



## Original Research Paper

## Vulnerability assessment of *Neurergus kaiseri* habitat for promoting its conservation

Zahra Moradipour\*

Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

### Key Words

*Neurergus kaiseri*  
Habitat vulnerability  
FAHP  
Conservation  
Lorestan  
Khuzestan

### Abstract

**Introduction:** Habitat destruction is one of the most important threats to amphibians. In this regard, considering the national and international importance of *Neurergus kaiseri* species and rated as "vulnerable" by IUCN, it is very necessary to study the vulnerability of its habitat; Therefore, the present study aimed to investigate the vulnerability of *Neurergus kaiseri* habitat on the boundary of Lorestan and Khuzestan provinces in order to increase the level of conservation of this endemic species.

**Materials & Methods:** To achieve this purpose, various topographic, hydrogeomorphological, geological, climatic, Land cover and human data have been collected through library, image-based and field methods and analyzed using various tools, especially Arc GIS software and FAHP model.

**Results:** The results of the fieldwork were the identification of five new stations of the presence of *Neurergus kaiseri* in the study area. The results of modeling the intensity of vulnerability of *Neurergus kaiseri* habitat showed that among the 21 indicators, indices of distance from spring and waterfall, distance from drainage, distance from road and land use with normalized weight of 0.117, 0.113, respectively. 0.107 And 0.102 gained the highest level of importance in determining the intensity of the final vulnerability. The results also showed that out of 48 *Neurergus kaiseri* stations in the study area, 23.5% had very high vulnerability, 33.3% high, 29.2% moderate, 16.7% low and 8.3% intensity vulnerable.

**Conclusion:** They are very few; therefore, it is necessary to protect the areas with the highest density of *Neurergus kaiseri* and with periodic monitoring and tracking, the necessary planning be done to protect and prevent the extinction of this species.

\* Corresponding Author's email: [z.moradipour@yahoo.com](mailto:z.moradipour@yahoo.com)

Received: 7 December 2020; Reviewed: 6 January 2021; Revised: 9 March 2021; Accepted: 10 April 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.273435.2466](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.273435.2466)

## مقاله پژوهشی

## ارزیابی آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی به منظور ارتقاء حفاظت از آن

زهرا مرادی پور\*

گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

## کلمات کلیدی

## چکیده

سمندر لرستانی

آسیب پذیری زیستگاه

FAHP

حفاظت

لرستان

خوزستان

**مقدمه:** تخریب زیستگاه از مهم ترین عوامل تهدید کننده دوزیستان است. در این راستا، با توجه به اهمیت ملی و بین المللی گونه سمندر لرستانی و قرار گرفتن در وضعیت آسیب پذیر طبق آخرین رتبه بندی، بررسی میزان آسیب پذیری زیستگاه آن بسیار ضروری است؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی در مرز استان های لرستان و خوزستان در راستای افزایش سطح حفاظت از این گونه اندمیک صورت گرفته است.

**مواد و روش ها:** برای دستیابی به این هدف، داده های مختلف توپوگرافیکی، هیدروژئومورفولوژیکی، زمین شناسی، اقلیمی، پوشش سطحی و انسانی از طریق روش های کتابخانه ای، تصویری و میدانی جمع آوری و با استفاده از ابزارهای مختلف به ویژه نرم افزار Arc GIS و مدل FAHP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

**نتایج:** نتایج حاصل از کارهای میدانی، شناسایی پنج ایستگاه جدید حضور سمندر لرستانی در منطقه مطالعاتی بود. نتایج حاصل از مدل سازی شدت آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی نشان داد که از میان ۲۱ شاخص، شاخص های فاصله از چشمه و آبشار، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و کاربری اراضی به ترتیب با وزن نرمال شده ۰/۱۱۷، ۰/۱۱۳، ۰/۱۰۷، ۰/۱۰۲ و بیشترین سطح اهمیت را در تعیین شدت آسیب پذیری نهایی کسب کردند. همچنین نتایج نشان داد از ۴۸ ایستگاه سمندر لرستانی در محدوده مورد مطالعه، ۱۲/۵ درصد دارای شدت آسیب پذیری خیلی زیاد، ۳۳/۳ درصد زیاد، ۲۹/۲ درصد متوسط، ۱۶/۷ درصد کم و ۸/۳ درصد نیز دارای شدت آسیب پذیری خیلی کم هستند.

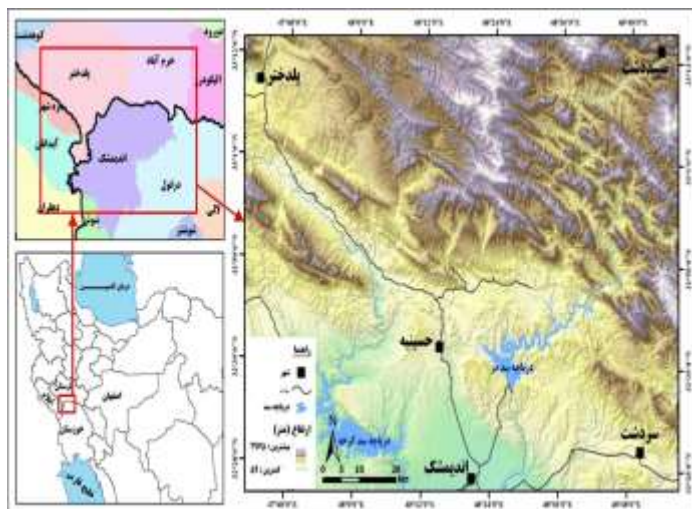
**بحث و نتیجه گیری:** ضروری است مناطقی که دارای بیشترین تراکم حضور سمندر لرستانی هستند تحت حفاظت قرار گرفته و با نظارت و ردیابی دوره ای برنامه ریزی لازم جهت حفاظت و جلوگیری از نابودی این گونه صورت گیرد.

## مقدمه

در راستای افزایش سطح حفاظت از این گونه اندمیک صورت گرفته است. دستیابی به این مهم، این امکان را فراهم می‌آورد که با تعیین شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی، بتوان اقدامات لازم را جهت حفاظت هر چه بیش‌تر از آن به عمل آورد.

## مواد و روش‌ها

**محدوده مورد مطالعه:** محدوده مورد مطالعه در تحقیق حاضر، جنوب استان لرستان و شمال استان خوزستان است. طبق مطالعات (۹، ۱۰، ۱۱)، بیش‌ترین جمعیت سمندر لرستانی در این محدوده قرار دارند، بنابراین این بخش به‌عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب گردید. در محدوده مورد مطالعه شهرهای پلدختر، اندیمشک، حسینیه، سپید دشت و سردشت واقع هستند. از نظر زمین‌شناسی در رشته‌کوه زاگرس قرار دارد و از نظر اقلیمی دارای تابستان‌های گرم و زمستان‌های نسبتاً معتدل است. علاوه بر این، دو سد دز و کرخه نیز در جنوب محدوده مورد مطالعه قرار دارند. شبکه‌های زهکشی محدوده مورد مطالعه عمدتاً به دریاچه این دو سد ختم می‌شوند. برای دستیابی به اهداف این تحقیق، داده‌های جدول ۱ مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ این داده‌ها شامل اطلاعات رقومی و غیررقومی مختلفی است که از منابع مختلف به‌ویژه آرشیو سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری شده است. ابزارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل نقشه‌های موضوعی، ابزارهای میدانی (GPS، دوربین عکاسی)، مدل (Fuzzy analytic) FAHP، Arc GIS، نرم‌افزارهای WMS، Excel برای مدل‌سازی و ترسیم نقشه‌ها و نمودارها هستند.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه

به‌طور کلی این پژوهش در چندین مرحله اصلی به شرح زیر انجام شده است: در مرحله اول با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی مبانی موضوع بررسی گردید. در مرحله دوم با پیمایش میدانی و مطالعات قبلی در منطقه، زیستگاه سمندر لرستانی در ۴۸ ایستگاه فهرست‌برداری گردید که موقعیت این ایستگاه‌ها در شکل ۲

در سال‌های اخیر جمعیت دوزیستان بر اثر عواملی مانند از دست رفتن زیستگاه، بیماری‌ها، بهره‌برداری بیش‌ازحد از جمعیت، تغییرات اقلیمی و گونه‌های غیربومی، کاهش یافته است؛ که در این میان نابودی زیستگاه‌ها از جمله مهم‌ترین عوامل تهدید می‌باشند (۱، ۲). سمندرها نیز از جمله دوزیستانی می‌باشند که زیستگاه‌های زمینی و آبی آن‌ها در طی دوره‌های اخیر کاهش قابل توجهی داشته است (۳). نابودی زیستگاه‌ها از مهم‌ترین مخاطرات برای دوزیستان محسوب می‌شود (۴). این گونه‌ها در فرایند اکوسیستم‌های آبی و زمینی نقش مهمی دارند و کاهش آن‌ها به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند عملکرد اکوسیستم‌ها را در این نواحی تغییر دهد (۳). هم‌چنین وضعیت حفاظتی آن بسیار نامناسب بوده و مطابق رده‌بندی قبلی اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت شدیداً در معرض انقراض بوده (۵) و در حال حاضر با دو رده بهبودی در رده آسیب‌پذیر قرار دارد (۶)؛ بنابراین جهت حفظ عملکرد اکوسیستم نیاز به حفاظت و مدیریت صحیح از مناطق حضور آن‌ها می‌باشد (۳) که برای دستیابی به آن اطلاع از میزان آسیب‌پذیری زیستگاه بسیار حائز اهمیت است. سمندر لرستانی (*Neurergus kaiseri*) متعلق به رده دوزیستان و راسته دوزیستان دم‌دار و خانواده سالاماندراید (*Salamandridae*) است؛ که در رودخانه‌ها، چشمه‌ها و آبشارهای مناطق کوهستانی زاگرس مرکزی، در محدوده جنوب لرستان و شمال خوزستان، دیده می‌شود (۷، ۸)؛ بنابراین به دلیل پراکنش بیش‌تر این گونه در مرز بین استان‌های لرستان و خوزستان (۹، ۱۰، ۱۱)، این ناحیه به عنوان محدوده مورد مطالعه در تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. این گونه از جمله معدود گونه‌های دوزیست دم‌دار در ایران به شمار می‌رود که با توجه به رنگارنگ بودن آن زیبایی خاصی داشته و منحصر به فرد می‌باشد (۱۲)؛ اما با وجود اهمیت زیستی و حفاظتی این گونه بومی کشور (۸)، مطالعات اندکی در زمینه حفاظت از آن، چه در سطح بین‌المللی و چه در سطح کشور صورت گرفته است. به‌طور کلی مطالعات صورت گرفته درباره سمندر لرستانی در سطح بین‌المللی به چند دسته تقسیم می‌شوند: مطالعات مربوط به بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی این گونه (۹، ۱۳، ۱۴، ۳، ۱۵، ۱۶)، مطالعات مربوط به پراکنش و شناسایی زیستگاه آن (۹، ۱۰، ۱۱)، مطالعات مربوط به بحث حفاظت از این گونه (۷، ۱۷). در این بین، بیش‌ترین مطالعات صورت گرفته در رابطه با سمندر لرستانی در خصوص ویژگی‌های فیزیولوژیکی این گونه صورت گرفته است. هم‌چنین مطالعات صورت گرفته در داخل کشور عمدتاً مربوط به ارزیابی مطلوبیت زیستگاه است (۳، ۱۸، ۱۹). با توجه به اهمیت ملی و بین‌المللی این گونه ارزشمند و قرار گرفتن آن در لیست قرمز اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت، به‌عنوان یک گونه آسیب‌پذیر در آخرین رتبه‌بندی، بررسی میزان آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی بسیار ضروری است؛ بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی

## جدول ۲: معیارها و شاخص‌های ارزیابی آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی

معیار	شاخص	معیار	شاخص
توپوگرافی	شیب	پوشش	کاربری اراضی
	جهت شیب	سطحی	تراکم پوشش گیاهی
	تغییرات ارتفاعی		فاصله از راه‌آهن
هیدروژئومورفولوژیکی	حرکات دامنه‌ای		فاصله از جاده
	فاصله از آبراهه		فاصله از جاذبه‌های گردشگری
	فاصله از چشمه و آبشار		فاصله از روستا
اقلیم	رطوبت سطحی	انسانی	فاصله از شهر
	بارش		چرای دام
	دما		
زمین‌شناسی	لیتولوژی		تغییر توپوگرافی (معدن، حفاری، پل‌سازی و غیره)
	فاصله از گسل		
	فرسایش		

## مدل FAHP: مدل توسط Chang ارائه گردید (۲۱).

اعداد در این روش، اعداد مثلث فازی است. مفاهیم FAHP براساس تحلیل حدی (Extent analysis) تشریح می‌شوند. مراحل کلی اجرای مدل FAHP به روش Chang، به شرح زیر است (۲۱):

مرحله اول: رسم نمودار سلسله‌مراتبی، مرحله دوم: تعریف اعداد فازی به منظور انجام مقایسه‌های زوجی، مرحله سوم: تشکیل ماتریس مقایسه زوجی با به‌کارگیری اعداد فازی به صورت رابطه زیر:

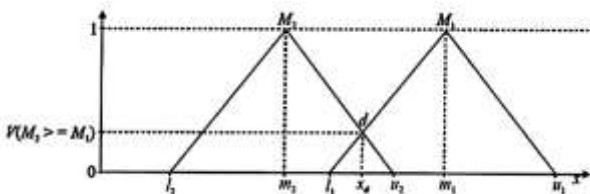
$$A = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix} \quad \tilde{a}_{ij} = \begin{cases} 1 & i=j \\ 1/\tilde{a}_{ji} & i \neq j \end{cases}$$

رابطه ۱:

مرحله ۴: محاسبه  $S_i$  برای هر کدام از سطرهاى ماتریس مقایسه زوجی از طریق رابطه زیر: در این رابطه  $i$  بیانگر شماره سطر و  $j$  بیانگر شماره ستون می‌باشد.  $M_{gi}^j$  در این رابطه، اعداد فازی مثلثی ماتریس‌های مقایسه زوجی هستند.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad \text{رابطه ۲:}$$

مرحله ۵: محاسبه درجه بزرگی  $S_i$ ها نسبت به همدیگر طبق شکل زیر:



شکل ۳: درجه بزرگی دو عدد فازی نسبت به هم (۲۱)

مرحله ۶: محاسبه وزن معیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه زوجی از طریق رابطه زیر:

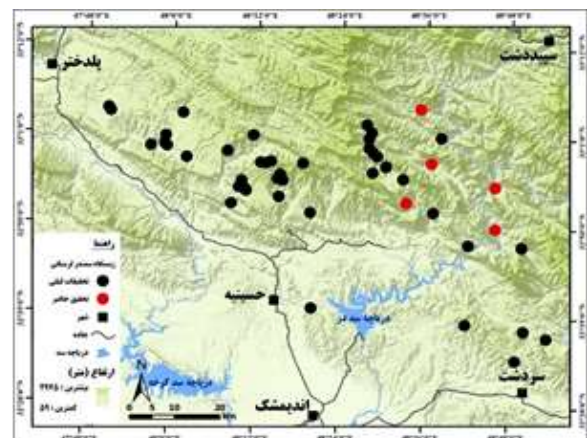
$$d'(A_k) = \text{Min } V(S_k > S_n) \quad \text{رابطه ۳:}$$

$$k = 1, 2, \dots, n, \quad k \neq i$$

نشان داده است. از این ۴۸ ایستگاه، ۴۳ ایستگاه در مطالعات قبلی (۹، ۱۰، ۱۱، ۲۰، ۳) و ۵ ایستگاه در تحقیق حاضر شناسایی شده است. در مرحله سوم از طریق ادبیات تحقیق، بررسی‌های میدانی و مصاحبه شفاهی با متخصصین امر، عوامل مؤثر در تخریب زیستگاه سمندر لرستانی شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این مطالعه جهت تعیین شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی، ۲۱ شاخص شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته است. این شاخص‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. در مرحله چهارم، با استفاده از مدل FAHP و نظرات کارشناسی (۱۲ متخصص محیط‌زیست، ۵ متخصص جانورشناسی، ۴ متخصص زمین‌شناسی، ۴ متخصص ژئومورفولوژی و ۳ متخصص هیدروولوژی)، آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی در منطقه مورد مطالعه، مورد مدل‌سازی قرار گرفته و پهنه‌های با درجه آسیب‌پذیری خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد مشخص گردیده است. در مرحله پنجم، براساس نتایج به‌دست آمده، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای لازم جهت حفاظت از سمندر لرستانی به‌عنوان یک گونه آسیب‌پذیر و در معرض تهدید جدی ارائه گردیده است.

## جدول ۱: لیست داده‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر

داده‌ها	مقیاس / قدرت تفکیک	منبع
شیب، جهت شیب، تغییرات ارتفاع، رطوبت سطحی، مستخرج از DEM	۱۰ متر	سازمان نقشه‌برداری کشور
لیتولوژی و گسل	۱:۱۰۰۰۰۰	سازمان زمین‌شناسی کشور
فرسایش	۱:۵۰۰۰۰۰	وزارت جهاد کشاورزی
حرکات دامنه‌ای	۱۲:۵۰۰۰	تحقیق حاضر
جاده و راه‌آهن، روستا و شهر	۱:۲۵۰۰۰	سازمان نقشه‌برداری کشور
شبکه زهکشی، چشمه	۱:۲۵۰۰۰	سازمان نقشه‌برداری کشور
جاذبه‌های گردشگری، چرای دام، تغییرات توپوگرافی سطحی	۱۲:۵۰۰۰	تحقیق حاضر
کاربری اراضی، پوشش گیاهی	۱:۵۰۰۰۰۰	سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری
بارش، دما	۱:۵۰۰۰۰۰	سازمان هواشناسی کشور
ایستگاه‌های حضور سمندر لرستانی	-	تحقیقات پیشین و تحقیق حاضر



شکل ۲: ایستگاه‌های حضور سمندر لرستانی در محدوده مورد مطالعه

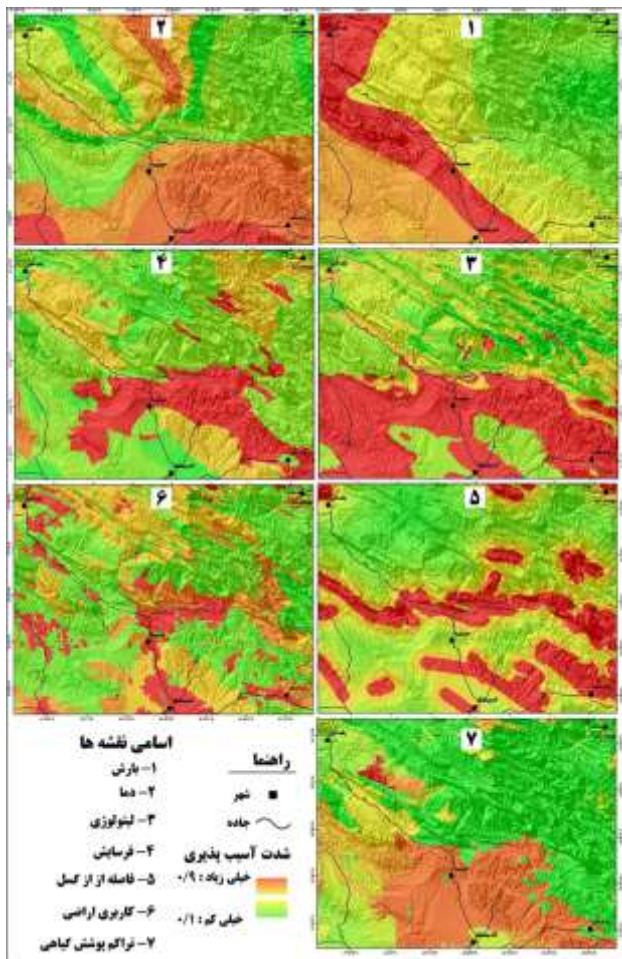
## نتایج

اما در امتداد دره‌ها به‌ویژه دره‌هایی که دارای جریان آب دائمی هستند میزان آسیب‌پذیری کم‌تر است. براساس شاخص حرکات دامنه‌ای بخش‌های زیادی از مناطق شمالی و شمال شرقی دارای آسیب‌پذیری زیادی هستند و به سمت مناطق جنوبی و جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه از میزان آسیب‌پذیری کاسته می‌شود. نتایج آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی براساس شاخص‌های معیار اقلیم شامل بارش و دما در شکل ۶ (نقشه‌های ۱ و ۲) نشان داده شده است. از نظر میزان بارش، به‌طور کلی از جنوب غرب محدوده مورد مطالعه به سمت شمال شرق بر میزان بارش افزود می‌شود و میزان آسیب‌پذیری نیز مطابق با روند افزایش بارش کم‌تر می‌شود. به‌طوری‌که مناطق شمال شرقی با توجه به دریافت بیش‌ترین بارش، از کم‌ترین میزان آسیب‌پذیری برخوردار هستند. از نظر شاخص دما نیز، به‌طور کلی مناطق شمال شرقی و میانی محدوده مورد مطالعه که دارای دمای بین ۱۶ الی ۱۸ درجه سانتی‌گراد هستند، شامل کم‌ترین آسیب‌پذیری و مناطق مرتفع با دمای پایین‌تر (سرد) و مناطق جنوبی با دمای بیش‌تر (گرم) شامل آسیب‌پذیری بیش‌تری هستند. نتایج آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی براساس شاخص‌های معیار زمین‌شناسی (لیتولوژی، فرسایش و فاصله از گسل) در شکل ۶ (نقشه‌های ۳، ۴ و ۵) نشان داده شده است. براساس شاخص لیتولوژی، مناطق جنوبی محدوده مورد مطالعه دارای بیش‌ترین شدت آسیب‌پذیری هستند. در مقابل، مناطق شمال شرقی دارای کم‌ترین شدت آسیب‌پذیری هستند؛ چراکه نوع لیتولوژی در این مناطق، پایدار، مقاوم و سنگلاخی بوده که زمین‌های مناسبی را جهت حیات سمندر لرستانی فراهم کرده است.



شکل ۴: تصاویری از گونه سمندر لرستانی. (۱) ایستگاه لون، (۲) ایستگاه دار تاگریوه، (۳) ایستگاه تنگ پنج، (۴) ایستگاه دریگر، (۵) ایستگاه تله زنگ

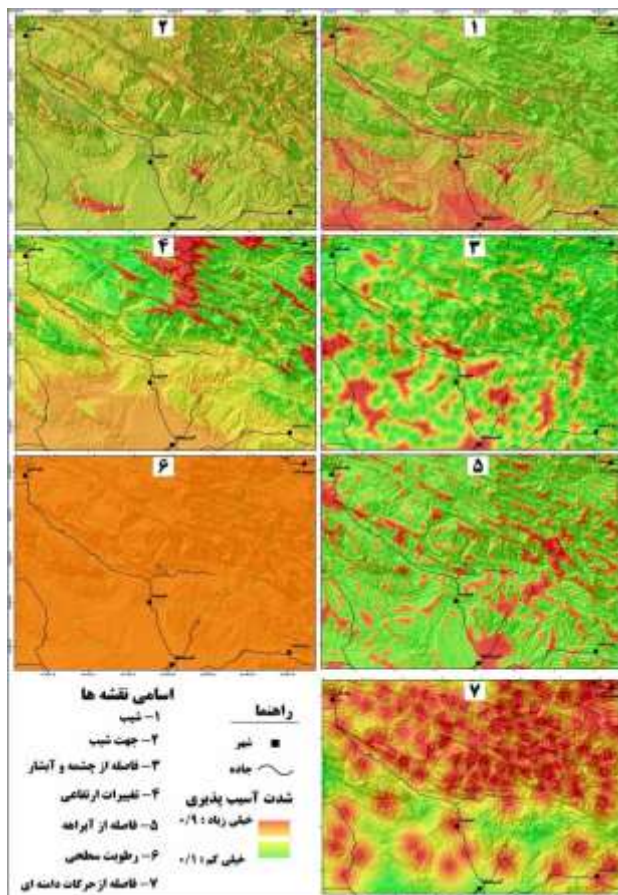
در مطالعات پیشین تعداد ۴۳ ایستگاه در محدوده مورد مطالعه ثبت گردیده است. در این تحقیق نیز، براساس پیمایش میدانی در منطقه تله زنگ، آبشار شوی تا بالادست دریاچه سد دز، گونه سمندر لرستانی در ۵ ایستگاه مشاهده گردید. این ایستگاه‌ها شامل لون، دار تاگریوه، تنگ پنج، دریگر و تله زنگ هستند. موقعیت این ۵ ایستگاه به همراه تصاویری از گونه مشاهده شده در شکل ۴ نشان داده شده است. به‌طور کلی، این گونه در جاهایی مشاهده شد که یک‌ورقه یا لایه نازک از آب وجود داشت یا محل زندگی آن مرطوب بود. هم‌چنین، سمندر لرستانی در این پنج ایستگاه با لایه‌های کوچک تخته‌سنگ، سنگ‌ریزه کوچک و سنگ بستر در ارتباط بودند. در این تحقیق، جهت تعیین شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی معیارهای توپوگرافی، هیدروژئومورفولوژیکی، اقلیمی، زمین‌شناسی، پوشش سطحی و انسانی با شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی براساس شاخص‌های معیار توپوگرافی (شیب، جهت شیب و تغییرات ارتفاعی) در شکل ۵ (نقشه‌های ۱، ۲ و ۴) نشان داده شده است. از نظر شاخص شیب، مناطق جنوب و جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه دارای بیش‌ترین آسیب‌پذیری است. در مقابل میزان آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی از نظر شیب در مناطق شمال شرقی از شدت کم‌تری برخوردار است. از نظر جهت شیب، شدت آسیب‌پذیری خیلی زیاد تا زیاد به‌صورت پراکنده در محدوده مورد مطالعه وجود دارد. به‌طور کلی دامنه‌های با جهت شیب شمالی و شمال شرقی با توجه به رطوبت بیش‌تر، از آسیب‌پذیری کم‌تری برخوردار است و در مقابل دامنه‌های با جهت شیب جنوبی و جنوب شرقی، دارای آسیب‌پذیری بیش‌تری هستند. شاخص سوم در معیار توپوگرافی، تغییرات ارتفاعی است. براساس این شاخص، مناطق شمالی از آسیب‌پذیری خیلی زیاد و مناطق جنوبی و جنوب شرقی از آسیب‌پذیری متوسط و زیاد برخوردار هستند. علاوه بر این، مناطق کم ارتفاع‌تر در امتداد دره‌ها و دامنه‌های مشرف به آن‌ها دارای میزان آسیب‌پذیری کم و خیلی کم هستند. نتایج آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی بر اساس شاخص‌های معیار هیدروژئومورفولوژیکی (فاصله از آبراهه، فاصله از چشمه و آبشار، رطوبت سطحی و حرکات دامنه‌ای)، در شکل ۵ (نقشه‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷) نشان داده شده است. محدوده مورد مطالعه از نظر شاخص فاصله از آبراهه در مناطق جنوب غربی و به‌صورت پراکنده در سایر مناطقی که فاصله از آبراهه زیاد است، دارای آسیب‌پذیری است. در مناطق شمالی و شمال شرقی که دارای تراکم چشمه و آبشار بیش‌تری است، شدت آسیب‌پذیری کم‌تر است؛ اما در بخش‌های جنوب شرقی که تراکم چشمه‌ها و آبشارها کم است میزان آسیب‌پذیری بیش‌تر است. از نظر رطوبت سطحی نیز به‌طور کلی محدوده مورد مطالعه دارای میزان آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد است؛



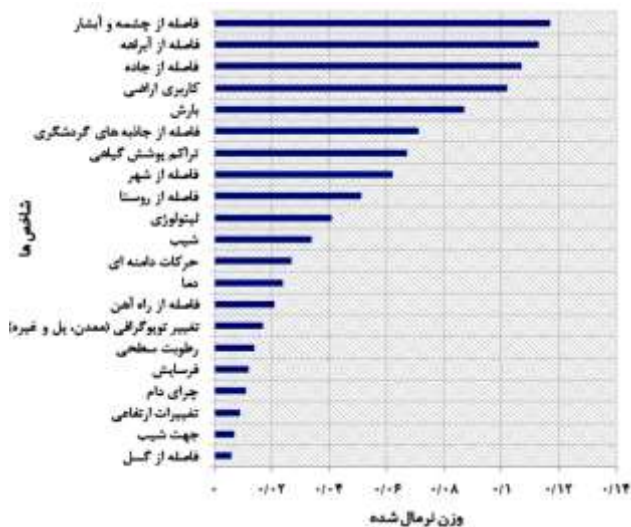
شکل ۶: نقشه فازی شده شاخص‌های مؤثر در آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی (بخش دوم)

نتایج آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی براساس شاخص‌های معیار انسانی (فاصله از روستا، فاصله از شهر، فاصله از راه‌آهن، فاصله از جاده، چرای دام، فاصله از جاذبه‌های گردشگری و تغییر توپوگرافی)، در شکل ۷ (نقشه‌های ۱ الی ۷) نشان داده شده است. براساس شاخص، فاصله از روستا، مناطق مختلفی از محدوده مورد مطالعه که به روستاها نزدیک‌تر هستند، دارای بیشترین آسیب پذیری هستند. همچنین آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی در اطراف شهرهای پلدختر، حسینیه، اندیمشک و سردشت بیش‌تر است و هرچه فاصله به سمت مناطق شمال شرقی بیش‌تر می‌شود، از میزان شدت آسیب پذیری کاسته می‌شود. براساس شاخص‌های فاصله از راه‌آهن و جاده نیز هرچه فاصله از راه‌آهن و جاده کم‌تر باشد میزان آسیب پذیری بیش‌تر است. براساس شاخص چرای دام، مناطق شرقی و شمال شرقی محدوده مورد مطالعه با توجه به تراکم چراگاه‌ها از آسیب پذیری بیش‌تری برخوردار هستند. شاخص مهم دیگر، جاذبه‌های گردشگری است؛ گردشگران و طبیعت گردان، علاوه بر تخریب زیستگاه، عامل تهدید سمندر لرستانی نیز هستند. در نهایت، تغییرات توپوگرافی زیستگاه سمندر لرستانی توسط انسان با اهداف عمرانی- اکتشافی

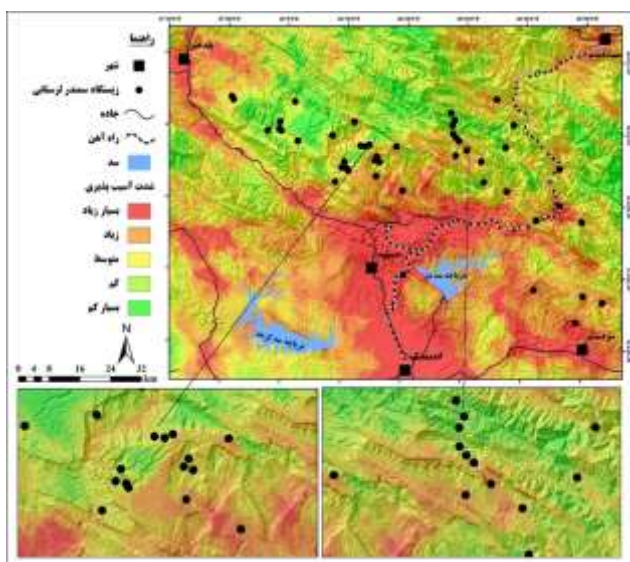
براساس شاخص فرسایش، مناطق میانی به سمت جنوب به‌ویژه از حوالی شهر حسینیه تا سردشت از بیش‌ترین میزان فرسایش و در نتیجه بیش‌ترین میزان شدت آسیب پذیری برخوردار است. همچنین بخش‌هایی از مناطق شمال شرقی و شمال غربی دارای شدت آسیب پذیری زیاد و خیلی زیاد هستند. سایر مناطق نیز از شدت آسیب پذیری متوسط تا خیلی کم برخوردار هستند. براساس شاخص فاصله از گسل نیز، به‌طور کلی مناطق میانی و جنوب شرقی که تراکم گسل بیش‌تری دارند، آسیب پذیرتر هستند. سایر مناطق که از خطوط گسلی فاصله بیش‌تری دارند دارای آسیب پذیری کم‌تری هستند. نتایج آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی براساس شاخص‌های معیار پوشش سطحی (کاربری اراضی و تراکم پوشش گیاهی)، در شکل ۶ (نقشه‌های ۶ و ۷) نشان داده شده است. براساس شاخص کاربری اراضی، مناطقی که دارای کاربری جنگل، مرتع، رخنمون‌های سنگی و مانند آن هستند دارای کم‌ترین میزان آسیب پذیری و مناطقی (مانند مناطق جنوبی و میانی) که دارای کاربری کشاورزی، مسکونی و صنعتی هستند، دارای بیش‌ترین میزان آسیب پذیری هستند. براساس شاخص تراکم پوشش گیاهی نیز، مناطق جنوبی منطقه با پوشش گیاهی زیر ۱۰ درصد دارای بیش‌ترین شدت آسیب پذیری و مناطق شمال شرقی با پوشش گیاهی بیش‌تر از ۵۰ درصد دارای کم‌ترین میزان آسیب پذیری هستند.



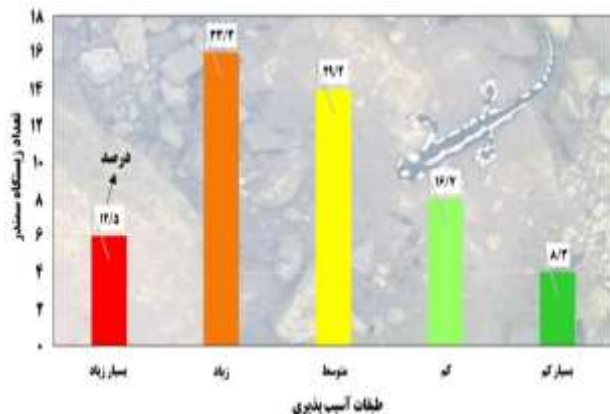
شکل ۵: نقشه فازی شده شاخص‌های مؤثر در آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی (بخش اول)



شکل ۸: وزن نهایی (نرمال شده) شاخص‌های ارزیابی آسیب پذیری سمندر لرستانی بر اساس مدل FAHP

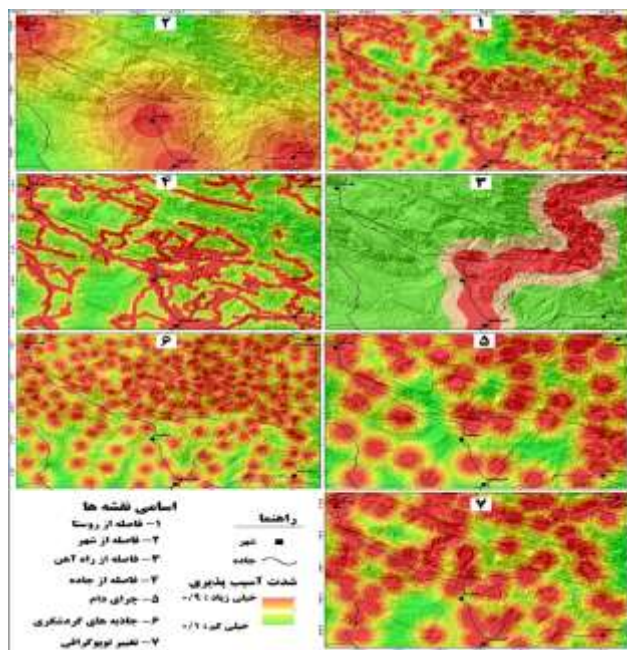


شکل ۹: نقشه نهایی شدت آسیب پذیری زیستگاه سمندر لرستانی



شکل ۱۰: تعداد ایستگاه‌های حضور سمندر لرستانی در هر کدام از طبقات آسیب پذیری زیستگاه

مختلف (معدن، پل‌سازی، ایجاد ایستگاه راه‌آهن و غیره) منجر به تخریب زیستگاه سمندر لرستانی شده است. در میان ۲۱ شاخص بررسی شده جهت تعیین شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی، شاخص‌های فاصله از چشمه و آبشار، فاصله از آبراهه، فاصله از جاده و کاربری اراضی به ترتیب با وزن نرمال شده ۰/۱۱۷، ۰/۱۱۳، ۰/۱۰۷ و ۰/۱۰۲ بیش‌ترین سطح اهمیت را در تعیین شدت آسیب‌پذیری نهایی دارند (شکل ۸). نقشه نهایی شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی در شکل ۹ نشان داده شده است. براساس شکل مذکور، جنوب محدوده مورد مطالعه از شهر اندیمشک تا بالادست سد دز، محور شهر پل‌دختر-حسینیه، محور حسینیه-سپیددشت و منطقه سردشت، دارای بیش‌ترین شدت آسیب‌پذیری هستند. علاوه بر این، مناطق میانی محدوده مورد مطالعه، جایی که دارای بیش‌ترین تراکم زیستگاه سمندر لرستانی است، شدت آسیب‌پذیری زیستگاه عمدتاً متوسط تا زیاد است. به‌طور کلی، از ۴۸ ایستگاه شناسایی شده زیستگاه سمندر لرستانی در محدوده مورد مطالعه، ۱۲/۵ درصد دارای شدت آسیب‌پذیری خیلی زیاد، ۳۳/۳ درصد زیاد، ۲۹/۲ درصد متوسط، ۱۶/۷ درصد کم و ۸/۳ درصد نیز دارای شدت آسیب‌پذیری خیلی کم هستند (شکل ۱۰)؛ بنابراین حدود ۴۵/۸ درصد از ایستگاه‌های سمندر لرستانی در محدوده مورد مطالعه در طبقات آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری زیاد زیستگاه سمندر لرستانی است. تراکم عوامل طبیعی و انسانی که منجر به آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی می‌شود در این ایستگاه‌ها به حداکثر رسیده است. در مقابل مناطق شمالی محدوده مورد مطالعه دارای شدت آسیب‌پذیری کم‌تری هستند. با این‌وجود در این مناطق نیز، فعالیت‌های انسانی به‌ویژه طبیعت‌گردی و چرای دام از عوامل مهم آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی هستند.



شکل ۷: نقشه فازی شده شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی (بخش سوم)

## بحث

یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده سمندر لرستانی، تخریب زیستگاه آن است که در سال‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات محیطی و به‌ویژه فعالیت‌های انسانی، شدت بیش‌تری یافته است. همان‌طور که Olson و Crisafulli، نشان داده‌اند، عمده فعالیت‌های انسانی که می‌تواند شرایط زیستگاهی گونه‌ها را تغییر دهد و عامل تهدید این گونه دوزیست باشد شامل راه‌سازی، فعالیت‌های گردشگری و تفریحی، تغییر الگوی هیدرولوژیکی، توسعه مسکونی و بهره‌برداری بیش‌ازحد از زیستگاه است (۲). در واقع، فعالیت‌های انسانی (عمرانی، تفریحی، کشاورزی و غیره) در روستاها و اطراف آن‌ها، باعث آسیب به زیستگاه سمندر لرستانی می‌شوند. همانند فاصله از روستا، هرچه فاصله از شهرها کم‌تر باشد زیستگاه سمندر آسیب‌پذیرتر است، با این تفاوت که شدت فعالیت‌های انسانی در شهرها و نزدیک آن شدیدتر است. راه‌آهن و جاده‌ها، زمینه دسترسی سریع به زیستگاه سمندر و در نتیجه جمع‌آوری این‌گونه زیبا توسط افراد مختلف با اهداف مختلف را فراهم می‌کنند، ضمن این‌که ایجاد سروصدای زیاد توسط قطارها و خودروهایی نیمه سنگین و سنگین در نزدیکی مسیر راه‌آهن و جاده‌های اصلی زیاد است که باعث مهاجرت این‌گونه، از زیستگاه به مناطق مجاور می‌شود. جاده‌سازی یا عبور از جاده‌ها اثرات منفی دیگری نیز بر روی سمندر لرستانی دارد. وقتی جاده‌ها در مناطق سنگلاخی احداث می‌شوند، از مواد منفجره، ماشین‌آلات سنگین و غیره استفاده می‌شود. این اقدامات منجر به صدمات فیزیکی به سمندرها می‌گردد. هم‌چنین، جاده‌ها منجر به تعاملات ثانویه انسان برای تفریح، استخراج، کوددهی، توسعه و سایر فعالیت‌ها می‌شوند. این فعالیت‌ها می‌توانند بر دوزیستان تأثیر منفی بگذارند که Herrington (۲۲) و Olson و Crisafulli، (۲) بر این موضوع تأکید کرده‌اند. علاوه بر این، سایت‌های شناخته شده با دسترسی آسان در مجاورت جاده‌ها ممکن است مستعد نمونه‌برداری بیش‌ازحد توسط محققان، علاقه‌مندان به سمندر یا برای اهداف آموزشی و یا خرید و فروش باشند. هم‌چنین، گردشگران و طبیعت‌گردان زیادی از این جاذبه‌های گردشگری بازدید می‌کنند که علاوه بر تخریب زیستگاه، عامل تهدید سمندر لرستانی نیز هستند؛ چراکه در کارهای میدانی و همراهی گروه‌های طبیعت‌گردی مشاهده گردیده که برخی افراد ناآگاه با اهداف مختلف اقدام به جمع‌آوری این‌گونه آسیب‌پذیر می‌کنند (خرید و فروش، استفاده در سفره‌های نوروزی و غیره). با توجه به نادر بودن و در معرض خطر بودن سمندر لرستانی، جمع‌آوری بیش‌ازحد یک مسئله بسیار نگران‌کننده است. افزون بر موارد فوق، هرچند تراکم چراگاه‌ها بیش‌تر باشد، آسیب‌پذیری بیش‌تر است. در واقع، حرکت گله‌ها و پای‌کوبی زیستگاه سمندر، منجر به از بین رفتن این‌گونه ظریف و تخریب زیستگاه آن می‌شود. با این‌حال، شرایط زیستگاه سمندر لرستانی تحت تأثیر بهره‌برداری بیش‌ازحد مانند چرای دام در مراتع و برداشت چوب آسیب‌پذیرتر شده است که مطالعاتی از جمله Raphael و همکاران (۲۳) و Moore و Wondzell (۲۴)، نشان داده‌اند که این اقدامات منجر به تغییرات مختلف زیستگاه از جمله

تغییر جریان‌های سطحی می‌شود که یک نگرانی اساسی برای دوزیستان است. با توجه به این‌که سمندر لرستانی یک گونه دوزیست است دسترسی به آب و رطوبت برای ادامه حیات این‌گونه حیاتی است. از نظر شاخص فاصله از چشمه و آبشار قابل ذکر است که هرچه فاصله از چشمه‌ها و آبشارهای محدوده مورد مطالعه کم‌تر باشد، شدت آسیب‌پذیری نیز کم‌تر است. هم‌چنین، حریم رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در محدوده مورد مطالعه دارای کم‌ترین شدت آسیب‌پذیری برای ادامه حیات سمندر لرستانی است. عمدتاً ساختار کانال جریان و الگوهای جریان آب برای این‌گونه از اهمیت حیاتی برخوردار است و تغییرات هیدروژئومورفولوژیکی به‌طور بالقوه مضر است که Olson و Crisafulli (۲) نیز بر این موضوع تأکید کرده‌اند. الگوهای بارندگی طبیعی نیز چنان متغیر هستند که ممکن است یک سایت برای سال‌ها ناپایدار باشد. در واقع میزان بارندگی یکی از مهم‌ترین عوامل برای مطلوبیت زیستگاه سمندر لرستانی است (۳). از سوی دیگر، طغیان‌های طولانی مدت طبیعی است و این فعالیت‌ها و ساختارهای انسانی را دچار آشفتگی می‌کند؛ به‌طوری‌که Wilson و همکاران، آشفتگی هیدرولوژیکی را تهدیدی بالقوه برای گونه‌های دوزیست می‌دانند (۲۵). از نظر شاخص حرکات دامنه‌ای، مناطقی که در آن‌ها حرکات دامنه‌ای رخ داده است و یا دارای پتانسیل برای حرکات دامنه‌ای هستند به‌ویژه در دامنه‌های منتهی به محل زندگی سمندر لرستانی، آسیب‌پذیری بیش‌تر است. حرکات دامنه‌ای به‌ویژه زمین‌لغزش و ریزش می‌تواند باعث از بین بردن سمندرها (۲۶) و هم‌چنین منجر به تغییرات هیدروژئومورفولوژیکی مختلف گردد که در نهایت به شرایط مطلوب زیستگاه سمندر آسیب می‌رساند. از نظر لیتولوژی، مناطق پایدار، مقاوم و سنگلاخی، زمین‌های مناسبی را جهت حیات سمندر لرستانی فراهم می‌کنند. گسل‌ها با ایجاد لرزه‌خیزی و ایجاد جابجایی‌های سطحی و تحریک حرکات توده‌ای و ریزشی، بر زیستگاه سمندر لرستانی و افزایش آسیب‌پذیری آن در منطقه مورد مطالعه می‌توانند نقش داشته باشند؛ بنابراین هرچه زیستگاه از گسل‌ها فاصله بیش‌تری داشته باشد، زیستگاه دارای آسیب‌پذیری کم‌تری خواهد بود. افزون بر این، هرچند تراکم پوشش گیاهی بیش‌تر است، میزان آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی نیز کم‌تر است؛ چراکه اراضی دارای پوشش گیاهی متوسط تا خوب شرایط مناسبی را برای ادامه حیات سمندر لرستانی فراهم می‌کند که توسط Tondra van Zangene و همکاران، نیز به‌عنوان مطلوب‌ترین شرایط زیستگاهی برای سمندر لرستانی معرفی شده است (۳). در این مطالعه، شدت آسیب‌پذیری زیستگاه سمندر لرستانی در مرز استان‌های لرستان و خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نیمه جنوبی محدوده مورد مطالعه، دارای بیش‌ترین آسیب‌پذیری است. هم‌چنین مناطقی که بیش‌ترین تراکم زیستگاه سمندر در آن‌ها شناسایی شده از درجات مختلف آسیب‌پذیری خیلی زیاد تا خیلی کم را شامل می‌شود که بخش عمده‌ای از آن در طبقه زیاد و متوسط قرار دارد. از بین رفتن و تخریب زیستگاه، عمده‌ترین تهدیدات سمندر لرستانی است. چراکه شرایط ناپایدار محیطی از نظر زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، هیدروژئومورفولوژیکی و غیره از یک‌سو و فعالیت‌های انسانی از جمله



10. Farasat, H., Akmali, V. and Sharifi, M., 2016. Population Genetic Structure of the Endangered Kaiser's Mountain Newt, *Neurergus kaiseri* (Amphibia: Salamandridae). *Journal of PLoS ONE*. 11(2): 149-596.
11. Goudarzi, F., Hemami, M.R., Rancilhac, L., Malekian, M., Fakheran, S., Elmer, K.R. and Steinfartz, S., 2019. Geographic separation and genetic differentiation of populations are not coupled with niche differentiation in threatened Kaiser's spotted newt (*Neurergus kaiseri*). *Journal of Scientific Reports*. 9(6239): 1-12.
12. Bahloli, Kh. and Khoban, L., 2014. Mountain salamander of Lorestan and the way to prevent its extinction. The second national conference on environmental hazards in Zagros. Tehran.
13. Parto, P., Haghighi, Z., Vaissi, S. and Sharifi, M., 2014. Microbiological and histological examinations of endangered *Neurergus kaiseri* tissues displaying red-leg syndrome. *Journal of Asian Herpetological Research*. 5(3): 204-208.
14. Farasat, H. and Sharifi, M., 2016. Ageing and Growth of the Endangered Kaiser's Mountain Newt, *Neurergus kaiseri* (Caudata: Salamandridae), in the Southern Zagros Range, Iran. *Journal of Herpetology*. 50(1): 120-125.
15. Malekian, M., Khoshnamvand, H. and Keivany, Y., 2019. Morphological assessment raises the possibility of cryptic species within the Luristan newt, *Neurergus kaiseri* (amphibia: salamandridae). *Journal of Herpetological Journal*. 29(4): 237-277.
16. Vaissi, S., Sharifi, M., Hernandez, A., Nikpey, S. and Taran, M., 2019. Skin bacterial microflora of two closely related mountain newts the Yellow spotted Mountain newt *Neurergus derjugini* and the Kaiser's mountain newt *Neurergus kaiseri*- in the wild and in a breeding facility highlight new conservation perspectives. *Journal of International Zoo yearbook*. 53(1): 227-237.
17. Vaissi, S. and Sharifi, M., 2019. Integrating multi-criteria decision analysis with a GIS-based siting procedure to select a protected area for the Kaiser's mountain newt, *Neurergus kaiseri*. *Journal of Global Ecology and Conservation*. 20: 1-15.
18. Ashrafzadeh, M. and Taghipour, A., 2018. Modeling the habitat desirability of *Neurergus kaiseri* in Lorestan and Khuzestan provinces. The second national conference on natural resources and sustainable development in Zagros. Shahr e Kord. (In Persian)
19. Amiri, M., Kianisadr, M., Pesarakloo, A. and Najibzadeh, M., 2019. Habitat suitability of the Critically Endangered Lorestan Newt, *Neurergus kaiseri* In South western Iran. *Journal of Animal Environment*. 11(2): 147-154. (In Persian)
20. Environmental Protection Organization. 2012. Lorestan salamander species status report. Department of reptiles and amphibians. (In Persian)
21. Chang, D.Y., 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *Journal of Operational Research*. 95(3): 649-655.
22. Herrington, R.E., 1988. Talus use by amphibians and reptiles in the Pacific Northwest. General technical report RM-Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 166: 216-221.
23. Raphael, M.G., Bisson, P.A., Jones, L.L.C. and Foster, A.D., 2002. Effects of streamside forest management on the composition and abundance of stream and riparian fauna of the Olympic Peninsula. Proceedings from the wood compatibility initiative workshop. 3: 27-40.
24. Moore, R.D. and Wondzell, S.M., 2005. Physical hydrology and the effects of forest harvesting in the Pacific Northwest: A review. *Journal of the American Water Resources Association*. 41: 763-784.
25. Wilson, JR, A.G., Larsen, Jr, J.H. and McAllister, K.R., 1995. Distribution of Van Dyke's Salamander (*Plethodon vandykei* Van Denburgh). *Journal of the American Midland Naturalist*. 134(2): 388-393.
26. Pilliod, D.S., Bury, R.B., Hyde, E.J., Pearl, C.A. and Corn, P.S., 2003. Fire and amphibians in North America. *Journal of Forest Ecology & Management*. 178: 163-181.
- جاده سازی، دامداری، طبیعت گردی، کشاورزی و غیره از سوی دیگر، منجر به آسیب پذیری زیاد زیستگاه سمندر لرستانی گردیده است. فعالیت های انسانی در واقع پناهگاه های سمندر لرستانی را تحت تأثیر قرار داده است و شدت آسیب پذیری زیستگاه این گونه در معرض تهدید جدی بسیار نگران کننده است. در حال حاضر هیچ حفاظت و نظارت مؤثری برای سمندر لرستانی در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد. بیش تر داده ها و اطلاعات موجود مربوط به تحقیقات اندک در این زمینه است. نظارت برای تشخیص پاسخ جمعیت به انواع تهدیدها، شناخته شده یا مشکوک، بسیار مفید خواهد بود. در این راستا، آگاهی از فعالیت های آمایش سرزمین و اقدام لازم در ایستگاه های شناخته شده سمندر لرستانی برای نظارت بر این گونه توسط سازمان های ذی ربط می تواند زمینه جلوگیری از تخریب بیش تر زیستگاه را فراهم نماید. چراکه شناسایی سایت های نگهبانی برای ردیابی دوره های جهت تشخیص تغییرات فراوانی جمعیت این گونه از تلفات ناشی از عوامل مختلف می تواند بسیار حائز اهمیت باشد. هم چنین پیشنهاد می شود، مناطقی که دارای بیش ترین تراکم حضور سمندر لرستانی هستند، تحت حفاظت سازمان محیط زیست قرار گیرند. در واقع، اگر حفاظت و نظارت آغاز شود، روش های استاندارد می توانند مقایسه های آینده را در بین ایستگاه ها امکان پذیر نماید. در نهایت، تلفیق نظارت و مطالعات تحقیقاتی می تواند نقش تعیین کننده ای برای پر کردن گپ های اطلاعاتی و در نهایت برنامه ریزی حفاظت از این گونه آسیب پذیر و اندمیک داشته باشد.

## منابع

1. Beebe, T.J.C. and Griffiths, R.A., 2005. The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Journal of biological conservation*. 125: 271-285.
2. Olson, D.H. and Crisafulli, C.M., 2014. Conservation Assessment for the Van Dyke's Salamander (*Plethodon vandykei*). First Edition, Publication Series: Miscellaneous, Pacific Northwest Region. 56 p.
3. Tondravan Zangene, M., Fakheran Esfahani, S., Poormanafi, S. and Senn, J., 2016. Assessment of the Conservation Status and Habitat Suitability of Critically Endangered Lorestan Newt (*Neurergus kaiseri*) in Lorestan and Khuzestan Provinces. *Iranian Journal of Applied Ecology*. 5(17): 11-24. (In Persian)
4. Cushman, S.A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Journal of biological conservation*. 128: 231-240.
5. Sharifi, M., Farasat, H., Barani-Beira, H., Vaissi S. and Foroozanfar, E., 2013. Notes on the distribution and abundance of the endangered Kaiser's Mountain newt, *Neurergus kaiseri*, in southwestern Iran. *Journal of Herpetological Conservation and Biology*. 8(3): 724-731. <https://www.iucnredlist.org/species/59450/49436271>
6. Mobaraki, A., Amiri, M., Alvandi, R., Ebrahim Tehrani, M., Zarin KIA, H., Khoshnamvand, A., Bali, A., Foroozanfar, E. and Browne, R.K., 2014. A conservation reassessment of the Critically Endangered, Lorestan newt *Neurergus kaiseri* (Schmidt 1952) in Iran. *Journal of Amphibian & Reptile Conservation*. 9(1): 16- 25.
7. Khoshnamvand, H., Malekian, M., Keivany, Y., Amiri, M. and Goudarzi, F., 2018. Investigating morphological characteristics of the Lorestan newt (*Neurergus kaiseri*) in west and southwest of Iran. *Journal of Animal Environment*. 9(4): 145-150. (In Persian)
8. Sharifi, M., Rastegar-Pouyani, N., Akmali, V. and Assadian Narengi, S., 2008. On distribution and conservation status of *neurergus kaiseri* (caudata: salamandridae). *Journal of Herpetology*. 15(3): 169-172.