

شناسایی بخشی از فون خانواده Isotomidae (Hexapoda: Collembola)

در استان مازندران

الهام یوسفی نفورکی^{۱*} و معصومه شایان مهر^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران

۲. استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۳)

چکیده

گونه‌های خانواده Isotomidae بدنی باریک، پوشیده از مو و بدون پولک دارند و در انواع مختلفی از زیستگاه‌ها یافت می‌شوند. به دنبال مطالعه فون این خانواده در استان مازندران، نمونه‌برداری‌هایی از مناطق مختلف استان، طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ صورت گرفت. جانوران تحت مطالعه به کمک قیف برلیز جمع‌آوری شدند و برای شناسایی جنس و گونه‌ها از آنها اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. در مجموع ۹ جنس و ۱۳ گونه از خانواده Isotomidae شناسایی شد. جنس *Pseudisotoma* و گونه‌های *Pseudisotoma sensibilibis* و *Folsomia ksenemani* برای اولین بار از ایران و جنس *Anurophorus* و گونه *Proisotoma subminuta* برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، *Pseudisotoma*، *Isotomurus afghanicus*، *Folsomia ksenemani*، *Pseudisotoma sensibilibis*.

مقدمه

خانواده Isotomidae متعلق به راسته Entomobryomorpha است (Deharveng, 2004). اعضای این خانواده بدنی باریک، پوشیده از مو و بدون پولک دارند. بند چهارم شکم به اندازه بند سوم آن یا کمی بزرگ‌تر از آن است. پیش‌قفس سینه بدون موهای پشتی است. معمولاً یک اندام پس‌شاخکی کشیده یا گرد و فاقد لوب دارند. بیشتر گونه‌ها یک فورکای بلند و رشدیافته دارند، اما ممکن است در بعضی گونه‌ها فورکا وجود نداشته باشد یا کوچک باشد (Fjellberg, 2007). گونه‌های مختلف این خانواده در انواع مختلفی از خاک، خاک‌برگ و خزه وجود دارند. تعدادی از آنها نزدیک آب‌ها، از جمله سواحل دریاها، لب رودها، دریاچه‌ها و مرداب‌ها زندگی می‌کنند. تعدادی در چشمه‌های آب سرد در کوهستان‌ها یافت می‌شوند. بعضی گونه‌ها در برف فعال‌اند و عده‌ای در شرایط خشک زندگی می‌کنند (Potapov, 2001).

تاکنون محققان مختلفی فون این بندپایان در ایران را بررسی کرده‌اند. در اولین مطالعه‌ای که به منظور بررسی فون پادمان بخشی از کشور انجام گرفت، Cox (1982)، ۱۷ گونه از خانواده Isotomidae را گزارش داد. پنج گونه از این خانواده را Moravvej et al. (2007)، از تهران جمع‌آوری کرد و دو گونه برای اولین بار از ایران گزارش شد. Falahati Hossein Abad et al. (2011)، گونه‌های *Isotomurus maculatus* و *Folsomia penicula* را برای اولین بار از ایران و از استان گلستان گزارش کردند. Kahrarian et al. (2012)، چک لیستی از پادمان استان کرمانشاه ارائه کردند و از خانواده Isotomidae هشت جنس و پنج گونه گزارش دادند. در این تحقیق گونه *Desoria tigrina* برای اولین بار از ایران گزارش شد. Yahyapour (2012)، شش گونه را از استان مازندران، شهرستان ساری گزارش داد. Daghighi et al. (2013a)، شش گونه از این خانواده را از شهرستان رشت گزارش

شد و در دستگاه‌هایی که بر اساس قیف برلیز ساخته شده بودند، قرار گرفت. هر مجموعه از این دستگاه‌ها با استفاده از دو ظرف پلاستیکی مکعب مستطیل ساخته شد. به طوری که کف ظرف بالایی جدا شد و به جای آن یک صفحه توری دوخته شد. سپس یک لامپ روی هر مجموعه تعبیه شد. نمونه‌های مربوط به دم‌فتری‌ها جدا گردید و در الکل ۸۰٪ نگهداری شد. هر نمونه به مدت ۳ تا ۱۰ دقیقه در محلول پتاس (KOH) ۱۰ درصد قرار داده شد تا شفاف شود. اسلایدهای میکروسکوپی با استفاده از مدیوم هویر تهیه شد. شناسایی نمونه‌های مربوط به خانواده Isotomidae به کمک کلیدهای Fjellberg (2007) و Potapov (2001) و با استفاده از میکروسکوپ (Nicon eclips 200) انجام گرفت. تأیید شناسایی توسط دکتر Ernest C. Bernard از امریکا و دکتر Antonio Carapelli از ایتالیا صورت گرفت. گونه‌های مربوط به این تحقیق به صورت نمونه‌های موجود در الکل و اسلایدهای میکروسکوپی در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری نگهداری می‌شوند.

نتایج و بحث

Anurophorus sp

جنس *Anurophorus* Nicolet (1842)، فاقد فورکا و دارای یک حباب انتهایی ساده یا منشعب روی بند چهارم شاخک، در رنگ‌های متنوع، معمولاً تیره، با جلد بدن مشبک است. برجستگی‌هایی روی آخرین ترزیت شکمی دیده می‌شود. این جنس برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شود. نمونه جمع‌آوری شده از این جنس در این تحقیق دارای این خصوصیات است: اندازه حدود ۲ میلی‌متر، تیره‌رنگ (شکل ۱-الف)، حباب انتهایی روی بند چهارم شاخک دو شاخه (شکل ۱-ب)، ۸+۸ اماتیدی (شکل ۱-ج)، دارای یک جفت برجستگی مخروطی شکل با ماکروکتاهای بلند چماقی در انتهای شکم (شکل ۱-د). خصوصیات نمونه‌های جمع‌آوری شده از این جنس با کلیدهای شناسایی و توصیفات موجود منطبق نیست. به همین دلیل گونه آن شناسایی نشده است. بنا به نظر دکتر Antonio Carapelli این گونه ممکن است گونه‌ای جدید برای علم باشد.

دادند. Falahati Hossein Abad *et al.* (2013a)، نیز شش گونه از این خانواده را از استان گلستان جمع‌آوری کردند و سه گونه را برای اولین بار از ایران گزارش دادند. Falahati Hossein Abad *et al.* (2013b)، چک‌لیستی از گونه‌های پادمان ایران ارائه کرده‌اند که شامل ۸۷ گونه است. در بین گونه‌هایی که Ghahramani nezhad *et al.* (2013)، از استان کرمانشاه گزارش داده‌اند، دو گونه از این خانواده شناسایی شد که یکی از آنها برای اولین بار از ایران معرفی شد. همچنین Kahrarian & Javier (2013)، شش گونه از این خانواده را از استان کرمانشاه گزارش دادند که دو گونه از آنها برای فون ایران جدید بود. Shayanmehr *et al.* (2013)، فهرستی از گونه‌های پادمان ایران را ارائه کردند که طبق آن ۲۷ گونه از خانواده Isotomidae از سوی محققان مختلف کشور گزارش شد. Yahyapoor & Shayanmehr (2013)، هشت گونه از این خانواده را از شهرستان ساری، استان مازندران گزارش دادند. در این بررسی سه گونه برای اولین بار از ایران گزارش شد. همچنین Yoosefi Lafooraki & Shayanmehr (2013)، هشت گونه جدید از پادمان برای فون ایران را از استان‌های مازندران، اصفهان و سمنان گزارش دادند. در این پژوهش از خانواده Isotomidae گونه *Isotomurus fuciculus* برای اولین بار از ایران و از استان مازندران و گونه *Folsomides parvulus* از استان سمنان گزارش شدند. جمعیت پادمان در خاک و خاک‌برگ بسیار فراوان است و در اکوسیستم‌های خشکی تعداد آنها به ۱۰^۴ تا ۱۰^۵ در هر مترمربع می‌رسد. این جانوران در چرخه مواد غذایی، بهبود ساختار خاک، تجزیه و تنفس خاک حائز اهمیت‌اند. با وجود این اطلاعات زیادی از فون آنها در بسیاری از نقاط جهان و همچنین از ایران در دسترس نیست. در این پژوهش بخشی از فون خانواده Isotomidae در شهرستان‌های مختلف استان مازندران بررسی و معرفی شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری‌ها طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام گرفت، به این ترتیب که نمونه‌های خاک و خاک‌برگ از مناطق مختلف استان مازندران جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل

شهر آلاشت، روستای سرین (N 36° 03', E 52° 53';) از خاک‌برگ زیر درخت آلوجه در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۳ و ۳ نمونه از شهرستان سوادکوه، پارک جنگلی جوارم (N 36° 13', E 52° 53'; 770m) از خاک‌برگ در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۱۴ جمع‌آوری کرد. پراکنش: بارها از کشورهای اروپایی گزارش شده است (Potapov, 2001). برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود (Shayanmehr et al., 2013).



شکل ۲. شکل عمومی بدن گونه *F. ksenemani* (اصلی)

F. penicula Bagnall, 1939

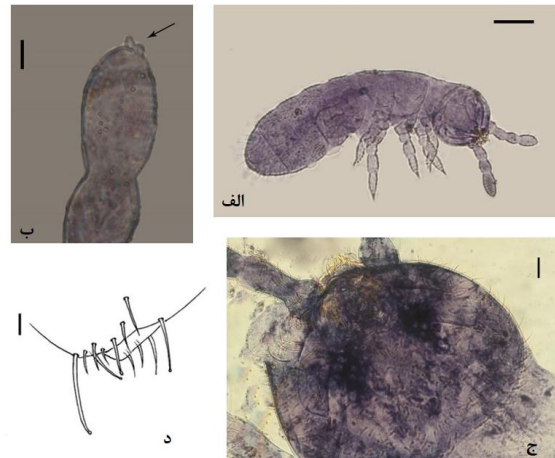
اندازه آن ۱/۶ میلی‌متر است و لکه‌های خاکستری، گرانول‌های بزرگ رنگدانه‌های سیاه در بدن پراکنده شده است (شکل ۳-الف). ۲+۲ اماتیدی (شکل ۳-ب) بوده و اماتیدی عقبی بسیار کوچک‌تر و با فاصله‌ای به اندازه طول اندام پس‌شاخکی از اماتیدی جلویی قرار دارد. اندام پس‌شاخکی باریک، منقبض و تقریباً ۱/۵ برابر عرض بند اول شاخک است. ناخن فاقد دندانۀ داخلی و دارای دندانۀ جانبی است. رتیناکولوم با ۴+۴ دندانۀ و یک تا دو مو بوده و موکرو دارای دو دندانۀ است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۲۵ نمونه این گونه را از شهرستان نوشهر، منطقه کجور، روستای لشکنار (N 36° 28', E 52° 28'; 2202m) از خاک‌برگ زیر درخت بلوط در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲ جمع‌آوری کرد. وی ۱۵ نمونه را از شهرستان بابلسر، بهنمیر (N 36° 39', E 52° 45'; -16m) از خاک در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از سراسر اروپا، قفقاز، امریکای شمالی گزارش شده است (Potapov, 2001). ایران: از استان‌های مرکزی، مازندران، آذربایجان شرقی (Cox, 1982)، گیلان/رشت (Daghighi et al., 2013b)، گلستان/گرگان (Falahahti et al., 2013) گزارش شده است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی این گونه را به تعداد زیاد از شهرستان سوادکوه، شهر آلاشت، روستای سرین (N 36° 03', E 52° 53'; 1940m) در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۵ از روی خزه‌های روی درختان جنگلی جمع‌آوری کرد. پراکنش: از آسیا، اروپا، امریکای شمالی گزارش شده است (Bellinger et al., 2014).

این جنس قبلاً از استان‌های گیلان (Daghighi et al., 2013a) و گلستان (Falahati Hossein Abad et al., 2013) گزارش شده است. در این تحقیق این گونه برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شود (Shayanmehr et al., 2013).



شکل ۱. گونه *Anurophorus* sp. (الف) شکل عمومی بدن، مقیاس: ۱۰۰۰ میکرون؛ (ب) حباب انتهایی، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ (ج) اماتیدی‌ها، مقیاس: ۲۵۰ میکرون؛ (د) بند پنجم شکم، مقیاس: ۱۰ میکرون (اصلی)

Folsomia ksenemani Stach, 1947

اندازه آن ۱/۷ میلی‌متر است، با بدنی مایل به سفید (شکل ۲) و با گرانول‌های نامنظم رنگدانه که روی بدن پراکنده شده است و روی سر، بخش‌های جانبی قفس سینه و شکم متمرکز شده‌اند. این گونه دارای ۱+۱ اماتیدی، اندام پس‌شاخکی باریک، منقبض، هم‌اندازه یا بلندتر از عرض بند اول شاخک است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی از این گونه ۲۵ نمونه از شهرستان نور، رویان (N 36° 26', E 51° 49'; 1700m) از خاک‌برگ زیر درخت بلوط در تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۲۰، ۱۵ نمونه از شهرستان سوادکوه،

علوم کشاورزی (N 36° 39', E 53° 04'; -10m) از خاک‌برگ در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۴ جمع‌آوری کرد. پراکنش: همه‌جازی است (Potapov, 2001). ایران: از استان‌های مرکزی، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی و غربی (Cox, 1982)، کرمانشاه/ کرمانشاه، صحنه، هرسین (Kahrarian et al., 2012)، مازندران/ ساری (Yahyapour, 2012)، گیلان/ رشت (Daghghi et al., 2013b) گزارش شد.

Hemiotoma pontica Stach, 1947

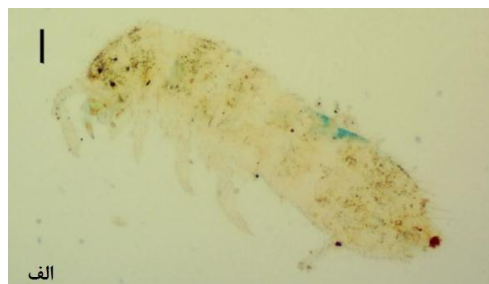
اندازه آن ۱ میلی‌متر است. بدنی مایل به قهوه‌ای دارد و ۵+۵ اماتیدی، با اندام پس‌شاخکی به شکل بیضی باریک و سه تا چهار برابر هر اماتیدی است. ناخن دارای یک دندانۀ کوچک داخلی، ساق پنجه دارای موهای چماقی، مانوبریوم با ۱+۱ موی جلویی، دنس با ۶-۷ موی پشتی و موکرو با دو دندانۀ است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۲۵ نمونه از این گونه را از شهرستان سیمرغ (N 36° 36', E 52° 48'; -9m) از خاک زیر گیاه نی در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲، ۳۰ نمونه از شهرستان محمودآباد (N 36° 24', E 52° 15'; -24) از خاک و خاک‌برگ زیر درخت صنوبر در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲، ۳۵ نمونه از شهرستان بابلسر، بهنمیر (N 36° 39', E 52° 45'; -16m) در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ و ۱۰ نمونه از شهرستان بابلسر (N 36° 23m) از خاک مزرعۀ برنج در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از پرتغال، اسپانیا، فرانسه، استرالیا، آلمان، ایتالیا، مجارستان، لبنان، افغانستان گزارش شده است (Potapov, 2001). ایران: از استان‌های مرکزی، مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی و غربی (Cox, 1982)، تهران (Moravvej et al., 2007)، کرمانشاه (Kahrarian et al., 2012)، مازندران/ ساری (Yahyapour, 2012) گزارش شده است.

H. thermophila (Axelson, 1900)

اندازه آن ۱ میلی‌متر است. بدن استوانه‌ای و یک فورکای بلند دارد (شکل ۴-الف). بدن آن مایل به خاکستری بوده و شدت رنگدانه‌ها متفاوت است. دارای ۸+۸ چشم ساده و اندام پس‌شاخکی کشیده با یک فرورفتگی میانی



الف



ب

شکل ۳. گونه *F. penicula*، الف) شکل عمومی بدن، مقیاس: ۱۰۰۰ میکرون؛ ب) اماتیدی، مقیاس: ۲۵۰ میکرون (اصلی)

Folsomides parvulus Stach, 1922

اندازه آن ۰/۹ میلی‌متر است. بدن لوله‌ای دارد و به‌جز لکه‌های تیره زیر اماتیدی‌ها، فاقد رنگدانه روی بدن است. ۲+۲ اماتیدی بوده و اماتیدی عقبی دور از جلویی است. اندام پس‌شاخکی باریک، بلند، با سه موی پشتی است. موکرو دو دندانۀ دارد و جوش‌خورده به دنس است. موکرو- دنس با سه موی پشتی، به‌ندرت با دو مو در یک طرف مشاهده شد.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۳۵ نمونه از این گونه را از شهرستان سوادکوه، پارک جنگلی جوارم (N 36° 13', E 52° 53'; 770m) از خاک‌برگ در تاریخ ۱۳۹۱/۳/۱۴ جمع‌آوری کرد. وی همچنین ۱۰ نمونه از شهرستان سوادکوه، شهر آلاشت، روستای سرین (N 36° 03', E 52° 53'; 1940m) از خاک‌برگ زیر درخت تلکا در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۴، ۱۵ نمونه از شهرستان بابلسر (N 36° 41', E 52° 39'; -22m) از خاک باغ مرکبات در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۶، ۱۰ نمونه از شهرستان قائم‌شهر (N 36° 27', E 52° 50'; 60 m) از خاک‌برگ زیر درخت ازگیل ژاپنی در تاریخ ۱۳۹۰/۹/۵، به تعداد زیاد از شهرستان بابل (N 36° 31', E 52° 43'; 3m) از خاک‌برگ زیر درخت صنوبر در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ و به تعداد زیاد از شهرستان ساری، دانشگاه

اندام پس‌شاخکی و چشم است. بندهای ۵ و ۶ شکم ادغام شده‌اند. فورکا بلند و باریک، مانوبریوم معمولاً دارای ۱۰ موی شکمی است. دنس بلند و حلقه‌ای، موکرو دارای ۳ دندان و فاقد موی جانبی است. رتیناکولوم دارای ۴+۴ دندان و یک مو است. ناخن و اونگوئیکولوس ساده و فاقد دندان‌اند.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی از این گونه به تعداد زیاد از شهرستان نوشهر (N 36° 38', E 51° 29'; -5m) از خاک‌برگ زیر درخت بلوط در تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۱۵ و ۱۵ نمونه از شهرستان نور، پارک جنگلی سیسنگان (N 36° 28', E 51° 49'; 830m) از خاک‌برگ در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۷ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: همه‌جاری است. ایران: از استان‌های مازندران، گیلان، آذربایجان شرقی، تهران (Cox, 1982)، تهران (Moravvej et al., 2007)، مازندران/ساری (Yahyapour, 2012)، گیلان/رشت (Daghighi et al., 2013a,b)، کرمانشاه/کرمانشاه (Ghahramani nezhad et al., 2013) گزارش شده است.

Isotomurus afghanicus Yosii, 1963

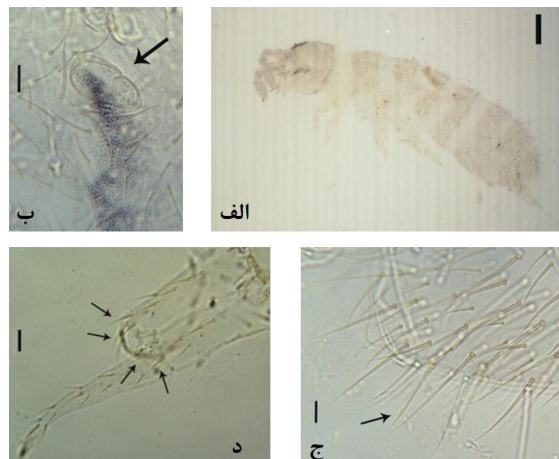
اندازه آن ۱/۸ میلی‌متر است. رنگ زمینه بدن مایل به سفید، شاخک‌ها در انتها کمی مایل به آبی، پاها و فورکا کم‌رنگ است. لکه جلویی - میانی روی سر تیره است و بدن با یک نوار پشتی - میانی تیره روی بندهای دوم قفس سینه تا بند چهارم شکم پوشیده شده است. این نوار روی بند دوم قفس سینه پهن است و کم‌کم به سمت عقب بدن ناپدید می‌شود (شکل ۵-الف). بخش‌های جانبی بندها فاقد یا دارای تعدادی رنگدانه قهوه‌ای است. ۸+۸ اماتیدی بوده و اندام پس‌شاخکی کمی کوچک‌تر از اماتیدی است. ناخن‌ها فاقد دندان داخلی، اما دارای دندان‌های جانبی و خارجی‌اند. امپودیوم فاقد دندان، رتیناکولوم دارای حدود ۱۰ مو، قسمت ستبر مانوبریوم به شکل شایان توجهی چند دندان‌های است (شکل ۵-ب). موکرو چهار دندان‌های، فاقد مو و لملا روی دندان نزدیک مفصل است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی حدود ۲۰ نمونه از این گونه را از شهرستان محمودآباد (N 36° 37', E 52° 15'; -24m) از خاک مزرعه برنج در تاریخ

است (شکل ۴-ب). در انتهای شکم موهایی با یک یقه که در یک سوم انتهایی مو قرار گرفته، دیده می‌شود (شکل ۴-ج). رتیناکولوم دارای چهار دندان است. فورکا بلند و باریک است. در نمونه‌های به‌دست‌آمده در این تحقیق ۲+۲ موی انتهایی-شکمی روی مانوبریوم دیده می‌شود (شکل ۴-د). در حالی که Fjellberg (2007) در توصیف این گونه ۱+۱ موی انتهایی-شکمی برای مانوبریوم ذکر می‌کند، موکرو دارای دو دندان و فاقد مو در قاعده است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۳۰ نمونه از این گونه را از شهرستان محمودآباد (N 36° 37', E 52° 15'; -24) از خاک زیر درخت صنوبر در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ و ۲۵ نمونه را از شهرستان نور، روستای کدیرسر (N 36° 26', E 51° 49'; 1700m) در تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۲۰ از خاک و خاک‌برگ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از پالتارکتیک، سراسر اروپا، روسیه، چین، و ژاپن گزارش شده است (Potapov, 2001). ایران: از مازندران، گیلان، مرکزی، آذربایجان شرقی و غربی (Cox, 1982)، گیلان/رشت (Daghighi et al., 2013a,b) گزارش شده است.



شکل ۴. گونه *H. thermophila* (الف) شکل عمومی بدن، مقیاس: ۱۰۰۰ میکرون؛ (ب) اندام پس‌شاخکی، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ (ج) موی یقه‌دار در انتهای شکم، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ (د) ۲+۲ موی شکمی - انتهایی روی مانوبریوم، مقیاس: ۱۰۰ میکرون (اصلی)

Isotomiella minor (Schäffer, 1896)

اندازه آن ۱/۱ میلی‌متر است. این گونه سفید رنگ، فاقد

نمونه از این گونه را از شهرستان قائم‌شهر (N 36° 26', E 52° 50'; 80m) از خاک مزرعهٔ برنج در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۱۷ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از اسپانیا، پرتغال، فرانسه، فنلاند، دانمارک، روسیه، آلمان، نروژ و ایسلند گزارش شده است (Potapov, 2001). این گونه قبلاً گزارش شده است (Yoosefi Lafooraki & Shayanmehr, 2013).



شکل ۶. گونهٔ *I. fucicolus* (الف) شاخک، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ (ب) دندس و موکرو، مقیاس: ۵۰ میکرون (اصلی)

Parisotoma notabilis (Schäffer, 1896)

اندازهٔ آن ۱ میلی‌متر و رنگ آن کم‌رنگ تا خاکستری پراکنده یا مایل به سیاه است (شکل ۷-الف). ۴+۴ تا ۵+۵ اماتیدی دارد (شکل ۷-ب) و تعیین تعداد دقیق تعداد اماتیدی‌ها مشکل است. اندام پس‌شاخکی پهن، ۳ تا ۴ برابر بلندتر از قرنیه اماتیدی و ناخن‌ها فاقد دندانه است. لولهٔ شکمی با ۴+۴ دندانه و ۲ مو، مانوبریوم با ۲+۲ موی کوتاه انتهایی در خط میانی، دندس با ۷ موی پشتی در نیمهٔ قاعده‌ای است (شکل ۷-ج)، موکرو با سه دندانه (شکل ۷-د)، لولهٔ شکمی با ۳+۳ موی جلویی، ۳+۳ موی جانبی-انتهایی و ۳-۵ موی عقبی است. تعدادی ماکروکتا به طول متوسط روی قفس سینه و شکم وجود دارد. این موها روی بند پنجم شکم مژک‌دارند.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۱۵ نمونه از این گونه را از شهرستان نور، رویان (N 36° 26', E 51° 49'; 1700m) و از خاک‌برگ در تاریخ ۱۳۹۱/۱۰/۲۰ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از جهان گستر گزارش شد. ایران: از استان‌های مازندران، مرکزی، گیلان، زنجان، آذربایجان شرقی و غربی (Cox, 1982)، تهران (Moravvej et al., 2007)، گیلان/رشت، رشت (Daghighi et al., 2013a,b)، کرمانشاه (Kahrarian et al., 2012) گزارش شده است.

۱۰ نمونه از شهرستان ساری، میانرود (N 36° 26', E 52° 53'; 56m) از خاک باغ مرکبات در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۱۲، ۱۲ نمونه از شهرستان نور، پارک جنگلی سیسنگان (N 36° 28', E 51° 49'; 830m) از خاک‌برگ جنگلی در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۷، ۱۰ نمونه از شهرستان آمل (N 36° 28', E 52° 26'; 48m) از خاک مزرعهٔ جو در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ و ۱۰ نمونه از شهرستان نکا، از خاک‌برگ‌های جنگل هزارجریب (N 36° 37', E 53° 21'; 217m) در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۸ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: از افغانستان گزارش شده است (Potapov, 2001). برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود (Shayanmehr et al., 2013).



شکل ۵. گونهٔ *I. afghanicus* (الف) نوار پشتی-میانی بدن (اصلی)؛ (ب) قسمت ستبر مانوبریوم (اقتباس از پوتاپوف، ۲۰۰۱)

I. fucicolus (Schött, 1893)

اندازهٔ آن ۲/۵ میلی‌متر و رنگ بدن به‌طور یکنواخت سبز یا قهوه‌ای-بنفش است. گاهی در امتداد لبهٔ عقبی بندهای چهار تا شش شکم رنگ تیرهٔ باریکی وجود دارد. نمونه‌های کوچک‌تر بیشتر مایل به قرمز و شاخک‌ها تیره، قاعدهٔ شاخک و ناحیهٔ گردن تیره است (شکل ۶-الف). یک لکهٔ پشتی-میانی پشت چشم‌ها قرار دارد. اندام پس‌شاخکی تخم‌مرغی‌شکل و حدود ۱/۵ برابر قطر نزدیک‌ترین اماتیدی است. مانوبریوم فاقد موی انتهایی-شکمی، دندس حلقه‌ای و موکرو دو دندانه‌ای است (شکل ۶-ب).

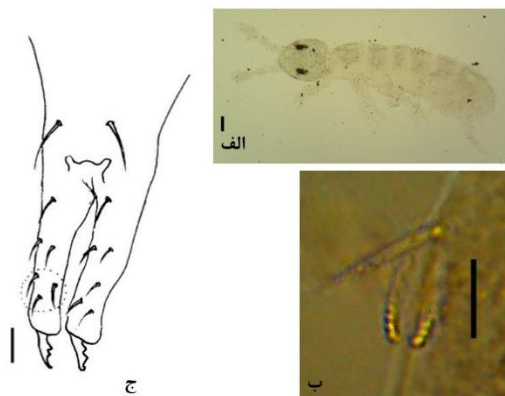
اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۵

گونه *P. minuta* (Tullberg, 1871)

اندازه آن ۱/۳ میلی‌متر بوده و رنگ بدن خاکستری است (شکل ۸-الف). ۸+۸ اماتیدی بوده و حباب انتهایی شاخک ساده و ناخن‌ها بدون دندان است. ساق‌پنجه یک موی چسبنده نسبتاً بلند دارد که چماقی نیست. لوله شکمی ۴+۴ موی جانبی-انتهایی و ۶ موی عقبی دارد. رتیناکولوم ۴+۴ دندان و یک مو دارد (شکل ۸-ب). مانوبریوم با ۱+۱ موی جلویی، دندس در سطح رویی دارای ۶ مو، سه موی انتهایی نزدیک به هم، در سطح زیری دارای ۳ مو، موکرو با ۳ دندان (شکل ۸-ج) و دارای موهای میانی-شکمی روی بند سوم قفس سینه است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۲۵ نمونه از این گونه را از شهرستان محمودآباد (N 36° 24 m; E 52° 15'; -37' از خاک مزرعه برنج در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ جمع‌آوری کرد.

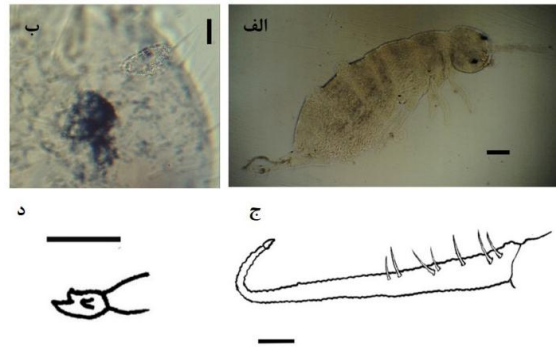
پراکنش: گزارش‌های کمی در ناحیه پالئارکتیک وجود دارد (Potapov, 2001). ایران: از استان تهران گزارش شده است (Moravvej et al., 2007) و برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شود.



شکل ۸. گونه *P. minuta*، الف) شکل عمومی بدن، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ ب) رتیناکولوم، مقیاس: ۱۰ میکرون؛ ج) فورکا، مقیاس: ۱۰ میکرون (اصلی)

P. subminuta Denis, 1931

اندازه آن ۱/۳ میلی‌متر و رنگ بدن خاکستری است. ۷+۷ اماتیدی بوده و اندام پس‌شاخکی نسبتاً باریک، فشرده و سه برابر طول اماتیدی است (شکل ۹-الف). ناخن‌ها فاقد دندان است و موی چسبنده چماقی روی ساق‌پنجه وجود ندارد. مانوبریوم ۱+۱ موی جلویی و



شکل ۷. گونه *P. notabilis*، الف) شکل عمومی بدن، مقیاس: ۱۰۰۰ میکرون؛ ب) اماتیدی و اندام پس‌شاخکی، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ ج) دندس، مقیاس: ۲۵ میکرون؛ د) موکرو، مقیاس: ۱۰ میکرون (اصلی)

Proisotoma minima (Absolon, 1901)

اندازه آن ۰/۸ میلی‌متر و به رنگ سفید، گاهی با گرانول‌های تیره رنگ‌دانه است. ۵+۵ اماتیدی است که دوتای جلویی نزدیک هم هستند. اماتیدی‌ها اغلب به‌طور جداگانه رنگ‌بندی شده‌اند، در نمونه‌های بزرگ در یک لکه چشمی کشیده و غیرمتمركز قرار دارند. اندام پس‌شاخکی بیضی پهن، منقبض‌نشده، ۲/۵ برابر طول هر اماتیدی است. ناخن‌ها بدون دندان و ساق‌پنجه فاقد موی چماقی است. رتیناکولوم با ۳+۳ دندان و یک مو بوده و فورکا کوتاه، مانوبریوم با ۱+۱ موی جلویی، دندس در سطح زیری دارای تعداد کمی گوه است. در سطح رویی دارای ۶ مو و در سطح زیری دارای ۶ مو و موکرو با سه دندان است (در نمونه‌های جوان ممکن است دندان سوم وجود نداشته باشد یا به‌سختی دیده شود). خصوصیات فورکا در این گونه مانند گونه *P. minuta* است که در شکل ۸-ج دیده می‌شود.

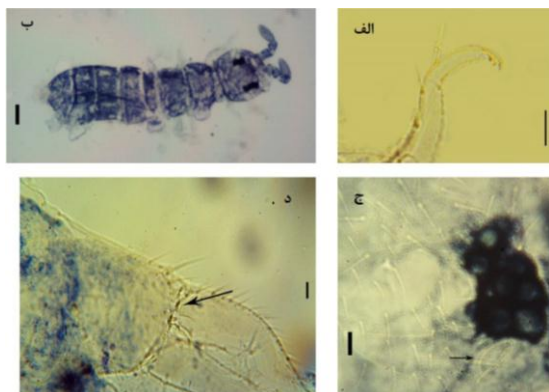
اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۱۰ نمونه از این گونه را از شهرستان قائم‌شهر (N 36° 27'; E 52° 50'; 60m از خاک‌برگ زیر درخت ازگیل در تاریخ ۱۳۹۰/۹/۵ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: بیشتر گونه‌ها در ناحیه هولارکتیک وجود دارند. بیشتر آنها از اروپا گزارش شده‌اند. در ناحیه پالئارکتیک در شمال افریقا، قفقاز، جنوب غرب سبیری، آسیای مرکزی و ژاپن یافت شده‌اند (Potapov, 2001). ایران: از استان‌های مازندران/ساری گزارش شده است (Yahyapour, 2012).

تقریباً هم‌اندازه لبه داخلی ناخن است. رتیناکولوم با ۴+۴ دندان و تعداد زیادی مو، در مقایسه با بیشتر ایزوتومیدها مانوبریوم تنها تعداد کمی موی جلویی دارد. قسمت ستبر مانوبریوم ساده (شکل ۱۰-د) است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی این گونه را به تعداد زیاد از شهرستان نور، رویان (N 36° 28', E 51° 53'; 1237m) از کنده پوسیده در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۱۱ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: در ناحیه پالتارکتیک (Potapov, 2001) بود. این جنس و گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند (Shayanmehr et al., 2013).



شکل ۱۰. گونه *P. sensibilis*، الف) موکرو در جنس *Pseudisotoma*، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ ب) شکل عمومی بدن گونه *P. sensibilis*، مقیاس: ۱۰۰۰ میکرون؛ ج) اماتیدی‌ها و اندام پس‌شاخکی، مقیاس: ۱۰۰ میکرون؛ د) قسمت ستبر مانوبریوم، مقیاس: ۱۰۰ میکرون (اصلی)

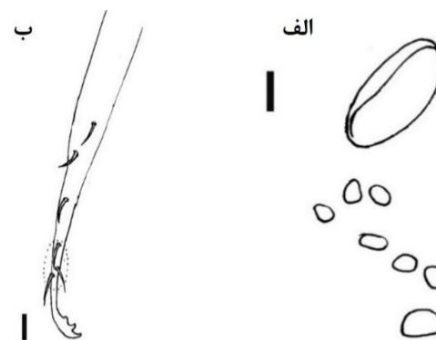
نتیجه‌گیری کلی

تاکنون ۱۲ جنس و ۲۸ گونه از خانواده Isotomidae از ایران و ۹ جنس و ۱۵ گونه از استان مازندران گزارش شده است (Shayanmehr et al., 2013; Yoosefi Lafooraki & Shayanmehr, 2013). در این تحقیق در مجموع نه جنس و ۱۳ گونه از خانواده Isotomidae از استان مازندران شناسایی شد. جنس *Pseudisotoma* و گونه‌های *Pseudisotoma sensibilis*، *Pseudisotoma afghanicus* و *Folsomia ksenemani* برای فون پادمان ایران جدیدند. همچنین جنس *Anurophorus* و گونه *Proisotoma subminuta* برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شوند. به این ترتیب، تعداد جنس‌های خانواده Isotomidae در ایران به

دنس ۶ موی رویی دارد، سه موی انتهایی خیلی به هم نزدیک نیستند (شکل ۹-ب). ۶ موی زیری و موکرو و مانند *P. minuta* دارای ۳ دندان (شکل ۹-ب) است. دنس بیش از چهار برابر بلندتر از موکرو است.

اطلاعات جمع‌آوری‌شده: الهام یوسفی لفورکی ۱۰ نمونه از این گونه را از شهرستان آمل (N 36° 28', E 48m; 52° 26') از خاک مزرعه برنج در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۲ جمع‌آوری کرد.

پراکنش: گزارش‌های کمی در ناحیه پالتارکتیک وجود دارد (Potapov, 2001). ایران: از شهرستان‌های تهران (Moravvej et al., 2007)، گیلان / رشت گزارش شده است (Daghghi et al., 2013a,b). در این تحقیق برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شود (Shayanmehr et al., 2013).



شکل ۹. گونه *P. subminuta*، الف) اندام پس‌شاخکی و اماتیدی‌ها، مقیاس: ۱۰ میکرون؛ ب) دنس و موکرو، مقیاس: ۱۰ میکرون (اصلی)

Pseudisotoma sensibilis (Tullberg, 1876)

در جنس *Pseudisotoma* Handschin, 1924 ساق‌پنجه دارای موهای چماقی مجزا به تعداد ۱ تا ۳ عدد است. فورکا بلند و مانوبریوم دارای موی جلویی خارمانند یا بدون آن است. دنس مژس و به‌طور پیوسته باریک می‌شود. موکرو ۳ دندانه‌ای (شکل ۱۰-الف) و گونه *P. sensibilis* مایل به آبی یا تقریباً سیاه است (شکل ۱۰-ب). با اندازه ۱/۷ میلی‌متر، دارای ۸+۸ اماتیدی است. اندام پس‌شاخکی برابر با طول یک اماتیدی (شکل ۱۰-ج)، ناخن‌ها با یک دندانه داخلی کوچک در بخش انتهایی و گاهی بدون آن است. دندانه جانبی مشخص بوده، امپودیوم با دندانه داخلی، ساق‌پنجه با ۲، ۲، ۳ موی چسبنده چماقی که

سپاسگزاری

از آقای دکتر Ernest C. Bernard از امریکا و دکتر Antonio Carapelli از ایتالیا به خاطر همکاری صمیمانه در تأیید شناسایی گونه‌های این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱۳ عدد و در استان مازندران به ۱۱ عدد افزایش می‌یابد. همچنین تعداد گونه‌های این خانواده در ایران به ۳۱ گونه و در استان مازندران به ۱۹ گونه رسید. بررسی فون این خانواده در استان مازندران ادامه دارد و در آینده گونه‌های بیشتری از این استان گزارش خواهد شد.

REFERENCES

- Bellinger, P. F., Christiansen, K. A. & Janssens, F. (2014). Checklist of the Collembola of the world. Available from URL: <http://www.collembola.org>. (Accessed at December 2014).
- Cox, P. (1982). The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Magazine*, 118, 39-43.
- Daghighi, E., Hajizadeh, J., Hosseini, R. & Moravvej, A. (2013a). A checklist of Iranian Collembola with six new records from family Isotomidae (Collembola: Isotomidae). *Entomofauna*, 34(11), 149-156.
- Daghighi, E., Hajizadeh, J., Hosseini, R. & Moravvej, A. (2013b). Introduction of eighteen species of springtails (Arthropoda: Collembola) from Guilan Province with three new records for Iran. *Entomofauna*, 34(13), 177-184.
- Deharveng, L. (2004). Recent advances in Collembola systematics. *Pedobiologia*, 48, 415-433.
- Fjellberg, A. (2007). *The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II: Entomobryomorpha and Symphypleona*. Vol. 42. Brill, Leiden, Boston, 265 pp.
- Falahati Hossein Abad, A., Sarailoo, M.H., Shyanmehr, M. & Yazdani, M. (2011). New reports of three species of springtails (Collembola) for Iran. In: Proceeding of the 2nd Iranian Pest Management Conference (IPMC), 14-15 Sep., Bahonar University, Kerman, Iran, p.71.
- Falahati Hossein Abad, A., Potapov, M., Sarailoo, M.H., Shyanmehr, M. & Yazdani, M. (2013a). New records of Isotomidae (Collembola) from Golestan province (Iran). *Munis Entomology and Zoology*, 8(1), 236-238.
- Falahati Hossein Abad, A., Shyanmehr, M. & Khyroodin, A. (2013b). A checkloist of Iranian Collembola (Insecta: Apterygota). *Munis Entomology and Zoology*, 8(1), 257-261.
- Ghahramani nezhad, S., Shayanmehr, M. & Yoosefi Lafooraki, E. (2013). Report of new Collembola (Arthropoda: Hexapoda) species from Kermanshah. *Journal of Plant Protection*, 27(1), 136-138.
- Moravvej, S.A., Potapov, M., Kamali, K. & Hodjat, S.H. (2007). Isotomidae (Collembola) of the Tehran region (Iran). *Zoology in the Middle East*, 41, 118-118.
- Kahrarian, M. & Javier, A. (2013). Preliminary Isotomidae fauna (Collembola: Entomobryomorpha) in Kermanshah areas, western Iran. *Journal of Entomological Research*, 37(1), 91-94.
- Kahrarian, M., Nikpay, A. & Mohammadi Noor, L. (2012). Preliminary checklist of the collembolan fauna in Kermanshah, Sahneh and Harsin counties (Kermanshah: Iran) with three new records from Iranian fauna. *Pakistan Entomologist*, 34(1), 27-30.
- Potapov, M. (2001). Isotomidae. In W. Dunger (Ed.), *Synopses on Palaearctic Collembola*. 3: 1-603. Staatliches Museun Für Naturkunde Görlitz.
- Shayanmehr, M., Yahyapour, E., Kahrarian, M. & Yoosefi Lafooraki, E. (2013). An introduction to Iranian Collembola (Hexapoda): an update to the species list. *Zookeys*, 335, 69-83.
- Yahyapoor, E. & Shayanmehr, M. (2013). New reports of some species of Isotomidae (Apterygota: Collembola) for Iranian fauna. *Journal of Entomological Research*, 5(3), 394-410.
- Yahyapour, E. (2012). *Faunistic Study on Collembola (Insecta: Apterygota) in Sari Region*. MSc thesis, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Mazandaran, Iran (in Farsi).
- Yoosefi Lafooraki, E. & Shayanmehr, M. (2013). New records of Collembola (Hexapoda: Entognatha) for Iranian fauna from Mazandaran, Semnan and Isfahan provinces. *Natura Somogyiensis*, 23, 135-142.