



<https://tbj.ui.ac.ir/?lang=en>

Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190


Document Type: Research Paper

Vol. 16, Issue 1, No.58, (2024), P: 33-46

Received: 05/05/2024

Accepted: 26/08/2024

First report of the genus *Neonaphorura* Bagnall (Collembola: Tullbergiidae) for Iran with an identification key for Tullbergiidae

Masoumeh Shayanmehr * 

Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
m.shayanmehr@sanru.ac.ir

Elham Yoosefi Lafooraki

PhD. Graduated in Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
eyoosefi@phd.guilan.ac.ir

Abstract

Tullbergiidae (Poduromorpha) are minute arthropods that lack eyes and a furca. In Iran, this family has not undergone extensive study, with only six genera and 13 species documented so far. Samples for this study were collected from Guilan province, specifically from an olive orchard in Rudbar city in April 2017. Soil and leaf litter samples were collected and processed using a Berlese funnel in the laboratory to extract the springtail specimens. Microscopic slides were then prepared to examine the morphological characteristics and identify the specimens. The genus *Neonaphorura* Bagnall, 1935 was identified within the *Tullbergiidae* family and reported for the first time in Iran. This genus is differentiated from others in the family by the number of anal spines on the sixth abdominal segment and the number of sensory clubs on the 3rd antennal flagellomere. Additionally, an identification key to genera and species within the *Tullbergiidae* family in Iran is presented in this study.

Keywords: Collembola, identification key, Poduromorpha.

Introduction

The family Tullbergiidae comprises 236 described species, mostly distributed in the Southern Hemisphere (Bellinger et al., 2024). Members of the family have a small body size, no pigmentation, and lack eyes and a furca (Rusek, 1987). Other diagnostic characters of this family are as follows: abdominal tergum VI with anal spines; a thick sensillum on the ventral side of the antennal segment III; two prelabral setae; maxillary palp simple with one sublobal hair; the head with 3+3 setae along the ventral line; ventral tube with 4+4 distal setae and two on each side at the base, and ventral pseudocelli absent.

The members of the family Tullbergiidae are small to very small Collembola with a length of between 0.4–1.5 mm (Palacios-Vargas and Salazar Martínez, 2014). Therefore, the specimens may be ignored when separating them from the soil. Due to this, the family has not received as much attention as other Collembola groups especially in Iran. Up to now only 14 species and 7 genera have been reported from Iran (Shayanmehr

*Corresponding author

Shayanmehr, M., & Yoosefi Lafooraki, E. (2024). First report of the genus *Neonaphorura* Bagnall (Collembola: Tullbergiidae) for Iran with an identification key for Tullbergiidae. *Taxonomy and Biosystematics*, 16 (58), 33-46.

2322-2190 © The Author(s).

Published by University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



<http://dx.doi.org/10.22108/tbj.2024.141383.1261>

et al., 2020, 2023, 2024). In this paper, we report a new genus of Tullbergiidae and provide an identification key to the identified genera and species of Iran.

Materials and Methods

Specimens were obtained from soil and leaf litter samples in an olive garden on 4 March 2018, and then were processed by Berlese funnels and preserved in 96% alcohol. Specimens were cleared in 10% KOH and mounted in Hoyer's solution to make microscopic slides. To study the specimens, identification keys by Fjellberg (1998) and Dunger & Schlitt (2011) were used. Most of the terminology and abbreviations follow Dunger & Schlitt (2011).

Research findings

Neonaphorura Bagnall, 1935

Material examined. Iran, Mazandaran, Guilan, Rudbar, Rostam-Abad, olive garden, N36°53'37", E49°28'38", soil and leaf litter, 452 m a.s.l., 4.4.2018, 3 specimens.

Diagnosis. Main characters of the genus according to Arbea (1991) are as follows: "Tullbergiinae with 6-9 anal spines (specimens of this study have only 6 anal spines, Fig. 1). Antennal sens organ III with two tiny solenidia (sens rods) between three stout solenidia (two sens clubs and one lateral club), three cuticular papillae and four guard setae (Fig. 2), and a thick solenidium is present on the ventral side of the antennal segment III. The postantennal organ has two rows of compound vesicles Pseudocelli are as: 1, 1/1, 1-2, 1-2/1-2, 1-2, 1-2, 1-2, 1."

General Distribution. Europe, USA, Palestine, Ukraine (Kapur and Goblyk, 2015; Bellinger et al., 2024). The genus is reported for the first time from Iran.



Figure 1- Anal spines on the sixth abdominal segment of *Neonaphorura* sp. (lateral view, 40X)



Figure 2- Sensory clubs on the third antennal segment of *Neonaphorura* sp. (40X)

Key to the known Iranian species of Tullbergiidae (adapted from Fjellberg, 1998; Castaño-Meneses et al., 2000; Bellinger et al., 2024):

- 1- Sense organ of Ant. III in adults with one greatly thickened dorsal sensory club *Doutnacia xerophila* Rusek, 1974
- Sense organ of Ant. III in adults with 2-3 greatly thickened dorsal sensory clubs **2**
- 2- Abd. VI with midventral projection-best seen in ventral view **3**
- Abd. VI without midventral projection **4**
- 3- Number of anal spines four *Neonaphorura*; unidentified species
- Number of anal spines two *Metaphorura* **8**
- 4- Sense organ of Ant. III with 2 sense clubs **5**
- Sense organ of Ant. III with 3 sense clubs **7**
- 5- PAO with simple vesicles in two rows **6**
- PAO with six v-shaped vesicles *Wankeliella* Rusek, 1975
- 6- Abd. VI dorsally smooth except for crescentic ridges *Mesaphorura* Börner, 1901 **10**
- Abd. VI with additional dorsal or lateral tubercles bearing strong bristles *Paratullbergia callipygos* (Börner, 1902)
- 7- Sixth abdominal segment with 1+1 dorsolateral spines in front of posterior anal spines *Fissuraphorura duplex* (Lucianez & Simon, 1992)
- Sixth abdominal segment without dorsolateral spines in front of posterior anal spines *Tullbergia simplex* Gisin, 1958
- 8- Median process spiniform or stout; PAO with 18-25 bilobated or trilobated vesicles *Metaphorura riozoi* Castaño-Meneses et al., 2000
- Median process spiniform; PAO with 20-25 simple vesicles **9**
- 9- Pseudocellar formula 11/111/11111 *Metaphorura affinis* Börner, 1902
- Pseudocellar formula 11/122/22221 *Metaphorura denisi* Simon, 1985
- 10- Abd. V with 3+3 short a-setae between long a_4 setae **11**
- Abd. V with 2+2 short a-setae between long a_4 setae **14**
- 11- Abd. IV with p_1-p_1 distance shorter than p_2-p_2 **12**
- Abd. IV with p_1-p_1 distance longer than p_2-p_2 **13**
- 12- Anal lobe with l_2' present *Mesaphorura macrochaeta* (Rusek, 1976)
- Anal lobe with l_2' absent *Mesaphorura krausbaueri* (Börner, 1901)
- 13- Th 2-3 with pseudocelli in median position, between p_3-p_4 ; Abd. IV without m_5 *Mesaphorura yosii* (Rusek, 1867)
- Th 2-3 with pseudocelli in lateral position, between p_5-p_5 ; Abd. IV without m_5 present *Mesaphorura italica* (Thibaud, 1996)

- 14- Th. III with a₂ present *Mesaphorura critica* Ellis, 1976
- Th. III with a₂ absent *Mesaphorura hylophila* (Rusek, 1982)


Discussion of results and Conclusions

Species of *Neonaphorura* have only been reported from the Northern Hemisphere, with 10 species occurring in the Palaearctic (Bellinger et al., 2024). The genus is reported for the first time from Iran. With this report, the number of *Tullbergiidae* genera in Iran rises to eight. It seems that the specimens of the present study belong to a new species that must be studied more in order to be described. Before this work, there was no identification key for the genera and species of *Tullbergiidae* in Iran, and Iranian researchers were facing difficulties in studying this family. The family is not well known in Iran. Further studies on this family in the country could lead to the discovery of new species (even new genera) and new records.

Acknowledgment

The costs of this study were funded by the research project No. 09-1400-22 approved by the Research Vice-Chancellor of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

گزارش جنس *Neonaphorura* Bagnall (Collembola: Tullbergiidae) به همراه کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های خانواده Tullbergiidae در ایران

معصومه شایان مهر *، دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

m.shayanmehr@sanru.ac.ir

الهام یوسفی لفورکی، دانش‌آموخته دکتری حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

eyoosefi@ymail.com

چکیده

پادمان خانواده Tullbergiidae از راسته Poduromorpha بندپایانی کوچک به رنگ سفید و بدون چشم و فورکا هستند. این خانواده در ایران چندان مورد توجه قرار نگرفته و تاکنون تنها هفت جنس و ۱۴ گونه از آن از کشور گزارش شده است. نمونه‌برداری در اسفند ماه سال ۱۳۹۶ از خاک و خاک‌برگ یک باغ زیتون واقع در شهر ستان رودبار انجام شد و پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه با استفاده از قیف برلیز پادمان از آن جدا شد. برای بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و شناسایی نمونه اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. از خانواده Tullbergiidae جنس *Neonaphorura* Bagnall, 1935 برای اولین بار از ایران شناسایی و گزارش شد. این جنس براساس تعداد خارهای انتهایی روی بند ششم شکم و تعداد سنسیلوم‌های چماقی روی اندام حسی بند سوم شاخک از سایر جنس‌های این خانواده متمایز می‌شود. در این مطالعه کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های خانواده Tullbergiidae در ایران نیز ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: پادمان، کلید شناسایی، پودورومورفا

مقدمه

خانواده Tullbergiidae (Collembola, Poduromorpha) پراکنشی جهانی دارد و در حال حاضر ۳۴ جنس و ۲۳۶ گونه از آن گزارش شده است (Bellinger et al., 2024). اعضای این خانواده با داشتن بدنی کوچک، باریک، بدون رنگدانه، چشم و فورکا شناخته می‌شوند و شکل ظاهری مشابهی دارند. سایر ویژگی‌های مهم آنها شامل این موارد است: دارای خار انتهایی، بند سوم شاخک با یک سنسیلوم شکمی-جانبی بزرگ، دارای دو موی پیش لب بالا، پالپ آرواره پایین ساده با یک موی قاعده‌ای، سر با ۳+۳ مو در امتداد خط شکمی، بندهای اول تا سوم قفس سینه با ۰، ۱، ۱ موی شکمی در هر طرف، لوله شکمی با ۴+۴ موی انتهایی و ۲+۲ مو قاعده‌ای، فاقد چشم‌های دروغی در سطح شکمی (Rusek, 1978; Fjellberg, 1998).

* مسئول مکاتبات

شایان مهر، معصومه، یوسفی لفورکی، الهام. (۱۴۰۳). گزارش جنس *Neonaphorura* Bagnall (Collembola: Tullbergiidae) به همراه کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های خانواده Tullbergiidae در ایران. *تاکسونومی و بیوسیستماتیک*، ۱۶ (۵۸)، ۳۳-۴۶.



این پادمان به واسطه داشتن بدنی کوچک، پاهای کوتاه و نداشتن فورکا ساکن محیط‌های یودافیک هستند. آنها در اعماق مختلف خاک از عمق ۴۰-۴ سانتی متری و در انواع مختلفی از زیستگاه‌ها از جنگل‌ها تا علفزارها، از خاک‌های مرطوب تا خشک و در خاک‌های با بافت‌های مختلف وجود دارند (Dunger & Schlitt, 2011). اگرچه معمولاً در خاک‌های غنی از مواد آلی یافت می‌شوند، آنها نسبت به تغییرات اکولوژیکی بسیار حساس‌اند؛ بنابراین، در تعیین اثر عوامل مختلف مؤثر بر اکولوژی خاک اهمیت ویژه‌ای دارند (Palacios-Vargas & Salazar Martínez, 2014).

خانواده Tullbergiidae از نظر اندازه یکی از کوچک‌ترین خانواده‌های پادمان محسوب می‌شوند. طول بدن آنها بین ۴/۵-۰/۱ میلی‌متر است (Palacios-Vargas & Salazar Martínez, 2014)؛ به همین دلیل در مقایسه با سایر پادمان کمتر به آنها توجه شده است؛ به طوری که هم در زمان جداسازی نمونه‌ها از خاک به دلیل اندازه کوچکشان ممکن است نادیده گرفته شوند و هم در زمان شناسایی، تشخیص ویژگی‌های مهم و کلیدی این نمونه‌های بسیار ریز مشکل است و کار شناسایی را سخت می‌کند. در ایران علاوه بر این موارد، دسترسی نداشتن به یک کلید شناسایی مدون، مطالعه جنس‌ها و گونه‌های این خانواده را سخت‌تر می‌کند؛ بنابراین، در حال حاضر شاهد این هستیم که نه تنها این خانواده در بسیاری از استان‌های کشور مطالعه نشده است، در استان‌هایی که پژوهشگران به مطالعه پادمان بیشتر توجه داشته‌اند، از خانواده Tullbergiidae تنها گزارش‌های پراکنده‌ای به چشم می‌خورد.

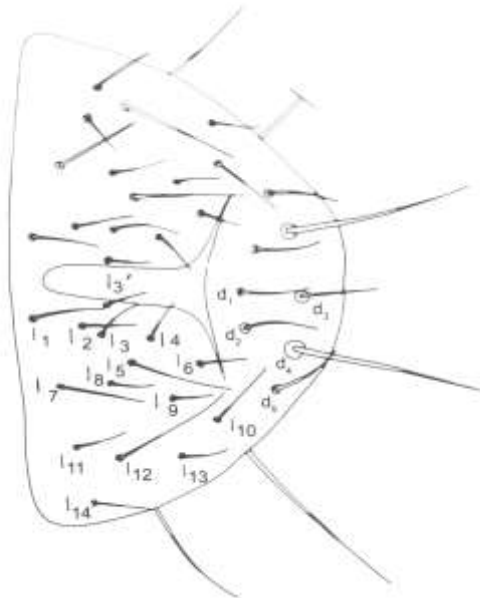
فون این خانواده در ایران به طور خیلی محدود مطالعه شده است. تعداد گونه‌های ثبت شده از این خانواده در جهان، ۲۳۶ گونه است؛ در حالی که تاکنون تنها ۱۴ گونه متعلق به هفت جنس از ۹ استان در ایران جمع‌آوری و شناسایی شده‌اند (Shayanmehr et al., 2020, 2023, 2024). در این مطالعه یک جنس جدید از خانواده Tullbergiidae برای فون ایران معرفی می‌شود و کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های گزارش شده از این خانواده در ایران ارائه می‌شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی فون پادمان استان گیلان نمونه‌برداری از خاک و خاک‌برگ در این استان انجام شد. نمونه‌های به دست آمده از خانواده Tullbergiidae از یک باغ زیتون واقع در شهرستان رودبار در تاریخ ۱۳ اسفند ۱۳۹۶ از خاک و خاک‌برگ جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه در قیف برلیز قرار داده شد تا پادمان موجود در آن جداسازی شود. پادمان جدا شده از خاک در الکل اتانول مطلق نگهداری شدند. سپس به منظور مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی و شناسایی نمونه‌ها، ابتدا نمونه در محلول پتاس ۱۰ درصد به مدت ۳-۲ دقیقه قرار گرفت تا شفاف شود و بعد از آن به کمک محلول هویر روی لام نصب شد (Mari-Mutt, 1979). برای شناسایی نمونه‌ها از کلیدهای ارائه شده (Fjellberg (1998) و (Dunger & Schlitt (2011) استفاده شد.

واژه‌های به کاررفته از (Dunger & Schlitt (2011) اقتباس شد و شامل: اندام پس‌شاخکی (postantennal organ; PAO): یک فرورفتگی کم‌و بیش عمیق در قاعده شاخک و در سطح پشتی سر که معمولاً تخم‌مرغی شکل و با وزیکل‌های حسی پر شده است. اندام حسی بند سوم شاخک (Ant III sensory organ): بند سوم شاخک در بخش پشتی-انتهایی دارای یک اندام حسی است که شامل یک تا سه چماق حسی (sensory clubs) ضخیم و میله‌ای شکل که

معمولاً به سمت یکدیگر خم شده‌اند و بین آنها صفر تا ۲ میله حسی (sensory rods) وجود دارد. در جلوی آنها یک تاخوردگی جلدی محافظت کننده که گاهی به شکل پاپیل درآمده است، وجود دارد و دارای چهار موی محافظ (guard) است. چشم دروغی (pseudocellus): دهانه‌های غدد دفاعی مستقر در کوتیکول هستند که با هر تحریکی که از محیط بیرون ایجاد شود، مایعی از آن ترشح می‌شود. لبه بیرونی چشم دروغی ظاهری فشرده و گل مانند دارد. چشم‌های دروغی فقط در سطح پشتی و به شکل قرینه در طرفین بدن به تعداد متغیر وجود دارند. روی سر به تعداد ۱+۱ و روی هر نیمه از ترزیت‌های بند اول تا سوم قفس سینه و بند اول تا پنجم شکم به تعداد صفر تا ۲ عدد وجود دارند. موهای ۱ و ۱': موهای روی لوب‌های انتهایی با حرف ۱ و موهایی که به طور مستقیم روی دهانه لوب انتهایی قرار دارند با ۱' نشان داده می‌شوند (شکل ۱). (12', 13'): زائده میانی (median process): گاهی بین خارهای انتهایی در سطح شکمی یک زائده میانی تکی وجود دارد که ممکن دوکی شکل یا مخروطی باشد. سنسیلوم چماقی (sensory clubs): سنسیلوم‌های ضخیم و میله‌ای شکل که به تعداد یک تا سه عدد روی بند سوم شاخک قرار دارند. موهای a, m, p: روی هر ترزیت سه ردیف مو وجود دارد که با حروف a (موهای ردیف جلویی، anterior)، m (موهای ردیف میانی، median) و p (موهای ردیف عقبی، posterior) نامگذاری می‌شوند. در هر ردیف، موها از خط میانی ترزیت به سمت بیرون شماره گذاری می‌شوند (برای مثال p1 تا p6). در هر یک از ردیف‌ها معمولاً تعدادی مو حذف شده‌اند؛ به ویژه در ردیف میانی. وزیکل (vesicle): اندام پس شاخکی (PAO) اغلب با دو ردیف وزیکل پر شده است که نسبت به محور طولی PAO زاویه ۹۰ درجه دارند. این وزیکل‌ها ممکن است ساده یا کلیوی شکل باشند. تعداد ردیف‌های وزیکل از یک تا چندین ردیف متغیر است. شکل وزیکل‌ها متنوع است و از شکل معمول میله‌مانند یا گرد تا شکل‌های U یا V مانند و گاهی ممکن است پیچیده تر باشند. همچنین، ممکن است وزیکل‌ها دو یا سه لوبه باشند (bilobated, trilobated).



شکل ۱- کتوتاکسی موهای ۱ و ۱' روی استرنیت بند چهارم شکم در گونه *Mesaphorura krausbaueri*، موی ۱۲' وجود ندارد

(Dunger & Schlitt, 2011).

Figure 1- ventral chaetotaxy of fourth abdominal segment in *Mesaphorura krausbaueri*; 12' is absent (Dunger & Schlitt, 2011).

نتایج و بحث

جنس *Neonaphorura* Bagnall, 1935

اطلاعات جمع آوری: گیلان، رودبار، رستم آباد، باغ زیتون، خاک و خاک برگ، "E49°28'38", "N36°53'37"، ارتفاع ۴۵۲ متر از سطح دریا، ۱۳۹۶/۱۲/۱۳، تعداد نمونه: ۳ عدد.

ویژگی های کلیدی جنس: شکل عمومی بدن به شکل معمول خانواده (شکل ۲)؛ بند ششم شکم در سطح پشتی دارای شش خار انتهایی (دو خار واقعی که روی پاپیل های کوتیکولی قرار دارند و چهار زائده خار مانند) (شکل ۳)؛ اندام حسی بند سوم شاخک با دو میله حسی (sensory rod)، سه سنسیلوم چماقی (sensory club) که دو تای آنها به سمت هم خم شده اند، سه تا خوردگی جلدی محافظت کننده و چهار موی گارد (شکل ۴)؛ بند سوم شاخک در سطح شکمی دارای سنسیلوم ضخیم؛ بند چهارم شاخک با ۵-۸ سنسیلوم ضخیم، دو میله حسی نیمه انتهایی و یک پاپیل انتهایی؛ اندام پس شاخکی دارای دو ردیف کم و بیش مجزا متشکل از در مجموع، ۲۶-۱۰ وزیکل مرکب (شکل ۵)؛ ساق پنج های اول، دوم و سوم با ۱۱، ۱۱ و ۱۱ مو که ۳، ۳ و ۳ موی شکمی چماقی هستند؛ چشم های دروغی گرد با لبه های گل مانند، گاهی کوچک و به سختی قابل تشخیص؛ فرمول چشم دروغی: ۱، ۱/۱، ۱، ۲-۱، ۲-۱، ۲-۱، ۲-۱، ۲-۱، ۱؛ بقایای فورکا به شکل چهار موی کوتاه (Arbea, 1991; Dunger & Schlitt, 2011).

پراکنش در دنیا: تاکنون ۱۴ گونه از این جنس از غرب و جنوب اروپا، ایالات متحده امریکا، فلسطین اشغالی و اوکراین گزارش شده است (Kaprus & Goblyk, 2015; Bellinger et al., 2024). این جنس برای نخستین بار از ایران گزارش می شود. ویژگی های ریخت شناسی نمونه های به دست آمده در این مطالعه با هیچ یک از گونه هایی که تا به حال توصیف شده اند، منطبق نبوده اند و نیاز به بررسی بیشتر دارد.

کلید شناسایی جنس ها و گونه های خانواده Tullbergiidae در ایران:

تاکنون ۱۴ گونه از این خانواده از ایران گزارش شده است (جدول ۱). کلید شناسایی زیر براساس کلیدهای (Fjellberg (1998)، Castaño-Meneses et al. (2000) و Bellinger et al. (2024) برای نمونه های گزارش شده از ایران نوشته شده است.

- ۱- اندام حسی بند سوم شاخک در افراد بالغ دارای یک سنسیلوم چماقی پشتی بسیار ضخیم *Doutnacia xerophila*
- اندام حسی بند سوم شاخک در افراد بالغ دارای ۲-۳ سنسیلوم چماقی پشتی بسیار ۲
- ۲- بند ششم شکم دارای برآمدگی میانی-شکمی که از نمای شکمی بهتر دیده می شود ۳
- بند ششم شکم بدون برآمدگی میانی-شکمی ۴
- ۳- دارای شش خار انتهایی *Neonaphorura*
- دارای دو خار انتهایی *Metaphorura* ... ۸
- ۴- اندام حسی بند سوم شاخک با ۲ سنسیلوم چماقی ۵
- اندام حسی بند سوم شاخک با ۳ سنسیلوم چماقی ۷

- ۵- اندام پس شاخکی با دو ردیف وزیکل ساده..... ۶
- اندام پس شاخکی با شش وزیکل ۷ شکل *Wankeliella*
- ۶- بند ششم شکم در سطح پشتی صاف به جز در حاشیه‌ها (حاشیه‌ها هلالی شکل اند)..... *Mesaphorura* ... ۱۰
- بند ششم شکم با برجستگی‌های پشتی یا جانبی اضافی که موهای کوتاه ضخیم *Paratullbergia callipygos*
- ۷- بند ششم شکم با ۱+۱ خار پشتی-جانبی در جلوی خارهای انتهایی پشتی *Fissuraphorura duplex*
- بند ششم شکم بدون ۱+۱ خار پشتی-جانبی در جلوی خارهای انتهایی پشتی *Tullbergia simplex*
- ۸- زائده میانی خارمانند یا ستبر؛ اندام پس شاخکی با ۱۸-۲۵ وزیکل دو لوبه (bilobated) یا سه لوبه (trilobated)
- *Metaphorura riozoi*
- زائده میانی خارمانند؛ اندام پس شاخکی با ۲۰-۲۵ وزیکل ساده ۹
- ۹- فرمول چشم دروغی: ۱۱۱۱۱/۱۱۱/۱۱ *Metaphorura affinis*
- فرمول چشم دروغی: ۱۲۲۲۲/۲۲۱/۱۱ *Metaphorura denisi*
- ۱۰- بند پنجم شکم با ۳+۳ موی a کوتاه بین موهای a₄ بلند ۱۱
- بند پنجم شکم با ۲+۲ موی a کوتاه بین موهای a₄ بلند ۱۴
- ۱۱- روی بند چهارم شکم فاصله p₁-p₁ کوتاه‌تر از فاصله p₂-p₂ ۱۲
- روی بند چهارم شکم فاصله p₁-p₁ بلندتر از فاصله p₂-p₂ ۱۳
- ۱۲- لوب انتهایی دارای موی l₂' *Mesaphorura macrochaeta*
- لوب انتهایی بدون موی l₂' *Mesaphorura krausbaueri*
- ۱۳- بند دوم و سوم قفس سینه با چشم‌های دروغی میانی بین p₃-p₄؛ بند چهارم شکم بدون موی m₅
- *Mesaphorura yosii*
- بند دوم و سوم قفس سینه با چشم‌های دروغی جانبی بین p₅-m₅؛ بند چهارم شاخک دارای موی m₅
- *Mesaphorura italica*
- ۱۴- بند سوم قفس سینه دارای موی a₂ *Mesaphorura critica*
- بند سوم قفس سینه بدون موی a₂ *Mesaphorura hylophila*



شکل ۲- شکل عمومی بدن در *Neonaphorura* sp. (اصلی)

Figure 2- Habitus of *Neonaphorura* sp



شکل ۳- خارهای انتهایی روی بند ششم شکم از نمای جانبی در *Neonaphorura* sp. (40x، اصلی)

Figure 3- Anal spines on sixth abdominal segment of *Neonaphorura* sp. (lateral view)



شکل ۴- سنسیلوم چماقی روی بند سوم شاخک در *Neonaphorura* sp. (40x، اصلی)

Figure 4- Sensory clubs on third antennal segment of *Neonaphorura* sp



شکل ۵- اندام پس شاخکی در *Neonaphorura* sp. (40x، اصلی)

Figure 5- Post antennal organ of *Neonaphorura* sp

جمع بندی

گونه‌های جنس *Neonaphorura* تا به حال تنها از نیم کره شمالی گزارش شدند که ده گونه آن مربوط به ناحیه پالنارکتیک است (Bellinger et al., 2024). در مطالعه حاضر این جنس برای نخستین بار از ایران گزارش می‌شود. به این ترتیب تعداد جنس‌های گزارش شده از خانواده Tullbergiidae در ایران به هشت عدد می‌رسد. این جنس با داشتن شش خاار انتهایی از جنس‌های دیگر خانواده که تاکنون از کشور گزارش شدند، متمایز می‌شود. نمونه‌های جمع‌آوری شده در این مطالعه گونه جدیدی است و برای توصیف آن مطالعات بیشتر با تعداد نمونه‌های بیشتر نیاز است. کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های گزارش شده از خانواده Tullbergiidae در ایران ارائه شده است که می‌تواند به مطالعه این خانواده در ایران کمک کند.

جدول ۱- فهرست گونه‌های گزارش شده خانواده Tullbergiidae از ایران و استان‌های محل جمع‌آوری آنها

Table 1- List of reported species of Tullbergiidae from Iran and their localities

منبع	محل جمع‌آوری	گونه
Ahmadi et al. (2022)	کردستان	<i>Doutnacia xerophila</i>
Kahrarian et al. (2014)	کرمانشاه	<i>Fissuraphorura duplex</i>
Hosseini et al. (2016)	گلستان	<i>Mesaphorura critica</i>
Kahrarian et al. (2014)	کرمانشاه	<i>M. hylophila</i>
Kahrarian et al. (2014)	کرمانشاه	<i>M. italica</i>
Cox (1982)	مازندران، گیلان، زنجان، مرکزی، آذربایجان شرقی و غربی	<i>M. krausbaueri</i>
Kahrarian et al. (2014)	کرمانشاه	<i>M. macrochaeta</i>
Hosseini et al. (2016)	گلستان	<i>M. yosii</i>
Cox (1982); Ghahramaninezhad et al. (2013); Kahrarian et al. (2014); Shayanmehr et al. (2020)	گیلان، آذربایجان شرقی، مرکزی، کرمانشاه و ایلام	<i>Metaphorura affinis</i>
Kahrarian et al. (2014); Shayanmehr et al. (2018)	کرمانشاه و لرستان	<i>M. denisi</i>
Shayanmehr et al. (2017)	ایلام	<i>M. riozoi</i>
Cox (1982)	مرکزی و زنجان	<i>Paratullbergia callipygos</i>
Yoosefi Lafooraki & Shayanmehr (2013)	مازندران	<i>Tullbergia simplex</i>
Shayanmehr et al. (2024)	مازندران	<i>Wankeliella bescidica</i>

سپاسگزاری

هزینه‌های این مطالعه از محل طرح پژوهشی با شماره ۱۴۰۰-۰۱-۰۹ مصوب در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تأمین شده است.

References

- Ahmadi, S., Ghobari, H., Shayanmehr, M., Mohammadi Samani, K., & Kaprus, K. (2022). New addition to Iranian springtails fauna and a checklist of the Collembola from Kurdistan province, Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 9(1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.52547/jibs.9.1.1>
- Arbea, J. (1991). A revision of the genus *Neonaphorura* Bagnall, 1935 (Collembola, Onychiuridae, Tullbergiinae). *Spixiana*, 14(2), 175-188. <https://B2n.ir/f22443>
- Bellinger, P.F., Christiansen, K.A. and Janssens, F. (2024). *Checklist of the Collembola of the World*. Available at: <http://www.collembola.org> (28 April 2024).
- Castañó-Meneses, G., Palacios-Vargas, J.G., & Traser, G. (2000). A New Species of *Metaphorura* (Collembola: Onychiuridae: Tullbergiinae (sic)) from Hungary. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(6), 1263-1266. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[1263:ANSOMC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[1263:ANSOMC]2.0.CO;2)
- Cox, P. (1982). The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Magazine*, 118, 39-43. <https://www.sid.ir/paper/599742/en>
- Dunger, W., & Schlitt, B. (2011). Tullbergiidae. In Dunger W, (ed.), *Synopses on Palearctic Collembola*. Senckenberg Museum of Natural History Görlitz.
- Fjellberg, A. (1998). *The Collembola of Fennoscandia and Denmark*, Part I: Poduromorpha. Brill, Leiden.
- Ghahramaninezhad, S., Shayanmehr, M., & Yoosefi Lafooraki, E. (2013). Report of new Collembola (Arthropoda: Hexapoda) species from Kermanshah. *Journal of Plant Protection Research*, 27(1), 136-138. <https://doi.org/10.22067/jpp.v27i1.22173> [In Persian].
- Hosseini, F. S., Shayanmehr, M., & Amiri-Besheli, B. (2016). Contribution to Collembola (Hexapoda: Entognatha) fauna from Golestan province, Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 2(3), 321-338. <https://B2n.ir/g56358>
- Kahrarian, M., Vafaei-Shoushtari, R., Soleimannejadian, E., Shayanmehr, M., & Shams-Esfandabad, B. (2014). Tullbergiidae fauna (Collembola) in Kermanshah province (Iran) with addition of new records. *Natura Somogyensis*, (25), 15-20. <https://doi.org/10.24394/NatSom.2014.25.15>
- Kaprus, I., & Goblyk, K. M. (2015). On the genus *Neonaphorura* Bagnall, 1935 (Collembola: Tullbergiidae) with description of two new species from Ukraine. *Annales Zoologici (Warszawa)*, 65(1), 1-8. <https://doi.org/10.3161/00034541ANZ2015.65.1.001>
- Mari-Mutt, J. A. (1979). *A revision of the genus Dicranocentrus Schött (Insecta: Collembola: Entomobryidae)*. Bulletin of the University of Puerto Rico.
- Palacios-Vargas, J.G., & Salazar Martínez, A.E. (2014). A new species of *Tullbergia* (Collembola, Tullbergiidae) from Buenos Aires, Argentina. *Zookeys*, (416), 23-30. <https://doi.org/10.3897/zookeys.416.6923>
- Rusek, J. (1978). New Palearctic taxa of Tullbergiinae (Collembola). *Acta Entomologica Bohemoslovaca*. 75(4), 255-271. <https://B2n.ir/y17632>
- Shayanmehr, M., Kaprus, I., Yahyapour, E., Yoosefi Lafooraki, E., & Ghajar Sepanlou, M. (2023). Checklist of Collembola (Hexapoda) from Iran, Part I: Poduromorpha. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 16(2), 184-196. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2023.02.003>
- Shayanmehr, M., Mirab-Balou, M., & Kaprus, I. (2017). New additions to Iranian Collembola (Entognatha: Hexapoda) from Ilam Province (western Iran). *Turkish Journal of Zoology*, 41(4), 744-748. <https://doi.org/10.3906/zoo-1605-15>
- Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., & Kahrarian, M. (2020). A new updated checklist of Iranian Collembola (Arthropoda: Hexapoda). *Journal of Entomological Society of Iran*, 39(4), 403-445. <https://doi.org/10.22117/JESI.2019.124366.1285>
- Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., & Rahmati, M. (2018). New Record of a Genus and Four

- Species of Springtails (Collembola) from Lorestan Province, Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 86(2), 235-241. <https://doi.org/10.22092/jaep.2019.102720.1068> [In Persian].
- Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., Tully, T., D'Haese, C., & Ghajar Sepanlou, M. (2024). New records of springtails (Hexapoda: Collembola) for Iran from the Bula Hyrcanian forest. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 10(1), 31-42. <http://dx.doi.org/10.61186/jibs.10.1.31>
- Yoosefi Lafooraki, E., & Shayanmehr, M. (2013). New records of Collembola (Hexapoda: Entognatha) for Iranian fauna from Mazandaran, Semnan and Isfahan provinces. *Natura Somogyensis*, (23), 135-142. <https://doi.org/10.24394/NatSom.2013.23.135>