



"مقاله پژوهشی"

معرفی رده پادمان (Collembola) به‌عنوان مزوفون خاک در جنگل‌های آمیخته سمسکنده ساری (منطقه هیرکانی)

مهديه قاسمی چراتی^۱، معصومه شایان‌مهر^۲، بهنام امیری بشلی^۳ و نیکلاس گایوآ سیپولا^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
 ۲- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران، (نویسنده مسوول: Shayanm30@yahoo.com)
 ۳- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
 ۴- محقق انستیتو آفات آمازون، آزمایشگاه سیستماتیک و اکولوژی بی مهرگان، مانوس، برزیل
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۰
 صفحه: ۱۱۵ تا ۱۲۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: پادمان از فراوان‌ترین بندپایان تجزیه‌کننده در خاک بوم‌سازگان‌های جنگلی می‌باشند. آن‌ها یکی از بهترین شاخص‌های زیستی در بین مزوفون خاک برای تعیین سلامت و پایداری زیست‌بوم‌های جنگلی می‌باشند. جنگل‌های هیرکانی که بخش اعظم آن در کشور ایران قرار گرفته از جمله جنگل‌های بسیار با ارزش کره زمین هستند که با وجود تنوع اقلیمی، گونه‌های گیاهی و جانوری منحصر به فرد در فهرست میراث جهانی یونسکو ثبت شده‌اند. با وجود نقش بسیار مهم پادمان در فرایندهای مهم بوم‌شناختی جنگل‌ها از جمله تجزیه مواد آلی و کمک به چرخه عناصر و نقش این بندپایان کوچک در جنگل‌های هیرکانی کشور ما چندان بررسی نشده است. هدف اصلی این تحقیق، بررسی و شناخت و معرفی فون گونه‌های موجود در خاک جنگل‌ها می‌باشد تا اهمیت آن‌ها برای بوم‌شناسان جنگل در ایران مشخص شود.

مواد و روش‌ها: تحقیق در ایستگاهی در جنگل سمسکنده ساری به عنوان بخشی از جنگل‌های خزان‌کننده معتدله منطقه هیرکانی انجام گردیده است. برای بررسی فون پادمان در خاک و لاشبرگ این جنگل، در سال‌های ۱۳۹۴-۹۵، نمونه‌های خاک و لاشبرگ از چندین نقطه مختلف جنگل توسط آگر و تله گودالی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک جمع‌آوری شد. این بندپایان به کمک قیف برلیز استخراج شدند و پس از تهیه اسلایدهای میکروسکوپی، شناسایی گونه‌ها توسط کلیدهای معتبر انجام گردید.

یافته‌ها: در مجموع ۲۵ گونه متعلق به ۲۱ جنس از ۹ خانواده در سطح گونه شناسایی شد. نمونه‌های متعلق به جنس‌های *Sminthurinus* و *Lepidocyrtus*، *Dicyrtoma* و *Sphyrotheca* تنها در سطح جنس شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: شش گونه شامل *Entomobrya obscurella* (Brown, 1926)، *Heteromurus gigans* (Mari Mutt & Stomp, 1980)، *Heteromurus variabilis* (Martynova, 1974)، *Protaphorura corticicolus* (Schaffer, 1897)، *Orchesella spectabilis* (Stach, 1960) و *ombrophila* (Stach, 1960) برای اولین بار در فون خاک‌زبان جنگل‌های هیرکانی معرفی می‌شوند. دو گونه *Neelus murinus* (Folsom, 1986) و *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871 بعد از ۳۸ سال بعد از اولین گزارش کاکس (۱۹۸۲) مجدداً برای جنگل‌های سمسکنده ساری گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ایران، خاکزی، جنگل‌های هیرکانی، دم‌فتری، مازندران

مقدمه

جنگل‌های آمیخته منطقه هیرکانی (Caspian Hyrcanian mixed forests)، یکی از بوم‌سازگان‌های مهم جنگل‌های آمیخته پهن‌برگ بر روی کره زمین می‌باشد که در حاشیه جنوبی مازندران و دامنه شمالی البرز به مساحت ۵۵۰۰۰ کیلومتر مربع در دو کشور ایران و جمهوری آذربایجان قرار گرفته است. این جنگل از منطقه پارک ملی هیرکان جمهوری آذربایجان آغاز و تا استان گلستان در ایران ادامه دارد و در ایران، مورد حفاظت مشترک سازمان حفاظت محیط زیست ایران و سازمان میراث فرهنگی است و در تاریخ ۱۴ تیرماه ۱۳۹۸ به ثبت میراث جهانی یونسکو رسیده است (۲،۱۴). این جنگل‌ها با قدمت ۲۵-۵۹ میلیون سال از ارزشمندترین جنگل‌های جهان به‌شمار می‌آیند که در عصر یخبندان (در دوره کوآترنری) نسبت به جنگل‌های دیگر دنیا کمترین تاثیر را پذیرفته‌اند به طوری‌که امروزه با داشتن تنوع گیاهی و جانوری غنی به عنوان موزه طبیعی شناخته می‌شود (۲). این جنگل‌ها به عنوان مادر جنگلهای شمال آمریکا و اروپا شناخته می‌شوند (۱۲). از دیدگاه بوم‌شناسی جنگل، تنوع گونه‌های گیاهان و جانوران موجود در آن در ثبات و پایداری آن نقش به‌سزایی دارد (۱۹). خاک و لاش‌برگ کف جنگل به عنوان

پناهگاه و زیستگاه گونه‌های متعدد جانوری می‌باشد که این جانداران از لحاظ اندازه به سه دسته میکرو، مزو و ماکروفون تقسیم می‌شوند (۲۰،۲۱).

پادمان به عنوان بخش بسیار مهمی از مزوفون خاک و با نقش‌های ارزشمند بوم‌شناختی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۲۷). آن‌ها شش‌پایانی با چشه کوچک و به طول ۰/۲۵-۹ میلی‌متر هستند که پراکندگی گسترده‌ای در سطح جهان دارند و حتی برخی از گونه‌ها در قطب شمال و جنوب نیز یافت می‌شوند (۶). آن‌ها اغلب در خاک مرطوب و لاشبرگ به فراوانی یافت می‌شوند. این بندپایان به واسطه تاثیر روی چرخه عناصر و تشکیل ساختمان خاک روی رویش گیاهان نقش دارد (۷،۲۴). تغذیه آنها روی بقایای گیاهی و دفع آن سطح وسیع و مناسبی را برای حمله میکروب‌ها و قارچ‌ها فراهم می‌کند و سرعت فعالیت‌های آنزیمی، تنفس و آزادسازی مواد غذایی از لاشبرگ‌ها را بیشتر می‌کند (۱۵). پادمان در بوم‌سازگان‌های پایدار مانند بوم‌سازگان‌های جنگلی دارای تنوع گونه ای و فراوانی بالاتری هستند (۶،۷،۲۷).

مطالعه پادمان در ایران در چند ساله اخیر گسترش یافته است. شایان‌مهر و همکاران (۲۰۱۳) در فهرست پادمان ایران ۱۱۲ گونه متعلق به ۵۷ جنس و ۱۸ خانواده را از استان‌های

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در جنوب شرقی شهرستان ساری در جنگل حیات وحش سمسکنده در طول جغرافیایی $53^{\circ}9'25''$ شرقی تا $36^{\circ}32'55''$ شمالی واقع شده است. حدود ارتفاع منطقه مورد مطالعه نیز برابر با ۸۰-۱۹۰ متر از سطح دریا است. دامنه pH خاک از ۶/۲ تا ۷/۹ می‌باشد. این منطقه به وسعت ۱۰۰۰ هکتار از گونه‌های جنگلی - جلگه‌ای تشکیل شده است. این پناهگاه از معدود جنگل‌های بازمانده از جنگل‌های جلگه‌ای هیرکانی به شمار می‌آید که در این منطقه گونه‌های شاخص شامل بلندمازو، انجیلی، آزاد و توسکا می‌باشد و به عنوان زیستگاه و تکثیر گوزن زرد نیز استفاده شده است (۱).

مختلف ایران گزارش نمودند. برخی از این گونه‌ها از استان‌های شمالی و از بوم‌سازگان‌های جنگلی گزارش شدند (۳۳، ۳۲، ۳۱، ۳۰، ۲۹، ۹). در تحقیقی که به منظور مطالعه فون بند پایان جنگل سمسکنده که یکی از بخش‌های جنگل‌های هیرکانی است توسط مهرافروزو همکاران (۲۰) انجام گرفت در مجموع ۲۰ گونه متعلق به ۱۶ جنس از ۹ خانواده شناسایی و معرفی گردید. یافته‌های آن‌ها ۱ جنس و ۱ گونه جدید از جنگل سمسکنده را به دنیا معرفی کرد. با وجود این، بسیاری از گونه‌های پادمان در این جنگل همچنان ناشناخته ماند. در این تحقیق تلاش شده است تا با بررسی دقیق‌تر فون پادمان در خاک و لاشبرگ جنگل سمسکنده که یکی از مناطق جنگل‌های هیرکانی در ایران است، فهرست گونه‌های پادمان آن معرفی و کامل شود.



شکل ۱- نقشه شهرستان ساری و چند شهر مجاور (سمت راست)، جنگل حیات وحش سمسکنده (سمت چپ)
Figure 1. Map of Sari city and several adjacent cities (right), Semeskandeh wildlife forest (left)

اسلایدهای دائمی پادمان با استفاده از منابع مختلف از جمله کلیدهای معتبر شناسایی و همچنین از کلید موجود در سایت www.collembola.org استفاده شد (۴، ۵، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۲۵). شناسایی و تایید نمونه‌ها توسط دکتر معصومه شایان مهر (ایران)، دکتر ایگور جی کاپروس (اوکراین) و دکتر نیکلاس سیولا (برزیل) انجام گرفت. نمونه‌ها در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (ایران) نگهداری می‌شوند. پس از شناسایی نمونه‌ها، از ویژگی‌های مهم نمونه با استفاده از دوربین عکاسی نصب شده بر روی میکروسکوپ عکس‌برداری گردید.

روش نمونه‌برداری و جمع‌آوری و شناسایی

نمونه‌برداری به شکل تصادفی توسط آگر و همچنین تله گودالی از مناطق مختلف جنگل انجام گرفت. در هر بار نمونه‌برداری ۱۰ نمونه خاک توسط آگر برداشته شد که نمونه‌برداری از شهریور ۱۳۹۴ تا تیر ۱۳۹۵ انجام شد. پادمان موجود در خاک و لاشبرگ توسط قیف برلیز استخراج شدند (شکل ۲) و در ظرف محتوی الکل ۹۰ درصد نگهداری شدند. برای تشخیص پادمان اسلایدهای موقتی با استفاده از اسید لایتیک و اسلاید دائمی با استفاده از محلول فور تهیه گردید. برای شناسایی خانواده و جنس و گونه‌های پادمان،



شکل ۲- قیف برلیز طراحی شده برای جداسازی پادمان از خاک و لاشبرگ (اصلی)
Figure 2. Berlese funnel designed to extract the Collembola from soil and litter (Original)

شد. شش گونه از پادمان برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند (جدول ۱).

نتایج و بحث

با بررسی فونستیک از خاک و لاشبرگ جنگل سمسکنده در مجموع ۲۵ گونه از ۲۱ جنس متعلق به ۹ خانواده شناسایی

جدول ۱- لیست گونه‌ها و جنس‌های پادمان (Collembola) در جنگل سمسکنده ساری (مازندران)، گونه‌های جدید با فونت پررنگ مشخص شدند
Table 1. List of species and genera of Collembola in Semsckandeh forest of Sari (Mazandaran), new species were identified with bold font

مهرافروز و همکاران (۲۰۱۵)	مطالعه حاضر	خانواده	لیست گونه‌ها و جنس‌ها
-	+	Entomobryidae	<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)
-	+	Entomobryidae	<i>Entomobrya atrocincta</i> (Schött, 1896)
-	+	Entomobryidae	<i>Entomobrya obscurella</i> (Brown, 1926)
+	+	Entomobryidae	<i>Lepidocyrtus</i> Bourlet, 1839 (spp) (3 species)
+	+	Entomobryidae	<i>Pseudosinella octopunctata</i> Börner, 1901
+	+	Entomobryidae	<i>Heteromurus major</i> (Moniz, 1889)
+	+	Entomobryidae	<i>Heteromurus nitidus</i> (Templeton, 1835)
-	+	Entomobryidae	<i>Heteromurus gigans</i> (Mari Mutt & Stomp, 1980)
-	+	Entomobryidae	<i>Heteromurus variabilis</i> (Martynova, 1974)
-	+	Entomobryidae	<i>Orchesella cincta</i> (Linnaeus, 1758)
-	+	Entomobryidae	<i>Orchesella spectabilis</i> (Stach, 1960)
-	+	Entomobryidae	<i>Seira domestica</i> (Nicolet, 1842)
+	+	Tomoceridae	<i>Tomocerus vulgaris</i> (Tullberg, 1871)
+	+	Isotomidae	<i>Isotomiella minor</i> (Schaffer, 1896)
+	+	Isotomidae	<i>Folsomia penicula</i> (Bagnall, 1939)
+	+	Isotomidae	<i>Isotomurus italicus</i> (Carapelli et al, 1995)
-	+	Hypogastruridae	<i>Schoetella</i> Schäffer, 1896 (sp)
+	+	Hypogastruridae	<i>Ceratophysella stercoraria</i> (Stach, 1963)
-	+	Neanuridae	<i>Neanura</i> MacGillivray, 1893 (spp) (two species)
-	+	Neanuridae	<i>Pseudachorutes corticolus</i> (Schaffer, 1897)
-	+	Neanuridae	<i>Pseudachorutes subcrassus</i> Tullberg, 1871
+	+	Neanuridae	<i>Persanura hyrcanica</i> (Mehrafroz et al., 2015)
+	+	Onychiuridae	<i>Heteraphorura japonica</i> (Yosii, 1967)
-	+	Onychiuridae	<i>Protaphorura sakatoi</i> (Yosii, 1966)
-	+	Onychiuridae	<i>Protaphorura ombrophila</i> (Stach, 1960)
-	+	Neelidae	<i>Neelus murinus</i> (Folsom, 1986)
-	+	Neelidae	<i>Megalothorax willemi</i> Schneider & D Haese, 2013
-	+	Katiannidae	<i>Sminthurinus</i> Börner, 1901 (sp)
+	+	Katiannidae	<i>Sminthurinus elegans</i> Fitch, 1863
-	+	Katiannidae	<i>Sphyrotheca</i> Börner, 1906
+	+	Dicyrtomidae	<i>Dicyrtoma</i> Bourlet, 1841 (sp)
+	-	Dicyrtomidae	<i>Dicyrtoma</i> cf. <i>ghilarovi</i> Bretfeld, 1996
+	-	Sminthuridae	<i>Caprainea marginata</i> (Schött, 1893)
+	-	Sminthuridae	<i>Paralipothrix</i> cf. <i>natalicius</i> (Ellis, 1974)
+	-	Sminthuridae	<i>Sminthurus</i> cf. <i>ghilarovi</i> Stebaeva, 1966
+	-	Sminthuridae	<i>Lipothrix lubbocki</i> (Tullberg, 1872)
+	-	Sminthuridae	<i>Sphaeridia</i> spp. (two species)

گونه *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871)
مواد بررسی شده: ۳۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۳).
پراکنش: هولارکتیک، فرانسه، سوئیس، نروژ، اسپانیا، روسیه (۴). ایران: مازندران (۳۰) و گلستان (۱۶).

لیست گونه‌های پادمان جنگل سمسکنده، مشخصات جمع‌آوری و اشکال برخی گونه‌ها و توصیف گونه‌های جدید در ادامه ارائه شده است:

راسته Entomobryomorph

خانواده Entomobryidae

جنس *Entomobrya* Rondani, 1861



شکل ۳- نمای پهلوئی و پشتی بدن در گونه *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871) (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 3. Lateral and dorsal view of the body in *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871) (magnification x10) (Original)

پراکنش: پالتارکتیک، فرانسه، نروژ، ژاپن (۴)، ایران: مازندران، گلستان، کرمانشاه و تهران (۲۸،۲۳).

گونه *Entomobrya atrocincta* (Schött, 1896)
 مواد بررسی شده: ۱۶ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۴).



شکل ۴- نمای عمومی بدن در جنس نر (راست) و ماده (چپ) در گونه *Entomobrya atrocincta* (Schött, 1896) (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
 Figure 4. General view of the body in males (right) and females (left) in *Entomobrya atrocincta* (Schött, 1896) (magnification x10) (Original)

مواد بررسی شده: ۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.
 پراکنش: بریتانیا، ایرلند (۱۳). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

گونه *Entomobrya obscurella* (Brown, 1926)
 توصیف گونه: رنگ بدن قهوه‌ای رنگ. طول بدن حدود ۲ میلی متر. قسمت پشتی بدن دارای لکه‌ها و نقوش سیاه رنگ. چشم‌ها به صورت دو لکه‌ی مجتمع. بین سر و شاخک دارای یک لکه سیاه. موکرو دارای ۲ دندان با ۱ خار کوچک (شکل ۵).



شکل ۵- نمای پهلوئی در گونه *Entomobrya obscurella* (Brown, 1926) (بزرگنمایی ۱۰x اصلی).
 Figure 5. Lateral view of *Entomobrya obscurella* (Brown, 1926) (magnification x10) (Original)

هستند. پولک‌هایی روی سر، بدن و سطح شکمی را پوشانده‌اند. فورکا دارای نوک گرد بوده و صاف به نظر می‌رسند. در این تحقیق ۳ گونه مختلف جمع‌آوری شده که اختلافات مورفولوژیک گونه‌های جمع‌آوری شده در شکل ۶ نشان داده شده است.

جنس *Lepidocyrtus* Bourlet, 1839
 مواد بررسی شده: ۷ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده. نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق نمونه‌های متفاوت از این جنس جمع‌آوری شد که احتمالاً برای فون دنیا جدیدند. این نمونه‌ها به دلیل داشتن پوششی از پولک روی بدن به رنگ نقره‌ای یا آبی متالیک



شکل ۶- نمای عمومی از سه گونه متفاوت *Lepidocyrtus* spp. (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
 Figure 6. General view of three different species *Lepidocyrtus* spp. (magnification x10) (Original)

پراکنش: دارای پراکنش جهانی، استرالیا، شیلی، فرانسه، آلمان، یونان، چکاسلواکی، مجارستان، ایتالیا، مکزیک، فلسطین، پرتقال، رومانی، اسپانیا، سوئیس، جمهوری آذربایجان، یوگوسلاوی (۴). ایران: مرکزی، آذربایجان شرقی، مازندران، گیلان (۲۸).

گونه *Heteromurus nitidus* (Templeton, 1835)

مواد بررسی شده: ۷۰ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۷).
پراکنش: هولارکتیک، آرژانتین، شیلی، زلاندنو (۴)، ایران: مازندران، گیلان (۲۸).

جنس *Pseudosinella* Schäffer, 1897

گونه *Pseudosinella octopunctata* Börner, 1901

مواد بررسی شده: ۳۷ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.
پراکنش: همه جازی (۴) ایران: گیلان، زنجان، آذربایجان شرقی و غربی، مرکزی و مازندران (۲۸).

جنس *Heteromurus* Wankel, 1860

گونه *Heteromurus major* (Moniz, 1889)

مواد بررسی شده: ۱۸۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۷).



شکل ۷- نمای عمومی از دو گونه متفاوت جنس *Heteromurus* spp. در جنگل سمسکنده، ساری (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 7. General view of two different species of the genus *Heteromurus* spp. in Semeskandeh forest, Sari (magnification x10) (Original)

گونه *Heteromurus variabilis* (Martynova, 1974)

توصیف گونه: طول بدن ۲/۵ میلی‌متر و رنگ بدن متنوع ولی در نمونه‌های این تحقیق به رنگ بنفش می‌باشند. شاخک حدود ۰/۴ از طول سر و بدن را شامل می‌باشد. چشم‌های ساده به تعداد ۸+۸ به صورت لکه‌هایی تیره در دو طرف سر دیده می‌شود. ساق پا بدون موهای صاف، ناخن‌ها دارای موی چماقی بلند، فورکا بدون موهای صاف و موکرو با ۱ خار قاعده‌ای می‌باشد.

مواد بررسی شده: ۲۰ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۸).

گونه *Heteromurus gigans* (Mari Mutt & Stomp, 1980)

توصیف گونه: رنگدانه‌های آبی تیره خیلی کمی در شاخک وجود دارد. بالغ‌ها دارای فورکا و شاخک طویل بیشتر از ۵ میلی‌متر بوده و تمام ساق پنجه‌ها پوشیده از پولک می‌باشد. دارای ۸+۸ چشم ساده به صورت لکه‌های تیره در دو طرف سر می‌باشد. پیش پنجه پای دوم دارای ۱ موی چماقی بلند، فورکا بدون موی صاف و موکرو دارای ۱ مو در قاعده می‌باشد.

مواد بررسی شده: ۱۳ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۸).

پراکنش: این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود. پراکنش: پالتارکتیک، تاجیکستان (۴). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.



شکل ۸- نمای عمومی از دو گونه متفاوت جنس *Heteromurus* spp. (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 8. General view of two different species of the genus *Heteromurus* spp. (magnification x10) (Original)

دوم قفسه سینه و شکم با نوارهای پهن تیره رنگ متمایز می‌شود. بند پنجم شکم دارای لکه‌های گرد در حاشیه بوده و مانوبریوم با دندان‌های کوچک می‌باشد. این گونه بیشتر در خزها و جنگل‌ها رواج دارد.
مواد بررسی شده: ۱۱ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۹).
پراکنش: سودان، فنلاند (۴). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

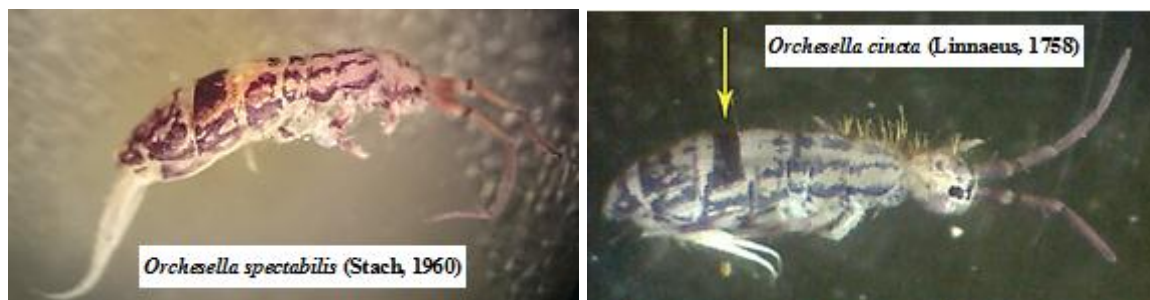
جنس *Orchesella* Templeton, 1835

گونه *Orchesella cincta* (Linnaeus, 1758)

مواد بررسی شده: ۲۷ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۹).
پراکنش: هولارکتیک (۴). ایران: مازندران (۲۸).

گونه *Orchesella spectabilis* (Stach, 1960)

توصیف گونه: اندازه بدن ۴ میلی‌متر می‌باشد. در جنس نر بدن کاملاً رنگی و رنگ سر در جنس نر آبی تیره می‌باشد. بند



شکل ۹- نمای عمومی از دو گونه متفاوت جنس *Orchesella* spp. (بزرگنمایی $10\times$ اصلی)
Figure 9. General view of two different species of the genus *Orchesella* spp. (magnification $10\times$) (Original)

پراکنش: پالتارکتیک، انگلستان (۴)، ایران: مازندران (۲۸).

جنس *Seira* (Lubbock, 1869)

گونه *Seira domestica* (Nicolet, 1842)

مواد بررسی شده: ۳۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نمای پهلوئی در گونه *Seira domestica* (Nicolet, 1842) (بزرگنمایی $10\times$ اصلی)
Figure 10. Side view in *Seira domestica* (Nicolet, 1842) (magnification $10\times$) (Original)

ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۱).
پراکنش: جهان گستر (۴)، ایران: ایران: مرکزی، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی و غربی (۲۸).

خانواده Tomoceridae

جنس *Tomocerus* Nicolet, 1842

گونه *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871)

مواد بررسی شده: ۳۳ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان



شکل ۱۱- نمای پهلوئی در گونه *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871) (بزرگنمایی $10\times$ اصلی)
Figure 11. Side view in *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871) (magnification $10\times$) (Original)

خانواده Hypogastruridae

جنس *Schoetella* Schäffer, 1896

مواد بررسی شده: ۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده. این جنس تا حد گونه شناسایی نگردید.

جنس *Ceratophysella* Börner, 1932

گونه *Ceratophysella stercoraria* (Stach, 1963)

مواد بررسی شده: ۷۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: این گونه رایج در کشورهای افغانستان، لهستان، بلغارستان و اوکراین پیدا شده است (۱۲). ایران: کرمانشاه، کهگیلویه و بویراحمد، مازندران، گلستان (۲۸).

خانواده Neanuridae

جنس *Neanura* MacGillivray, 1893

از این جنس نمونه‌های جمع‌آوری شده اند که تفاوت‌هایی را از نظر ریخت‌شناسی نشان می‌دهند. از گونه اول *Neanura* sp.1 ۳۰ نمونه و از گونه دوم *Neanura* sp.2 ۲۷ نمونه از جنگل سمسکنده جمع‌آوری شده است (شکل ۱۲).

خانواده Isotomidae

جنس *Isotomiella* Bagnall, 1939

گونه *Isotomiella minor* (Schaffer, 1896)

مواد بررسی شده: ۵۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: همه جازی (۴)، ایران: مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی، کرمانشاه (۲۸).

جنس *Folsomia* Willem, 1902

گونه *Folsomia penicula* (Bagnall, 1939)

مواد بررسی شده: ۱۸ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: سراسر اروپا، قفقاز، امریکای شمالی (۴). ایران: مرکزی، مازندران، آذربایجان شرقی، گیلان، گلستان (۲۸).

جنس *Isotomurus* Börner, 1903

گونه *Isotomurus italicus* (Carapelli et al, 1995)

مواد بررسی شده: ۱۰ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: پرتغال، اسپانیا، فرانسه (پوتايف، ۲۰۰۳). ایران: مازندران (۲۸).

راسته Poduromorpha



شکل ۱۲- نمای عمومی از دو گونه متفاوت جنس *Neanura* spp. در جنگل سمسکنده، ساری (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 12. General view of two different species of the genus *Neanura* spp. in Semeskandeh forest, Sari (magnification x10) (Original)

انتهای بدن خمیده می‌شود. لوله شکمی دارای ۴-۵ مو در هر طرف بوده و رتیناکولوم دارای ۳ دندان می‌باشد. مواد بررسی شده: ۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۳). پراکنش: پالتارکتیک (۴). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

جنس *Pseudachorutes* Tullberg, 1871

گونه *Pseudachorutes corticicolus* (Schaffer, 1897)

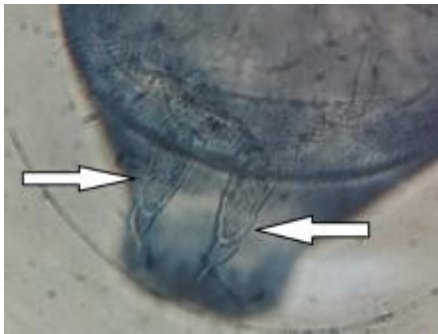
توصیف: اندازه بدن ۱/۵ میلی‌متر و به رنگ آبی تیره می‌باشد. اندام پس شاخکی دارای ۶-۷ لوب و بند چهارم شاخک دارای حباب انتهایی سه لوبه می‌باشد. گرانول‌های سطح بدن کوچک و یکنواخت بوده و موهای بدن کوتاه و به سمت



شکل ۱۳- نمای پشتی در گونه *Pseudachortes corticolus* (Schaffer, 1897) (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 13. Dorsal view of *Pseudachortes corticolus* (Schaffer, 1897) (magnification x10) (Original)

مواد بررسی شده: ۷ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۴).
پراکنش: پالتارکتیک (۴). این گونه قبلاً توسط کاکس (۱۹۸۲) از مازندران و گیلان گزارش شده است (۸).

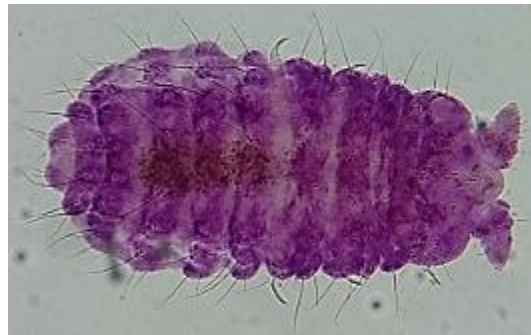
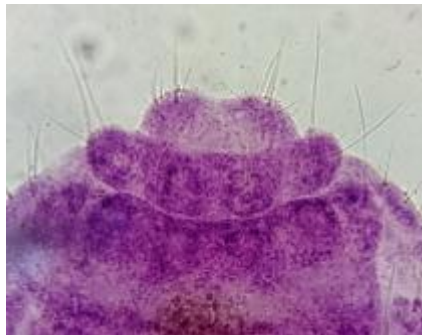
گونه *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871
توصیف: اندازه حدود ۲ میلی متر و بدن به رنگ آبی متمایل به خاکستری می باشد. بند چهارم شاخک دارای حباب انتهایی سه لوبه می باشد. گرانول های روی بدن یکنواخت و متراکم می باشد. لوله شکمی دارای ۴+۴ موی جانبی، رتیناکولوم دارای ۳+۳ دندان و فورکا قوی و دندس دارای ۶ موی پشتی می باشد.



شکل ۱۴- نمای پشتی در گونه *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871 و شکل فورکا در آن (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 14. Dorsal view of *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871 and the shape of Furca (magnification x10) (Original)

سطح بدن و انتهای بدن دو لوبی می باشد (شکل ۱۵).
مواد بررسی شده: ۴۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.
پراکنش: این جنس و گونه برای اولین بار در دنیا توسط مهرافروز و همکاران، ۲۰۱۵ از ایران گزارش گردید (۲۰).

جنس *Persanura* (Mehrafrooz et al., 2015)
گونه *Persanura hyrcanica* (Mehrafrooz et al., 2015)
توصیف گونه: اندازه بدن ۰/۸۵-۱/۱ میلی متر. رنگ بدن آبی متمایل به خاکستری می باشد. دارای ۳+۳ چشم ساده به شکل لکه چشمی در دو طرف سر می باشند. ناخن ها بلند و بدون دندان داخلی می باشد. دارای برآمدگی های زگیل مانند بر



شکل ۱۵- نمای پشتی در گونه *Persanura hyrcanica* (Mehrafrooz et al., 2015) و انتهای دولوبی در آن (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 15. Dorsal view in *Persanura hyrcanica* (Mehrafrooz et al., 2015) and the dolobitic end (magnification x10) (Original)

خانواده Onychiuridae

جنس *Heteraphorura* Bagnall, 1948

گونه *Heteraphorura japonica* (Yosii, 1967)

مواد بررسی شده: ۵۰ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.
پراکنش: پالئارکتیک (۱۲). ایران: کرمانشاه، تهران، مازندران، گلستان (۳، ۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۶).

جنس *Protaphorura* Absolon, 1901

گونه *Protaphorura sakatoi* (Yosii, 1966)

مواد بررسی شده: ۱۷۸ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.
پراکنش: پالئارکتیک (۱۲). ایران: مازندران (۲۸).

گونه *Protaphorura ombrophila* (Stach, 1960)

توصیف گونه: طول بدن ۱/۹ میلی متر و شکل بدن استوانه‌ای و به رنگ سفید می‌باشد. دارای اندام پس شاخکی به شکل ویزیکول‌های ساده که حدود ۲۴-۳۸ عدد می‌باشد. شاخک کوتاه تر از سر و چشم‌های کاذب در سر و پشت بدن وجود دارد.

مواد بررسی شده: ۱۳ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: افغانستان، هند، سریلانکا (۴). این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

راسته *Neelipleona*

خانواده *Neelidae*

جنس *Neelus* Folsom, 1896

گونه *Neelus murinus* (Folsom, 1986)

مواد بررسی شده: ۱۲ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: پالئارکتیک (۴). ایران: این گونه از بعد کاکس (۱۹۸۲) تا به حال گزارش نشده بود (۸).

جنس *Megalothorax* Willem, 1900

گونه *Megalothorax willemi* Schneider & D'Haese, 2013

مواد بررسی شده: ۲۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۶).
پراکنش: پالئارکتیک، بلژیک (۴). مازندران (۲۸).



شکل ۱۶- نمای عمومی بدن در گونه *Megalothorax willemi* Schneider & D'Haese, 2013 (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 16. General view of body in *Megalothorax willemi* Schneider & D'Haese, 2013 (magnification x10) (Original)

جنس *Sphyrotheca* Börner, 1906

مواد بررسی شده: ۱۵ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده. گونه آن شناسایی نشد.

خانواده *Dicyrtomidae*

جنس *Dicyrtoma* Bourlet, 1841

مواد بررسی شده: ۲۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده (شکل ۱۷).

پراکنش: هولارکتیک (۱۳). گونه این جنس همچنان باید بررسی شود.

راسته *Symphyleona*

خانواده *Katiannidae*

جنس *Sminthurinus* Börner, 1901

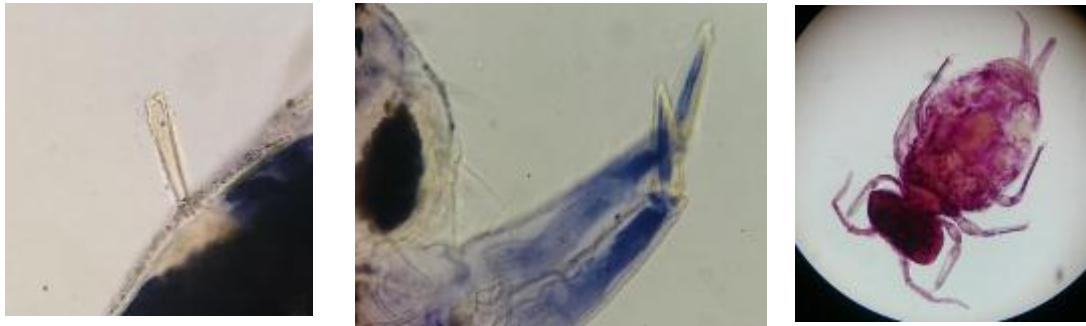
گونه *Sminthurinus* sp.

مواد بررسی شده: ۱۴ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

گونه *Sminthurinus elegans* Fitch, 1863

مواد بررسی شده: ۴۹ نمونه، ایران، استان مازندران، شهرستان ساری، جنگل سمسکنده.

پراکنش: هولارکتیک و هاوایی، در پالئارکتیک تنها در بخش‌های غربی (۴). ایران: گیلان، مازندران، کرمانشاه (۲۸).



شکل ۱۷- نمای عمومی بدن نمونه‌های جنس *Dicyrtoma* و شکل موکرو و خار پشتی بدن (بزرگنمایی ۱۰x اصلی)
Figure 17. General view of body of *Dicyrtoma* genus and macro shape and dorsal spine (magnification x10) (Original)

از 1996 از خانواده Dicyrtomidae و *Sphaeridia* spp. خانواده Sminthurididae که قبلاً از این جنگل توسط مهرافروز و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده بود به دست نیامد. با افزودن لیست گونه‌های جدید تعداد گونه‌های شناخته شده در جنگل سمسکنده به ۳۷ گونه رسیده است. با توجه به اینکه هنوز برخی از گونه‌ها شناسایی نشده‌اند و نیز برخی ریززیستگاه‌های این جنگل بررسی نشده‌اند، این تعداد در آینده افزایش خواهد یافت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از آقای دکتر Igor J. Kaprus به‌خاطر شناسایی نمونه‌های خانواده Onychiuridae کمال تشکر را دارند. این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اصلی است که توسط معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران پشتیبانی شده است.

فون پادمان در خاک و لاشبرگ جنگل سمسکنده به عنوان بخشی از جنگل‌های هیرکانی واقع در کشور ایران بررسی شد. در این تحقیق در مجموع ۲۵ گونه از ۲۱ جنس متعلق به نه خانواده شناسایی شد. شش گونه از پادمان برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند. در مطالعه‌ای که توسط مهر افروز و همکاران (۱۳۹۲) در این جنگل انجام گرفته بود در مجموع ۲۰ گونه متعلق به ۱۶ جنس از ۹ خانواده شناسایی و معرفی گردید. در تحقیق آن‌ها گونه *Heteromurus major* (Moniz, 1889) فراوان‌ترین گونه در این جنگل می‌باشد که در این تحقیق بیشترین نمونه (۱۸۰ نمونه) از این گونه به دست آمد. گونه‌های *Caprainea marginata* (Schött, 1893)، *Lipothrix lubbocki* (Tullberg, 1872)، *Sminthurus cf. ghilarovi* Stebaeva, 1966، *Paralipothrix cf. natalicius* (Ellis, 1974) از خانواده *Dicyrtoma cf. ghilarovi* Bretfeld، Sminthuridae

منابع

1. Aghdasi, Sh. and H. Tlikani. 2016. Study of the ecological status of Samsakandeh wildlife sanctuary for its conservation management, Third National Conference on Environment, Energy and Bio-Defense, Tehran, <https://civilica.com/doc/402211>.
2. Akhane, H., Djamaali, M., Ghorbanalizadeh, A., Ramzani, E., 2010. Plant biodiversity of hyrcanian relict forests, Northern Iran: An overview of the flora, vegetation palaeoecology and conservation. Pakistan Journal of Botany, 42, pp. 231-258
3. Alijani-Ardeshir, M., M. Shayanmehr and B. Amiri-Besheli. 2017. Faunistic survey of Collembola in Babol regions, Mazandaran province: Introduction new species for Iranian fauna. Plant Protection Scientific Journal of Agriculture, 40(2): 45-61 (In Persian).
4. Bellinger, P.F., K.A. Christiansen and F. Janssens. 1996-2019. Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org> (accessed 1 October 2019).
5. Bretfeld, G. 1999. Symphypleona. In: Dunger, W. (Ed.), Synopses on Palearctic Collembola. Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz, 2: 1-318.
6. Chahartaghi Abnieh, M. 2007. Trophic niche differentiation, sex ratio and phylogeography of European Collembola. PhD thesis, Technischen University, 132 pp.
7. Chahartaghi, R. Langel, S. Scheu and L. Ruess. 2005. Feeding guilds in Collembola based on nitrogen stable isotope ratios. Soil Biology and Biotechnology, 37: 1718-1725.
8. Cox, P. 1982. The Collembola fauna of north and north western Iran. Entomologist's Monthly Magazine, 118: 39-43.
9. Daghighi, E. 2012. Fauna of Collembola (Insecta: Apterygota) from Rasht and its regions. MSc thesis, University of Guilan. 99 pp (In Persian).
10. Eskandarpour, M. and A. Hasani. 2015. Comprehensive Decision Modeling of Reverse Logistics System: A Multi-criteria Decision Making Model Using Hybrid Evidential Reasoning Approach and TOPSIS, Int. International Journal of Engineering-Transactions C: Aspects, 28(6): 922-931.
11. Fjellberg, A. 1980. Identification Keys to Norwegian Collembolan. Norsk Entomologisk Forening, As, 151 pp.

12. Fjellberg, A. 1998. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I: Poduromorpha. Brill, Leiden, Boston.
13. Fjellberg, A. 2007. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II: Entomobryomorpha and Symphypleona. Vol. 42. Brill, Leiden, Boston, 265 pp.
14. Ghomi Avili, A., Akbarinia, M., Hosseini, S.M., Talebian, M.H and H.D. Knapp. 2021. Prioritizing of the Hyrcanian Proposed Sites for Inscription on the UNESCO'S World Heritage List by use of Decision Making Methods. Ecology of Iranian Forests, 8(16): 90-102 (In Persian).
15. Hopkin, S.P. 1997. Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). Oxford university press, New York.
16. Hosseini, F.S., M. Shayanmehr and B. Amiri Besheli. 2016. Contribution to Collembola (Hexapoda: Entognatha) fauna from Golestan province, Iran. Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 2(3): 321-338.
17. 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.
18. Kahrarian, M., R. Vafaei Shoushtari, E. Soleyman Nejadian, M. Shayanmehr and B. Shams Esfandabad. 2015. New records of Isotomidae and Paronellidae for the Iranian fauna with an update Checklist of Entomobryomorpha fauna (Collembola) in Kermanshah province. Journal of Entomological Research, 7(4): 55-68.
19. Kardgar, N., R. Rahmani, H. Zare and S. Ghorbani. 2020. Species Diversity of Trees and Forest Floor Plants in Oriental beech Forest Types of Shastkalate Educational and Research Forest, Gorgan, Ecology of Iranian Forests, 8(16): 125-135 (In Persian).
20. Mehrafrooz Mayvan, M. and M. Shayanmehr. 2015. An investigation of soil Chilopoda from Semeskandeh forest (Sari, Mazandaran, Iran). Taxonomy and Biosystematics, 7(25): 1-12.
21. Mehrafrooz Mayvan, M., M. Shayanmehr and S. Scheu. 2015. Depth distribution and inter-annual fluctuations in density and diversity of Collembola in an Iranian Hyrcanian forests. Soil Organisms, 87(3): 239-247.
22. Mehrafrooz Mayvan, M., M. Shayanmehr, A. Smolis and D. Skarzynski. 2015. *Persanura hyrcanica*, a new genus and species of Neanurinae (Collembola: Neanuridae) from Iran, with a key to genera of the tribe Neanurini. Zootaxa, 3918(4): 552-558.
23. Moravvej, S.A. 2003. Biodiversity of Collembola of Tehran Region and Preliminary Observation on Several Species. MSc thesis, Tarbiat Modarres University (In Persian).
24. Paul, D., A. Nonemathem and I. Jha. 2011. Collembolan Density and Diversity in a Forest and an Agroecosystem. Journal of Soil Science, 1(2): 54-60.
25. Potapov, M. 2001. Isotomidae. In: Dunger, W. (ed.), Synopses on Palaearctic Collembola. Staatliches Museun Für Naturkunde Görlitz.
26. Qazi, F. and M. Shayanmehr. 2016. New records of Onychiuridae for Collembola fauna from Tehran city. Taxonomy and Biosystematics, 8(28): 101-116.
27. Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. Biodiversity and Conservation, 7: 1207-1219.
28. Shayanmehr, M., E. Yahyapour, M. Kahrarian and E. Yoosefi Lafooraki. 2013. An introduction to Iranian Collembola (Hexapoda): an update to the species list. Zookeys, 335: 69-83.
29. Yahyapour, E. 2012. Faunistic study on Collembola (Insecta: Apterygota) in Sari region. MSc thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University (In Persian).
30. Yoosefi Lafooraki, E. and M. Shayanmehr. 2013. New records of Collembola (Hexapoda: Entognatha) for Iranian fauna from Mazandaran, Semnan and Isfahan provinces. Natura Somogyiensis, 23: 135-142.
31. Yoosefi Lafooraki, E. and M. Shayanmehr. 2014a. A survey on Entomobryomorpha (Collembola, Hexapoda) fauna in Northern Iran with an Identification key. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 10(2): 101-117.
32. Yoosefi Lafooraki, E. and M. Shayanmehr. 2014b. New records of Neelipleona for the Iranian springtail fauna (Collembola). Natura Somogyiensis, 24: 25-30.
33. Yoosefi Lafooraki, E. and M. Shayanmehr. 2015. New additions to fauna and a checklist of the order Poduromorpha (Collembola) of Mazandaran province, Iran. Far Eastern Entomologist, 298: 1-10.

Introduction to Class of Collembola as Soil Mesofauna from Semeskandeh Mixed Forest (Hyrcanian Region)

Mahdiyeh Ghasemi Charati¹, Masoumeh Shayanmehr², Behnam Amiri Besheli³ and Nikolas Gioias Cipola⁴

1- M.Sc. Student of Agricultural Entomology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

2- Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, (Corresponding Author: shayanm30@yahoo.com)

3- Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

4- Laboratório de Sistemática e Ecologia de Invertebrados do Solo, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, CPEN. Av. André Araújo, 2936, campus II, Aleixo, CEP 69067-375, Manaus, AM, Brazil

Received: 1 January, 2020 Accepted: 28 February, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Collembola are most abundant decomposer soil living arthropoda in forest ecosystems. They are among the best indicators within the soil mesofauna to determine the health and sustainability of forest ecosystems. The Hyrcanian forests, most of which are located in Iran, are among the most valuable forests on Earth, which, despite their climatic diversity, unique plant and animal species, are inscribed on the UNESCO World Heritage List. Despite the very important role of Collembola in ecological processes of forests, including the decomposition of organic matter and nutrient cycles but the role of these small arthropods in the Iranian Hyrcanian forests has not been much studied. The study was conducted to investigate and identify the fauna of Collembola in the forest soils to introduce their importance for forest ecologists in Iran.

Materials and Methods: The research was carried out at a station in the Samsakandeh mixed forest of Sari as part of the temperate deciduous forests of the Hyrcanian region. For studying collembolan fauna in soil and leaf litter of the forest, in 2016-2017, soil and leaf litter samples were collected from different locations by soil core (depth 10 cm) and pitfall traps. The springtails were extracted by Berlese funnel and were identified after preparing microscopic slides with available keys.

Results: In sum, 25 species belonging to 21 genera from 9 families were collected and identified as species level. The specimens of *Lepidocyrtus*, *Sminthurinus*, *Neanura*, *Sphyrotheca* and *Dicyrtoma* identified as genus level.

Conclusion: Six species including *Entomobrya obscurella* (Brown, 1926), *Heteromurus gigans* (Mari Mutt & Stomp, 1980), *Heteromurus variabilis* (Martynova, 1974), *Orchesella spectabilis* (Stach, 1960), *Pseudachorutes corticolus* (Schaffer, 1897) and *Protaphorura ombrophila* (Stach, 1960) were reported for the first time for Iran fauna. Two species, *Neelus murinus* (Folsom, 1986) and *Pseudachorutes subcrassus* Tullberg, 1871, are re-reported to the Samsakandeh mixed forest, 38 years after the first Cox report (1982).

Keywords: Hyrcanian forest, Iran, Mazandaran, Soil living, Springtails