

مطالعه گونه‌های زیرخانواده Orchesellinae (Entomobryidae, Collembola) در شمال کشور به همراه کلید شناسایی گونه‌ها در ایران

مهشید کریمی (نویسنده مسئول)^۱، معصومه شایان‌مهر^۲، محمود محمدی شریف^۳، الهام یوسفی لفورکی^۴

^۱ دانشجوی ارشد حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، mahshid.karimi96@gmail.com
^۲ دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، m.shayanmehr@sanru.ac.ir
^۳ استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، msharif1353@sanru.ac.ir
^۴ دکتری حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، eyoosefi@ymail.com

چکیده

پادمان (Collembola) جزو مهم‌ترین تجزیه‌کننده‌های خاک هستند که دارای تنوع گونه‌ای و تراکم بالا به ویژه در اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشند. فعالیت آنها در خاک سبب تداوم چرخه عناصر، تغییر در نحوه رشد گیاهان و تغییر در جمعیت میکروارگانیسم‌های اطراف ریشه می‌شود. با توجه به اهمیت‌های زیست‌محیطی این گروه از بندپایان، در این پژوهش فون آنها در شمال کشور مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور نمونه‌برداری‌هایی طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در استان‌های مازندران، گیلان و گلستان انجام شد. در این مطالعه زیرخانواده Orchesellinae از خانواده Entomobryidae مورد بررسی قرار گرفت و چهار گونه از این زیرخانواده شناسایی شد. گونه *Orchesella cincta* (Linnaeus, 1758) برای اولین بار از استان گیلان و گونه *Heteromurus variabilis* (Martynova, 1974) برای اولین بار از استان گلستان گزارش می‌شوند. همچنین برای اولین بار کلید شناسایی مربوط به جنس‌ها و گونه‌های این زیرخانواده در ایران ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی

پادمان، محیط‌زیست، کلید شناسایی، Orchesellinae, Entomobryidae

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۱. مقدمه

بندپایان بزرگترین گروه از جانوران بی‌مهره بوده و به دلیل برخورداری از قابلیت‌های بسیار زیاد مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی، با اکثر اکوسیستم‌های طبیعی سازگاری پیدا کرده است. پادمان از فراوان‌ترین بندپایان در اکوسیستم‌های خشکی هستند و میانگین تراکم آنها در خاک معمولاً بین ۱۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ در هر متر مربع است، اما در شرایط نادر به یک میلیون هم می‌رسد [3]. آنها همچنین شاخص‌هایی حساس برای اختلالاتی مثل آلودگی‌های شیمیایی، از بین رفتن زندگی گیاهی، آتش‌سوزی، خاک‌ورزی و غیره هستند و بنابراین در ارزیابی محیط زیست از ارزش بالایی برخوردارند [1,7]. این بندپایان در واقع یکی از مفیدترین موجودات برای محیط‌زیست محسوب می‌شوند. هرچند تعدادی از آنها نیز آفت محصولات کشاورزی هستند.

زیرخانواده Orchesellinae به کمک ویژگی‌هایی از جمله نسبت طول بند سوم و چهارم شکم (بند چهارم بیشتر از ۱/۵ برابر طول بند سوم نیست) و ساختار موکرو (دو دندان با یک خار در قاعده) از زیرخانواده‌های دیگر خانواده Etomobryidae متمایز می‌گردد [4]. قبیله Orchesellini شامل گونه‌های است که دارای شاخک شش بندی هستند. از این قبیله در ایران تنها جنس *Orchesella* گزارش شده است [6]. یکی از ویژگی‌های مهم این جنس وجود اندام پیچیده مانوبریومی در جنس نر است. اعضای قبیله *Heteromurini* با شاخک پنج بندی و پولک‌های تخم‌مرغی شکلی که به شدت شیاردار هستند، شناخته می‌شوند. از این قبیله تاکنون تنها جنس *Heteromurus* از ایران گزارش شده است [6]. کلید شناسایی مدونی که شامل همه گونه‌های گزارش شده از زیرخانواده Orchesellinae در ایران باشد، وجود ندارد. بنابراین، در مطالعه حاضر، گونه‌های این زیرخانواده مورد بررسی قرار گرفته و همچنین کلید شناسایی جنس‌ها و گونه‌های آن ارائه می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه فون پادمان در شمال کشور، نمونه‌برداری‌هایی از زیستگاه‌های مختلفی در استان‌های مازندران، گیلان و گلستان که عمدتاً شامل جنگل‌ها و همچنین باغ‌ها بود، طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه‌هایی از خز، چوب پوسیده، خاک و لاشبرگ جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. با استفاده از کیف برلیز نمونه‌های پادمان موجود در آنها استخراج و در الکل اتانول ۷۵ درصد نگهداری شدند. برای تهیه اسلاید میکروسکوپی، ابتدا نمونه‌ها به مدت ۳-۵ دقیقه در محلول پتاس ۱۰ درصد قرار گرفتند تا شفاف شوند. سپس با استفاده از محلول هویر روی لام نصب شدند و به مدت دو هفته در آن در دمای ۴۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از این مدت اطراف لامل با لاک بی‌رنگ درزگیری شد. شناسایی نمونه‌ها به کمک کلیدهای ارائه شده توسط [2] و [4] انجام شد.

۳. نتایج

در این مطالعه چهار گونه از زیرخانواده Orchesellinae شناسایی شد که سه گونه متعلق به جنس *Heteromurus* و یک گونه متعلق به جنس *Orchesella* است. گونه *O. cincta* (Linnaeus, 1758) برای اولین بار از استان گیلان و گونه *H. variabilis* (Martynova, 1974) برای اولین بار از استان گلستان گزارش می‌شوند. ویژگی‌های جنس‌ها و گونه‌های جمع‌آوری شده به شرح زیر است:

۳.۱. جنس *Heteromurus* Wankel, 1860

از ویژگی‌های مهم این جنس دو قسمتی بودن بند اول شاخک، وجود حلقه‌های مو روی بند آخر شاخک و داشتن پولک روی بدن است.

۳.۱.۱. گونه *H. major* (Moniz, 1889)

افراد بالغ این گونه با رنگ‌بندی متنوع، رنگ‌دانه‌ها بیشتر در طول شاخک، سر، یک سوم بخش جلویی میان‌سینه، حاشیه بند دوم قفسه‌سینه و بند اول شکم، در پاها به ویژه ران و ساق پنجه تجمع (شکل ۱)؛ طول بدن تا ۳ میلی‌متر؛ با ۸+۸ اماتیدیوموم در طرفین سر؛ شاخک‌های بلند و ۰/۴ برابر طول بدن؛ ناخن با چهار و گاهی سه دندان، امپودیوم دارای یک دندان کوچک بیرونی؛ و موهای چسبیده انتهایی ساق پنجه چماقی.

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

پراکنش: دارای پراکنش جهانی است و از کشورهای استرالیا، شیلی، فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، ایتالیا، مکزیک، فلسطین، رومانی، اسپانیا و سوئیس گزارش شده است. در ایران از استان‌های مرکزی، آذربایجان شرقی، مازندران، گیلان گزارش شده است [6]. این گونه در جنگل‌های شمال ایران رایج می‌باشد [5].

اطلاعات جمع‌آوری: اطلاعات جمع‌آوری: استان گیلان، رضوان‌شهر، پونل، جنگل سوزنی‌برگ و کاج، "N37°32'4"، "E49°6'40" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶، تعداد: ۲ عدد؛ استان گیلان، رضوان‌شهر، پره، چوب پوسیده، "N37°37'47"، "E49°2'21" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶، تعداد: ۴ عدد؛ استان گیلان، آستانه، صنوبر، "N37°14'52"، "E49°56'54" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۶/۱۲/۱۷، تعداد: ۱ عدد؛ استان مازندران، نور، پارک جنگلی سی‌سنگان، خاک و لاشبرگ و خزه، "N36°34'31"، "E51°47'47" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۲ عدد؛ استان مازندران، نور، پارک جنگلی سی‌سنگان، خاک زیر ممرز، "N36°34'31"، "E51°47'46" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۶ عدد؛ استان مازندران، نوشهر، نهالستان، خاک زیر کاج، "N36°38'11"، "E51°30'19" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۲ عدد؛ استان مازندران، نوشهر، خانی‌کان، خاک زیر انجیلی، "N36°37'39"، "E51°27'33" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۱۰ عدد؛ استان مازندران، بهشهر، رستم‌کلا، خاک زیر بلوط، "N36°39'29"، "E53°25'05" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۵، تعداد: ۱۱ عدد؛ استان مازندران، بهشهر، عباس‌آباد، خاک، "N36°39'15"، "E53°36'02" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۵، تعداد: ۷ عدد؛ استان مازندران، چالوس، چوب پوسیده، "N 36° 37' 43"، "E 51° 24' 15" تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۵ عدد.



شکل ۱. شکل عمومی بدن گونه *Heteromurus major* (اصلی)

۳، ۱، ۲. گونه *H. nitidus* (Templeton, 1835)

بدن به رنگ سفید با رنگ‌دانه‌های قرمز پراکنده (شکل ۲)؛ طول افراد بالغ تا ۲ میلی‌متر؛ دارای ۱+۱ آماتیدیوم در هر طرف سر؛ بند چهارم شکم فقط کمی بلندتر از بند سوم؛ دارای پولک‌هایی با نوک گرد و شیاردار که روی شاخک‌ها، پاها و فورکا هم وجود دارند. مانوبریوم با حدود ۱۰+۱۰ موی پشتی صاف، دنس با یک موی صاف در نزدیکی قاعده و موکرو با دو دندان و یک خار قاعده‌ای؛ ناخن با یک جفت دندان داخلی مساوی در وسط حاشیه داخلی و گاهی با یک دندان دیستال در یک سوم انتهایی، دندان‌های جانبی کوچک و در نزدیکی قاعده؛ امپودیوم با یک دندان داخلی.

پراکنش: دارای پراکنش جهانی؛ این گونه در هولارکتیک و از کشورهای آرژانتین، شیلی، زلاندنو گزارش شده است. در ایران از استان‌های مازندران و گیلان، کرمانشاه، گلستان گزارش شد [6].

یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

اطلاعات جمع‌آوری: استان گیلان، صومعه سرا، کسما، خاک زیر درخت گردو، "E 49° 17' 28"، "N 37° 19' 57"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶، تعداد: ۱ عدد؛ استان گیلان، رضوان شهر، پره، چوب پوسیده، "E49°2'21"، "N37°37'47"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۶/۱۲/۱۶، تعداد: ۱؛ استان مازندران، نور، پارک جنگلی سی‌سنگان، خاک زیر ممرز، "E51°47'46"، "N36°34'31"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۳ عدد؛ استان مازندران، قائمشهر، جاده نظامی، خاک، "E52°50'7"، "N36°23'24"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۸، تعداد: ۴ عدد؛ استان مازندران، آمل، روستای زرکه، جنگل زرکه، خاک، "E52°21'8"، "N36°19'52"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۶، تعداد: ۵ عدد.



شکل ۲. شکل عمومی بدن گونه *Heteromurus nitidus* (اصلی)

۳، ۱، ۳. گونه *H. variabilis* (Martynova, 1974)

طول بدن در افراد بالغ ۲/۵ میلی متر، رنگ متنوع، در این بررسی به رنگ بنفش تیره مشاهده شد (شکل ۳). شاخک حدوداً ۰/۴ برابر طول بدن؛ چشم‌های ساده به صورت لکه‌های تیره در دو طرف سر. پراکنش: این گونه دارای پراکنش جهانی است و از کشورهای استرالیا، نیوزلند، هند، آفریقای جنوبی، اروپا، آمریکای شمالی گزارش شده است. در ایران این گونه از استان مازندران گزارش شده است [6]. در این پژوهش برای اولین بار از استان گلستان گزارش می‌شود. اطلاعات جمع‌آوری: استان مازندران، ساری، باغ مرکبات، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۹/۱۵، تعداد: ۲ عدد؛ استان گلستان، آزادشهر، کوهمین، خاک علفزار، "E55°12'0"، "N37°2'12"، تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۱۲/۳، تعداد: ۱ عدد.



شکل ۳. شکل عمومی بدن گونه *Heteromurus variabilis* (اصلی)

یازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۳,۲. جنس *Orchesella* Templeton, 1835

این جنس با ویژگی‌هایی از جمله نداشتن پولک روی بدن، دو قسمتی بودن بند اول شاخک، مساوی بودن بند سوم و چهارم شکم شناخته می‌شود. بدن دارای یک پوشش زمینه‌ای متراکم از موهای مژک‌دار و ماکروکتابهای بلند؛ لکه چشمی متشکل از ۸+۸ اماتیدیوم؛ فاقد اندام پس شاخکی؛ شاخک‌ها بلند، بند اول و دوم هر یک دارای یک بند فرعی قاعده‌ای؛ رتیناکولوم با ۴+۴ دندان و یک مو؛ ناخن باریک، در لبه داخلی دارای یک جفت دندان دوتایی میانی و دو دندان منفرد در انتهای دندان جانبی در یک سوم قاعده قرار دارد. پای عقب با یک موی صاف شکمی نزدیک راس، سایر موها مژک‌دار، موی چسبنده انتهایی فاشق مانند؛ فورکا بلند و باریک؛ موکرو با دو دندان و یک خار. الگوی رنگی بدن یکی از ویژگی‌های مهم در تفکیک گونه‌های این جنس است.

۳,۲,۱. گونه *O. cincta* (Linnaeus, 1758)

از ویژگی‌های بارز و مهم این گونه می‌توان به وجود دیسک تیره روی بند سوم شکم و کنتراست آن با رنگ سفید بند دوم اشاره کرد (شکل ۴). در نمونه‌های جوان‌تر این الگوی تیره کمتر توسعه یافته، در حالی که در نمونه‌های خیلی بزرگ تقریباً سیاه شده و فقط بند سوم و چهارم شاخک، بخش انتهایی بند اول شاخک، بخش‌های انتهایی پاها و فورکا و بخش پشتی بند دوم شکم بدون رنگدانه باقی می‌ماند. بخش ستبر مانوبریوم دارای ۳-۴ دندان بزرگ است. پراکنش: هولارکتیک. در ایران از استان‌های مازندران و گلستان گزارش شده است [6]. این گونه برای اولین بار از استان گیلان گزارش می‌شود.

اطلاعات جمع‌آوری: استان گیلان، جنگل گیسوم، خزه روی درخت، چوب پوسیده، "N37°39'16", "E49°11'4", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۱۲/۱۶، تعداد: ۱؛ استان مازندران، چالوس، چوب پوسیده، "N36°37'43", "E51°24'15", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۳؛ استان مازندران، نور، پارک جنگلی سی‌سنگان، خاک زیر ممرز، "N36°34'31", "E51°47'46", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۳؛ استان مازندران، آمل، روستای زرکه، جنگل زرکه، خاک، "N36°19'52", "E52°21'8", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۶، تعداد: ۳؛ استان مازندران، نور، جاده جنگلی کجور به رویان، خاک، "N36°26'34", "E51°51'38", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۳/۲۰، تعداد: ۱؛ استان مازندران، تنکابن، جنگل دو هزار، خزه، "N36°40'5", "E50°49'13", تاریخ جمع‌آوری: ۱۳۹۷/۸/۴، تعداد: ۱۳.



شکل ۴. شکل عمومی بدن گونه *Orchesella cincta* (اصلی)

یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۳,۳. کلید شناسایی گونه‌های زیرخانواده Orchesellinae در ایران:

- ۱- بدن دارای پولک (قبیله Heteromurini: جنس *Heteromurus*) ۲
- ۲- بدن تنها دارای موهای معمولی (قبیله Orchesellini: جنس *Orchesella*) ۶
- ۳- لبه داخلی ساق پنجه دارای موهای صاف؛ ۱+۱ اماتیدیوموم، با رنگدانه قرمز زیر هر چشم *nitidus*
- ۳- ساق پنجه بدون موهای صاف؛ ۳+۳ یا ۸+۸ اماتیدیوموم ۳
- ۳- ۳+۳ اماتیدیوموم، سطح شکمی سر دارای موهای صاف؛ سطح پشتی مانوبریوم دارای موهای صاف؛ موهای تمایز یافته پاپیل‌های بیرونی لب پایین به شکل واضحی از انتهای پاپیل‌ها بیرون زده *sexoculatus*
- ۸+۸ اماتیدیوموم؛ سطح شکمی سر دارای موهای مژک‌دار؛ سطح پشتی مانوبریوم بدون موهای صاف؛ موهای تمایز یافته پاپیل‌های بیرونی لب پایین حداکثر به نوک پاپیل‌ها می‌رسد، معمولاً خیلی بلند نیستند ۴
- ۴- پاپیل‌های لب بالا از نوع یک، موی E مثلث لب بالا اغلب مژک‌دار؛ سایر موهای ردیف عقبی لب بالا مژک‌دار *variabilis*
- ۵- پاپیل‌های لب بالا از نوع سه یا بدون پاپیل، موی E مثلث لب بالا صاف؛ حداقل یکی دیگر از سایر موهای ردیف عقبی لب بالا صاف ۵
- ۵- پاپیل‌های لب بالا از نوع سه؛ طول افراد بالغ تا ۵ میلی‌متر، افراد بزرگ‌تر از ۲/۳ میلی‌متر دارای پولک روی قاعده لب پایین؛ دارای رنگدانه کمی، با رنگ بسیار روشن، محدود به بندهای انتهایی شاخک *gigans*
- ۶- لب بالا بدون پاپیل؛ طول افراد بالغ تا ۳ میلی‌متر، بیشتر افراد تا ۲/۵ میلی‌متر؛ قاعده لب پایین بدون پولک؛ دارای رنگدانه بیشتر، به ندرت محدود به بندهای انتهایی شاخک *major*
- ۶- صفحه پشتی بند سوم شکم به طور کامل تیره؛ بند دوم شکم کم رنگ *cincta*
- ۷- بند سوم شکم حداکثر دارای لکه‌های تیره پشتی-جانبی به شکل بخشی از نوارهای طولی بدن یا الگوهای تیره‌ای که به شکل لکه شکسته شدند؛ نرها به طور کامل رنگی با یک نوار عرضی تیره روی بند دوم شکم *spectabilis*

۴. بحث

گونه‌های گزارش شده در این مطالعه از گونه‌های معمول هستند که پراکنش جهانی دارند. گونه *O. cincta* گونه معمول در جنگل‌ها است که اغلب در لاشبرگ اطراف تنه درخت، خزه‌های روی درختان و سنگ‌ها یافت می‌شود [2]. در این تحقیق این گونه از مناطق جنگلی استان مازندران شامل جنگل سیسنگان از خاک و لاشبرگ، جنگل دوهزار از خزه، جنگل رزکه از خاک و لاشبرگ و جنگل رویان از خزه و همچنین از جنگل گیسوم واقع در استان گیلان از خزه روی درخت و چوب پوسیده و جمع‌آوری شد. از این اطلاعات این طور برداشت می‌شود که زیستگاه اصلی گونه فوق جنگل‌های پهن‌برگ است و عمدتاً در خزه و لاشبرگ جنگلی یافت می‌شود. گونه *H. nitidus* نیز گونه‌ای است که در عمق جنگل‌ها و معمولاً زیر سنگ‌ها و تکه‌های چوب وجود دارد، همچنین به ندرت ممکن است در علفزارها دیده شود [2]. در این تحقیق نیز عمدتاً از جنگل‌های استان‌های گیلان و مازندران جمع‌آوری شده است. گونه *H. major* اغلب به تعداد زیاد و از بیشتر مناطق نمونه‌برداری جمع‌آوری شده است. این گونه همه‌جازی در اکوسیستم‌های مختلفی از جمله جنگل‌ها، باغ‌ها، مزارع و خاک‌های دستکاری شده وجود دارد. گونه *H. variabilis* به اندازه دو گونه دیگر جنس *Heteromurus* معمول نیست و از مناطق نمونه‌برداری معدودی با تعداد کم جمع‌آوری شده است.



منابع

- [1] Fiera, C., 2009. Biodiversity of Collembola in urban soils and their use as bioindicators for pollution. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(8):868-873.
- [2] Fjellberg, A., 2007. The Collembola of Fennoscandia and Denmark. Part II: Entomobryomorpha and Symphypleona. Brill, Leiden, Boston, 265 pp.
- [3] Hopkin, S.P., 1997. *Biology of Springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press, Cambridge, UK. 330 pp.
- [4] Mari-Mutt, J.A., 1980. A classification of the Orchesellinae with a key to the tribes, genera and subgenera (Collembola: Entomobryidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 73: 455-459.
- [5] Mehrafrooz Mayvan, M., Shayanmehr, M., Scheu, S., 2016. Depth distribution and inter-annual fluctuations in density and diversity of Collembola in an Iranian Hyrcanian forest. *Soil Organisms*, 87(3): 239-247.
- [6] Shayanmehr, M., Yoosefi Lafooraki, E., Kahrarian, M., 2020. A new updated checklist of Iranian Collembola (Arthropoda: Hexapoda). *Journal of Entomological Society of Iran*, 39 (4): 403-445. <https://doi.org/10.22117/jesi.2019.124366.1285>
- [7] Winkler, D., Tóth, V., 2012. Effects of Afforestation with Pines on Collembola Diversity in the Limestone hills of Szárhalom (West Hungary). *Acta Silvatica and Lingaria Hungarica*, 8: 9–20.