

## بررسی رابطه تنوع گونه‌های خزندگان با وضعیت توپوگرافی در شمال غربی اصفهان

• منصوره ملکیان: دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، کدپستی: ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۱

### چکیده

پژوهش حاضر به منظور شناسایی گونه‌های خزننده موجود و بررسی رابطه احتمالی بین تنوع گونه‌های خزندگان و شرایط توپوگرافی در منطقه شمال غرب شهر اصفهان به صورت پیمایشی از بهار تا پاییز ۱۳۸۸ انجام شد. در مجموع ۱۱۸ نمونه متعلق به ۱۱ گونه و ۵ خانواده از خزندگان شناسایی شدند. رابطه میان تنوع گونه‌ای با ارتفاع با استفاده از مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای (شاخص سیمسون، هیل و شانون وینر) و یکنواختی (شاخص یکنواختی سیمسون، کامارگو و اسمیت و ویلسون) بررسی شد. علاوه بر این از روش جزء نادر برای همگن کردن داده‌ها و برآورد غنای گونه‌ای استفاده شد. مقایسه شاخص‌های محاسبه شده نشان داد که با افزایش ارتفاع غنای گونه‌ای و تنوع گونه‌ای کاهش و یکنواختی افزایش می‌یابد. در بین شاخص‌های تنوع گونه‌ای محاسبه شده شاخص شانون-وینر بیشترین مقدار همبستگی ( $R^2 = 0.792$  و  $r = -0.89$ ) و سیمسون کمترین مقدار ( $R^2 = 0.477$  و  $r = -0.691$ ) را نشان داد. در بین شاخص‌های یکنواختی نیز کامارگو بیشترین ( $R^2 = 0.665$  و  $r = +0.815$ ) و سیمسون کمترین مقادیر همبستگی ( $r = +0.769$  و  $R^2 = 0.592$ ) را نشان دادند.

**کلمات کلیدی:** تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای، یکنواختی، ارتفاع، مارمولک، اصفهان

### مقدمه

ماهر بوده و از عوامل کنترل کننده و باز دارنده طغیان جمعیت بسیاری از موجودات آسیب‌رسان بشمار می‌روند. خزندگان با شکار حشرات و جوندگان نقش مثبتی در کشاورزی دارند. بنابراین در حفظ تعادل طبیعت اهمیت دارند. این موجودات همچنین به عنوان شناساگرهای زیستی تغییرات اکوسیستمی شناخته می‌شوند (۱۵).

تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به اراضی کشاورزی و احداث مراکز صنعتی و وارد نمودن انواع آلاینده‌ها به آب، هوا و خاک،

همه اشکال حیات متنوع پیرامون ما ارزش خاص خود را دارند. اگرچه برخی گونه‌ها نسبت به سایر گونه‌ها کمتر شناخته شده‌اند اما از بین رفتن یک گونه که نقش اکولوژیک آن که ممکن است برای بشر ناشناخته باشد آثار نامطلوبی را بر تعادل طبیعت باقی می‌گذارد. مهره‌دارن کوچک از جمله خزندگان از جمله زیست‌مندان مهجوری هستند که با وجود اهمیت اکولوژیک فراوان کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این موجودات اگر چه خود طعمه بسیاری از شکارچیان می‌باشند اما به نوبه خود صیادی



خراسان شمالی توسط تقدیسی و همکاران (۱۳۹۰) مطالعه گردید (۴).

پراکنش جانوران در زیستگاهشان با توجه به کنش‌های متقابل درون گونه‌ای و بین گونه‌ای و عوامل فیزیکی زیستگاه که بر بقا فرد موثرند صورت می‌گیرد و بصورت تصادفی و اتفاقی نیست. از جمله این عوامل می‌توان به ساختار فیزیکی خود زیستگاه اشاره نمود که برهمکنش‌های متقابل بین گونه‌ای تاثیرگذار است و همچنین با فراهم کردن منابع مورد نیاز گونه شامل غذا، پناه و زیستگاه بر بقا و تولید مثل گونه مؤثر است (۱۹). پراکنش در خزندگان و عمدتاً در سوسمارها براساس توپوگرافی و اقلیم شرح داده می‌شود و بیشترین تغییرات مشاهده در پراکنش این گونه‌ها تحت تاثیر دمای محیط می‌باشد و به همین دلیل تنوع درون گونه‌ای زیادی را نشان می‌دهند (۲۱). Hofer و Guisan (۲۰۰۳) پراکنش خزندگان را با توجه به دو عامل اقلیم و توپوگرافی مدل سازی نمود و نشان داد که محدودیت پراکنش گونه‌های خزنده تحت تاثیر اقلیم است که به علت همبستگی با درجه حرارت است (۱۶). بررسی رابطه بین غنای گونه‌های خزندگان در اروپا با متغیرهای محیطی با استفاده از تحلیل رگرسیون نشان داد که واریانس حضور خزندگان با انرژی محیطی (درجه حرارت) توضیح داده می‌شود و عامل ارتفاع در اینجا نقش مهمی را ایفا می‌کند (۲۰). مطالعات انجام گرفته در مورد تاثیر اقلیم و توپوگرافی بر پراکنش خزندگان در کشور اندک است. پروانه اول و همکاران (۱۳۸۸) رابطه بین فراوانی، تنوع گونه‌ای سوسمارها را با ارتفاع در منطقه سبزوار بررسی کردند و نشان دادند که با افزایش ارتفاع غنای گونه‌ای و فراوانی گونه‌ها کاهش می‌یابد (۳).

در تحقیق حاضر تنوع خزندگان مشتمل بر دو زیر راسته مارها و سوسمارها بررسی شد و تاثیر عامل ارتفاع روی تنوع و غنای گونه‌ای در منطقه‌ای به وسعت ۲۰۰۰ هکتار در شمال غربی شهر اصفهان ارزیابی گردید. منطقه مورد مطالعه از یک سو به دلیل قرار گرفتن در مجاورت پناهگاه حیات وحش قمشلو و از سوی دیگر بدلیل تنوع زیستگاهی شامل زیستگاههای کوهستانی، جنگلی و دشتی، دارای استعداد بالقوه‌ای جهت زیست گونه‌های مختلف جانوران می‌باشد و گونه‌های متعددی از پرندگان، پستانداران و خزندگان در این محدوده مشاهده شده‌اند که تاکنون به صورت علمی مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند.

رشد سریع شهرها و تبدیل شدن اراضی پیرامون آن‌ها باعث از بین رفتن زیستگاه‌های حیات وحش و انقراض گونه‌هایی می‌شود که حتی وجود آن‌ها در چنین زیستگاه‌هایی ناشناخته مانده است. بنابراین با توجه به گسترش روزافزون فعالیت‌های انسانی شناخت تنوع گونه‌ای موجود اولین قدم در حفاظت، تحقیقات علمی بعدی و حتی استفاده‌ها و بهره‌برداریهای آینده است.

کشور ایران از دیدگاه جانوری بطور عمده در ناحیه پالئارکتیک قرار گرفته است و بخش‌های کوچکی از آن در ناحیه اورینتال و ارتباط فعال با ناحیه اتیوپیین دارد که سبب شده است از عناصر این مناطق نیز بهره مند شده و این امر سبب غنای فون جانوری ایران گشته است. فلات مرکزی ایران در برگیرنده حوضه زهکش داخلی فلات ایران است که توسط کوه‌های بلند احاطه شده است. این منطقه حوضه‌های آبریز متعددی دارد که هر یک از ویژگی‌های خاصی برخوردارند. متأسفانه دانش ما در مورد فون خزندگان این منطقه و پراکنش آن‌ها اندک است. حدود ۴۳ گونه از گونه‌های مارمولک (۴۶ درصد از کل فون مارمولک‌های ایران) در گستره فلات مرکزی ایران پراکنش دارند. این گونه‌ها عناصر ایرانی بشمار می‌روند. فون جانوری در این منطقه اندمیسم بالایی را نشان می‌دهد (۱۲).

مطالعه خزندگان در ایران به دلیل کثرت و تنوع گونه‌ها مورد توجه پژوهشگران داخلی و خارجی بوده و مقالات و کتب فراوانی در این زمینه ارائه شده است. از جمله می‌توان به مطالعات Anderson (۱۹۹۹) اشاره کرد که سوسمارهای ایران را مطالعه و ۱۲۸ گونه متعلق به ۸ خانواده را معرفی نموده است. در فلات مرکزی ایران مطالعات روی خزندگان به صورت پراکنده انجام شده است. رستگار پویانی (۱۳۶۹) تنوع گونه‌ای سوسمارهای استان کرمانشاه، شفیعی (۱۳۷۸) توزیع و پراکنش مارمولک‌های پناهگاه حیات وحش خبر و روچون کرمان (۸)، احمدزاده و خیراندیش (۱۳۸۵) تنوع زیستی سوسمارهای شمال غرب ایران، نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۷) سوسمارهای منطقه تربت جام در استان خراسان، فراهی و محمدی (۱۳۸۹) مارمولک‌های منطقه میرآباد شهرضا، رضایی و همکاران (۱۳۸۹) فون خزندگان استان زنجان و فون خزندگان شهرستان فردوس توسط استواری (۱۳۹۰) مطالعه گردید. جغرافیای پراکنش مارهای ایران توسط لطیفی (۱۳۷۹) مطالعه شد. کریمی و همکاران (۱۳۷۹) مارها و عقرب‌های استان یزد (۱۰)، حجتی و همکاران (۱۳۸۳) مارهای منطقه دامغان (۴) و مارها و سوسمارهای پارک ملی ساریگل در



## مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۲۰۰۰ هکتار با طول و عرض جغرافیایی  $31^{\circ} 51'$  شرقی و  $33^{\circ} 43'$  شمالی و متوسط ارتفاع ۱۷۰۰ متری سطح دریا، در ۲۰ کیلومتری شمال غرب اصفهان و شمال شرق خمینی شهر قرار گرفته است. ضلع شمالی منطقه را کوه سید محمد و ارتفاعات محمود آباد تشکیل می‌دهد که ادامه کوه‌های پناهگاه حیات وحش قمشلو می‌باشند. انتهای جنوبی منطقه به جاده اصفهان - خمینی شهر ختم شده و مرز شرقی را جاده اصفهان - تهران بسته است همچنین منتهی الیه غربی آن نیز به زمین‌های شهری خمینی شهر متصل می‌باشد. از ۲۰۰۰ هکتار مساحت مورد بررسی حدود ۱۳/۵ درصد (۲۷۰ هکتار) را منطقه مسکونی، ادارای و تاسیساتی به خود اختصاص داده و حدود ۴۴ درصد (۸۸۰ هکتار) مربوط به زیستگاههای دشتی بوده و ۳۲ درصد (۶۴۰ هکتار) را زیستگاه کوهستانی اشغال نموده و بقیه مساحت منطقه یعنی ۱۰/۵ درصد (۲۱۰ کیلو مترمربع) مربوط به زیستگاه جنگلی می‌باشد.

زیستگاه جنگلی که عمدتاً بصورت دشت کاشت ایجاد شده است بخش مهم کمربند جنگلی شمال غرب اصفهان را تشکیل می‌دهد. گونه‌های گیاهی آن شامل کاج، زبان گنجشک، ااقیا، ارغوان و چندین گونه درختان میوه مانند انار و سیب و .. است که بدلیل وفور غذا و امنیت، زیستگاه مناسبی برای فعالیت انواع جانوران بشمار می‌آید. زیستگاه دشتی در این منطقه که زیستگاه اصلی خزندگان محسوب می‌شود در دامنه کوه واقع شده و به علت فعالیت‌های عمرانی و ساختمان سازی، چرای دام و همچنین خشکسالی چند سال اخیر، عمدتاً دارای پوشش پراکنده‌ای از جوامع گون و درمنه است. مناطق کوهستانی، ارتفاعات کوه سید محمد و محمود آباد را در شامل می‌شود که مورد استفاده تفریحی مردم منطقه و کوهنوردان قرار می‌گیرد. وجود ارتفاع زیاد و شیب تند و وجود دره‌ها و پرتگاه‌های خطرناک باعث شده تا زیستگاه کوهستانی کمتر در دسترس انسان باشد و حالت طبیعی خود را بیشتر حفظ کند. زیستگاه کوهستانی بدلیل صخره‌ای بودن و عدم وجود عمق مناسب خاک از پوشش گیاهی بسیار اندک و پراکنده‌ای برخوردار می‌باشد.

نمونه‌برداری و شناسایی خزندگان، منطقه از فروردین تا آبان ۱۳۸۸ به صورت پیمایشی صورت گرفت و به این منظور جهت مطالعه و بررسی وضعیت خزندگان از روش نمونه‌برداری

سیستماتیک - تصادفی و استقرار بلوک‌های تصادفی استفاده شد. در ابتدا با استفاده از نقشه توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین پیمایش‌های مقدماتی در سطح منطقه، بلوکهای مختلف از نظر نوع زیستگاه و موقعیت در منطقه شناسایی و روی نقشه مشخص شد. ارتفاع در این منطقه از ۱۶۰۰ تا ۲۴۰۰ متر تغییر می‌کند بنابراین ۸ ایستگاه در سه نوع زیستگاه (جنگل، دشت و کوهستان) تعیین شده و در مجموع ۱۵۲ بلوک به وسعت  $125 \times 125$  متر مشخص گردید (شکل ۱). نمونه‌برداری به صورت پیمایش مستقیم و پیاده روی و صید نمونه‌ها به صورت دستی انجام گرفت. در محل مشاهده جانور زمان مشاهده، شرایط زیستگاه ارتفاع و موقعیت روز و رفتار موجود ثبت شد. طی نمونه‌برداری سعی شد تا صید به ازای واحد تلاش به طور مساوی در هر یک از مناطق صورت گیرد. شناسایی گونه‌های صید شده با استفاده از صفات ریختی و مطابق با کلیدهای شناسایی Anderson (۱۹۹۹)، رستگار پویانی و همکاران (۱۳۸۵) و لطیفی (۱۳۷۹) انجام شد. لازم به ذکر است که برای به حداقل رساندن تاثیر منفی صید نمونه‌ها بر تنوع زیستی منطقه فقط تعداد اندکی نمونه جمع‌آوری گردید و بقیه در زیستگاه رهاسازی شدند.

تنوع گونه‌ای از دو جزء غنای گونه‌ای و یکنواختی تشکیل شده است بنابراین در اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای باید این دو جزء برآورد شود. غنای گونه‌ای یا تعداد گونه در یک جامعه قدیمی‌ترین و ساده‌ترین راه اندازه‌گیری تنوع می‌باشد. در شرایط ایده‌آل اندازه‌گیری غنای گونه‌ای از طریق تهیه فهرست کامل از گونه‌های موجود در یک منطقه صورت می‌گیرد. یکنواختی چگونگی توزیع فراوانی افراد را بین گونه‌های مختلف نشان می‌دهد. روش‌ها و شاخص‌های متعددی برای برآورد تنوع گونه‌ای معرفی شده است. دو گروه عمده از روش‌های اندازه‌گیری تنوع مشتمل بر شاخص‌های عددی و شاخص‌های غیر عددی می‌باشند. شاخص‌های عددی با ارایه نتیجه محاسبات به صورت یک عدد، تنوع در یک واحد نمونه‌برداری یا جامعه مورد بررسی را نشان می‌دهند. شاخص‌های غیر عددی که تحت عنوان شاخص‌های پارامتری نیز شناخته می‌شوند، با نمایش تنوع به صورت منحنی به مقایسه جوامع می‌پردازند (۱۸).

در این مطالعه از شاخص‌های عددی برای محاسبه تنوع در منطقه مورد مطالعه به شرح ذیل استفاده شد. برای برآورد غنای گونه‌ای از روش جزء نادر، برای برآورد تنوع گونه‌ای از دو شاخص



$$E' = 1.0 - \left( \sum_{i=1}^s \sum_{j=i+1}^s \left[ \frac{|p_i - p_j|}{S} \right] \right) \quad \text{معادله شماره ۵}$$

شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون با استفاده از معادله شماره ۶ محاسبه شد که در این معادله  $E_{var}$  شاخص اسمیت و ویلسون،  $S$  تعداد گونه در در واحد نمونه گیری،  $n_i$  تعداد افراد گونه  $i$  در واحد نمونه‌گیری و  $n_j$  تعداد افراد گونه  $j$  در واحد نمونه‌گیری است.  
معادله شماره ۶:

$$E_{var} = 1 - \left( \frac{2}{\pi} \right) \left[ \arctan \left\{ \frac{\sum_{i=1}^s (\log_e(n_i) / s)^2}{s} \right\} \right]$$

برای تعیین غنای گونه‌ای در هر یک از ۸ منطقه پیمایش شده ابتدا لازم است که داده‌ها همگن شوند. برای این کار از روش جزء نادر در معادله شماره ۷ استفاده شد. در این معادله  $E(\hat{s}_n)$  تعداد گونه مورد انتظار در نمونه‌ای است که به طور تصادفی و با  $n$  فرد انتخاب شده است.  $S$  تعداد گونه‌هایی که در کل نمونه‌ها جمع آوری شده،  $N_i$  تعداد افراد گونه  $i$ ،  $N$  تعداد کل نمونه‌های جمع‌آوری شده (مجموع  $N_i$  و  $n$  ارزش اندازه نمونه‌ای که برای استاندارد شدن انتخاب شده است. ( $n \leq N$ )).  
معادله شماره ۷

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

پس از محاسبه شاخص‌های تنوع و یکنواختی برای بررسی رابطه میان تنوع گونه‌ای با تغییرات ارتفاع، ابتدا از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل شد و سپس از ضریب همبستگی پیرسون ( $r$ ) استفاده شد که در نرم افزار Ecological Methodology محاسبه گردید.

مبتنی بر غالبیت شامل شاخص سیمسون، هیل و شاخص شانون-وینر که مبتنی بر تئوری اطلاعات می‌باشند، استفاده گردید. برای برآورد یکنواختی نیز از سه شاخص شامل شاخص یکنواختی سیمسون، شاخص کامارگو و شاخص اسمیت و ویلسون استفاده شد. معادلات مورد استفاده در برآورد هر شاخص در ادامه آمده است (۱۸). شاخص‌های مذکور با استفاده از نرم‌افزار Ecological Methodology محاسبه گردید.

برای محاسبه شاخص سیمسون از معادله شماره ۱ استفاده شد که در آن 1-D شاخص تنوع سیمسون و  $p_i$  نسبت تعداد افراد گونه  $i$  به کل افراد است:

$$1 - D = 1 - \sum (p_i)^2 \quad \text{معادله شماره ۱}$$

برای محاسبه شاخص شانون-وینر از معادله شماره ۲ استفاده شد که در این معادله  $H'$  شاخص شانون-وینر،  $S$  تعداد گونه در واحد نمونه‌گیری و  $p_i$  نسبت تعداد افراد گونه  $i$  به کل افراد است.

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i) \quad \text{معادله شماره ۲}$$

برای محاسبه شاخص هیل از معادله شماره ۳ استفاده شد که در آن  $\frac{1}{D}$  عکس شاخص سیمسون یا شاخص هیل و  $p_i$  نسبت تعداد افراد گونه  $i$  به کل افراد است.

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum p_i^2} \quad \text{معادله شماره ۳}$$

شاخص‌های یکنواختی مورد استفاده به شرح ذیل است:

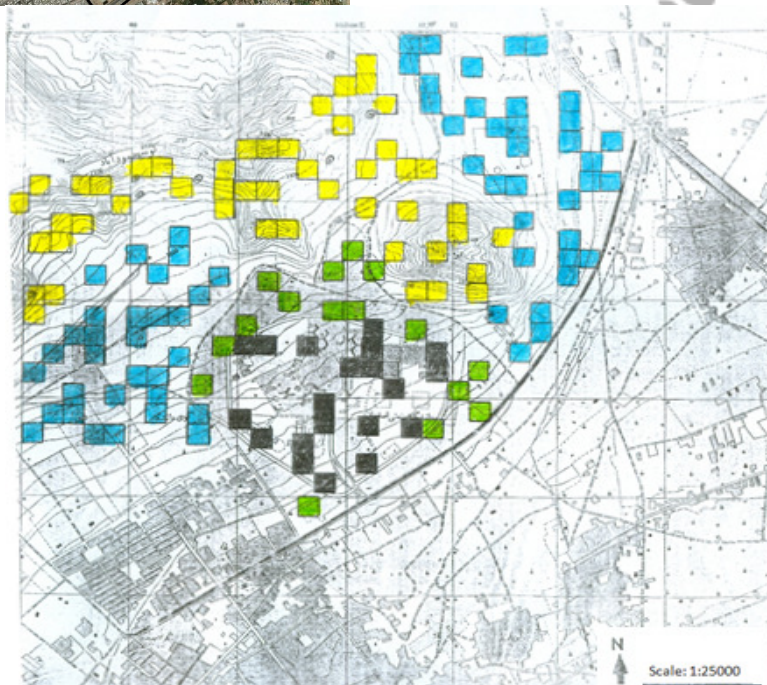
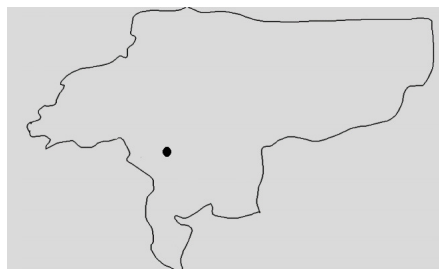
شاخص یکنواختی سیمسون با استفاده از معادله شماره ۴ محاسبه شد که در آن  $E_{\frac{1}{D}}$  شاخص یکنواختی سیمسون،  $D$  شاخص تنوع گونه‌ای (تنوع) سیمسون و  $S$  تعداد گونه در واحد نمونه‌گیری است

$$E_{\frac{1}{D}} = \frac{1/\hat{D}}{S} \quad \text{معادله شماره ۴}$$

شاخص یکنواختی کامارگو با استفاده از معادله شماره ۵ محاسبه شد که در آن  $E'$  شاخص کامارگو،  $S$  تعداد گونه در واحد نمونه‌گیری،  $p_i$  نسبت تعداد افراد گونه  $i$  به کل افراد است و  $p_j$  نسبت تعداد افراد گونه  $j$  به کل افراد است.







شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و عکس هوایی آن و همچنین بلوک های پیمایش شده جهت شناسایی خزندگان در منطقه شامل زیستگاه های جنگلی ( مربع سبز) زیستگاه کوهستانی (مربع زرد) ، زیستگاه دشتی (مربع آبی) و بلوک های مسکونی (سیاه).

## نتایج

گونه شب فعال مشاهده شده گونه *Cyrtopodson scabrum* است در اواخر روز و غروب خورشید در محوطه خوابگاه ها و مناطق مسکونی مشاهده می شود. مقایسه فراوانی گونه های مشاهده شده در مناطق پیمایش شده نشان داد که بیشترین فراوانی در دشت و کمترین فراوانی در مناطق کوهستانی و مرتفع وجود دارد (نمودار ۱). در بین گونه های شناسایی شده

از رده خزندگان در این مطالعه ۱۱۸ نمونه مشاهده شد که ۱۰۶ نمونه سوسمار و ۱۲ نمونه مار را شامل می شود. گونه های خزنده شناسایی شده متعلق به ۱۱ گونه و ۵ خانواده و ۲ زیر راسته بودند (جدول ۱). از زیر راسته سوسمارها ۷ گونه از ۳ خانواده شناسایی شدند که به جز یک گونه بقیه جز مارمولکهای دشتزی می باشند و تقریباً همه گونه ها روز فعال هستند. تنها



کرده و گسترش یافته‌اند. مار شاخدار و مار قیطانی به فون بوته‌زارهای گرم منطقه مدیترانه تعلق دارند که به غرب ایران و به جنگل‌های تنگ منطقه زاگرس و دامنه جنوبی کوه‌های البرز که دارای شرایط محیطی مناسب برای زندگی آن‌ها بوده است، روی آورده‌اند. گونه تیرمار و مار پلنگی متعلق به استپ‌های گرم ترکستان و جنوب روسیه هستند که منحصراً در نواحی استپی مشابه به آن در ایران یافت می‌شوند (۱۱).

*Mesalina watsonana* فراوانترین گونه و پس از آن *Laudakia nupta* و *Trapelus agilis* در رده‌های دوم و سوم قرار دارند. (جدول ۲ و نمودار ۲).

سوسمارهای شناسایی شده بیشتر از رده فونی عناصر ایرانی بوده و خاستگاه ایرانی دارند (جدول ۱) (۱۲). اما بیشتر مارهای ایران در اصل به مناطق جغرافیایی دیگر تعلق داشته و در آن مناطق تکامل یافته‌اند و سپس به قسمت‌هایی از ایران که شرایط آن با زیستگاه اصلی آن‌ها مطابقت بیشتری داشته است کوچ

جدول ۱: گونه‌های خزنده شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه، رده فونی (I: عنصر ایرانی و SS: عنصر صحارا-سندی)، زیستگاه

## و وضعیت حفاظتی آن‌ها

خانواده	گونه	نام فارسی	رده فونی	زیستگاه				وضعیت حفاظتی		
				کوهستان	کوهپایه	تپه ماهور	دشت	ابراهه‌ها و کانال‌ها	مناطق مسکونی	IUCN
Agamidae	<i>Laudakia nupta</i>	آگامای صخره‌ای فلس درشت	I	*	*	*		*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Trapelus agilis</i>	آگامای استپی	I/SS	----	*	*	*	*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Phrynocephalus scutellatus</i>	آگامای سر وزغی خاکستری	I	----	*	*	*	*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
Lacertidae	<i>Eremias persica</i>	لاسرتای ایرانی	I	----	*	*	*	*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Mesalina watsonana</i>	مسالینای دم دراز بیابانی	I	----	----	*	*	*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Agamura persica</i>	جکوی عنکبوتی ایرانی	I	----	*	*	*	*	حداقل نگرانی (LC)	غیرحمایت شده
Gekkonidae	<i>Cyrtopodion scabrum</i>	جکوی سنگی تیغه‌دار	SS	----	----	*	*	*	حداقل نگرانی (LC)	غیرحمایت شده
	<i>Coluber nummifer</i>	مار پلنگی	----	*	*	----	----	----	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Psammophis lineolatus</i>	تیرمار بیابانی	----	----	*	*	----	----	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
Colubridae	<i>Coluber rhodorachis</i>	مار قیطانی	----	*	----	----	----	*	ارزیابی نشده	غیرحمایت شده
	<i>Pseudocerastes persicus</i>	افعی شاخدار ایرانی	----	*	----	----	----	*	حداقل نگرانی (LC)	حمایت شده

*scutellatus* شناسایی شد. *Laudakia nupta* که بزرگترین آگامای ایران است دارای دمی بلند و حلقه حلقه که هر سه حلقه

از خانواده Agamidae در منطقه مطالعه گونه‌های *Laudakia nupta* و *Trapelus agilis* و *Phrynocephalus*



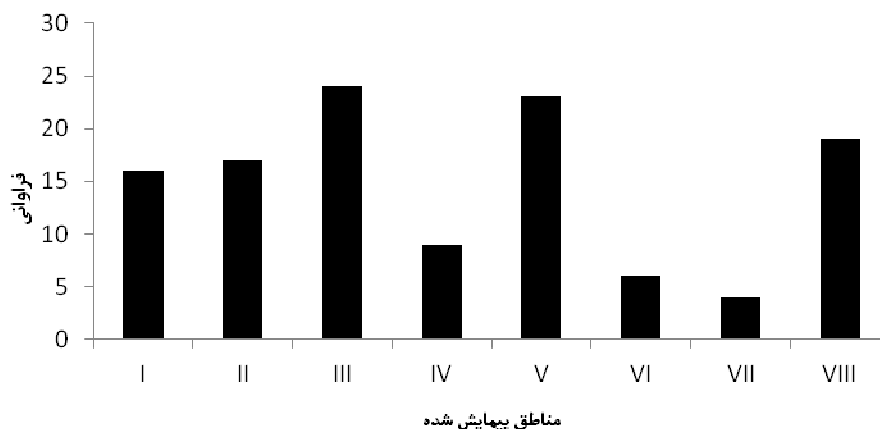
از خانواده Lacertidae گونه های *Ermias persica* و *Mesalina watsonana* در منطقه مشاهده شد. لاسرتاها زیستگاههای مختلفی را برای زیستن انتخاب می کنند. از جنگل تا بوته زارها و نواحی کوهستانی که این خود نشان دهنده قدرت بالای تطابق و سازگاری با زیستگاههای مختلف در این جانوران است. گونه *Ermias persica* زیستگاه دشتی را به کوهستانی ترجیح داده و از زمین های با پوشش گیاهی پراکنده و کم، دوری می کنند. *Mesalina watsonana* فراوانترین گونه خزنده شناسایی شده در منطقه می باشد در دشت و اطراف چشمه ها و آبراهه ها دیده می شود. این گونه در مناطق محتوی شن و سنگ ریزه دیده می شود از مناطق دارای درختان بلند دوری می کند و نسبت به سایر گونه ها شناسایی شده در منطقه از دامنه زمانی فعالیت بیشتری برخوردار است به گونه ای که از طلوع آفتاب تا غروب آفتاب به فعالیت می پردازد.

تشکیل یک بند را می دهد و در انتها سیاه رنگ می شود. سطح شکم روشنتر از سطح پشت بوده و چانه، گلو و سینه در نرها به رنگ آبی تیره دیده می شود. آگامای پولک درشت صخره ای در سطح منطقه در زیستگاه کوهستانی شامل کوه سید محمد و ارتفاعات محمودآباد پراکندگی داشته و گاهی نیز در حاشیه و دیواره های کانال آب اطراف جنگل مشاهده شد. این گونه در حال آفتاب گرفتن در لبه سنگها و صخره ها مشاهده گردید که با احساس خطر به شکاف سنگها می خزد. *Phrynocephalus scutellatus* در دشت مسطح با بافت ناهمگون دارای ترکیبات مختلف مخصوصاً سنگ ریزه و مناطق کم شیب با پوشش گیاهی پراکنده مشاهده شد. گونه *Trapelus agilis* یکی از فراوانترین گونه های مشاهده شده در منطقه است. این گونه روز فعال و در مناطق مسطح شنی و نزدیک دامنه کوه و آبراهه ها مشاهده شد. این گونه از قدرت استتار بالایی برخوردار است و در برخی موارد تا فاصله بسیار اندک ۵۰ سانتیمتری نمونه مشاهده نمی شد.

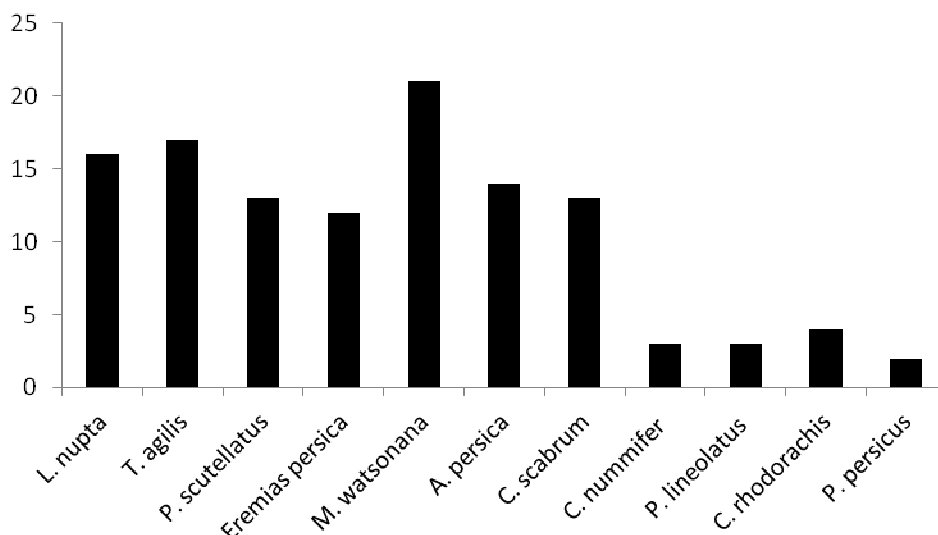
جدول ۲: گونه های خزنده شناسایی شده در منطقه و فراوانی آنها در زیستگاه های پیمایش شده

نام گونه	مناطق پیمایش شده و ارتفاع آنها از سطح دریا (متر)							
	I (۱۶۱۰)	II (۱۷۰۹)	III (۱۷۳۴)	IV (۱۸۰۷)	V (۱۶۲۴)	VI (۱۹۸۰)	VII (۲۰۵۱)	VIII (۱۷۸۰)
<i>Laudakia nupta</i>	-	۵	-	۴	-	۳	۴	-
<i>Trapelus agilis</i>	۳	۲	۳	۱	۵	-	-	۳
<i>Phrynocephalus scutellatus</i>	-	۲	۵	-	۳	-	-	۳
<i>Eremias persica</i>	-	۱	۵	-	۴	-	-	۲
<i>Mesalina watsonana</i>	۳	۱	۴	-	۵	-	-	۸
<i>Agamura persica</i>	-	۲	۴	۱	۳	۱	-	۳
<i>Cyrtopodion scabrum</i>	۸	۴	۱	-	-	-	-	-
<i>Coluber nummifer</i>	-	-	-	۲	۱	-	-	-
<i>Psammophis lineolatus</i>	-	-	۲	-	-	۱	-	-
<i>Coluber rhodorachis</i>	۲	-	-	۱	-	۱	-	-
<i>Pseudocerastes persicus</i>	-	-	-	-	۲	-	-	-
مجموع	۱۶	۱۷	۲۴	۹	۲۳	۶	۴	۱۹





نمودار ۱: فراوانی گونه‌های مشاهده شده در مناطق پیمایش شده



نمودار ۲: تعداد و تنوع گونه‌های مشاهده شده در منطقه

بنابراین مشاهده آن‌ها به سختی میسر است. از خانواده Colubridae که پر عضوترین خانواده مارهای جهان و ایران است، ۳ گونه شامل *Coluber ravergieris*، *Psammophis schokari* و *Coluber rhodorachis* در منطقه شناسایی شد. مار پلنگی به رنگ نخودی-خاکستری دیده می‌شود و در ناحیه دم دارای ۳ خط تیره ممتد و در سطح جانبی سردارای خط تیره مورب که تا گوشه دهان ادامه پیدا کرده است. این مار در مناطق کوهستانی، دامنه‌ها و کوهپایه مشاهده شد. تیرمار بیابانی که احتمالاً سریع‌ترین مار آسیاست به رنگ زرد زیتونی است و یک خط طولی سفید خالدار بین دو خط طولی قهوه‌ای از ناحیه سر تا انتهای دم دیده می‌شود و سطح شکم سفید شیری رنگ با

از خانواده Gekkonidae دو گونه شامل *Agamura persica* و *Cyrtopodson scabrum* در منطقه شناسایی شد. *Agamura persica* تنها گونه در این جنس می‌باشد که در مناطق دشتی و کوهپایه‌ها دیده شد. *Cyrtopodson scabrum* در نواحی مسکونی و اطراف ساختمان‌ها زندگی می‌کند و در سطح منطقه بیشتر به اطراف خوابگاه‌ها و ساختمان‌های مسکونی محدود می‌شود.

از زیر راسته مارها ۴ گونه متعلق به ۲ خانواده شناسایی گردید (جدول ۱). مارها به دلیل استتار خوبی که در محیط دارند کمتر از مارمولک‌ها دیده می‌شوند. این موجودات به حلقه‌های فوقانی زنجیره غذایی تعلق دارند و تراکم جمعیتی زیادی ندارند.





خال‌های تیره می‌باشد. تیرمار بیابانی نیمه سمی بوده و در دشت با پوشش گیاهی پراکنده مشاهده شد. مار قیطانی به رنگ سبز روشن متمایل به خاکستری و به تعداد محدود در منطقه مشاهده شد. در مناطق مسکونی و کوهستانی منطقه مشاهده گردید (جدول ۱ و ۲).

از خانواده Viperidae یا افعی‌ها یک گونه در این تحقیق شناسایی شد. گونه افعی شاخدار (*Pseudocerastes persicus*) گونه اندمیک ایران بوده و بطور عمده در نواحی مرکزی ایران پراکندگی دارد. دو نمونه از این گونه به رنگ قهوه‌ای روشن و سطح شکم شیری رنگ با خال‌های تیره کوچک روی آن و سطوح جانبی بدن با خال‌های قهوه‌ای تیره طی مدت مطالعه در مناطق کوهستانی و صخره‌ای منطقه مشاهده شد و احتمالاً زیستگاه و پراکندگی افعی شاخدار در منطقه به کوه سید محمد و ارتفاعات محمود آباد محدود می‌شود (جدول ۱ و ۲). خشکسالی چند سال اخیر و کمبود آب از یک سو و کاهش جمعیت جوندگان و مارمولک‌ها که منبع عمده تغذیه افعی شاخدار هستند از سوی دیگر باعث شده تا این مار در جستجوی آب و غذا از زیستگاه کوهستانی خود فاصله گرفته و به نواحی کم ارتفاع دامنه کوه و اطراف جنگل پناه آورد به طوری که قبل از شروع مطالعه این مار در حاشیه جنگل توسط افراد کوهنورد مشاهده شده بود.

در مطالعه حاضر تنوع گونه‌ای منطقه با استفاده از شاخص غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و یکنواختی محاسبه و در مقیاس مکانی مقایسه شد (جدول ۴). بیشترین مقدار غنای گونه‌ای مربوط به منطقه I و کمترین مقدار برای منطقه VII محاسبه شد (جدول ۳). نتایج حاصل از آزمون همبستگی بین میزان غنای گونه‌ای با ارتفاع نشان داد که رابطه‌ای قوی و منفی بین ارتفاع و غنای گونه‌ای وجود دارد ( $R^2 = 0.795$  و  $r = -0.892$ ). بیشترین مقدار شاخص تنوع گونه‌ای محاسبه شده در سه شاخص شانون-وینر، شاخص سیمسون و هیل مربوط به منطقه I و کمترین مقدار در دو شاخص شانون-وینر و سیمسون برای منطقه VII و در شاخص تنوع هیل در منطقه IV می‌باشد (جدول ۴). بیشترین مقدار شاخص یکنواختی در سه شاخص یکنواختی سیمسون، کامارگو و اسمیت و ویلسون به منطقه مرتفع VII و کمترین مقدار در مناطق دشتی مشاهده شد به طوری که در شاخص شانون-وینر منطقه I در شاخص سیمسون منطقه III و در شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون منطقه V کمترین مقدار را نشان دادند (جدول ۴).

ارزیابی مقادیر حاصل از همبستگی تنوع گونه‌ای و ارتفاع نشان داد که تنوع گونه‌ای با شرایط توپوگرافی منطقه دارای همبستگی است. به طوری که با افزایش ارتفاع از تنوع گونه‌ای کاسته می‌شود. مقایسه ضرایب  $r$  در جدول ۵ نشان می‌دهد که رابطه ارتفاع با شاخص‌های تنوع گونه‌ای شامل شانون-وینر ( $r = -0.89$  و  $R^2 = 0.792$ )، سیمسون ( $r = -0.691$  و  $R^2 = 0.477$ ) و هیل ( $r = -0.742$  و  $R^2 = 0.551$ ) منفی و قوی است. این رابطه برای دو شاخص شانون-وینر و هیل معنی دار و برای شاخص سیمسون معنی دار نبود (جدول ۶). نتایج همچنین نشان دادند که بین ارتفاع از سطح دریا به عنوان متغیر مستقل و شاخص‌های یکنواختی شامل شاخص یکنواختی سیمسون ( $r = +0.769$  و  $R^2 = 0.592$ )، کامارگو ( $r = +0.815$ ) و ویلسون ( $R^2 = 0.665$ ) و اسمیت و هیل ( $R^2 = 0.632$ ) رابطه مثبت دارد. این رابطه برای دو شاخص کامارگو و اسمیت و ویلسون معنی دار و برای شاخص سیمسون معنی دار نبود. رابطه بین غنای گونه‌ای همگن شده و ارتفاع نیز از نوع همبستگی منفی و معنی دار بدست آمد ( $r = -0.892$  و  $R^2 = 0.795$ ) (جدول ۶).

پروانه اول و همکاران (۱۳۸۸) نیز در مطالعه مشابه در منطقه سبزوار نشان دادند که رابطه بین ارتفاع و تنوع گونه‌ای (غنا و فراوانی) سوسماران منفی است و با افزایش ارتفاع از تنوع گونه‌ای و فراوانی سوسماران منطقه کاسته می‌شود. اما با افزایش ارتفاع یکنواختی افزایش می‌یابد. در مطالعه انجام شده در منطقه سبزوار شاخص تنوع گونه‌ای  $N_1$  بیشترین مقدار همبستگی ( $R^2 = 0.832$ ) و سیمسون کمترین مقدار همبستگی بین تنوع گونه‌ای و ارتفاع ( $R^2 = 0.56$ ) را نشان دادند. در بین شاخص‌های یکنواختی نیز اسمیت و ویلسون بیشترین ( $R^2 = 0.64$ ) و سیمسون کمترین مقادیر همبستگی ( $R^2 = 0.57$ ) را نشان دادند.

کاهش تنوع گونه‌ای خزندگان با افزایش ارتفاع می‌تواند به دلیل کاهش دما باشد که یک فاکتور محدود کننده مهم در پراکنش جانوران خونسرد به حساب می‌آید. در مطالعات سایر محققان از جمله Guisan و Hoffer (۲۰۰۳) نیز از بین عوامل توپوگرافی و اقلیمی متعدد مورد بررسی، بر اهمیت عامل درجه حرارت در پیش بینی حضور خزندگان تاکید شده است. در درجه حرارت‌های پایین رفتار جستجوی غذا رفتارهای اجتماعی و تولید مثلی در گونه‌های خزنده مختل می‌شود. علاوه بر این تغییر ارتفاع بر سایر عوامل محیطی نظیر میران بارندگی، نوع خاک

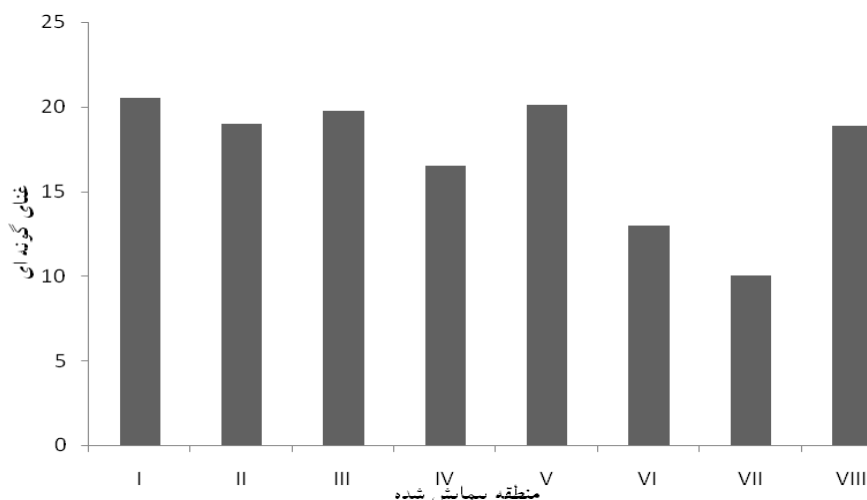


خزندگان و دوزیستان را با ۱۱ متغیر محیط زیستی بررسی کرد و چنین نتیجه‌گیری نمود که متغیر تبخیر و تعرق سالانه که معیاری از انرژی محیط است بخش اعظم واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهد. انرژی محیط که عمدتاً به انرژی خورشید بستگی دارد تعیین کننده درجه حرارت و رطوبت محیط است که بر تولید مثل خزندگان مؤثر است (۲۰).

عمق خاک و پوشش گیاهی تاثیر می‌گذارد که خود بر پراکنش گونه‌ها مؤثر است (۱۶). درجه حرارت بدن خزندگان که متأثر از محیط است بر صفات فنوتیپی (رنگ آمیزی و اندازه بدن) بویژه در نرها تأثیر می‌گذارد و افرادی که درجه حرارت بدن بالاتری دارند در رفتار تولید مثلی بیشتر مشارکت می‌کنند (۲۰). Rodriguez و همکاران (۲۰۰۵) رابطه بین غنای گونه‌های

جدول ۳: غنای گونه‌های همگن شده هر یک از مناطق پیمایش شده

مناطق پیمایش شده و ارتفاع آن‌ها از سطح دریا (متر)								نام گونه
VIII (۱۷۸۰)	VII (۲۰۵۱)	VI (۱۹۸۰)	V (۱۶۲۴)	IV (۱۸۰۷)	III (۱۷۴۳)	II (۱۷۰۹)	I (۱۶۱۰)	
-	۱	۰/۶۳۲	-	۰/۵۷۶	-	۰/۴۷۶	=	<i>Laudakia nupta</i>
۰/۳۵۶	-	-	۰/۴۲۱	۰/۱۶۶	۰/۲۴۵	۰/۲۵۴	۰/۴۹۵	<i>Trapelus agilis</i>
۰/۳۶۸	-	-	۰/۲۱۹	-	۰/۴۱۲	۰/۲۵۴	-	<i>Phrynocephalus scutellatus</i>
۰/۰۹۸	-	-	۰/۴۲۹	-	۰/۴۴۵	۰/۱۴۴	-	<i>Eremias persica</i>
۰/۶۱۵	-	-	۰/۴۵۷	-	۰/۳۲۹	۰/۱۴۴	۰/۴۸۹	<i>Mesalina watsonana</i>
۰/۴۱۲	-	۰/۲۱۴	۰/۲۲۵	۰/۱۶۶	۰/۳۲۹	۰/۲۸۴	-	<i>Agamura persica</i>
-	-	-	-	-	۰/۰۶۹	۰/۳۴۵	۰/۷۸۵	<i>Cyrtopodion scabrum</i>
-	-	-	۰/۰۸۹	۰/۴۴۶	-	-	-	<i>Coluber nummifer</i>
-	-	۰/۲۳۲	-	-	۰/۱۴۴	-	-	<i>Psammophis lineolatus</i>
-	-	۰/۲۱۴	-	۰/۲۹۶	-	-	۰/۲۸۲	<i>Coluber rhodorachis</i>
-	-	-	۰/۱۶۹	-	-	-	-	<i>Pseudocerastes persicus</i>
۱/۸۴۹	۱	۱/۲۹۲	۲/۰۰۹	۱/۶۵	۱/۹۷۳	۱/۹۰۱	۲/۰۵	مجموع



نمودار ۴: غنای گونه‌ای خزندگان در هر یک از مناطق پایش شده

جدول ۴: تنوع گونه‌ای خزندگان منطقه با استفاده از شاخصهای تنوع گونه‌ای شامل شانون- وینر، سیمسون و هیل و شاخص‌های یکنواختی شامل سیمسون، کامارگو و اسمیت و ویلسون

منطقه پیمایش شده	شاخص تنوع گونه‌ای				
	شانون- وینر	سیمسون	هیل	سیمسون	کامارگو
I	۱/۸۷۱	۰/۶۲۳	۲/۹۷۷	۰/۴۲۱	۰/۴۵۶
II	۱/۸۱۶	۰/۶۱۲	۲/۹۷۱	۰/۴۵۸	۰/۴۸۸
III	۱/۸۰۵	۰/۶۰۶	۲/۸۴۵	۰/۴۳۴	۰/۴۲۳
IV	۰/۹۸۷	۰/۳۷۴	۱/۴۲۶	۰/۶۰۷	۰/۵۹۸
V	۱/۸۲۸	۰/۵۰۵	۲/۵۳۵	۰/۴۷۴	۰/۴۴۱
VI	۰/۹۱۵	۰/۳۴۸	۱/۷۹۳	۰/۷۲۶	۰/۸۲۰
VII	۰/۸۹۲	۰/۳۱۴	۱/۶۵۸	۰/۸۱۴	۰/۹۱۳
VIII	۱/۶۹۲	۰/۴۸۹	۲/۲۱۴	۰/۴۶۱	۰/۴۳۴

جدول ۵: میزان و نوع همبستگی بین ارتفاع و غنای گونه‌ای، یکنواختی و تنوع گونه‌ای با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون

ضریب همبستگی پیرسون (r) با تغییرات ارتفاع	
شانون- وینر	۰/۸۹ **
سیمسون	۰/۶۹۱ ns
هیل	۰/۷۴۲ *
سیمسون	۰/۷۶۹ ns
کامارگو	۰/۸۱۵ *
اسمیت و ویلسون	۰/۷۹۵ *
غنای گونه‌ای همگن شده	۰/۸۹۲ *

\* معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، \*\* معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱، ns معنی‌دار نیست



## بحث

خزندگان در چرخه‌های مهم زیستی نقش اساسی ایفا می‌کنند که به طور مستقیم یا غیر مستقیم با انسان در ارتباطند. شناسایی بیوسیستماتیک خزندگان هر منطقه از مهمترین تحقیقات زیستی در هر منطقه است. فلات مرکزی ایران با وجود برخورداری از تنوع گونه‌ای و اندمیسیم بالا در رده خزندگان که به واسطه محصور بودن توسط کوه‌ها ایجاد شده است تا کنون کمتر شناخته شده است. در مطالعه حاضر ۱۱ گونه خزنده شامل ۷ گونه سوسمار و ۴ گونه مار شناسایی شد. مطابق با فهرست قرمز گونه‌های در معرض خطر، ایران دارای ۱۳ گونه خزنده تهدید شده است که در سه طبقه در بحران انقراض (CR)، در معرض خطر (EN) و آسیب پذیر (V) قرار دارند (۱۷). در بین گونه‌هایی که در این مطالعه شناسایی شده اند دو گونه *Cyrtopodson scabrum* و *Agamura persica* در رده حداقل نگرانی (LC) قرار دارند و سایر گونه‌ها تا کنون مورد ارزیابی قرار نگرفته و وضعیت حفاظتی نامعلومی دارند. گونه‌های مذکور طبق مقررات داخلی ایران غیر حمایت شده اعلام شده‌اند و تنها گونه‌ای که در فهرست گونه‌های حمایت شده ایران قرار دارد گونه افعی شاخدار است. این گونه در فهرست قرمز گونه‌های تهدید شده به دلیل محدوده وسیع جغرافیایی پراکنش تحت عنوان حداقل نگرانی (LC) قرار داده شده است. اما جمعیت آن در مناطق مختلف با توجه به روند تخریب زیستگاه و بهره‌برداری بی رویه از این گونه به جهت استفاده از زهر آن در تهیه داروها رو به کاهش است. در منطقه مورد مطالعه تخریب زیستگاه در اثر فعالیت‌های عمرانی باعث شده است که جمعیت بسیار کم و پراکنده‌ای از آن‌ها در منطقه مورد بررسی به چشم بخورد.

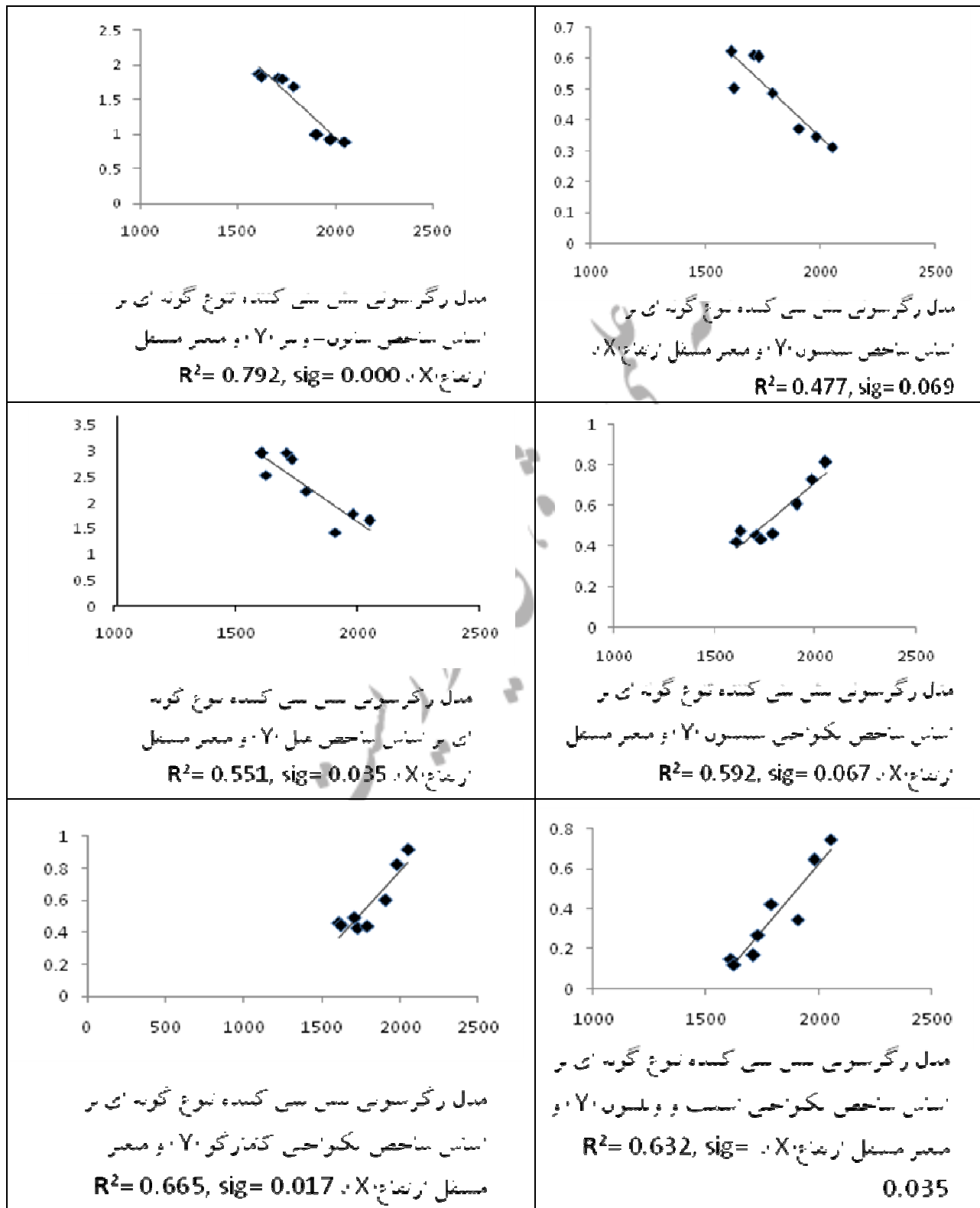
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش ارتفاع از میزان تنوع گونه‌ای خزندگان کاسته می‌شود که می‌تواند به دلیل کاهش دما به عنوان یک فاکتور محدود کننده مهم در پراکنش

جانوران خونسرد به حساب می‌آید. درجه حرارت‌های پایین بر رفتارهای تغذیه‌ای، تولید مثلی و رفتارهای اجتماعی گونه‌های خزنده تأثیر می‌گذارد. تغییر ارتفاع بر سایر عوامل محیطی نظیر میزان بارندگی، نوع خاک عمق خاک و پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارد که خود بر پراکنش گونه‌ها موثر است. نتایج این مطالعه با سایر مطالعات در زمینه تأثیر ارتفاع بر کاهش تنوع گونه‌ای خزندگان که عمدتاً به خاطر کاهش درجه حرارت محیط است هماهنگی دارد. بررسی مقادیر بدست آمده از شاخص‌های مختلف نشان می‌دهد که همانطور که انتظار می‌رفت شاخص شانون وینر به فراوانی گونه‌های نادر حساس تر است و رابطه قوی‌تری با تغییرات ارتفاع نسبت به شاخص‌های سیمسون و هیل نشان می‌دهد و این دو شاخص نسبت به فراوانی گونه‌های نادر حساس نیستند.

گسترده‌گی دامنه تغییرات غنای گونه‌ای محاسبه شده بیانگر تنوع پائین خزندگان منطقه است به عبارت دیگر به دلیل شرایط نامساعد زیست منطقه برای خزندگان در نتیجه تعداد گونه کمتری توانایی سازگاری با محیط را داشته و گونه‌های موجود در منطقه نیز در شرایط زیستی مناسبی بسر نمی‌برند به همین دلیل تراکم جمعیت آن‌ها نیز پائین است. محل زندگی خزندگان به دلیل فقدان مکانیزم‌های داخلی تنظیم دما به نواحی گرم دنیا محدود می‌شود. خونسرد بودن باعث می‌گردد که این جانوران از لحاظ تامین حرارت بدن به محیط خارج وابسته باشند و در نتیجه در نواحی که درجه حرارت آن پائین است قادر به زندگی کردن نباشند. تخریب زیستگاه و شکار خزندگان (بویژه مارها) برای مصارف داروسازی باعث شده است که جمعیت خزندگان در مناطق مختلف کاهش یابد. در منطقه مورد مطالعه فعالیت‌های عمرانی و همچنین خشکسالی در چند سال گذشته باعث کاهش جمعیت خزندگان شده است.



جدول ۶: خطوط برازش رگرسیونی پیش‌بینی کننده تغییرات تنوع، یکنواختی و غنای گونه‌ای نسبت به ارتفاع در شاخص‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه



## منابع

- ۱- احمدزاده، ف. و خیراندیش، آ.، ۱۳۸۵. تنوع زیستی سوسمارهای شمال غرب ایران. مجله علوم محیطی شماره ۱۱: صفحات ۴۳ تا ۵۴.
- ۲- استواری، ح.، ۱۳۹۰. مطالعه مقدماتی اکولوژیکی مارمولکهای شهرستان فردوس (استان خراسان جنوبی). فصلنامه محیط زیست جانوری. شماره ۲. صفحات ۱ تا ۸.
- ۳- پروانه اول، ا.؛ دهقانی، م. و کیانی، ب.، ۱۳۸۸. بررسی رابطه تنوع، غنا، یکنواختی و فراوانی گونه‌های سوسماران با نوع پوشش گیاهی و میزان تاج پوشش آنها در منطقه سبزوار. مجله زیست شناسی ایران. شماره ۲۲. صفحات ۵۴۶ تا ۵۵۵.
- ۴- حجتی، و.؛ کمی، ح.؛ فقیری، ا. و احمدزاده، ف.، ۱۳۸۲. بررسی فونستیک، سوسماران، منطقه دامغان. مجله علوم محیطی. شماره ۶. صفحات ۱ تا ۱۳.
- ۵- رستگار پویانی، ن.، ۱۳۶۹. بیوسیستماتیک سوسمارهای استان باخران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران. ۱۸۹ صفحه.
- ۶- رستگار پویانی، ن. و جوهری، م.، ۱۳۸۵. راهنمای صحرایی خزندگان ایران. انتشارات دانشگاه رازی. ۳۲۰ صفحه.
- ۷- رضانی، ر.؛ درویش، ج.؛ کمی، ح. و حریری، م.، ۱۳۸۹. پراکنش *Phrynocephalus persicus* در منتهی الیه شمال غربی فلات مرکزی ایران. فصلنامه محیط زیست. شماره ۴۸. صفحات ۳۴ تا ۳۹.
- ۸- شفیعی، س.، ۱۳۷۸. مطالعه مقدماتی اکولوژیکی توزیع و پراکنش گونه‌های مارمولک پناهگاه حیات وحش خیرورچون و دشت سیرجان در استان کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم. دانشگاه شهید بهشتی. ۸۹ صفحه.
- ۹- فراهی، م. و محمدی، س.، ۱۳۸۹. بررسی فون مارمولک‌های بخش میرآباد شهرستان شهرضا، استان اصفهان. مجموعه مقالات همایش ملی سلامت، محیط زیست و توسعه پایدار. دانشگاه آزاد بندرعباس. صفحات ۵ تا ۸.
- ۱۰- کریمی، ا.؛ طباطبایی، م. و اکبری، ا.، ۱۳۷۹. بررسی فون مارها و عقربهای استان یزد. پژوهش و سازندگی شماره ۴۹: صفحات ۱۱۳ تا ۱۱۵.
- ۱۱- لطیفی، م.، ۱۳۷۹. مارهای ایران. سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۴۷۸ صفحه.
- ۱۲- مجنونیان، ه.؛ کیابی، ب. و دانش، م.، ۱۳۸۴. جغرافیای جانوری ایران. جلد دوم. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. ۳۷۲ صفحه.
- ۱۳- نصرآبادی، ر.؛ درویش، د.؛ رستگار پویانی، ن. و اجتهادی، ح.، ۱۳۸۷. بررسی فون سوسماران بخش صالح آباد تربت جام استان خراسان رضوی. مجله زیست شناسی ایران. شماره ۲۱. صفحات ۳۶۱-۳۶۸.
- 14-Anderson, S.C., 1999. The Lizards of Iran. California Society for the study of amphibians and reptiles, 159P.
- 15-Glor, R.E.; Flecker, A., Benard, M. and Power, A., 2001. Lizard diversity and agricultural disturbance in a Caribbean Forest Landscape., Biodiversi. Conser. 10:711-723.
- 16-Guisan, A. and Hofer U., 2003. Predicting reptile distributions at the mesoscale: Relation to climate and topography, J. Biogeo., 30:1233-1243.
- 17-IUCN, 2012. The IUCN Red List of Threatened Species, available at: <http://www.iucnredlist.org/>.
- 18-Krebs, C.J., 1999. Ecological methodology, 2nd ed., Addison-Welsey Educational Publishers, Inc., Menlo Park, CA. 620P.
- 19-Perry, G. and Garland, T., 2002. Lizard home ranges revisited: Effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny, J. Ecol. Soc. of Amer., 83:1870-1885.
- 20-Rodriguez, M.A., Belmontes J.A. and Hawkins, B.A. 2005. Energy, water and large-scale patterns of reptile and amphibian species richness in Europe, Acta Oecolo., 28:65-70.
- 21-Stapley, J., 2006. Individual variation in preferred body temperature covaries with social behaviours and colour in male lizards. J. Ther. Biol., 31:362-369.





## Investigating the correlation between reptile species diversity and topographic condition in North West of Isfahan

- **Mansoureh Malekian\***: Department of Natural resources, Isfahan university of Technology, Zip Code: 84156-83111  
Recieved: May 2012                      Accepted: September 2012

**Keywords:** Species diversity, Species richness, Species evenness, Altitude, Lizard, Isfahan

### Abstract

The current study was conducted to identify reptile species in North West of Isfahan city and investigate the possible correlation between reptile species diversity and altitude from April to October 2010. Overall, 118 specimens belong to 11 species and 5 families of reptiles were identified. The correlation between altitude and species diversity was estimated using the indices of species diversity (Simpson, Shannon-Wiener and Hill indices) and evenness (Camargo, Simpson and Smith & Wilson indices). In addition, Rarefaction Method was used to equate the data and measure the species richness. The results of different indices showed that there was a significant negative correlation between altitude and species richness and species diversity. However, this correlation between altitude and lizard's species evenness was positive. Among the species diversity indices, Shannon-Wiener ( $R^2=0.792$ ,  $r =-0.89$ ) showed the highest correlation value and Simpson ( $R^2=0.477$ ,  $r =-0.691$ ) the lowest value. Also among the species evenness indices, Camargo ( $R^2=0.665$ ,  $r =+0.815$ ) had the highest and Simpson ( $R^2=0.592$ ,  $r =+0.769$ ) the lowest correlation values.

