

Monitor the rate of scorpion bites using scorpion biodiversity indices in the Shush County, Khuzestan Province

Mohammad Shanavaz¹, Amir Hossein Zahirnia¹, and Hassan Nasirian^{2, 3, *}

1- Department of Medical Entomology, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

2- Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 20 December 2023

Accepted: 7 March 2024

Key words

Iran
Shush
Biodiversity
Monitor
Scorpion bites

Abstract

Annually, numerous scorpion bites are reported in the Shush County due to suitable scorpion habitat. Scientists study new methods in every field of research. In this study, research was conducted to monitor the rate of scorpion bites from April to September 2018 using the estimation of scorpion biodiversity indices. Scorpions were collected and identified in designated areas using an active search method during the day and night. To monitor the rate of scorpion bites, the species composition, abundance, and Shannon, Simpson, and evenness biodiversity indices of scorpions were used for sampling zones, urban and rural areas, and the months of the year. Furthermore, the Wilcoxon signed-rank test was used to identify significant differences between the indices measured. The results for scorpion composition and abundance were different in the areas of study. Seven scorpion species were detected. While there was a difference between the Shannon and Simpson indices in the fields of study, Wilcoxon's analysis showed no significant difference. The evenness index for urban and rural areas was estimated at a similar level, with no significant differences between them. It was different in the sampling areas and months of the year, and a significant difference was found between them. This study was performed for the first time to monitor the level of scorpion stings by estimating the species composition, abundance, Shannon, Simpson, and evenness biodiversity indices of scorpions, and the results were discussed.

*Corresponding Author: hanasirian@yahoo.com

پایش میزان عقرب گزیدگی با استفاده از برآورد شاخص های تنوع زیستی عقرب های شهرستان شوش در استان خوزستان

محمد شهنواز^۱، امیرحسین ظهیرنیا^۱ و حسن نصیریان^{۲،۳*}

۱- گروه حشره شناسی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۲- گروه بیولوژی و کنترل ناقلین بیماری ها، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

پذیرش: ۱۷ اسفند ۱۴۰۲

دریافت: ۲۹ آذر ۱۴۰۲

واژه های کلیدی	چکیده
پایش تنوع زیستی عقرب گزیدگی شوش ایران	هرساله موارد قابل توجهی عقرب گزیدگی از شهرستان شوش به لحاظ داشتن وضعیت مناسبی جهت زیست عقرب ها گزارش می گردد. پژوهشگران در هر زمینه پژوهشی روش های جدیدی را مورد مطالعه قرار می دهند و در این مطالعه نیز پژوهشی به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی با استفاده از برآورد شاخص های تنوع زیستی عقرب ها از فروردین تا شهریور سال ۱۳۹۸ انجام شد. جمع آوری و شناسایی عقرب از مناطق تعیین شده به روش جستجوی فعال در روز و شب انجام شد. به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی از شاخص های ترکیب گونه ای، میزان فراوانی، شانون، سیمپسون و اونست (Evenness) برای عقرب ها برحسب مناطق نمونه برداری و شهری و روستایی، و ماه های سال استفاده شد. همچنین، به منظور وجود اختلاف معنی دار میان شاخص های مورد سنجش از آزمون ویلکوکسون (Wilcoxon signed-rank test) استفاده شد. نتایج برآورد ترکیب گونه ای و میزان فراوانی عقرب ها در زمینه های مطالعه متفاوت بود و در مجموع ۷ گونه عقرب مشاهده شد. هرچند بین میزان شاخص های شانون و سیمپسون در زمینه های مطالعه اختلاف معنی داری وجود داشت اما آزمون ویلکوکسون اختلاف معنی داری را نشان نداد. میزان شاخص اونست در مناطق شهری و روستایی در سطح مشابهی برآورد شد و اختلاف معنی داری بین آن ها مشاهده نشد، اما در مناطق نمونه برداری و ماه های سال متفاوت بود و اختلاف معنی داری بین آن ها مشاهده شد. این مطالعه برای اولین بار به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی با استفاده از برآورد شاخص های ترکیب گونه ای، میزان فراوانی، شانون، سیمپسون و اونست عقرب ها انجام شد و نتایج مورد بحث قرار گرفت.

* پست الکترونیکی: hanasirian@yahoo.com

مقدمه

امروزه تنوع زیستی دارای اهمیت ویژه‌ای است و توسط دانشمندان علوم مختلف ازجمله بوم‌شناسان مورد استفاده قرار گرفته است (Harper & Hawksworth 1994). تنوع زیستی به سه شکل تنوع گونه‌ای، ژنتیکی و اکوسیستمی دیده می‌شود (Ejtehadi et al. 2009). تنوع گونه‌ای شامل غنای گونه‌ای (Species richness) و یکنواختی گونه‌ای (Evenness) است. تنوع گونه‌ای به بررسی تنوع گونه‌ها اعم از گیاهی یا جانوری می‌پردازد (Van der Maarel & Franklin 2012) و یکی از ویژگی‌های یک جامعه زیستی است. غنای گونه‌ای معادل تعداد گونه‌ها در یک جامعه بوده و ساده‌ترین راه برآورد تنوع زیستی است. این شاخص یکی از معیارهای اساسی تنوع منطقه‌ای بوده و زمینه‌ساز بسیاری از طرح‌های اکولوژیکی است (Ejtehadi et al. 2009). یکنواختی گونه‌ای چگونگی توزیع فراوانی افراد را در بین گونه‌ها نمایش می‌دهد (Lloyd & Ghelardi 1964). یکنواختی گونه‌ای بیانگر میزان تعادل در فراوانی گونه‌ها است، به‌طوری‌که جوامعی که یکنواخت‌تر یعنی دارای غنای گونه‌ای یکسان باشند، ناهمگونی بالاتر یا به عبارت دیگر تنوع بالاتری دارند و جوامعی که همگون‌تر باشند، تنوع پایین‌تری دارند (Ejtehadi et al. 2009).

جانوران بی‌مهره یکی از اجزاء اصلی تنوع زیستی هستند (Yen & Butcher 1997) که به‌عنوان شاخص تغییرات زیست‌محیطی مورد مطالعه قرار می‌گیرند (Ward & Larivière 2004). این موجودات به دلیل رشد و نمو سریع و ازدیاد تعداد زیادی نسل در مدت زمانی کوتاه در مقایسه با سایر جانوران نسبت به تغییرات زیست‌محیطی، حساس‌تر هستند. در نتیجه ارزیابی تنوع زیستی یک منطقه با مطالعه تنوع بی‌مهرگان در مقایسه با مطالعه تنوع مهره‌داران و گیاهان، کیفیت محیط زیست را به مراتب بهتر و دقیق‌تر نشان می‌دهد (Kremen et al. 1993; Yen & Butcher 1997; Hilty & Merenlender 2000). تا به امروز موجودات مختلفی در پایش آلودگی‌های زیست‌محیطی در اکوسیستم‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در مطالعه Sohrabi و همکاران،

استفاده از گل‌سنگ *Ramalina sinensis* در پایش زیستی عناصر آلاینده هوا در مناطق شهری، جایگزین مناسب، دقیق و مقرون به صرفه‌ای نسبت به سایر پایشگرهای زیستی جهت بررسی آلاینده‌های هوا و تعیین سطوح مختلف آلودگی هوا را در مقیاس بزرگ معرفی شده است (Sohrabi et al. 2021). Hosseini و همکاران، استفاده از اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونه‌های بوم‌داران و از مک را به منظور پایش و پالایش زیستی فلزات سنگین نظیر روی، سرب و نیکل مستقر در حاشیه جاده‌های برون شهری مناطق آلوده توصیه کرده است (Hosseini et al. 2021). Abbaszadeh و همکاران، از گونه‌های کنار (*Ziziphus spina-christi*) و کهور (*Prosopis cineraria*) که دارای قابلیت تجمع و انباشت فلزات سنگین هستند به‌عنوان بیش‌اندوز در برداشت و استخراج گیاهی در مناطق آلوده صنعتی و شهری بهره‌برداری کرده‌اند (Abbaszadeh et al. 2019). حشرات مختلفی که در اطراف یا در اکوسیستم‌های دریایی زندگی می‌کنند می‌توانند برای پایش اثرات تجمعی عوامل آلاینده محیطی استفاده شوند. از حشرات آبرزی برای پایش اثرات فصلی و همچنین برای پایش کیفیت آب و آلودگی تالاب‌ها به همراه تجزیه و تحلیل متغیرهای کیفی آب نیز استفاده شده است (Nasirian et al. 2013; Nasirian 2014; Nasirian et al. 2014; Latifi et al. 2015; Nasirian et al. 2015; Nasirian & Irvine 2017; Nasirian & Salehzadeh 2019).

عقرب‌ها راسته‌ای از رده عنکبوتیان (Scorpionida: Arachnida) هستند که به دلیل داشتن نیش زهرآگین و گاهی کشنده از آغاز پیدایش انسان با قدمتی حدود ۴۵۰ میلیون سال، همیشه دارای اهمیت بوده‌اند (Dehghani & Valaie 2005; Dehghani 2006). این جانوران شب‌زی بوده و روزها در پناهگاه‌های خود شامل درز و شکاف دیوارها، زیر سنگ‌ها، سوراخ‌های حفرشده، زیر برگ و پوسته‌های درختان و غیره به استراحت می‌پردازند و شب برای شکار و سایر فعالیت‌های زیستی خود از پناهگاه خارج می‌شوند. آن‌ها دارای نیش سمی بوده و از آن برای صید حشرات و دفاع از خویش در برابر دشمنان استفاده می‌کنند. به همین دلیل زمانی

زیستی و اکولوژیکی این بندپایان می تواند منجر به افزایش میزان آگاهی و همچنین شناخت راه های مبارزه و پیشگیری از برخورد و مواجهه با عقرب ها گردد. در همین راستا پژوهشگران در هر زمینه پژوهشی روش های جدیدی را ابداع و مورد مطالعه و کنکاش قرار می دهند. به همین منظور این پژوهش در مورد استفاده از شاخص های تنوع زیستی عقرب های شهرستان شوش به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی در سال ۱۳۹۸ انجام شد.

مواد و روش ها

شهرستان شوش در شمال غربی استان خوزستان واقع شده است و از شمال به شهرستان شوشتر، از جنوب به شهرستان سوسنگرد، از غرب به شهرستان دزفول و از شرق به شهرستان اهواز محدود می شود. این شهرستان در مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱ دقیقه طول شرقی قرار دارد (Mehrabi & Aghajani 2017).

نحوه انجام مطالعه

این پژوهش بنیادی-کاربردی جهت برآورد شاخص های تنوع زیستی عقرب های شهرستان شوش به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی در طی ۶ ماه از ابتدای فروردین تا پایان شهریور سال ۱۳۹۸ در سه دسته از مناطق جغرافیایی شامل مناطق شهری، مناطق روستایی و مناطق دشتی انجام شد. به منظور افزایش پوشش جغرافیایی مناطق نمونه برداری و در نتیجه افزایش شناسایی حداکثری گونه های موجود در منطقه و با در نظر گرفتن عواملی مانند شرایط اقلیمی، عوامل جغرافیایی و موقعیت جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز)، شهرستان شوش به ۱۲ منطقه شامل عیید، صالح مشنت، حر، آخر آسفالت، عمله سیف، حمیدآباد، عمله تیمور، شهرک بهرام، شاورور، خلف مسلم، منطقه آستان دانیال نبی و هفت تپه تقسیم گردید (Foord et al. 2015). در هریک از مناطق ۱۲ گانه، ۲ تا ۳ منطقه به عنوان ایستگاه نمونه برداری عقرب انتخاب شدند. با توجه به فعالیت شبانه عقرب ها و استراحت روزانه آن ها در پناهگاه های دائم و موقت، صید عقرب ها به مدت دو ساعت در شب با استفاده

که از ناحیه انسان احساس خطر کنند برای دفاع از خود به انسان نیش می زنند (Dehghani 2006). هرچند عقرب ها، ناقل عوامل انگلی یا بیماری زا نیستند اما به علت داشتن نیش زهرآگین و کشنده از لحاظ پزشکی دارای اهمیت ویژه ای هستند و همواره مورد توجه انسان بوده اند. امروزه عقرب گزیدگی از مهمترین مسائل بهداشتی و پزشکی کشورها، بویژه نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری کشورهای توسعه نیافته محسوب می شود. بطور نسبی تلفات انسانی ناشی از عقرب گزیدگی در سطح دنیا بالا است و سالانه هزاران نفر به دلیل عقرب گزیدگی با خطر مرگ مواجه می شوند (Dehghani 2015). در ایران نیز عقرب و عقرب گزیدگی در زمره یکی از مهم ترین مشکلات بهداشتی و پزشکی کشور محسوب شده و علاوه بر اضطراب و نگرانی ناشی از آن، هزینه های درمانی زیادی نیز به همراه دارد (Farzanpayi 1987; World Health Organization 2007; Shanavaz et al. 2023). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیکی مؤسسه واکسن و سرم سازی رازی ایران، عقرب گزیدگی عمده ترین نوع مسمومیت در ایران است (Kamali 1984) و استان های خوزستان و هرمزگان در بین مناطق مختلف کشور، دارای بیشترین موارد عقرب گزیدگی هستند (Dehghani 2015). استان خوزستان یکی از پهناورترین استان های کشور در جنوب غربی ایران و در همسایگی کشور عراق واقع شده است. شهرستان شوش که در شمال غربی استان خوزستان واقع شده از جمله مناطق گرمسیری ایران است و به لحاظ داشتن شرایط آب و هوایی، پوشش گیاهی و وضعیت جغرافیایی مناسب، امکان زیست مناسبی را برای عقرب ها به وجود آورده است. هر ساله موارد قابل توجهی عقرب گزیدگی از مناطق مختلف این شهرستان گزارش می گردد. با توجه به اهمیت عقرب ها از نظر بهداشتی و پزشکی، بررسی تنوع زیستی آن ها به منظور پیشگیری و مراقبت از عقرب گزیدگی و درمان آن بسیار حائز اهمیت است. همچنین پراکنش عقرب ها در محیط ها و شرایط اقلیمی مختلف به صورت تصادفی و خارج از قاعده نیست، بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات ریختی، رفتاری و زیستی عقرب دارد. علاوه بر این، شناسایی دقیق زیستگاه ها و جنبه های گوناگون

سطح اطمینان هستند. سطح اطمینان با Z-score در نظر گرفته می‌شود که مقداری ثابت برای استفاده در فرمول حجم نمونه است. مقادیر سطوح اطمینان رایج $Z = 90\%$ - $Z = 95\%$ ، $Score = 1/645$ ، $Score = 95\%$ - $Z = 99\%$ و $Score = 2/326$ برای Z-score هستند.

نحوه برآورد تنوع گونه‌ای

روش‌های برآورد تنوع زیستی شامل شاخص‌های عددی (Numerical indices) و شاخص‌های غیر عددی (Parametric indices) هستند. در شاخص‌های عددی با ارائه یک عدد، تنوع را در یک واحد نمونه‌برداری یا یک جامعه نشان می‌دهند. این شاخص‌ها ممکن است که فقط از مؤلفه غنای گونه‌ای یا تنها از مؤلفه یکنواختی گونه‌ای و یا هر دو مؤلفه غنا و یکنواختی گونه‌ای استفاده نمایند. شاخص‌های غیر عددی نیز به صورت منحنی مورد بحث قرار می‌گیرند. قدیمی‌ترین و ساده‌ترین روش برآورد تنوع، شاخص‌های غنای گونه‌ای هستند که بر اساس تعداد کل گونه‌ها و افراد موجود در نمونه برآورد می‌شوند. اگر مطالعه در یک سطح به طور موفقیت آمیزی انجام شده و تمام گونه‌های تشکیل دهنده آن سطح تشخیص داده شوند غنای گونه‌ای، معیار مفیدی از تنوع خواهد بود (Ejtehad et al. 2009). شاخص‌های ناهمگونی (هتروژنیته) بر اساس فراوانی نسبی هر کدام از گونه‌ها عمل می‌کنند و به عنوان شاخص‌های ناهمگونی معرفی می‌شوند و یکنواختی و غنای گونه‌ای را هم در برمی‌گیرند (Krebs 1999). از انواع شاخص‌های این دسته می‌توان به شاخص‌های تنوع شانون-واینر (Shannon-Wiener)، بریلوین (Brillouin) و سیمپسون (Simpson) اشاره کرد.

آنالیز آماری داده‌ها به منظور برآورد شاخص‌های تنوع زیستی

برای ارزیابی داده‌ها از میان شاخص‌های عددی، شاخص تنوع شانون-واینر انتخاب شد. این شاخص کاربرد گسترده‌ای در محاسبه تنوع زیستی دارد. این شاخص از معادله زیر محاسبه می‌شود (Ejtehad et al. 2009).

از چراغ‌قوه ماوراءبنفش (UV) و دو ساعت در غروب آفتاب ماهیانه یک بار و با مراجعه به ایستگاه‌های تعیین شده انجام شده انجام شد (Mokhayeri et al. 2014). به منظور جمع‌آوری عقرب‌های حفار، مناطقی از شهرستان که دارای خاک نرم بود انتخاب و بعد از بررسی و شناسایی لانه‌های عقرب (حفرات زیرزمینی حفر شده توسط عقرب‌ها) با ریختن مقداری آب به داخل لانه، عقرب‌های خارج شده با استفاده از پنس دسته‌بلند جمع‌آوری گردید (Vatani & Khoobdel 2009). سپس عقرب‌های جمع‌آوری شده به ظروف پلاستیکی درب دار حاوی اتانول 70% و گلیسرین (جهت نرم نگه‌داشتن نمونه‌ها) انتقال داده شده و بعد از کدگذاری، اطلاعات نمونه‌ها یادداشت شد (Vatani & Khoobdel 2009; Mokhayeri et al. 2014). در ایستگاه‌های واقع در مناطق روستایی، از روش pitfall برای نمونه برداری استفاده شد. در این روش، در مسیر احتمالی حرکت عقرب‌ها ظروف پلاستیکی (با قطر هشت و عمق ۱۱ سانتی‌متر) در عمق ۱۱ سانتی‌متری خاک کار گذاشته شد (Nime et al. 2014). به منظور جلب عقرب‌ها، پنبه مرطوب شده با آب در داخل ظروف گذاشته شد تا عقرب‌ها در مسیر حرکت به داخل ظروف کشیده شوند. بعد از هر نمونه-برداری، نمونه‌های عقرب به آزمایشگاه حشره‌شناسی پزشکی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، انتقال داده شد و با استفاده از استریومیکروسکوپ و کلیدهای معتبر و بر اساس خصوصیات مورفولوژیک شناسایی گردیدند (Dehghani 2015).

نحوه برآورد حجم نمونه

به منظور برآورد حجم نمونه با استفاده از فرمول آماری زیر، حجم نمونه مورد نیاز ۲۸۸ عدد عقرب تعیین گردید (Vazirianzadeh et al. 2006; Vazirianzadeh et al. 2010).

$$n = \frac{z^2 \frac{\alpha}{2} p(1-p)}{d^2} = 450 \quad p = 0.25 \quad \alpha = 0.05 \quad d = 0.04$$

در این فرمول n حجم نمونه مورد نیاز، d حاشیه‌ی خطا (بازه اطمینان)، α سطح اطمینان، p پراکندگی مورد انتظار و z

نتایج

نتایج برآورد شاخص‌های مورد سنجش برحسب مناطق نمونه‌برداری

میزان ترکیب گونه‌ای و فراوانی عقرب‌ها بترتیب بین ۳-۶ گونه و ۱۲/۷-۴/۳٪ در مناطق نمونه‌برداری ۱۲ گانه مشاهده شد. تجزیه و تحلیل شاخص‌های زیستی مورد سنجش نشان داد که بیشترین غنای گونه‌ای از نظر مقیاس مکانی با ترکیب شش گونه در مناطق شاور و عمله سیف مشاهده شد. درحالی‌که در سایر مناطق غنای گونه‌ای کمتری وجود داشت. بر اساس نتایج حاصل از برآورد شاخص سیمپسون (D) و شانون (H) بیشترین میزان شاخص سیمپسون و شانون بترتیب در مناطق دانیال نبی (H=۱/۱۸۶ و D=۲/۹۴۵)، شاور (H=۱/۲۲۹ و D=۲/۵۲۲) و عمله تمور (H=۱/۱۲۸ و D=۲/۲۲۷) و کمترین میزان آن در منطقه شهرک بهرام مشاهده شد (H=۰/۲۹۱ و D=۱/۱۴۵). همچنین بطور تقریبی میزان شاخص اونست در مناطق نمونه‌برداری بجز منطقه شهرک بهرام که کمترین میزان را داشت (۰/۲۶۵) در سطح مشابهی برآورد شد (جدول ۱).

نتایج برآورد شاخص‌های مورد سنجش برحسب مناطق شهری و روستایی

بر اساس نتایج حاصل از داده‌های ترکیب گونه‌ای، مناطق شهری و مناطق دشتی (S=۷) نسبت به مناطق روستایی (S=۶) از غنای گونه‌ای بیشتری برخوردار بوده‌است. میزان فراوانی عقرب‌ها بترتیب ۳۹، ۶۱ و ۱۰۰ در مناطق شهری، روستایی و دشتی مشاهده شد. برآورد میزان شاخص سیمپسون (D) و شانون (H) نیز حکایت از این دارد که بیشترین میزان شاخص سیمپسون (D) و شانون (H) در مناطق شهری (H=۱/۴۷۳ و D=۳/۶۱) در مقایسه با مناطق روستایی (H=۰/۸۶۸ و D=۱/۷۲) مشاهده گردیده‌است. مناطق دشتی نیز از غنای گونه‌ای بیشتری برخوردار بوده‌است (S=۷) و همچنین شاخص سیمپسون (D) و شانون (H) در مناطق دشتی (H=۱/۱۶۸ و D=۲/۳۳۳) بیشتر از مناطق کوهستانی بوده‌است. بطور تقریبی میزان شاخص اونست در مناطق

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

در این معادله H شاخص تنوع شانن- واینر، S تعداد گونه‌ها، P_i سهم افراد از گونه iام نسبت به کل نمونه‌ها که به صورت $P_i = \frac{n_i}{N}$ تعریف می‌شود. مقدار این شاخص بین صفر تا ۴/۵ متغیر است. مقدار این شاخص با افزایش تعداد گونه‌های جامعه زیاد می‌شود و اگر یک گونه در جامعه حضور داشته باشد و یا جامعه تحت تاثیر آلاینده‌ها و یا تخریب باشد این شاخص برابر صفر خواهد بود. تنها زمانی مقدار آن حداکثر است که همه گونه‌ها، تعداد افراد یکسانی داشته باشند و یا جامعه به‌دور از آلاینده‌ها باشد. درواقع هر چه شاخص شانن- واینر کمتر باشد، گویای شرایط سخت جامعه است (Ejtehadi et al. 2009). محاسبه شاخص عددی مورد نظر نیز برای داده‌های هر منطقه با استفاده از نرم‌افزار پست (PAST) انجام گرفت. قابل ذکر است که با توجه به اینکه تعداد گونه‌ها و فراوانی افراد هر گونه در طول فصول متغیر است و این تغییرات تاثیر قابل توجهی بر روی تنوع زیستی جامعه جانوری دارد، بنابراین تغییرات تنوع زیستی در طول زمان با استفاده توأم از تغییرات شاخص‌های تنوع عددی شانن- واینر، غنای گونه‌ای (تعداد گونه‌ها) و مجموع میزان فراوانی گونه‌ها انجام گرفت (Wermelinger et al. 2002; You et al. 2009). برای مقایسه خصوصیات تنوع گونه‌ای زیستگاه‌های مورد بررسی از شاخص تنوع عددی شانن- واینر، غنای گونه‌ای هر منطقه و فراوانی افراد گونه‌های جمع‌آوری شده استفاده می‌شود. در این مطالعه به منظور پایش میزان عقرب‌گزیدگی از شاخص‌های ترکیب گونه‌ای، میزان فراوانی، و شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و اونست (Evenness) جهت بررسی تنوع عقرب‌های شهرستان شوش برحسب مناطق نمونه‌برداری (شهری و روستایی)، و ماه‌های سال استفاده شد. همچنین، به منظور مقایسه و وجود اختلاف معنی‌دار میان شاخص‌های مورد سنجش از آزمون آماری ویلکوکسون (Wilcoxon signed-rank test) نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۴ استفاده شد.

آزمون آماری ویلکوکسون اختلاف معنی‌داری بین میزان شاخص اونست (Evenness) در بین مناطق شهری و روستایی نشان نداد ($P > 0/05$)، اما اختلاف معنی‌داری را میان مناطق نمونه‌برداری ($P = 0/002$) و ماه‌های سال ($P = 0/028$) نشان داد (جدول ۳).

بحث

هرساله موارد قابل توجهی عقرب‌گزیدگی از شهرستان شوش به لحاظ داشتن وضعیت مناسبی جهت زیست عقرب-ها گزارش می‌گردد. در همین راستا پژوهشگران در هر زمینه پژوهشی روش‌های جدیدی را ابداع و مورد مطالعه و کنکاش قرار می‌دهند. به همین منظور این پژوهش در مورد استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی عقرب‌های شهرستان شوش به منظور پایش میزان عقرب‌گزیدگی انجام شد. در میان بن‌دپایان تهدید کننده سلامت انسان مانند پشه‌خاکی‌ها، پشه‌ها، سوسری‌ها، شپش‌ها، کنه‌ها، گال و مگس‌ها (Nasirian 2019a; Nasirian 2019b; Nasirian 2020;) (Kassiri & Nasirian 2021; Nasirian 2022, 2023; Nasirian & Ahmadi 2024)، حداقل ۷ گونه از عقرب‌های ایران از نوع خطرناک و پراهمیت از نظر پزشکی محسوب می‌شوند که سالیانه سبب جان‌باختن تعدادی از مردم مناطق غرب، جنوب و جنوب غرب کشور بویژه استان‌های خوزستان و هرمزگان می‌گردد. *Hemiscorpius lepturus* (عقرب گادیم) مرگ‌بارترین گونه است (Qaderi et al. 2015). گونه‌های *Hemiscorpius lepturus* و *Mesobuthus eupeus* از *Androctonus crassicauda* عوامل اصلی عقرب‌گزیدگی در ایران هستند. گونه‌های *Apistobuthus*، *Buthotus saulcyi*، *Buthotus schach* و *Olivierus caucasicus*، *pterygosercus* در رتبه های بعدی عقرب‌گزیدگی در ایران هستند (Dehghani & Valaei 2005; Kassiri et al. 2012; Shanavaz et al. 2023). بر اساس مطالعات انجام شده گونه‌های *Mesobuthus*، *Hottentotta*، *Androctonus crassicauda*، *eupeus*، *Razianus*، *Compsobuthus matthiesseni*، *saulcyi*، *Scorpio maurus* و *Hemiscorpius lepturus*، *zarudnyi*

شهری، روستایی و دشتی در سطح مشابهی برآورد شده- است (جدول ۲).

نتایج برآورد شاخص‌های مورد سنجش بر حسب ماه‌های سال

بیشترین غنای گونه‌ای در طول ماه‌های سال مربوط به شهریور با هفت گونه ($S=7$) شامل *Androctonus crassicauda*، *Compsobuthus matthiesseni*، *Hemiscorpius lepturus*، *Hottentotta saulcyi*، *Mesobuthus eupeus* و *Razianus zarudnyi* بودند. درحالی‌که در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد غنای گونه‌ای کمتری مشاهده گردید ($S=4$) که شامل *Androctonus crassicauda*، *Hemiscorpius lepturus*، *Mesobuthus eupeus* و *Razianus zarudnyi* بودند. بیشترین میزان شاخص‌های سیمپسون (D) و شانون (H) در شهریور ($H=1/348$ و $D=2/816$) و کمترین میزان در فروردین ($H=0/754$ و $D=1/602$) مشاهده شد. میزان شاخص اونست نیز در طول ماه‌ها متفاوت برآورد شد. میزان فراوانی عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان بتدریج از فروردین تا شهریور افزایش پیدا کرده‌است. همچنین، بطور تقریبی میزان شاخص‌های مورد سنجش عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان بجز مرداد که در مقایسه با ماه قبل تر اندکی کاهش و شاخص اونست که در خرداد هم در مقایسه با سایر ماه‌ها افزایش داشته است بتدریج از فروردین تا شهریور به دلیل افزایش غنای گونه‌ای افزایش پیدا کرده‌اند (جدول ۲).

مقایسه نتایج شاخص‌های مورد سنجش

شکل ۱ مقایسه میزان شاخص‌های شانون و سیمپسون را در بین مناطق شهری و روستایی، ماه‌های سال و مناطق نمونه-برداری شهرستان شوش نشان می‌دهد. هرچند میان میزان شاخص‌های شانون و سیمپسون در بین مناطق شهری و روستایی و نمونه‌برداری، و ماه‌های سال اختلاف وجود داشت (جدول‌های ۱-۲؛ شکل ۱) اما آزمون آماری ویلکوکسون (Wilcoxon signed-rank test) اختلاف معنی‌داری را در بین آن‌ها نشان نداد ($P > 0/05$). همچنین

townsendi به ترتیب از خانواده‌های Buthidae، Scorpionidae و Hemiscorpiidae در شهرستان شوش استان خوزستان شناسایی شده است (جدول ۴) (Zahirnia et al. 2023).

بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین میزان شاخص‌های سیمپسون (D)، شانون (H) و اونست (E) در مناطق شهری $(D=3/61, H=1/473, E=0/757)$ در مقایسه با مناطق روستایی $(D=1/72, H=0/868, E=0/485)$ مشاهده گردیده است. همچنین میزان شاخص‌های سیمپسون (D)، شانون (H) و اونست (E) در مناطق دشتی $(D=2/333, H=1/168, E=0/6)$ بوده است (جدول ۲). در مطالعه Mozaffari و همکاران، میزان شاخص‌های شانون و سیمپسون در شهر ایلام به ترتیب $1/73$ و $0/204$ بود (Mozaffari et al. 2013). Motevalli Haghi و همکاران، میزان شاخص‌های شانون، سیمپسون و اونست را به ترتیب $1/22, 0/38, 0/67$ در مناطق شهری و $1/24, 0/36, 0/68$ در مناطق روستایی گزارش کردند. میزان این شاخص‌ها به ترتیب $1/42, 0/29, 0/82$ در مناطق دشتی و $1/26, 0/33, 0/77$ در مناطق کوهستانی بوده است (Motevalli Haghi et al. 2018) که میزان این شاخص‌ها در مقایسه با مطالعه حاضر در سطوح پایین‌تری هستند و به شرایط متفاوت محیطی و جغرافیایی این مناطق مرتبط است. در مجموع شهرستان شوش شرایط مناسب‌تری را نسبت به شهر ایلام برای حضور عقرب‌ها ایجاد کرده است.

بر اساس نتایج حاصل از میزان شاخص‌های تنوع زیستی مورد سنجش بیشترین غنای گونه‌ای از نظر مقیاس مکانی مربوط به مناطق شاوور و عمله سیف است. در حالی که در سایر مناطق غنای گونه‌ای کمتری وجود دارد (جدول ۱). این موضوع نشان می‌دهد که این منطقه از نظر شرایط محیطی و جغرافیایی، شرایط مناسبی را برای حضور عقرب‌ها ایجاد کرده است. لذا پیشگیری و مراقبت از عقرب‌گزیدگی در بین ساکنین این منطقه می‌بایست جدی‌تر مد نظر قرار گیرد. همچنین، بیشترین فراوانی افراد گونه مربوط به گونه مزوبوتوس /پئوس در منطقه عبید است (جدول ۱). این نتیجه شاید از یک منظر مطلوب باشد چراکه

این گونه نسبت به سایر گونه‌های صیدشده کم‌خطرتر بوده و غالبیت آن سبب شده است که فراوانی گونه‌های خطرناک دیگر مانند *Androctonus crassicauda* به شدت در این مناطق افت نماید. همچنین نتایج نشان داد که غنای گونه‌ای در مناطق شهری نسبت به مناطق روستایی بیشتر است در نتیجه خطر نیش زدن عقرب برای ساکنین مناطق شهری بیشتر از ساکنین مناطق روستایی برآورد می‌گردد. ولی با توجه به اینکه در مناطق شهری بیشترین فراوانی مربوط به گونه کم‌خطر مزوبوتوس /پئوس بوده و گونه پرخطر *Androctonus crassicauda* فراوانی کمتری را نسبت به مناطق روستایی نشان می‌دهد (جدول ۴). بنابراین با در نظر گرفتن این موضوع که مناطق روستایی از توزیع یکنواخت‌تری از گونه‌های عقرب برخوردار می‌باشند، در نتیجه جمعیت گونه‌ای بالاتری را که شامل گونه خطرناک *Androctonus crassicauda* نیز می‌شود، نسبت به مناطق شهری نشان می‌دهد این موضوع سبب می‌شود که در مناطق روستایی شانس حضور عقرب‌های خطرناک‌تر نسبت به مناطق شهری بیشتر بوده و در نتیجه احتمال خطر بالاتری نیز وجود داشته‌باشد. این یافته در خصوص مناطق قرارگرفته در نواحی دشتی نیز مصداق پیدا نموده است چراکه در این مناطق نیز نسبت به مناطق کوهستانی توزیع یکنواخت‌تری از گونه‌ها اعم از کم‌خطر و پرخطر مشاهده گردیده است.

یافته‌های حاصل از زمان صید از نظر شب و روز در شهرستان مورد مطالعه نیز بیانگر حضور یکنواخت و تقسیم یکسان از تسهیم منابع همه گونه‌ها در شب دارد در حالی که در روز غالبیت حضور گونه مربوط به گونه *Mesobuthus eupeus* بوده و سایر گونه‌ها حضور کم‌رنگ‌تری در روز داشته‌اند. لذا توصیه به مراقبت و حفاظت افراد در برابر عقرب‌گزیدگی در شب به دلیل حضور همه گونه‌های عقرب مورد تأکید است. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش در سه ماهه اول سال، غنای گونه‌ای یکسان نسبت به سه ماهه دوم سال در مناطق مختلف شهرستان حاکم بوده است. به نظر می‌رسد تغییرات آب‌وهوایی فصلی و ورود به فصل جدید با آب‌وهوای متفاوت می‌تواند تفسیرکننده این

موضوع باشد (Mehrabi et al. 2006). وجود شرایط محیطی مناسب برای ظهور بعضی گونه‌ها و کاهش فعالیت گونه‌های دیگر سبب شده است که در فروردین، اردیبهشت و خرداد حضور یکنواختی از کلیه گونه‌های عقرب در سطح مناطق شهرستان مشاهده نگردد. در این ماه‌ها بیشترین غالبیت گونه‌ای مربوط به گونه مزوبوتوس/پتوس است ولی در سایر ماه‌ها به دلیل حضور یکنواخت و مساوی بر غالبیت بعضی گونه‌های عقرب افزوده شده و در نتیجه غالبیت بیشتری مشاهده می‌گردد. لذا در سه ماهه اول به دلیل غالبیت گونه کم‌خطرتر شرایط ایمن‌تری برای ساکنین این مناطق به وجود می‌آید در صورتی که در سایر ماه‌ها به دلیل حضور همه گونه‌ها (چه گونه‌های پرخطر و چه گونه‌های کم‌خطر) احتمال حضور گونه‌های خطرناک و احتمال مواجهه با آنها نیز افزایش می‌یابد. لذا می‌بایست توصیه‌های لازم جهت رعایت بیشتر نکات پیشگیری از عقرب‌گزیدگی به مردم در این ماه‌ها صورت پذیرد.

بررسی و مقایسه میزان شاخص‌های یکنواختی و غالبیت سیمپسون و شانون در مقیاس‌های مکانی (دشتی، کوهستانی، شهری و روستایی) و زمانی (روز و شب) نشان می‌دهد اگرچه این شاخص‌ها از نظر عددی متفاوت هستند (جدول ۲؛ شکل ۱) ولی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود ندارد (جدول ۳). اما در هر حال می‌بایست نسبت به وفور گونه‌های خطرناک‌تر در مقیاس‌های مورد مطالعه توجه و آگاهی لازم مد نظر قرار گیرد. بررسی مقایسه میزان شاخص‌های تنوع زیستی شانون و سیمپسون در ماه‌های مختلف نیز نشان می‌دهد در بین ماه‌های مختلف از نظر شاخص‌های یادشده اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳) ولی از لحاظ شاخص یکنواختی گونه‌ای از لحاظ ماه‌های سال اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود که عمده این اختلاف‌ها مربوط به شهریور با ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد بوده است. دلیل این موضوع را می‌توان شرایط متفاوت آب‌وهوایی شهریور با ماه‌های دیگر دانست. چراکه در شهریور میانگین دما و رطوبت هوا نسبت به سایر ماه‌ها متفاوت است و در نتیجه موجب ایجاد فرصت برای گونه‌های خاص از تسهیم منابع می‌شود (Mehrabi et al.

2006). نکته با اهمیت این است که میزان فراوانی عقرب‌های شهرستان شوش در استان خوزستان بتدریج از فروردین تا شهریور افزایش پیدا کرده است. همچنین، بطور تقریبی میزان شاخص‌های مورد سنجش عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان بجز مرداد که در مقایسه با ماه قبل از خود اندکی کاهش و شاخص اونست که در خرداد هم در مقایسه با سایر ماه‌ها افزایش داشته است بتدریج از فروردین تا شهریور افزایش پیدا کرده‌اند (جدول ۲). این یافته‌ها نشان می‌دهد که بتدریج میزان عقرب‌گزیدگی از فروردین تا شهریور نیز ممکن است روند افزایشی داشته باشد که بایستی مراقبت‌های لازم صورت گیرد. همچنین مقایسه میزان شاخص‌های تنوع زیستی شانون و سیمپسون در مناطق مختلف نیز نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مناطق وجود ندارد. این به آن معنی است که اگرچه اختلافات جمعیتی را مشاهده می‌کنیم اما این تفاوت‌ها اثر زیادی بر روی اختلاف جمعیتی نداشته و روند توزیع جمعیتی عقرب‌ها در شهرستان در مقیاس‌های مورد مطالعه از روند یکسانی برخوردار بوده است. بطور تقریبی میزان شاخص اونست در مناطق نمونه‌برداری بجز منطقه شهرک بهرام که کمترین میزان را داشت (۰/۲۶۵) در سطح مشابهی برآورد شده است (جدول ۱). به همین دلیل آزمون آماری ویلکوکسون نیز بین میزان شاخص اونست (Evenness) میان مناطق نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری ($P = 0/002$) را نشان داد (جدول ۳) که به شرایط متفاوت محیطی و جغرافیایی منطقه شهرک بهرام در مقایسه با سایر مناطق مرتبط است.

در مجموع در شهرستان شوش بیشترین غالبیت گونه در مناطق شهری مربوط به گونه مزوبوتوس/پتوس و کمترین غالبیت گونه در مناطق روستایی مربوط به گونه *Androctonus crassicauda* مشاهده شده است. در نتیجه مناطق روستایی از توزیع متعادل‌تری نسبت به گونه‌های عقرب (خطرناک و کم‌خطر) برخوردار هستند. همچنین به دلیل بالا بودن شانس حضور عقرب‌های خطرناک در مناطق روستایی نسبت به مناطق شهری، ساکنین این مناطق از نظر مواجهه با عقرب‌های خطرناک از شانس خطر بیشتری

- South Africa. *Journal of Arid Environments* 113, 114-20.
- Harper J.L. & Hawksworth D.L. (1994) Biodiversity: measurement and estimation. Preface. pp. 5-12. The Royal Society London.
- Hilty J. & Merenlender A. (2000) Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological conservation* 92, 185-97.
- Hosseini N.S., Sobhanardakani S., Cheraghi M., Lorestani B. & Merrikhpour H. (2021) Feasibility of using *Achillea wilhelmsii* and *Cardaria draba* for biomonitoring and bioremediation of heavy metals (Zn, Pb and Ni) in the roadside environments. *Iranian Journal of Health and Environment* 13, 607-20.
- Kamali K. (1984) Introduce of importance scorpions in Khuzestan. *J Sci Agr. Ahvaz Chameran Univ* 1, 34.
- Kassiri H., Mahijan N.M., Hasanvand Z., Shemshad M. & Shemshad K. (2012) Epidemiological survey on scorpion sting envenomation in South-West, Iran. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences* 14, 80-3.
- Kassiri H. & Nasirian H. (2021) New insights about human tick infestation features: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research* 28, 17000-28. <https://doi.org/10.1007/s1356-021-3102-6>.
- Krebs C. (1999) 2nd Ed Addison-Welsey Educational Publishers.
- Kremen C., Colwell R., Erwin T., Murphy D., Noss R.a. & Sanjayan M. (1993) Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation biology* 7, 796-808.
- Latifi M., Alikhani M.Y., Salehzadeh A., Nazari M., Bandani A.R. & Zahirnia A.H. (2015) The antibacterial effect of American cockroach hemolymph on the nosocomial pathogenic bacteria. *Avicenna J Clin Microbiol Infect* 2, e23017.
- Lloyd M. & Ghelardi R.J. (1964) A table for calculating theequitability'component of species diversity. *The Journal of Animal Ecology*, 217-25.
- Mehrabi R., Pashaeirad S., Shiravi A. & Amiri M. (2006) Determination of the biodiversity and fauna of hoverflies (dip: syrphidae) in damghan (semnan Province)-tntroducing 23 new records from semnan Province. *Environmental Sciences* 4, 61-8.
- Mehrabi T. & Aghajani H. (2017) Political position of Susa and the reasons for its economic-political fall in Sasanian era. *Biannual Research Journal of Iran Local Histories* 5, 169-80.
- Mokhayeri H., Taherian S., Kayedi M., Navidpour S., Chegeni-Sharafi A. & Saki M. (2014) Scorpion species in trackless areas of Aligudarz and Sepiddasht Counties in Luristan Province in 2013. *Journal of Preventive Medicine* 1, 46-50.

برخوردار هستند. با توجه به این که پژوهشگران در هر زمینه پژوهشی روش های جدیدی را ابداع و مورد مطالعه قرار می دهند. این مطالعه برای اولین بار در مورد استفاده از شاخص های تنوع زیستی عقرب های شهرستان شوش به منظور پایش میزان عقرب گزیدگی انجام شد. بدیهی است که مطالعاتی که برای اولین بار در یک زمینه پژوهشی انجام می شود ممکن است دارای محدودیت ها و کاستی هایی باشد لذا توصیه می شود در شهرهای دیگر هم مطالعات مشابهی انجام شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی خود را از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان بواسطه حمایت از انجام این طرح پژوهشی (کد طرح: ۹۹۰۱۰۵۷) اعلام می دارند. این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول است که با کد اخلاق: (IR.UMSHA.REC.1398.1067) ثبت شده است.

References

- Abbaszadeh H., Roozbahani M. & Sobhanardakani S. (2019) Use of *Ziziphus spina-christi* and *Prosopis cineraria* leaves as bio-indicators of environmental pollution emitted from industrial areas. *Iranian Journal of Health and Environment* 12, 87-100.
- Dehghani R. (2006) Scorpions and Scorpion sting (Biology, Ecology and control of them). *Publications of Kashan University Medical Sciences & Esfahan Beautiful Arts, Kashan, Iran*, 334 pp.
- Dehghani R. (2015) Venomous animals; are they important in Iran? *International Archives of Health Sciences* 2, 167-9.
- Dehghani R. & Valaei N. (2005) A review of the problems caused by the scorpion sting in Iran. *Journal of Kashan University of Medical Sciences* Spring 84, 84-66.
- Dehghani R. & Valaie N. (2005) Classification of scorpions and their diagnostic clue. *Kashan University of Medical Sciences Journal (Feyz)* 8, 73-92.
- Ejtehadi H., Sepehry A., Akafy H. & Sepehry A. (2009) Methods Biodiversity measuring. *Mashhad's Ferdowsi University Press*. pp 228.
- Farzanpayi R. (1987) Knowing scorpions *Tehran: University Publication*.
- Foord S.H., Gelebe V. & Prendini L. (2015) Effects of aspect and altitude on scorpion diversity along an environmental gradient in the Soutpansberg,

- important wetlands in Iran. *Environmental Monitoring and Assessment* 189, 436. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6145-6>.
- Nasirian H., Mahvi A.H., Hosseini M., Vazirianzadeh B., Sadeghi S.M. & Nazmara S. (2013) Study on the heavy metal bioconcentrations of the Shadegan international wetland mosquitofish, *Gambusia affinis*, by inductively coupled plasma technique. *Journal of Environmental Health Science & Engineering* 11, 22. <https://doi.org/10.1186/2052-336X-11-22>.
- Nasirian H. & Salehzadeh A. (2019) Effect of seasonality on the population density of wetland aquatic insects: a case study of the Hawr Al Azim and Shadegan wetlands, Iran. *Veterinary world* 12, 584-92. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.584-592>.
- Nasirian H., Vazirianzadeh B., Taghi Sadeghi S.M. & Nazmara S. (2014) *Culiseta subochrea* as a bioindicator of metal contamination in Shadegan International Wetland, Iran (Diptera: Culicidae). *Journal of Insect Science* 14, 258.
- Nime M.F., Casanoves F. & Mattoni C.I. (2014) Scorpion diversity in two different habitats in the Arid Chaco, Argentina. *Journal of Insect Conservation* 18, 373-84.
- Qaderi H., Shariati Z., Ghodousi A. & Ziaee M. (2015) Scorpion stinging in the North West the Province from April 2002 to December 2003. *Journal of Faculty of Nursing & Midwifery of Tehran University of Medical Sciences* 2, 73-8.
- Shanavaz M., Zahirnia A.H. & Nasirian H. (2023) Monitoring scorpionism in Shush County of Khuzestan Province in the first six months of 2019. *Journal of Isfahan Medical School* 41, 319-25.
- Sohrabi M., Hassanzadeh N., Hedayatzadeh F. & Mofid M. (2021) Air quality and trace elements biomonitoring in Tehran urban areas using epiphytic lichen. *Iranian Journal of Health and Environment* 13, 705-34.
- Van der Maarel E. & Franklin J. (2012) *Vegetation ecology*. John Wiley & Sons.
- Vatani H. & Khoobdel M. (2009) Scorpion fauna in Taybad region and scorpion sting status in military environment. *Journal Mil Med* 11, 7-11.
- Vazirianzadeh B., Hossein R.H., Amri B., Bageri S. & Molaei S.M. (2010) Epidemiological study of scorpionism in the hospitals of Ahvaz, SW Iran, 2nd six months of 2006. *Jundishapur Journal of Health Sciences* 2, 16-25.
- Vazirianzadeh B., Samie M. & Entomology I.M. (2006) Epidemiological study of scorpionism in the Khozestan. In: *Iranian 2nd Congress of Medical Entomology*, pp. 24-6.
- Ward D.F. & Larivière M.-C. (2004) Terrestrial invertebrate surveys and rapid biodiversity assessment in New Zealand: lessons from Australia. *New Zealand Journal of Ecology* 28, 151-9.
- Motevalli Haghi F., Mogaddam M.Y., Enayati A.A., Dehghani R. & Fazeli-Dinan M. (2018) Biodiversity species and ecological distribution of scorpions in the city of Darmian, Southern Khorasan, Iran. *Iranian Journal of Health Sciences* 6, 10-21.
- Mozaffari E., Sedaghat M.M., Dehkordi A.S. & Akbarzadeh K. (2013) Biodiversity and species composition of scorpions (Arachnida, Scorpiones) in Ilam County, Iran. *Journal of Applied Sciences Research* 9, 5412-8.
- Nasirian H. (2014) Evaluation of water quality and organic pollution of Shadegan and Hawr Al Azim wetlands by biological indices using insects. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2, 193-200.
- Nasirian H. (2019a) Contamination of cockroaches (Insecta: Blattaria) by medically important bacteria: a systematic review and meta-analysis. *Journal of medical entomology* 56, 1534-54. <https://doi.org/10.093/jme/tjz095>.
- Nasirian H. (2019b) Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) seroprevalence: a systematic review and meta-analysis. *Acta tropica* 196, 102-20. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.05.019>
- Nasirian H. (2020) New aspects about Crimean-Congo hemorrhagic fever (CCHF) cases and associated fatality trends: A global systematic review and meta-analysis. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases* 69, 101429. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020>.
- Nasirian H. (2022) Ticks infected with Crimean-Congo hemorrhagic fever virus (CCHFV): a decision approach systematic review and meta-analysis regarding their role as vectors. *Travel medicine and infectious disease* 47, 102309. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2022>.
- Nasirian H. (2023) Monitoring the impact, trends, and impact levels of factors affecting *Pediculus capitis* infestation in primary school students: an illustrate scale evidence review. *Journal of Public Health*, <https://doi.org/10.1007/s10389-023-01863-y>.
- Nasirian H. & Ahmadi S.A.Y. (2024) *Pediculus capitis* (Anoplura: Pedicullidae) infestation in preschool and primary school students and the community: a global-scale evidence review. *International Journal of Tropical Insect Science*, <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01129-w>.
- Nasirian H., Alimohammadi M., Kamandar M., Saikh Barahwie L., Mojadami Moghadam H., Sheikhi R., Asgari M., Hosseini S.S. & Farhani Ahmadi F. (2015) Water quality evaluation of the Shadegan and Hawr Al Azim wetlands from Iran. *Indian J. Sci. Res* 6, 11-24.
- Nasirian H. & Irvine K. (2017) Odonata larvae as a bioindicator of metal contamination in aquatic environments: application to ecologically

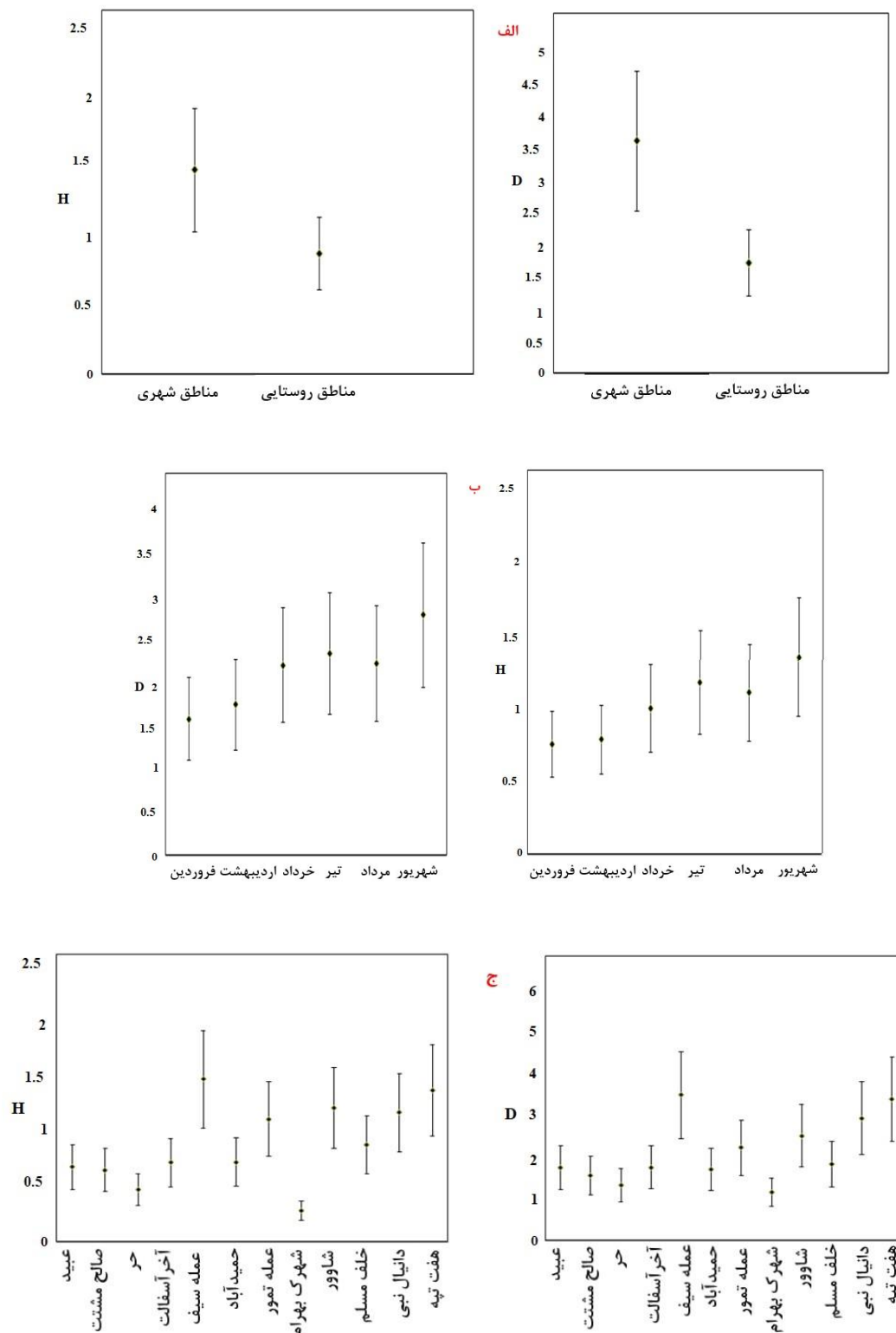
- Wermelinger B., Duelli P. & Obrist M.K. (2002) Dynamics of saproxylic beetles (Coleoptera) in windthrow areas in alpine spruce forests. *Forest snow and landscape research* 77, 133-48.
- World Health Organization (2007) *Rabies and envenomings: a neglected public health issue: report of a consultative meeting, World Health Organization, Geneva, 10 January 2007*. World Health Organization.
- Yen A. & Butcher R. (1997) *An overview of the conservation of non-marine invertebrates in Australia*. Environment Australia.
- You M., Vasseur L., Régnière J. & Zheng Y. (2009) The three dimensions of species diversity. *The Open Conservation Biology Journal* 3, 82-8.
- Zahirnia A.H., Shanavaz M., Nasirian H., Davari B. & Salehzadeh A. (2023) Species composition, temporal distribution, and degree of dependence of scorpion species on the environment in terms of soil texture and moisture level in Shush County, Khuzestan Province. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 33, 126-33. <https://jmums.mazums.ac.ir/article-1-19013-en.html>.

جدول ۱. نتایج برآورد ترکیب گونه‌ایی، میزان فراوانی، و شاخص‌های مورد سنجش عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان برحسب مناطق نمونه‌برداری (۱۳۹۸)

نوع برآورد	منطقه											
	عبد	صالح مشمت	حر	آخرآسفالت	عمله سیف	حمیدآباد	عمله تمور	شهرک بهرام	شاوور	خلف مسلم	دانیال نبی	هفت تپه
ترکیب گونه‌ایی	۳	۳	۳	۳	۶	۳	۵	۳	۶	۴	۴	۵
میزان فراوانی (خام)	۴۱	۳۳	۲۹	۲۱	۲۲	۳۵	۱۴	۳۰	۲۶	۳۲	۱۸	۲۲
میزان فراوانی (%)	۱۲/۷	۱۰/۲	۹/۰	۶/۵	۶/۸	۱۰/۸	۴/۳	۹/۳	۸/۱	۹/۹	۵/۶	۶/۸
شاخص شانون	۰/۶۸۸	۰/۶۶۲	۰/۴۷۹	۰/۷۲۷	۱/۴۹۰	۰/۷۳۴	۱/۱۲۸	۰/۲۹۱	۱/۲۲۹	۰/۸۹۲	۱/۱۸۶	۱/۳۹۰
شاخص سیمپسون	۱/۷۴۶	۱/۵۵۳	۱/۳۲۴	۱/۷۵۷	۳/۵۰۷	۱/۶۹۹	۲/۲۲۷	۱/۱۴۵	۲/۵۲۲	۱/۸۳۵	۲/۹۴۵	۳/۴۰۸
شاخص Evenness	۰/۶۲۷	۰/۶۰۲	۰/۴۳۶	۰/۶۶۲	۰/۸۳۱	۰/۶۶۸	۰/۷۰۱	۰/۲۶۵	۰/۶۸۶	۰/۶۴۴	۰/۸۵۵	۰/۸۶۴

جدول ۲. نتایج برآورد ترکیب گونه‌ایی، میزان فراوانی، و شاخص‌های مورد سنجش عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان برحسب مناطق شهری و روستایی، دشتی و کوهستانی، و ماه‌های سال (۱۳۹۸)

نوع برآورد	منطقه	ماه									
		شهری	روستایی	دشتی	کوهستانی	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
ترکیب گونه‌ایی	۷	۶	۷	۰	۴	۴	۴	۴	۶	۶	۷
میزان فراوانی (خام)	۱۲۶	۱۹۷	۳۲۳	۰	۲۷	۳۲	۳۳	۵۷	۶۹	۱۰۵	۳۲۳
میزان فراوانی (%)	۳۹/۰	۶۱/۰	۱۰۰	۰	۸/۴	۹/۹	۱۰/۲	۱۷/۷	۲۱/۴	۳۲/۵	۱۰۰
شاخص شانون	۱/۴۷۳	۰/۸۶۸	۱/۱۶۸	۰	۰/۷۵۴	۰/۷۸۶	۰/۹۹۸	۱/۱۷۷	۱/۱۰۴	۱/۳۴۸	—
شاخص سیمپسون	۳/۶۱	۱/۷۲	۲/۳۳۳	۰	۱/۶۰۲	۱/۷۶۶	۲/۲۲۷	۲/۳۶۶	۲/۲۴۹	۲/۸۱۶	—
شاخص Evenness	۰/۷۵۷	۰/۴۸۵	۰/۶۰۰	۰	۰/۵۴۴	۰/۵۶۷	۰/۷۲	۰/۶۵۷	۰/۶۱۶	۰/۶۹۳	—



شکل ۱. مقایسه میزان شاخص‌های سیمپسون (D) و شانون (H) برآورد شده عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان (۱۳۹۸): (الف) بر حسب مناطق شهری و روستایی (مناطق دشتی)، (ب) بر حسب ماههای سال، و (ج) بر حسب مناطق نمونه‌برداری

جدول ۳. نتایج تحلیلی آزمون ویلکوکسون (Wilcoxon signed-rank test) بر روی میزان شاخص‌های مورد سنجش عقرب‌های شهرستان شوش استان خوزستان بر حسب مناطق نمونه‌برداری و شهری و روستایی، و ماه‌های سال

توصیفی						آزمون ویلکو کسون
تحلیلی			میانگین			
P-value	Z	میانگین رتبه منفی (Negative mean rank)	میانگین رتبه مثبت (Positive mean rank)	انحراف معیار	میانگین	
						مناطق نمونه‌برداری ۱۲ گانه
۰/۳۸۸	-۰/۸۶۳*	۵/۶	۷/۱۴	۰/۳۷۴	۰/۹۰۸	شاخص شانون
۰/۸۱۴	-۰/۲۳۵**	۸/۴	۵/۱۴	۰/۷۹	۲/۱۳۹	شاخص سیمپسون
۰/۰۰۲	-۳/۰۵۹*	۰/۰۰۱	۶/۵	۰/۱۷۱	۰/۶۵۳	شاخص Evenness
						مناطق شهری و روستایی (دشتی)
۰/۲۸۵	-۱/۰۶۹**	۲/۵	۱/۰	۰/۳۰۳	۱/۱۷	شاخص شانون
۰/۲۸۵	-۱/۰۶۹**	۲/۵	۱/۰	۰/۹۶۴	۲/۵۵۴	شاخص سیمپسون
۰/۱۰۹	-۱/۶۰۴*	۰/۰۰۱	۲/۰	۰/۱۳۷	۰/۶۱۴	شاخص Evenness
						ماه‌های سال
۰/۹۱۷	-۰/۱۰۵**	۳/۶۷	۳/۳۳	۰/۲۳	۱/۰۲۸	شاخص شانون
۰/۴۶۳	-۰/۷۳۴**	۳/۵	۳/۵	۰/۴۳۶	۲/۱۷۱	شاخص سیمپسون
۰/۰۲۸	-۲/۲۰۱*	۰/۰۰۱	۳/۵	۰/۰۷	۰/۶۳۳	شاخص Evenness

مقادیر معنی‌دار با قلم پررنگ نشان داده شده است. *محاسبه شده بر اساس میانگین رتبه منفی، **محاسبه شده بر اساس میانگین رتبه مثبت.

جدول ۴. میزان فراوانی گونه‌های عقرب شهرستان شوش استان خوزستان بر اساس مطالعات انجام شده (Zahirnia et al. 2023)

گونه	مناطق روستایی		مناطق شهری		جمع (مناطق دشتی)	
	خام	%	خام	%	خام	%
<i>Mesobuthus eupeus</i>	۱۴۷	۷۴/۶	۵۲	۴۱/۳	۱۹۹	۶۱/۶
<i>Hemiscorpius lepturus</i>	۲۷	۱۳/۷	۳۲	۲۵/۴	۵۹	۱۸/۳
<i>Androctonus crassicauda</i>	۴	۲/۰	۱۳	۱۰/۳	۱۷	۵/۳
<i>Hottentotta saulcyi</i>	۲	۱/۰	۲	۱/۶	۴	۱/۲
<i>Scorpio maurus townsendi</i>	۳	۱/۵	۳	۲/۴	۶	۱/۹
<i>Compsobuthus matthiesseni</i>	۱۴	۷/۱	۲۲	۱۷/۵	۳۶	۱۱/۱
<i>Razianus zarudnyi</i>	۰	۰	۲	۱/۶	۲	۰/۶۲
جمع	۱۹۷	۶۱/۰	۱۲۶	۳۹/۰	۳۲۳	۱۰۰