

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

**Taxonomy and Biosystematics**

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 14, Issue 1, No.50, Spring 2022, P:17-20

Received: 30/05/2022 Accepted: 05/09/2022

## Developing an Identification Key for *Entomobrya Rondani*, 1861 (Collembola: Entomobryidae) Species in Iran

**Mahshid Karimi**

MSc Student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran  
mahshid.karimi96@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@sanru.ac.ir

**Elham Yoosefi Lafooraki**

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

### Abstract

Collembola or sprigtails are one of the most abundant terrestrial arthropods. They are beneficial organisms that play an important role in the material cycle including nitrogen and carbon, by feeding on decayed materials. The Entomobryidae family is characterized by features such as a longer fourth abdominal segment than other body segments, the presence of scales or a dense covering of ciliated macrosetae on the body, and the absence of a posterior antennal organ. The genus *Entomobrya* Rondani, 1861 was the most diverse genus that belonged to this family and the identification of its species was mainly based on the color pattern and chaetotaxy of the body. So far, 18 species of the genus have been reported in Iran. Due to the lack of identification key to species of this genus in Iran and the lack of access to resources, Iranian researchers are facing difficulties in studying the genus. In this study, the identification key of reported species of the genus *Entomobrya* in Iran is presented along with the image of the species.

**Key words:** Collembola, Identification Key, *Entomobrya*, Entomobryidae.

### Introduction

Collembola are one of the most abundant terrestrial arthropods. They can be considered useful soil organisms due to their decomposition and decaying activity. This class is divided into four orders including

\*Corresponding author

Karimi, M., Shayanmehr, M., Mohammadi Sharif, M. & Yoosefi Lafooraki, E. (2021). Identification Key for *Entomobrya Rondani*, 1861 (Collembola: Entomobryidae) Species in Iran. *Taxonomy and Biosystematics*, 14(1), 149-168.



2322-2190 / © 2022

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



<http://dx.doi.org/10.22108/TBJ.2022.133865.1200>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088906.1401.14.50.5.4>

Entomobryomorpha, Poduromorpha, Symphyleona, and Neelipleona, and the Entomobryidae family is in the Entomobryomorpha group. The Entomobryidae family is one of the most diverse families and its members are known for their characteristics such as the fourth abdominal segment being long compared to the other segments of the body, the presence of scales or a dense covering of ciliated macroseatas on the body, and the absence of a post antennal organ. In addition, the Entomobryidae family is traditionally divided into two subfamilies: Entomobryinae and Orchesellinae. The genus *Entomobrya* Rondani, 1861 is one of the important genera of the Entomobryinae subfamily, which has the largest number of species reported in Iran as compared to other genera. The identification of the species of this genus is mainly based on the color pattern and the chaetotaxy of the body.

### Materials and Methods

In order to prepare the identification key of *Entomobrya* species, sources related to the reports of this genus from Iran including articles and theses were collected, and a list of reported species of this genus in Iran was prepared. Then, the species identification key was adjusted based on the keys provided by Jordana (2012). Chaetotaxy of body bands is one of the important features in the identification of *Entomobrya* species. The chaetotaxy system used in this study is based on the chaetotaxy proposed by Jordana (2012). In the Entomobrini tribe, in addition to morphology and color pattern, the chaetotaxy of some body segments (head, second thoracic segment, and second-to-fourth abdominal segments) is important in identifying members of the tribe. Each of these clauses has regions with a specific chaetotaxy pattern. In the species identification key, the arrangement of the macroseatas for the dorsal parts of the head, the second thoracic segment, and the second-to-fourth abdominal segments were arranged. The total number, presence, or absence of macroseatas can be expressed with a simple chaetotaxy formula. Only the primary macrostases were included in this formula.

### Finding

So far, 18 species of *Entomobrya* genus have been reported from Iran. Due to the lack of keys to identify the species of this genus in Iran and the lack of access to resources, Iranian researchers are facing difficulties in studying this genus. In the present study, the identification key of the reported species of *Entomobrya* genus in Iran was presented along with the image of the species.

### Conclusion and Results

Identifying *Entomobrya* species is one of the most challenging parts of the Entomobryidae family study. Prior to this study, there was no identification key for the species of this genus in Iran. Also, the great diversity of the body color pattern in the species of the genus sometimes causes confusion. Thus, some species such as *E. schoetti* species show a great variety in the color pattern. The different forms of this species range from completely white specimens without color patterns to dark specimens with pigment on all body parts. The key presented in this research study is written based on the Palearctic species identification key prepared by Jordana (2012). This key includes the identification of different color forms of each species, which can help researchers not to consider them as separate species if they come across specimens with different color patterns from the same species.

### References

Abdolalizadeh, F. (2018). *A survey on Collembola fauna in Kerman County*. MSc Thesis, Shahid Bahonar University of Kerman (in Persian).

- Abdolalizadeh, F., Khayrandish, M., Shayanmehr, M., & Bernard, E. C. (2018). A checklist of springtails (Hexapoda: Collembola) from Kerman with some new records for fauna of Iran. *Entomology and Phytopathology Journal*, 38(1), 133-136 (in Persian).
- Alijani-Ardeshir, M., Shayanmehr, M., & Amiri-Besheli, B. (2017). Faunistic survey of Collembola in Babol town (Mazandaran province) with introduction of new records for Iran fauna. *Journal of Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(2), 45-61 (in Persian).
- Baquero-Martin, E., Schulz, H. J., Moravvej, A., & Jordana, R. (2008). On the identity and geographical distribution of *Entomobrya handschini* Stach, 1922 (Collembola, Entomobryidae). *Abh. Ber. Naturkundemus. Gorlitz*, 79(2), 257-269.
- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A., & Janssens, F. (1996–2022). *Checklist of the Collembola of the World*. <http://www.collembola.org> on: 23 May 2022.
- Chahartaghi, M., Langel, R., Scheu, S., & Ruess, L. (2005). Feeding guilds in Collembola based on nitrogen stable isotope ratios. *Journal of Soil Biology and Biotechnology*, 37(9), 1718-1725.
- Cox, P. (1982). The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Journal*, 118, 39-43.
- Daghighi, E. (2012). *Fauna of Collembola (Insecta: Apterygota) from Rasht and its regions*. MSc Thesis, University of Guilan, Iran (in Persian).
- Darvish-Motevalli, M. (2016). *Faunistic survey and succession of insects in a rice field from planting to harvesting time*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (in Persian).
- Deharveng, L. (2004). Recent advantages in Collembola systematics. *Pedobiologia*, 48(5-6), 415-433.
- Falahati Hosseinabad, A., Sarailoo, M. S., Jafari, S. A., & Alizadeh, S. (2011). New species report of family of Entomobryidae (Collembola) for Iranian fauna. *Journal of Novel researches on Plant Protection*, 3(4), 315-328.
- Fjellberg, A. (2007). *The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II. Entomobryomorpha and Symphypleona*. Brill, Leiden, Boston.
- Ghasemi Charati, M., Shayanmehr, M., Amiri Besheli, B., & Gioias Cipola, N. (2022). Introduction to class of Collembola as soil mesofauna from Semeskandeh mixed forest (Hyrcanian region). *Ecology of Iranian Forests Journal*, 9(18), 115-126 (in Persian).
- Ghasemi Charati, M. (2017). *The comparison fauna, diversity and density of Collembola in an agricultural ecosystem versus a forest ecosystem*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (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*, 3(3), 321–338.
- Jordana, R. & Baquero, E. (2005). A proposal of characters for taxonomic identification of Entomobrya species (Collembola, Entomobryomorpha), with description of a new species. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, 76, 117–134.
- Jordana, R. (2012). Capbryinae and Entomobryini. In: Dunger, W. and Burkhardt, U. (Eds.), *Synopses on Palaearctic Collembola*. Senckenberg Museum of Natural History Görlitz, 7/1: 1-390.
- Kahrarian, M. (2015). *Study on population dynamics, biodiversity, fauna and habitat suitability modeling of springtails (Apterygota: Collembola) in Kermanshah province*. PhD, Islamic Azad University, Arak Branch (in Persian).
- Kahrarian, M. (2019). The checklist of Collembola (Hexapoda, Arthropoda) from west of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 5(1), 33–46.
- Kahrarian, M., Vafaei-Shoushtari, R., Soleymannezhadyan, E., shayanmehr, M., & Shams, B. (2014). A faunistic study on Entomobryidae (Collembola) in Kermanshah (Iran). *Natura Somogyiensis*, 24, 17–24.

- Khanahmadi, S. (2018). *Comparison fauna, diversity and density of Collembola associated with three different climate (cold-arid, semi-arid-temperate and sub humid temperate) in national park of Golestan*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (in Persian).
- Larsen, T. (2007). *Unravelling collembolan life belowground: Stoichiometry, metabolism and release of carbon and nitrogen*. PhD Thesis, University of Copenhagen Frederiksberg, Denmark.
- Mehrafrooz Mayvan, M., Sadeghi-Namaghi, H., Shayanmehr, M., & Greenslade, P. (2022). Contribution to the knowledge of Entomobryomorpha (Hexapoda: Collembola) from Northeastern Iran with new records and a key to the species. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 8(2), 151–174.
- Moravvej, S. A. (2003). *Biodiversity of Collembola of Tehran region and preliminary observation on several species*. 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, 27-34.
- 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.
- Shoeibi, M., Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., & Mehrafrooz Mayvan, M. (2013). Faunistic survey of Entomobryidae family (Collembola; Hexapoda) in Iran. *Bulletin Information Society of Lepidoptera of Romania*, 23, 38-42.
- Yahyapour, E. (2012). *Faunistic study on Collembola (Insecta: Apterygota) in Sari regions*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Iran (in Persian).
- Yahyapour, E., & Shayanmehr, M. (2013). Introduction of some Entomobryidae species (Collembola) from different Caspian regions. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 5(15), 15-24.
- Yahyapour, E., Vafaei-Shoushtari, R., Shayanmehr, M., & Arbea, J. (2018). A survey on Entomobryomorpha (Collembola) fauna in northern forests of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 4(4), 307–316.
- Yoosefi Lafooraki, E. (2014). *Morphological and biological identification of Collembola (Hexapoda) in Mazandaran province*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, 132 pp (in Persian).
- Yoosefi Lafooraki, E., & Shayanmehr, M. (2014). A survey on Entomobryomorpha (Collembola, Hexapoda) fauna in Northern Iran with an identification key. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 10(2), 101-117.

تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهاردهم، شماره پنجاهم، بهار ۱۴۰۱، ص ۱۴۹-۱۶۸

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹

## کلید شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya Rondani, 1861* (Collembola: Entomobryidae) در ایران

مهشید کریمی، دانشجوی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

mahshid.karimi96@gmail.com

معصومه شایان‌مهر\*، دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

m.shayanmehr@sanru.ac.ir

محمود محمدی شریف، استاد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه

آزاد اسلامی، تهران، ایران

msharif1353@sanru.ac.ir

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

eyoosefi@ymail.com

### چکیده

پادمان یا دم‌فتری‌ها (Collembola) از فراوان‌ترین بندپایان خشکی‌زی و با توجه به نقش تجزیه و فعالیت پوسیده‌خواری بسیاری از آنها، موجودات مفید خاک‌زی هستند. پادمان خانواده Entomobryidae با ویژگی‌هایی از قبیل بند چهارم شکمی طویل نسبت به سایر بندهای بدن، وجود پولک یا پوشش متراکمی از ماکروستاهای مژک‌دار روی بدن و وجود داشتن اندام پس‌شاخکی شناخته می‌شود. جنس *Entomobrya Rondani, 1861* از متنوع‌ترین جنس‌های متعلق به این خانواده است و شناسایی گونه‌های این جنس به‌طور عمده براساس الگوی رنگی و کتوتاکسی بدن انجام می‌شود. تاکنون ۱۸ گونه متعلق به این جنس از ایران گزارش شده است. با توجه به وجود داشتن کلید شناسایی گونه‌های این جنس در ایران و در دسترس نبودن منابع، پژوهشگران ایرانی برای مطالعه این جنس با مشکل مواجه هستند. در این مطالعه، کلید شناسایی گونه‌های گزارش شده از جنس *Entomobrya* در ایران به همراه تصویر گونه‌ها ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پادمان، کلید شناسایی، *Entomobrya*، Entomobryidae

### مقدمه

(Chahartaghi *et al*, 2005; Larsen, 2007). این رده

به چهار راسته شامل Entomobryomorpha،

Poduromorpha، Symphypleona و Neelipleona

تقسیم می‌شود و خانواده Entomobryidae در گروه

رده پادمان (Collembola) از فراوان‌ترین بندپایان

در اکوسیستم‌های خشکی و مفیدترین برای محیط

زیست محسوب می‌شود و با تغذیه از مواد پوسیده نقش

مهمی در چرخه مواد از جمله نیتروژن و کربن دارد

\* مسئول مکاتبات

کریمی، مهشید، شایان‌مهر، معصومه، محمدی شریف، محمود، و یوسفی نفورکی، الهام. (۱۴۰۱). کلید شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya Rondani, 1861* (Collembola: Entomobryidae) در ایران. تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۱۴(۵۰): ۱۴۹-۱۶۸.

2322-2190 / © 2022

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



<http://dx.doi.org/10.22108/TBJ.2022.133865.1200>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088906.1401.14.50.5.4>



خانواده Entomobryidae به شکل سنتی به دو زیرخانواده Entomobryinae و Orchesellinae تقسیم می‌شود (Fjellberg, 2007; Jordana, 2012). جنس *Entomobrya* Rondani, 1861 یکی از جنس‌های مهم زیرخانواده Entomobryinae است که در مقایسه با سایر جنس‌ها، بیشترین تعداد گونه گزارش شده در ایران را دارد (۱۸ گونه) (Falahati Hosseinabad et al., 2011; Shayanmehr et al., 2020). گونه‌های گزارش شده از این جنس در جدول ۱ ارائه شده است. گونه *E. dollfusi* Denis, 1924 که توسط (Yahyapour, 2012) از استان مازندران گزارش شده بود، در حال حاضر در جنس *Mesentotoma* Salmon, 1942 قرار دارد (Bellinger et al., 1996-2022). به گونه جدید دیگری به نام *E. vafaei* نیز در پایان‌نامه (Kahrarian, 2015) اشاره شده است؛ اما با توجه به اینکه مقاله مربوط به آن هنوز به چاپ نرسیده و این گونه ثبت نشده است، در کلید شناسایی این مقاله به آن اشاره نمی‌شود.

Entomobryomorpha قرار دارد (Deharveng, 2004). خانواده Entomobryidae یکی از متنوع‌ترین خانواده‌های پادمان است. یکی از ویژگی‌های مهمی که این خانواده را از سایر خانواده‌های پادمان متمایز می‌کند، طولیل بودن بند چهارم شکمی در مقایسه با سایر بندهای بدن است. از سایر ویژگی‌های این خانواده به وجود پولک یا پوشش متراکمی از ماکروستاهای مژک دار روی بدن و وجودنداشتن اندام پس‌شاخکی اشاره می‌شود. موکرو در گونه‌های مختلف این خانواده ممکن است به صورت هلالی شکل یا دودندانه و دارای خار در قاعده باشد. شاخک‌ها چهار تا شش‌بندی هستند. روی هر نیمه از بندهای دوم، سوم و چهارم شکم به ترتیب دو، سه و دو عدد تریکوبوتری وجود دارد. تاکنون ۴۸ گونه متعلق به این خانواده از ایران گزارش شده است و دومین خانواده پرجمعیت پادمان در کشور محسوب می‌شود (Yahyapour & Shayanmehr, 2013; Shayanmehr et al., 2020; Mehrafrooz Mayvan et al., 2022).

جدول ۱- فهرست گونه‌های گزارش شده از جنس *Entomobrya* در ایران

منبع	محل گزارش	گونه
Falahati Hosseinabad <i>et al.</i> (2011)	کهگیلویه و بویراحمد	<i>Entomobrya albocincta</i> (Templeton, 1835)
Yahyapour (2012), Yoosefi Lafooraki (2014), Qazi and Shayanmehr (2014), Hosseini <i>et al.</i> (2016), Darvish-Motevalli (2016), Ghasemi Cherati (2017), Kahrarian (2019)	مازندران، گلستان، کرمانشاه	<i>E. atrocincta</i> Schöt, 1896
Cox (1982), Khanahmadi (2018)	گلستان	<i>E. corticalis</i> (Nicolet, 1842)
Moravvej (2003), Kahrarian (2015), Qazi and Shayanmehr (2014), Kahrarian (2019)	تهران، کرمانشاه	<i>E. handschini</i> Stach, 1922
Abdolahzadeh <i>et al.</i> (2018)	کرمان	<i>E. indica</i> (Bajjal, 1955)
Cox (1982)	مرکزی، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی	<i>E. lanuginosa</i> (Nicolet, 1842)
Moravvej (2003), Daghighi (2012), Yoosefi Lafooraki and Shayanmehr (2014), Kahrarian <i>et al.</i> (2014), Kahrarian (2019)	گیلان، تهران، مازندران، کرمانشاه	<i>E. lindbergi</i> Stach, 1960
Shoeibi <i>et al.</i> (2013), Kahrarian <i>et al.</i> (2014), Kahrarian (2015)	مرکزی، کرمانشاه	<i>E. mesopotamica</i> Rusek, 1981
Yoosefi Lafooraki (2014), Yahyapour (2012), Darvish-Motevalli (2016), Hosseini <i>et al.</i> (2016), Alijani-Ardeshir <i>et al.</i> (2017), Ghasemi Cherati (2017)	مازندران، گلستان	<i>E. multifasciata</i> (Tullberg, 1871)
Falahati Hosseinabad <i>et al.</i> (2011)	کهگیلویه و بویراحمد	<i>E. muscorum</i> (Nicolet, 1842)
Hosseini <i>et al.</i> (2016)	گلستان	<i>E. nicoleti</i> (Lubbock, 1868)
Kahrarian <i>et al.</i> (2014), Kahrarian (2015), Yahyapour <i>et al.</i> (2018)	کرمانشاه، مازندران	<i>E. nigrocincta</i> Denis, 1923
Hosseini <i>et al.</i> (2016)	گلستان	<i>E. nivalis</i> (Linnaeus, 1758)
Hosseini <i>et al.</i> (2016)	گلستان	<i>E. numidica</i> Baquero, Hamra-Kroua and Jordana, 2009
Ghasemi Cherati (2017)	مازندران	<i>E. obscurella</i>
Shoeibi <i>et al.</i> (2013)	مرکزی	<i>E. quinquelineata</i> Börner, 1901
Kahrarian <i>et al.</i> (2014), Kahrarian (2015), Yahyapour <i>et al.</i> (2018)	کرمانشاه، مازندران	<i>E. schoetti</i> Stach, 1922
Moravvej (2003)	تهران	<i>E. unostrigata</i> Stach, 1930

جنس در مقالات بوده است (Jordana, 2012)؛ همچنین کلید شناسایی مدونی وجود ندارد که شامل همه گونه‌های گزارش شده از جنس *Entomobrya* در ایران باشد و به همین دلیل پژوهش در این زمینه در ایران نیز با مشکل مواجه است؛ بنابراین در مطالعه حاضر، کلیدهای شناسایی لازم برای تشخیص جنس *Entomobrya* از سایر جنس‌های خانواده و کلید

شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya* یکی از مشکل‌ترین بخش‌ها در مطالعه خانواده *Entomobryidae* است؛ زیرا گونه‌های این جنس به‌طور عمده براساس الگوی رنگ بدن شناسایی می‌شود. این ویژگی، یعنی الگوی رنگ، تنوع بسیار زیادی را به‌ویژه در گونه‌های جهان گستر نشان می‌دهد و همین موضوع علت برخی گزارش‌های اشتباه از این

بند دوم قفس سینه و بندهای دوم تا چهارم شکم) در شناسایی اعضای قبیله دارای اهمیت است (شکل ۱). هر یک از این بندها دارای نواحی با الگوی کتوتاکسی خاصی است که با مستطیل‌های فرضی در شکل‌های ۱ و ۲ از هم جدا شده است. چیدمان ماکروستاها برای بخش‌های پشتی سر، بند دوم قفس سینه و بندهای دوم تا چهارم شکم به ترتیب داده شده است. تعداد کل و حضورداشتن یا حضورنداشتن ماکروستاها با یک فرمول ساده کتوتاکسی بیان می‌شود. تنها ماکروستاهای اولیه (که در شکل‌ها به صورت دایره توپر کشیده شده است) در این فرمول آورده می‌شود (Jordana, 2012). این نواحی با حروف اختصاری زیر مشخص می‌شود:

سر:  $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5$ ؛ بند دوم قفس سینه:  $T_1$ ،  
 $T_2$ ؛ بند دوم شکم:  $A_1, A_2$ ؛ بند سوم شکم:  $A_3, A_4$ ،  
 $A_5$ ؛ بند پنجم شکم:  $A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}$ .

شناسایی گونه‌های گزارش شده از این جنس در ایران ارائه می‌شود.

## مواد و روش‌ها

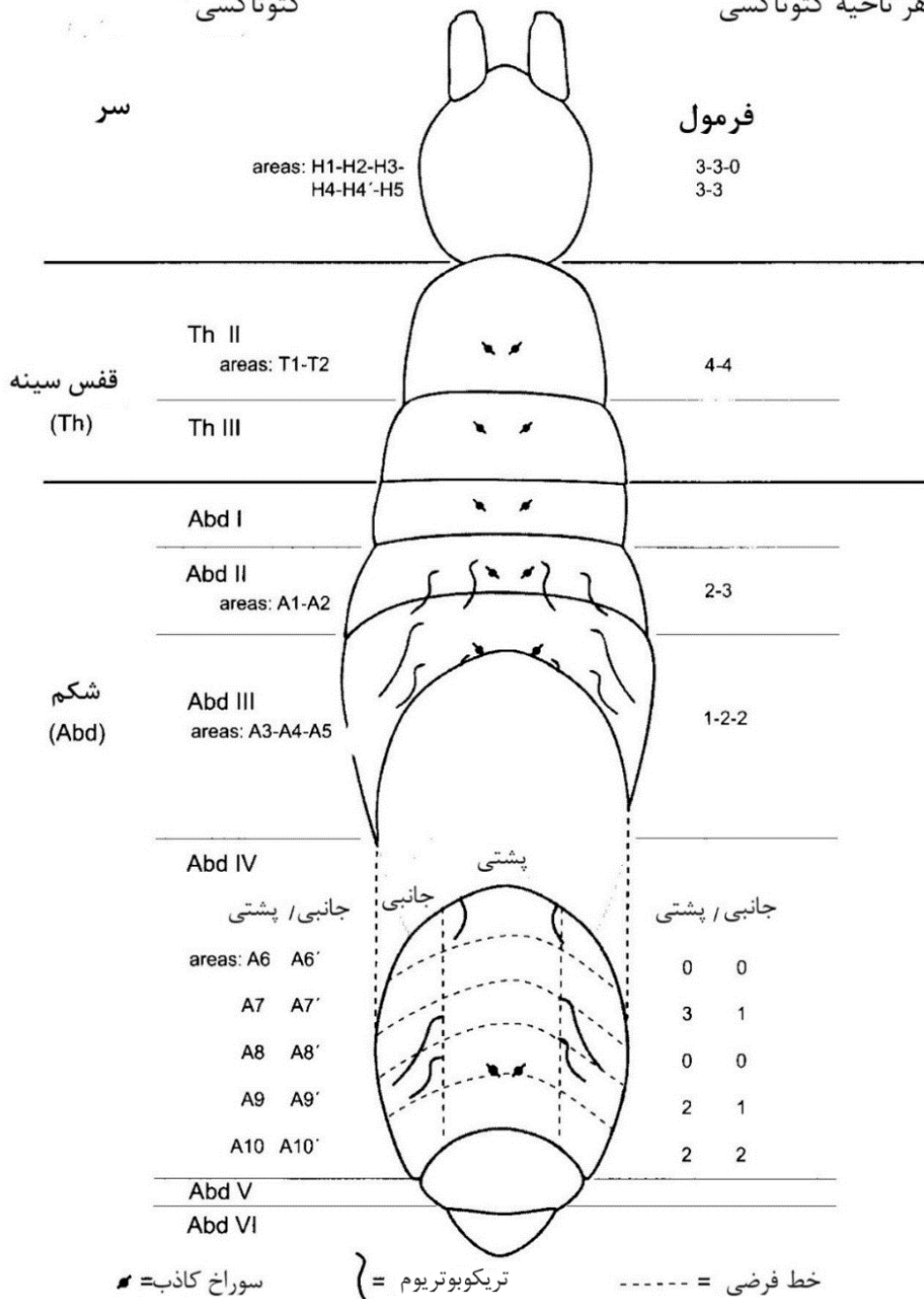
به منظور تهیه کلید شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya*، منابع مربوط به گزارش‌های این جنس از ایران شامل مقالات و پایان‌نامه‌ها گردآوری و فهرستی از گونه‌های گزارش شده این جنس در ایران تهیه شد؛ سپس کلید شناسایی گونه‌ها براساس کلیدهای ارائه شده توسط Jordana (۲۰۱۲) تنظیم شد.

کتوتاکسی بندهای بدن یکی از ویژگی‌های مهم در شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya* است. سیستم کتوتاکسی استفاده شده در این مطالعه براساس کتوتاکسی پیشنهاد شده توسط Jordana (۲۰۱۲) است. او این سیستم کتوتاکسی را به این شکل شرح داده است: در قبیله *Entomobrini* علاوه بر ریخت‌شناسی و الگوی رنگی، کتوتاکسی بعضی از بندهای بدن (سر،

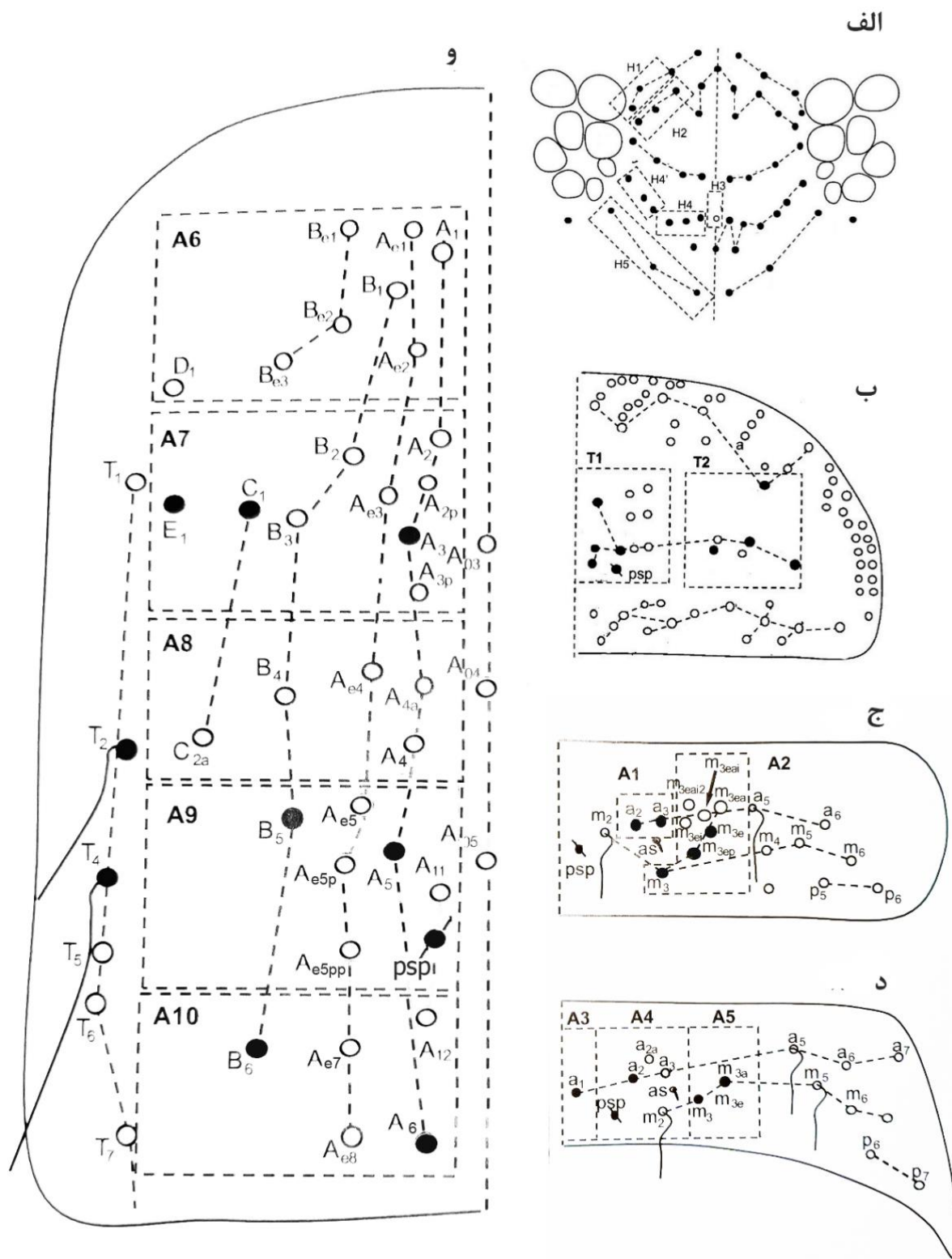


نواحی و بخش‌های مورد استفاده در کتوتاکسی

مثال‌هایی از تعداد ماکروکتا برای هر ناحیه کتوتاکسی



شکل ۱- طرح کلی از سطح پستی گونه‌ای از قبیله *Entomobrini*. نواحی استفاده شده در تعیین کتوتاکسی نشان داده شده است. بند چهارم شکم به شکل واضحی از قسمت جلویی بدن جدا شده است. این نواحی (به جز ناحیه سر) براساس سوراخ‌های کاذب و تریکوبوتریومها تقسیم‌بندی می‌شود (Jordana, 2012).



شکل ۲- نواحی استفاده شده در کتوتاکسی روی الف: سر، ب: بند دوم قفس سینه، ج: بند دوم شکم، د: بند سوم شکم و و: بند چهارم شکم در قبیله Entomobrini (Jordana, 2012).

## نتایج

است (Shayanmehr *et al.*, 2020). در این مطالعه کلید شناسایی گونه‌های گزارش شده از این جنس در ایران ارائه می‌شود.

جنس *Entomobrya* متعلق به خانواده Entomobryidae و زیرخانواده Entomobryinae، بزرگ‌ترین جنس از نظر تعداد گونه از این خانواده در کشور است که تاکنون ۱۸ گونه از آن گزارش شده

### ۱. کلید شناسایی خانواده‌های بالاخانواده Entomobryoidae در ایران براساس کلید Jordana (۲۰۱۲):

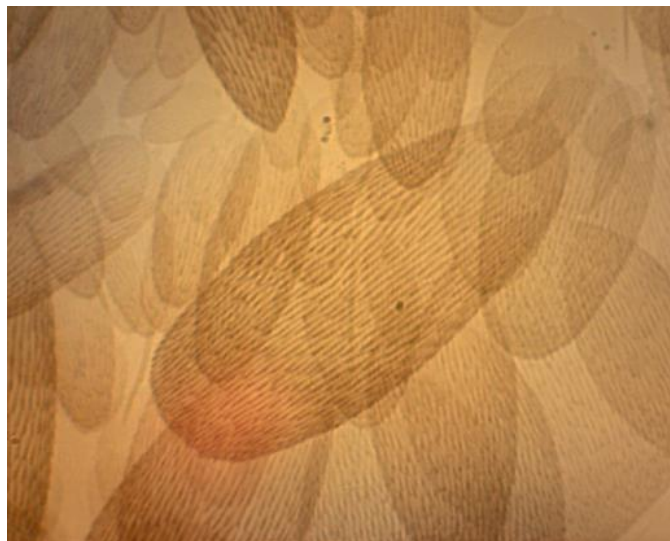
- ۱- دنس کنگره‌ای و باریک‌شونده ----- Entomobryidae  
 ۲- دنس صاف و استوانه‌ای، در صورت کنگره‌ای بودن دارای یک زائده بادکنک‌مانند ----- Paronellidae

### ۲. کلید شناسایی زیرخانواده‌های خانواده Entomobryidae:

- ۱- نسبت خط میانی بند سوم شکم به بند چهارم  $\leq 2$  ----- Entomobryinae  
 - نسبت خط میانی بند سوم شکم به بند چهارم  $\geq 1/7$  ----- Orchesellinae

### ۳. کلید شناسایی قبیله‌های زیرخانواده Entomobryinae:

- ۱- سطح شکمی دنس دارای پولک ----- ۲  
 - سطح شکمی دنس بدون پولک ----- ۳  
 ۲- پولک‌ها دارای دنده‌های زیر، گاهی نوک‌تیز ----- Seirini  
 - پولک‌ها بدون دنده، دارای دندانه‌های ریز، در انتها گرد (شکل ۳) ----- Lepidocyrtini  
 ۳- بدن بدون پولک، در بعضی جنس‌ها دارای موهای پولک‌مانند باریک‌تر از پولک ----- Entomobryini  
 - بدن دارای پولک ----- Willowsiini



شکل ۳- پولک با انتهای گرد در خانواده Entomobryidae (شکل اصلی)

#### ۴. کلید شناسایی جنس‌های قبیله Entomobryini:

- ۱- سر دارای ۶+۶ یا کمتر اماتیدی (شکل ۴ الف) ----- ۲
- ۲- سر دارای ۸+۸ اماتیدی (شکل ۴ ب) ----- ۳
- ۳- موکرو دودندانه ----- *Sinella* Brook, 1889
- ۴- موکرو داسی شکل ----- *Coecobrya* Yosii, 1956
- ۵- موکرو دارای خار انتهایی ----- *Entomobrya* Rondani, 1861
- ۶- موکرو بدون خار انتهایی ----- *Mesesontoma* Salmon, 1942
- ۷- لبه جلویی بند دوم قفس سینه بدون ماکروستای بزرگ ----- *Prodrepanura* Stach, 1963
- ۸- لبه جلویی بند دوم قفس سینه دارای ماکروستای بزرگ ----- *Drepanura* Schött, 1891



شکل ۴- الف: گونه *Sinella curviseta* با دو اماتیدیوم در هر طرف سر و ب: گونه *Entomobrya atrocincta* (جنس نر) با هشت اماتیدیوم در هر طرف سر (شکل اصلی)

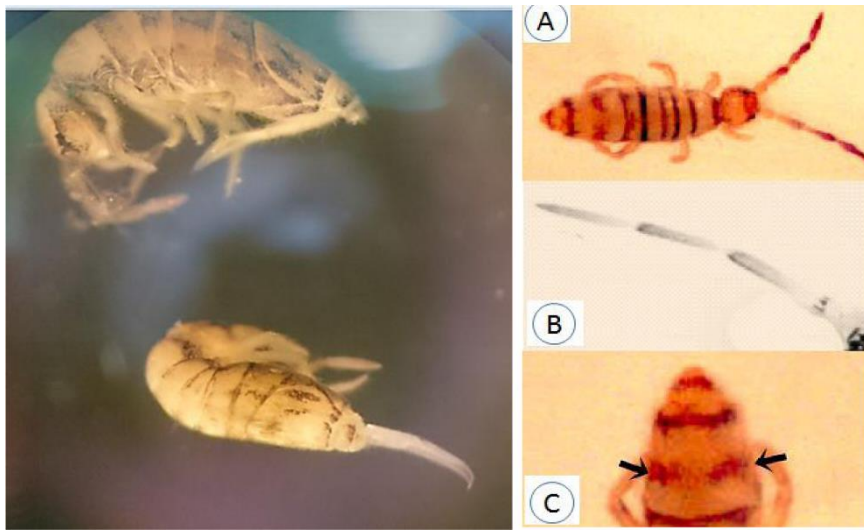
#### ۵. کلید شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya* در ایران:

- ۱- بدون نوارهای رنگی روی بدن، به جز روی سر ----- ۲
- ۲- به طور کامل رنگی یا با تعدادی نوار و خط طولی رنگی روی بدن ----- ۳
- ۳- چهار ماکروستا بین تریکوبوتریوم‌های روی بند دوم شکم ----- *lanuginosa* (Nicolet, 1842) Rondani, 1861
- ۴- بیش از چهار ماکروستا بین تریکوبوتریوم‌های روی بند دوم شکم ----- *schoetti* Stach, 1922
- ۵- بند دوم قفس سینه با رنگ زمینه یکنواخت؛ بند سوم قفس سینه به طور تقریبی به شکل یکنواخت سیاه (شکل ۵) -----
- ۶- بند دوم قفس سینه با یک نوار جانبی - جلویی تیره یا به طور کامل مایل به سفید یا مایل به زرد یا دارای الگوهای دیگر ----- *multifasciata* (Tullberg, 1871)
- ۷- ----- ۴

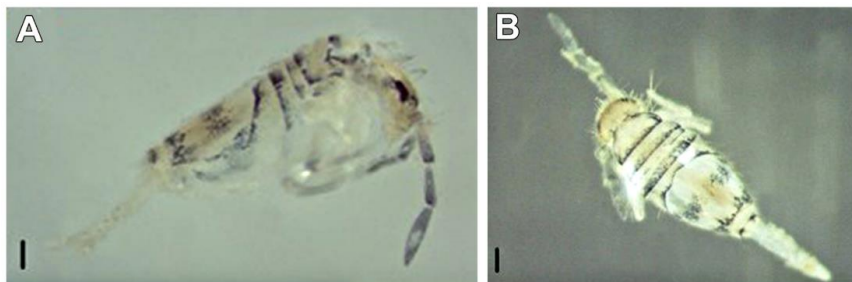
- ۴- به‌طور کامل سفید به‌جز لکه‌ای کوچک یا بزرگ روی قسمت عقبی بندهای چهارم، پنجم و ششم شکم یا بندهای دوم و سوم شکم -----
- ۵ -----
- ۶ ----- دارای رنگدانه تیره در بیشتر قسمت‌ها یا دارای الگوهای دیگر -----
- ۵- به‌طور کامل سفید به‌جز یک جفت لکه کوچک در قسمت عقبی بند چهارم شکم یا با نوار کوچک عقبی روی آن بند، روی بند پنجم شکم فقط دارای لکه‌ای جانبی (شکل ۶) ----- *nicoleti* (Lubbock, 1868)
- به‌طور کامل سفید به‌جز لکه‌های جانبی روی بخش عقبی بند دوم شکم و نوار عرضی روی بخش عقبی بند سوم شکم (فرم‌های سفیدگونه) -----
- ۶- بند دوم قفس سینه با نواری جانبی - جلویی یا الگوهای اضافه‌شده دیگری -----
- ۷ -----
- ۱۸ ----- بند دوم قفس سینه بدون نوار جانبی - جلویی -----
- ۷- بند دوم قفس سینه تنها با نوار جلویی - جانبی، بند اول و سوم قفس سینه به‌طور کامل رنگدانه‌دار (شکل ۷) -----
- *alboincta* (Templeton, 1835) -----
- ۸ ----- بند دوم قفس سینه با نوار جلویی - جانبی و علامت‌های تیره‌رنگ دیگر -----
- ۸- بند دوم قفس سینه دارای نوار عرضی عقبی -----
- ۹ -----
- ۱۵ ----- بند دوم قفس سینه بدون نوار عرضی عقبی -----
- ۹- بند دوم قفس سینه دارای نوار طولی میانی (شکل ۸) ----- *schoetti* -----
- ۱۰ ----- بند دوم قفس سینه بدون نوار طولی میانی -----
- ۱۰- بند سوم قفس سینه سفید یا مایل به زرد، بند سوم شکم دارای یا بدون نوار عرضی عقبی (شکل ۹) -----
- *atrocincta* Schöt, 1896 -----
- ۱۱ ----- بند سوم قفس سینه با الگوی پراکنده تیره‌رنگ -----
- ۱۱- بند سوم قفس سینه و بند اول شکم به‌طور کامل با رنگدانه‌های تیره (جنس نر، شکل ۱۰) -----
- *nigrocincta* Denis, 1923 -----
- ۱۲ ----- بند سوم قفس سینه به‌طور کامل بدون رنگدانه تیره -----
- ۱۲- بند سوم قفس سینه دارای نوار عرضی جلویی یا نیمه‌جلویی رنگدانه‌دار -----
- ۱۳ -----
- ۱۴ ----- بند سوم قفس سینه بدون نوار عرضی جلویی یا نیمه‌جلویی رنگدانه‌دار -----
- ۱۳- بند اول شکم دارای نوار عرضی جلویی یا نیمه‌جلویی رنگی ----- *schoetti* -----
- بند اول شکم تنها دارای نوار جانبی (شکل ۱۱) ----- *corticalis* (Nicolet, 1842) -----
- ۱۴- بند دوم شکم با سه ماکروستا با فرمول ۱-۲ برای نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، بند سوم قفس سینه تا بند سوم شکم بدون نوار طولی میانی (شکل ۱۰) ----- *nigrocincta* Denis, 1923 -----
- بند دوم شکم با چهار ماکروستا با فرمول ۲-۲ برای نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، شکل کلی بدن مانند شکل ۵ -----
- *multifasciata* -----

- ۱۵- بند دوم قفس سینه با نوار طولی میانی ----- ۱۶
- بند دوم قفس سینه بدون نوار طولی میانی و دارای پنج ماکروستا با فرمول ۳-۲ برای نواحی  $T_1$  و  $T_2$ ، شکل کلی بدن مانند شکل ۶ ----- *nicoleti*
- ۱۶- پنج نوار طولی (مرکزی، پشتی - جانبی و جانبی) روی بندهای سوم قفس سینه تا بند سوم شکم (شکل ۱۲)، ناخن با چهار دندانۀ داخلی، بند سوم شکم با چهار ماکروستا قبل از تریکوبوتریوم های جانبی با فرمول ۱-۲-۱ برای نواحی  $A_3$  تا  $A_5$  ----- *quinquelineata* Börner, 1901
- الگوهای دیگر ----- ۱۷
- ۱۷- بند دوم قفس سینه با نوار جلویی - جانبی، دارای یا بدون نوار طولی میانی؛ اما همیشه دارای سایر عناصر تیره، ماکروستای روی بند دوم و سوم شکم با فرمول ۲-۲ و ۱-۰-۱ روی نواحی  $A_1$  تا  $A_5$  ----- *nicoleti*
- بند دوم قفس سینه فقط با نوار جلویی - جانبی و نواری طولی میانی، بند اول شکم دارای تعدادی رنگدانه، بند سوم شکم دارای دو ماکروستا قبل از تریکوبوتریوم جانبی با فرمول ۱-۲-۱ ----- *multifasciata*
- ۱۸- بند دوم قفس سینه دارای نوارهای جانبی و گاهی دارای سایر عناصر تیره رنگ ----- ۱۹
- بند دوم قفس سینه بدون نوارهای جانبی؛ اما دارای سایر عناصر رنگدانه دار یا بدون رنگدانه ----- ۳۲
- ۱۹- بند دوم قفس سینه فقط دارای نوارهای جانبی ----- ۲۰
- بند دوم قفس سینه دارای نوارهای جانبی و سایر عناصر رنگی ----- ۲۷
- ۲۰- بند سوم قفس سینه تا بند چهارم شکم دارای نوارهای طولی پشتی - جانبی ----- ۲۱
- بند سوم قفس سینه بدون نوار پشتی - جانبی ----- ۲۲
- ۲۱- نسبت طول بند چهارم به سوم شکم به طور تقریبی برابر است با ۳ (شکل ۱۳) ----- *obscuraella* Brown, 1925
- نسبت طول بند چهارم به سوم شکم بیشتر از ۶ (شکل ۱۴) ----- *muscorum* (nicolet, 1842)
- ۲۲- بند سوم قفس سینه دارای نوار عرضی عقبی تیره، بند دوم شکم دارای چهار ماکروستا بین تریکوبوتریوم های جانبی با فرمول ۲-۲ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، فرمول ماکروستای بند سوم شکم: ۱-۰-۱ روی نواحی  $A_3$  تا  $A_5$  ----- *nicoleti*
- بند سوم قفس سینه بدون نوار عرضی عقبی تیره، فقط با نوارهای طولی تیره جانبی ----- ۲۳
- ۲۳- بند اول شکم بدون رنگ، مایل به سفید یا مایل به زرد ----- ۲۴
- بند اول شکم دارای نوارهای طولی و عرضی رنگی ----- ۲۶
- ۲۴- بند دوم شکم بدون رنگ، مایل به سفید یا مایل به زرد ----- ۲۵
- بند دوم شکم دارای نوارهای طولی و عرضی رنگی، فرمول ماکروستای بند دوم شکم ۲-۲ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$  ----- *multifasciata*
- ۲۵- بند سوم شکم با نوار جلویی عرضی باریک، بند چهارم شکم با نوار عقبی باریک ----- *schoetti*
- بند سوم شکم دارای لکه عقبی جانبی، بند چهارم شکم با نوار جانبی باریک ----- *nicoleti*

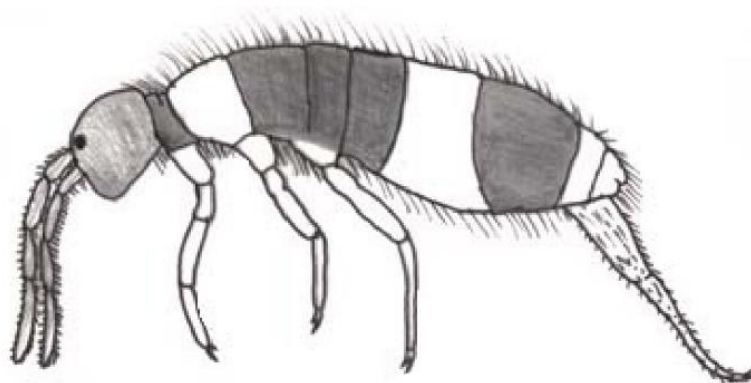
- ۲۶- بند سوم شکم تنها با نوارهای جانبی (شکل ۱۶)، فرمول ماکروستای روی بند دوم شکم ۲-۴ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$  -  
*lindbergi* Stach, 1960 -----
- ۲۷- بند سوم شکم دارای نوارهای جانبی و سایر عناصر تیره یا بدون نوارهای جانبی ----- ۲۷
- ۲۷- بند چهارم شکم با نوار طولی و میانی تیره، دارای نوار طولی پشتی - جانبی و نوار عرضی عقبی، این عناصر  
ممکن است به مرور کم‌رنگ شوند -----  
*multifasciata* -----
- ۲۸- بند چهارم شکم با نوار طولی پشتی - جانبی تیره و نوار جانبی (شکل ۱۶) -----  
*indica* (Baijal, 1955) -----
- ۲۸- بند دوم قفس سینه با نوار طولی میانی، دارای یا بدون سایر عناصر تیره ----- ۲۹
- ۲۹- بند دوم شکم دارای شش ماکروستا با فرمول ۲-۴ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، بند سوم شکم با دو ماکروستا با فرمول ۱-  
۱ روی نواحی  $A_3$  و  $A_5$  -----  
*unostrigata* Stach, 1930 -----
- ۲۹- بند دوم شکم دارای شش ماکروستا با فرمول ۲-۴ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، شکل کلی بدن مانند شکل ۱۹ -----  
*handschini* Stach, 1922 -----
- ۳۰- بند اول شکم تنها با نوارهای طولی جانبی (شکل ۱۹)، فرمول ماکروستای بند دوم و سوم شکم ۲-۴ و ۱-۲ روی  
نواحی  $A_1$  تا  $A_5$  -----  
*mesopotamica* Rusek, 1981 -----
- ۳۱- وجود سایر عناصر تیره روی بند اول شکم در امتداد نوارهای طولی جانبی ----- ۳۱
- ۳۱- بند دوم شکم با پنج ماکروستا با فرمول ۲-۳ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$ ، بند سوم شکم با دو ماکروستا با فرمول ۰-۲-۲  
روی نواحی  $A_3$  و  $A_5$ ، بند چهارم شکم با فرمول ماکروستای ۰-۳-۰-۲ روی نواحی  $A_6$  و  $A_{10}$ ، شکل کلی بدن مانند  
شکل ۲۰ -----  
*nivalis* -----
- ۳۱- بند دوم شکم دارای هفت ماکروستا با فرمول ۲-۵ روی نواحی  $A_1$  و  $A_2$  -----  
*handschini* -----
- ۳۲- دارای نوار طولی میانی از بند دوم قفس سینه تا بند دوم شکم (شکل ۱۷) -----  
*unostrigata* -----
- ۳۲- بدون نوار طولی میانی، بند سوم قفس سینه تا بند سوم شکم به طور کامل دارای رنگدانه، بند چهارم شکم بدون نوار  
عقبی باریک، نسبت طول شاخک به سر کمتر از ۳ (شکل ۲۱) -----
- ۳۲- *numidica* Baquero, Hamra-Kroua and Jordana, 2009 -----



شکل ۵- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya multifasciata*  
(راست: Alijani-Ardeshir *et al.*, (2017) و چپ: Ghasemi Cherati *et al.* (2022))



شکل ۶- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya nicoleti* (Hosseini *et al.*, 2016)



شکل ۷- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya albocincta* (Falahati Hosseinabad *et al.*, 2011)





شکل ۸- فرم تیره گونه *Entomobrya schoetti* (Jordana, 2012)



شکل ۹- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya atrocincta* (بالا: جنس نر و پایین: جنس ماده (اصلی))



شکل ۱۰- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya nigrocincta* (راست: جنس نر و چپ: جنس ماده (Yahyapour et al., 2018))



شکل ۱۱- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya corticalis* (Bellinger et al., 1996-2022)



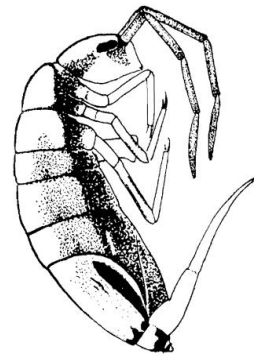
شکل ۱۲- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya quinquelineata* (Bellinger et al., 1996-2022)



شکل ۱۳- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya obscurella* (Ghasemi Cherati, 2017)



شکل ۱۴- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya muscorum* (Bellinger et al., 1996-2022)

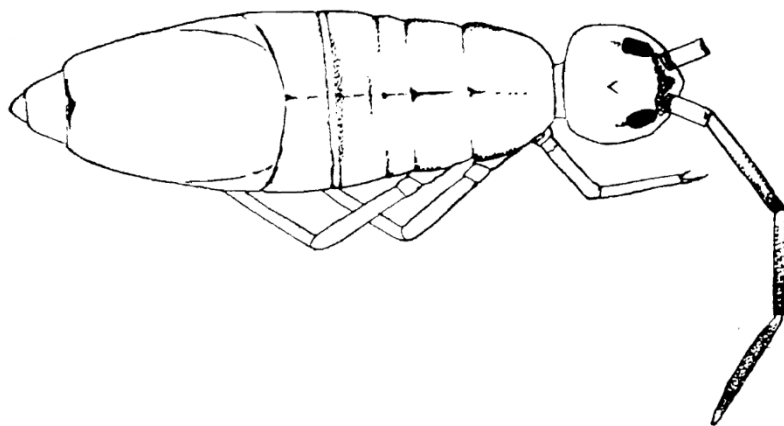


شکل ۱۵- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya lindbergi*

(راست: (Moravvej (2003) و چپ: (Yoosefi Lafooraki and Shayanmehr (2014)



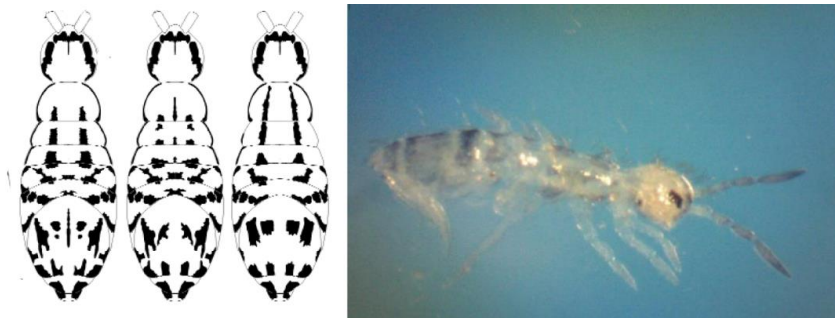
شکل ۱۶- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya indica* (Abdolizadeh, 2018)



شکل ۱۷- الگوی رنگی بدن گونه *Entomobrya unostriata* (Moravvej, 2003)



شکل ۱۸- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya mesopotamica* (Kahrarian, 2015)

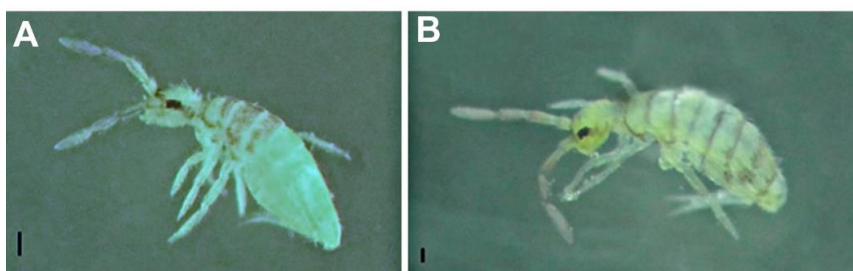


شکل ۱۹- نمای کلی بدن و الگوی رنگی گونه *Entomobrya handschini*

(راست: Kahrarian (2015) و چپ: Baquero *et al.* (2008))



شکل ۲۰- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya nivalis* (Bellinger et al., 1996-2022)



شکل ۲۱- نمای کلی بدن گونه *Entomobrya numidica* (راست: جنس ماده و چپ: جنس نر) (Hosseini et al., 2016)

## بحث

نمونه‌های به‌طور کامل سفید و بدون الگوی رنگ تا نمونه‌های تیره و با رنگدانه روی همهٔ بندهای بدن متغیر است (شکل‌های ۸ و ۲۲). کلید ارائه‌شده در این پژوهش براساس کلید شناسایی گونه‌های پالئارکتیک تهیه‌شده توسط Jordana (۲۰۱۲)، نوشته شده است. این کلید شامل شناسایی فرم‌های رنگی متفاوت هر گونه می‌شود تا پژوهشگران در صورت مواجهه با نمونه‌های متفاوت از نظر الگوی رنگ از یک گونه، آنها را گونه‌های مجزا در نظر نگیرند.

شناسایی گونه‌های جنس *Entomobrya* یکی از چالش‌برانگیزترین بخش‌های مطالعهٔ خانوادهٔ Entomobryidae است؛ زیرا پیش از این کلید شناسایی برای گونه‌های این جنس در ایران وجود نداشت؛ همچنین تنوع زیاد الگوی رنگ بدن در این جنس گاهی باعث سردرگمی است؛ به طوری که بعضی گونه‌ها مانند گونهٔ *E. schoetti* تنوع بسیار زیادی در الگوی رنگ نشان می‌دهد. فرم‌های مختلف این گونه از



شکل ۲۲- نمای کلی بدن و رنگ‌بندی گونه *Entomobrya schoetti* (Jordana and Baquero, 2005)

#### منابع

- Abdolalizadeh, F. (2018). *A survey on Collembola fauna in Kerman County*. MSc Thesis, Shahid Bahonar University of Kerman (in Persian).
- Abdolalizadeh, F., Khayrandish, M., Shayanmehr, M., & Bernard, E. C. (2018). A checklist of springtails (Hexapoda: Collembola) from Kerman with some new records for fauna of Iran. *Entomology and Phytopathology Journal*, 38(1), 133-136 (in Persian).
- Alijani-Ardeshtir, M., Shayanmehr, M., & Amiri-Besheli, B. (2017). Faunistic survey of Collembola in Babol town (Mazandaran province) with introduction of new records for Iran fauna. *Journal of Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(2), 45-61 (in Persian).
- Baquero-Martin, E., Schulz, H. J., Moravvej, A., & Jordana, R. (2008). On the identity and geographical distribution of *Entomobrya handschini* Stach, 1922 (Collembola, Entomobryidae). *Abh. Ber. Naturkundemus. Gortitz*, 79(2), 257-269.
- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A., & Janssens, F. (1996–2022). *Checklist of the Collembola of the World*. <http://www.collembola.org> on: 23 May 2022.
- Chahartaghi, M., Langel, R., Scheu, S., & Ruess, L. (2005). Feeding guilds in Collembola based on nitrogen stable isotope ratios. *Journal of Soil Biology and Biotechnology*, 37(9), 1718-1725.
- Cox, P. (1982). The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Journal*, 118, 39-43.
- Daghighi, E. (2012). *Fauna of Collembola (Insecta: Apterygota) from Rasht and its regions*. MSc Thesis, University of Guilan, Iran (in Persian).
- Darvish-Motevalli, M. (2016). *Faunistic survey and succession of insects in a rice field from planting to harvesting time*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (in Persian).
- Deharveng, L. (2004). Recent advantages in Collembola systematics. *Pedobiologia*, 48(5-6), 415-433.

- Falahati Hosseinabad, A., Sarailoo, M. S., Jafari, S. A., & Alizadeh, S. (2011). New species report of family of Entomobryidae (Collembola) for Iranian fauna. *Journal of Novel researches on Plant Protection*, 3(4), 315-328.
- Fjellberg, A. (2007). *The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II. Entomobryomorpha and Symphypleona*. Brill, Leiden, Boston.
- Ghasemi Charati, M., Shayanmehr, M., Amiri Besheli, B., & Gioias Cipola, N. (2022). Introduction to class of Collembola as soil mesofauna from Semeskandeh mixed forest (Hyrcanian region). *Ecology of Iranian Forests Journal*, 9(18), 115-126 (in Persian).
- Ghasemi Charati, M. (2017). *The comparison fauna, diversity and density of Collembola in an agricultural ecosystem versus a forest ecosystem*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (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*, 3(3), 321-338.
- Jordana, R. & Baquero, E. (2005). A proposal of characters for taxonomic identification of Entomobrya species (Collembola, Entomobryomorpha), with description of a new species. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz*, 76, 117-134.
- Jordana, R. (2012). Capbryinae and Entomobryini. In: Dunger, W. and Burkhardt, U. (Eds.), *Synopses on Palaearctic Collembola*. Senckenberg Museum of Natural History Görlitz, 7/1: 1-390.
- Kahrarian, M. (2015). *Study on population dynamics, biodiversity, fauna and habitat suitability modeling of springtails (Apterygota: Collembola) in Kermanshah province*. PhD, Islamic Azad University, Arak Branch (in Persian).
- Kahrarian, M. (2019). The checklist of Collembola (Hexapoda, Arthropoda) from west of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 5(1), 33-46.
- Kahrarian, M., Vafaei-Shoushtari, R., Soleymannezhadyan, E., shayanmehr, M., & Shams, B. (2014). A faunistic study on Entomobryidae (Collembola) in Kermanshah (Iran). *Natura Somogyiensis*, 24, 17-24.
- Khanahmadi, S. (2018). *Comparison fauna, diversity and density of Collembola associated with three different climate (cold-arid, semi-arid-temperate and sub humid temperate) in national park of Golestan*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (in Persian).
- Larsen, T. (2007). *Unravelling collembolan life belowground: Stoichiometry, metabolism and release of carbon and nitrogen*. PhD Thesis, University of Copenhagen Frederiksberg, Denmark.
- Mehrafrooz Mayvan, M., Sadeghi-Namaghi, H., Shayanmehr, M., & Greenslade, P. (2022). Contribution to the knowledge of Entomobryomorpha (Hexapoda: Collembola) from Northeastern Iran with new records and a key to the species. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 8(2), 151-174.
- Moravvej, S. A. (2003). *Biodiversity of Collembola of Tehran region and preliminary observation on several species*. 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, 27-34.
- 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.
- Shoeibi, M., Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., & Mehrafrooz Mayvan, M. (2013). Faunistic survey of Entomobryidae family (Collembola; Hexapoda) in Iran. *Bulletin Information Society of Lepidoptera of Romania*, 23, 38-42.
- Yahyapour, E. (2012). *Faunistic study on Collembola (Insecta: Apterygota) in Sari regions*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Iran (in Persian).
- Yahyapour, E., & Shayanmehr, M. (2013). Introduction of some Entomobryidae species (Collembola) from different Caspian regions. *Taxonomy and Biosystematics Journal*, 5(15), 15-24.
- Yahyapour, E., Vafaei-Shoushtari, R., Shayanmehr, M., & Arbea, J. (2018). A survey on Entomobryomorpha (Collembola) fauna in northern forests of Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 4(4), 307-316.
- Yoosefi Lafooraki, E. (2014). *Morphological and biological identification of Collembola (Hexapoda) in Mazandaran province*. MSc Thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, 132 pp (in Persian).
- Yoosefi Lafooraki, E., & Shayanmehr, M. (2014). A survey on Entomobryomorpha (Collembola, Hexapoda) fauna in Northern Iran with an identification key. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 10(2), 101-117.