

Original Research Paper

Biodiversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in west
Miankaleh peninsula

Parvin Habibi Ardebili , Ali Akbar Bagherian Yazdi* , Seyyed Darious Moghaddas

'HSDUWPHQW RI %LRORJ\)DFXOW\ RI %DVLFG FLHQFHV *ROHVWDQ 8QLYH
'HSDUWPHQW RI %LRGLYHUVLW\ DQG (F6FLVH3FHPW D QFWDVWVWQV %QIKYHVKW
Tehran, Iran

Key Words

Ant
Biodiversity
Miankaleh Wildlife Refuge
Richness
Dominance

Abstract

Introduction : The conservation of biodiversity is necessities sustainable developm programs.Conservation of biodiversity relies strongly on the evaluation of extant specie factors which affect diversity aspects in a given area.

Materials & Methods: To investigate biodiversity of ants in Miankaleh, 33 pitfall 332 localities were placed in west from Oct. 23 to 23;. Pitfalls were collected 2 hours after place Then, samples were taken out of the traps, counted, weighted and identified morphotypes. Samples were used to test the reliability of sampling. Shannon, Dominance and Margalef indexes were calculated, dominance and richness respectively.

Result Most individuals were in four genera of Messor, Aphaenogaster, Crematogaster and Tapinoma : 6 ' of samples. Shannon, Dominance and Margalef indices were 2.086, 2.085 and 2.098 respectively. There were statistically significant differences between them ($p < 0.05$). Taxon's dominance was the highest in winter and lowest in summer. There was a statistically significant difference between the diversity index of two seasons ($p < 0.05$). Ordination based on principal component analysis showed the most effective factor on ant biodiversity is changes in weather that is associated with seasons change, so that the dominant species were different in winter and summer and a decrease was seen in all taxa in winter.

Conclusion: There were a statistically significant positive correlation between Shannon index and minimum and maximum temperatures and a negative correlation between dominance index and minimum and maximum temperatures. The index of Dominance was significantly negatively

* Corresponding Author email alibagherianyazdi@gmail.com

Received: 13 April 2024; Reviewed: 9 July 2024; Revised: 8 August 2024; Accepted: 35 September 2024

(DOI): [10.32044256/AEJ.4242045283704482](https://doi.org/10.32044256/AEJ.4242045283704482)

مقاله پژوهشی

بررسی تنوع زیستی مورچگان (Hymenoptera: Formicidae) در غرب شبه جزیره میانکاله

پروین حبیبی اردبیلی^۱، علی اکبر باقریان یزدی^{۱*}، سیدداریوش مقدس^۲^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران^۲ گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

مقدمه: حفاظت از تنوع زیستی از ضروریات اجرای برنامه توسعه پایدار است. برای حفاظت از تنوع زیستی، شناخت و محاسبه عوامل مؤثر آن ضروری است.

مواد و روش‌ها: به منظور شناخت تنوع زیستی مورچگان در میانکاله، ۴۱۱ تله در ۱۱۰ منطقه غربی میانکاله برای مدت یک‌سال (از مهر ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۸) برای تکرارهای ماهانه گذاشته شد. تله‌ها بعد از ۴۸ ساعت جمع‌آوری و نمونه‌ها جداسازی، شمارش و شناسایی گردید. برای تخمین کارایی نمونه‌گیری از منحنی تجمعی تاکسون‌ها استفاده شد. تنوع زیستی با شاخص‌های غالبیت، تنوع زیستی و غنای زیستی محاسبه گردید.

نتایج: منحنی تجمعی تاکسون‌ها اشباع نمونه‌گیری را در نمونه ۵۰ ام نشان داد و مشخص گردید نمونه‌گیری دارای کارایی کامل است. چهار جنس *Messor*، *Aphoenogaster*، *Crematogaster* و *Tapinoma* با ۸۴٪ نمونه‌ها، بیش‌ترین افراد را تشکیل می‌دادند. ضریب غالبیت ۰/۶۳، شانون ۰/۶۴ و مارگالف ۰/۷۶ بود. تنوع و غنای زیستی در زمستان به شکل قابل ملاحظه‌ای پائین آمده و با فصل تابستان دارای تفاوت معنی‌دار است ($p < 0/01$)، غالبیت تاکسون برعکس در زمستان بیش‌ترین و در تابستان کم‌ترین بود. تنوع میان فصل زمستان و تابستان تفاوت معنی‌دار بود ($p < 0/01$). نمودار رسته‌بندی نشان داد مهم‌ترین عامل مؤثر بر تنوع زیستی تغییر عوامل آب و هوایی براساس تغییر فصل‌هاست به طوری که گونه‌های غالب در فصل‌های بهار، تابستان و زمستان متفاوت بوده و برای فصل زمستان کاهش در همه تاکسون‌هاست. **نتیجه‌گیری و بحث:** همبستگی میان شاخص تنوع شانون و دماهای کمینه و بیشینه نشان داد با افزایش دما تنوع زیستی افزایش می‌یابد برعکس با افزایش دمای کمینه و بیشینه غالبیت زیستی کاهش می‌یابد.

مقدمه

هدف از انجام این تحقیق شناسایی مقدماتی مورچگان موجود در منطقه مورد مطالعه که شامل بررسی وزن و هم‌چنین بررسی گوناگونی زیستی مورچگان مناطق مختلف ناحیه مورد پژوهش است. بررسی فراوانی نسبی مورچگان یافت شده منطقه مورد مطالعه، بررسی تنوع زیستی مورچگان در فصول مختلف سال (چرخه سال گشتی Circannual) در منطقه ذکر شده و هم‌چنین بررسی رابطه تنوع زیستی و فراوانی مورچگان منطقه مورد پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۱۱ تله گودالی در ۱۱۰ منطقه از ناحیه غربی شبه جزیره میانکاله گذاشته و مورد بررسی قرار گرفت. منطقه مورد مطالعه اعم از محیط آبی و خشکی جمعاً به مساحت ۶۷۳۴۸/۷ هکتار در مختصات جغرافیایی "۸ و ۲۴ و ۵۲ تا ۲ و ۵۴ طول شرقی و " ۳۶ و ۴۶ و ۳۶ تا " ۲۶ و ۵۷ و ۳۶ عرض شمالی و در منتهی‌الیه شرق استان مازندران و قسمتی از غرب استان گلستان واقع شده است.



شکل ۱: مناطق نمونه‌گیری شده

بندپایان فعال خاکزی (soil dwelling arthropods) منطقه به‌طور ماهانه از مهر ۱۳۹۷ تا شهریور ۱۳۹۸ به‌وسیله تله گودالی جمع‌آوری گردیدند. هر تله گودالی شامل یک لیوان یک‌بار مصرف پلاستیکی به قطر دهانه ۶۵ میلی‌متر و ارتفاع ۸۸ میلی‌متر بود. برای مایع نگهدارنده تله‌ها از ضدیخ صنعتی (antifreeze agent) استفاده گردید. این ضدیخ‌ها عمدتاً از اتیلن گلیکول و پروپیلن گلیکول ساخته می‌شوند. مزیت این محلول سالم نگه‌داشتن بافت و ماده ژنتیکی (DNA) برای مدت طولانی است (Höfer و همکاران، ۲۰۱۵؛ Corrie و همکاران، ۲۰۱۳) و برای مدت بسیار طولانی تبخیر نمی‌شود. تله‌های گودالی بسته به شرایط آب و هوایی به‌مدت ۲۴ ساعت تا یک هفته در محیط ماندند، بیش‌تر تله‌ها بعد از ۴۸ ساعت برداشته شدند زیرا افزایش زمان نمونه‌گیری خطر انهدام تله‌ها را به‌دلیل پر شدن توسط شن و ماسه ساحلی و یا خاشاک که توسط باد منتقل می‌شدند به شدت بالا می‌برد. روش‌های متعددی برای کاشت تله‌های گودالی پیشنهاد شده است (Green، ۲۰۰۰؛ Spence و Niemela، ۱۹۹۴؛ Adi، ۱۹۷۹؛ Uetz و Unzicker، ۱۹۷۶). با توجه به جمیع پیشنهادات داده شده در منابع، ساختار منطقه مورد مطالعه و امکانات در دسترس از روش زیر برای کاشت تله‌های گودالی استفاده شد. تله‌های گودالی در مناطق همگن از نظر تنوع پوشش گیاهی و فیزیونومیک، به شکل چهارگوش‌هایی با اندازه

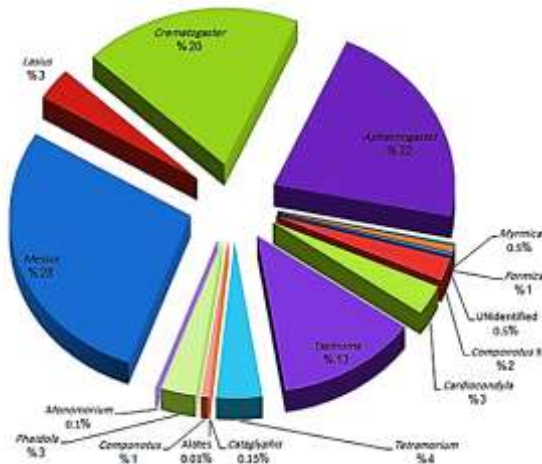
امروزه حفاظت از تنوع زیستی به یکی از اهداف اصلی سازمان‌های دولتی و غیردولتی متولی و حامی حفاظت از محیط‌زیست در دنیا شده است. حفاظت از تنوع زیستی در واقع حفاظت از گوناگونی و تنوع در سه سطح ژن، گونه و اکوسیستم است. یکی از ساده‌ترین و اولیه‌ترین معیارهای بررسی تنوع زیستی یک منطقه تعداد گونه‌های موجود است که به‌همراه تعیین فراوانی و پراکنش گونه‌ها از ضروریات اولیه برنامه‌ریزی برای مدیریت مناطقی است که در غالب مناطق حفاظت شده، براساس الگوهای ملی یا جهانی انتخاب می‌شوند. در ایران، مناطق چهارگانه حفاظت شده براساس الگوی‌های سازمان جهانی حفاظت IUCN انتخاب می‌شوند و یکی از معیارهای مهم این مناطق تنوع زیستی و بالاجس تنوع گونه‌ای است. در همین راستا، پناهگاه حیات وحش میانکاله با ۶۸۸۰۰ هکتار در ۱۲ کیلومتری شمال شهرستان بهشهر از سال ۱۳۴۸ به‌عنوان یکی از مناطق چهارگانه (یعنی پارک ملی، اثر طبیعی ملی، پناهگاه حیات‌وحش و منطقه حفاظت شده) حفاظت می‌شود. این منطقه به جهت قرار گرفتن میان سه اکوسیستم بزرگ جنگل‌های خزری در جنوب، دریای خزر در شمال و صحرای ترکمن در شرق و برخورداری از اجزای این اکوسیستم‌ها به یک زیستگاه مهم برای طیف وسیعی از جانوران در کشور تبدیل شده است به‌طوری‌که علی‌رغم مساحت نه‌چندان بزرگ شصت درصد از کل پرندگان کشور در طول سال در این منطقه قابل مشاهده هستند. تاکنون نزدیک به ۳۰۰ گونه پرنده مهاجر و مقیم و ۲۰ گونه ماهی، ۱۰ گونه دوزیست و خرنده و بیش از ۲۰۰ گونه گیاه در این منطقه شناسایی شدند. اگرچه پناهگاه حیات وحش از قدیمی‌ترین مناطق حفاظت شده کشور است ولی مطالعات تنوع زیستی جانوری آن محدود به پرندگان و تا حدودی ماهیان می‌شود. از مطالعات فون و فلور تالاب مذکور می‌توان به طرح مدیریت پناهگاه حیات‌وحش میانکاله اشاره کرد که به‌صورت کلی به جانوران منطقه اشاره دارد. با این حال در هیچ مطالعه‌ای تاکنون به تنوع حشرات اشاره‌ای نشده است. از کل مساحت ۶۸۸۰۰ هکتاری پناهگاه حیات وحش میانکاله تنها ۱۸۰ هکتار آن به زمین‌های زراعی اختصاص داده شده است لذا شاید محدود مناطق در استان مازندران باشد که به جهت محدودیت در استفاده از سموم کشاورزی یک فرصت استثنایی برای مطالعه فون حشرات فراهم نموده است. مورچگان حشرات اجتماعی هستند که با حفر خاک، جابجایی آن و ایجاد تپه‌های کوتاه، هم‌چنین انبار مواد آلی، تجزیه مواد آلی و تولید مواد دفعی آلی باعث تغییر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌شوند. تجمع و توزیع مواد آلی توسط مورچگان باعث حاصلخیزی موضعی خاک می‌شود و هم‌چنین لانه‌سازی آن‌ها مانع از تشکیل لایه‌های سخت خاک و افزایش تخلخل، زهکشی، هوادهی و کاهش چگالی ظاهری و در نهایت اصلاح ساختمان خاک می‌شود هم‌چنین مورچگان با جابه‌جا کردن بذر گیاهان موجب تغییر در پوشش گیاهی اطراف لانه می‌شوند (Wilson و Hölldobler، ۱۹۹۰). در این مطالعه به بررسی تنوع زیستی مورچگان موجود در ناحیه غربی شبه جزیره میانکاله بهشهر واقع در استان مازندران پرداخته شده است.

محاسبه گردید (Hammer و همکاران، ۲۰۰۱). معنی‌داری تفاوت شاخص‌های تنوع میان فصل‌های سال با آزمون مقایسه میانگین‌های T (Tukey HSD) برآورد گردید. همبستگی میان شاخص‌های تنوع و عوامل محیطی با فرمول همبستگی پیرسون (Pearson correlation) محاسبه گردید. رسته‌بندی (Ordination) مناطق براساس ترکیب تنوع تاکسون‌ها (حضور یا عدم حضور تاکسون) با استفاده از تحلیل مولفه‌های اصلی (Principle component analysis) انجام شد. تحلیل‌های آماری و نمودارهای ستونی و پراکنشی با استفاده از نرم‌افزار SPSS Version 22 انجام شد.

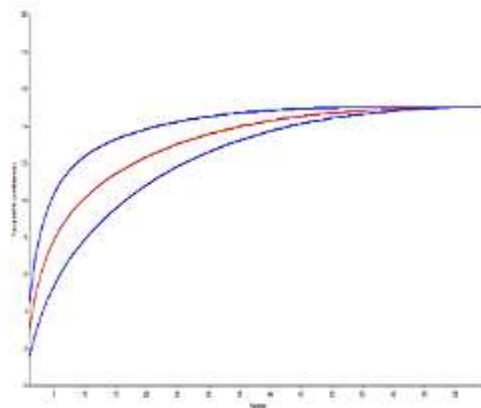
نتایج

منحنی تجمعی تاکسون‌ها (شکل ۲) نشان داد که پس از ۵۰ درصد نمونه‌برداری‌ها تعداد تاکسون‌ها به حد اشباع رسیده و نمونه‌گیری حاضر برای برآورد تنوع تاکسون‌های منطقه دارای کارایی کافی می‌باشد. از ۴۱۱ تله‌گودالی متعلق به ۱۱۰ منطقه مرکز و غرب پناهگاه حیات وحش میانکاله تعداد ۱۵۵۵ مورچه به دست آمد که ۹۹/۹ درصد نمونه‌ها کارگر و بقیه ملکه یا نرهای بال‌دار بودند. از ۱۳ جنس شناسایی شده، بیش‌ترین فراوانی افراد مربوط به جنس *Messor* با ۲۸٪ و سپس جنس‌های *Tapinoma* و *Crematogaster Aphaenogaster* (شکل ۳). هر یک از این جنس‌ها براساس فصل‌های مختلف سال نمونه‌های غالب جمعیت‌ها را تشکیل می‌دادند. ضریب غالبیت، تنوع و غنای گونه‌ای در فصل‌های مختلف سال در شکل ۴ نشان داده شده است. تنوع و غنای زیستی در زمستان به شکل قابل ملاحظه‌ای پایین آمده و با فصل تابستان دارای تفاوت معنی‌دار است ($p < 0.01$). غالبیت تاکسونی برعکس در زمستان بیش‌ترین و در تابستان کم‌ترین بود در عین حال تنها میان این دو فصل (زمستان و تابستان) تفاوت معنی‌دار بود ($p < 0.01$). محورهای اول و دوم مستخرج از تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) توانستند ۶۹ درصد الگوی تنوع منطقه را بازتاب دهند. نمودار رسته بندی براساس محور اول و دوم تحلیل مولفه‌های اصلی (شکل ۵) نشان داد مهم‌ترین عامل موثر بر تنوع زیستی منطقه تغییر عوامل آب و هوایی براساس تغییر فصل‌هاست به طوری که گونه‌های غالب در فصل‌های بهار، تابستان و زمستان متفاوت بوده و برای فصل زمستان کاهش در همه تاکسون‌ها را می‌بینیم. منحنی همبستگی میان شاخص تنوع شانون و دماهای کمینه و بیشینه (شکل ۶) نشان داد با افزایش دما در هر دو فاکتور دمایی تنوع زیستی افزایش می‌یابد. هر چند منحنی‌های معادله مکعبی برازش شده اندکی تفاوت در پاسخ به فاکتور دمایی در کمینه دما و بیشینه دما نشان می‌دهند پاسخ کلی تنوع زیستی مورچگان به دماهای بیشینه و کمینه یکسان است و ضریب همبستگی نزدیکی ($R^2 = 1/3$ و $1/6$) را نشان می‌دهد. منحنی همبستگی میان شاخص غالبیت زیستی و دماهای کمینه و بیشینه (شکل ۷) نشان داد با افزایش دما در هر دو فاکتور دمایی غالبیت زیستی کاهش می‌یابد. منحنی برازش شده برای دمای کمینه توان دو و برای دمای بیشینه مکعبی بود. ضریب همبستگی برای دمای کمینه یک و برای دمای بیشینه یک و چهاردهم بود.

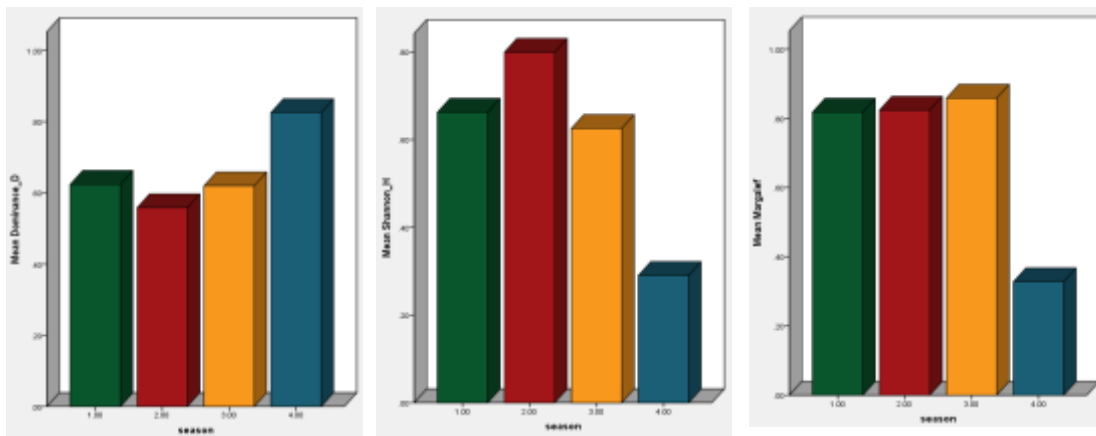
یک متر (فاصله یک متر از هم در چهار راس یک مربع) گذاشته شدند. دما (کمینه و بیشینه دما برای هر دوره از تله گذاری) و رطوبت محل نمونه‌گیری در محل و زمان کاشت و برداشت تله‌های گودالی ثبت گردید. برای مدت نمونه‌گیری حداقل و حداکثر دمای منطقه از ایستگاه‌های هواشناسی گرفته و ثبت شدند. طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع محل با استفاده از سامانه موقعیت‌یابی جهانی (GPS) ثبت گردید. دقت اندازه‌گیری ۵ تا ۱۵ متر بود. افراد مورفوتایپ‌ها، شمارش و توزین شدند و براساس شناسایی دقیق‌تر در الکل ۹۶٪ ذخیره گردیدند. برای بررسی تنوع زیستی مورچگان در هر منطقه نمونه‌گیری شده، ابتدا نمونه‌ها از تله‌گودالی‌ها جمع‌آوری شده استخراج و نمونه‌ها براساس ریخت (morphotype) مرتب (sorting) گردید. کوشش شد تا مورفوتایپ‌های مرتب‌شده تا سطح گونه به‌وسیله کلیدهای شناسایی Bolton (Bolton و همکاران، ۲۰۰۷؛ Bolton، ۱۹۹۵)، ادوارد ویلسون (Hölldobler و O Wilson، ۱۹۹۰)، Seifert (۱۹۹۸؛ ۲۰۰۳؛ ۲۰۰۷)، برای جنس‌های *Formica*، *Myrmica Lasius* و *Radchenko* برای جنس‌های *Cataglyphis* و *Myrmica Radchenko* (Paknia و Radchenko، ۲۰۱۰؛ Elmes و Radchenko، ۲۰۱۰؛ Radchenko، ۱۹۹۸؛ ۱۹۹۷) و *Kiran* برای جنس *Aphaenogaster* (Kiran و همکاران، ۲۰۱۳) شناسایی گردد. از آن‌جا که شناسایی دقیق و علمی نمونه‌ها براساس تحلیل‌های سیستماتیکی نیاز به پژوهشی در همان زمینه علمی دارد، برای اجتناب از خطا، گزارش سیستماتیکی گونه‌ها به پژوهش‌های سیستماتیکی محول گردید و تحلیل‌های بوم شناختی روی مورفوتایپ‌های کاملاً مشخص و اکثراً در سطح جنس (به جز برای جنس *Componotus* با دو مورفوتایپ کاملاً مشخص) انجام شد. تحلیل در سطح تاکسونومیک جنس (Genus) انتخاب شد زیرا پژوهش‌های Souza و همکاران (۲۰۱۸؛ ۲۰۱۶) نشان داد که در مطالعات بوم شناختی با استفاده از تله‌گودالی (و هم‌چنین استخراج گره‌های وینکلر Winkler extractors) محاسبه براساس داده‌های سطح تاکسونومیک جنس کاملاً کارایی داشته و از نظر بهره‌وری زمانی هزینه‌ای به‌خصوص در مواردی که شناسایی در سطح گونه مشکل‌دار باشد نسبت به سطح تاکسونومیک گونه (Species) کاراتر و ارجم است. برای تخمین کارایی نمونه‌گیری از منحنی تجمعی تاکسون‌ها (Sample-based rarefaction) استفاده گردید (Colwell، ۲۰۰۴). شاخص غالبیت (Ecological dominance) جمعیت‌ها به‌وسیله تفاضل شاخص سیمپسون (Simpson index) از یک محاسبه شد (Simpson، ۱۹۴۹). این شاخص بین ۰ (همه تاکسون‌ها به‌صورت یکنواخت حضور دارند) تا ۱ (تنها یک تاکسون در جامعه غالبیت دارد) می‌باشد. تنوع زیستی (Biological diversity) با شاخص شانون (Shannon index) برآورد گردید این شاخص تلفیقی از تعداد تاکسون‌ها و تعداد افراد هر تاکسون است (Shannon و Weaver، ۱۹۶۳). برای تعیین غنای زیستی (Richness) از شاخص مارگالف (Margalef's index) استفاده شد. این شاخص با تقسیم درجه آزادی تعداد تاکسون‌ها به لگاریتم نپین تعداد افراد به دست می‌آید و هر چه عدد بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده غنای بیش‌تر منطقه است (Margalef، ۱۹۵۸). منحنی تجمعی تاکسون‌ها و شاخص‌های تنوع زیستی با نرم‌افزار Paleontological Statistics Version 3.25



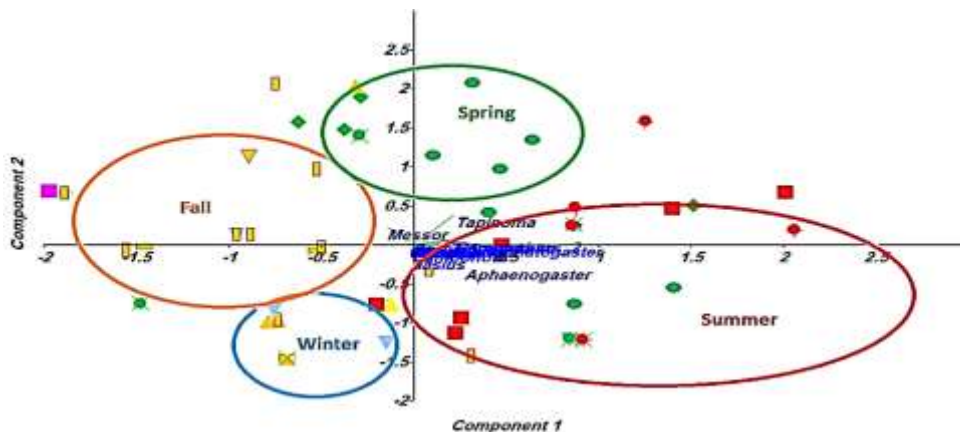
شکل ۳: فراوانی جنس‌های شناسایی شده به درصد



شکل ۲: منحنی تجمعی تاکسون‌ها (Sample-based rarefaction)



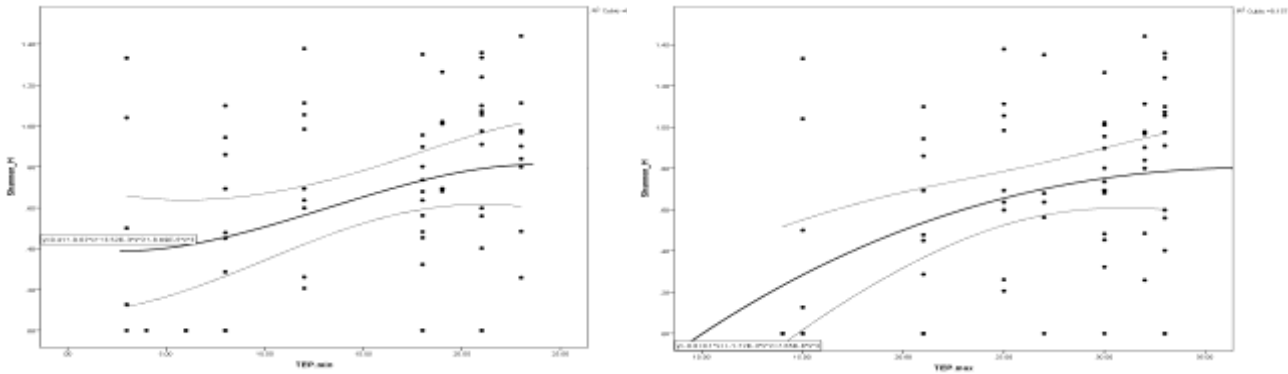
شکل ۴: از راست نمودار ستونی غالبیت، تنوع و غنای زیستی برای فصل‌های سال: ۱- بهاران ۲- تابستان ۳- خزان ۴- زمستان



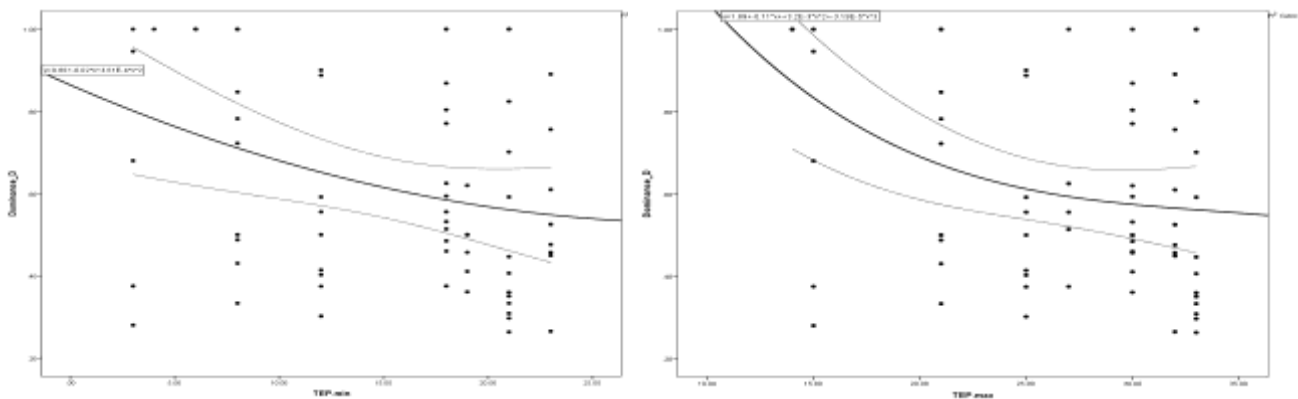
شکل ۵: رسته‌بندی نمونه‌ها براساس محورهای اصلی اول و دوم

شانون و دمای کمینه ($r^2=28, p<0.023$) و همان شاخص با دمای بیشینه ($r^2=27, p<0.027$) در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد اطمینان نشان داد.

آزمون ضریب همبستگی پیرسون (Pearson correlation) رابطه معنی‌داری را میان تعداد تاکسون‌ها و دمای کمینه ($r^2=38, p<0.001$) تاکسون‌ها و دمای بیشینه ($r^2=36, p<0.002$) و نیز شاخص تنوع



شکل ۶: منحنی همبستگی میان دماهای کمینه و بیشینه و شاخص تنوع شانون



شکل ۷: منحنی همبستگی میان دماهای کمینه و بیشینه و شاخص غالبیت تاکسون‌ها

این دو جنس در همه فصل‌ها حضور داشتند و چنان‌که در منحنی پراکنش نمونه‌ها برای محورهای اول و دوم تحلیل مولفه‌های اصلی دیده می‌شود (شکل ۵) در فصل تابستان به حداکثر و در زمستان به حداقل می‌رسند. فراوانی جنس *Messor* که سازگار با مناطق استپی و نیمه بیابانی است با این که کمی عجیب به نظر می‌رسد ولی با توجه به دو نکته قابل تفسیر است، نخست این‌که در نواحی پیش و پس از کمربند سبز ساحلی در میانکاله نواحی استپی و خشک تر وجود دارد که وجود جنس‌های نواحی خشک مانند *Camponotas* و *Cataglyphis* را توجیه می‌کند و دوم حضور فراوان نمونه‌های جنس *Messor* در فصل پاییز که در نمودار تحلیل مولفه‌های اصلی (شکل ۵) به وضوح قابل ملاحظه است به طوری که رفتار پراکنش دسته‌بندی، این جنس را از دیگر جنس متمایز می‌سازد و آن را به سمت منفی محور اول جایی که قابل تفسیر به محدوده و نمونه‌های پاییزی است، نزدیک می‌سازد. می‌توان گفت این جنس نواحی خشک (*Messor*) در پاییز برای جمع‌آوری و ذخیره دانه‌ها دارای فعالیت بسیار بالایی بود و به وفور در تله‌های گودالی به دام افتاده است. در کل چنان‌که از دسته‌بندی براساس تحلیل مولفه‌های اصلی دریافت می‌شود سه جنس *Tapinoma*، *Apheanogaster* و *Messor* الگوی تنوع مورچگای را به نمایش می‌گذارند و ترکیب فراوانی این سه جنس براساس فصل دما (تغییرات آب و هوایی) دستخوش تغییر می‌شود. گونه *Tapinoma* که بیش‌تر به زیستگاه‌های معتدل و نواحی نزدیک به انسان سازش یافته،

بحث

مقایسه منحنی تجمعی تاکسون‌ها با پژوهش‌های پیشین (حجتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ مرادزاده، ۱۳۹۸) نشان داد که سرعت اشباع نمونه‌گیری با این مطالعات هم‌خوانی داشته و پیش از رسیدن به ۵۰ درصد نمونه‌گیری‌ها از ۸۰٪ تاکسون گذشته است. مقایسه شکل منحنی‌ها در پژوهش حاضر پژوهش‌های پیشین می‌توان به این نتیجه بصری (نه تحلیلی زیرا داده‌های ابتدایی در دسترس نبود) که منحنی تجمعی تاکسون‌ها در منطقه میانکاله بیش‌تر شبیه نمودار مناطق استپی است تا جنگلی (النگدره) یا بیابانی (سمنان). تعداد تاکسون‌های شناسایی شده در این پژوهش (۱۳ جنس) با هر دو کار قبلی مذکور با ۱۲ جنس شناسایی شده قابل مقایسه است. ترکیب فراوانی تاکسون‌ها نشان می‌دهد سه جنس *Messor*، *Crematogaster*، *Apheanogaster* با بیش‌ترین درصد فراوانی نیاز به مطالعات بیش‌تر تاکسونومیکی و سپس اولوژیکی دارند. با توجه به وجود مطالعات تاکسونومیکی قابل قبول در مورد جنس *Apheanogaster* در ایران (Kiranetal, ۲۰۱۳) و نیز مطالعات دقیق *Seifert* (۲۰۱۱؛ ۲۰۱۲) روی جنس *Tapinoma* پیشنهاد می‌شود مطالعات تاکسونومیکی روی این دو جنس در منطقه در اولویت قرار گیرد. حضور جنس‌های *Apheanogaster* و *Crematogaster* که بیش‌تر مربوط به نواحی درختی و درختچه‌ای هستند با توجه به وجود نواری سبز در فاصله ۵۰-۱۰۰ متر ساحل قابل توضیح می‌باشد

7. Corrie, S.; Moreau, A.D.; Brian, D.; Wray, A.; Jesse, E.C.; Zekanski-Moir, A.C.; Benjamin, E.R. and Rubin, A.B., 2013. DNA preservation: a test of commonly used preservatives for insects. *Invertebrate Systematics*. Vol. 27, pp: 81-86.
8. Green, C., 2000. Pitfall trapping for long-term monitoring of invertebrates. *Ecological Management*. Vol. 8, pp: 73-93.
9. Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. and Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. Vol. 4, No. 1, pp: 9.
10. Höfer, H.; Astrin, J.; Holstein, J.; Spelda, J.; Meyer, F. and Zarte, N., 2015. Propylene glycol a useful capture preservative for spiders for DNA barcoding. *Arachnologische Mitteilungen*. Vol. 50, pp: 30-36.
11. Hölldobler, B. and Wilson, O.E., 1990. *The Ants*. Harvard University Press. ISBN 0-674-04075-9.
12. Kiran, K.; Alipanah, H. and Paknia, O., 2013. A new species of the ant genus *Aphaenogaster* Mavr (Hymenoptera: Formicidae) from Iran. *Asian myrmecology*. Vol. 5, pp: 45-51.
13. Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systems*. Vol. 3, pp: 36-71.
14. Radchenko, A.G., 1997. Review of ants of the genus *Cataglyphis* Foerster (Hymenoptera, Formicidae) of Asia. *Entomol. Obozr.* Vol. 76, pp: 424-442.
15. Radchenko, A.G., 1998. A key to the ants of the genus *Cataglyphis* Foerster (Hymenoptera, Formicidae) of Asia. *Entomol. Obozr.* Vol. 77, pp: 502-508.
16. Radchenko, A.G. and Paknia, O., 2010. Two new species of the genus *Cataglyphis* Foerster, 1850 (Hymenoptera: Formicidae) from Iran. *Annales Zoologici (Warszawa)*. Vol. 60, No. 1, pp: 69-76.
17. Radchenko, A.G. and Elmes, G.W., 2010. Myrmica ants of the Old World. *Fauna Mundi*. Vol. 3, pp: 1-789.
18. Seifert, B., 2012. Clarifying naming and identification of the outdoor species of the ant genus *Tapinoma* Förster, 1850 (Hymenoptera: Formicidae) in Europe north of the Mediterranean region with description of a new species. *Myrmecological News*. Vol. 16, pp: 139-147.
19. Seifert, B.; d'Eustacchio, D.; Kaufmann, B. and Centorame, M., 2017. Four species within the supercolonial ants of the *Tapinoma nigerrimum* complex revealed by integrative taxonomy (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. Vol. 24, pp: 123-144.
20. Seifert, B., 1988. A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe. *Asia Minor, and Caucasia* (Hymenoptera, Formicidae). *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz*. Vol. 62, No. 3, pp: 1-75.
21. Seifert, B., 2003. The Palaearctic members of the *Myrmica schencki* group with description of a new species (Hymenoptera: Formicidae). *Beitr. Entomol.* Vol. 53, pp: 141-159.
22. Seifert, B., 2007. *Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas*. Iutra, ISBN:978393641031. 368 p.
23. Shannon, C.E. and Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Illinois.
24. Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*. Vol. 163, pp: 688.
25. Souza, J.L.P.; Baccaro, F.B.; Landeiro V.L.; Franklin, E.; Magnusson, W.E.; Pequeno, P.A.C. and Fernandes, I.O., 2016. Taxonomic sufficiency and indicator taxa reduce sampling costs and increase monitoring effectiveness for ants. *Diversity and Distributions*. Vol. 22, pp: 111-122.
26. Souza, J.L.P.; Baccaro, F.B.; Pequeno, P.A.; Franklin, E. and Magnusson, W.E., 2018. Effectiveness of genera as a higher-taxon substitute for species in ant biodiversity analyses is not affected by sampling technique. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 27, pp: 3425-3445.
27. Spence, J.R. and Niemela, J.K., 1994. Sampling Carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist*. Vol. 126, pp: 881-894.
28. Tuomisto, H., 2010. A consistent terminology for quantifying species diversity? Yes, it does exist. *Oecologia*. Vol. 4, pp: 853-860.
29. Uetz, G.W. and Unzicker, J.D., 1976. Pitfall trapping in ecological studies of wandering spiders. *Journal of Arachnology*. Vol. 3, pp: 101-111.

در فصل بهار نمونه‌های غالب را تشکیل می‌دهد. جنس *Apheanogaster* که بیش‌تر در نواحی درختی و جنگلی زندگی می‌کند و به دمای بالاتری نیاز دارد فصل تابستان نمونه‌های غالب مورچه را تشکیل می‌دهد و جنس *Messor* همان‌طور که در بالا گفته شد پاییز و اواخر تابستان برای ذخیره مواد غذایی بیش‌ترین تکاپو و جستجو (Foraging) را دارد. ضریب تنوع زیستی شانون برای نمونه‌های مورچه میانکاله (متوسط فصول ۰/۷۹) پایین‌تر از گزارش‌های حجتی و همکاران (۱۳۸۷) (۲/۳۲) برای استپ و ۲/۱ (برای بیابان) و مرادزاده (۱۳۹۸) (۱/۵۶) بود. پایین بودن ضریب تنوع در منطقه میانکاله احتمالاً به دلیل یکنواختی زیستگاهی و وجود مناطق نمونه‌گیری با تعداد تاکسون‌های منفرد است. مقایسه شاخص‌های تنوع در فصل‌های مختلف سال مشخص می‌سازد که تنوع در فصل تابستان حداکثر ۰/۸۲ و در زمستان کم‌ترین مقدار ۰/۳۲ است. غنای گونه‌ای در پاییز به بیش‌ترین مقدار می‌رسد (۰/۸۴) و زمستان کم‌ترین غنای گونه‌ای ۰/۳۰ مشاهده می‌شود. برعکس دو شاخص ذکر شده شاخص غالبیت در فصل تابستان به حداقل (۰/۵۷) می‌رسد و زمستان به حداکثر (۰/۸۵) می‌رسد. این موضوع کاملاً قابل انتظار است که با گرمای هوا و بهتر شدن شرایط زیستی برای بندپایان در تابستان انواع گونه‌های بیش‌تری فعال شده و تنوع غنای زیستی بالا رود و در زمستان این شاخص‌ها پایین آیند برعکس در زمستان با نامساعد شدن شرایط زیستی تعداد گونه‌هایی که می‌توانند این شرایط را تحمل کنند کاهش یافته و در نتیجه رقابت بین گونه‌های کاهش می‌یابد در این حالت گونه‌هایی در تابستان توان رقابت نداشتند اما در زمستان تحمل سرما را دارند می‌توانند غالب شده و ضریب غالبیت در این فصل را بالا ببرند. این رابطه معکوس میان تنوع و غالبیت را در رابطه با همبستگی این شاخص با دمای محیط می‌توان دید. به طوری که با افزایش دما میزان تنوع افزایش یافته اما میزان غالبیت به شدت کاهش می‌یابد. منحنی‌های همبستگی در این پژوهش به طور تقریباً یکنواخت زیاد شونده یا کم شونده هستند اما در پژوهش پیشین (مرادزاده، ۱۳۹۸) منحنی دارای نقطه اوج بود و بیش‌ترین تنوع را در دمای پیشینه ۲۴ و دمای کمینه ۷ نشان می‌دهد، با افزایش دما در هردو شاخص دمایی تنوع کاهش می‌یابد.

منابع

۱. حجتی، و؛ پاک‌نیا، ا؛ کمی، ح.ق. و گل‌محمدی، م.ص.، ۱۳۸۷. تنوع گونه‌های مورچه در دو منطقه استپی و بیابانی دامغان. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری. دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۹ تا ۱۳.
۲. مرادزاده، س.، ۱۳۹۸. بررسی تنوع زیستی بندپایان خاکریز در النگره (استان گلستان). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. رشته زیست‌شناسی جانوری. گرایش بیوسستماتیک. دانشگاه گلستان.
3. Adis, J., 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer anzeiger*. Vol. 202, pp: 177-184.
4. Bolton, B., 1995. A new general catalogue of the ants of the world. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 504 p.
5. Bolton, B.; Alpert, G.; Ward, P.S. and Naskrecki, P., 2007. Bolton's catalogue of ants of the world. Compact Disc Edition. Harvard University Press, pp: 1758-2005.
6. Colwell, R.K.; Mao, C.X. and Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*. Vol. 85, pp: 2717-2727.