungi *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., *Urocladium* sp. and *Fusarium* sp. at 25-27°C for three months. Later on, the nematodes were extracted by the tray method and morphometrical measurements performed. Isolated nematodes from each fungus were kept on the other fungi for six months and their characteristics studied. The results showed that *A. besseyi* was able to feed on the fungi but they were not suitable food sources for the nematode. Except the distance from anterior end to the end of pharyngeal glands, the means of other measurements of the populations fed with the fungi were decreased compared to the initial population. Body length, body width at different parts, the distance between anterior end to the center of median bulb, the end of pharyngeal glands, secretory-excretory pore, vulva, anus and post-vulval uterine sac were affected by feeding on the fungi. However, male and female stylet length and V value showed the least variation in the studied populations

Keywords: Aphelenchoididae, intraspecific diversity, plant-parasitic nematode, taxonomy

How to cite: Rumiani, M., Behzadi Amin, R. & Mohammadi Zameleh, F. 2025. Effect of feeding on various fungi on morphometric indices of the rice white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi*) under laboratory conditions. Iranian J. of Nematology 1(1), 103-117.

مقدمه

برنج از غلات پرمصرف دنیا و از نظر اقتصادی دارای جایگاه ویژه‌ای می‌باشد. بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۲۰ میلادی سطح زیر کشت این محصول در ایران ۴۲۲۷۴۶ هکتار و میزان تولید آن دو میلیون تن بوده است (FAOSTAT 2020). میزان تولید تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله نماتدهای انگل گیاهی قرار می‌گیرد. Christie, 1942 *Aphelenchoides besseyi* عامل نوک سفیدی برگ برنج یکی از بیماری‌های مهم این محصول با ارزش است. این نماتد از طریق بذر به سادگی منتشر شده و در اکثر شالیزارهای دنیا وجود دارد (Rajan & Mathur 1990, Bridge et al. 2005). میزان خسارت نماتد نوک سفیدی برگ برنج در کشورهای مختلف متفاوت است. خسارت این نماتد در ایالات متحده در سه سال متوالی به ترتیب ۱۷/۵، ۴/۹ و ۶/۶ درصد محصول گزارش شده است (Atkins & Todd 1959). کاهش عملکرد آن در کشور ایتالیا ۶۵ درصد بیان شده است (Cotroneo & Moretti 2001). میزان خسارت این نماتد در غرب کشور برزیل در مقایسه با سطوح آلودگی گزارش شده در صد عدد بذر کم‌تر بوده و تنها در برخی مواقع به حد بالایی می‌رسد (Bridge et al. 2005). در خصوص میزان خسارت این نماتد در ایران اطلاعات اندکی در دسترس می‌باشد. در مطالعه‌ای حداقل جمعیت مورد نیاز این نماتد برای ایجاد علائم روی برنج و کاهش عملکرد آن در شرایط میکروپلات ۵۰۰ و در گلخانه ۳۰۰ نماتد گزارش شده است (Jamali et al. 2009).

نماتد نوک سفیدی برگ برنج نه تنها از گیاهان بلکه از قارچ‌های متعددی تغذیه می‌کند. تاکنون این نماتد روی تعداد زیادی از قارچ‌ها از جمله *Alternaria tenuis* (Todd and Atkins 1958)، *Fusarium solani* (Huang et al. 1972)، *Aureobasidium pullulans* (Huang et al. 1979)، *Helminthosporium oryzae*، *A. padwickii moniliforme* (Rajan et al. 1985)، *Curvularia sp.*، *C. lunata*، *F. proliferatum*، *F. verticillioide* (1989)، *Pyricularia*، *Bipolaris oryzae*، *Magnaporthe salvinii*، *oryzae* (Jamali et al. 2008)، *Macrophomina phaseolina*، *Botrytis cinerea* و *Colletotrichum gloeosporioides* (Oliveira et al. 2022) در آزمایشگاه تکثیر شده است.

این نماتد اولین بار توسط خیری (۱۹۷۲) از ایران گزارش گردید و تاکنون وجود آن در مناطق مختلف کشور اعلام شده است (Talatschian & Akhiani 1976, Tanha Maafi & Mahdavian 1993, Elahinia & Mahdavian 1998,

Pedramfar et al. 2001, Jamali et al. 2006, Rumiani et al. 2018).

مطالعات متعددی مبنی بر تأثیر تغذیه و شرایط محیطی بر شاخص‌های ریخت‌شناختی نماتدها وجود دارد. برخی از این‌ها نشان داده است که شاخص *a*، خمیدگی (Das & Bajaj 2005) و طول بدن گونه *Ditylenchus myceliophagus* (Brzeski 1982, Evans & Fisher 1970, Fortuner 1967) تحت تأثیر رژیم غذایی، میزبان‌های قارچی و مدت زمان تغذیه روی این میزبان‌ها قرار می‌گیرد. هم‌چنین تنوع طول بدن *D. destructor* بعد از تغذیه از گیاهان مختلف مشاهده شده است (Thorne & Allen 1959, Goodey 1952, Wu 1960). اشتورهان و برزسکی (۱۹۹۱) نیز به تأثیر شرایط محیطی و رژیم غذایی بر اندازه بدن جنس *Ditylenchus* اشاره کرده‌اند.

مطالعات زیادی در خصوص قارچ‌های مورد تغذیه نماتد نوک سفیدی برنج و نرخ تکثیر نماتدها روی آن انجام شده است ولی تاکنون شاخص‌های نماتد پس از تغذیه از قارچ‌های مختلف مورد بررسی دقیق قرار نگرفته است. لذا هدف از این پژوهش بررسی تأثیر تغذیه از قارچ‌های *Urocladium*، *Bipolaris*، *Curvularia* و *Fusarium* بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماتد *A. besseyi* بوده است.

مواد و روش‌ها

استخراج و تکثیر نماتدها

بوته‌های برنج دارای علائم بیماری نوک سفیدی از منطقه کامفیروز استان فارس جمع‌آوری و پس از شست‌وشوی سطحی، طوقه آن‌ها روی محیط کشت سیب‌زمینی-دکستروز-آگار (PDA) کشت داده شد. پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت نماتدهای سنین مختلف (نرها، ماده‌ها و لاروها) به همراه قارچ *Fusarium sp.* محیط کشت ظاهر شدند. نماتدها به روش سینی (Whitehead 1965 & Hemming) استخراج و با استفاده از کلیدهای معتبر (Sandwal 1961, Shahina 1996)، به عنوان نماتد نوک سفیدی برنج تشخیص داده شدند. مشخصات ریخت‌سنجی این جمعیت به عنوان جمعیت اولیه با استفاده از میکروسکپ نوری، دوربین و نرم‌افزار DinoCapture 2.0 اندازه‌گیری گردید.

تکثیر نماتدها روی قارچ‌های مختلف

جمعیت اولیه نماتد نوک سفیدی برنج روی تعدادی از قارچ‌های موجود در کلکسیون قارچ‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز شامل *Curvularia sp.*، *Bipolaris sp.*

تأثیر تغذیه از قارچ بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماندهای ماده

تغذیه از قارچ در اکثر جمعیت‌ها باعث کاهش میانگین طول بدن، فاصله ابتدای بدن تا مرکز حباب میانی، دریاچه بین مری و روده، روزنه دفعی-ترش‌حی، شکاف تناسلی و مخرج، هم‌چنین فاصله شکاف تناسلی تا مخرج، طول دم و عرض بدن در قسمت‌های مختلف گردید. کم‌ترین طول بدن، فاصله ابتدای بدن تا شکاف تناسلی و مخرج، هم‌چنین عرض بدن در تیمارهای تغذیه ۹۰ روزه نماتد از قارچ‌های *Curvularia* sp.، *Bipolaris* sp.، *Urocladium* sp. و *Fusarium* sp. مشاهده شد. بیشترین کاهش در عرض بدن اتفاق افتاد و تغذیه از قارچ باعث گردید که این شاخص در همه تیمارها کاهش یابد. در مقابل با افزایش طول هم‌پوشانی غدد مری، میانگین فاصله ابتدای بدن تا انتهای غدد مری در همه تیمارهای قارچی با ۴۲ درصد افزایش نسبت به جمعیت اولیه، بالاترین میزان را به خود اختصاص داد و از ۱۰۳ میکرومتر در جمعیت اولیه به ۱۴۶ میکرومتر در سایر جمعیت‌ها رسید. با این افزایش، میانگین شاخص b' با ۳۴/۶ درصد کاهش نسبت به جمعیت اولیه بیشترین کاهش را داشت و از ۷/۱ در جمعیت اولیه به ۴/۶ رسید.

تأثیر تغذیه از قارچ بر برخی از شاخص‌ها از جمله طول استایلت، کیسه عقبی رحم و دم، هم‌چنین شاخص V جزئی بود. میانگین طول استایلت از (۹/۹-۱۳) ۱۱/۳ در جمعیت اولیه به (۹/۱-۱۳) ۱۰/۷ در جمعیت‌های تغذیه شده با قارچ‌ها کاهش یافت. طول استایلت در جمعیت اولیه و جمعیت‌های تغذیه شده به مدت شش ماه با قارچ *Bipolaris*، شامل تیمارهای *Fus-Bip*، *Bip-Bip*، *Cur-Bip* و *Uro-Bip* بالاتر از سایر تیمارها بود. تغذیه از قارچ‌های مختلف فقط باعث وسیع‌تر شدن دامنه شاخص V از ۶۵/۲ تا ۷۳/۴ به ۶۱/۳ تا ۷۵/۶ گردید و بر میانگین آن (۶۹/۵ و ۶۹/۳، به ترتیب در جمعیت اولیه و جمعیت‌های تغذیه شده با قارچ) تأثیری نداشت (جدول ۱).

مقایسه نسبت بیش‌ترین میانگین هر کدام از شاخص‌ها به کم‌ترین آن در تیمارهای مختلف نشان داد که تأثیر تیمارهای قارچی بر شاخص‌های مختلف نماتد به یک اندازه نبود. پایین‌ترین نسبت به ترتیب در شاخص V و طول استایلت و بالاترین آن در فاصله ابتدای بدن تا انتهای غدد مری، شاخص b' و طول کیسه عقبی رحم مشاهده گردید (جدول ۲).

(*Bip*)، (*Urocladium* sp. (*Uro*) و (*Fusarium* sp. (*Fus*) درون انکوباتور با دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری و تکثیر شد. جهت تکثیر، یک فرد نماتد نر و یک فرد نماتد ماده حاصل از جمعیت اولیه به مدت ۴۵ دقیقه در محلول آنتی‌بیوتیک‌ها (شامل پنی‌سیلیوم جی ۵۰ mg/l، سولفات استرپتومایسین ۱۰ mg/l) ضد عفونی ۵۰، جنتامایسین ۳۰ mg/l و کلرامفنیکل ۱۰ mg/l) ضد عفونی سطحی گردید. سپس نماتدها سه بار در آب مقطر سترون شستشو داده شده و به محیط کشت حاوی قارچ‌های مختلف منتقل گردیدند. پس از گذشت ۹۰ روز نماتدها با استفاده از روش سینی استخراج و از آن‌ها اسلایدهای دائمی تهیه گردید. سپس ۱۰ نماتد نر و ۱۰ نماتد ماده از هر کدام از محیط کشت‌های قارچی جمع‌آوری و با استفاده از میکروسکوپ نوری، دوربین و نرم‌افزار DinoCapture اندازه‌گیری شدند.

نماتدهای استخراج شده از هر کدام از قارچ‌ها روی سه قارچ دیگر تکثیر شدند (از هر نماتد نر و ماده پنج فرد). بدین صورت که نماتدهای تکثیر شده روی *Fusarium* به محیط کشت‌های دارای *Uro*، *Bip* یا *Cur*، نماتدهای تکثیر شده روی *Urocladium* به محیط کشت‌های دارای *Fus*، *Bip* و *Cur*، نماتدهای تکثیر شده روی *Bipolaris* به محیط کشت‌های دارای *Fus*، *Uro* و *Cur* و نماتدهای تکثیر شده روی *Curvularia* به محیط کشت‌های *Fus*، *Uro* و *Bip* انتقال داده شدند و به مدت ۱۸۰ روز در دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. در طول زمان آزمایش، جهت جلوگیری از افزایش جمعیت نماتد و حذف اثر منفی رقابت، هر ۱۰ روز یک بار تجدید کشت انجام شد. به این ترتیب که پنج فرد نماتد نر و پنج فرد نماتد ماده از جمعیت کشت شده، به پتری جدید انتقال یافتند. پس از گذشت زمان لازم، نماتدها با روش سینی استخراج و به گلیسرین منتقل شدند. سپس از آن‌ها اسلایدهای دائمی تهیه گردید و مشخصات ریخت‌سنجی اندازه‌گیری و میانگین و انحراف استاندارد هر کدام از شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel محاسبه شد.

نتایج

نتایج این مطالعه نشان داد که نوع رژیم غذایی و مدت زمان تغذیه بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماتد نوک سفیدی برگ برنج تأثیر دارد. داده‌های حاصل از بررسی ریخت‌سنجی افراد نر و ماده جمعیت‌های مختلف در جدول‌های ۱ تا ۴ ارائه شده است.

جدول ۱. مشخصات ریخت‌سنجی نماتدهای ماده جمعیت اولیه *Aphelenchoides besseyi* و ۲۰ جمعیت تغذیه شده با قارچ‌های *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., *Urocladium* sp. و *Fusarium* sp. {اندازه‌ها بر حسب میکرومتر و داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار (دامنه) می‌باشد}.

Table 1. Morphometric characteristics of females of the initial population of *Aphelenchoides besseyi* and 20 populations fed by *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., *Urocladium* sp. and *Fusarium* sp. {All measurements are in μm and data are mean $\pm$ standard deviation (range)}.

Characters/ Populations	Initial population	Population fed with fungi	CV	Means ratio (%) [*]
n	10	212	-	-
L	733 $\pm$ 69 (606-828)	671 $\pm$ 83 (474-835)	12.3	91.6
a	36.8 $\pm$ 2.5 (30.9-40.7)	42.9 $\pm$ 3.4 (30.9-50.7)	7.9	117
b	9.2 $\pm$ 0.4 (8.6-10.0)	9 $\pm$ 0.7 (7.0-11.5)	8.6	97.4
b'	7.1 $\pm$ 0.5 (5.8-7.6)	4.6 $\pm$ 0.7 (3.6-7.6)	15.8	65.4
c	17 $\pm$ 1 (15.0-18.1)	16 $\pm$ 1.3 (12.3-21.8)	8.3	94.3
c'	3.5 $\pm$ 0.1 (3.1-3.8)	4 $\pm$ 0.3 (2.9-5.0)	8.8	115
V	69.5 $\pm$ 2.1 (65.2-73.4)	69.3 $\pm$ 1.5 (61.3-75.6)	2.3	99.7
Stylet	11.3 $\pm$ 1.1 (9.9-13)	10.7 $\pm$ 0.6 (9.1-13.0)	6.5	94.5
Anterior end to center of median bulb	65.5 $\pm$ 4.6 (55.0-69.4)	62.3 $\pm$ 5.1 (42.7-70.4)	8.2	95.0
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	78.7 $\pm$ 4.8 (68.5-83.6)	74.1 $\pm$ 5.8 (53.5-84.6)	7.8	94.1
Anterior end to end of pharyngeal glands	103 $\pm$ 7.9 (93-117)	146 $\pm$ 17 (93-179)	11.6	142
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	85.3 $\pm$ 9.4 (71-99)	80.7 $\pm$ 6.4 (64-99)	8.0	94.6
Anterior end to nerve ring	83.9 $\pm$ 6.4 (69-89)	77.4 $\pm$ 6.8 (51.8-89)	8.9	92.3
Anterior end to vulva	509 $\pm$ 40.8 (445-584)	466 $\pm$ 58 (325-591)	12.5	91.5
Anterior end to anus	690 $\pm$ 66 (566-781)	630 $\pm$ 80 (436-789)	12.6	91.4
Vulva to anus distance (V-A)	181 $\pm$ 30.5 (121-232)	164 $\pm$ 25 (92-232)	15.4	91.0
Lip region height	3.3 $\pm$ 0.5 (2.1-4.1)	2.6 $\pm$ 0.2 (2.1-4.1)	10.8	80.4
Lip region width	6.4 $\pm$ 0.5 (5.2-7.2)	5.8 $\pm$ 0.4 (4.8-8.8)	8.1	90.6
Median bulb width	11 $\pm$ 0.5 (10.1-12.0)	9.7 $\pm$ 0.8 (8.0-12.6)	9.1	88.9
Median bulb length	16.3 $\pm$ 0.9 (14.9-18.0)	14.2 $\pm$ 1.1 (11.5-18.0)	7.8	87.1
Post-vulval uterine sac	53.7 $\pm$ 6.9 (43.6-62.5)	51.4 $\pm$ 7.9 (19.2-70.4)	15.5	95.7
Post-vulval uterine sac /V-A (%)	30.7 $\pm$ 8 (21.0-49.7)	31.7 $\pm$ 5.6 (14.3-69.5)	17.8	103
Tail	42.9 $\pm$ 2.5 (39.5-47.5)	41.8 $\pm$ 3.9 (29.7-56)	9.5	97.4
Body width	19.8 $\pm$ 1 (17.9-21.9)	15.6 $\pm$ 1.7 (12.2-21.9)	11.4	78.8
Anal body width	12.2 $\pm$ 0.9 (11.1-14.2)	10.4 $\pm$ 1.2 (7.8-14.2)	11.8	85
Stylet / L %	1.5 $\pm$ 0.2 (1.1-2.1)	1.6 $\pm$ 0.2 (1.1-2.3)	12.7	103
S. E. pore / L %	11.7 $\pm$ 1.2 (10.2-13.6)	12.1 $\pm$ 1 (9.5-15.1)	8.9	104

*: نسبت میانگین شاخص‌های نماتد *A. besseyi* تغذیه‌شده با قارچ‌های مختلف به شاخص‌های جمعیت اولیه (جداسازی شده از گیاهان آلوده) بر حسب درصد.

*: The ratio of nematode indices means of *A. besseyi* fed with fungi to initial population (isolated from the infected plant) in percent

جدول ۲. میانگین مشخصات ریخت‌سنجی نماندهای ماده جمعیت اولیه *Aphelenchoides besseyi* و ۲۰ جمعیت تغذیه شده به مدت سه یا شش ماه با قارچ‌های *Curvularia* sp. (*Cur*), *Bipolaris* sp. (*Bip*), *Urocladium* sp. (*Uro*) و *Fusarium* sp. (*Fus*) (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر می‌باشد).

Table 2. Means morphometric characteristics of females of the initial population of *Aphelenchoides besseyi* and 20 populations fed for three or six months with *Curvularia* sp. (*Cur*), *Bipolaris* sp. (*Bip*), *Urocladium* sp. (*Uro*) and *Fusarium* sp. (*Fus*). (All measurements are in micrometers).

Characters/Populations	Initial population n	<i>Bip</i> ^{3*}	<i>Cur</i> ³	<i>Uro</i> ³	<i>Fus</i> ³	<i>Cur</i> ³ → <i>Fus</i> ^{6*}	<i>Uro</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶
n	10	10	10	10	10	10	10	10
L (μm)	733	580	570	539	576	601	636	664
a	36.8	42.2	40.9	38.6	41.7	40.8	41.5	41.9
b	9.3	8.5	8.1	8.5	8.4	8.8	9.3	8.6
b'	7.1	4.2	4.2	4.4	4.3	4.5	4.6	4.2
c	17.0	14.2	15.1	14.3	14.5	15.4	15.7	16.4
c'	3.5	4.4	4.3	4.1	4.3	4.0	4.2	3.8
v	69.6	69.3	69.8	68.6	69.0	69.9	69.3	68.5
Stylet	11.4	10.9	10.5	11.1	10.6	10.4	10.8	10.8
Anterior end to center of median bulb	65.6	56.8	58.4	53.6	60.5	54.8	56.8	62.9
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	78.8	68.9	70.3	63.7	68.7	68.9	69.7	77.2
Anterior end to end of pharyngeal glands	103	139.9	136.5	123.9	135	133	140	157
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	85.4	75.0	75.7	70.1	74.6	73.6	81.2	82.1
Anterior end to nerve ring	83.9	73.7	74.8	65.7	73.7	68.7	67.1	76.3
Anterior end to vulva	509	402	398	370	397	420	440	455
Anterior end to anus	690	539	532	502	539	562	595	624
Vulva to anus distance	181	137	134	131	142	141	155	169
Lip region height	3.3	2.7	2.7	2.6	2.9	2.6	2.5	2.5
Lip region width	6.4	5.8	5.5	5.5	5.4	5.7	5.8	5.7
Median bulb width	11.0	9.0	9.3	9.1	9.2	9.6	9.6	9.9
Median bulb length	16.4	13.9	13.7	13.1	14.3	14.2	14.2	14.7
Post-vulval uterine sac	53.7	46.8	53.0	44.2	36.4	41.7	45.7	45.8
Tail	43.0	40.9	38.0	37.8	40.6	39.1	40.6	40.5
Body width	19.9	13.7	14.0	14.0	14.1	14.8	15.3	15.9
Vulval body width	18.2	13.2	13.0	13.5	12.7	13.8	14.3	14.1
Stylet / L %	1.6	1.9	1.8	2.1	1.8	1.7	1.7	1.6
S. E. pore / L %	11.8	12.9	13.2	13.1	13.0	12.2	12.7	12.4

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued.

Characters/Populations	<i>Cur</i> ³ → <i>Bip</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Uro</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Cur</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶	<i>Bip</i> ³ → <i>Bip</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Bip</i> ⁶	<i>Bip</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶
n	11	11	10	10	10	10	10
L(μm)	754	696	699	734	697	756	645
a	44.8	46.5	44.3	46.4	42.5	43.6	42.8
b	9.6	9.2	9.1	9.5	9.2	9.5	8.8
b'	4.8	4.7	4.9	5.1	4.5	4.8	4.2
c	16.2	16.9	16.7	15.7	16.5	16.1	16.0
c'	4.0	3.9	4.0	4.3	3.8	4.0	4.4
v	69.2	69.6	69.4	68.2	69.7	69.1	70.6
Stylet	11.3	10.9	10.9	11.1	11.4	11.4	10.1
Anterior end to center of median bulb	64.9	64.3	63.5	64.4	63.9	66.2	63.8
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	78.4	76.5	76.8	77.6	75.8	79.3	73.3
Anterior end to end of pharyngeal glands	158	148	145	148	156	159	152
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	84.1	83.7	86.2	86.1	82.7	83.4	83.8
Anterior end to nerve ring	79.9	81.5	82.6	81.7	81.3	79.9	79.7
Anterior end to vulva	521	485	485	501	486	522	455
Anterior end to anus	707	655	657	688	659	708	609
Vulva to anus distance	186	170	172	186	172	186	154
Lip region height	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7
Lip region width	6.0	5.5	5.6	6.1	6.0	6.3	5.9
Median bulb width	10.4	9.1	9.6	9.9	10.3	11.0	9.8
Median bulb length	15.0	13.2	14.0	13.9	14.4	15.7	13.9
Post-vulval uterine sac	56.6	55.8	55.7	52.0	52.9	57.7	51.7
Tail	46.6	41.3	41.9	46.8	42.1	47.3	40.6
Body width	16.9	15.0	15.8	15.9	16.4	17.4	15.1
Vulval body width	16.0	14.4	14.8	15.1	15.3	16.4	14.1
Stylet / L %	1.5	1.6	1.6	1.5	1.7	1.5	1.6
S. E. pore / L %	11.2	11.8	12.4	11.8	12.2	11.1	12.4

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued.

Characters/Populations	<i>Bip</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶	<i>Cur</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Uro</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶	<i>Bip</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶	<i>Uro</i> ³ → <i>Bip</i> ⁶	Maximum/ minimum
n	10	10	10	10	10	10	-
L (μm)	729	751	658	749	623	693	1.4
a	42.8	47.9	42.8	43.6	43.4	45.1	1.3
b	9.7	9.6	8.8	9.8	8.8	9.0	1.2
b'	4.3	5.0	4.3	4.9	4.7	4.4	1.7
c	16.8	17.5	16.9	17.3	15.8	16.4	1.2
c'	3.7	4.0	3.8	3.9	4.1	4.0	1.3
V	70.6	70.0	69.9	69.2	68.6	69.3	1.03
Stylet	10.5	10.3	10.0	10.3	10.0	11.1	1.1
Anterior end to center of median bulb	64.3	66.4	64.4	65.8	61.2	65.7	1.2
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	74.9	77.8	75.0	76.6	71.1	76.9	1.2
Anterior end to end of pharyngeal glands	170	149	152	153	134	159	1.7
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	83.6	83.7	79.8	81.8	77.8	83.4	1.2
Anterior end to nerve ring	80.5	83.6	79.9	80.6	72.7	80.2	1.3
Anterior end to vulva	514	525	461	518	427	480	1.4
Anterior end to anus	685	712	619	705	584	651	1.4
Vulva to anus distance	171	186	158	188	157	171	1.4
Lip region height	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	1.4
Lip region width	6.1	5.9	5.7	5.8	5.2	6.0	1.2
Median bulb width	11.0	9.8	9.4	10.4	8.7	10.0	1.3
Median bulb length	15.5	14.3	13.2	14.1	13.6	14.8	1.3
Post-vulval uterine sac	59.4	57.7	52.5	54.1	47.4	53.5	1.6
Tail	43.5	43.1	39.4	43.3	39.4	42.3	1.2
Body width	17.1	15.7	15.4	17.2	14.4	15.5	1.4
Vulval body width	16.1	15.3	14.7	15.9	13.5	14.6	1.4
Stylet / L %	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6	1.6	1.5
S. E. pore / L %	11.5	11.1	12.1	11.0	12.7	12.0	1.2

*: اعداد سه و شش نشان‌دهنده مدت زمان تغذیه (ماه) نماتد از قارچ‌ها است.

**: علامت پیکان نشان‌دهنده ترتیب تغذیه نماتد از قارچ‌ها است.

*: Numbers three and six indicate the feeding time (months) of the nematode on the fungi

**: The arrow sign indicates the order of nematode feeding on the fungi

جدول ۳. مشخصات ریخت‌سنجی نماتدهای نر جمعیت اولیه *Aphelenchoides besseyi* و ۲۰ جمعیت تغذیه شده با قارچ‌های *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., *Urocladium* sp. و *Fusarium* sp. {اندازه‌ها بر حسب میکرومتر و داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار (دامنه) می‌باشد}.

Table 3. Morphometric characteristics of males of the initial population of *Aphelenchoides besseyi* and 20 populations fed by *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., *Urocladium* sp. and *Fusarium* sp. {All measurements are in μm and data are mean $\pm$ standard deviation (range)}.

Character/ Population	Initial population	Total	CV	Means ratio (%) [*]
n	10	211	-	-
L	589 $\pm$ 26 (552-630)	465 $\pm$ 70 (308-630)	15.1	78.9
a	34.6 $\pm$ 1.5 (32.7-37.2)	37.2 $\pm$ 2.9 (30.1-45.0)	7.8	107
b	8.1 $\pm$ 0.4 (7.4-8.8)	7.4 $\pm$ 0.7 (5.7-10.4)	9.6	90.4
b'	7.4 $\pm$ 2.7 (5.9-15.1)	3.8 $\pm$ 1 (2.7-15.1)	27.1	52.4
c	16.7 $\pm$ 0.9 (15.5-18)	14.9 $\pm$ 1.6 (11.9-20.0)	10.7	89.6
c'	2.7 $\pm$ 0.1 (2.5-2.9)	2.8 $\pm$ 0.2 (2.2-3.5)	7.9	105.5
Stylet	9.8 $\pm$ 0.7 (8.9-10.8)	9.5 $\pm$ 0.7 (7.8-12.0)	7.7	97.3
Anterior end to center of median bulb	59.4 $\pm$ 1.7 (57.1-62.5)	52.4 $\pm$ 5.4 (34.9-63.0)	10.4	88.1
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	71.9 $\pm$ 3 (68.3-79.2)	62.5 $\pm$ 5.9 (47.0-79.2)	9.5	86.9
Anterior end to end of pharyngeal glands	84.6 $\pm$ 17.1 (39.1-98.7)	121 $\pm$ 15.8 (39.1-152)	13.1	143.5
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	77.1 $\pm$ 4.3 (72.0-83.9)	69 $\pm$ 6.4 (54.0-83.9)	9.3	89.6
Anterior end to nerve ring	77.5 $\pm$ 3.1 (72.0-81.5)	66.1 $\pm$ 7.1 (45.0-81.5)	10.9	85.3
Anterior end to anus	554 $\pm$ 25 (517-591)	435 $\pm$ 69 (283-591)	15.8	78.6
Lip region height	3.2 $\pm$ 0.2 (2.8-3.5)	2.4 $\pm$ 0.2 (1.9-3.5)	12.0	77.1
Lip region width	6 $\pm$ 0.1 (5.7-6.3)	5.1 $\pm$ 0.4 (4.0-6.3)	8.5	85.0
Median bulb width	9.8 $\pm$ 0.4 (9.0-10.4)	8.3 $\pm$ 0.9 (4.6-10.4)	11.4	84.8
Median bulb length	14.3 $\pm$ 0.5 (13.4-15.3)	12.2 $\pm$ 1 (9.5-15.3)	8.8	84.8
Tail	35.3 $\pm$ 2.2 (32.5-38.7)	30.9 $\pm$ 2.9 (23.7-38.7)	9.5	87.7
Body width	17 $\pm$ 0.9 (15.7-18.9)	12.5 $\pm$ 1.8 (9.4-18.9)	14.5	73.4
Anal body width	12.8 $\pm$ 0.6 (12.1-13.8)	10.7 $\pm$ 1.1 (8.1-13.8)	11.0	83.4
Stylet / L %	1.6 $\pm$ 0.1 (1.4-1.8)	2.0 $\pm$ 0.3 (1.4-2.9)	14.5	126
S. E. pore / L %	13 $\pm$ 0.3 (12.4-13.6)	14.8 $\pm$ 1.2 (12.4-18.6)	8.3	114
Spicule (dorsal limb)	19.5 $\pm$ 1.2 (18.3-21.5)	17.9 $\pm$ 1.8 (13.0-22.3)	10.1	91.8
Spicule (ventral limb)	12.5 $\pm$ 1.3 (10.6-15.3)	9.3 $\pm$ 1.4 (6.2-15.3)	15.6	74.2
Spicule (curved median line)	15.8 $\pm$ 0.9 (13.9-17)	12.0 $\pm$ 1.9 (6.0-17.0)	16.3	75.9

※: نسبت میانگین شاخص‌های نماتد *A. besseyi* تغذیه شده با قارچ‌های مختلف به شاخص‌های جمعیت اولیه (جداسازی شده از گیاهان آلوده) بر حسب درصد.

*: The ratio of nematode indices means of *A. besseyi* fed with different fungi to initial population (isolated from the infected plant) in percent

جدول ۴. میانگین مشخصات ریخت‌سنجی نماتدهای نر جمعیت اولیه *Aphelenchoides besseyi* و ۲۰ جمعیت تغذیه شده به مدت سه یا شش ماه با قارچ‌های *Curvularia* sp. (Cur), *Bipolaris* sp. (Bip), *Urocladium* sp. (Uro) و *Fusarium* sp. (Fus) (اندازه‌ها بر حسب میکرومتر می‌باشد).

Table 4. Means morphometric characteristics of males of the initial population of *Aphelenchoides besseyi* and 20 populations fed for three or six months with *Curvularia* sp. (Cur), *Bipolaris* sp. (Bip), *Urocladium* sp. (Uro) and *Fusarium* sp. (Fus). (All measurements are in micrometers).

Character/ Population	Initial population	<i>Bip</i> ^{3*}	<i>Cur</i> ³	<i>Uro</i> ³	<i>Fus</i> ³	<i>Cur</i> ³ → ^{**} <i>Fus</i> ^{6*}	<i>Uro</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶
n	10	10	10	10	10	10	10	10
L (μm)	589	487	412	466	417	406	416	399
a	34.7	39.0	37.5	36.0	33.8	35.1	35.6	33.7
b	8.2	7.9	7.0	7.7	6.6	6.6	7.6	6.9
b'	7.4	3.8	3.5	4.0	3.4	3.6	3.8	3.6
c	16.7	14.5	13.2	14.9	13.6	13.9	14.2	13.9
c'	2.7	3.1	3.1	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9
Stylet	9.8	9.5	9.5	9.9	9.9	9.5	9.4	9.7
Anterior end to center of median bulb	59.5	52.4	48.8	52.7	51.4	47.6	42.6	45.4
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	72.0	61.8	59.1	61.1	62.8	61.3	54.8	57.6
Anterior end to end of pharyngeal glands	84.7	128	119	119	123	114	109	107
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	77.1	69.7	64.0	68.8	62.1	62.8	64.1	64.4
Anterior end to nerve ring	77.5	68.1	65.6	70.3	64.0	60.1	52.4	55.4
Vulva to anus distance	554	457	380	441	386	376	387	373
Lip region height	3.2	2.5	2.4	2.6	2.7	2.5	2.2	2.3
Lip region width	6.1	5.2	5.0	5.2	5.0	5.2	5.0	5.0
Median bulb width	9.8	8.6	8.0	7.9	7.9	8.1	8.0	7.8
Median bulb length	14.4	12.8	12.1	11.9	12.2	11.9	11.8	11.4
Tail	35.3	33.3	31.3	31.1	30.7	29.2	29.1	27.9
Body width	17.0	12.4	11.0	12.9	12.3	11.5	11.7	11.8
Stylet / L %	1.7	2.0	2.3	2.1	2.4	2.4	2.3	2.5
S. E. pore / L %	13.1	14.3	15.5	14.9	15.1	15.5	15.2	16.2
Spicule (dorsal limb)	19.6	18.1	17.5	16.2	18.2	18.6	19.0	17.4
Spicule (ventral limb)	12.6	10.1	9.0	10.3	10.9	9.6	9.1	8.3
Spicule (curved median line)	15.9	13.1	11.9	12.1	13.7	12.4	11.2	11.5

جدول ۴. ادامه.

Table 4. Continued.

Character/ Population	$Cur^3 \rightarrow$ Bip^6	$Fus^3 \rightarrow$ Cur^6	$Uro^3 \rightarrow$ Cur^6	$Cur^3 \rightarrow$ Uro^6	$Bip^3 \rightarrow$ Bip^6	$Fus^3 \rightarrow$ Bip^6	$Bip^3 \rightarrow$ Uro^6
n	10	10	10	10	10	10	10
L (µm)	445	549	525	410	487	450	442
a	38.2	42.0	40.0	37.5	37.0	36.2	38.4
b	7.0	8.0	8.0	7.2	7.2	7.1	7.4
b'	3.4	4.0	4.1	3.5	3.6	3.7	3.8
c	14.4	16.2	17.0	14.6	14.5	14.1	14.8
c'	3.0	2.9	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0
Stylet	9.7	10.0	9.7	9.0	10.5	10.1	8.6
Anterior end to center of median bulb	53.8	59.1	55.9	48.6	56.1	53.2	50.5
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	63.7	68.4	65.8	57.1	67.7	63.5	59.5
Anterior end to end of pharyngeal glands	132	138	127	119	135	124	116
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	67.8	76.0	74.2	64.5	75.2	69.4	62.9
Anterior end to nerve ring	67.6	72.2	70.0	59.2	72.3	67.0	63.2
Vulva to anus distance	417	515	494	382	453	419	422
Lip region height	2.4	2.5	2.3	2.3	2.4	2.4	2.3
Lip region width	5.1	5.2	5.2	5.0	5.5	5.3	4.9
Median bulb width	8.3	8.7	8.5	7.4	9.2	8.6	8.2
Median bulb length	12.6	12.5	12.6	11.1	12.9	12.5	11.4
Tail	31.1	33.7	30.9	28.3	33.6	31.8	29.6
Body width	11.7	13.1	13.3	10.9	13.2	12.4	11.5
Stylet / L %	2.2	1.8	1.9	2.2	2.2	2.3	2.0
S. E. pore / L %	15.3	13.9	14.2	15.8	15.5	15.6	14.3
Spicule (dorsal limb)	17.9	19.5	18.5	16.8	19.1	18.3	15.3
Spicule (ventral limb)	8.4	9.6	9.0	8.7	8.9	8.8	8.9
Spicule (curved median line)	10.1	11.7	13.0	9.9	12.1	12.4	11.4

جدول ۴. ادامه.

Table 4. Continued.

Character/ Population	<i>Bip</i> ³ → <i>Fus</i> ⁶	<i>Cur</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Uro</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶	<i>Bip</i> ³ → <i>Cur</i> ⁶	<i>Fus</i> ³ → <i>Uro</i> ⁶	<i>Uro</i> ³ → <i>Bip</i> ⁶	Maximum/ minimum
n	10	11	10	10	10	10	-
L (μm)	533	509	416	534	427	445	1.5
a	34.5	39.8	38.7	39.2	38.3	36.5	1.2
b	8.1	7.8	7.3	7.9	7.2	7.0	1.2
b'	3.8	3.9	3.9	4.1	3.5	3.5	2.2
c	16.8	16.1	14.7	16.8	15.0	14.1	1.3
c'	2.7	2.8	2.9	2.6	2.8	3.0	1.2
Stylet	9.1	9.3	8.6	9.4	9.4	9.8	1.2
Anterior end to center of median bulb	56.6	55.4	48.9	57.4	50.9	53.9	1.4
Anterior end to pharyngo-intestinal junction	65.7	65.0	57.5	67.1	59.7	63.3	1.3
Anterior end to end of pharyngeal glands	141	128	106	131	123	129	1.7
Anterior end to secretory-excretory pore (S. E. pore)	73.8	73.1	64.7	74.4	66.2	70.4	1.2
Anterior end to nerve ring	70.8	67.7	63.5	72.1	62.6	67.2	1.5
Vulva to anus distance	501	480	388	502	398	413	1.5
Lip region height	2.6	2.4	2.2	2.6	2.4	2.5	1.5
Lip region width	5.2	5.4	4.7	5.3	4.8	5.4	1.3
Median bulb width	9.6	8.2	7.1	8.7	7.5	9.0	1.4
Median bulb length	13.2	12.0	10.8	11.7	11.4	13.1	1.3
Tail	31.7	31.4	28.3	31.7	28.6	31.5	1.3
Body width	15.5	12.8	10.8	13.6	11.2	12.3	1.6
Stylet / L %	1.7	1.8	2.1	1.8	2.2	2.2	1.5
S. E. pore / L %	13.9	14.2	15.5	13.7	15.5	15.9	1.2
Spicule (dorsal limb)	17.7	19.3	16.2	18.3	16.8	17.8	1.3
Spicule (ventral limb)	10.0	8.6	7.2	8.5	9.0	10.1	1.7
Spicule (curved median line)	12.8	12.2	8.3	9.9	10.9	13.2	1.9

*: اعداد سه و شش نشان‌دهنده مدت زمان تغذیه (ماه) نماتد از قارچ‌ها است.

**: علامت پیکان نشان‌دهنده ترتیب تغذیه نماتد از قارچ‌ها است.

*: Numbers three and six indicate the feeding time (months) of the nematode on different fungi.

**: The arrow indicates the order of nematode feeding on different fungi.

تأثیر تغذیه از قارچ بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماتدهای نر

عرض بدن در عریض‌ترین ناحیه و در محل روزنه دفعی-تناسلی در همه جمعیت‌ها گردید. در مقابل، با افزایش طول هم‌پوشانی غدد مری، میانگین فاصله ابتدای بدن تا انتهای غدد مری در همه تیمارهای قارچی با ۴۳/۵ درصد افزایش نسبت به جمعیت اولیه، بالاترین میزان را به خود اختصاص داد و از ۸۴/۶ میکرومتر در جمعیت اولیه به ۱۲۱ میکرومتر در سایر جمعیت‌ها رسید. با این

در افراد نر، تغذیه از قارچ باعث کاهش میانگین طول بدن، فاصله ابتدای بدن تا مرکز حباب میانی، دریچه بین مری و روده، روزنه دفعی-ترشحي و روزنه دفعی-تناسلی، هم‌چنین طول دم،

Bip، *Cur-Bip* و *Cur-Cur*) بیشتر است، بسیاری از شاخص‌های بدن نماتد از جمله فاصله ابتدای بدن تا حباب میانی، دریچه بین مری و روده، شکاف تناسلی و مخرج، هم‌چنین عرض بدن در نواحی مختلف بدن و طول دم نیز بیشتر است. عکس این حالت نیز مشاهده شد. به عنوان مثال در آزمایش سه ماهه روی چهار گونه قارچ، کم‌ترین میزان طول بدن مشاهده شد که در اکثر موارد همراه با کم‌ترین طول و عرض بدن، طول کیسه عقبی رحم، فاصله ابتدای بدن تا مری، شکاف تناسلی و مخرج بود. با کاهش عرض بدن در نواحی مختلف به میزان حداقل ۱۵ درصد، شاخص‌های *a* و *c'* در افراد نر و ماده افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد که برخی از شاخص‌های این نماتد تحت تأثیر تغذیه قرار گرفته و فاقد ارزش تاکسونومیکی است. یافته‌های مشابه در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است. مطالعات مختلف در *D. myceliophagus* نشان داده است که عرض بدن در ناحیه مخرج با طول دم و طول دم نیز با طول بدن دارای هم‌بستگی مثبت است (Fortuner 1982). هم‌چنین فاصله ابتدای بدن تا شکاف تناسلی دارای هم‌بستگی زیادی با طول بدن در گونه‌های *D. destructor* (Wu 1960) و *D. myceliophagus* (Fortuner 1982) است.

نتایج بررسی حاضر نشان داد که اکثر شاخص‌های ریخت‌سنجی در افراد نر و ماده نسبت به جمعیت اولیه کاهش یافته و یا دارای تغییرات زیادی بودند. در پژوهش‌های پیشین نشان داده شده است که در افراد ماده برخی از گونه‌های *Ditylenchus* عرض بدن (Goodey, 1952, Fortuner 1982)، محل قرار گرفتن روزنه دفعی-ترش‌شی، شاخص *c* و *b* (Das & 2005, Bajaj)، عرض حباب میانی (Sturhan & Brzeski 1991)، فاصله ابتدای بدن تا مخرج، عرض بدن در محل مخرج (Goodey 1952)، میزان هم‌پوشانی حباب انتهایی نسبت به ابتدای مری، طول دم (Brzeski 1967, Kheiri 1972, Fortuner 1982). فاصله شکاف تناسلی تا مخرج (Kheiri 1972) از جمله شاخص‌هایی هستند که تحت تأثیر شرایط محیطی، تغذیه و میزبان‌های مختلف قرار می‌گیرند.

بر خلاف اکثر شاخص‌های ریخت‌سنجی در افراد نر و ماده که نسبت به جمعیت اولیه کاهش یافته و یا دارای تغییرات زیادی بودند، طول استایلت در افراد نر و ماده و شاخص *V* در ماده‌ها کم‌ترین میزان تغییرات را در جمعیت‌های مورد مطالعه بروز دادند. مطالعات قبلی نشان داده است که طول استایلت (Brzeski 1991, Sturhan & Brzeski 1991, Brzeski 1998)،

افزایش، میانگین شاخص *b'* با ۴۷/۶ درصد کاهش نسبت به جمعیت اولیه، بیشترین کاهش را داشت و از ۷/۴ در جمعیت اولیه به ۳/۸ رسید.

تأثیر تغذیه از قارچ بر برخی از شاخص‌ها از جمله طول استایلت و شاخص‌های *a*، *b* و *c'* اندک بود. میانگین طول استایلت از ۸/۹-۱۰/۸ در جمعیت اولیه به ۷/۸-۹/۵ در جمعیت‌های تغذیه شده با قارچ‌ها کاهش یافت.

بحث

چرخه زندگی نماتد *A. besseyi* طی ۸ تا ۱۶ روز تکمیل می‌گردد (Hoshino & Togashi 2000). بر این اساس به نظر می‌رسد که در آزمایش ۹۰ روزه بین ۵ تا ۱۱ نسل و در آزمایش ۱۸۰ روزه بین ۱۱ تا ۲۲ نسل سپری شده باشد و این تعداد نسل می‌تواند تأثیر رژیم غذایی بر شاخص‌های ریخت‌سنجی نماتد و تغییرات درون‌گونه‌ای آن را نشان دهد. نتایج مطالعه حاضر میزان تأثیرپذیری شاخص‌های مختلف نماتد نوک سفیدی برگ برنج از تغییر رژیم غذایی، هم‌چنین میزان تغییرات درون‌گونه‌ای و ارزش تاکسونومیکی آنها را نشان داد. به استثناء فاصله ابتدای بدن تا انتهای غدد مری، میانگین سایر اندازه‌های افراد نر و ماده در جمعیت کل تغذیه‌شده از قارچ نسبت به جمعیت اولیه کاهش یافت. این کاهش در افراد نر نسبت به ماده بیشتر بود. در افراد نر اندازه قسمت‌های مختلف بین ۲/۷ تا ۲۱/۴ درصد کاهش یافته است در حالی که در ماده‌ها میزان کاهش بین ۲/۶ تا ۱۵ درصد است. کاهش بیشتر اندازه‌های جمعیت‌های تغذیه شده با قارچ، به‌خصوص طول و عرض بدن افراد نر و ماده دلالت بر نامطلوب بودن قارچ‌های مورد استفاده به عنوان منبع غذایی است. در افراد ماده، کم‌ترین طول بدن، فاصله ابتدای بدن تا شکاف تناسلی و مخرج، هم‌چنین عرض بدن در تیمارهای تغذیه ۹۰ روزه نماتد مشاهده گردید. به نظر می‌رسد در کشت‌های ۱۸۰ روزه بعد از کشت ۹۰ روزه، نماتد توانسته است تا حدودی با رژیم غذایی جدید سازگاری یابد. ولی در نماتدهای نر این حالت مشاهده نگردید. بر خلاف طول مری در نماتدهای نر و ماده که با یک استثناء در تیمارهای قارچی نسبت به جمعیت اولیه کاهش یافت، فاصله ابتدای بدن تا انتهای مری در همه تیمارها نسبت به جمعیت اولیه افزایش یافت. افزایش رشد غدد مری در نماتدهای تغذیه شده با قارچ می‌تواند دلیلی بر توانایی نماتد در سازگاری با رژیم غذایی جدید باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد در جمعیت‌هایی که طول بدن افراد ماده نسبت به سایر تیمارها (تیمارهای شش ماهه *Fus-*

درحالی‌که نوع تغذیه تأثیر اندکی بر طول استایل در نرها و ماده‌ها و شاخص V در ماده‌ها داشته و این شاخص‌ها می‌توانند در جداسازی گونه‌های مختلف جنس *Aphelenchoides* کارایی بیشتری داشته باشند. مطالعه تأثیر نوع تغذیه بر شاخص‌های ریخت‌شناختی تعدادی از سایر گونه‌های رایج می‌تواند این موضوع را بیشتر نشان دهد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که این مقاله نتیجه تحقیق مشترکی است که در بخش گیاه‌پزشکی دانشگاه شیراز انجام شده و در انجام مراحل آن اخلاق علمی و نشر به طور کامل رعایت شده است و نویسندگان جهت چاپ و انتشار آن اختلاف نظری ندارند.

سپاس‌گزاری

از جناب آقای دکتر اکبر کارگر به خاطر راهنمایی‌های ارزنده‌شان تشکر و تقدیر به عمل می‌آید. هم‌چنین از دانشگاه شیراز به خاطر حمایت از اجرای این پژوهش قدردانی می‌گردد.

References

- Atkins J.G. & Todd E.H. 1959. White tip disease of rice, III, yield tests and varietal resistance. *Phytopathology* 49, 189-191.
- Bridge J., Plowright R.A. & Peng D. 2005. Nematode parasites of rice. In Luc M., Sikora R.A. & Bridge J. (Ed.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 2nd Ed. (pp. 87-130). Wallingford, CABI Publishing.
- Brzeski M.W. 1967. The effect of host on morphology and population increase of *Ditylenchus myceliophagus* Goodey (Nematoda: Tylenchidae). *Bulletin de L'academie Polonaise des Sciences. Classe II. Serie des Sciences Biologiques* 15(3), 147-149.
- Brzeski M.W. 1991. Review of the genus *Ditylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae). *Revue de Nématologie* 14(1), 9-59.
- Brzeski M.W. 1998. Nematodes of Tylenchina in Poland and Temperate Europe. Muzeum i Instytut Zoologii, Warszawa, Polska Akademia Nauk.
- Cotroneo A. & Moretti F. 2001. *Aphelenchoides besseyi* in rice seed, the situation in the year 2000. *Sementi Elette* 47(5), 26-28.
- Das D. & Bajaj H.K. 2005. Intraspecific variations of *Ditylenchus myceliophagus* Goodey, 1958 in relation to hosts, temperature and age of nematode culture. *Indian Journal of Nematology* 35, 1-10.
- Elahinia S.A. & Mahdavian E. 1998. Geographical distribution of *Aphelenchoides besseyi* and its

شاخص V (Fortuner 1982) و شاخص V' (Brzeski 1998) ثبات بیشتری داشته و در جداسازی گونه‌ها کاربرد دارند.

در اندازه استایل جمعیت‌های مورد مطالعه اختلاف جزئی به چشم می‌خورد. در جمعیت‌های ماده طول استایل در تمام تیمارهای شش ماهه روی قارچ *Bipolaris* و جمعیت اولیه بیشترین بود. در مقابل کم‌ترین اندازه استایل در جمعیت‌هایی که به مدت شش ماه از قارچ *Urocladium* تغذیه کردند، مشاهده گردید. بر این اساس، نوع قارچ هم می‌تواند باعث تغییر در برخی از شاخص‌های نماتد گردد. بر خلاف استایل، طول آلت نرینه در جمعیت‌های تغذیه شده با قارچ کاهش یافته است. میزان کاهش در سطح شکمی بیشتر از سطح پستی است. به عبارتی تغذیه از قارچ نه فقط کاهش طول آلت نرینه را کاهش داده است، بلکه باعث تغییر زاویه انحنای آن نیز شده است.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بسیاری از شاخص‌های نماتد نوک سفیدی برنج مانند طول و عرض بدن، فاصله ابتدای بدن تا بخش‌های مختلف مری، روزنه دفعی-ترشچی، شکاف تناسلی و مخرج، طول کیسه عقبی رحم، هم‌چنین شاخص‌های a' , b' , c و c' تحت تأثیر رژیم غذایی قرار گرفته و ارزش تاکسونومیکی کمی در جداسازی گونه‌ها دارند.

- infection rate on different cultivars of rice in western parts of Mazandaran and Guilan provinces. In *Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection Congress, Volume II; Plant Diseases & Weeds* (p. 86). Karaj, Iran. (In Persian, with English summary).
- Evans A.A.F. & Fisher J.M. 1970. The effect of environment on nematode morphometrics. Comparison of *Ditylenchus myceliophagus* and *D. destructor*. *Nematologica* 16(1), 113-122.
- FAOSTAT, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome Italy: FAO. Retrieved January 17, 2022 from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Fortuner R. 1982. On the genus *Ditylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Tylenchida). *Revue de Nematologie* 5 (1), 17-38.
- Goodey J. 1952. The influence of the host on the dimensions of the plant parasitic nematode, *Ditylenchus destructor*. *Annals of Applied Biology* 39(4), 468-474.
- Hoshino S. & Togashi K. 2000. Effect of water-soaking and air-drying on survival of *Aphelenchoides besseyi* in *Oryza sativa* seeds. *Journal of Nematology* 32(3), 303-308.
- Huang C.S., Huang S.P. & Chiang Y.C. 1979. Mode of reproduction and sex ratio of rice white-tip nematode, *Aphelenchoides besseyi*. *Nematologica* 25(2), 255-260.

- Huang C.S., Huang S.P. & Lin L.H. 1972. The effect of temperature on development and generation periods of *Aphelenchoides besseyi*. *Nematologica* 18(4), 432-438.
- Jamali S., Pourjam E., Alizadeh A. & Alinia F. 2006. Incidence and distribution of *Aphelenchoides besseyi* in rice areas in Iran. *Journal of Agricultural Technology* 2(2), 337-344.
- Jamali S., Pourjam E., Alizadeh A. & Alinia F. 2008. Reproduction of the white tip nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942) in different monoxenic cultures. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10(2), 165-171.
- Jamali S., Pourjam E., Safaee N. & Alizadeh A. 2009. Assessment of quantitative loss caused by white tip disease (*Aphelenchoides besseyi*) in greenhouse and microplot conditions. *Journal of Crop Production and Processing* 13(47), 291-300. (In Persian, with English summary).
- Kheiri A. 1972. Plant parasitic nematodes (Tylenchida) from Iran. *Biologisch Jaurboek Dodonaea* 40, 224-239.
- Oliveira C.J., Schumacher L., Peres N.A., Brito J.A., Suarez M. & Desaegeer J. 2022. Feeding selectivity of *Aphelenchoides besseyi* and *A. pseudogoodeyi* on fungi associated with Florida strawberry. *Plant Disease*. Online ahead of print.
- Pedramfar H., Pourjam E. & Kheiri A. 2001. Plant parasitic nematodes associated with rice in Guilan province, Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 37(3-4), 285-302. (In Persian, with English summary).
- Rajan A.L. & Mathur V.K. 1990. Host range and morphological studies on four isolates of *Aphelenchoides besseyi* Christie. *Indian Journal of Nematology* 20, 177-183.
- Rajan A.L., Mathur V.K. & Lal A. 1989. Improved culturing technique for *Aphelenchoides besseyi* by inducing anhydrobiosis. *Indian Journal of Nematology* 19(1), 10-13.
- Rao J. 1985. Population build-up of whitetip nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942) in different monoxenic cultures. *Oryzae* 22, 45-49.
- Rumiani M., Rezaei Palengari S.R., Ghaderi R. & Karegar A. 2018. Description of *Aphelenchoides besseyi* Christie, 1942 (Nematoda: Aphelenchoidea) agent of rice white tip disease in Fars province, southern Iran. In *Proceeding of the 23th Iranian Plant Protection Congress* (p. 833). Gorgan, Iran. (In Persian, with English summary).
- Sandwal K.C. 1961. A key to the species of the nematode genus *Aphelenchoides* Fischer, 1894. *Canadian Journal of Zoology* 39, 143-148.
- Shahina F. 1996. A diagnostic compendium of the genus *Aphelenchoides* Fischer, 1894 (Nematoda: Aphelenchida) with some new records of the group from Pakistan. *Pakistan Journal of Nematology* 14(1), 1-32.
- Sturhan D. & Brzeski M.W. 1991. Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. In Nickle W.R. (Ed.), *Manual of agricultural nematology* (pp. 423-464). New York, Marcel Dekker.
- Talatschian P. & Akhiani A. 1976. Occurrence of white tip nematode of rice in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 12, 27. (In Persian with English summary)
- Tanha Maafi Z. & Mahdavian E. 1993. *Aphelenchoides besseyi* in Tonekabon rice fields. In *Proceedings of the 11th Iranian Plant Protection Congress* (p. 70). Rasht, Iran. (In Persian, with English summary).
- Thorne G. & Allen M.W. 1959. Variation in nematodes, USA, Wisconsin Press.
- Todd E.H. & Atkins J.G. 1958. Whitetip disease of rice. I. symptoms, laboratory culture of nematodes and pathogenicity test. *Phytopathology* 48, 632-637.
- Whitehead A.G. & Hemming J.R. 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from the soil. *Annals of Applied Biology* 55, 25-38.
- Wu L.Y. 1960. Comparative study of *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 (Nematoda: Tylenchidae), from potato, bulbous iris, and dahlia, with a discussion of De Man's ratios. *Canadian Journal of Zoology* 38(6), 1175-1187.