

گزارش گونه‌های جدید از پادمان خانواده *Isotomidae* (Apterygota: Collembola) برای فون ایران

علیه یحیی پور^۱، معصومه شایان مهر^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

چکیده

خانواده ایزوتومیده (*Isotomidae*) دومین خانواده بزرگ از لحاظ تنوع گونه‌ای در راسته پادمان (*Collembola*) می‌باشد. این شش‌پایان بدن کشیده و بدون فلس دارند و بر خلاف خانواده انتموبریده (*Entomobryidae*) طول همه بندهای شکمی یک اندازه می‌باشند. اکثرگونه‌های این خانواده در اکوسیستم‌های خشکی، و در خاک یا بقایای گیاهی زندگی می‌کنند ولی عده‌ای از گونه‌ها را می‌توان از روی آب در اکوسیستم‌های آبی پیدا کرد. در بررسی فونستیک این خانواده در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹، نمونه‌هایی از خاک و خاک‌برگ مناطق مختلف شهر ساری جمع‌آوری شدند. پادمان توسط قیف برلیز جمع‌آوری گردید و اسلاید میکروسکوپی با استفاده از محلول هویر تهیه شد. در مجموع هشت گونه از هفت جنس از این خانواده جمع‌آوری و شناسایی شد، که از بین سه گونه برای ایران جدید می‌باشد که در لسیت زیر با * مشخص شده اند. عبارتند از:

Isotomurus cf. *italicus*^{*}, *Isotomurus* sp.^{*} (aff. *palustris-unifasciatus*), *Cryptopygus*^{*} cf. *ponticus* (Stach, 1947)., *Folsomides parvulus* (Stach, 1922), *Folsomia candida* (Willem, 1902), *Proisotoma minima*^{*} (Absolon, 1901) *Isotomiella minor* (Schaffer, 1896), *Isotoma viridis* (Bourlet, 1839)

واژه‌های کلیدی: پادمان، *Collembola*، *Arthropleona*، *Isotomidae*، ساری، ایران

*نویسنده رابط، پست الکترونیکی: shayanm30@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله (۹۱/۳/۱۷) - تاریخ پذیرش مقاله (۹۱/۱۲/۲)



مقدمه

پادمان یا دم‌فتری‌ها (Collembola) یکی از مهم‌ترین و فراوان‌ترین بندپایان خاک‌زی به شمار می‌آیند و تراکم آن‌ها در برخی خاک‌های جنگلی گاهی به بیش از چند میلیون در هر متر مربع می‌رسد (Petersen & luxton, 1982). این شش پایان در اکثر مناطق دنیا وجود دارند. تنها تعداد کمی از آنها به‌عنوان آفت محصولات کشاورزی شناخته شده‌اند و در اصل پادمان یکی از مفیدترین راسته‌های شش پایان در طبیعت محسوب می‌شوند. مهم‌ترین نقش پادمان در محیط زیست شامل دخالت در فرایندهای تجزیه، کمک به چرخش عناصر غذایی و تغییر در نحوه رشد گیاهان می‌باشد (Visser, 1985; Klironomos & Kendrick, 1995; Rusek, 1998; Chahartaghi *et al.*, 2005)

در رده بندی قدیم پادمان در شاخه بند پایان، رده حشرات و راسته پادمان تقسیم می‌شود. راسته پادمان خود به سه زیر راسته *Symphyleona*، *Neelipleona*، *Arthropleona* تقسیم می‌شود. اما در رده بندی جدید پادمان راسته ای از حشرات نبوده بلکه خود به‌عنوان یک رده در کنار رده حشرات قرار می‌گیرند و سه زیر راسته به زیر رده تغییر نموده اند (Hopkin, 2005). با این وجود هنوز در بسیاری از منابع از لغت حشرات برای نام بردن این بندپایان استفاده می‌شود. آرتروپلئونا (*Arthropleona*) شامل گونه‌هایی از پادمان می‌باشد که دارای بدن کمابیش کشیده (طول بدن بیشتر از عرض بدن) می‌باشند و در آن‌ها مرز بین بندهای قفسه سینه و بندهای شکم به راحتی قابل دیدن نیست. گونه‌های سیمفیلئونا (*Symphyleona*) و نیلیپلئونا (*Neelipleona*) برعکس دارای بدن کروی شکل می‌باشند که بندهای سینه و بخش جلویی شکم در هم ادغام شده اند (Fjellberg, 1998). خانواده ایزوتومیده (*Isotomidae*) یکی از خانواده‌های مهم و متنوع به لحاظ گونه‌ای در زیر رده آرتروپلئونا (*Arthropleona*) می‌باشد. این خانواده احتمالاً اولین انشعاب در گروه پادمان انتوموبریامورفا (*Entomobryomorpha*) می‌باشد (Hopkin, 2005). همه بندهای شکم دارای طول یکسان بوده و اغلب گونه‌ها در خاک، خاک‌برگ، شکاف تخته سنگ‌های کنار ساحل یا حتی روی آب‌ها زندگی می‌کنند. اعضای این خانواده را می‌توان در سراسر جهان یافت. از گونه *Folsomia candida* (Willem, 1902) به‌طور معمول در آزمایش‌های بوم سم شناسی به‌عنوان شاخص زنده برای بررسی اثرات ترکیبات شیمیایی روی بی مهرگان غیر هدف در خاک استفاده می‌شود (Hopkin, 1997). تاکنون بیش از هزار گونه از پادمان این خانواده در سراسر دنیا شناسایی و نام‌گذاری شده است. در مورد پادمان ایران همانند پادمان دیگر بخش‌های آسیا اطلاعات کمی نسبت به اروپا و آمریکا وجود دارد و مطالعات چندانی در مورد فون پادمان انجام نشده است. بیشتر گزارش‌ها مربوط به گونه‌هایی بوده است که در مزرعه یا گلخانه به عنوان آفت تلقی شده‌اند. مانند گزارش گونه *Sminthurus viridis* (L.) از خانواده اسمینتوریده (*Sminthuridae*) توسط گاردنهر از مزارع گندم و یونجه خوزستان که با جمعیت فراوان جمع آوری شده است و در فهرست آفات مهم نباتات و فرآورده‌های کشاورزی ایران ثبت گردید (Farahbakhsh, 1961). اولین مطالعه جامع درباره فون پادمان ایران در ۵ استان شمالی و مرکزی انجام شد که قدیم‌ترین گزارش در مورد گونه‌های خانواده ایزوتومیده (*Isotomidae*) می‌باشد. در این گزارش هفت جنس و ۱۷ گونه از این خانواده برای اولین بار گزارش شد (Cox, 1982). پنج گونه از پادمان متعلق به خانواده ایزوتومیده (*Isotomidae*) از تهران گزارش شده است (Moravvej, 2007). در تحقیق دیگری از گلخانه‌های سبزی و صیفی و گل‌های زینتی در استان اصفهان نمونه‌هایی از پادمان بر روی ریشه و طوقه‌ی گیاهچه‌های پژمرده مشاهده و جمع‌آوری شد که گونه *Proisotoma minuta* (Tullberg, 1871) از روی بنفشه آفریقایی جمع‌آوری گردید که متعلق به خانواده ایزوتومیده (*Isotomidae*) بود (Nematolahi. *et al.*, 2009). با توجه به اهمیت پادمان به‌عنوان بخش

مهمی از شبکه غذایی خاک و به‌منظور شناخت بهتر گونه‌های این خانواده در شهرستان ساری اقدام به جمع‌آوری و شناسایی گونه‌های موجود در خاک و خاک‌برگ مناطق مختلف این شهرستان گردید.

مواد و روش‌ها

مکان نمونه‌برداری

به‌منظور بررسی فون پادمان در شهرستان ساری، نمونه‌برداری‌هایی در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ از خاک و بقایای گیاهی از زیستگاه‌های مختلف به‌عمل آمد (جدول ۱). در این روش مقداری خاک برگ (حدود یک کیلوگرم) به‌همراه لایه زیرین خاک برداشته و به کیسه‌های نایلونی تیره منتقل شد. از آن جایی که رطوبت در وجود پادمان نقش دارد، در جاهایی که سطح رویی خاک خشک بود نمونه‌برداری از خاک لایه زیرین انجام شد. نمونه‌ها برای جداسازی پادمان از خاک و خاک‌برگ به آزمایشگاه منتقل گردید.

روش جداسازی

پادمان با استفاده از قیف برلیز از خاک و خاک‌برگ استخراج گردید. به‌منظور استخراج کامل پادمان، نمونه‌ها تا خشک شدن نهایی (به مدت ۲-۵ روز) داخل قیف برلیز باقی ماندند. پادمان داخل آب جمع‌آوری شده و به‌وسیله استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند. برای بررسی بیشتر و جهت نگهداری برای مدت طولانی‌تر از الکل ۷۵ درصد استفاده شد.

آماده‌سازی و شناسایی نمونه

برای تهیه پراپراسیون از پادمان مایع هویر و در بعضی موارد از مخلوط گلیسیرین و اسید لاکتیک (به نسبت ۵:۱) استفاده شد. نمونه‌هایی از پادمان که بدن تیره داشتند، لازم است در ابتدا شفاف و بی‌رنگ شوند. برای این کار از محلول شفاف کننده نسبیت (شامل کلرال هیدرات ۴۰ گرم، آب مقطر ۲۵ سی سی، هیپو کلریک اسید غلیظ ۲٫۵ سی سی) استفاده شد. مدت زمانی که لازم است تا نمونه‌ها در محلول‌های مورد استفاده شفاف و بی‌رنگ شوند بستگی به گونه پادمان دارد. قبل از تهیه اسلاید، پادمان بی‌رنگ شده در الکل شستشو داده شد تا مواد اضافی موجود در بین موهای بدن برطرف شوند. لازم است اسلایدها حداقل سه تا پنج روز در دمای ۴۰-۶۰ درجه سلسیوس در آون بمانند تا مایع فیکس کننده خشک شود (Christiansen, 1990). در نهایت کار شناسایی با کمک کلیدهای معتبر انجام شد (Fjellberg, 1980; Fjellberg, 2007; Potapov, 2001). نمونه‌های مورد نظر پس از تشخیص، اولیه مورد تایید و دکتر پوتاپوف (Potapov) از روسیه قرار گرفت. از نمای کلی بدن حشره (با درشت نمایی X ۱۰) و از قسمت‌های مهم بدن حشره (با درشت نمایی X ۴۰) به‌وسیله میکروسکوپ مجهز به دوربین عکس‌برداری شد. اسلایدهای تهیه شده در مجموعه حشرات آزمایشگاه حشره‌شناسی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری موجود می‌باشند.

نتایج

نمونه‌های جمع‌آوری شده از زیستگاه‌های مختلف شهرستان ساری شامل خاک جمع‌آوری شده از جنگل، جلگه و دشت، زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها (جدول ۱)، به‌صورت هفت جنس و هشت گونه شناسایی گردید:

Isotomiella minor, *Folsomia candida*, *Isotoma viridis*, *Folsomides parvulus*, *Proisotoma minima*, *Isotomurus cf. italicus*, *Isotomurus sp. (aff. palustris-unifasciatus)*, *Cryptopygus ponticus*.

این هشت گونه متعلق به خانواده Isotomidae و به زیر راسته Arthropleona می باشد (Hopkin, 2005; Fjelberg, 2007). بر اساس تقسیم بندی این خانواده در راسته Entomobryomorpha و بالا خانواده Isotomoidea قرار می گیرد (Bellinger et al., 2010). بعضی گونه های فوق برای اولین بار برای فون ایران و استان مازندران معرفی می شوند و بعضی دیگر برای فون دنیا نیز جدید هستند که اقدامات لازم به منظور شناسایی و توصیف بهتر گونه ادامه دارد.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به مناطق نمونه برداری گونه های خانواده انتوموبریئیده در شهرستان ساری (استان مازندران)

Table 1- Information on sampling regions of Entomobryidae family species in Sari city (Mazandaran Province)

Species	Location	AMS L	Date	Habitat	Longitude Latitude
<i>Isotoma viridis</i>	Abmal village	-10 m	2011/9/23	Citrus garden	36°42'52"N 53°6'00"E
<i>Isotomorus. Sp.(aff. Italicus)</i>	Kordkhail village	-11 m	2011/2/16	Robinia tree	36°42'52"N 53°6'00"E
<i>Isotoma viridis</i> <i>Cryptopygus ponticus</i>	Sari- Chafesar	-11 m	2010/6/5	Marigin of Citrus garden	36°42'52"N 53°6'00"E 36°42'52"N 53°5'32"E
<i>Cryptopygus ponticus</i> <i>Folsomides parvulus</i>	Salardare	28 m	2011/2/23	Forest	36°32'42"N 53°7'31"E
<i>Isotomiella minor</i>	Sari	-15 m	2010/3/17	House garden	36°43'29"N 53°7'27"E
<i>Folsomia candida</i>	zare	12 m	2011/1/20	Forest	36°32'2"N 52°7'45"E
<i>Folsomia candida</i>	Sari	-10 m	2011/1/8	House garden	36°42'52"N 53°5'32"E
<i>Isotomorus sp.1(aff. Palustris-unifasciata)</i>	Sari	12 m	2011/2/5	Garden of university	36°34'42"N 53°11'31"E
<i>Proisotoma minima</i>	Badele-Natural Resources Faculty	12m	2011/5/15	Acer tree	36°34'42"N 53°11'31"E
<i>Isotomorus sp.1(aff. Palustris-unifasciata)</i>	Sari-Ghaemshahr	13m	2011/9/19	Citrus garden	36°31'8"N 53°12'4"E
<i>Isotomorus sp.1(aff. Palustris-unifasciata)</i>	Abmal village	-10 m	2011/1/6	Peach garden	36°42'52"N 53°5'32"E
<i>Isotomorus sp.1(aff. Palustris-unifasciata)</i>	Sari- Kiasar	1138m	2011/10/2	Forest	36°42'53"N 53°5'45"E

کلید شناسایی جنس‌های خانواده **Isotomidae** (Fjellberg, 1980; Fjellberg, 1998; Fjellberg, 2007)

- ۱- بندهای ۴-۶ شکمی در هم ادغام شده‌اند *Folsomia*
- بندهای شکم به‌ویژه بند ۴-۵ کاملاً از هم جدا می‌باشند ۲
- ۲- چشم و اندامک پس شاخکی وجود ندارد *Isotomiella*
- دارای چشم و اندامک پس شاخکی ۳
- ۳- منوبریوم بدون مو یا دارای موهای معدود در بخش جلویی سطح شکمی ۴
- منوبریوم دارای موهای شکمی فراوان ۶
- دوز دارای بیش از یک موی شکمی و چشم‌ها متغیر و بدون ویژگی بالا ۵
- ۵- دوز بلند و استوانه‌ای شکل *Cryptopygus*
- دوز کوتاه و ضخیم *Proisotoma*
- ۶- شکم دارای تریکوبوتری به‌ویژه در بند چهارم شکم *Isotomurus*
- شکم بدون تریکوبوتری *Isotoma*

۱- جنس **Isotoma (Bourlet, 1839)**

یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های این خانواده می‌باشد، با موهای دراز و اره‌ای، دارای ۸+۸ چشم ساده، اندامک پس شاخکی (PAO) کوچک و گرد و دارای ضخامت کم و نزدیک به چشم‌های ساده. پالپ آرواره پایین دو شاخه و لب بالا دارای ۵۵۴ مو، لبه راسی لب بالا با ۴ تا خوردگی در اندازه متغیر، آرواره بالا قوی و بدون تغییرات، آرواره‌های پایین با ورقه‌های کوتاه و به‌صورت متراکم با دندان‌های کوچک پوشیده شده است. تعداد اندامک‌های حسی در گونه‌های کوچک ۶ عدد و بیشتر از افراد بزرگ است. موهای شکمی در قفسه سینه و جود ندارد و لوله شکمی با تعدادی مو در قسمت جلویی، رتیناکلوم با ۴+۴ دندان و تعدادی مو، لبه داخلی ناخن‌ها دارای ۲ دندان. منوبریوم با موهای ضخیم راسی - شکمی شبیه خار بوده و موکرو با ۳ دندان و بدون موهای جانبی (Fjellberg, 1998). اعضای این جنس در میان پادمان جزو بزرگ‌ترین جنس‌ها از لحاظ جثه به‌شمار می‌روند و اندازه حشره کامل گاهی به ۳-۴ میلی‌متر می‌رسد. از این جنس گونه *I. viridis (Bourlet)* جمع‌آوری شد که قبلاً نیز توسط کوکس از شمال ایران گزارش شده است (Cox, 1982).

گونه **Isotoma viridis (Bourlet, 1839)**

طول بدن ۳-۴ میلی‌متر و گاهی به بیش از ۶ میلی‌متر نیز می‌رسد. رنگ بدن متغیر و از زرد کم‌رنگ تا سبز، قهوه‌ای تیره یا حتی قرمز (شکل ۱-a). گاهی دارای نوارهای عرضی باریک و مشخص در حاشیه عقبی هر ترزیت. این تنوع رنگ سبب پیدایش واریته‌های مختلف در درون این گونه شده است.

سر: دارای ۸+۸ چشم ساده بوده و اندامک پس شاخکی (PAO) به اندازه نصف طول چشم ساده می‌باشد (شکل ۱-b). شاخک‌ها دارای اندامک‌های حساس و بند چهارم شاخک دارای موی دو شاخه سوزنی شکل هستند. تمام بخش‌های بدن دارای سنسیلا مویی شکل هستند.

شکم: لوله شکمی دارای موهای فراوان. بخش ضخیم منوبریم دارای دندان ساده (شکل ۱-d)، دوز در بخش عقبی دارای موهای زیاد (شکل ۱-c) و در بخش قاعده‌ای دارای دو ماکروستا رو به عقب. این گونه یکی از گونه‌های فعال پادمان سطحی‌زی می‌باشد.

۲- جنس (*Isotomiella* (Bagnall, 1939)

اعضای این جنس معمولا به‌رنگ سفید و فاقد لکه یا نقش و نگار روی بدن، بدون چشم ساده و به‌علت نداشتن اندام پس شاخکی (PAO) در میان خانواده ایزوتومیده با جنس *Folsomina* مشترک می‌باشند. از این جنس گونه معمول زیر جمع آوری و شناسایی شد.

گونه (*Isotomiella minor* (Schaffer, 1996)

این گونه دارای اندازه کوچک (۱,۱/۰,۷ میلی‌متر) می‌باشد (شکل ۲-a). رنگ بدن سفید رنگ. شکل بدن شبیه به یک *Isotoma* معمولی است.

سر: فاقد اندام بینایی و اندام پس شاخکی (PAO) می‌باشند (شکل ۲-b) اولین بند شاخک دارای دو سنسیلا حساس در قسمت راس شکمی و حدود ۱۸ مو معمولی و دو میکروستا در قسمت قاعده ای می‌باشد. بند دوم شاخک دارای موهای معمولی دو میکروستا پایه‌ای بوده و هیچ سنسیلایی ندارند. سر، قفسه سینه و دو بخش اول شکمی دارای یک سیستم پشتی از کانال‌های شاخه‌ای شده پوستی می‌باشند که به بخش شکمی بدن و بخش‌های بند اول پاهای حشره متصل است. بند چهارم شاخک دارای یک گروه از اندام‌های لوبیایی شکل می‌باشد (شکل ۲-c).

شکم: فورکا بلندتر از سر بوده (شکل ۲-d) و موکرو دارای سه دندان می‌باشد (شکل ۲-e). سطح پشتی بند پنجم و ششم شکم دارای موهای مژه‌دار می‌باشد. موهای سطح شکمی منوبریوم دارای آرایش خاص ۵+۵ می‌باشد. این گونه جهان وطنی می‌باشد و قبلا از شمال ایران (Cox, 1982) و هم‌چنین از تهران گزارش شده است (Moravvej et al., 2007).

۳- جنس (*Cryptopygus* Willem, 1901

لب بالا دارای سنسیلا به‌شکل مو به تعداد سه مو نزدیک مبدا و پایه‌ها دارای چهار مو وسطی و پنج موی کناری می‌باشند. اعضای این جنس دارای دوز باریک و ظریف و ساق پا دارای هفت مو در راس خود می‌باشد تعریف بالا از جنس *Cryptopygus* بسیار نزدیک به جنس *Proisotoma* می‌باشد. تفاوت اساسی آنها به ترکیب دو بخش انتهایی شکمی بر می‌گردد به‌طوری‌که که در جنس *Cryptopygus* بند پنجم و ششم شکمی با هم ادغام شده اند (شکل ۳-b). در حال حاضر گونه‌های جنس *Cryptopygus* یک گروه غیر یکنواخت و ناهمگن را تشکیل می‌دهند که برخی از آنها فاصله بسیاری با گونه تیپ (*antarcticus*) دارند که ممکن است در آینده به جنس‌های دیگری تعلق گیرند. از این جنس گونه زیر برای اولین بار از استان مازندران گزارش می‌شود. این گونه از استان تهران نیز جمع آوری و شناسایی شده است (Moravvej et al., 2007).

گونه *Cryptopygus ponticus* (Stach, 1947)

اندازه بدن حدود ۱ میلی‌متر و به رنگ خاکستری می‌باشد (شکل ۳-a).

سر: دارای اوماتیدی رنگدانه‌دار به تعداد ۵+۵ می‌باشد. اندام پس شاخکی (PAO) بیضی شکل و فشرده و طول آن ۳-

۴ برابر اوماتیدی می‌باشد (شکل ۳-c).

شکم: ساق پنجه بدون موهای چماقی و ناخن‌ها با دندان‌های داخلی ریز و لوله شکمی دارای ۴+۴ (به ندرت ۳+۳ یا

حتی ۵+۵) موی جانبی و ۴-۵ موی عقبی (شکل ۳-d)، رتیناکولوم با ۴+۴ دندان (شکل ۳-e) و ۱ مو و منوبریوم دارای

۱+۱ و گاهی ۲+۱ موی داخلی می‌باشد (شکل ۳-f). دوز در قسمت عقبی دارای ۶-۷ مو و موکرو دارای دو دندان می-

باشد (شکل ۳-g).

۴-جنس *Isotomurus* (Borner, 1903)

گونه‌های این جنس بسیار شبیه جنس *Isotoma* می‌باشند. اما تفاوت آن به وسیله وجود تریکوبوتوری در بند دو و

چهارم شکم مشخص می‌شود (شکل ۴-b). گونه‌های این جنس توسط نقش و نگار بدن قابل تمایز هستند. شکل سر در

این جنس متفاوت از جنس *Isotoma* می‌باشد. دهان مخروطی شکل و دارای بیشترین برجستگی می‌باشد. از مشخصات

این جنس چشم‌های ساده به صورت ۸+۸ لب بالا با ۵۵۴ موی بلند و باریک، لبه بالایی لب بالا دارای چهار تا خوردگی

تیز، لبه بیرونی آرواره پایین به صورت دو شاخه و دارای چهار مو می‌باشد. لب پایین با تعدادی مو در قسمت ابتدایی پالپ

می‌باشد. آرواره بالا عادی و قوی، موهای دراز در هر سمت از بند چهارم شکم به صورت یک سه ضلعی پیداست. در

صورتی که در جنس مشابه موها به صورت ردیفی هستند. بند دو و چهارم شکم دارای ۳۳۱ تریکوبوتوری و بند پنجم شکم

با ۷+۷ اندام حسی معمولی می‌باشد. از این جنس، گونه *I. palustris* یک گونه معمول می‌باشد که قبلا از ایران گزارش

شده است (Cox, 1982). اما این گونه خود مجموعه‌ای از چند گونه می‌باشد که مورفولوژی بسیار مشابهی دارند و

اصطلاحاً *Palustris-group* نامیده می‌شوند. رده بندی *Palustris-group* بسیار پیچیده می‌باشد. در مجموع دو گونه از

جنس *Isotomurus* به شرح زیر جمع آوری و شناسایی شد که با توجه به مشخصات نمونه‌ها، طبق نظر دکتر پوتا پف

گونه‌های جدید می‌باشند که باید توصیف شوند.

گونه *Isotomurus sp.1* (aff. *palustris-unifasciatus*)

این گونه دارای فراوانی بیشتری نسبت به گونه دیگر جنس *Isotomurus* در بین نمونه‌های جمع آوری شده می‌باشد

(شکل ۴-a). نمونه‌های جمع آوری شده در گروه *Palutirs* قرار می‌گیرد. یعنی از لحاظ داشتن ۳+۳ موی جانبی روی لوله

شکمی (شکل ۴-b) و نداشتن مو روی موکرو شبیه به *Palustris-group* می‌باشد درحالی‌که طرح‌های روی بدن (دارای

یک نوار طولی و تعدادی لکه‌های جانبی به موازات این بند روی شکم) آن را به گونه *unifasciatus* نزدیک کرده است. از

طرف دیگر ارگان شکمی نرها تنها روی بند چهارم تکامل یافته است که این گونه را به گونه *litalicus* شبیه می‌نماید. از

مشخصات دیگر این گونه که مشاهده شد، وجود اندام پس شاخکی (شکل ۴-d)، ضخیم شدن منوبریوم (شکل ۴-e) و

تیره بودن کلیپتوس (شکل ۴-f) می‌باشد. این گونه احتمالاً گونه جدید برای فون جهان می‌باشد که بررسی بیشتر روی

نمونه‌ها توسط دکتر پوتا پف هم‌چنان ادامه دارد.

گونه *Isotomurus sp. 2 (aff. italicus)*

اندازه بدن ۲ میلی متر و به رنگ قهوه ای مایل به خاکستری است (شکل ۵-a).
 سر: سر دارای یک لکه سیاه در قسمت وسط در پشت چشم هاست که به شکل نوار باریک تا بین چشم ها امتداد یافته-
 اند. پایه های شاخک تیره تر از بقیه جاهای بدن است. ناحیه فرنوکلیپال تیره نیست. اندام پس شاخکی (پائو) به وضوح
 درازتر از قطر نزدیک ترین چشم امتداد یافته است (شکل ۵-b). لب بالا دارای ۵ تا ۶ مو نزدیک قاعده می باشد.
 شکم: ماکروستا شکمی کوتاه می باشد. رتیناکولوم دارای ۸ تا ۱۰ مو می باشد. منوبریوم کوتاه بوده (شکل ۵-c) و دارای
 چند دندان کوتاه و کوچک می باشد. دوز دارای یک پوشش پراکنده مو پشتی است (شکل ۵-d) و هم چنین کرانولیت شده
 است (شکل ۵-e). فورکا دارای دندانهای کوچک با پایه کناری بوده و موکرو دارای دو دندان می باشد (شکل ۵-f)
 کنگره های کناری ناخن کوچک بوده و یا وجود ندارند. در جنس نر این گونه اندام جنسی نر به خوبی نمایان می باشد
 (شکل ۵-g).

۵- جنس *Folsomides* Stach, 1922

اعضای این جنس به سادگی با بدن استوانه ای شکل و درازشان که دارای یک خمیدگی بین بند چهارم و پنجم شکمی
 تشخیص داده می شوند. فورکا در آنها وجود داشته و دوز کوتاه تر از منوبریوم است. چشم ها ۵+۵ یا کمتر است. اندام پس
 شاخکی موجود می باشد. انتهای شاخک پهن و بدون برآمدگی مشخص می باشد. از این جنس گونه زیر جمع آوری و
 شناسایی شد.

گونه *Folsomides parvulus* (Stach, 1922)

اندازه بدن این گونه به طول ۰,۹ میلی متر و داری بدن لوله ای شکل است (شکل ۶-a). فاقد لکه هایی روی بدن است.
 لکه های تیره زیر چشم ها توسعه یافته است. سر: اندام پس شاخکی بلند و باریک با سه موی پشتی می باشد (شکل ۶-b).
 پالپ آرواره پایین دو شاخه بوده و ساق پنجه اول، دوم و سوم به ترتیب دارای ۲۰، ۲۰ و ۲۲ مو می باشد. شکم: در جنس
 ماده این گونه اندام جنسی ماده به خوبی نمایان می باشد (شکل ۶-c) یا به ندرت دو تا در یک طرف می باشد. موکرو
 بدون دندان و با دوز ادغام شده است. موکرو و دوز با سه موی پشتی (شکل ۶-d). این گونه قبلا از شمال ایران معرفی
 شده است (Cox, 1982).

۶- جنس *Folsomia* (Willem, 1902)

اعضای این جنس دارای سه بند انتهای شکمی ادغام شده هستند. بدن اغلب خطی و یا استوانه ای می باشد ولی بعضی
 گونه ها دارای بدن گلابی شکل شبیه جنس *Isotoma* می باشد. لب بالا دارای تعداد فراوان مو می باشد. رتیناکولوم با ۴+۴
 دندان و یک مو می باشد. پیش پنجه دارای ۷ موی مشابه می باشد. منوبریوم دارای موی شکمی جلویی بوده و موهای
 پشتی آن ویژگی خوبی برای تشخیص جنس می باشد. از این جنس گونه *F. candida* قبلا از شمال ایران گزارش شده
 است (Cox, 1982).

گونه *Folsomia candida* (Willem, 1902)

این گونه به رنگ سفید و اندازه بدن بین ۰,۹ تا ۲,۵ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۷-ا).
 سر: چشم ساده در آن وجود ندارد. اندام پس شاخکی (PAO) بیضی شکل و طول آن ۰,۵-۰,۹ برابر عرض بند اول شاخک می‌باشد (شکل ۷-ب). شکل بدن باریک و بلند بوده و شکم کمی به شکل نوک تیز درآمده است. پالپ آرواره پایین دو شاخه بوده و لوب بیرونی آرواره پایین دارای ۴ موی زیرین می‌باشد. سر دارای ۴ تا ۵ موپشت لبی است.
 شکم: فورکا قوی دارای سلول‌های استوانه‌ای داخلی و دارای بیشتر از ۲۰ موی شکمی در نمونه‌های بزرگ می‌باشد.
 مانو بریوم دارای چندین (۱۶-۳۲) موی شکمی می‌باشد. دوز دارای ۷-۱۰ موی پشتی و ۲۰-۴۰ موی شکمی می‌باشد (شکل ۷-ج). ناخن‌ها دارای یک دندان داخلی کوچک هستند. این گونه دارای انتشار جهانی بوده و در بسیاری از آزمایشگاه‌های سم‌شناسی و اکولوژی به‌عنوان یک استاندارد جهت تعیین آلودگی‌ها یا اثرات جانبی سموم استفاده می‌شود. گونه فوق از خاک منطقه حاشیه رودخانه از زیر درخت صنوبر در روستای کردخیل جمع‌آوری و شناسایی شد.

۷-جنس *Proisotoma* Börner, 1901

اعضای این جنس یک گروه کاملاً متجانس را تشکیل می‌دهند اما ممکن است با یک‌سری ویژگی‌های زیر تشخیص داده می‌شوند: گونه‌هایی با فورکا رشد یافته هستند. چشم‌ها و رنگ‌دانه در آنها موجود است. منوبریوم دارای ۱+۱ و یا ۳+۳ مو در بخش جلویی سطح شکمی بوده و موی دیگر شکمی روی منوبریوم وجود ندارد. بند پنجم و ششم شکمی در هم ادغام نشده است. بند اول تا سوم بدون سنسیلا یا دارای سنسیلای بسیار ریز می‌باشند. بند اول پای جلویی حشره دارای ماکروستا بیرونی و ساق پا دارای ۷ مو در راس آن می‌باشد. پوست آنها صاف و بدون برآمدگی مشخص می‌باشند. این گونه برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

گونه *Proisotoma minima* (Absolon, 1901)

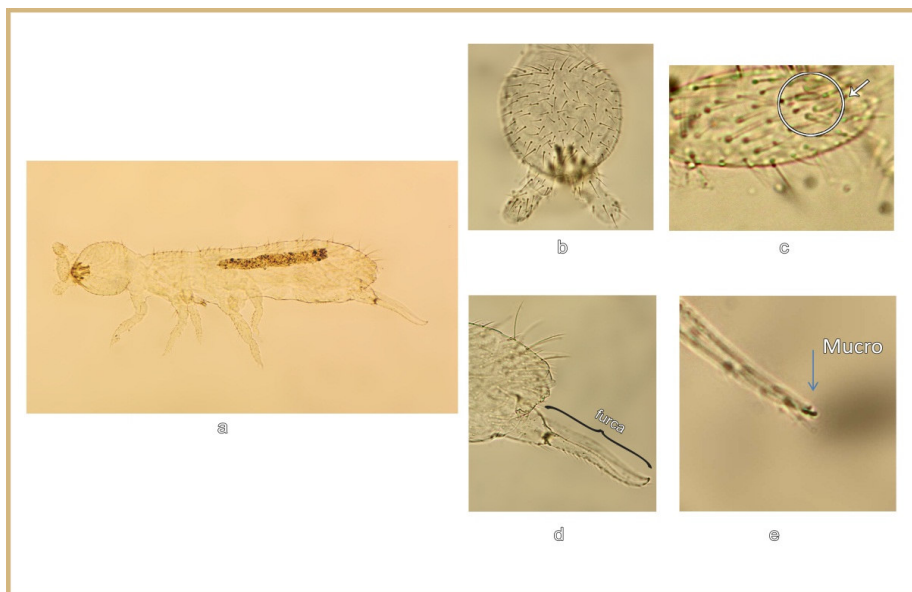
اندازه بدن آن‌ها بیش از ۰/۸ میلی‌متر است و به رنگ سفید می‌باشد که گاهی دارای رنگدانه‌های تیره می‌باشد (شکل ۸-ا).

سر: چشم‌ها ۵+۵ و در اندازه متغیر می‌باشند. اندام پس شاخکی (پائو) بیضی شکل بوده و اندازه آن دو برابر طول‌تر از نزدیک‌ترین چشم می‌باشد (شکل ۸-ب). بند اول شاخک دارای ۱۵ مو بوده که یکی در قسمت پشتی می‌باشد. روی بند دوم شاخک سنسیلا حساس وجود دارد که کمی ضخیم شده است.
 قفسه سینه و شکم: قفسه سینه و بند دوم شکم بدون مو شکمی هستند. فورکا کمی کوتاه بوده و دندز دارای چهارتا پنج عدد موپشتی و شش مو شکمی است (شکل ۸-ج). ساق پنجه دارای هفت مو در بخش قاعده‌ای خود می‌باشند.



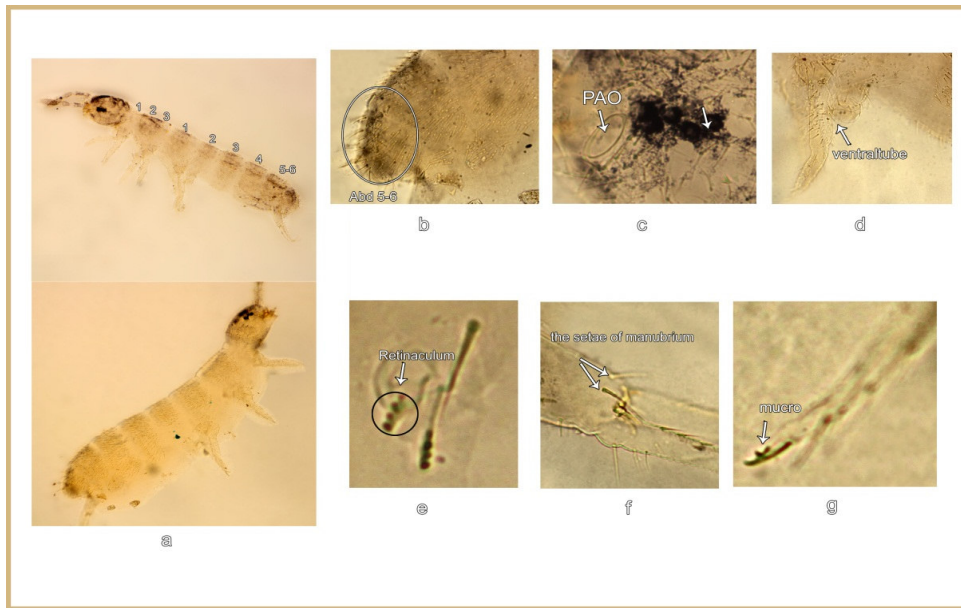
شکل ۱- گونه *Isotoma viridis*: a- نمای کلی گونه b- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) c- دنز و موکرو d- بخش ضخیم منوبریوم (درشت نمایی ۱۰X و b-c-d: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 1- a: *Isotoma viridis*. b: post antennal organ (PAO) c: dens and mucro d: thick part of manubrium (a: magnification 10X and b-c-d: magnification 40X) (original)



شکل ۲- گونه *Isotomiella minor*: a- نمای کلی گونه b- فاقد اندام بینایی و اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) c- بند چهارم شاخک دارای اندام لوبیایی شکل d- فورکا e- موکرو سه دندان (a: درشت نمایی ۱۰X و b-c-d-e: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 2- a: *Isotomiella minor* b. This species without PAO and ocelli c. the fourth segment of antenna d: furca e: mucro (a: magnification 10X and b-c-d-e: magnification 40X) (original)



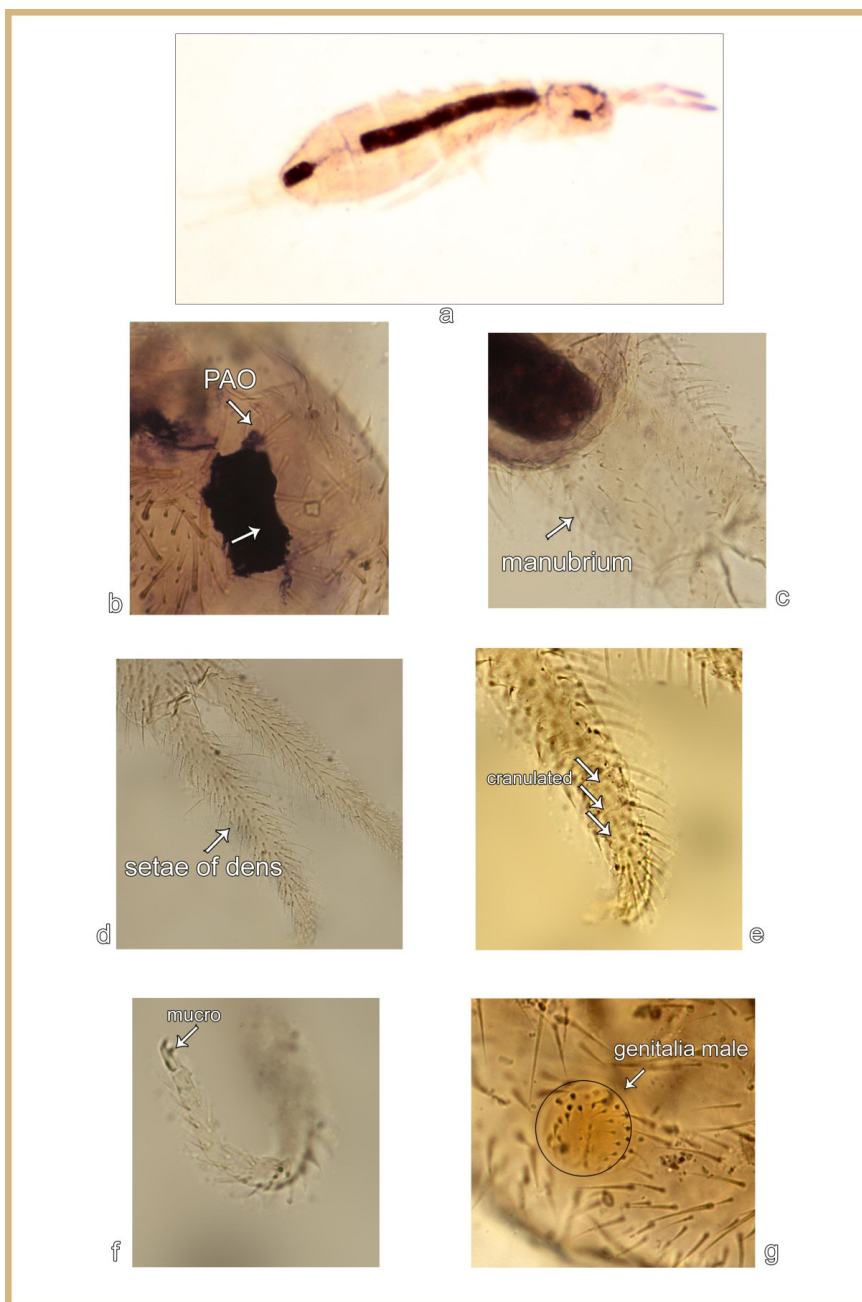
شکل ۳- گونه *Cryptopygus ponticus*: a- نمای کلی گونه b- بند پنجم و ششم شکم در هم ادغام شده c- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) d- لوله شکمی یا وینترال تیوب e- تناکولوم دارای چهار دندانه f- منوبریوم با دو موی مشخص g- موکرو. (a: درشت نمایی ۱۰X و b-c-d-e-f-g: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 3- a. *Cryptopygus ponticus* b. five and six segments of abdomen are combined c. PAO d. ventral tube e. Tenaculum with 4 teeth f. manubrium with two clear hair g. mucro. (a: magnification 10X and b-c-d-e-f-g: magnification 40X) (original)



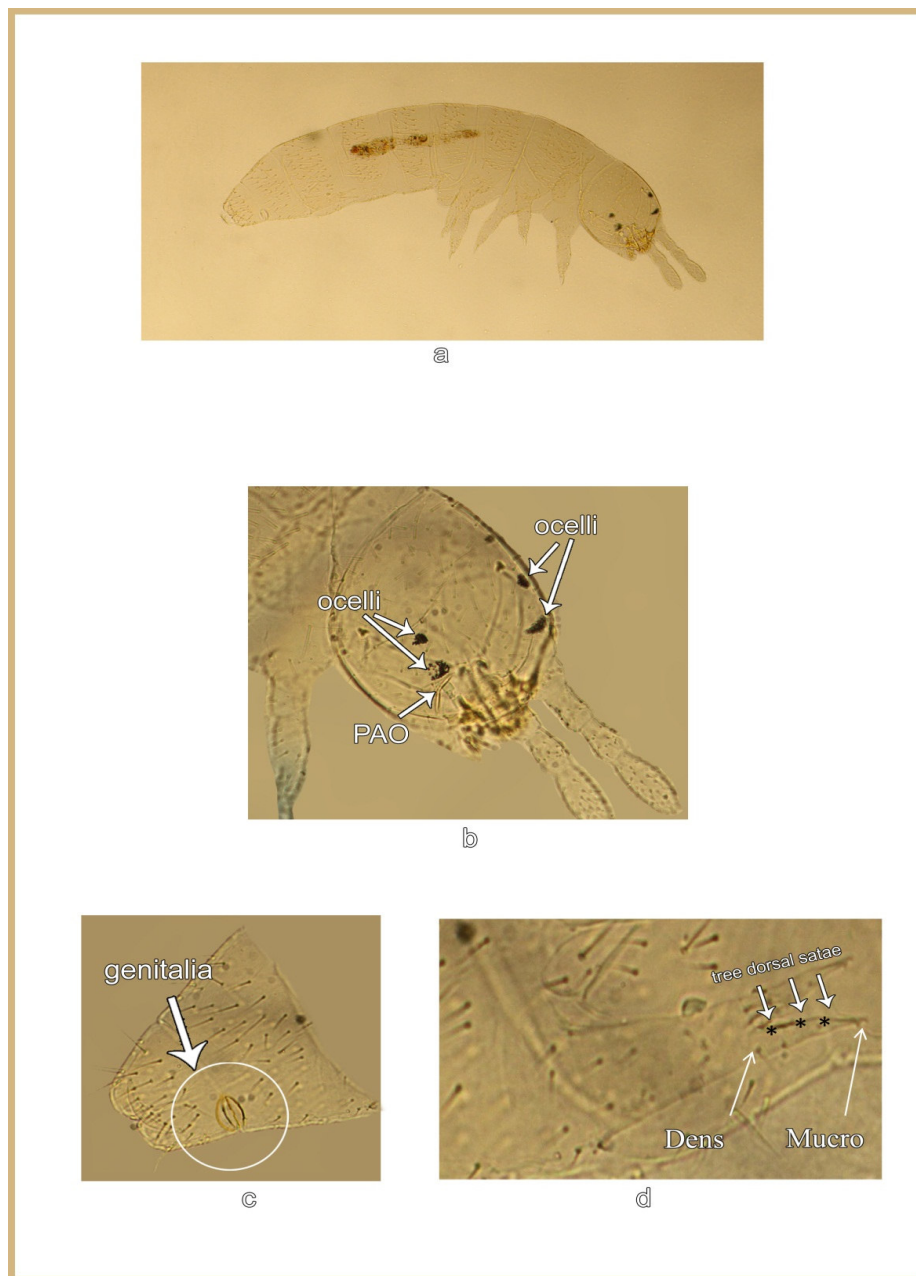
شکل ۴- گونه *Isotomurus* sp.1 (aff. *Palustris-unifasciatus*): a- نمای کلی گونه b. تریکوبوتری c. لوله شکمی d. اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) e. ضخیم شدگی منوبریوم f. کلیپئوس. (a: درشت نمایی ۱۰X و b-c-d-e-f: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 4- a. *Isotomurus* sp.1 (aff. *Palustris-unifasciatus*) b. Trichobothria c. ventral tube d. PAO e. the thick of segment manubrium f. clypeus (a: magnification 10X and b-c-d-e-f: magnification 40X) (original)



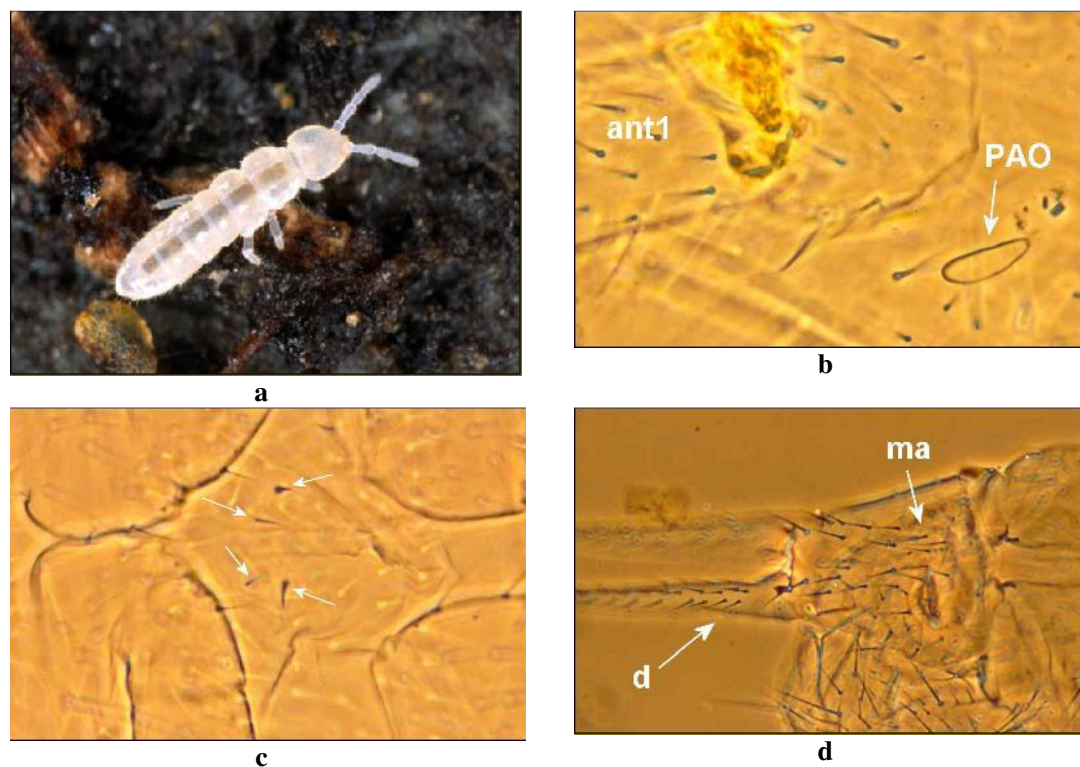
شکل ۵- گونه *Isotomurus* sp.2(aff. *Italicus*) -a- نمای کلی گونه -b- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) -c- منوبریوم -d- دند دارای موهای متراکم -e- دند کرانولیت -f- موکرو -g- اندام جنسی خارجی در نرها (a: درشت نمایی ۱۰X و b-c-d-e-f-g: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 5- a. *Isotomurus* sp.2(aff. *Italicus*) b. PAO c. manubrium d. dens with a lot of setae e. dens crenulated f. mucro g. genitalia organ in male (a: magnification 10X and b-c-d-e-f-g: magnification 40X) (original)



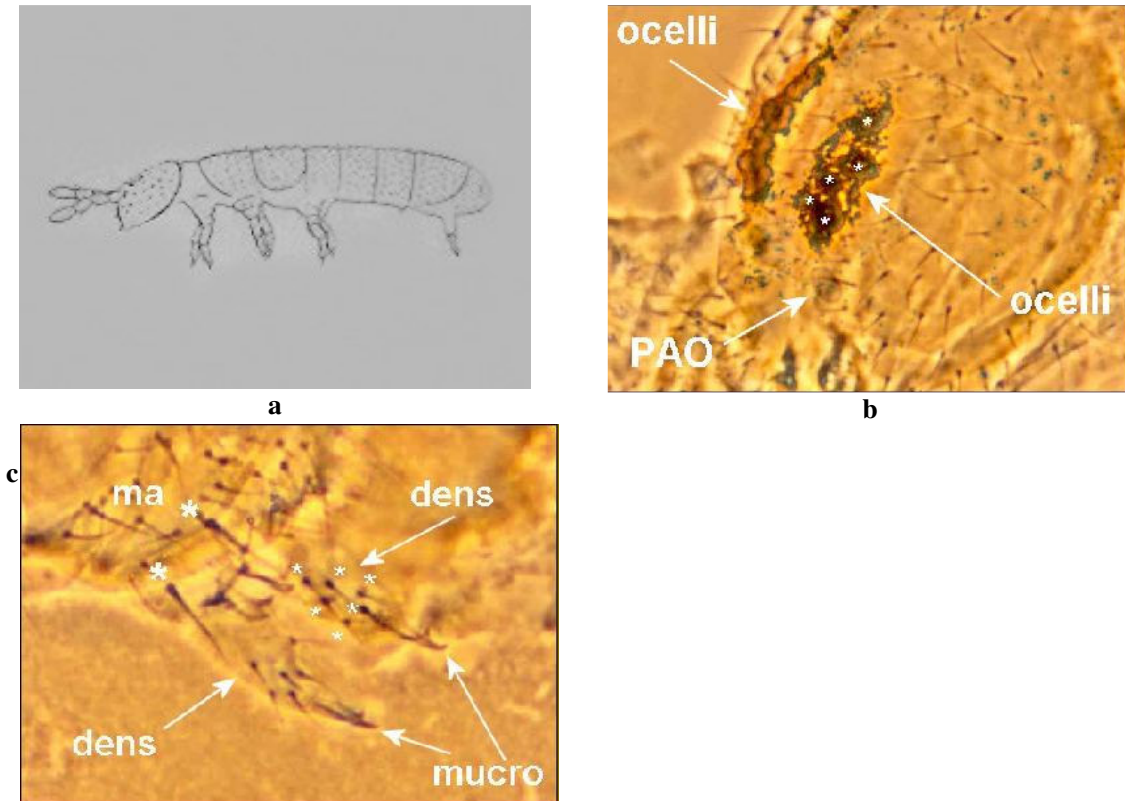
شکل ۶- گونه *Folsomides parvulus*: a- نمای کلی گونه b- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) و چشم c- اندام جنسی در ماده d- دوز و موکرو (a: درشت نمایی ۱۰X و b-c-d: درشت نمایی ۴۰X) (اصلی)

Fig. 6- a. *Folsomides parvulus* b. Head of the same specimen of *Folsomides parvulus* shown in . The post-antennal organ (PAO) is long and thin and there are 2+2 ocelli. C. genitalia organ in female. d. Furca of the same specimen of *Folsomides parvulus* there are three dorsal setae on the dens (*). The mucro has two teeth and is fused to the dens (a: magnification 10X and b-c-d: magnification 40X) (original)



شکل ۷- گونه *Folsomia candida*: a- نمای کلی گونه b- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) c- قسمت سوم قفسه سینه دارای ۲+۲ یا ۳+۳ در دو طرف قسمت شکمی d- فورکا. اقتباس از سایت (www.stevhopkin)

Fig.7- a. *Folsomia candida* b.The PAO is quite broad and is shorter than the width of the first antennal segment (ant1). c. Ventral side of third thoracic segment of *Folsomia candida* has 2+2 (arrows) (or 3+3) setae in this position. d. furca (picture from www.stevhopkin)



شکل ۸- گونه *Proisotoma minima*: a- نمای کلی گونه b- اندام پس شاخکی (پست آنتنال ارگان) و چشم‌های ساده c- فورکا کمی کوتاه بوده و دند دارای چهار تا پنج عدد موی پشتی و شش موی شکمی. اقتباس از سایت (www.stevhopkin)

Fig 8- a. *Proisotoma minima* b. PAO and ocelli c. furca (picture from www.stevhopkin)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق شناسایی فون پادمان خانواده Isotomidae در شهرستان ساری بود که طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ انجام گرفت. در این بررسی هشت گونه از هفت جنس، به نام‌های *Isotomiella minor*، *Isotoma viridis*، *Isotomurus* sp.1 (aff. *palustris*)-، *Proisotoma minima*، *Folsomides parvulus*، *Cryptopygus ponticus*، *Isotomurus* sp. 2 (aff. *italicus*)، *anifasciatus* شناسایی شد. تاکنون از خانواده ایزوتومیده ۱۷ گونه از هفت جنس (*Isotomina* و *Isotomurus*، *Isotoma*، *Isotomiella*، *Folsomia*) از ایران گزارش شده است (Cox, 1982). از جنس *Isotomurus* گونه *Isotomurus palustris* یک گونه معمولی می‌باشد که قبلا از ایران گزارش شده است (Cox, 1982)، اما این گونه خود مجموعه‌ای از چند گونه می‌باشد که مورفولوژی بسیار مشابهی دارند و اصطلاحاً Palustris-group نامیده می‌شوند. رده‌بندی Palustris-group بسیار پیچیده می‌باشد که با توجه به مشخصات نمونه‌ها، طبق نظر دکتر پوتاپوف گونه‌های جدید می‌باشند که بررسی بیشتر روی نمونه‌ها هم‌چنان ادامه دارد.

References

- Bellinger, P. F., Christansen, K. A. and Janssens, F. 2010.** Checklist of the Collembola of the world. Available from URL: <http://www.collembola.org>, (Accessed at Feb 2010).
- Chahartaghi, M., Langel, R., Scheu, S., Ruess, L. 2005.** Feeding guilds in Collembola based on nitrogen stable isotope ratios. *Soil Biology and Biochemistry*, 37, 1718-1725.
- Christiansen, K. A. 1990.** Insecta: collembola. In: Dindal, D. L. (Editor). *Soil Biology Guide*. John Wiley and Sons. New York, pp. 965-995.
- Cox, P. 1982.** The Collembola fauna of north and north western Iran. *Entomologist's Monthly Magazine*, 118: 39-49.
- Farahbakhsh, Gh. 1961.** A checklist of economically important insects and other enemies of plant and agriculture products in iran. Department of plant protection, ministry of agriculture. Tehran, Iran, 1, 153 pp.
- Fjellberg, A. 1980.** Identification keys to Norwegian Collembolan. *Norsk Entomologisk Forening*, Ås.
- Fjellberg, A. 1998.** The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part I. Poduromorpha. Brill, Leiden, Boston.
- Fjellberg, A. 2007.** The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II. Entomobryomorpha and Symphypleona. Brill, Leiden, Boston.
- Hopkin, S. P. 1997.** *Biology of springtails (Insecta: collembola)* Oxford university press, oxford, 322 pp.
- Hopkin, S. 2005.** The biology of Collembola (springtails): the most abundant insects in the world. Available from URL: <http://www.fathom.com/features/122603>. (Accessed at Feb 2010).
- Klironomos, J. N., Kendrick, W. B. 1995.** Simulative effects of arthropods on endomycorrhizas of sugar maple in the presence of decaying litter. *Functional Ecology*, 9, 528-536.
- Moravvej, S. A., Potapov, M., Kamali, K. and Hodjat, S. H. 2007.** Isotomidae (Collembola of the Tehran region (Iran). *Zoology in the Middle East*, 41: 118.
- Nematollahi, M., Bagheri, M. and Radwanski, J. M. 2009.** New reports of Collembola for iran with surveying of their importance in the greenhouse of Isfahan province, iran. *Plant Protection Journal*, 1(3): 327-335.
- Petersen, H., Luxton, M. 1982.** A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39, 288-309.
- Potapov, M. 2001.** Synopses on Palaearctic collembola. *Staatliches Museum fur Naturkunde Gorlitz*, 603 pp.
- Rusek, J. 1998.** Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1207-1219.
- Visser, S. 1985.** Role of soil invertebrates in determining the composition of soil microbial communities. In: Fitter, A.H., Atkinson, D., Read, D.J., Usher, M.B. (Eds), *Ecological Interactions in Soil*. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 297-317.

New reports of some species of Isotomidae (Apterygota: Collembola) for Iranian fauna

*E. Yahyapoor*¹, *M. Shayan Mehr*^{*2}

1- Ms.c Student of Agricultural Entomology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Crop Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Abstract

Family of Isotomidae is the second largest family in the order of Collembola. These springtails are elongate and lack scales on the upper surface of the body. In contrary of Entomobyridae family, the abdominal segments are all of similar length. They live in soil, leaf litter in terrestrial ecosystem or in associated with freshwater in aquatic ecosystem. In a faunistic study of Isotomidae family, several soil and leaf litter samples were collected from different location of Sari regions during 2010-2011. The specimens were extracted by heat in Berlese funnel and mounted on microscopic slides using Hoyer's medium. Totally, eight species of seven genuses from this family were identified as follows: *Isotomiella minor*, *Folsomia candida*, *Isotoma viridis*, *Folsomides parvulus*, *Proisotoma minima*^{*}, *Isotomurus* cf. *italicus*^{*}, *Isotomurus* sp.^{*} (aff. *palustris-unifasciatus*), *Cryptopygus*^{*} cf. *ponticus*. The marked species by * are considered as new records for Collembola fauna of Iran.

Keywords: Collembola, Arthropleona, Isotomidae, Sari, Iran

*Corresponding Author, E-mail: shayanm30@yahoo.com
Received: 6 Jun. 2012 - Accepted: 20 Feb. 2013