تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۸ (ص۱۰۹-۹۹) DOI: 10.22059/ijswr.2018.250107.667833

# The Effect of Different Land Uses on Soil Micro-arthropods and Soil Properties (Case Study: Cheharmaleh and Tolomeh Region, Ilam Province)

**MASOUD BAZGIR[1*], MAJID MIRAB-BALOU[2]**

1. Assistant Professor, Department of Water Resources, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
2. Assistant Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

(Received: Jan. 21, 2018- Revised: June. 12, 2018- Accepted: June. 19, 2018)

## ABSTRACT

Soil mesofauna have important role in different ecosystems by organic matter breakdown and improvement nutrient cycling. Different types of land uses through variations in inputs of organic matter contents affect soil mesofauna communities and their habitation. The aim of this project was to study the effect of three kinds of land uses including forest (oak trees), agriculture (wheat) and pasture (different pasture species) on population and diversity of the soil mesofauna and on physical and chemical properties of the soil in Cheharmaleh and Tolomeh region in Ilam province. According to the results, the kind of land uses have a significant effect ($\alpha = 0.01$) on all soil chemical and physical properties, indicating the importance of different land uses on soil characteristics in the study area. The soil depth for the top (0-10 cm) and sub (10-30 cm) layers also showed a significant effect ($\alpha = 0.01$ and 0.05) on most of the soil properties. For example, the soil depth had no significant effect on lime content (TNV) from chemical properties and SP or silt percentage from physical properties. Interaction of the soil depth and the land use had significant effect on pH and EC at 1% level and on P and K at 5% level. In contrast, this interaction had significant effect on some physical characteristics such as porosity and clay percentage at 1% level and on SP, FC, BD and the sand percentage at 5% level. With respect to arthropods in the soil mesofauna, 24 species and 15 different families from insects, mites and pseudo scorpions were identified and collected. There was a significant effect on the insects and mites of the soil mesofauna affected by the land use and soil depth factors. In addition, there was a significant effect on all arthropods orders by different land use and soil depth, with the exception of beetles order. Based on the soil mesofauna communities, the most density of the insects found in the top layer of the forest soil and the least one in the sublayer of the range soil. The most density of mites was found in the top layer of the forest soil and the least one in the sublayer of the agricultural soil. The most density of mites and collembolan communities were found in the top and sub layers of the forest soil.

**Keywords**: Acari, Collembola, Ilam, Land use, Soil mesofauna

* Corresponding author's E-mail: m.bazgir@ilam.ac.ir

# اثر نوع کاربری اراضی بر بندپایان مزوفون و برخی ویژگی‌های خاک (مطالعه موردی: منطقه چهارمله و تولومه استان ایلام)

**مسعود بازگیر[1*] و مجید میراب بالو[2]**

۱. استادیار گروه مهندسی علوم آب و خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲. استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

(تاریخ دریافت: ۱/ ۱۳۹۶/۱۱- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۳/۲۲- تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۳/۲۹)

## چکیده

جانوران مزوفون خاک در اکوسیستم‌های گوناگون با خُرد کردن مواد آلی در چرخه عناصر غذایی نقش دارند. کاربری‌های گوناگون با دگرگونی در مقدار ورودی مواد آلی به خاک و تأثیرگذاری بر زیستگاه آنها در خاک بر جمعیت مزوفون خاک تأثیر می‌گذارند. هدف از انجام این پژوهش، مطالعه تأثیر سه کاربری جنگل (درختان بلوط)، کشاورزی (گندم) و مرتع (با گونه‌های گیاهی گوناگون) بر فراوانی و گوناگونی مزوفون خاک و همچنین بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در منطقه چهارمله و تولومه در استان ایلام بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش، پیامد شیوه کاربری زمین بر تمامی ویژگی-های فیزیکی و شیمیایی خاک در سطح یک درصد معنی‌دار گردید که بیانگر اهمیت کاربری‌های گوناگون بر ویژگی‌های خاک در زمین‌های بررسی شده می‌باشد. عمق خاک نیز برای دو لایه رویین (۰-۱۰ سانتی‌متری) و زیرین (۱۰-۳۰ سانتی‌متری) بر اغلب ویژگی‌های خاک معنی‌دار بود. برای مثال، ژرفای خاک بر میزان آهک (TNV) و رطوبت اشباع (SP) و درصد سیلت پیامد معنی‌دار نداشت. برهمکنش شیوه کاربری و ژرفای خاک برای برخی از ویژگی‌های شیمیایی نظیرpH و EC در سطح ۱ درصد معنی‌دار و برای P و K در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. در برابر آن پیامد برهم‌کنش تیمارها بر ویژگی‌های فیزیکی به ترتیب برای تخلخل (n) و رس در سطح ۱ درصد معنی‌دار و برای رطوبت اشباع (SP)، ظرفیت زراعی (FC)، چگالی ظاهری (BD) و درصد شن در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. در بررسی بندپایان مزوفون خاک، ۲۴ گونه و ۱۵ خانواده‌ی گوناگون از حشرات، کنه‌ها و شبه‌عقرب‌های خاک گردآوری و شناسایی شد. نتایج مربوط به حشرات و کنه‌های مزوفون خاک نشان داد که پیامد کاربری زمین و لایه‌های خاک بر حشرات و کنه‌ها معنی‌دار می-باشد. همچنین نتایج نشان داد نوع کاربری و عمق خاک به ترتیب بر همه راسته‌های گوناگون بندپایان و راسته‌های بندپایان به جزء راسته سخت‌بالپوشان معنی‌دار بوده است. یافته‌های بررسی فراوانی مزوفون خاک در سه شیوه کاربری نشان‌دهنده آن است که بیشترین فراوانی حشرات در لایه رویین خاک جنگل و کمترین فراوانی حشرات در لایه زیرین خاک چراگاه می‌باشد. بیشترین فراوانی کنه‌ها در لایه رویین خاک جنگل و کمترین فراوانی کنه‌ها در لایه زیرین خاک کشاورزی می‌باشد. با نگاه به فراوانی بالای پادمان و کنه‌های خاکزی، بیشترین فراوانی آنها در هر دو لایه‌های رویین و زیرین خاک جنگل دیده شد.

**واژه‌های کلیدی:** پادمان، کنه‌ها، کاربری، ایلام، ژرفای خاک، مزوفون.

## مقدمه

دگرگونی کیفیت خاک می‌تواند همانند یک شناسه کارا برای ارزیابی دگرگونی ساختار و ویژگی‌های بیولوژیکی خاک بکار رود. در بسیاری از موارد، دانش ما درباره پاسخ جانداران به دگرگونی وضعیت منابع طبیعی و سیستم‌های زیست‌محیطی کافی نیست (Wander & Drinkwater, 2000). اندازه‌گیری بیولوژی و کارکرد خاک می‌تواند شناسه سودمندی از شرایط اکوسیستم‌های گوناگون باشد. جانوران خاک آگاهی‌های گوناگونی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌دهند. در اکوسیستم‌های خاک مزوفون‌های خاک نقش بسیار مهمی در فرآیندهای تجزیه دارند. مزوفون‌های خاک شناسه سودمندی برای ارزیابی شرایط محیطی و کارکرد اکوسیستم‌های خاک هستند (Ferris *et al*., 2004).

بندپایان با دارا بودن ۸۰ درصد گونه‌های جانوری، بیشترین گوناگونی را در میان‌جانوران کره زمین دارند و آنها در همه‌جا یافت می‌شوند و به ویژه خاک از مهم‌ترین زیستگاه‌های آنها بشمار می‌رود. بسیاری از دگرگونی‌هایی که در خاک‌ها انجام می‌پذیرد به کمک جانوران در خاک انجام می‌گیرد. این جانداران با خوردن مواد

* نویسنده مسئول: m.bazgir@ilam.ac.ir

آلی اندازه فراوانی از عناصر معدنی را پس از مرگ خود در خاک رها می‌کنند که در بهبود ویژگی‌های گوناگون خاک کارآیی دارند. همچنین بی‌مهرگان خاکزی مایه بهبود و افزایش فراوانی و گوناگونی پوشش گیاهی شده و مراحل مختلف توالی را تقویت می‌کنند (Hillel & Rosenzweig, 2005).

جمعیت جانداران خاکزی از نظر اندازه به ۴ گروه مگافون، ماکروفون، مزوفونیا میوفون و میکروفون تقسیم می‌شود (Ouedraogo *et al*., 2006). بیشتر جانورانی که در زمره مزوفون خاک قرار می‌گیرند، نم‌پسند بوده و شمار اندکی از آنها خشکی‌پسند هستند که مهم‌ترین آن‌ها از شاخه‌ی بندپایان، کنه‌ها و پادمان می‌باشند (Brown *et al*., 2001). بندپایان موجود در مزوفون خاک از طیف گسترده‌ای از مواد از جمله دیگر جانداران خاکزی، ریزجانداران، باقی‌مانده بدن حیوانات، گیاهان زنده یا مرده در خاک، قارچ‌ها، جلبک‌ها، گلسنگ‌ها، اسپور و گرده گل‌ها تغذیه می‌کنند (Seeber, 2012).

تاکنون مطالعات متعددی در رابطه با تنوع و تراکم جمعیت بندپایان خاکزی در جنگل‌ها صورت گرفته است که هر یک به بررسی پارامترهای مرتبط با مزوفون خاک اشاره کرده‌اند. Stork (1988) در مطالعه‌ی تنوع زیستی حشرات عنوان کرد که پوشش تاج درخت، کلید حفظ تنوع بسیار زیاد حشرات در جنگل‌های بارانی است و این در حالی است که تقریباً ۷۰٪ حشرات جنگل در سطح خاک و لایه‌ی خاکبرگ زندگی می‌کنند. Larsen *et al*. (2004) در پژوهشی که بر روی جمعیت پادمان خاک انجام دادند دریافتند که ساختار خاک و کاهش منافذ خاک که به عنوان زیستگاه استفاده می‌شوند، پارامتری کلیدی در فراوانی پادمان در خاک به حساب می‌آید. Staley *et al*. (2007) در یک پژوهش تأثیر بارندگی بر روی موجودات خاکزی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که میزان بارندگی طی فصول مختلف سال بر روی فراوانی جمعیت بی‌مهرگان خاکزی تأثیر مثبت دارد و خشکی تابستان، موجب کاهش تراکم جمعیت بی‌مهرگان خاکزی می‌گردد. Gongalsky *et al*. (2008) در مطالعات خود در یک عرصه جنگلی مشخص کردند اهمیت متغیرهای عمق و رطوبت خاک در تعیین اجتماعات بی‌مهرگان خاکزی بیش از نوع ترکیب درختان جنگلی می‌باشد. Rahmani & Mayvan (2004) در بررسی تنوع و ساختار اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در تیپ‌های جنگلی راش، ممرز و بلوط – ممرز عنوان کردند که حضور بی‌مهرگان در لایه‌های خاک، متفاوت و نمایان‌گر تغییرپذیری زیوزن آنها در ارتباط با تغییر عمق لایه‌های خاک است. همچنین با افزایش عمق خاک، شاخص‌های تنوع و یکنواختی بی‌مهرگان خاکزی کاهش می‌یابد. به طور کلی تنوع و تغییرپذیری اجتماع بی‌مهرگان خاکزی در لایه‌های معدنی بیشتر است. Ghahari *et al*. (2009) تنوع زیستی سوسک‌های خانواده استافیلینیده را در جنگل‌های ارسباران مورد بررسی قرار دادند و تنوع زیاد این حشرات را در لایه‌ی خاکبرگ مشاهده کردند. Kiasari *et al*. (2011) در بررسی‌های خود، تأثیر مجموعه عوامل عمق خاک، پوشش گیاهی، شرایط محیطی و کیفیت تغذیه‌ای لاشبرگ و خاک را بر ترکیب و تراکم بی‌مهرگان خاکزی گزارش کردند.

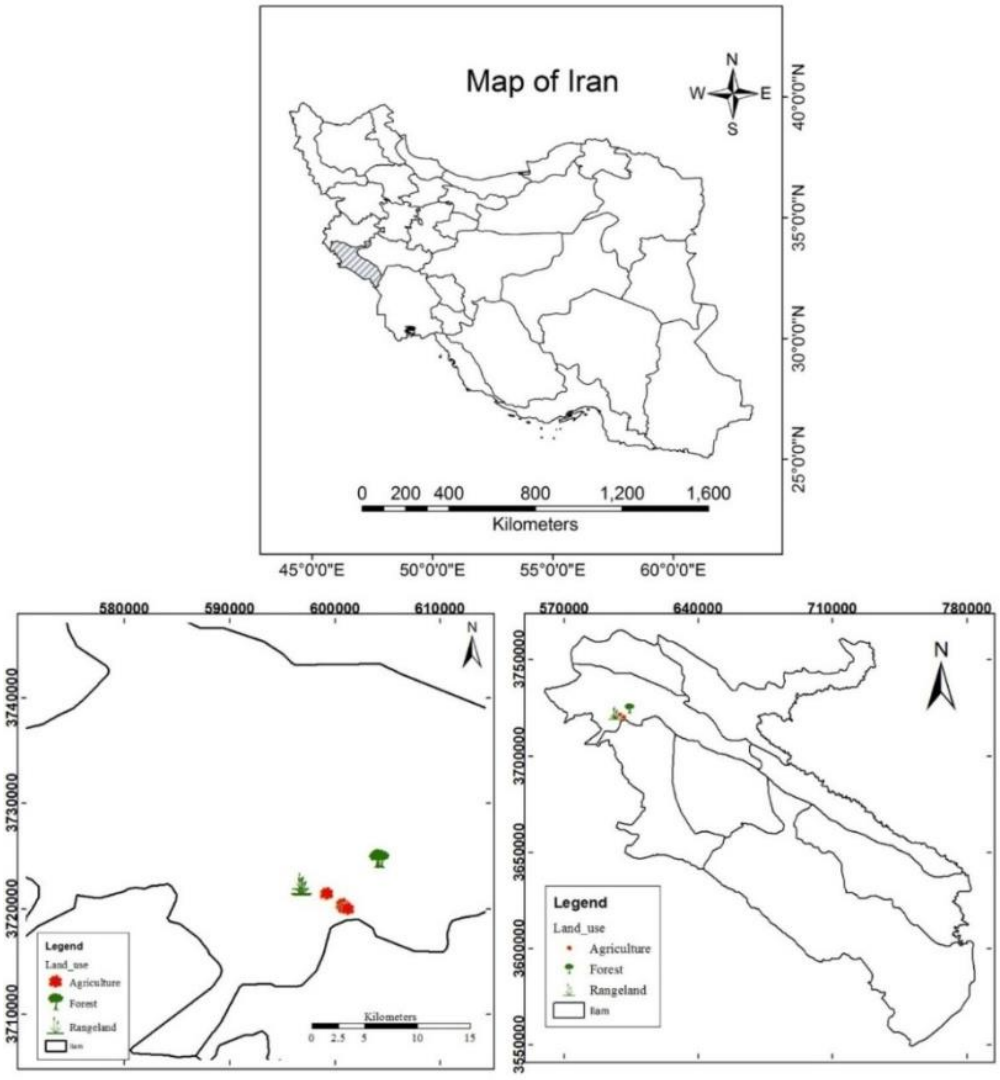
در ایران مطالعات بسیار کمی در خصوص تنوع مزوفون‌های خاک به انجام رسیده است. پژوهش حاضر از اولین مطالعات در زمینه ارزیابی و مقایسه هم‌زمان تنوع مزوفون‌ها در طیفی از زیستگاه‌های مختلف به‌شمار می‌رود. در این پژوهش، تنوع زیستی مزوفون خاک در سه کاربری مختلف جنگل، کشاورزی و مراتع واقع در شهرستان ایلام (منطقه چهارمله و تلومه) مورد ارزیابی قرار گرفت؛ که نتایج حاصل از این مطالعه در مدیریت و حفاظت تنوع زیستی اراضی مختلف مورد استفاده می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** چهارمله و تلومه (شکل ۱) در استان ایلام و در شهرستان ایلام واقع شده است که فاصله آن از مرکز شهرستان حدود ۵۵ کیلومتر است. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا ۸۳۵ متر می‌باشد و بین طول‌های ″۳۶ ′۰۱ °۴۶ تا ″۴۷ ′۰۲ °۴۶ شرقی و عرض‌های ۴۵ ′۳۴ °۳۳ تا ″۰۰ ′۳۳ °۳۳ شمالی قرار گرفته است. این منطقه با مساحت ۱۲۶۵ هکتار، دارای مراتع زیادی می‌باشد. ژرفای خاک منطقه مورد مطالعه در برخی از نقاط به علت وجود لایه گچ و آهکی کم و در بسیاری جاها مناسب است. همچنین نوع خاک بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمریکایی، در رده خاک‌های اریدی‌سلز (Aridisols) و تحت‌رده آرجید (Argids) قرار می‌گیرد. بافت خاک منطقه نیز لومی می‌باشد. خاک منطقه فاقد شوری و کمی قلیایی بوده و از نظر مواد آلی نیز فقیر می‌باشد.

**گردآوری داده‌ها:** برای بررسی پیامد کاربری زمین‌های گوناگون بر روی مزوفون خاک در سال ۱۳۹۵، بخش کشاورزی (مزرعه گندم)، بخش جنگلی (جنگل بلوط) و بخشی از مراتع چهارمله و تلومه انتخاب گردید. برای هر یک از زیستگاه‌ها، شش واحد نمونه‌گیری (تکرار) انتخاب شد. بدین منظور در فصل بهار، از هر کاربری ۱۲ نمونه‌ی خاک که ۶ نمونه‌ی آن از لایه‌های سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متری) و ۶ نمونه‌ی دیگر از لایه‌های زیرین (۱۰-۳۰ سانتی‌متری) انجام گرفت و در نهایت تعداد ۳۶

نمونه خاک سطحی و تحتانی به آزمایشگاه منتقل شدند. جداسازی بندپایان خاکزی با استفاده از قیف برلیز صورت گرفت (Coleman *et al*., 2004). کلیه بندپایان پس از شمارش در الکل ۷۰ درصد نگهداری شدند و بعد از تهیه اسلایدهای میکروسکوپی در چسب هویر (Mirab-balou & Chen, 2010) با استفاده از منابع موجود و ارسال به متخصصان، نسبت به شناسایی آنها اقدام گردید (Johnson & Triplehorn, 2004؛ Mirab-balou *et al*., 2013؛ Krantz & Walter, 2009). همچنین به منظور تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک، از هر کاربری، نمونه‌های خاک برداشت و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام انتقال یافتند. ویژگی‌های فیزیکی شامل بافت خاک به روش هیدرومتری، جرم مخصوص ظاهری و حقیقی به ترتیب از طریق استوانه و پیکنومتر، رطوبت اشباع خاک و ظرفیت زراعی به روش وزنی اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های شیمیایی نیز شامل اسیدیته خاک در گل اشباع و با دستگاه pH، شوری خاک در عصاره گل اشباع و با دستگاه EC متر، کربن آلی از طریق اکسیداسیون تر، نیتروژن به روش کجلدال، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر یا شعله‌سنجی و عصاره گیر استات آمونیوم، فسفر با روش اولسن با استفاده از عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک از روش استات آمونیوم انجام گرفت (Zarinkafsh, 1993).




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان ایلام**

**تجزیه و تحلیل آماری:** پس از شمارش نمونه‌ها و ثبت آنها در برنامه اکسل، فراوانی نسبی هر نمونه از طریق تقسیم فراوانی هر نمونه به فراوانی کل نمونه‌های گردآوری شده مشخص شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (SPSS 19) بررسی شد و با توجه به نرمال بودن داده-ها از واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف‌های کلی تیمارهای گوناگون استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه چهارمله و تولومه در سه نوع کاربری و دو عمق سطحی (۰-۱۰ سانتی‌متری) و عمقی (۱۰ -۳۰ سانتی‌متری) در جدول‌های (۱ و ۲) نشان داده شده‌اند. بر اساس نتایج جدول شماره (۱) بافت خاک در دو کاربری کشاورزی و جنگل لوم رسی شنی (SCL) بوده درحالی‌که برای کاربری چراگاه بافت خاک لومی (L) تعیین شد. از لحاظ رطوبتی به‌ترتیب بیشترین و کمترین رطوبت اشباع در کاربری کشاورزی (SP=٪۲۸) و جنگل (SP=٪۳۶) مشاهده گردید. بیشترین جرم مخصوص ظاهری در کاربری کشاورزی ( $BD=1/54 g/cm^3$) در عمق سطحی و کمترین آن برای جنگل ($BD=1/21 g/cm^3$) نیز در ژرفای ۰-۵ سانتی‌متری دیده شد. از لحاظ ویژگی‌های شیمیایی، pH خاک در کاربری جنگل با ۷/۲ کمترین و در چراگاه با مقدار ۷/۹ بیشترین اندازه را نشان دادند. اندازه کربن آلی نیز در خاک‌های جنگلی ۲/۹۱ درصد بود که بیانگر غنی بودن مواد آلی در اکوسیستم جنگلی است و کمترین اندازه کربن آلی در مراتع با مقدار ۰/۷۱ درصد در عمق تحتانی گزارش گردید. فسفر و پتاسیم قابل استفاده در مزارع کشاورزی ۱۵/۴ و ۴۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیشترین مقدار را داشتند که می‌تواند ناشی از کوددهی این مزارع توسط کشاورزان منطقه باشد. در مقابل کمترین پتاسیم و فسفر قابل استفاده (۸/۳ و ۱۶۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در کاربری مرتع در ژرفای۳۰-۱۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شدند.

**جدول ۱- میانگین و اشتباه معیار (داخل پرانتز)ویژگی‌های فیزیکی خاک در سه کاربری مختلف چهارمله و تولومه**

| نوع کاربری | Depth (cm) | SP (%) | BD ($gr/cm^3$) | PD ($gr/cm^3$) | n (%) | Sand (%) | Silt (%) | Clay (%) | Soil texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کشاورزی | ۰-۱۰ | ۲۸(±۰/۷) | ۱/۵۴(±۰/۰۱) | ۲/۴۳(±۰/۰۳) | ۳۶(±۰/۴۵) | ۵۱(±۲/۱۶) | ۲۳/۵(±۲/۵۱) | ۲۵/۵(±۰/۵۲) | SCL |
| | ۱۰-۳۰ | ۲۹(±۱/۴) | ۱/۶۲(±۰/۰۱) | ۲/۵۷(±۰/۰۳) | ۳۷(±۰/۸۲) | ۵۳(±۱/۱۵) | ۲۰/۲(±۱/۸۶) | ۲۶/۸(±۰/۷۹) | SCL |
| جنگل | ۰-۱۰ | ۳۶(±۰/۲) | ۱/۲۱(±۰/۰۲) | ۲/۴۷(±۰/۰۴) | ۵۱(±۰/۶۰) | ۵۳(±۰/۶۷) | ۲۲/۷(±۰/۰۷) | ۲۴/۳(±۰/۶۰) | SCL |
| | ۱۰-۳۰ | ۳۶(±۰/۴) | ۱/۳۹(±۰/۰۲) | ۲/۴۹(±۰/۰۲) | ۴۴(±۰/۴۹) | ۵۲(±۰/۰۷) | ۲۳/۳(±۰/۵۲) | ۲۴/۳(±۰/۶۰) | SCL |
| مرتع | ۰-۱۰ | ۳۵(±۰/۹) | ۱/۴۴(±۰/۰۲) | ۲/۵۵(±۰/۰۲) | ۴۴(±۰/۷۸) | ۴۴(±۰/۳۰) | ۳۶/۰(±۰/۵۲) | ۲۰/۲(±۰/۳۰) | L |
| | ۱۰-۳۰ | ۳۰(±۰/۶) | ۱/۵۲(±۰/۰۲) | ۲/۶۰(±۰/۰۱) | ۴۲(±۰/۷۱) | ۵۰(±۱/۴۹) | ۳۷/۳(±۲/۰۹) | ۱۲/۸(±۲/۳۹) | L |

SP= (درصد اشباع خاک)، BD= (جرم مخصوص ظاهری)، PD= (جرم مخصوص حقیقی)، n= (تخلخل)، Sand= (شن)، Silt= (سیلت)، Clay= (رس).

**جدول ۲- میانگین و اشتباه معیار (داخل پرانتز)ویژگی‌های شیمیایی خاک در سه کاربری مختلف چهارمله و تولومه**

| نوع کاربری | Depth (cm) | pH | EC (dS/m) | OC (%) | N (%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (meq/l) | Mg (meq/l) | TNV (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کشاورزی | ۰-۱۰ | ۷/۴(±۰/۰۲) | ۰/۵۴(±۰/۰۴) | ۱/۳۳(±۰/۱۸) | ۰/۱۳(±۰/۰۲) | ۱۵/۴(±۰/۳۸) | ۴۹۶(±۱۳) | ۲/۱۳(±۰/۱۷) | ۱/۱۳(±۰/۱۱) | ۴۶(±۴/۲) |
| | ۱۰-۳۰ | ۷/۵(±۰/۰۱) | ۰/۳۹(±۰/۰۲) | ۰/۹۳(±۰/۰۳) | ۰/۰۹(±۰/۰۱) | ۱۴/۱(±۰/۱۲) | ۴۴۳(±۲۱/۹) | ۲/۷۳(±۰/۱۵) | ۱/۴۸(±۰/۰۵) | ۴۳(±۴/۶) |
| جنگل | ۰-۱۰ | ۷/۲(±۰/۰۲) | ۰/۴۵(±۰/۰۲) | ۲/۹۱(±۰/۲۴) | ۰/۲۹(±۰/۰۲) | ۱۲/۰(±۰/۲۲) | ۳۴۹(±۸/۵) | ۲/۷۰(±۰/۲۰) | ۱/۲۸(±۰/۱۲) | ۳۳(±۲/۳) |
| | ۱۰-۳۰ | ۷/۳(±۰/۰۲) | ۰/۲۴(±۰/۰۲) | ۲/۳۰(±۰/۰۷) | ۰/۲۳(±۰/۰۱) | ۹/۶(±۰/۰۹) | ۲۱۶(±۷/۵) | ۳/۱۸(±۰/۱۹) | ۱/۲۸(±۰/۰۸) | ۳۳(±۲/۳) |
| مرتع | ۰-۱۰ | ۷/۵(±۰/۰۳) | ۱/۱۵(±۰/۰۶) | ۱/۴۹(±۰/۰۵) | ۰/۱۵(±۰/۰۱) | ۹/۹(±۰/۱۶) | ۳۰۱(±۴/۲) | ۱/۷۲(±۰/۱۵) | ۰/۹۳(±۰/۰۹) | ۴۴(±۳/۹) |
| | ۱۰-۳۰ | ۷/۹(±۰/۰۲) | ۲/۱۵(±۰/۰۵) | ۰/۷۱(±۰/۰۳) | ۰/۰۷(±۰/۰۱) | ۸/۳(±۰/۱۱) | ۱۶۸(±۵/۷) | ۲/۱۷(±۰/۱۳) | ۰/۸۷(±۰/۱۰) | ۴۴(±۳/۶) |

**به ترتیب: Depth (عمق)، pH (اسیدیته)، EC (شوری)، OC (کربن آلی)، TNV (همه مواد خنثی شونده یا کربنات کلسیم معادل)**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس پیامد شیوه کاربری زمین و عمق‌های گوناگون خاک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک نشان داد که پیامد شیوه کاربری زمین بر همه‌ی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در پایه آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید که بیانگر داشتن پیامد و اهمیت کاربری‌های گوناگون بر ویژگی‌های خاک در زمین‌های بررسی شده می‌باشد. پس از فاکتور کاربری، ژرفای خاک نیز برای دو لایه رویین و زیرین بیشتر ویژگی‌های خاک را به گونه چشم‌گیری در پایه آماری ۱ و ۵ درصد دگرگون کرده است. به سخن دیگر ژرفای خاک روی اندازه آهک (TNV) برای ویژگی‌های شیمیایی و رطوبت اشباع (SP) و درصد سیلت برای ویژگی‌های فیزیکی معنی‌داری نگردید. برهم‌کنش شیوه کاربری و ژرفای خاک برای برخی از ویژگی‌های شیمیایی مانند pH وEC در سطح ۱ درصد معنی‌دار و برایP و K در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. در مقابل، برهم‌کنش‌های برای ویژگی‌های فیزیکی به ترتیب برای تخلخل (n) و رس در سطح ۱ درصد معنی‌دار و برای رطوبت اشباع (SP)، ظرفیت زراعی (FC)، چگالی ظاهری (BD) و درصد شن در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول‌های ۳ و ۴).

**جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس نوع کاربری و عمق خاک بر ویژگی‌های شیمیایی خاک**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | TNV | CEC | Mg | Ca | K | P | $N_{tot}$ | OC | pH | EC |
| شیوه کاربری | ۲ | ۶/۲۶$^{*}$ | ۲۸۴$^{**}$ | ۰/۶۲۸$^{**}$ | ۳/۰۰$^{**}$ | ۱۸۴۹۵۴$^{**}$ | ۹۹/۴۳$^{**}$ | ۰/۰۸۸$^{**}$ | ۸/۸۴$^{**}$ | ۰/۶۳۹$^{**}$ | ۵/۵۴$^{**}$ |
| عمق خاک | ۱ | ۱۱/۳۳$^{ns}$ | ۸۵/۴۰$^{**}$ | ۰/۰۸۰$^{ns}$ | ۲/۳۵۱$^{**}$ | ۱۰۱۷۶۱$^{**}$ | ۲۸/۸$^{**}$ | ۰/۰۳۲$^{**}$ | ۳/۲۷$^{**}$ | ۰/۳۳۴$^{**}$ | ۰/۵۶$^{**}$ |
| شیوه کاربری×عمق خاک | ۲ | ۱۰/۱۸$^{ns}$ | ۲۵/۸۸$^{*}$ | ۰/۱۵۰$^{ns}$ | ۰/۰۱۸$^{ns}$ | ۶۴۴۰$^{*}$ | ۱/۰۲۳$^{*}$ | ۰/۰۰۱$^{ns}$ | ۰/۱۱$^{ns}$ | ۰/۰۷۰$^{**}$ | ۱/۷۸$^{**}$ |
| خطا | ۳۰ | ۷۷/۶۸ | ۳/۳۴ | ۰/۰۵۴ | ۰/۱۶۳ | ۸۲۶ | ۰/۲۵۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۹۶ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۱۰ |
| CV | | ۲۱/۸۳ | ۱۰/۹۴ | ۲۰/۱۱ | ۱۶/۵۹ | ۸/۷۴ | ۴/۳۵ | ۱۹/۲۸ | ۱۹/۲ | ۰/۶۲ | ۱۲/۵ |

**$^{**}$و$^{*}$به ترتیب معنی‌داری در پایه آماری ۱٪ و ۵٪ و$^{ns}$ عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.**

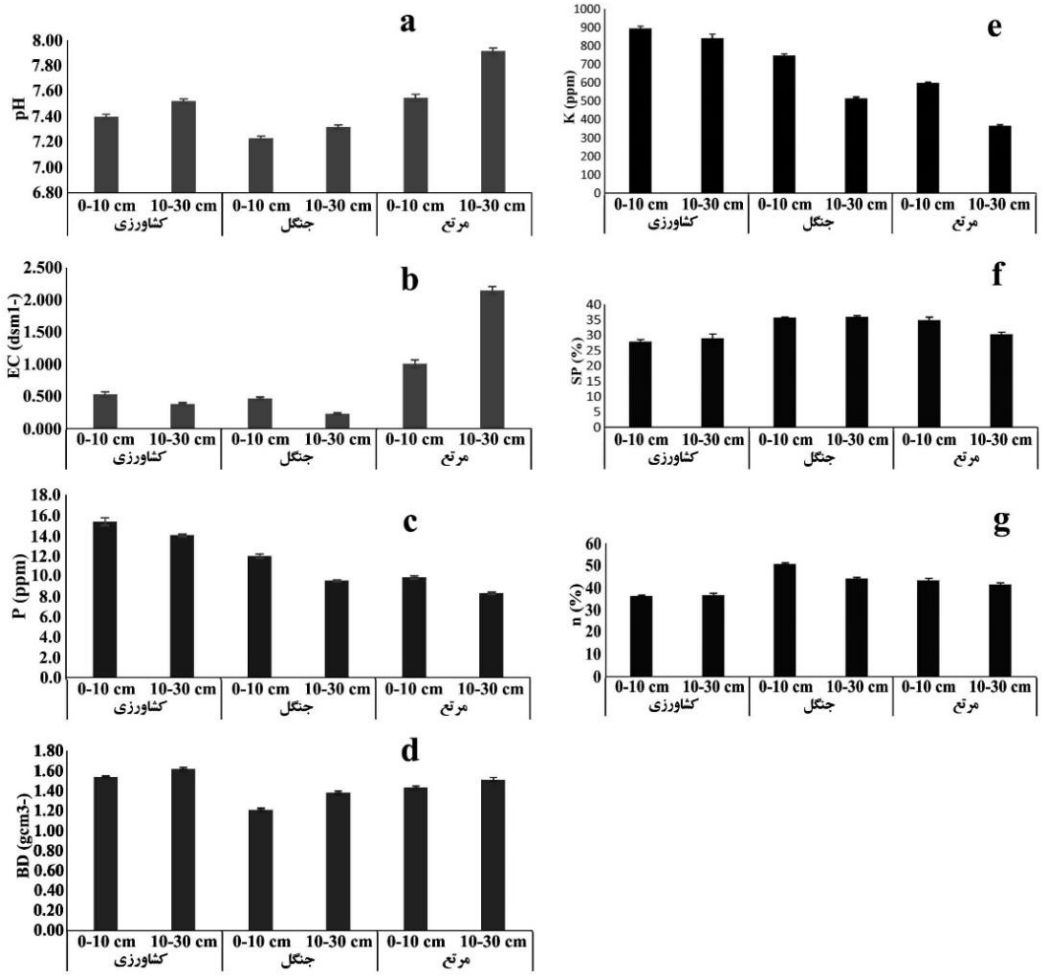
**جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس نوع کاربری و عمق خاک بر ویژگی‌های فیزیکی خاک**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SP | FC | PWP | BD | PD | n | Sand | Silt | Clay |
| شیوه کاربری | ۲ | ۱۶۵/۶$^{**}$ | ۱۸/۵۳$^{**}$ | ۱۸/۸۹$^{**}$ | ۰/۲۴$^{**}$ | ۰/۰۳۱$^{*}$ | ۳۶۰$^{**}$ | ۱۲۲$^{**}$ | ۸۱۴$^{**}$ | ۳۱۵$^{**}$ |
| عمق خاک | ۱ | ۱۰/۶۹$^{ns}$ | ۲۸/۴۹$^{**}$ | ۱۶/۸۶$^{**}$ | ۰/۱۰۸$^{**}$ | ۰/۰۴۳$^{*}$ | ۶۵/۰۷$^{**}$ | ۵۳/۵$^{*}$ | ۱/۸۶$^{ns}$ | ۳۶/۶$^{*}$ |
| شیوه‌کاربری×عمق خاک | ۲ | ۲۸/۶۱$^{*}$ | ۵/۹۸$^{*}$ | ۱/۶۳$^{ns}$ | ۰/۰۰۸$^{*}$ | ۰/۰۱۰$^{ns}$ | ۳۵/۷۳$^{**}$ | ۳۳/۹$^{*}$ | ۱۸/۷۶$^{ns}$ | ۶۵/۷$^{**}$ |
| خطا | ۳۰ | ۳/۶۰ | ۱/۱۹ | ۰/۶۳ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۴ | ۲/۵۵ | ۸/۷۳ | ۱۴/۶۸ | ۷/۳۷ |
| CV | | ۵/۸۵ | ۵/۴۸ | ۶/۵۴ | ۲/۷۴ | ۲/۶۰ | ۳/۷۸ | ۵/۸۵ | ۱۴/۱۰ | ۱۲/۱۶ |

بر اساس نتایج اثرات متقابل مقایسه میانگین‌ها در سه کاربری و دو عمق سطحی و تحتانی بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه چهارمله و تولومه (شکل ۲)، کمترین pH در جنگل و در عمق سطحی و بیشترین آن در مرتع و در عمق تحتانی مشاهده گردید. پایین بودن pH در جنگل بیانگر حضور مواد آلی به ویژه در سطح خاک به دلیل ورود لاشبرگ زیاد به سطح خاک می‌باشد که افزایش مواد آلی در سطح خاک تجزیه مواد آلی توسط میکروب‌ها را ترغیب کرده که باعث تولید $CO_2$ و به تبع آن کاهش اسیدیته خاک می‌گردد. در ارتباط با EC به‌طور کلی سه کاربری در هر دو عمق دارای خاک‌های غیرشور (EC < 2 dS/m) و مناسب بودند. اما از نظر آماری دو کاربری جنگل و مرتع به ترتیب با شوری ۰/۲۴ و ۲/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در یک عمق یکسان (عمق تحتانی: ۱۰-۳۰ سانتی‌متری) با یکدیگر اختلاف معنادار داشتند. عوامل مختلفی نظیر زمین‌شناختی، توپوگرافی، اقلیمی و مدیریتی در تغییرپذیری شوری خاک دخالت دارند اما نقش آب و هوا از سایر عوامل پر رنگ‌تر می‌باشد (Siadat *et al*., 1997). اقلیم به صورت بارندگی باعث انتقال املاح به اعماق خاک شده که نتیجه آن نیز کاهش شوری خاک است. مقایسه کاربری‌های مختلف از نظر میزان پتاسیم نشان داد که مقدار پتاسیم در کشاورزی (K =۴۹۶mg/kg و عمق سطحی)، جنگل (K =۳۴۹mg/kg و عمق سطحی) و چراگاه (K =۳۰۱mg/kg و عمق سطحی) با یکدیگر به طور معناداری ($p < 0.05$) اختلاف دارند. به‌طوری‌که بیشترین میزان پتاسیم در کشاورزی و کمترین آن در مرتع مشاهده گردید. همچنین برای سه کاربری مقدار پتاسیم لایه سطحی از لایه تحتانی بیشتر بود. علت بیشتر بودن مقدار پتاسیم در کشاورزی را می‌توان به استفاده از کودهای شیمیایی پتاسه توسط زارعین منطقه ارتباط داد که هر ساله به مزارع خود کودهای شیمیایی اضافه می‌کنند. دلیل بیشتر بودن میزان K در جنگل نسبت به چراگاه را می‌توان به فرایند مهم تبادل تاج پوششی در اکوسیستم‌های جنگلی نسبت داد که طی آن در اثر بارندگی مقدار زیادی پتاسیم به صورت تاج بارش از برگ درختان شسته شده و به خاک وارد می‌گردد. این فرآیند یعنی آبشویی پتاسیم در پهن‌برگها نظیر درختان بلوط بیشتر بوده و میزان آن متناسب با بارندگی نیز بیشتر می‌گردد (Carnol & Bazgir, 2013). در خصوص فسفر نیز همین روند صادق می‌باشد به عبارت دیگر بیشترین مقدار P در کاربری کشاورزی و کمترین آن در مرتع اندازه‌گیری شد، که به دلیل استفاده کشاورزان منطقه از کودهای فسفره مقدار این عنصر در کاربری کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها بیشتر بود.

درصد رطوبت اشباع خاک‌های جنگلی نسبت به خاک‌های کشاورزی به‌طور معناداری ($\alpha = 0.05$) بیشتر بود. دلیل این تفاوت را می‌توان به میزان مواد آلی در خاک‌های جنگلی ارتباط داد که در اکوسیستم‌های جنگلی میزان ورود لاشبرگ به خاک زیاد بوده و حضور زیاد ماده آلی در خاک نیز ظرفیت نگهداری آب را افزایش می‌دهد (Weil & Brady, 2016). در خصوص

درصد تخلخل نیز روند مشابهی برای سه کاربری همانند درصد رطوبت اشباع به دست آمد به‌طوری‌که بیشترین تخلخل در خاک‌های جنگلی و کمترین آن در خاک‌های چراگاه مشاهده شد. در بیشتر مطالعات یک همبستگی مثبت بین میزان ماده آلی و میزان تخلخل گزارش شده است. به عبارت دیگر با افزایش ماده آلی درصد تخلخل خاک زیاد می‌شود. زیرا مواد آلی باعث پوکی و پر منفذ شدن خاک می‌شود. همچنین کمترین چگالی در کاربری جنگل و بیشترین آن در کشاورزی مشاهده گردید. این کاربری‌ها برای این ویژگی به‌طور معناداری در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت داشتند. در اراضی کشاورزی به دلیل عملیات خاک‌ورزی و رفت و آمد ماشین‌آلات، خاک بیشتر فشرده شده که نتیجه آن افزایش چگالی خاک است در حالیکه در کاربری جنگل به دلیل طبیعی بودن این اکوسیستم و رفت و آمد کمتر، فشردگی کاهش یافته که نتیجه آن کمتر بودن جرم مخصوص ظاهری است (Mahmoudi & Hakimian, 1995).




**شکل ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در سه کاربری مختلف: (a) pH خاک، (b) شوری خاک، (c) فسفر قابل جذب خاک، (d) چگالی ظاهری خاک، (e) پتاسیم قابل جذب خاک، (f) رطوبت اشباع خاک، (g) تخلخل خاک.**

**بندپایان مزوفون خاک**

در این پژوهش۱۹۳۲ نمونه از انواع بندپایان مزوفون خاک چهارمله و تلومه از گروه‌های مختلف جمع‌آوری گردید که ۶۶۹ نمونه متعلق به خاک مزرعه گندم، ۸۰۲ نمونه متعلق به خاک جنگل و ۴۶۰ نمونه متعلق به خاک مرتع بودند. نتایج حاصل از شناسایی نشان داد که نمونه‌های جمع‌آوری شده متعلق به ۲۴ گونه از ۱۵ خانواده و ۶ راسته‌ی مختلف از حشرات، کنه‌ها و شبه‌عقرب‌ها می‌باشند (جدول ۵).

نتایج جدول تجزیه واریانس راسته‌های مختلف بندپایان موجود در مزوفون خاک نشان داد که اثر تیمارهای کاربری برای تمام راسته‌های مختلف بندپایان معنادار است، ولی اثر تیمار لایه‌های خاک برای تمام راسته‌های بندپایان به جزء راسته سخت‌بالپوشان (سوسک‌های شکارگر خانواده استافیلینیده) معنی‌دار بوده است (جدول‌های ۶ و ۷).

**جدول ۵- لیست گونه‌های شناسایی شده حاصل از بندپایان مزوفون خاک کاربری‌های مختلف در سال ۱۳۹۵**
**(نمونه‌های جمع‌آوری شده از هر زیستگاه باعلامت * مشخص شده است)**

| راسته | خانواده | جنس و گونه | کشاورزی | جنگل | مرتع |
|---|---|---|---|---|---|
| Collembola پادمان | Entomobryidae | *Pseudosinellaoctopunctata*Börner | - | * | * |
| | Hypogastruridae | *Ceratophyselladenticulata*(Bagnall) | * | * | |
| | Isotomidae | *Folsomidesmarchicus*(Frenzel) | - | * | * |
| | | *Folsomiaquadrioculata*(Tullberg) | | * | * |
| | | *Folsomiabinoculata*(Wahlgren) | * | | |
| | Onychiuridae | *Protaphoruralevantina*(Christiansen) | | * | - |
| | Sminthuridae | *Sminthurusviridis*L. | * | - | * |
| Mesostigmata میان استیگمایان | Ameroseiidae | *Ameroseiusplumosus*(Oudemans) | - | * | - |
| | Ascidae | *Arctoseiuscetratus*(Sellnick) | - | * | * |
| | Laelapidae | *Gaeolaelapsaculeifer*(Canestrini) | * | * | - |
| | | *Gaeolaelapsasperatus*(Berlese) | - | * | - |
| | | *Haemolaelapscasalis*Berlese | - | * | * |
| | Macrochelidae | *Macrochelesglaber*(Müller) | * | * | * |
| Oribatida اُریباتیدا | Oppiidae | *Ramusella*sp. | - | * | * |
| | Oribatulidae | *Oribatula*sp. | * | - | - |
| Thysanoptera بالریشکداران | Thripidae | *Anaphothripsobscurus*(Müller) | * | - | * |
| | | *Aptinothripsrufus*(Haliday) | * | * | - |
| | | *Collembolothripsmediterraneus*Priesner | * | - | - |
| | Phlaeothripidae | *Haplothripsganglbaueri*Schmutz | * | - | * |
| | | *Haplothripsreuteri*(Karny) | * | - | * |
| | | *Haplothripstritici*(Kurdjumov) | * | - | - |
| Pseudoscorpiones شبه عقرب‌ها | Neobisiidae | *Roncus* sp. | - | * | - |
| Coleoptera سوسک‌ها | Staphylinidae | *Aleochara* sp. | * | * | - |
| | | *Leptotyphlopsis*sp. | - | - | * |

**جدول ۶- تجزیه واریانس راسته‌های مختلف بندپایان مزوفون خاک در کاربری‌های مختلف**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پادمان | کنه‌های میان استیگماتا | کنه‌های اریباتیدا | بالریشکداران | شبه عقرب‌ها | سوسک‌های استافیلینیده |
| کاربری | ۲ | ۲۰۵۰/۶۹** | ۱۸۳/۸۶** | ۲۰۶/۵۸** | ۲۲۵۶/۷۷** | ۲۸/۸۶** | ۴۰/۱۱** |
| لایه‌های خاک | ۱ | ۱۰۴۳/۱۶** | ۱۶۹** | ۸۷/۱۱** | ۶۰۰/۲۵** | ۱۴/۶۹** | ۲/۷۷ns |
| کاربری* لایه‌های خاک | ۲ | ۹۷۵/۳۶** | ۶۴/۵۸** | ۷۷/۶۹** | ۵۵۴/۳۳** | ۸/۳۶** | ۲/۷۷ns |
| خطای آزمایش | ۳۰ | ۳۹/۳۵ | ۱۶/۸۱ | ۱۶/۰۴ | ۱۳/۸۸ | ۱/۳۷ | ۲/۹۱ |

**ns: غیر معنی‌دار؛ *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد؛ **: معنی‌داری در سطح ۱ درصد.**

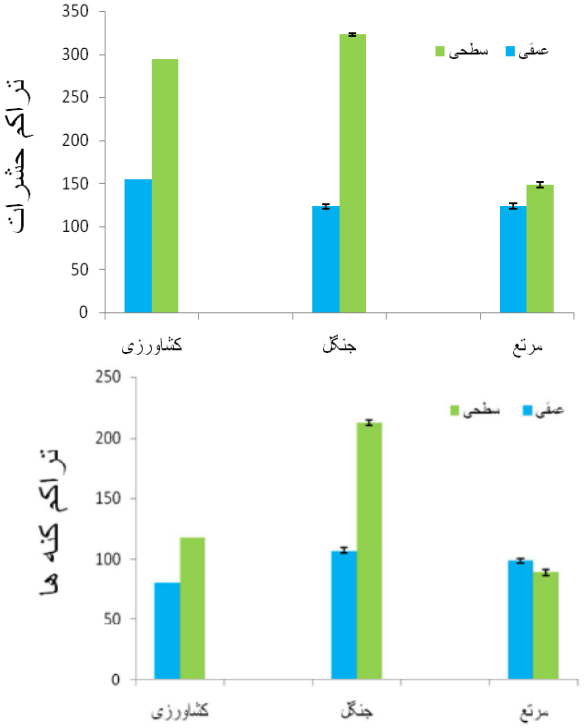
**جدول ۷- مقایسه میانگین راسته‌های مختلف بندپایان مزوفون خاک در کاربری‌های مختلف**

| نوع کاربری | میانگین تراکم بندپایان مزوفون | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | پادمان | کنه‌های میان استیگماتا | کنه‌های اریباتیدا | بالریشکداران | شبه عقرب‌ها | سوسک‌های استافیلینیده |
| کشاورزی | ۱۱/۱۷±۳/ ۸۰b | ۷/۵۸±۳/۰۵b | ۸/۹۲±۴/۹۴a | ۲۶/۲۵±۱۳/۸۰a | ۱/۸۳±۱/۱۹b | - |
| جنگل | ۳۵/۷۵±۱۸/ ۹۷a | ۱۵/۳۳±۶/۳۰a | ۱۱/۳۳±۶/۰۲a | ۱/۴۲±۱/۱۶b | ۳/۰۸±۲/۲۷a | - |
| مرتع | ۱۵/۷۵±۴/۱۵b | ۱۲/۴۲±۴/۸۸a | ۳/۲۵±۲/۲۶b | ۳/۷۵±۱/۱۳b | - | ۳/۱۷±۲/۹۴a |

حروف کوچک نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد می‌باشد

یافته‌های بررسی فراوانی مزوفون خاک در سه شیوه کاربری کشاورزی، جنگل و چراگاه نشان‌دهنده آن است که بیشترین فراوانی حشرات، مربوط به لایه رویین خاک جنگل و کمترین فراوانی حشرات در لایه زیرین خاک چراگاه می‌باشد (شکل ۳). همچنین نتایج مربوط به کنه‌ها نشان داد که بیشترین فراوانی کنه‌ها، مربوط به لایه رویین خاک جنگل و

کمترین فراوانی کنه‌ها در لایه زیرین خاک کشاورزی بوده است (شکل ۲).




**شکل ۳-تراکم در مترمربع حشرات و کنه‌های موجود در مزوفون خاک سه نوع کاربری کشاورزی، جنگل و مرتع**

در این مطالعه بیشترین تعداد حشرات جمع‌آوری شده مربوط به راسته‌ی پادمان به دست آمد که بیشترین تراکم جمعیت پادمان در هر دو لایه سطحی و عمقی خاک مربوط به خاک جنگل بود. پادمان حشرات کوچکی هستند که زندگی پنهانی دارند و به عنوان تجزیه‌کننده و پاک‌کننده‌های محیط‌زیست در خاک‌برگ‌ها، چوب‌های پوسیده و قارچ‌ها شناخته می‌شوند (Peck & Jacquemart, 2012). آنها از فراوان‌ترین حشرات در جهان هستند که به تعداد بسیار زیاد در اغلب مکان‌ها از ساحل دریا تا قله کوه‌ها زندگی می‌کنند. گونه‌های پادمان اکثراً در خاک‌های غنی از هوموس زندگی کرده و برخی از گونه‌های آن نیز در داخل باقی‌مانده‌های گیاهی در حال پوسیدن، داخل علف‌ها و خزه‌ها، زیر پوسته درختان، داخل غارها و لانه مورچه‌ها و موریانه‌ها یافت می‌شوند (Hopkins, 1997). آنها همچنین نقش مثبتی در چرخه نیتروژن و کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌ها دارند. پادمان از اولین استعمارگران سیستم خاک هستند که نقش مهمی در تجزیه لاشبرگ‌ها، چرخه مواد غذایی، شکل‌گیری ساختار خاک و اصلاح و رشد گیاهان بر عهده دارند. علاوه بر این نقش‌های محیطی، حساسیت به اختلال در خاک، جمعیت فراوان و جمع‌آوری آسان آنها باعث می‌شود تا برخی از گونه‌های پادمان شاخص بالقوه‌ی مفیدی برای شناسایی آلودگی فلزات سنگین باشند (Santamaria *et al*., 2012).

در این مطالعه تنها دو گونه‌ی شکارگر از خانواده استافیلینیده از خاک مراتع جمع‌آوری و شناسایی گردید که بیشترین و کمترین تراکم جمعیت سخت‌بالپوشان به ترتیب مربوط به لایه سطحی و عمقی خاک مرتع بود.

بالریشکداران (تریپس‌ها) از دیگر حشراتی بودند که در این مطالعه جمع‌آوری گردید. بیشترین و کمترین تراکم جمعیت تریپس‌ها به ترتیب مربوط به لایه‌های سطحی و عمقی خاک کشاورزی بود. غلات به دلیل اینکه زیستگاه مناسبی را برای بقاء و تولید تعداد زیادی از گونه‌های حشرات فراهم می‌آورند، دارای فون غنی و بسیار متنوعی از حشرات می‌باشند و حشرات مختلف از جمله بالریشکداران به‌وفور روی آن‌ها یافت می‌شوند (Andjus, 2007).

در رابطه با کنه‌ها نیز در این مطالعه ۶ گونه متعلق به ۴ خانواده مختلف از کنه‌های خاکزی جمع‌آوری و شناسایی گردید. نتایج مربوط به تراکم کنه‌های میان‌استیگمایان و نهان‌استیگمایان در سه نوع کاربری کشاورزی، جنگل و مرتع نشان داد که بیشترین تراکم هر دو نوع کنه مربوط به لایه سطحی خاک با کاربری جنگل می‌باشد. اما کم‌ترین تراکم کنه‌های میان‌استیگمایان مربوط به لایه عمقی خاک کشاورزی و کمترین تراکم کنه‌های نهان‌استیگمایان مربوط به لایه سطحی خاک مرتع بوده است. نتایج مربوط به تراکم شبه عقرب‌ها در سه نوع کاربری کشاورزی، جنگل و مرتع نیز نشان داد که بیشترین تراکم مربوط به لایه سطحی خاک جنگل، اما تراکم در لایه عمقی خاک در هر دو کاربری کشاورزی و جنگل برابر بود.

## نتیجه‌گیری

بر پایه نتایج فیزیکی و شیمیایی خاک پیامد شیوه کاربری زمین بر همه‌ی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در پایه آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید که بیانگر داشتن پیامد و اهمیت کاربری‌های گوناگون بر ویژگی‌های خاک در زمین‌های بررسی شده می‌باشد. پس از فاکتور کاربری، ژرفای خاک نیز برای دو لایه رویین و عمقی بیشتر ویژگی‌های خاک را به گونه چشم‌گیری در پایه آماری ۱ و ۵ درصد دگرگون کرد.

در رابطه با بندپایان موجود در مزوفون خاک نیز اکثر گونه‌ها در خاک جنگل و مزارع مشاهده گردید که متعلق به حشرات، کنه‌ها و شبه‌عقرب‌ها بودند. جنگل‌ها از جمله اکوسیستم‌های طبیعی و دست‌نخورده هستند که در طول سال به دلیل ریزش

برگ‌ها و دیگر مواد گیاهی، دارای مواد آلی فراوانی در لایه سطحی می‌باشند به همین دلیل لایه سطحی خاک در جنگل‌ها معمولاً دارای جمعیت بسیار بالایی از بندپایان بخصوص پادمان و کنه‌ها می‌باشند. ولی از لحاظ تعداد گونه و جمعیت بندپایان موجود در مزوفون خاک، باید به این نکته اشاره کرد که جمعیت آنها در زمان-های مختلف متغیر است و معمولاً در فصول گرم (با بالا رفتن دما) بندپایان شکارگر جمعیت بالاتری خواهند داشت. هرچند در مراتع، تنوع گیاهی بالایی به چشم می‌خورد ولی به دلیل کاربری آنها به عنوان چراگاه، معمولاً خاک فشرده‌تر شده و به همین دلیل جمعیت مزوفون خاک در سطح پایین‌تری نسبت به دو کاربری دیگر دیده می‌شود.

تحقیقات انجام شده نشان داده است که اختلاف در فراوانی و تنوع بی‌مهرگان خاکزی تحت تأثیر لاشبرگ‌ها و ویژگی‌های تغذیه‌ای بوده و ترکیب بی‌مهرگان خاکزی در خاک-های غنی اختلاف کمتری نسبت به خاک‌های ضعیف داشته است (Balla & Davis, 1995). تحقیقات متعدد، تفاوت‌های تنوع حشرات و بی‌مهرگان خاکزی دیگر را بر اساس عمق خاک و پوشش گیاهی تأیید نموده است (Kiasari*et al*., 2011). بررسی‌های دیگر نیز تأثیر مجموعه عوامل عمق خاک، پوشش گیاهی، شرایط محیطی و کیفیت تغذیه‌ای لاشبرگ و خاک را بر ترکیب و تراکم بی‌مهرگان خاکزی اثبات کرده است (Kiasari*et al*., 2011). لازم به ذکر است که در عرصه‌های جنگلی، متغیرهای عمق و رطوبت خاک در تعیین اجتماعات بی‌مهرگان خاکزی بیش از نوع ترکیب درختان جنگلی می‌باشد (Gongalsky *et al*., 2008). تعداد گروه بی‌مهرگان خاکزی که در هر یک از لایه‌های خاک حضور دارند، نشانگر تنوع بی-مهرگان است.

**سپاسگزاری**

بدین‌وسیله لازم می‌دانیم از آقایان مهندس ابوذر ایزدپناه، مهندس علی چابک و مهندس نادری که در مطالعات صحرایی، آزمایشگاهی و عملیات نمونه‌برداری ما را همراهی کردند تشکر و قدردانی گردد. همچنین از جناب آقای دکتر حمید حسینیان خوشرو و مهندس بهزاد میری به دلیل انجام برخی از کارهای آماری تقدیر و تشکر می‌گردد. از حوزه معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه ایلام، به ویژه جناب آقای دکتر حسین مهدی زاده معاون محترم پژوهشی و دیگر همکاران محترم ایشان به دلیل حمایت مالی و تسریع در روند انجام این طرح پژوهشی سپاسگزاری می‌گردد. این مقاله بخشی از طرح پژوهشی شماره ۳۲/۴۷۲ دانشگاه ایلام می‌باشد.

## REFERENCES

Andjus, L. (2007). The thrips fauna on wheat and on plants of the spontaneous flora in the bordering belt surrounding it. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 39(1,3): 255–261.

Balla, S.A. and Davis, J.A. (1995). Seasonal variation in the macroinvertebrate fauna of wetlands of differing water regime and nutrient status on the Swan Coastal plain, Western Australia. *Hydrobiologia*, 299(2): 147–161.

Brown, G.G., Pasini, A., Benito, N.P., De Aquino, A.M. and Correia, M.E.F. (2001). Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no-tillage agroecosystems. *International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*, 6: 310–328.

Carnol, M. and Bazgir, M. (2013). Nutrient return to the forest floor through litter and through fall under 7 forest species after conversion from Norway spruce. *Forest Ecological Management*, 309: 66–75.

Coleman, D.C., Crossley, D.A. and Hendrix, P.F. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press.

Ferris, H., Venette, R.C. and Scow, K.M. (2004). Soil management to enhance bacterivore and fungivore nematode populations and their nitrogen mineralization function. *Applied Soil Ecology*, 24: 19–35.

Ghahari, H., Anlas, S., Sakenin, S., Ostovan, H. and Havaskary, M. (2009). Biodiversity of rove beetles (Coleoptera: Staphylinoidea: Staphylinidae) from the Arasbaran biosphere reserve and vicinity, northwestern Iran. *Linzer biologische Beiträge*., 41(2): 1949–1958.

Gongalsky, K.B., Gorshkova, I.A., Karpov, A.I. and Pokarzhevskii, A.D. (2008). Do boundaries of soil animal and plant communities coincide? A case study of a Mediterranean forest in Russia. *European Journal of Soil Biology*, 44(4): 355–363.

Johnson, N.F. and Triplehorn, C.A. (2004). *Borror and Delong's introduction to the study of insects*. Thomson Press, California.

Hillel, D. and Rosenzweig, C. (2005). Desertification. In Encyclopedia of Soils in the Environment. D. Hillel, J.H. Hatfield, D.S. Powlson, C. Rosenzweig, K.M. Scow, M.J. Singer, and D.L. Sparks, Eds., vol. 1. Elsevier/Academic Press, 382–389.

Hopkins, S.P. (1997). *Biology of Springtails (Insect: Collembola)*. Oxford University Press, Cambridge, UK.

Kiasari, S.H.M., SaghebTalebi, K.H., Rahmani, R. and Amoozad, M. (2011). Invertebrates diversity at natural and planted forests in sari region (in the depth of 0-10 cm of soil). *Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources*, 6(2): 55–

69. (In Farsi).

Krantz, G.W. and Walter, D.E. (2009). *A Manual of Acarology*. Third Edition, Texas Technology University Press,Texas, USA, 807 p.

Larsen, T., Schjonning, P. and Axelsen, J. (2004). The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *AppliedSoilEcology*, 26: 273–281.

Mahmoudi, M. and Hakimian, S. (1995). *Fundamentals of Soil Science*. Tehran University Press, 666 p. (In Farsi).

Mirab-balou, M. and Chen, X.X. (2010). A new method for preparing and mounting thrips for microscopic examination. *Journal of Environmental Entomology*, 32(1): 115–121.

Mirab-balou, M., Minaei, K. and Chen, X.X. (2013). An illustrated key to the genera of Thripinae (Thysanoptera, Thripidae) from Iran. *Zookeys*, 317: 27–52.

Ouedraogo, E., Mando, A. and Brussaard, L. (2006). Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in Semi-arid West Africa. *European Journal of Soil Biology*, 42: 275–277.

Peck, S.B. and Jacquemart, J. (2012). CDF Checklist of Galapagos Springtails, http://checklists.datazone.darwinfoundation.org/terrestrial-invertebrates/collembola/Last updated, 1–6.

Rahmani. R. and Mayvan, H.Z. (2004). Diversity and assemblage structure of soil invertebrates in beech, hornbeam and oak -hornbeam forest types. *Iranian Journal of Natural Resources*, 56(4): 425–436. (In Farsi).

Santamaria, J.M., Moraza, M.L., Elustondo, D., Baquero, E., Jordana, R., Bermejo, R. and Arino, A.H. (2012). Diversity of Acari and Collembola along a pollution gradient in soils of a pre-pyrenean forests ecosestem. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(6): 1159–1169.

Seeber, J. (2012). "Drought-induced reduction in uptake of recently photosynthesized carbon by springtails and mites in alpine grassland". *Soil Biology and Biochemistry*, 55: 37–39.

Siadat, H., Bybordi, M. and Malakouti, M.J. (1997). Salt-affected soils of Iran: a country report. *A paper presented in the Seminar on the Salt Affected Soils, Cairo, Egypt*.

Staley, J.T., Hodgson, C.J., Mortimer, S.R., Morecroft, M.D., Masters, G.J., Brown, V.K. and Taylor, M.E. (2007). Effect of summer rainfall manipulations on the abundance and vertical distribution of herbivorous soil macro invertebrates. *European Journal of Soil Biology*, 43(3): 189–198.

Stork, N.E. (1988). Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 35: 321–337.

Wander, M.M. and Drinkwater, L.E. 2000. Fostering soil stewardship through soil quality assessment. *Applied Soil Ecololgy*, 15: 61–73.

Weil, R.R. and Brady, N.C. (2016). The nature and properties of soils. *Pearson*, 1104 p.

Zarinkafsh, M. (1993). *Applied soil science*. Tehran University, 247 p. (In Farsi).