



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

**Taxonomy and Biosystematics**

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 14, Issue 3, No.52, (2022), P: 107-126

Received: 21/11/2022 Accepted: 19/02/2023

## Identification Key for the Hypogastruridae Family (Hexapoda: Collembola) in Iran

**Maryam Salimi**

MA Student, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran  
salimi.manage.site@gmail.com

**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

**Mahmoud Mohammadi Sharif**

Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran  
msharif1353@gmail.com

**Elham Yoosefi Lafoorak**

PhD, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran  
eyoosefi@ymail.com

### Abstract

The family Hypogastruridae, belonging to the order Poduromorpha, is an important family within the class Collembola. This family is characterized by strong mandibles, molar plates, lateral projections, a strong furca, and short dens. Members of the family are found in a variety of habitats, including soil, under the bark of trees, on seashores, and in commercial mushroom beds. The family Hypogastruridae is not well-known in Iran. However, in recent years, the study of this group of arthropods has been increasing, with numerous reports being presented. So far, 37 species and eight genera belonging to this family have been reported or described in Iran. The genera *Hypogastrura* Bourlet, 1839, and *Ceratophysella* Börner, 1932 have the highest number of reported species in the family, with 12 and 8 species, respectively. There is no comprehensive identification key for the species and genera of the Hypogastruridae family in Iran. Therefore, this study aims to develop an identification key for the reported genera and species of the Hypogastruridae family in Iran, to facilitate identification by Iranian researchers.

**Key words:** Collembola, Systematics, Hypogastruridae, Poduromorpha.

\*Corresponding author

Salimi, M., Shayanmehr, M., Mohammadi Sharif, M. & Yoosefi Lafooraki, E. (2022). Identification key for the hypogastruridae family (Hexapoda: Collembola) in Iran, *14*(52), 107-126.



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.2023.135818.1217>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088906.1401.14.52.6.9>

## Introduction

This study presents an identification key for the reported genera and species of the family Hypogastruridae in Iran, aiming to facilitate the identification of Hypogastruridae species for Iranian researchers. The family Hypogastruridae, belonging to the order Poduromorpha, is an important part of the class Collembola. It is characterized by strong mandibles, molar plates, lateral projections, a strong furca, and short dens. Members of the family are found in various habitats, including soil, under the bark of trees, on seashores, and in commercial mushroom beds. The Hypogastruridae family is not well-known in Iran. Recently, research on this group of arthropods has increased significantly, and numerous reports have been presented. To date, 37 species and 8 genera belonging to this family have been reported or described in Iran. The genera *Hypogastrura* Bourlet, 1839, and *Ceratophysella* Börner, 1932 have the highest number of reported species in the family, with 12 and 8 species respectively. Currently, there is no comprehensive identification key for the species and genera of the Hypogastruridae family in Iran.

## Materials and Methods

In order to prepare a comprehensive identification key for the Hypogastruridae family, a list of species reported from this family in Iran was first compiled based on published articles. Additionally, to prepare microscopic photos of the important features of the species, the microscopic slides available in the entomology laboratory of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources were utilized. These samples were collected by various researchers, mostly as part of theses, and mounted on slides using Heuer's liquid. In writing the identification key, references from the book of [Thibaud et al. \(2004\)](#) and some scientific articles for species reported in recent years ([Skarżyński & Karpus, 2009](#); [Khanahmadi et al., 2018](#); [Skarżyński et al., 2017](#); [Vahedi Moghadam et al., 2022](#)) were used. The abbreviations and chaetotaxy used in the keys refer to the arrangement of hair on the different segments, as follows: a: anterior transverse row hairs; m: hairs of the middle transverse row (median); p: posterior transverse row hairs; c: central hair.

## Research Findings

The results showed that in total, 37 species and eight genera of the Hypogastruridae family have been reported from different parts of Iran ([Shayanmehr et al., 2023](#)). The genera *Hypogastrura* Bourlet, 1839, and *Ceratophysella* Börner, 1932 are the most abundant, with 12 and eight reported species, respectively. Additionally, the genus *Xenylla* Tullberg, 1869 has five species, the genus *Willemia* Börner, 1901 has four species, and the genera *Schoetella* Schäffer, 1896, *Choreutinula* Paclt, 1944, and *Triacanthella* Schäffer, 1897 each have one species. The genus *Acheroxenylla* Ellis, 1976, also has a species reported from Iran ([Shayanmehr et al., 2020](#)). Following is the key to identifying the genera and species of the Hypogastruridae family in Iran.

## Results

In the present study, 108 plant species belonging to 35 families and 64 plant genera were identified in the areas of Sarab-Niloufer, Sarab Amir, Sarab Zaz, Poldakhtar wetlands, Aligudarz, and Gahar Lakes. According to the habitat and type of life, emergent with 45 species (41.66 percent), marginal with 34 species (31.48 percent), submerged aquatic plants with 24 species (22.22 percent), and floating aquatic plants with 5 species (4.62 percent) were present in the study areas.

## Discussion of Results and Conclusion

The family Hypogastruridae has 741 species described worldwide ([Bellinger et al., 2022-2096](#)), but, so far only 37 species have been reported in Iran. Reports related to this family are limited to a small number of the country's provinces, mostly in the northern and western regions such as Mazandaran, Golestan, Gilan, West

Azerbaijan, East Azerbaijan, Kohgiluyeh and Boyer Ahmad, Zanjan, Kerman, Kermanshah, Lorestan, Khuzestan, Central and North Khorasan. It is expected that more species will be introduced or described with continued study of this family's fauna in other provinces. In this study, the key to identifying the genera and species of the family Hypogastruridae in Iran is presented, along with images illustrating the important characteristics of the species reported so far. This will aid in resolving some identification issues of this family's species in Iran, eliminating the need for Iranian researchers to send samples abroad for accurate identification. The results of the present study could contribute significantly to the fauna studies of Collembola in Iran.



## کلید شناسایی خانواده Hypogastruridae (Hexapoda: Collembola) در ایران

مریم سلیمی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران، ایران

salimi.manage.site@gmail.com

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

m.shayanmehr@sanru.ac.ir

محمود شریف محمدی، استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران، ایران

msharif1353@gmail.com

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

eyoosefi@ymail.com

### چکیده

خانواده Hypogastruridae متعلق به راسته Poduromorpha از خانواده‌های مهم رده پادمان است. این خانواده با داشتن آرواره‌های بالای قوی، صفحه دندان، برآمدگی‌های جانبی، فورکای قوی و دنس کوتاه از سایر خانواده‌های این راسته متمایز می‌شود. تاکسون‌های این خانواده از دم‌فتری‌ها، در زیستگاه‌های متنوع شامل خاک، زیر پوست درختان، ساحل دریا و بسترهای تجاری قارچ یافت می‌شود. در ایران اطلاعات اندکی از پادمان خانواده Hypogastruridae (Collembola) وجود دارد. طی چند سال اخیر، مطالعه این گروه از شش‌پایان رو به افزایش بوده و گزارش‌های زیادی از آنها ارائه شده است. تاکنون ۳۷ گونه و هشت جنس متعلق به این خانواده از ایران گزارش شده است. جنس‌های *Hypogastrura* Bourlet, 1839 و *Ceratophysella* Börner, 1932 به ترتیب با ۱۲ و هشت گونه دارای بیشترین تعداد گونه در این خانواده هستند. از آنجا که کلید شناسایی جامع برای گونه‌ها و جنس‌های خانواده Hypogastruridae در ایران وجود ندارد، به منظور تسهیل مطالعه پژوهشگران علاقمند به تاکسونومی رده پادمان، در این مطالعه کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های گزارش شده از این خانواده در ایران ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: پادمان، سیستماتیک، Hypogastruridae، Poduromorpha.

### مقدمه

اکوسیستم‌های خشکی است (Hopkin, 1997;

Deharveng, 2004). این رده از بندپایان به چهار راسته

Poduromorpha (۳۶۳۲ گونه) (ه)،

Entomobryomorpha (۴۴۴۸ گونه) (ه)،

پادمان (Hexapoda: Collembola) با حدود ۹۰۰۰

گونه یکی از کوچک‌ترین اما مؤفق‌ترین جانوران روی

کره زمین و همچنین از فراوان‌ترین شش‌پایان در بیشتر

\* مسئول مکاتبات

سلیمی، مریم، شایان مهر، معصومه، شریف محمدی، محمود. و یوسفی لفورکی، الهام. (۱۴۰۱). کلید شناسایی خانواده Hypogastruridae (Hexapoda: Collembola) در ایران. ۱۴ (۵۲): ۱۰۷-۱۲۶.



(Shayanmehr et al., 2023)؛ به طوری که از بین آنها گونه‌های *Hypogastrura persica* Kahrarian et al., 2013 و *H. ellisi* Skarżyński & Kahrarian, 2017 برای نخستین بار از ایران توصیف شده است (Kahrarian et al., 2013; Skarżyński et al., 2017). نخستین گزارش از این خانواده در ایران را Cox (1982) با معرفی شش گونه از جنس‌های *Hypogastrura*, *Ceratophysella* Börner, 1932 و *Xenylla* Tullberg, 1869, Bourlet, 1839 و *Willemia* Börner, 1901 منتشر کرد. مطالعه پادمان و در پی آن خانواده Hypogastruridae تا سال‌ها بعد در کشور متوقف ماند؛ البته فون این خانواده به صورت پراکنده در برخی مناطق کشور بررسی شده است؛ به گونه‌ای که طی دو دهه اخیر پژوهشگران متعددی فون این شش پایان را بررسی کرده‌اند و گزارش‌های ارائه شده از این خانواده بیشتر از استان‌های شمالی کشور به ثبت رسیده است (Moravvej, 2003; Daghighi, 2012; Falahati Hossein Abad, 2012; Yahyapour, 2012; Kahrarian, 2013, 2014; Qazi & Shayanmehr, 2014; Yoosefi Lafooraki & Shayanmehr, 2015; Ramezani & Mossadegh, 2017; Skarżyński et al., 2017; Khanahmadi et al., 2018; Mohammadi Nodeheki, 2018; Moradi et al., 2018; Yahyapour et al., 2021; Bakhshi et al., 2022). با وجود افزایش علاقه پژوهشگران علم رده‌بندی به بررسی و شناسایی فون خانواده‌های مختلف پادمان در ایران به منظور تکمیل مطالعه فونستیک شش پایان، مشکلات متعددی در زمینه شناسایی دقیق و قطعی گونه‌ها به ویژه خانواده Hypogastruridae وجود دارد که از جمله مهم‌ترین آنها دسترسی نداشتن به کلید شناسایی، کمبود کارشناس رده‌بندی مجرب و مشکلات موجود در ارتباط با ارسال نمونه‌ها به خارج از ایران است؛ به همین

*Symphyleona* (۱۳۰۶ گونه) و *Neelipleona* (۶۲ گونه) تقسیم می‌شود (Bellinger et al., 1996-2022; Deharveng, 2004). اعضای راسته Poduromorpha (با ۱۱ خانواده در دنیا و هفت خانواده در ایران) با ویژگی‌هایی از جمله بدن کشیده و میله‌ای شکل و پیش قفس سینه مشخص و همیشه دارای تعدادی مو، از سایر راسته‌ها جدا می‌شود (Bellinger et al., 1996-2022).

راسته Poduromorpha دومین راسته از نظر فراوانی گونه‌ها در رده پادمان است و ۱۱ خانواده در جهان دارد که تا الان هفت خانواده از ایران گزارش شده است. پادمان خانواده Hypogastruridae با ۷۴۱ گونه در جهان، متعلق به راسته Poduromorpha است (Bellinger et al., 1996-2022; Deharveng, 2004). این خانواده به دلیل داشتن آرواره‌های بالای قوی، صفحه دندان (Molar plate) دانه‌بندی شده (granulation)، فورکای قوی و دنس کوتاه از سایر خانواده‌های این راسته متمایز می‌شود (Fjellberg, 1998). آنها همه‌جازی هستند و پراکنش جهانی گسترده‌ای دارند. گرچه به طور عمده ساکن خاک و خاکبرگ هستند، در زیستگاه‌های متنوعی از جمله زیر پوست درختان، ساحل دریا و بسترهای تجاری قارچ یافت می‌شوند و از هیف‌های قارچی، باکتری‌ها و جلبک‌ها تغذیه می‌کنند (Davidson & Broady, 1996; Hopkin, 1997; Chahartaghi et al., 2005). در ایران اطلاعات اندکی از خانواده Hypogastruridae وجود دارد و در بسیاری از استان‌های کشور از این خانواده هیچ گونه اطلاعات و گزارشی در دست نیست. تاکنون ۳۷ گونه و هشت جنس از این خانواده از ایران گزارش شده است

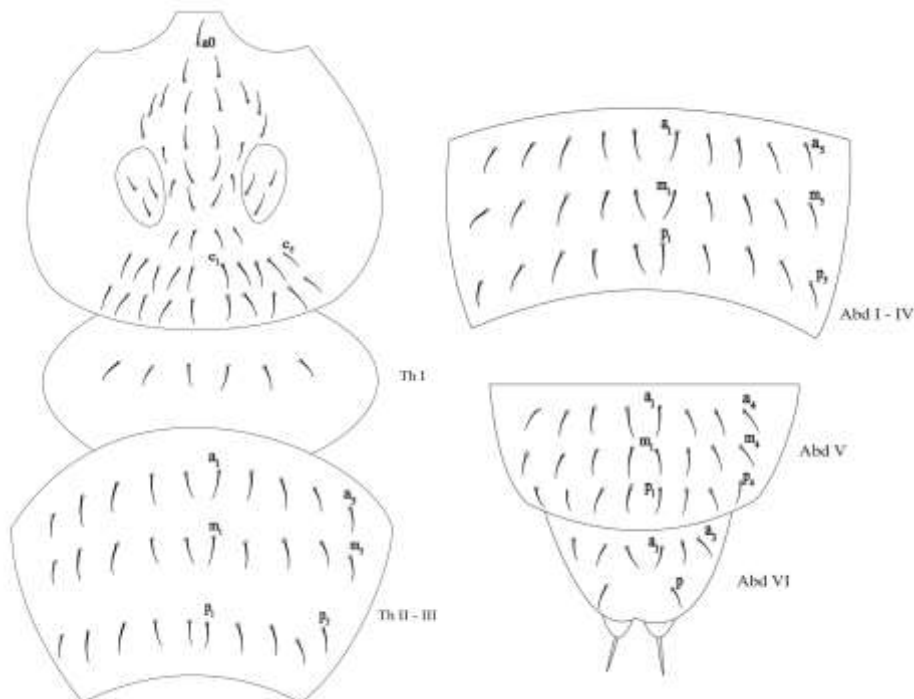
است. نمونه‌ها به کمک مایع هویر روی لام نصب شد. برای نگارش کلید شناسایی، از کلیدهای موجود در کتاب (Thibaud, et al., 2004) و گونه‌های گزارش شده در مقالات علمی در سال‌های اخیر (Skarżyński & Karpus, 2009; Khanahmadi et al., 2013; Skarżyński et al., 2017; Vahedi Moghadam et al., 2022) استفاده شد. حروف اختصاری و کتوتاکسی استفاده شده در کلیدها، به موها و نحوه آرایش آنها روی بندهای مختلف اشاره دارد و به شرح زیر است:

a: موهای ردیف عرضی جلویی (anterior)، m: موهای ردیف عرضی میانی (median)، p: موهای ردیف عرضی عقبی (posterior) و c: موهای مرکزی (central) (شکل ۱).

دلیل در این مطالعه سعی شده است کلید شناسایی برای جنس‌ها و گونه‌های بومی خانواده Hypogastruridae به زبان فارسی ارائه شود.

## مواد و روش‌ها

به منظور تهیه کلید شناسایی جامع برای خانواده Hypogastruridae ابتدا فهرستی از گونه‌های گزارش شده از این خانواده در ایران براساس مقالات چاپ شده معتبر تهیه شد؛ همچنین به منظور تهیه عکس‌های میکروسکوپی از ویژگی‌های مهم گونه‌ها، از اسلایدهای میکروسکوپی موجود در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری استفاده شد. این نمونه‌ها توسط پژوهشگران مختلف و بیشتر در قالب پایان‌نامه جمع‌آوری شده



شکل ۱- طرح کلی از کتوتاکسی سطح پشتی خانواده Hypogastruridae (Thibaud et al., 2004).

Figure 1 - Outline of ketotaxy of the dorsal surface of the family Hypogastruridae (Thibaud et al., 2004).

## نتیجه و بحث

جنس‌های *Schoetella* Schäffer, 1896  
*Triacanthella* و *Choreutinula* Paclt, 1944  
 Schäffer, 1897 هر کدام با یک گونه و جنس  
*Acheroxenylla* Ellis, 1976 (گونه آن شناسایی نشده  
 است) از ایران گزارش شده است (Shayanmehr et  
 al., 2020). در ادامه، کلید شناسایی جنس‌ها و  
 گونه‌های خانواده Hypogastruridae ایران ارائه شده  
 است.

بررسی‌ها نشان داد در مجموع، ۳۷ گونه و هشت  
 جنس از خانواده Hypogastruridae از نقاط مختلف  
 ایران گزارش شده است (Shayanmehr et al.,  
 2023). جنس‌های *Hypogastrura* Bourlet, 1839 و  
*Ceratophysella* Börner, 1932 به ترتیب با ۱۲ و  
 هشت گونه گزارش شده، دارای بیشترین فراوانی هستند؛  
 همین‌طور جنس *Xenylla* Tullberg 1869 با پنج  
 گونه، جنس *Willemia* Börner, 1901 با چهار گونه،

### کلید شناسایی خانواده‌های راسته Poduromorpha در ایران (براساس کلیدهای ارائه‌شده در کتاب (Fjellberg (1998):

- ۱- دارای آرواره‌های بالای قوی با صفحه دندان‌دانه‌بندی شده ----- ۲
- دارای آرواره‌های بالای کوچک و بدون صفحه دندان‌دانه‌بندی شده ----- ۶
- ۲- دارای دندس بلند و باریک و در انتها گرد؛ فقط یک گونه در دنیا؛ آبی ----- *Poduridae (Podura aquatica)*
- دارای دندس بسیار کوتاه‌تر، در انتها گردنشده؛ بعضی گروه‌ها بدون دندس ----- ۳
- ۳- بدون چشم‌های دروغین ----- ۴
- سر و بدن دارای چشم‌های دروغین ----- ۵
- ۴- بدن سفیدرنگ؛ بدون چشم و فورکا ----- *Willemia* Börner, 1901
- بدن تیره؛ دارای فورکای قوی ----- *Hypogastruridae*
- ۵- اندام حسی بند سوم شاخک دارای پایله‌های باریک و انگشت‌مانند که سنسیلوم‌ها را می‌پوشانند؛ بیشتر شامل  
 گونه‌های بزرگ که چندان باریک نیستند، بزرگ‌تر از یک میلی‌متر ----- *Onychiuridae*
- اندام حسی بند سوم شاخک بدون پایله یا دارای پایله‌های ضخیم که انگشت‌مانند نیستند؛ سنسیلوم‌ها به‌طور  
 معمول آشکار؛ بیشتر شامل گونه‌های کوچک‌تر و بسیار باریک، کوچک‌تر از یک میلی‌متر ----- *Tullbergiidae*
- ۶- دارای آرواره پایین کوتاه و فشرده با تعداد زیادی دندان‌کوچک، بدون لاملا ----- *Brachystomellidae*
- دارای آرواره پایین متفاوت که به‌طور معمول طویل شده با لاملای دندان‌دار است ----- ۷
- ۷- دارای اندام پس‌شاخکی ستاره‌ای شکل یا گوشه‌دار، روزت‌مانند نیست؛ خارهای انتهایی در صورت وجود دو  
 عدد ----- *Odontellidae*
- بدون اندام پس‌شاخکی یا با اندام پس‌شاخکی روزت‌مانند یا کشیده با اجزای زیاد؛ بدون خارهای انتهایی یا  
 دارای بیش از دو عدد ----- *Neanuridae*



## کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های خانواده Hypogastruridae در ایران (براساس کلیدهای ارائه شده در کتاب (Thibaud 2004):

- ۱- بدن بدون رنگ؛ ناخن‌ها بدون دندان ..... ۲
- ۲- بدن دارای رنگ؛ ناخن‌ها دارای دندان ..... ۳
- ۲- بدون چشم و فورکا؛ دارای اندام پس‌شاخکی ..... *Willemia* Börner, 1901
- ۸- دارای ۲+۲ یا ۱+۱ چشم و فورکای تحلیل‌رفته با ۲ دندس کوچک؛ بدون اندام پس‌شاخکی ..... *Acheroxenylla* Ellis, 1976
- ۳- به‌طور معمول دارای ۸+۸ چشم؛ دارای اندام پس‌شاخکی ..... ۴
- ۵- دارای ۵+۵ یا به‌ندرت ۴+۴ چشم (شکل ۲)؛ بدون اندام پس‌شاخکی ..... *Xenylla* Tullberg, 1869
- ۱۲- دندس دارای حداکثر ۵ مو؛ اغلب بدون امپودیوم ..... ۵
- ۴- دندس دارای حداقل ۵ مو؛ اغلب دارای امپودیوم ..... ۶
- ۵- دندس دارای ۵ موی پشتی؛ ناخن بدون امپودیوم (شکل ۳)؛ لوله شکمی دارای ۴+۴ مو؛ اندام پس‌شاخکی کمی کوچک‌تر از قطر نزدیک‌ترین چشم؛ هر ساق پنجه دارای ۳ تا ۴ موی چسبنده غیر چماقی ..... *Schoetella unungiculata* Tullberg, 1869
- دندس دارای چهار موی پشتی؛ دارای امپودیوم کوچک یا بدون آن؛ لوله شکمی با ۵+۵ مو؛ اندام پس‌شاخکی به اندازه قطر نزدیک‌ترین چشم؛ ساق پنجه دارای دو موی چسبنده چماقی ..... *Choreutinula inermis* (Tullberg, 1871)
- ۶- دندس دارای ۵ تا ۷ مو؛ ناخن‌ها دارای دندان‌های جانبی؛ اغلب دارای ۲ خار انتهایی ..... ۷
- دندس دارای ۸ تا ۱۰ موی پشتی؛ ناخن‌ها بدون دندان‌های جانبی؛ دارای ۳ خار انتهایی ..... *Triacanthella intermedia* Dunger et Zivadinovic, 1984
- ۷- نوک موکرو پهن و گرد (شکل ۴ب)، دارای لاملای بیرونی برجسته و مثلثی؛ دارای کیسه واژگون‌شدنی بین بندهای سوم و چهارم شاخک (شکل ۴الف)؛ خارهای انتهایی به‌طور معمول بلند و باریک (شکل ۴ج)؛ ترزیت‌ها به‌طور معمول دارای ماکروستاهای تمایز یافته ..... *Ceratophysella* Börner, 1932
- ۱۸- نوک موکرو باریک (شکل ۱۰)، لاملای بیرونی به‌طور معمول کوتاه و نامعلوم؛ بدون کیسه واژگون‌شدنی بین بندهای سوم و چهارم شاخک؛ خارهای انتهایی کوتاه؛ ترزیت‌ها به‌طور معمول بدون ماکروستاهای تمایز یافته ..... *Hypogastrura* Bourlet, 1839
- ۲۶- ۸- سر دارای موی a0؛ ساق پنجه‌های اول تا سوم به ترتیب دارای ۱۷، ۱۷ و ۱۶ مو؛ بند دوم و سوم قفس سینه با ۳+۳ مو در ردیف m ..... ۹
- سر بدون موی a0؛ ساق پنجه‌ها هر کدام دارای ۱۱ مو؛ بند دوم و سوم قفس سینه با ۲+۲ مو در ردیف m ..... *buddenbrocki* Huther, 1959
- ۹- بند پنجم شکم بدون موی p2 ..... ۱۰

- ۱۱ - بند پنجم شکم دارای موی p2 -----  
 ۱۰- دارای دو خار انتهایی کوچک؛ اندام پس شاخکی دارای ۵ یا ۶ لوب ساده ----- *virae* Kaprus, 1997  
 - بدون خارهای انتهایی؛ اندام پس شاخکی دارای ۴ لوب ساده، بلند و مثلثی ----- *aspinata* Stach, 1949  
 ۱۱- سطح پشتی بند چهارم شکم دارای موهای m1؛ اندام پس شاخکی دارای ۵ (به ندرت ۴ یا ۵) لوب ساده؛ بند چهارم شاخک دارای پنج یا شش موی حسی ----- *anophthalma* Börner, 1901  
 - سطح پشتی بند چهارم شکم بدون موهای m1؛ اندام پس شاخکی دارای ۵ تا ۹ (یا ۱۰) لوب ساده؛ بند چهارم شاخک دارای چهار موی حسی ----- *scandinavica* Stach, 1949  
 ۱۲- دارای موکروی مجزا از دنس و دارای مو -----  
 ۱۴ - دارای موکروی ادغام شده با دنس -----  
 ۱۳- در سطح پشتی بند سوم قفس سینه، موی a2 نسبت به موی a1 دور شده است؛ ساق پنجه‌ها هر کدام دارای دو موی چسبنده راسی ----- *humicola* (Fabricius, 1780)  
 - در سطح پشتی بند سوم قفس سینه، موی a2 نسبت به موی a1 دور نشده است؛ ساق پنجه‌های اول تا سوم به ترتیب دارای ۲، ۱ و ۲ موی چسبنده راسی ----- *welchi* Folsom, 1916  
 ۱۴- سر بدون موی پشتی c1 و دارای موی c2؛ موکرودنس دارای دو موی پشتی -----  
 - سر دارای موی پشتی c1 و بدون موی c2؛ موکرودنس دارای یک مو (شکل ۶) ----- *tullbergi* Börner, 1903  
 ۱۵- نوک موکرو کمی خمیده؛ بند چهارم شکم بدون موی m5؛ ناخن‌ها بدون دندانۀ داخلی یا با یک دندانۀ داخلی بسیار کوچک -----  
 - نوک موکرو قلابی شکل (شکل ۷)؛ بند چهارم شکم دارای موی m5؛ ناخن‌ها دارای یک دندانۀ داخلی کوچک -----  
 ۱۶- طول موکرودنس اغلب بیش از دوبرابر ناخن پای سوم؛ لوب خارجی آرواره پایین دارای سه موی زیرلوبی -----  
 ----- *maritima* Tullberg, 1869  
 - طول موکرودنس اغلب کمتر از دوبرابر ناخن پای سوم؛ لوب خارجی آرواره پایین دارای دو موی زیرلوبی -----  
 ----- *szeptyckii* Szeptycki, Piwnik & Porco, 2018  
 ۱۷- رتیناکولوم دارای ۳+۳ دندانۀ؛ لوب خارجی آرواره پایین دارای ۲ تا ۳ موی زیرلوبی ----- *brevismilis* Stach, 1949  
 - رتیناکولوم دارای ۲+۲ دندانۀ (شکل ۷)؛ لوب خارجی آرواره پایین دارای یک موی زیرلوبی -----  
 ----- *mediterranea* da Gama, 1964  
 ۱۸- موی p1 در حلقه پنجم شکم بلندتر از موی p2 است -----  
 ۱۹ - موی p1 در حلقه پنجم شکم کوتاه‌تر از موی p2 است (شکل ۸) -----  
 ۲۰- بند چهارم شاخک دارای موهای حسی -----  
 - بند چهارم شاخک بدون موهای حسی ----- *tuberculata* (Cassagnau, 1959)

- ۲۰- دندس دارای ۷ مو با ۲ موی جلویی ضخیم (شکل ۹) ----- ۲۱
- دندس دارای ۷ مو با ۴ موی جلویی ضخیم ----- *alani* (Babenko, 1994)
- ۲۱- دانه‌بندی‌های بدن به نسبت درشت؛ بند پنجم شکم دارای ۸ تا ۱۲ برجستگی (*granule*) بین موهای p1 -----  
----- *borealis* Borner, 1932
- ۲۲- دانه‌بندی‌های بدن به نسبت ریز؛ بند پنجم شکم دارای بیش از ۱۲ برجستگی بین موهای p1 -----  
----- *armata* (Nicolet, 1841)
- ۲۲- بند چهارم شکم دارای ۳+۳ میکروستای میانی؛ بند چهارم شاخک دارای ۵ تا ۷ موی حسی در سطح پشتی ----- ۲۳  
----- بند چهارم شکم دارای ۲+۲ میکروستای میانی؛ بند چهارم شاخک دارای حداکثر ۵ موی حسی در سطح پشتی -----  
----- *gibbosa* (Bagnall, 1940)
- ۲۳- بند پنجم شکم بدون برآمدگی؛ سطح شکمی بند چهارم شاخک دارای ۱۰ تا ۱۵ دسته موی حسی قلاب‌مانند ----- ۲۴  
----- بند پنجم شکم دارای برآمدگی نیم‌دایره‌ای شکل (شکل ۸)؛ سطح شکمی بند چهارم شاخک دارای حداکثر ۱۰ دسته  
موی حسی قلاب‌مانند ----- *stercoraria* Stach, 1963
- ۲۴- بند پنجم شکم دارای ۳+۳ موی a بین پایه‌های ماکروستاهای p5 (بدون موهای a2)؛ بند چهارم شاخک دارای ۵ تا ۷  
موی حسی در سطح پشتی؛ دندس دارای ۶ تا ۷ مو ----- ۲۵  
----- بند پنجم شکم دارای ۴+۴ موی a بین پایه‌های ماکروستاهای p5 (دارای موهای a2) (شکل ۵)؛ بند چهارم شاخک  
دارای ۷ موی حسی در سطح پشتی؛ دندس دارای ۷ مو ----- *denticulata* (Bagnall, 1941)
- ۲۵- دندس دارای شش موی پشتی؛ سطح شکمی بند چهارم شاخک دارای ۱۰ تا ۱۵ دسته موی حسی قلاب‌مانند و ۵ تا ۶  
موی حسی در سطح پشتی؛ بدن به رنگ قهوه‌ای - بنفش ----- *succinea* (Gisin, 1949)
- دندس دارای هفت موی پشتی؛ سطح شکمی بند چهارم شاخک دارای ۱۲ دسته موی حسی قلاب‌مانند و ۶ تا ۷ موی  
حسی در سطح پشتی؛ بدن به رنگ آبی ----- *engadinensis* (Gisin, 1949)
- ۲۶- بند ششم شکم دارای خارهای انتهایی ----- ۲۷  
----- بند ششم شکم بدون خارهای انتهایی ----- *Hypogastrura neglecta* (Borner, 1901)
- ۲۷- لوله شکمی دارای ۴+۴ مو ----- ۲۸  
----- لوله شکمی به طور معمول دارای ۵+۵ مو (گاهی ۳+۳ یا ۷+۷ مو) ----- *socialis* (Uzel, 1891)
- ۲۸- دندس دارای دانه‌بندی درشت ----- ۲۹  
----- دندس دارای دانه‌بندی ریز ----- ۳۳
- ۲۹- بند اول شاخک دارای هشت مو ----- ۳۰  
----- بند اول شاخک دارای هفت مو ----- ۳۲
- ۳۰- ساق پنجه‌های اول تا سوم هر کدام دارای یک موی چسبنده چماقی مشخص ----- *assimilis* (Krausbauer, 1898)  
----- ساق پنجه‌های اول تا سوم هر کدام دارای یک موی چسبنده نوک تیز یا چماقی ضعیف ----- ۳۱

- ۳۱- بدن دارای دانه‌بندی‌های به نسبت ریز؛ بند پنجم شکم با ۷ تا ۹ برجستگی بین موهای p1؛ بدن به رنگ بنفش - خاکستری و گاهی به رنگ سیاه ----- *rangkuli* Martynova, 1975
- بدن دارای دانه‌بندی‌های بسیار درشت؛ بند پنجم شکم با ۴ تا ۶ برجستگی بین موهای p1؛ بدن به رنگ خاکستری مایل به آبی و گاهی به رنگ سفید ----- *ripperi* Gisin, 1952
- ۳۲- موکرو بسیار باریک و بلند و دارای لاملای باریک (شکل ۱۰)؛ امپودیوم نیزه‌ای شکل؛ بند چهارم شاخک در انتها دارای حباب انتهایی ساده یا دوشاخه و دارای ۶ تا ۱۰ موی حسی ----- *manubrialis* (Tullberg, 1869)
- موکرو دارای لاملای بیرونی پهن؛ امپودیوم دارای لاملای قاعده‌ای پهن؛ بند چهارم شاخک در انتها دارای حباب انتهایی ساده و دارای ۵ تا ۷ موی حسی ----- *vernalis* (Carl, 1901)
- ۳۳- رتیناکولوم دارای ۳+۳ دندانه؛ ساق پنجه‌ها هر کدام دارای بیش از یک موی چسبنده ----- ۳۶
- رتیناکولوم دارای ۴+۴ یا ۳+۳ دندانه؛ ساق پنجه‌ها هر کدام دارای یک موی چسبنده ----- ۳۴
- ۳۴- بدن دارای دانه‌بندی‌های ریز و یکنواخت؛ دارای خار انتهایی کوچک روی پایله‌های کوچک ----- ۳۵
- بندهای آخر شکم با دانه‌بندی‌هایی که به طور مشخصی درشت شده است؛ دارای خار انتهایی کوچک روی پایله‌های بسیار بلند ----- *papillata* Gisin, 1949
- ۳۵- رتیناکولوم دارای ۴+۴ دندانه؛ بند پنجم شکم دارای ۱۲ تا ۲۰ برجستگی بین موهای p1؛ سطح پشتی دنس دارای هفت مو ----- *ellisi* Skarżyński & Kahrarian, 2017
- رتیناکولوم دارای ۳+۳ دندانه؛ بند پنجم شکم دارای ۱۰ تا ۱۱ برجستگی بین موهای p1؛ سطح پشتی دنس دارای پنج مو ----- *persica* Kahrarian et al., 2013
- ۳۶- دنس دارای ۵ مو ----- ۳۷
- دنس دارای ۶ یا ۷ مو ----- ۳۸
- ۳۷- ساق پنجه‌های اول تا سوم دارای ۲،۳،۳ موی چسبنده چماقی؛ امپودیوم معمولی با لاملای پایه پهن ----- *tullbergi* (Schäffer, 1900)
- ساق پنجه‌های اول تا سوم دارای ۳،۳،۴ موی چسبنده چماقی؛ امپودیوم با لاملای پایه کوچک اما متمایز ----- *distincta* (Axelson, 1902)
- ۳۸- دنس دارای ۶ مو (شکل ۱۱)؛ ساق پنجه‌های اول تا سوم دارای ۲،۳،۳-۴ موی چسبنده ----- *martiani* Skarżyński & Kaprus', 2009
- دنس دارای ۷ مو؛ ساق پنجه‌های اول تا سوم دارای ۲،۳،۲ موی چسبنده ----- *purpurescens* (Lubbock, 1867)



شکل ۲- چشم‌ها در گونه *Xenylla mediterranea* (شکل اصلی).

Figure 2- Eyes in *Xenylla mediterranea* species (original figure).



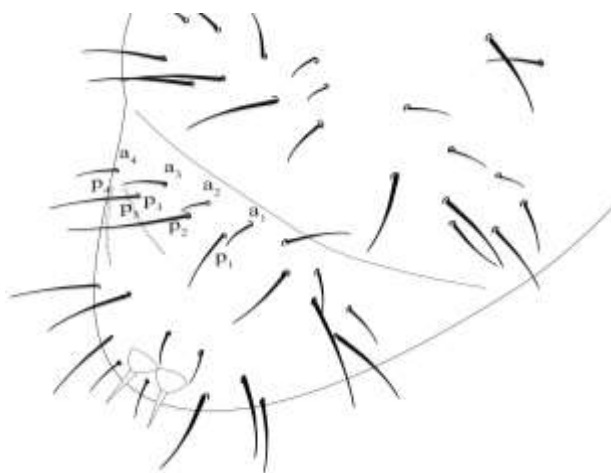
شکل ۳- ناخن در گونه *Schoetella unungiculata* (شکل اصلی).

Figure 3- Nail in the species *Schoetella unungiculata* (original figure).



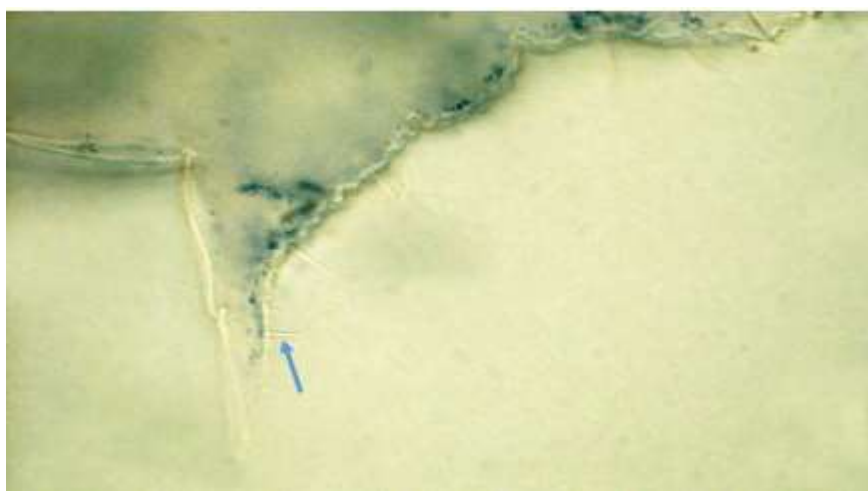
شکل ۴- گونه *Ceratophysella denticulata*: الف: کیسه‌ واژگون‌شونده بین بندهای سوم و چهارم شاخک، ب: موکروی پهن و بانوک گرد و ج: خارهای انتهایی (شکل اصلی).

Figure 4- *Ceratophysella denticulata*: a: overturned bag between the third and fourth tentacle segments, b: broad mucro with a round tip and c: terminal spines (original figure).



شکل ۵- وضعیت موی a بین پایه‌های ماکروستاهای p5 در بند پنجم شکم.

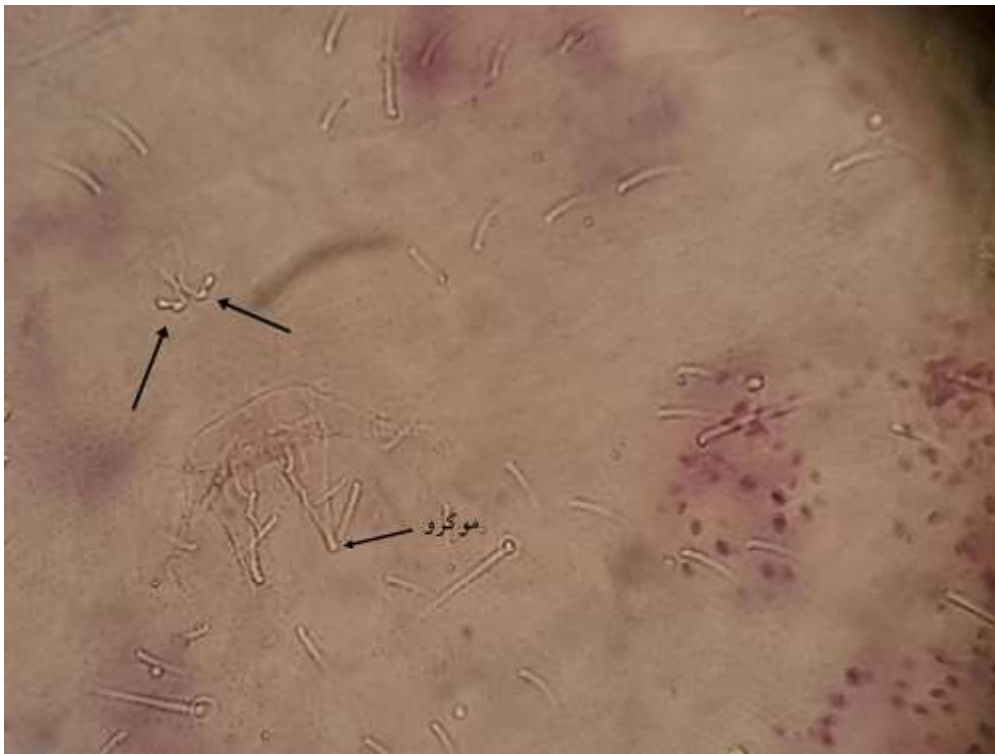
Figure 5- The position of the hair a between the bases of the p5 maculae in the fifth segment of the abdomen.



شکل ۶- موکرودنس در گونه *Xenylla tullbergi* (شکل اصلی).

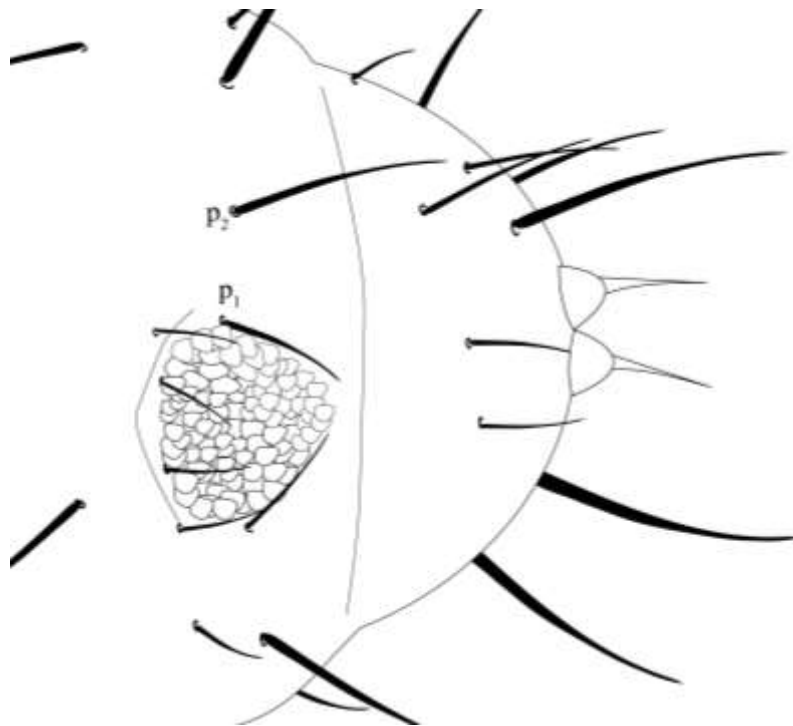
Figure 6- Mucrodens in *Xenylla tullbergi* species (original figure).





شکل ۷- رتیناکولوم و موکرو در گونه *Xenylla mediterranea* (شکل اصلی).

Figure 7- Retinaculum and mucro in *Xenylla mediterranea* species (original figure).



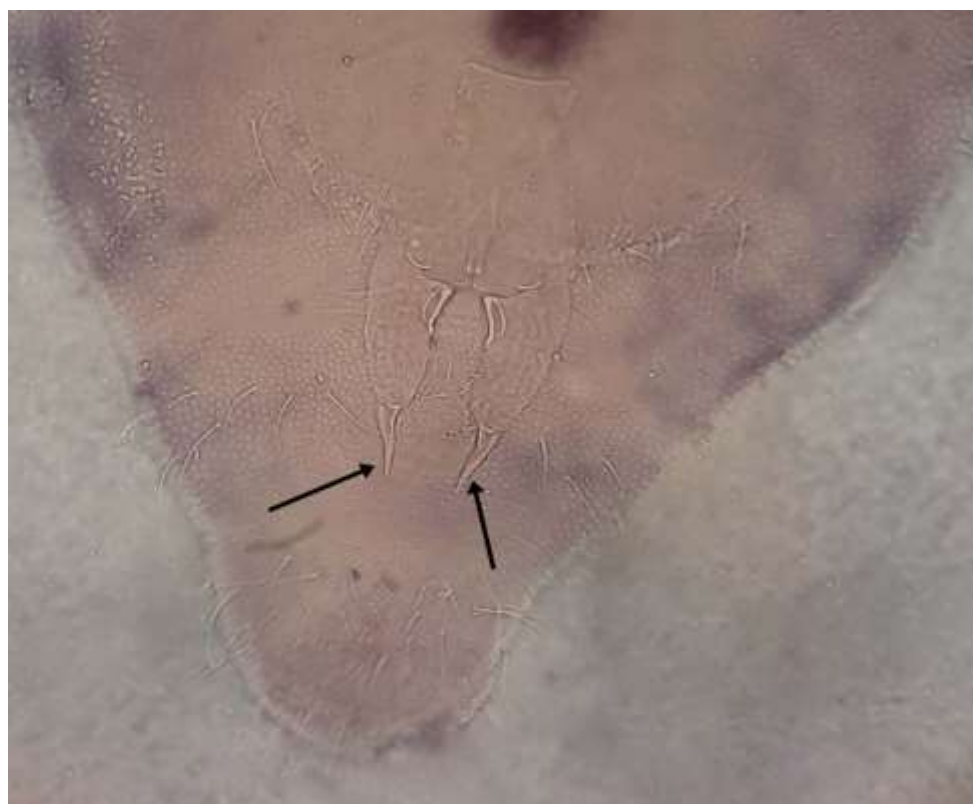
شکل ۸- برآمدگی نیم دایره‌ای شکل و موی p1 کوچک‌تر از p2 روی بند پنجم شکم در گونه *Ceratophysella stercoraria* (شکل اصلی).

Figure 8- Semicircular protrusion and hair p1 smaller than p2 on the fifth abdominal strap in the *Ceratophysella stercoraria* (original figure).



شکل ۹- موهای داخلی روی دندس در گونه *Ceratophysella armata* (شکل اصلی).

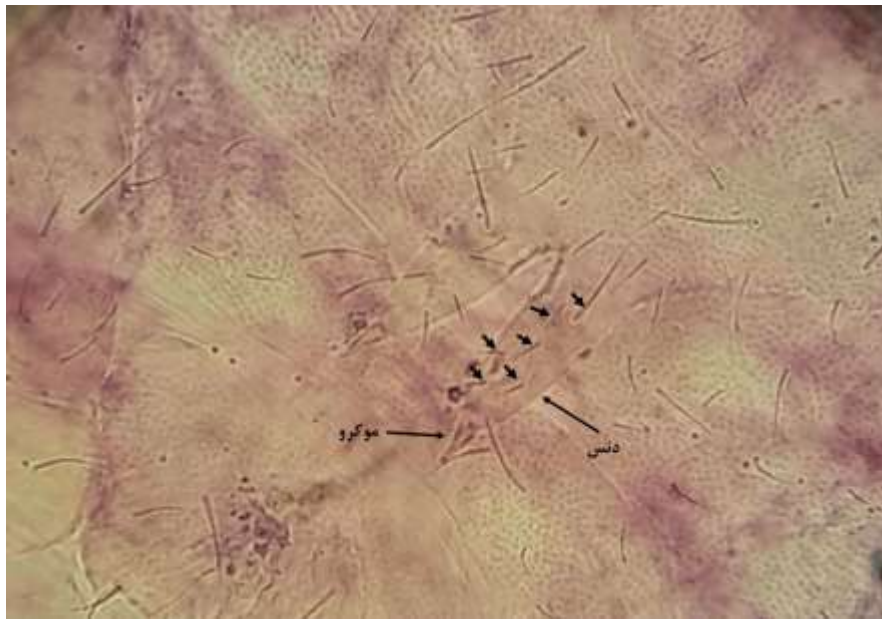
Figure 9- Internal hairs on the dens in *Ceratophysella armata* (original figure).



شکل ۱۰- موکرو در گونه *Hypogastrura manubrialis* (شکل اصلی).

Figure 10- Mucro in the species *Hypogastrura manubrialis* (original figure).





شکل ۱۱- دندس در گونه *Hypogastrura martiani* (شکل اصلی).

Figure 11- Dens in *Hypogastrura martiani* (original figure).

خانواده در سایر استان‌ها، گونه‌های بیشتری معرفی یا توصیف شده است. در این مطالعه، کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های خانواده Hypogastruridae در ایران به همراه تصاویر مربوط به ویژگی‌های مهم گونه‌های تاکنون گزارش شده، ارائه شد تا بخشی از مشکلات مربوط به شناسایی گونه‌های این خانواده در ایران برطرف شود و پژوهشگران ایرانی نیازمند ارسال نمونه‌های مرتبط به خارج از کشور برای شناسایی دقیق آنها نباشند؛ بنابراین مطالعه حاضر نتایج ارزشمندی برای تکمیل مطالعات فونستیک پادمان در ایران ارائه می‌کند.

## جمع‌بندی

خانواده Hypogastruridae دارای ۷۴۱ گونه توصیف شده در سراسر جهان است (Bellinger et al., 1996-2022)؛ اما تاکنون تنها ۳۷ گونه از آن در ایران گزارش شده است. گزارش‌های مربوط به این خانواده محدود به تعداد اندکی از استان‌های کشور، بیشتر استان‌های شمالی و غربی همچون مازندران، گلستان، گیلان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، کهگیلویه و بویراحمد، زنجان، کرمان، کرمانشاه، لرستان، خوزستان، مرکزی و خراسان شمالی (Shayanmehr et al., 2023) است و انتظار می‌رود با ادامه بررسی فون این

## References

- Bakhshi, A., Shayanmehr, M., Sharif, M. M., Yahyapour, E., & Kaprus, I. (2022). A faunistic study of springtails (Hexapoda, Collembola) from Hezarjirib forests (Neka, Mazandaran) with three new records of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 8(3), 395-410. <https://doi.org/10.52547/jibs.8.3.395>
- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A., & Janssens, F. (1996-2022). *Checklist of the Collembola of the World*. <http://www.collembola.org> on: 3 August 2022.

- Chahartaghi, M., Langel, R., Scheu, S., & Ruess, L. (2005). Feeding guilds in Collembola based on nitrogen stable isotope ratios. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(9), 1718-1725. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.02.006>
- Cox, P. (1982). The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Magazine*, 118, 39-43.
- Daghighi, E. (2012). *Fauna of Collembola (Insecta: Apterygota) from Rasht and its regions*. [Unpublished MSc thesis]. University of Guilan. [In Persian].
- Davidson, M. M., & Broady, P. A. (1996). Analysis of gut contents of *Gomphiocephalus hodgsoni* carpenter (Collembola: Hypogastruridae) at Cape Geology, Antarctica. *Polar Biology*, 16, 463-467. <https://doi.org/10.1007/BF02329064>
- Deharveng, L. (2004) Recent advances in Collembola systematics. *Pedo biologia*, 48(5-6), 415-433. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2004.08.001>
- Falahati Hossein Abad, A. (2012). *A Faunal Study on Springtails (Apterygota: Collembola) in Gorgan Regions*. [Unpublished MsC thesis]. Department of plant protection, Agricultural science and natural resources university of Gorgan. [In Persian].
- Fjellberg, A. (1998). The Collembola of Fennoscandia and Denmark. I. Poduromorpha and Onychiuridae. *Fauna Ent. Scand*, 35.
- Hopkin, S. P. (1997). *Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press.
- kahrarian, M. (2013). The first report of *Ceratophysella stercoraria* (Stach, 1963) (Collembola: Hypogastruridae) from Kermanshah province. *IAU Entomological Research Journal*, 4(4), 331-333. [https://jer.arak.iau.ir/article\\_524109.html?lang=en](https://jer.arak.iau.ir/article_524109.html?lang=en) [In Persian].
- Kahrarian, M. (2014). New records of Poduromorpha for the Iranian springtail fauna (Collembola). *Natura Somogyiensis*, 25, 21–26. <https://doi.org/10.24394/NatSom.2014.25.21>
- Kahrarian, M., Vafaei-Shoushtari, R., Skarzynski, D., Konikiewicz, M., Soleyman-nezhadyan, E., Shayanmehr, M., & Shams, B. (2013). A new species and new records of the genus *Hypogastrura* Bourlet, 1839 (Collembola, Hypogastruridae) from Iran. *Zootaxa*, 3709(1), 089-094. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3709.1.4>
- Khanahamdi, S., Shayanmehr, M., & Bahmanyar, M. A. (2018). New record of *Friesea afurcata* Tullberg, 1869 (Collembola, Neanuridae) in Golestan national Park (Hyrcanian forests), Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 4(3), 141-146. <https://doi.org/10.52547/jibs.4.4.141>
- Mohammadi Nodeheki, L., Shayanmehr, M., & Yazdani, M. (2018). *Xenylla mediterranea* da Gama, 1964 (Collembola: Poduromorpha: Hypogastruridae): A new record for Iranian fauna (Mazandaran province). *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 4(1), 25-29. <http://dx.doi.org/10.52547/jibs.4.1.25>
- Moradi, T., Vafaie, R., Kahrarian, M., & Mohseni Amin, A. (2018). The study on Springtails in west part of Iran with new records for Iranian fauna. *IAU Entomological Research Journal*, 10(3), 204-215. [https://jer.arak.iau.ir/article\\_665382.html?lang=en](https://jer.arak.iau.ir/article_665382.html?lang=en) [In Persian].
- Moravvej, S. A. (2003) *Biodiversity of Collembola of Tehran Region and Preliminary Observation on Several Species*. [Unpublished MSc thesis]. Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. [In Persian].
- Qazi, F., & Shayanmehr, M. (2014). Additional records for Iranian Collembola (Hexapoda: Entognatha) fauna from Tehran province. *Natura Somogyiensis*, 25(1), 27-34. <http://real.mtak.hu/166508/>
- Ramezani, L., & Mossadegh, M. S. (2017). The effect of cropping on diversity and density of springtails (Hexapoda: Collembola) in Khuzestan province, Southwest of Iran. *IAU Entomological Research Journal*, 8(4), 301-307. [https://jer.arak.iau.ir/article\\_532760\\_en.html](https://jer.arak.iau.ir/article_532760_en.html) [In Persian].
- Shayanmehr, M., Yahyapour, E., Lafooraki, E. Y., & Sepanlou, M. G. (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., 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> [In Persian].
- Skarżyński, D., & Kaprus, I. J. (2009). A new species and a new interesting record of the genus Hypogastrura Bourlet, 1839 (Collembola, Hypogastruridae) from Ukraine. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 55(1), 23-30. [http://actazool.nhmus.hu/55/1/Azh55\\_1\\_Skarzynski.pdf](http://actazool.nhmus.hu/55/1/Azh55_1_Skarzynski.pdf)
- Skarżyński, D., Kahrarian, M., Piwnik, A., & Zawisza, M. (2017). Description of Hypogastrura ellisi sp. n. with notes on H. tethyca Ellis and the trybomi group (Collembola, Hypogastruridae). *ZooKeys*, 719, 45–57. <https://doi.org/10.3897%2Fzookeys.719.14806>
- Thibaud, J. M., Schulz, H. J., & da Gama Assalino, M. M. (2004). *Synopses on Palaearctic Collembola*. (Vol. 4). Hypogastruridae. State Museum of the Natural History Museum of Gorlitz, Germany. <https://www.nhbs.com/synopses-on-palaearctic-collembola-volume-4-hypogastruridae-book>
- Vahedi Moghadam, S., Shayanmehr, M., & Mohammadi Sharif, M. (2022). Springtails fauna (Hexapoda, Collembola) from different ecosystems of Behshahr and suburb (Mazandaran) with two new records from Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 8(4), 581-593. <http://dx.doi.org/10.52547/jibs.8.4.581>
- Yahyapour, E. (2012). *Faunistic Study on Collembola (Insecta: Apterygota) in Sari Regions*. [Unpublished MSc thesis]. Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran. [In Persian].
- Yahyapour, E., Vafaei Shoushtari, R., Shayanmehr, M., & Arbea, J. (2021). New records of springtails (Hexapoda: Collembola) for Iran from Mazandaran forests. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 7(3), 263-276. <https://doi.org/10.52547/jibs.7.3.263>
- Yoosefi Lafooraki, E., & Shayanmehr, M. (2015). First record of the genus Schoettella and three new records of the family Hypogastruridae (Collembola, Hexapoda) for fauna of Iran with an identification key for Mazandaran province. *Taxonomy and Biosystematics*, 7(23), 1-12. [https://tbj.ui.ac.ir/article\\_17558\\_en.html](https://tbj.ui.ac.ir/article_17558_en.html) [In Persian].

