

نشریه علمی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران  
 شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJFRPR.2023.360989.1562  
 جلد ۲۱ شماره ۱، صفحه ۵۴-۴۱ (۱۴۰۲)  
 شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350859.1402.21.1.2.3

## بررسی تنوع و غنای گونه‌های اریبایید (Acari: Oribatida) در جنگل‌های ارسباران

پریسا مدی سعدآبادی<sup>۱</sup>، محمدرضا زرگران<sup>۲\*</sup>، سیدیحیی صالحی لیسار<sup>۳</sup> و زهرا هاشمی خبیر<sup>۴</sup>

- ۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران  
 ۲\* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. پست‌الکترونیک: m.zargaran@urmia.ac.ir  
 ۳- دانشیار، گروه زیست‌شناسی گیاهی، سلولی و مولکولی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران  
 ۴- محقق، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۵

### چکیده

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ با هدف بررسی تنوع و غنای گونه‌های اریبایید در جنگل‌های بلوط و داغداغان ارسباران (اهر و کلیبر)، استان آذربایجان شرقی اجرا شد. نمونه‌برداری از خاک در اردیبهشت و خرداد انجام شد. کنه‌های موجود در نمونه‌های خاک با استفاده از کیف برلیز جداسازی و در محلول نسبت شفاف‌سازی شدند، سپس از آنها اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. کنه‌های نهان‌استیگمایان پس از شناسایی، شمارش و شاخص‌های تنوع و یکنواختی شانن و سیمسون و غنای گونه‌ای آنها با استفاده از نرم‌افزار Ecological methodology 6.0 محاسبه شد. در این پژوهش، ۲۹ گونه کنه اریبایید از ۲۷ جنس و ۲۳ خانواده به شرح زیر شناسایی شدند.

*Cosmochthonius lanatus* Michael, *Sphaerochthonius splendidus* Berlese, *Steganacarus (Tropacarus) carinatus* Koch, *Papillacarus pseudoaciculatus* Mahunka, *Rhysotritia ardua* Koch, *Nothrus biciliatus* Koch, *Hermannella septentrionalis* Berlese, *Plesiodamaeus ornatus* Pérez-Íñigo, *Belba* sp., *Xenillus setosus* Grobler, Ozman & Cobanoglu, *Fosseremus quadripertitus* Grandjean, *Rhinoppia obsoleta* Paoli, *Ramusella (Ramusella) puertomontensis* Hammer, *Ramusella (R.) sengbuschi* Tokyoensis, *Ramusella (R.) sengbuschi* Str., *Graptoppia (G.) sundensis acuta* Ayyildiz, *Rectoppia* sp., *Suctobeella* sp., *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus* Murvanidze & Weigmann, *Tectocephus velaus* Michael, *Eupelops acromios* Haman, *Berleszetes aegypticus* Balogh & Mahunka, *Oribatula (O.) tibialis allifera* Subías, *Protoribates (P.) paracapucinus* Mahunka, *Schelorbates fimbriatus* Thor, *Ceratozetes conjunctus* Mihelčič, *Punctoribates angulatus* Bayartogtokh, Grobler & Cobanoglu, *Galumna* sp., *Pilogalumna* sp.

بیشترین فراوانی کنه‌ها، در شهرستان اهر و کلیبر به ترتیب متعلق به گونه‌های *Schelorbates fimbriatus* و *Oribatula tibialis* بود. مقادیر شاخص‌های تنوع گونه‌ای محاسبه‌شده در منطقه کلیبر در خرداد بیشتر از اردیبهشت بود. تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌های اریبایید در شهرستان کلیبر با پوشش گیاهی بلوط، به دلیل بالاتر بودن رطوبت و اسیدی بودن خاک، بیشتر از شهرستان اهر به ثبت رسید.

واژه‌های کلیدی: تنوع، کنه‌های اریبایید، جنگل، ارسباران، خاک

## مقدمه

منطقه جنگلی ارسباران در محدوده شهرستان‌های کلپیر، اهر و جلفا با مساحتی بیش از ۱۶۰۰۰۰ هکتار، در شمال‌غربی ایران قرار دارد. این منطقه جنگلی از تنوع زیستی گیاهی و جانوری بالایی برخوردار است (Akrami, 2007). اکوسیستم‌های جنگلی دارای تعداد چشمگیری از گونه‌های مختلف کنه‌ها با تنوع زیستی بالا در خاک هستند. این غنای گونه‌ای فوق‌العاده کنه‌ها و سازگاری با انواع اکوسیستم‌ها باعث شده است که محققان بر ظرفیت کنه‌ها به‌عنوان شاخص‌های محیطی تأکید کنند (Sylvia et al., 2020). کنه‌های زیرراسته نهان‌استیگمایان (Oribatida) که به کنه‌های سوسک‌مانند، کنه‌های خزه یا کنه‌های زره‌پوش شهرت دارند، کنه‌هایی با پراکنش جهانی هستند و تاکنون بیش از ۹۰۰۰ گونه از این کنه‌ها در قالب بیش از ۱۰۰۰ جنس و ۱۷۲ خانواده توصیف شده‌اند (Caruso et al., 2005). کنه‌های اریباتید در همه جا وجود دارند و با تمام آشیان‌های اکولوژیک دارای مواد آلی سازگاری نشان می‌دهند و به‌طور معمول بندپایان غالب اکوسیستم‌های حاوی مواد آلی و پوسیده هستند (Acharya & Datta, 2019). از لحاظ تنوع گونه‌ای تا به امروز حدود ۱۰,۰۰۰ گونه کنه اریباتید توصیف شده است (Acharya & Basu, 2014). کنه‌های اریباتید به‌ویژه در مورد کاربری اراضی حساس هستند و بیشتر در چمنزارهایی که به‌شدت تحت مدیریت هستند، از بین می‌روند (Schneider et al., 2015). این کنه‌ها نقش مهمی در افزایش باروری خاک از طریق تجزیه مواد آلی دارند (Lotfollahi & Haddad, 2010; Maraun et al., 2011; Iranipoor & Akrami, 2016). بررسی فون کنه‌های نهان‌استیگمای خاک‌زی جنگل‌های ارسباران، در مجموع تعداد ۱۳ گونه کنه متعلق به ۱۳ جنس و ۱۰ خانواده از کنه‌های اریباتید شناسایی شدند (Gheblealivand & Haddad, 2014). فون کنه‌های زیرراسته نهان‌استیگمایان مرتبط با گیاه چای *Camellia sinensis* L. در استان گیلان مطالعه و در مجموع ۳۴ گونه، متعلق به ۲۷ جنس و ۲۰ خانواده شناسایی شدند،

به‌طوری‌که تعداد ۳۰ گونه متعلق به ۲۰ جنس و ۹ خانواده برای اولین بار در ارتباط با گیاه چای از ایران گزارش شدند (Lotfollahi, Hajizadeh et al., 2020). فراوانی و تنوع کنه‌های اریباتید را در شهرستان مرند استان آذربایجان شرقی بررسی و تعداد ۵۹ گونه متعلق به ۴۴ جنس و ۲۸ خانواده را جمع‌آوری و شناسایی کردند. Lindo و Winchester (۲۰۰۹) اعلام کردند، پراکندگی کنه‌های اریباتید تحت تأثیر عوامل محیطی قابل تغییر است. Noti و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند، غنای گونه‌ای اریباتیدها با ناهمگونی فیزیوگرافی و پوشش گیاهی در زیستگاه‌های کوچک ارتباط مثبت دارد و دامنه شمالی تراکم بیشتری از کنه‌ها را در خود جای داده بود. Caruso و همکاران (۲۰۰۵) تنوع کنه‌های اریباتید را بررسی و میزان رطوبت خاک را مهمترین عامل تغییرات جمعیتی آنها اعلام کردند. Hashemi Khabir و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که رطوبت خاک مهمترین عامل تأثیرگذار بر جمعیت کنه‌های اریباتید است، آنان دومین عامل کلیدی را اسیدیته خاک معرفی کردند. بررسی‌ها نشان داده‌اند که ویژگی‌های مختلفی از جمله رطوبت خاک، دما، غلظت فلزات سنگین و مواد آلاینده، جوامع اریباتیدها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Gergócs & Hufnagel, 2009). Zaitsev و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که هرچه سن توده جنگلی بیشتر باشد، حضور کنه‌های اریباتید بیشتر می‌شود. همچنین، طی پژوهشی مشخص شد که اجتماع بندپایان که زیستگاه متفاوتی از نظر تاج‌پوشش دارند با یکدیگر متفاوت هستند، اما از نظر تنوع آلفا، تنوع بتا و تنوع گاما در مقیاس بزرگ برابر هستند (Zoe & Neville., 2009). Minor (۲۰۱۱) معتقد است، جوامع کنه‌های اریباتید در مناطقی که حدود ۶۰ متر از هم فاصله داشته باشند، از نظر تنوع با یکدیگر متفاوت خواهند بود که این موضوع می‌تواند متأثر از نوع بافت خاک و پوشش گیاهی باشد. Barbara و Fischer (۲۰۱۳) جوامع کنه‌های اریباتید را در آلپ مرکزی مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که غنای گونه‌ای و تراکم کنه‌ها با افزایش ارتفاع

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تنوع و غنای گونه‌های کهنه‌های اریباتید در شهرستان‌های اهر و کلیبر و تأثیر زمان نمونه‌برداری و نوع بافت خاک بر شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای بود.

### مواد و روش‌ها

جنگل‌های ارسباران با ۱۳۰ هزار هکتار وسعت، که از شهرت جهانی برخوردار است، دارای ۱۰۰۰ گونه گیاهی و ۳۰۰ گونه جانوری است. این منطقه از شمال به رود ارس، از جنوب به ارتفاعات شهرستان‌های تبریز، سراب و به مرز استان اردبیل و آذربایجان شرقی، از غرب به شهرستان‌های جلفا و مرند محدود می‌شود. میانگین بارندگی در جنگل‌های ارسباران حدود ۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. برای جمع‌آوری و شناسایی فون کهنه‌های زیرراسته نهان‌استیگمایان در جنگل‌های ارسباران (استان آذربایجان شرقی) نمونه‌برداری در اردیبهشت و خرداد از خاک جنگل‌های بلوط و داغداغان به ترتیب در شهرستان‌های کلیبر و اهر انجام شد (جدول ۱).

کاهش می‌یابد. مطالعات نشان داده‌اند که تنوع گیاهی و بافت خاک به ترتیب کمترین و بیشترین اثر را روی تراکم کهنه‌های اریباتید می‌گذارند (Eissfeller et al., 2013). Caruso و همکاران (۲۰۱۸) مشخص کردند که ماده آلی خاک مهمترین عامل تعیین‌کننده تغییرات جمعیتی کهنه‌های اریباتید در عرض‌های مختلف جغرافیایی است. Gan و همکاران (۲۰۱۹) بیان کردند که کهنه‌های با اندازه بزرگ‌تر محدودیت پراکندگی بیشتری نسبت به کهنه‌های با جثه کوچک‌تر دارند، همچنین در سایت‌های جوان‌تر (با سن زمین‌شناسی کمتر) غنای گونه‌ای کهنه‌های اریباتید به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر مناطق است.

Rahgozar و همکاران (۲۰۱۹) طی پژوهش روی کهنه‌های اریباتید در استان آذربایجان شرقی نشان دادند، تفاوت در اقلیم مناطق مختلف بر تنوع و غنای گونه‌ای کهنه‌های اریباتید مؤثر است. در پژوهش Datta و Acharya (۲۰۱۹)، حداکثر تجمع کهنه‌های اریباتید در محدوده ارتفاعی ۴۵۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد که شامل مناطقی با آب‌وهوای گرمسیری تا نیمه‌گرمسیری است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری

Table 1. Geographical characteristics of sampling sites

شهرستان	گونه گیاهی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	اقلیم
City	Plant species	Longitude	Latitude	Altitude (m.a.s.l)	Climate
اهر	داغداغان	46° 52'	38° 34'	1340	نیمه‌مرطوب و سرد Semi-humid & Cold
کلیبر	بلوط	47° 22'	38° 56'	1300	نیمه‌مرطوب و سرد Semi-humid & Cold
Kaleibar	<i>Quercus</i> sp.				

### روش نمونه‌برداری

با هدف انتخاب مناطق مناسب برای نمونه‌برداری، اقدام به بررسی میدانی جنگل‌های منطقه مورد مطالعه شد. نمونه‌برداری در ماه‌های اردیبهشت و خرداد از جنگل‌های بلوط و داغداغان به ترتیب در شهرستان‌های کلیبر و اهر انجام شد. نمونه‌برداری در دو قطر مربع و به صورت

ضربدری در هر منطقه انجام و در هر ۲۰ قدم تعداد یک نمونه (با وزن دو کیلوگرم) و در مجموع ۸۰ نمونه (۴۰ نمونه از کلیبر در اردیبهشت و خرداد و ۴۰ نمونه از اهر در اردیبهشت و خرداد) از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک برداشت شدند. نمونه‌های خاک با وزن یکسان و به تفکیک، پس از درج مشخصات نمونه شامل تاریخ و محل

## شاخص‌های تنوع

شاخص تنوع شانون- واینر (Shannon-wiener index):

این شاخص توسط دو محقق به نام‌های شانون و واینر در سال ۱۹۴۹ ارائه شده است. این شاخص، هم تعداد گونه‌ها و هم پراکنش افراد در میان گونه‌ها را مد نظر قرار می‌دهد و حساسیت بیشتری به فراوانی گونه‌های نادر در نمونه یا جامعه دارد.

$$ShannonsH = - \sum_{i=1}^N [p_i * \log]$$

p: نسبت تعداد افراد گونه i ام به تعداد کل افراد یا پوشش کل منطقه

شاخص تنوع سیمسون (Simpson index):

این شاخص به‌عنوان شاخص چیرگی استفاده می‌شود، زیرا حساسیت بیشتری به پوشش گونه‌های عمومی در جامعه دارد (Maguran, 2004). هرچه قدر عدد به‌دست آمده بزرگ‌تر باشد نشان از آن دارد که تنوع زیستی بالا بوده و چیرگی کمتر است.

$$1-D = 1 - \sum (P_i)^2$$

شاخص تنوع سیمسون = (1 - D)

Pi = نسبت افراد گونه i ام در جامعه

شاخص تنوع بریلوئین (Brillouin index):

شاخص بریلوئین مانند شاخص شانون عمل کرده و بیشترین حساسیت را نسبت به فراوانی گونه‌های کمیاب در جامعه دارد.

$$\hat{H} = \frac{1}{N} \log \left( \frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

N = تعداد کل افراد در نمونه برداری

n<sub>1</sub> = تعداد افراد گونه اول در نمونه، n<sub>2</sub> = تعداد افراد گونه

دوم در نمونه تا آخر

نمونه برداری به آزمایشگاه کنه‌شناسی دانشگاه تبریز منتقل شدند. برای جداسازی کنه‌ها از قیف برلیز استفاده شد. محتویات داخل هر نمونه، جداگانه زیر استریومیکروسکوپ به دقت بررسی و کنه‌های زیرراسته نهان‌استیگمایان جدا شدند. برای شفاف‌سازی کنه‌ها از مایع نسبیت (Nessbits fluid) استفاده شد. کنه‌های مورد بررسی با توجه به درجه سخت‌شدگی بدن پس از چند روز شفاف و بعد نسبت به تهیه اسلاید دائمی از آنها اقدام شد. اسلایدهای تهیه‌شده یک هفته در دمای ۴۵-۵۰ درجه سلسیوس در داخل آون نگهداری شدند. در قسمت راست لام برچسب مشخصات جمع‌آوری مربوط به محل و تاریخ جمع‌آوری، نام جمع‌آوری‌کننده و زیستگاه و در قسمت چپ برچسب مشخصات تاکسونومیک که شامل خانواده، جنس، گونه و نام شناسایی‌کننده بود، نصب شد.

## غنای گونه‌ای

روش ریرفکشن (Rarefaction method)

روش ریرفکشن یک روش آماری برای تخمین تعداد گونه‌های مورد انتظار از یک مجموعه افراد انتخاب شده به‌طور تصادفی در یک نمونه است (Schowalter, 1996; Maguran, 2004). برای برآورد غنا با استفاده از این روش از فرمول زیر استفاده شد.

$$E(\hat{S}_n) = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

E (Sn) = تعداد گونه‌های مورد انتظار در نمونه‌ای

تصادفی با n فرد

S = مجموع تعداد گونه‌ها در کل جمع‌آوری

Ni = تعداد افراد در گونه i ام

N = تعداد افراد گزارش شده در مجموعه

## شاخص‌های یکنواختی

این شاخص‌ها براساس میزان فراوانی گونه‌های موجود عمل کرده و ممکن است جامعه‌ای با تعداد ۱۸ گونه و فراوانی‌های خیلی متفاوت از جامعه‌ای با تعداد ۸ گونه و فراوانی‌های نزدیک به هم، دارای میزان کمتری از شاخص یکنواختی باشد.

## شاخص یکنواختی شانن

$$\text{شاخص یکنواختی شانن} = H_s / H_{\max}$$

$$H_s = \text{شاخص شانن}$$

$$H_{\max} = \text{حداکثر میزان شاخص تنوع شانن}$$

شاخص یکنواختی سیمسون

$$E_{\%} = \frac{1/\bar{D}}{S}$$

$$E = \text{یکنواختی شاخص سیمسون و } D^{\wedge} = \text{شاخص}$$

سیمسون.

مقدار این شاخص از صفر تا یک تغییر می‌کند. حداکثر این شاخص زمانی است که فراوانی تمام گونه‌های جمع‌آوری شده یکسان باشد. هر چه فاصله فراوانی گونه‌های جمع‌آوری شده از یکدیگر بیشتر باشد مقدار این شاخص به صفر نزدیک‌تر می‌شود.

شاخص یکنواختی کامارگو ( Camargo evenness index)

این شاخص توسط Camargo معرفی و شاخص جدیدی از یکنواختی است که تحت تأثیر غنای گونه‌ای قرار نمی‌گیرد.

$$E' = 1..0 - \left( \sum_{i=1}^S \sum_{j=i+1}^S \left[ \frac{|p_i - p_j|}{S} \right] \right)$$

$P_i$  = نسبت گونه  $i$  در کل نمونه،  $P_j$  = نسبت گونه  $j$  در

کل نمونه و  $S$  = تعداد کل گونه‌ها در نمونه است.

اندازه‌گیری رطوبت خاک

برای این منظور نمونه‌هایی از خاک نقاط مختلف منطقه

مورد نظر جمع‌آوری و باهم مخلوط شد. سپس مقداری خاک در سیلندر فلزی مخصوص اندازه‌گیری رطوبت ریخته شده و درب آن با استفاده از چسب کاملاً درزگیری شد و بلافاصله به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد. در آزمایشگاه وزن خاک مرطوب اندازه‌گیری و نمونه در آون با درجه حرارت ۱۱۰-۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸-۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس وزن خاک خشک نیز اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت خاک از اختلاف وزن خاک مرطوب و خاک خشک به دست آمد.

## اندازه‌گیری pH

میزان اسیدیته خاک با استفاده از pH متر ( Metrohme model: 691) اندازه‌گیری شد.

## تعیین بافت خاک

برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد، در این روش درصد ذرات خاک (رس، سیلت و شن) براساس سرعت ته‌نشین شدن در یک محلول آبی تعیین و بعد با استفاده از مثلث بافت خاک، بافت خاک در هر منطقه مشخص شد.

## تجزیه آماری

برای محاسبه غنای گونه‌ای، شاخص‌های تنوع و یکنواختی، از تعداد گونه و فراوانی هر یک از گونه‌ها در هر نمونه استفاده شد و این شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار Ecological methodology 3.0 محاسبه شدند. همچنین، برای بررسی و وجود تفاوت بین تیمارهای مورد نظر، از آزمون تی استیودنت در سطح ۵ درصد از نرم‌افزار SPSS 18 استفاده شد.

## نتایج

در مجموع تعداد ۲۹ گونه کنه اریبیتید از مناطق مورد مطالعه به شرح زیر شناسایی شدند.

1956 (**Ceratozetidae**); *Punctoribates angulatus* Bayartogtokh, Grobler and Cobanoglu, 2000 (**Punctoribatidae**); *Galumna* sp., *Pilogalumna* sp. (**Galumnidae**).

کنه‌های اریبیتید جمع‌آوری شده از پراکنش متفاوتی در اردیبهشت و خرداد در مناطق مورد بررسی برخوردار بودند (جدول ۲)

در منطقه اهر بیشترین فراوانی متعلق به کنه *Scheloribates fimbriatus* و کمترین فراوانی متعلق به گونه‌های *Punctoribates angulatus*, *Fosseremus quadripertitus* و *Damaeolus ornatisimus* بود. در منطقه کلیبر نیز بیشترین فراوانی متعلق به گونه *Oribatula tibialis* و کمترین فراوانی مربوط به گونه‌های *setosus*, *Galumna* sp., *Eupelops acromios*, *Xenillus Fosseremus* و *Punctoribates angulatus* به ثبت رسید.

#### شاخص‌های تنوع گونه‌ای

جدول ۳ شاخص‌های تنوع گونه‌ای کنه‌های اریبیتید شناسایی شده را در دو منطقه اهر و کلیبر نشان می‌دهد. طبق این جدول، مقادیر تنوع شانن، سیمسون و بریلوئین در هر دو منطقه، در خرداد بیشتر از اردیبهشت بود و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. همچنین میزان تنوع شانن، سیمسون و بریلوئین در منطقه کلیبر فقط در خرداد از میزان بیشتری در مقایسه با این مقادیر در منطقه اهر برخوردار بوده و اختلاف آماری معنی‌داری ( $P < 0.05$ ) داشتند. البته مقادیر شاخص‌های تنوع اندازه‌گیری شده در اردیبهشت بین مناطق اهر و کلیبر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۳).

*Cosmochthonius lanatus* (Michael, 1885) (**Cosmochthoniidae**); *Sphaerochthonius splendidus*, (Berlese, 1904) (**Sphaerochthoniidae**); *Steganacarus (Tropacarus) carinatus* (Koch, 1841) (**Phthiracaridae**); *Papillacarus pseudoaciculatus* Mahunka, 1980 (**Lohmanniidae**); *Rhysotritia ardua* (Koch, 1841) (**Euphthiracaridae**); *Nothrus biciliatus* C.L. Koch, 1841 (**Nothridae**); *Hermanniella septentrionalis*, Berlese, 1910 (**Hermanniellidae**); *Plesiodamaeus ornatus* Pérez-Íñigo, 1972 (**Gymnodamaeidae**); *Belba* sp. (**Damaeidae**); *Xenillus setosus* Grobler, Ozman & Cobanoglu, 2003 (**Xenillidae**); *Fosseremus quadripertitus* Grandjean, 1965 (**Damaeolidae**); *Rhinoppia obsoleta*, (Paoli, 1908), *Ramusella (Ramusella) puertomonttensis* Hammer, 1962, *Ramusella (R.) sengbuschi* tokyoensis, *Ramusella (R.) sengbuschi* Str., *Graptoppia (G.) sundensis acuta* Ayyildiz, 1989, *Rectoppia* sp. (**Oppiidae**); *Suctobeleva* sp. (**Suctobelbidae**); *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus* Murvanidze & Weigmann, 2007 (**Carabodidae**); *Tectocephus velaus* (Michael, 1880) (**Tectocephidae**); *Eupelops acromios* (Haman, 1804) (**Phenopelopidae**); *Berlesezetes aegypticus* Balogh & Mahunka, 1981 (**Microzetidae**); *Oribatula (O.) tibialis allifera* Subías, 2000 (**Oribatulidae**); *Protoribates (P.) paracapucinus* (Mahunka, 1988) (**Protoribatidae**); *Scheloribates fimbriatus* Thor, 1930 (**Scheloribatidae**); *Ceratozetes conjunctus* Mihelčič,

جدول ۲- کنه‌های اریبیتید جمع‌آوری شده از مناطق مورد مطالعه و پراکنش آنها

Table 2. Collected Oribatid mites from study areas and its distribution

گونه کنه اریبیتید Oribatid species	منطقه Location			
	کلیبر Kaleibar		اهر Ahar	
	خرداد June	اردیبهشت May	خرداد June	اردیبهشت May
<i>Sphaerochthonius splendidus</i>	*	*	*	
<i>Steganacarus carinatus</i>	*	*	*	
<i>Oribatula tibialis</i>	*			
<i>Scheloribates fimbriatus</i>	*	*	*	
<i>Hermanniella septentrionalis</i>	*	*		*
<i>Tectocepheus velatus</i>	*	*	*	*
<i>Acrotritia ardua</i>	*		*	*
<i>Xenillus setosus</i>	*			
<i>Ramusella sengbuschi</i> Str.	*	*	*	
<i>Ramusella sengbuschi tokyoensis</i>	*			*
<i>Rectoppia</i> sp.		*		*
<i>Ramusella puertomontensis</i>	*	*		
<i>Rhinoppia obsoleta</i>	*			*
<i>Protoribates paracapucinus</i>	*	*	*	
<i>Eupelops acromios</i>	*		*	
<i>Galumna</i> sp.	*			
<i>Punctoribates angulatus</i>	*		*	
<i>Fosseremus quadripertitus</i>		*		*
<i>Damaeolus ornatissimus</i>	*		*	
<i>Austrocarabodes foliaceisetus</i>	*		*	*
<i>Belba</i> sp.	*			*
<i>Ceratozetes</i> sp.	*	*	*	
<i>Suctobelbella</i> sp.		*		
<i>Cosmochthonius lanatus</i>	*	*		
<i>Nothrus biciliatus</i>				
<i>Graptoppia sundensis</i>				*
<i>Pilogalumna</i> sp.			*	*
<i>Berlesezetes aegypticus</i>				
<i>Papillacarus pseudoaciculatus</i>			*	

جدول ۳- شاخص‌های تنوع گونه‌ای کنه‌های اریباتید در مناطق مورد مطالعه

Table 3. Species diversity indices of Oribatid mites from study areas

منطقه Location	شاخص‌های تنوع گونه‌ای Species diversity indices					
	خرداد June			اردیبهشت May		
	سیمسون Simpson	شانن Shannon	بریلوین Brillouin	سیمسون Simpson	شانن Shannon	بریلوین Brillouin
کلیبر Kaleibar	0.89*	3.94*	3.39*	0.65 <sup>ns</sup>	3.14 <sup>ns</sup>	2.95 <sup>ns</sup>
اهر Ahar	0.74 <sup>ns</sup>	3.42 <sup>ns</sup>	3.16 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	2.68 <sup>ns</sup>	2.38 <sup>ns</sup>

(\*: معنی‌دار در سطح پنج درصد - Significant at 5% و  
 (ns: عدم معنی‌داری در سطح پنج درصد - Non significant at 5%)

در منطقه اهر در خرداد و اردیبهشت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین، شاخص‌های یکنواختی محاسبه شده تنها در خرداد بین مناطق اهر و کلیبر از اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر برخوردار بودند ( $P < 0.05$ )، به طوری که مقادیر این شاخص‌ها در منطقه کلیبر بالاتر از منطقه اهر بود (جدول ۴).

شاخص‌های یکنواختی شاخص‌های یکنواختی سیمسون، شانن و کامارگو در مورد کنه‌های اریباتید شناسایی شده اندازه‌گیری و نتایج در جدول ۴ ارائه شده است. میزان شاخص‌های یکنواختی در منطقه کلیبر در خرداد مقادیر بیشتری در مقایسه با اردیبهشت داشتند. در حالی که مقادیر شاخص‌های یکنواختی

جدول ۴- شاخص‌های تنوع گونه‌ای کنه‌های اریباتید در مناطق مورد مطالعه

Table 4. Species evenness indices of Oribatid mites from study areas

منطقه Location	شاخص‌های یکنواختی گونه‌ای Species evenness indices					
	خرداد June			اردیبهشت May		
	سیمسون Simpson	شانن Shannon	کامارگو Camargo	سیمسون Simpson	شانن Shannon	کامارگو Camargo
کلیبر Kaleibar	0.56*	0.81*	0.59*	0.44 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>
اهر Ahar	0.41 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.71 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>

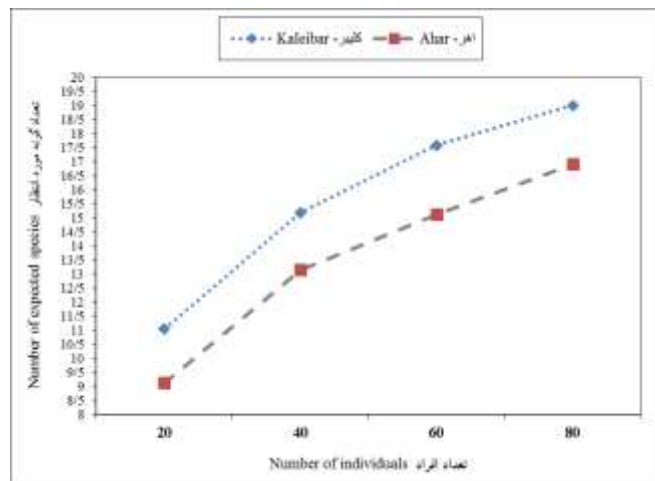
(\*: معنی‌دار در سطح پنج درصد - Significant at 5% و  
 (ns: عدم معنی‌داری در سطح پنج درصد - Non significant at 5%)



## غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید

شکل ۱ غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در دو شهرستان اهر و کلیبر را نشان می‌دهد. در مقایسه بین غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در مناطق مورد بررسی به روش ریرفکشن، منحنی رابطه بین تعداد در هر نمونه برداری و تعداد گونه‌های مورد انتظار به صورت خطی افزایش و مشاهده شد که پس از تعداد ۸۰ فرد در هر نمونه برداری به صورت افقی درمی‌آید. در این حالت تعداد گونه مورد انتظار در منطقه اهر ۱۶/۹ گونه (۱۶ تا ۱۷

گونه) و در منطقه کلیبر ۱۹/۱ گونه (۱۹ تا ۲۰ گونه)، برآورد و اختلاف معنی‌داری بین غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در مناطق مورد مطالعه مشاهده شد. بیشترین میزان غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در کلیبر ثبت شد. برای نمونه، اگر تعداد ۴۰ عدد کنه اریباتید به طور تصادفی از این منطقه انتخاب شوند به احتمال ۹۵ درصد متعلق به حداقل ۱۵ و حداکثر ۱۶ گونه است. درحالی‌که این میزان در اهر متعلق به حداقل ۱۲ و حداکثر ۱۳ گونه خواهد بود.



شکل ۱- غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در دو منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Species richness of Oribatid mites in two studied areas

## نتایج آنالیز نمونه‌های خاک

در دو منطقه اهر و کلیبر پوشش گیاهی غالب منطقه به ترتیب مربوط به گونه‌های داغداغان *Celtis sp.* و *Quercus sp.* بود. با توجه به پوشش متفاوت گیاهی این مناطق انتظار می‌رفت تا بافت خاک مناطق نیز با یکدیگر متفاوت باشد. نتایج مربوط به آنالیز بافت خاک، همچنین

## pH خاک در جدول ۵ ارائه شده است.

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، بافت خاک در منطقه اهر از مقادیر بالای درصد شن برخوردار بوده و دارای pH بالاتری است. درحالی‌که بافت خاک موجود در کلیبر میزان رس بیشتری داشته و pH کمتری در مقایسه با خاک اهر دارد.

جدول ۵- نتایج تجزیه خاک دو منطقه مورد مطالعه

Table 5. Results of soil analysis in two studied areas

pH	درصد ذرات خاک			بافت خاک Soil texture	درصد رطوبت		مناطق مورد مطالعه Location
	Soil Particles (%)				Humidity (%)		
	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay		تاریخ نمونه برداری Sampling date		
					خرداد June	اردیبهشت May	
6.8	8	60	32	Silty loam	11.4	12.2	کلیبر - Kaleibar
7.7	69	18	13	Sandy loam	8.5	9.1	اهر - Ahar

## بحث

تنها دو گونه *Hermanniella septentrionalis* و

*Acrotititia ardua ardua* فراوانی چشمگیری داشتند.

بررسی‌ها نشان داده‌اند که پوشش گیاهی منطقه، جوامع اریباتید را به شکل غیرمستقیم تا حدودی تحت تأثیر قرار می‌دهد. تراکم کنه‌های اریباتید در حضور درختان راش و بلوط در مقایسه با سایر درختان جنگلی بیشتر بوده که نشان از فعالیت کنه‌های اریباتید در حضور بسترهایی با لایه‌های سرشار از مواد آلی دارد. حجم بالای لاش‌برگ، همچنین مواد آلی روی تراکم کنه‌های اریباتید تأثیرگذارند (Gao et al., 2016) که در تحقیق پیش‌رو نیز با توجه به تراکم و تنوع بالاتر کنه‌های اریباتید در منطقه کلیبر (با پوشش گیاهی بلوط)، مؤید تأثیر پوشش گیاهی بر جمعیت این دسته از کنه‌ها بود. Verena و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که جنگل‌هایی که دارای لایه‌های ضخیم هوموس هستند، تراکم بالایی از کنه‌های اریباتید را در خود جای داده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به بالا بودن میزان لاش‌برگ و لایه هوموس در جنگل‌های بلوط در کلیبر نسبت به جنگل‌های داغداغان در اهر، تنوع و غنای گونه‌های کنه‌های اریباتید در منطقه کلیبر بیشتر از تنوع و غنای کنه‌های اریباتید در منطقه اهر است.

دو عامل رطوبت و خشک‌سالی در شکل‌دهی جوامع اریباتیدها در بسترهای جنگلی تأثیرگذارند. خشک‌سالی تابستانی تنها می‌تواند ترکیب اریباتید را در سال بعد به طور کامل کاهش دهد (Taylor & Wolters, 2005). با توجه به تغییرات جهانی آب‌وهوا و احتمالاً خشک‌سالی‌های تابستان،

نتایج حاصل نشان داد، فون کنه‌های اریباتید در مناطق مورد مطالعه متفاوت است که دلایل این موضوع را می‌توان به دلیل شرایط مختلف اکولوژیکی (پوشش گیاهی و بافت خاک) منطقه‌های مورد مطالعه دانست. در این بررسی گونه‌های کنه‌های اریباتید رایج مانند *Sphaerochthonius Scheloribates Steganacarus carinatus splendidus Ramusella* و *Tectocephus velatus fimbriatus sengbuschi* با فراوانی تقریباً بالا در مناطق مورد بررسی یافت شدند که احتمال می‌رود به دلیل توانایی این گونه‌ها در سازگاری با شرایط مختلف آب‌وهوایی و زیستگاه باشد (Anderson, 1977). بیشتر گونه‌های اریباتید دارای ترجیح زیستگاهی هستند. اکثریت قریب به اتفاق در زیستگاه‌های زمینی، مانند بسترهای گیاهی، خاک، خاک معلق، خزها و گل‌سنگ‌ها زندگی می‌کنند. آنها به‌ویژه گونه‌های غنی و بسیار زیاد در زیستگاه‌های مرطوب مانند خاک‌های جنگلی و سرزمین‌های طبیعی هستند. چرخه زندگی اریباتید بیشتر با رشد آهسته، ظرفیت تولیدمثل پایین و طول عمر طولانی در کنه‌های بالغ مشخص می‌شود. هماهنگ‌سازی دوره زندگی با چرخه آب‌وهوایی از ویژگی‌های این دسته از کنه‌هاست و حداقل در مناطق معتدل، چرخه زندگی طولانی‌تر از سایر مناطق خواهد بود (Schatz & Behan-Pelletier, 2008). از تعداد ۳۰ گونه کنه اریباتید جمع‌آوری شده از دو منطقه جنگلی کلیبر و اهر

اریبیتید را تحت تأثیر قرار می‌دهد، pH خاک است. مطالعاتی در مورد فعالیت گونه‌های مختلفی از کنه‌های اریبیتید در خاک‌هایی با pH متفاوت در شرایط آزمایشگاهی انجام و مشخص شده است که واکنش گونه‌ها نسبت به pH می‌تواند با تغییر عوامل محیطی تغییر یابد (Straalen, 1998).

اسیدیته خاک با تعداد، تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌ها ارتباط منفی دارد و با افزایش pH تعداد، تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌ها کاهش می‌یابد. خاک‌های قلیایی شرایط مناسبی را برای فعالیت این کنه‌ها فراهم نمی‌کنند. ولی خاک‌های اسیدی مکان مناسبی برای تکامل بی‌مهرگان قارچ‌خوار از جمله کنه‌های اریبیتید و پادمان هستند. محققان مختلفی ارتباط منفی بین pH خاک و تراکم کنه‌های اریبیتید را تأیید می‌کنند (Kaneko & Kofuji, 2004; Huhta & Raty, 2000). البته جمعیت کنه‌ها در خاک‌های خیلی اسیدی که از نظر مواد غذایی نامناسب هستند، کاهش می‌یابد (Straalen, 1998). اسیدیته خاک با تعداد، تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌ها ارتباط منفی دارد و با افزایش pH خاک تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌های اریبیتید کاهش می‌یابد (Hashemi Khabir *et al.*, 2015).

Maraun و Scheu (۲۰۰۰) نیز نشان دادند، تعداد کنه‌های اریبیتید در خاک اسیدی نسبت به محیط‌های قلیایی بیشتر است. بالا بودن pH خاک در منطقه اهر (جنگل‌های داغداغان) می‌تواند یکی از مهمترین فاکتورهایی باشد که منجر به کاهش تعداد، تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌ها در این منطقه شد. مطالعات نشان داده است، کنه‌های اریبیتید در pH بین ۶ تا ۷ بالاترین و در محدوده pH ۵ تا ۶، همچنین ۸ تا ۹ کمترین تراکم را دارند (Ivan & Vasiliu, 2009) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Erdmann و همکاران (۲۰۱۲) نیز همبستگی منفی میزان pH خاک و تعداد کنه‌ها را تأیید کردند. در مطالعه Rojas و همکاران (۲۰۰۹) در مکزیک مشخص شد، تنوع کنه‌های اریبیتید در مناطقی که pH خاک آنها نزدیک به خنثی (۶/۶) بود بالاتر از سایر مناطق با اسیدیته متفاوت بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کنه‌های اریبیتید با خرد کردن و تجزیه مواد آلی بر ساختار خاک تأثیر زیادی می‌گذارند (Behan-Pelletier, 1999). گونه‌های کنه اریبیتید بیشتر از

جوامع اریبیتید در کف جنگل بی‌شک تحت تأثیر این تغییرات آب‌وهوایی قرار خواهند گرفت (Gao *et al.*, 2016). محیط‌های مختلف در کف جنگل، مانند بستر، چوب‌های مرده، گل‌سنگ‌ها و غیره کیفیت زیستگاه را برای کنه‌های اریبیتید تغییر می‌دهند. میزان رطوبت بالای خاک نیز تأثیر مستقیم بر فراوانی و تنوع کنه‌های اریبیتید داشته و این موضوع در آنالیز خاک منطقه کلیبر که دارای درصد رطوبت بالاتری بود، منجر به افزایش تعداد و تراکم کنه‌های اریبیتید در این منطقه شد. بستر گیاهی در کف جنگل نیز می‌تواند فراوانی، غنای گونه‌ها و ترکیب کنه‌های اریبیتید را از طریق تأثیر بر مقدار رطوبت تغییر دهد. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که رطوبت زیستگاه عامل اصلی زیست‌محیطی است که می‌تواند توزیع اریبیتیدها را در سطح خاک تعیین کند (Gan *et al.*, 2019).

بافت خاک یکی از عواملی است که پراکنش کنه‌های اریبیتید را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Eissfeller *et al.*, 2013). Donghui و همکاران (۲۰۰۶) نیز اندازه ذرات خاک را یک عامل کلیدی در تفسیر تراکم و پراکنش گونه‌ای کنه‌های خاک دانستند. دانه‌های شن معمولاً بزرگ‌تر از سایر ذرات موجود در خاک هستند، چنین خاکی آب را به راحتی عبور می‌دهد و در نتیجه رطوبت در این نوع خاک پایین است. همچنین، این احتمال وجود دارد که اندازه ذرات به‌طور مستقیم در کاهش جمعیت اریبیتیدها در این مناطق مؤثر باشد، زیرا ذرات بزرگ‌تر، کنه‌های خاک را قادر می‌سازند تا به راحتی به لایه‌های پایین‌تر خاک حرکت کنند (Donghui *et al.*, 2006). براساس نتایج به‌دست‌آمده تنوع گونه‌ای کنه‌های اریبیتید در منطقه جنگلی کلیبر در اردیبهشت و خرداد، بیشتر از تنوع گونه‌ای کنه‌های اریبیتید منطقه اهر در همین دو ماه است. وجود خلل و فرج بزرگ‌تر در بافت خاک منطقه اهر (جنگل‌های داغداغان) به دلیل بالا بودن درصد شن، باعث کاهش تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌ها شده است. Ducarme و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که خلل و فرج متوسط و ریز، پراکنش و خلل و فرج بزرگ بافت خاک، غنای گونه‌ای کنه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

یکی دیگر از عواملی که تعداد و ساختار جمعیتی کنه‌های

- new records for the fauna of Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9: 77-86.
- Anderson, J.M., 1977. The organization of soil animal communities. *Ecological Bulletin*, 25: 15-23.
- Barbara, M. and Fischer, H., 2013. Biodiversity of oribatid mites (Acari: Oribatida) along an altitudinal gradient in the Central Alps. *Zootaxa*, 3(4): 429-454.
- Bedano, J.C., Cantu, M.P. and Doucet, M.E., 2006. Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil. *Applied Soil Ecology*, 3: 293-304.
- Behan-Pelletier, V.M., 1999. Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74(1): 411-423.
- Caruso, T., Diega, R.N. and Bernini, F., 2005. The effects of spatial scale on the assessment of soil fauna diversity: data from the oribatid mite community of the Pelagian Islands (Sicilian channel, southern Mediterranean). *Acta Oecologica*, 28(1): 23-31.
- Caruso, T., Schaefer, I., Monson, F. and Keith, A.M., 2018. Oribatid mites show how climate and latitudinal gradients in organic matter can drive large-scale biodiversity patterns of soil communities. *Journal of Biogeography*, 4: 345-356.
- Donghui, W., Bai, Z., Zhaoyi, B. and Peng, C., 2006. The community characteristics of soil mites under different land uses in Changchun metropolitan area. *Acta Ecologica Sinica*, 26: 16-25.
- Ducarme, X., André, H.M., Wauthy, G. and Lebrun, P., 2004. Are there real endogenic species in temperate forest mites? *Pedobiologia*, 48: 139-147.
- Eissfeller, V., Langenbruch, C., Jacob, A., Maraun, M. and Scheu, S., 2013. Tree identity surpasses tree diversity in affecting the community structure of oribatid mites (Oribatida) of deciduous temperate forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 63: 154-162.
- Erdmann, G., Scheu, S. and Maraun, M., 2012. Regional factors rather than forest type drive the community structure of soil living oribatid mites (Acari, Oribatida). *Applied Acarology*, 57: 157-169.
- Gan, H., Zak, D.R. and Hunter, M.D., 2019. Scale dependency of dispersal limitation, environmental filtering and biotic interactions determine the diversity and composition of oribatid mite communities. *Pedobiologia*, 74: 43-53.
- Gao, M., Liu, D., Lin, L. and Wu, D., 2016. The small-scale structure of a soil mite metacommunity. *European Journal of Soil Biology*, 74: 69-75.
- Gergócs, V. and Hufnagel, L., 2009. Application of oribatid mites as indicators. *Journal of Applied Ecology and Environmental Research*, 7: 79-98.
- Gheblealivand, S. and Haddad, K., 2014. Introducing some of Arasbaran region's oribatid mites (Acari: Oribatida), with new records for Iran's and East

میکروارگانسیم‌های خاک و گیاهان پوسیده تغذیه می‌کنند و برای تجزیه مواد آلی و تشکیل خاک نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Jordan *et al.*, 2011).

هرچه دخالت انسان در اراضی جنگلی بیشتر باشد، به همان نسبت سلامت خاک نیز به خطر می‌افتد. به طوری که ورود آلاینده‌ها و فلزات سنگین به خاک باعث افت کیفیت کمی و کیفی خاک می‌شود و سلامت خاک ارتباط مستقیمی با کم شدن تنوع گونه‌ای کنه‌های اریباتید دارد (Bedano *et al.*, 2006) و هرچه تنوع و غنای کنه‌های اریباتید بیشتر باشد، خاک از سلامت مناسبی برخوردار است. زیرا براساس تنوع گونه‌ای، تراکم بالای جمعیت و حساسیت کنه‌های اریباتید به تغییرات محیطی، این کنه‌ها شاخص‌های بسیار مهمی برای ارزیابی سلامت خاک محسوب می‌شوند (Ramezani & Mossadegh, 2014).

#### نتیجه‌گیری کلی

نتایج بررسی‌های انجام‌شده نشان داد، با توجه به بالا بودن درصد شن در خاک منطقه اهر (جنگل‌های داغداغان) تنوع و غنای گونه‌ای در این منطقه نسبت به منطقه کلیبر (جنگل‌های بلوط) پایین است. بافت خاک در کلیبر می‌تواند دلیلی برای بالا بودن رطوبت خاک در این منطقه و به دنبال آن افزایش تعداد و تنوع گونه‌ای کنه‌ها باشد. یکی دیگر از دلایل بالا بودن تنوع و غنای گونه‌ای کنه‌های اریباتید در منطقه کلیبر (جنگل‌های بلوط)، اسیدی بودن خاک منطقه است.

#### منابع مورد استفاده

- Acharya, S. and Basu, P., 2014. Diversity and richness of soil oribatid mites (Arthropoda, Arachnida, Acarina) in grape orchards, Nashik, Maharashtra. *International Journal of Research Studies in Biosciences*, 2(7): 23-27.
- Acharya, S. and Datta, T.K., 2019. Diversity of soil cryptostigmatid mites (Acari: Oribatida) of Himachal Pradesh, India, from an altitudinal perspective. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 12(3): 357-362.
- Akrami, M.A., 2007. Introduction of twelve species of Oribatid mites (Acari: Oribatida: Brachyplina),

- Biochemistry, 43: 877-882.
- Minor, M.A. 2011., Spatial patterns and local diversity in soil oribatid mites (Acari: Oribatida) in three pine plantation forest. *European Journal of Soil Biology*, 47(2): 122-128.
- Noti, M.I., André, H.M., Ducarme, X. and Lebrun, P., 2003. Diversity of soil oribatid mites (Acari: Oribatida) from Katanga: multiscale and multifactor approach. *Biodiversity and Conservation*, 12(4): 767-785.
- Rahgozar, M., Irani-Nejad, K. H., Zargaran, M.R. and Saboori, A., 2019. Biodiversity and species richness of oribatid mites (Acari: Oribatida) in orchards of East Azerbaijan province, Iran. *Persian Journal of Acarology*, 8(2): 147-159.
- Ramezani, L. and Mossadegh, M.S., 2014. Biodiversity of oribatid mites in two different microhabitats of Khuzestan province (Southwestern, Iran). *Journal of Crop Protection*, 3: 443-448.
- Rojas, A.B., Castaño-Meneses, G., Palacios-Vargas, J.G. and García-Calderón, N.E., 2009. Oribatid mites and springtails from a coffee plantation in Sierra Sur, Oaxaca, Mexico. *Brasília*, 44(8): 988-995.
- Schatz, H. and Behan-Pelletier, V., 2008. Global diversity of oribatids (Acari: Oribatida) in freshwater. *Animal Diversity*, 3: 323-328.
- Schneider, K., Renker, K., Scheu, S. and Marun, M., 2015. Feeding biology of Oribatid mites: mini review. *Phytophaga*, 14: 247-256.
- Schowalter, T., 1996. *Insect ecology*. Oregon University Press, 479 p.
- Straalen, N.M., 1998. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9: 429-437.
- Sylvia, S., Stephan, K. and Günther, K., 2020. Revisiting the Evolution of Arboreal Life in Oribatid Mites. *Diversity*, 4:121-132.
- Taylor, R. and Wolters, V., 2005. Responses of oribatid mite communities to summer drought: The influence of litter type and quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(11): 2117-2130.
- Verena, E. and Christina, L., 2010. Tree identity surpasses tree diversity in affecting the community structure of oribatid mites (Oribatida) of deciduous temperate forests. *Soil Biology and Biochemistry*, 15: 203-193.
- Zaitsev, A.S., Chauvat, M., Plug, A. and Wolters, V., 2009. Oribatid diversity and community dynamics in spruce chronosequence. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(12): 1919-1927.
- Zoe, L. and Neville, N., 2009. Spatial and environmental factors contributing to patterns in arboreal and terrestrial oribatid mite diversity across spatial scales. *Oecologia*, 160: 817-825.
- Azerbaijan Province fauna. *Persian Journal of Acarology*, 3(3): 241-247.
- Hajzadeh, J., Ramzi, S. and Daghighi, E., 2020. Introduction and identification key of oribatid mites (Acari: Oribatida) related to tea plant in Iran. *Plant Pest Research*, 9(4): 39-55.
- Hashemi Khabir, Z., Haddad Irani-Nejad, K., Khanjani, M. and Moghaddam, M., 2015. Community structure of oribatid mites (Acari: Oribatida) in rangelands of West Azerbaijan Province, Iran. *Persian Journal of Acarology*, 41(4): 344-355.
- Huhta, V. and Rätty, M., 2004. Diversity of the oribatid mite fauna (Acari: Oribatida) in two dry meadows in Styria (Austria). *Soil Organism*, 82: 117-124.
- Iranipoor, A. and Akrami, M.A., 2016. Oribatid mites (Acari: Oribatida) from the biosphere reserve Dasht-e Arjan and Parishan, and Chehel Cheshmeh region (Fars Province), Iran. *Journal of Acarology*, 5(3): 189-205.
- Ivan, O. and Vasiliu, N.A., 2009. Oribatid mites (Acari, Oribatida) bioindicators of forest soils pollution with heavy metals and fluorine. *Annals of Forest Research*, 52(1): 11-18.
- Jordan L., Burke, C. and Joseph, R., 2011. Invasion by Exotic Earthworms Alters Biodiversity and Communities of Litter- and Soil-dwelling Oribatid Mites. *Diversity*, 3: 155-175.
- Kaneko, N. and Kofuji, R., 2000. Effects of soil pH gradient caused by stemflow acidification on soil microarthropod community structure in a Japanese red cedar plantation: evaluation of ecological risk decomposition. *Journal of Forest Research*, 5: 157-162.
- Lindo, Z. and Winchester, N.N., 2009. Spatial and environmental factors contributing to patterns in arboreal and terrestrial oribatid mite diversity across spatial scales. *Oecologia*, 160(4): 817-825.
- Lotfollahi, P. and Haddad, K., 2010. Thirty-seven species of oribatid mites (Acari: Sarcotiformes: Oribatida) from East Azerbaijan province of Iran with new five genera and six species for Iran fauna. *Munis Entomology and Zoology*, 5: 845-858.
- Lotfollahi, P., Movahedzadeh, E. and Azimi, S., 2020. Evaluating the diversity of Oribatida mites affected several cropping systems and soil types. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 30(3): 203-215.
- Maguran A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing. Oxford, UK, 144p.
- Maraun, M. and Scheu, S., 2000. The structure of oribatid mite communities (Acari, Oribatida): patterns, mechanisms and implications for future research. *Ecography*, 23: 374-382.
- Maraun, M., Erdmann, G., Fischer, B., Pollierer, M., Norton, R., Schneider, K. and Scheu, S., 2011. Stable isotopes revisited: Their use and limits for oribatid mite trophic ecology. *Soil Biology and*

## Survey of species diversity and abundance of Oribatid mites (Acari: Oribatida) in Arasbaran forests

P. Medi Saadabadi<sup>1</sup>, M. R. Zargaran<sup>2\*</sup>, S. Y. Salehi-Lisar<sup>3</sup> and Z. Hashemi Khabir<sup>4</sup>

1- MSc. of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran.

2\* - Corresponding author, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran.  
E-mail: m.zargaran@urmia.ac.ir

3- Associate Prof., Department of Plant, Cell and Molecular Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

4- Researcher, West-Azərbayjan Agricultural and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran

Received: 26.12.2022

Accepted: 01.05.2023

### Abstract

This research was conducted in 2020 in order to investigating the species diversity and abundance of oribatid mites in the oak and hornbeam forests of Arasbaran (Ahar and Kaleibar) in East Azerbaijan Province. Soil sampling was carried out in May and June. Oribatid mites present in soil samples were separated using Berlese funnels and clarified in relative solution, followed by preparation of microscope slides. After identification, counting, diversity and evenness indices (Shannon and Simpson), as well as species richness were calculated using Ecological Methodology 6.0 software. In general, 29 species of Oribatid mites from 27 genera and 23 families were identified in this study: *Cosmochthonius lanatus* Michael, *Sphaerochthonius splendidus* Berlese, *Steganacarus (Tropacarus) carinatus* Koch, *Papillacarus pseudoaciculatus* Mahunka, *Rhysotritia ardua* Koch, *Nothrus biciliatus* Koch, *Hermanniella septentrionalis* Berlese, *Plesiodamaeus ornatus* Pérez-Íñigo, *Belba* sp., *Xenillus setosus* Grobler, Ozman & Cobanoglu, *Fosseremus quadripertitus* Grandjean, *Rhinoppia obsoleta* Paoli, *Ramusella (Ramusella) puertomontensis* Hammer, *Ramusella (R.) sengbuschi* Tokyoensis, *Ramusella (R.) sengbuschi* Str., *Graptoppia (G.) sundensis acuta* Ayyildiz, *Rectoppia* sp., *Suctobeleva* sp., *Austrocarabodes (Austrocarabodes) foliaceisetus* Murvanidze & Weigmann, *Tectocephus velaus* Michael, *Eupelops acromios* Haman, *Berlesezetes aegypticus* Balogh & Mahunka, *Oribatula (O.) tibialis allifera* Subías, *Protoribates (P.) paracapucinus* Mahunka, *Schelorbates fimbriatus* Thor., *Ceratozetes conjunctus* Mihelčič, *Punctoribates angulatus* Bayartogtokh, Grobler & Cobanoglu, *Galumna* sp., *Pilogalumna* sp. The highest abundance of mites in Ahar and Kaleibar belonged to *Schelorbates fimbriatus* and *Oribatula tibialis*, respectively. The calculated species diversity indices in the Kaleibar region during June were higher than those in May. The diversity and species richness of oribatid mites were higher in Kaleibar with oak vegetation, which could be due to the higher humidity and acidity of the soil compared to Ahar.

**Keywords:** Diversity, Oribatid mites, Forests, Arasbaran, Soil.