

## بررسی زیستگاه تمساح مردابی (*Crocodylus palustris*) در طول رودخانه سرباز در استان سیستان و بلوچستان به منظور تعیین مطلوبیت زیستگاه (HSI)

- بهروز بهروزی‌راد\*: واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز صندوق پستی: ۱۶۳
  - الهام آبتین: واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز صندوق پستی: ۱۶۳
  - تورج همتی: اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان، زاهدان، صندوق پستی: ۴۷۷
  - حسین محمدی: اداره کل دفتر تنوع زیستی و حیات وحش سازمان حفاظت محیط زیست، تهران صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۷۳۸۳
  - ملیحه عرفانی: گروه محیط زیست دانشگاه زابل، زابل صندوق پستی: ۹۸۶۱۵-۵۳۹
- تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۸

### چکیده

برای تعیین و طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه Habitat Suitability Index (HSI) تمساح مردابی *Crocodylus palustris palustris*، ۱۰ منطقه شاخص در طول رودخانه سرباز به روش Habitat Evaluation Procedures (HEP) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این بررسی ۴۹ متغیر مشتمل بر خصوصیات اقلیمی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک زیستگاه در ۱۰ منطقه به مدت یکسال بصورت ماهانه سنجش شدند. با آزمون آماری همبستگی پیرسون با حدود اطمینان ۹۵ درصد، مشخص شد که در بین ۴۹ متغیر، درصد پوشش گیاهی، شیب زیستگاه، وجود انواع ماهی و دوزیست، EC و عمق آب فاکتورهای هستند که در انتخاب زیستگاه توسط تمساح مردابی نقش اساسی دارند. در نهایت منطقه پایین دست سد پیشین با عدد مطلوبیت ۱، (HSI=۱) بعنوان مطلوبترین زیستگاه و برکه کلانی با عدد مطلوبیت ۰/۲، (HSI=۰,۲) بعنوان نامناسب‌ترین زیستگاه برای گونه تمساح مردابی تعیین شدند.

لغات کلیدی: تمساح مردابی، آسیب پذیر (VU)، مطلوبیت زیستگاه (HSI)

### مقدمه

جمعیت بسیاری از گونه‌های این گروه به خاطر پوست گرانبیام و مصرف گوشت و سایر مصارف دارویی مورد تهدید قرار دارند. اما عمده‌ترین عامل تهدید آنها تخریب، آلودگی و نابودی زیستگاه می‌باشد. کاهش جمعیت یا نابودی هر یک از گونه‌های تمساح نشانگر کاهش و نابودی معنی‌دار تنوع زیستی و بقا و دوام اکوسیستم‌هاست (۹).

کروکودیلین‌ها (کروکودیل‌ها، آلیگاتورها و گاریال‌ها) یا بصورت عام تمساح‌ها زیست‌مندان دارای پراکنش وسیع در مناطق حاره‌ای هستند که زیستگاههای مختلف آبی را در این مناطق اشغال می‌کنند. تمساح‌ها بعنوان گونه‌های کلیدی (Keystone Species) در محیط بشمار رفته و فعالیت‌های آنها باعث بقا و حفظ ساختمان و عملکرد اکوسیستم می‌شود (۹).

Tuck در سال ۱۹۷۵ گزارش کرد که تاکنون در ایران مطالعات تخصصی و طبقه‌بندی مدونی برای زیستگاههای تمساح مردابی براساس خصوصیات و عوامل تهدید آنها انجام نشده است، در نتیجه می‌توان اظهار داشت که بدون اطلاعات طبقه‌بندی شده در مورد خصوصیات زیستگاهی و شناخت هر زیستگاه نمی‌توان اقدامات جبرانی در جهت رفع نقایص زیستگاهها و حمایت و حفاظت از جمعیت گونه بعمل آورد. همچنین پرداختن به مقوله مطلوبیت زیستگاه در ایران از سابقه کمی برخوردار است و بخصوص در مورد گونه تمساح مردابی بصورت ویژه مطالعه‌ای برای تعیین مطلوبیت زیستگاه صورت نگرفته است. در این تحقیق علاوه بر تعیین وضعیت زیستگاههای مختلف، زیستگاههای مورد مطالعه از نظر مطلوبیت برای زیست تمساح مردابی طبقه‌بندی گردیدند.

### مواد و روشها

گونه تمساح مردابی *Crocodylus palustris palustris* از ایران به سمت شرق تا آسام هند و به جنوب تا سریلانکا پراکنش دارد (شکل ۱) (۱۱).

در ایران، منطقه باهوکلالت با حوزه آبریز رودخانه باهوکلالت در منتهی‌الیه جنوب شرقی استان سیستان و بلوچستان بعنوان حوزه اصلی پراکنش تمساح مردابی می‌باشد. این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ۲۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۲۷ درجه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۶۰ درجه و ۲۰ دقیقه و ۶۱ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی واقع شده است. این محدوده از شهرستان راسک آغاز و پس از شهرستان چابهار تا خلیج گواتر ادامه می‌یابد. فون و فلور این منطقه برگرفته از شبه قاره هند بوده و تحت تاثیر آب و هوای حاره‌ای قرار دارد (۲).

در محدوده منطقه باهوکلالت، ۱۰ زیستگاه مورد مطالعه قرار گرفتند. این زیستگاهها با توجه به بررسی‌ها و بازدیدهای مستمر به دلیل حضور گونه تمساح مردابی انتخاب و بررسی شد (جدول ۱).

این زیستگاهها از شمال منطقه با برکه فیروز آباد آغاز و پس از برکه‌های شکرچنگل، پایین دست سد پیشین، آزادی، درگس، هوت گت پایین، هوت گت بالا، شیرگواز و باهوکلالت به برکه کلانی در نزدیک خلیج گواتر در جنوب منطقه ختم می‌شوند.

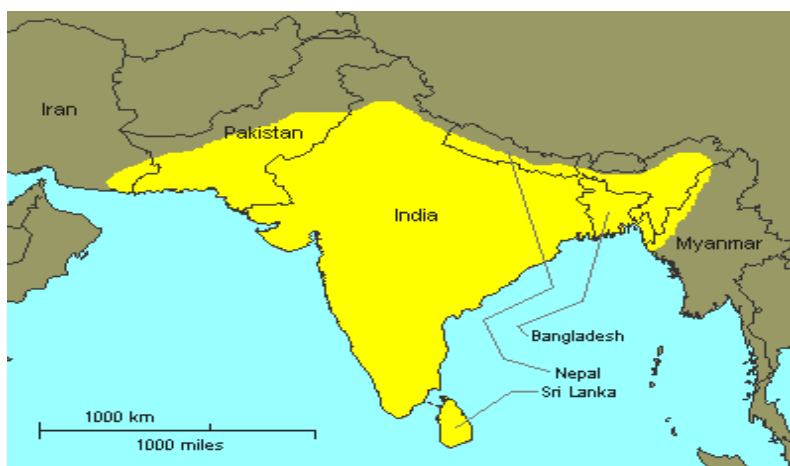
گونه تمساح مردابی با نام علمی *Crocodylus palustris* و نام انگلیسی *Mugger* از راسته کروکودیلیا و خانواده کروکودیلیدهاست.

این تمساح با اندازه متوسط (۳-۲ متر)، وابسته به آب شیرین و دارای پهن‌ترین پوزه در بین تمام گونه‌های جنس *Crocodylus*، دارای قویترین پاها در بین تمساح‌ها برای راهپیمایی طولانی هستند. رنگ عمومی بدن در تمساح‌های جوان عموماً سبز تا خاکستری روشن با نوارها و لکه‌هایی بر روی بدن و دم می‌باشد اما تمساح‌های مسن رنگ خاکستری تا قهوه‌ای دارند که نوارها یا لکه‌های سیاه کمتری در آن به چشم می‌خورد. این الگو در نوزادان به صورت رنگ زیتونی روشن با نقطه‌های سیاه روی دم و پهلوها می‌باشد. عاداتی مانند دوزیستی، راهپیمایی در خشکی، نقب زنی و حفر تونل و میزان بالای تحمل نسبت به گونه هم‌نوع از عمده عادات رفتاری این گونه است (۱۱). این گونه دارای پاهای قوی بوده که توانایی راهپیمایی در خشکی را به آن می‌دهد (۵).

تخم‌گذاری تمساح مردابی در ایران در اردیبهشت ماه و تفریح تخمها در تیر ماه انجام می‌شود (۴). این گونه در هر بار بطور متوسط ۳۰-۲۵ عدد تخم می‌گذارد (۱۱).

تعداد تخم در این گونه در ایران ۲۰ عدد می‌باشد. تعداد تخمها در گونه‌هایی مانند تمساح آمریکایی ۶۰-۳۰ عدد، در تمساح آب شیرین استرالیایی بطور متوسط ۱۳ تخم، در تمساح پوزه استوانه‌ای بطور متوسط ۱۶ تخم، تمساح فیلیپین بطور معمول ۲۰-۱۰ عدد تخم و در تمساح نیل بطور متوسط ۵۰-۴۵ تخم در هر مرحله تخم‌گذاری گزارش شده است (۹).

بطور خاص مناطق حاره‌ای مورد علاقه کروکودیل‌ها می‌باشند. پراکنش آنها همچنین تحت تاثیر مقاومت آنها به آب شور نیز می‌باشد و آب دریا سد موثری در برابر گسترش گونه‌های آب شیرین می‌باشد. این گونه در ایران بصورت عمده در زیستگاههای پراکنده در طول رودخانه سرپاز زیست می‌نماید. این گونه با نام محلی گاندو در بلوچستان بعنوان تنها نماینده کروکودیلین‌ها در ایران است. خود را با دامنه وسیعی از زیستگاههای موجود در طول رودخانه سرپاز مطابقت داده است و حتی در برکه‌های مصنوعی و دست‌ساز، کانالهای آبیاری، دریاچه پشت سد، رودخانه جاری، برکه‌های طبیعی در مسیر رودخانه و حتی گاهاً مردابهای لب شور زیست می‌نماید (۴).



شکل ۱: پراکنش جهانی تمساح مردابی

جدول ۱: موقعیت و مشخصات زیستگاههای مورد مطالعه

ردیف	نام زیستگاه	مختصات جغرافیایی	گیاهان شاخص	جانوران شاخص
۱	فیروزآباد	N ۰۳۴۰۰۶۷ E ۲۹۰۶۶۹۹	نی - گز	فون باهوکلاد در بخش خشکی، کپور ماهیان در پهنه آبی، تمساح مردابی
۲	شکر جنگل	N ۰۳۴۲۷۳۸ E ۲۸۹۹۳۲۹	نی - گز	فون باهوکلاد در بخش خشکی، تمساح مردابی
۳	آزادی	N ۰۳۵۷۹۲۳ E ۲۸۷۲۱۷۷	نی - گز - استبرق	فون باهوکلاد در بخش خشکی، انواع ماهیها و دوزیستان باهوکلاد، تمساح مردابی
۴	درگس	N ۰۳۵۰۷۰۷ E ۲۸۵۸۵۶۸	نی - استبرق - گز	فون باهوکلاد در بخش خشکی، کپور ماهیان، وزغ بلوچی، تمساح مردابی
۵	پایین دست سد پیشین	N ۰۳۴۹۵۶۳ E ۲۸۵۳۷۶۸	نی - گز - استبرق	فون باهوکلاد در بخش خشکی، انواع ماهیها و دوزیستان باهوکلاد، تمساح مردابی
۶	هوت گت پایین	N ۰۳۴۹۵۶۳ E ۲۸۵۳۷۶۷	نی - استبرق	فون باهوکلاد در بخش خشکی، کپور ماهیان، وزغ بلوچی، تمساح مردابی
۷	هوت گت بالا	N ۰۳۴۹۰۴۶ E ۲۸۵۳۵۲۸	نی - استبرق	فون باهوکلاد در بخش خشکی، وزغ بلوچی، تمساح مردابی
۸	باهوکلاد	N ۰۳۲۳۴۸۵ E ۲۸۲۱۴۳۳	نی - استبرق	فون باهوکلاد در بخش خشکی، انواع ماهیها و دوزیستان باهوکلاد، تمساح مردابی
۹	شیرگواز	N ۰۳۴۷۰۱۷ E ۲۸۴۹۶۳۵	نی - استبرق - کلیر	فون باهوکلاد در بخش خشکی، انواع ماهیها و دوزیستان باهوکلاد، تمساح مردابی
۱۰	کلانی	N ۰۳۵۰۶۴۱ E ۲۸۵۹۴۵۶	انواع علف شور	فون باهوکلاد در بخش خشکی، ماهی گل خورک

روشهای مختلفی برای بیان مطلوبیت زیستگاه وجود دارد که بطور عمده در سه قالب توصیفی، گراف (نمودار) و نیز استفاده از معادلات ریاضی می‌باشد. شاخصهای بکار رفته در مدل باید

بنحوی باشد که متغیرها قابل اندازه‌گیری و ارزش‌گذاری باشند (۸).

یکی از روش‌های بررسی مطلوبیت زیستگاه، استفاده از روش HEP (Habitat Evaluation Procedures) می‌باشد (۶).

در تعیین مطلوبیت زیستگاه به روش HEP به جنبه‌های مهم و حیاتی زیستگاه جانوران مورد نظر، توجه شده و قابلیت یک منطقه در فراهم آوردن یک زیستگاه مناسب جهت حفظ و نگهداری جمعیت پایدار این جانوران تعیین می‌گردد (۱).

بر این اساس کلیه فاکتورهای تأثیرگذار بر گونه مورد نظر، بصورت جزء به جزء مورد مطالعه و ارزشیابی قرار گرفت. برای این منظور کلیه فاکتورهای مختلف در زیستگاه گونه تمساح مردابی (محیط خشکی و آبی) مورد مطالعه قرار گرفت. فاکتورهای بافت خاک، برخی از عناصر شیمیایی خاک، رطوبت خاک، EC، pH، درصد پوشش گیاهی، تنوع پوشش گیاهی، وضعیت پستانداران، پرندگان، خزندگان، دوزیستان، خواص فیزیکی و شیمیایی آب، خصوصیات اقلیمی، شیب زیستگاه، عمق آب، مساحت زیستگاه و تراکم جمعیت تمساح در ۱۰ منطقه بطور ماهانه از مهر ماه ۱۳۷۸ تا مهر ماه ۱۳۸۸ بررسی شدند. در این بررسی مساحت زیستگاه بعنوان مبنایی برای انتخاب محل زیست گونه در نظر گرفته شد. برای انتخاب مساحت زیستگاه در هر منطقه سعی گردید محدوده‌ای که بیشترین تراکم جمعیت، بیشترین تراکم لانه و همچنین حضور افراد بالغ و نوزاد را داشته باشد و بعنوان عمده‌ترین مرکز فعالیت‌های زیستی گونه محسوب می‌شود، برای مطالعه انتخاب شوند. نمونه‌های خاک از بستر خشکی و آبی برداشت شده و فاکتورهای مذکور در آزمایشگاه خاکشناسی برای ۱۰ ایستگاه مورد آزمایش قرار گرفت.

نمونه‌برداری از آب در ۱۰ زیستگاه انجام پذیرفت و ضمن آن عمق آب هر زیستگاه بوسیله دستگاه عمق‌سنج و نیز درجه حرارت آب هر زیستگاه بوسیله دماسنج اندازه‌گیری شد. فاکتورهای pH، TSS، TDS، DO و EC در آزمایشگاه آب با استفاده از دستگاه‌های مختلف (pH متر، کدورت‌سنج، دستگاه اکسیژن سنج (DO متر) و مقایسه وزن صافی از طریق

روش کلاسیک آزمایشگاهی برای تعیین TSS و TDS انجام شدند. در مجموع از هر زیستگاه ۱۲ بار به طور ماهانه در طول یکسال نمونه‌برداری صورت گرفت.

در هر بار نمونه‌برداری از منطقه در حداقل ۱۰ درصد وسعت زیستگاهی آماربرداری کامل از نوع و تعداد گونه‌های گیاهی بعمل آمد و با استفاده از نرم‌افزار (Ecological Methodology) تنوع گونه‌های گیاهی برای هر زیستگاه تعیین شد.

با استفاده از آمارهای موجود در سوابق مطالعاتی و نیز مشاهدات عینی، به وضعیت طعمه در هر زیستگاه از یک تا ۵ نمره‌دهی شد و سپس در ۵ طبقه تعریف گردید و به آن امتیاز خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب تعلق گرفت و به تفکیک نوع و تعداد گونه (پستانداران، پرندگان، ماهی‌ها و دوزیستان) در فرم مشخصات هر زیستگاه ثبت گردید.

با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه سرپاز، باهوکللات و اطلاعات اداره کل هواشناسی استان و نیز برداشت‌های میدانی (دستگاه دماسنج)، متغیرهایی از جمله میانگین درجه حرارت، بارندگی، رطوبت، تبخیر و... در هر ماه برای هر زیستگاه بدست آمد.

با توجه به این که در طول ۱۲ ماه برای هر یک از ۱۰ زیستگاه در هر ماه ۴۹ متغیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و از طرفی میزان هر فاکتور در طول مدت اندازه‌گیری برای هر زیستگاه تفاوت چشمگیری نداشت، لذا با هدف ایجاد خطای کمتر در انجام آزمون‌ها و عملیات آماری از میانگین اندازه هر متغیر در هر ایستگاه برای محاسبات استفاده شد و موثرترین متغیرهای تأثیرگذار بر روی تراکم گونه تعیین گردید.

با استفاده از روش (Analytical Hierarchy Process) با AHP متغیرهای اصلی تأثیرگذار در سه معیار اصلی "پناه"، "غذا" و "ویژگی‌های شیمیایی آب" قرار داده شد. پس از دسته‌بندی متغیرها با توجه به سطح نیازمندی گونه به هر یک از متغیرها امتیاز مناسب داده شد.

## نتایج

برای بیان وضعیت زیستگاه از شاخص مطلوبیت زیستگاه (Habitat suitability index) HSI استفاده شد که یک نمایه عددی است و ظرفیت زیستگاه را برای حمایت گونه‌های حیات وحش نشان می‌دهد. حداقل ارزش HSI صفر است که زیستگاه نامناسب و حداکثر ارزش آن یک می‌باشد که زیستگاه مناسب را نشان می‌دهد (۱).

میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای اندازه‌گیری شده وارد محیط نرم‌افزار آماری SPSS شد تا با بررسی میزان ضرایب همبستگی بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده با تراکم جمعیت تمساح در هر زیستگاه، موثرترین متغیرها بر روی جمعیت تعیین گردد (جدول ۲).

معیار پناه شامل سه زیر معیار درصد پوشش گیاهی، عمق و شیب، معیار غذا شامل وضعیت ماهیان و دوزیستان در هر برکه و EC آب است (شکل ۲). به هر یک از متغیرها با توجه به سطح نیازمندی گونه امتیاز مناسب داده شد (جدول ۳ و ۴).

با کمک نرم افزار IDRISI KILIMANJARO ۸٫۴ و با توجه به عدد ضریب ناسازگاری، وزن‌دهی مناسب صورت گرفت. در این روش علاوه بر میزان طبقه‌بندی متغیرها، ارزش هر متغیر نیز در محاسبات لحاظ گردید (۳) (جدول ۵). به منظور امتیازبندی زیستگاهها، متغیرهای هر زیستگاه براساس میزان میانگین

عددی اندازه‌گیری شده در طبقات مختلف قرار گرفتند (جدول ۶).

در مرحله بعد با هدف بدست آوردن رتبه هر زیستگاه، هر یک از متغیرها براساس مقادیر عددی بدست آمده حاصل از آزمایشات و بررسی‌های مختلف طبقه‌بندی شدند. برای امتیازبندی نهایی زیستگاهها، هر یک از متغیرها براساس امتیازات محاسبه شده در طبقات تعیین شده قرار گرفتند (جدول ۷).

در ادامه، طبقه هر متغییر در وزن متغییر (از جدول ۵) ضرب شده و از مجموع آنها برای هر زیستگاه رتبه نهایی هر زیستگاه بدست آمد. سپس به منظور محاسبه عدد HSI رتبه هر زیستگاه بر بزرگترین رتبه در بین زیستگاهها تقسیم شد. عدد حاصل عدد HSI است و از مقایسه اعداد HSI در بین زیستگاهها مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین زیستگاه را از میان زیستگاههای مورد مطالعه می‌توان تعیین نمود (جدول ۸).

از طریق آزمون آماری تابع تشخیص، صحت نتایج مورد آزمون قرار گرفت تا از این طریق نتایج حاصله پس از تایید از طریق روشهای آماری قابل استناد باشند (جدول ۹ و ۱۰). براساس اطلاعات تابع تشخیص و عدد خطا (که برابر با صفر است) نتایج حاصل از عملیات آماری کاملاً قابل استناد است.

جدول ۲: ضرایب همبستگی پیرسون پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار با تراکم جمعیت تمساح

پارامتر	ضریب همبستگی پیرسون	درجه معنی‌داری Sig.(۲-tailed)
عمق	۰/۷۳۹	۰/۰۱۵
پوشش گیاهی	۰/۶۶۰	۰/۰۳۸
EC	۰/۶۵۰	۰/۰۴۲
دوزیستان	۰/۸۶۴	۰/۰۰۱
ماهی‌ها	۰/۶۷۴	۰/۰۳۲
شیب	۰/۷۵۳	۰/۰۱۲

جدول ۳: امتیازدهی معیارهای اصلی

معیار	پناه	غذا	EC آب
پناه	۱	---	---
غذا	۲	۱	---
EC آب	۱/۹	۱/۸	۱

جدول ۴: امتیازدهی به زیر معیارها

معیار	پوشش گیاهی	شیب	عمق
پوشش گیاهی	۱	---	---
شیب	۱/۷	۱	---
عمق	۲	۶	۱

جدول ۵: وزن نهایی فاکتورهای موثر

وزن نهایی	فاکتور	ردیف
۰/۱۳	پوشش گیاهی	۱
۰/۰۳	شیب	۲
۰/۴۱	ماهیان	۳
۰/۱۸	دوزیستان	۴
۰/۰۵	EC	۵
۰/۲۱	عمق	۶

جدول ۶: امتیازات هر زیستگاه براساس وضعیت متغیرهای موثر

طبقات	۱	۲	۳	۴	۵
فاکتور					
پوشش گیاهی (درصد)	کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	بیشتر از ۳۰
شیب (درصد)	کمتر از ۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	بیشتر از ۳۰
ماهیان	۱	۲	۳	۴	۵
دوزیستان	۱	۲	۳	۴	۵
EC	کمتر از ۲	۲-۳	۳-۳/۵	۳/۵-۴	بیشتر از ۴
عمق	بیشتر از ۵	۴-۵	۳-۴	۲-۳	کمتر از ۲

جدول ۷: طبقه‌بندی متغیرهای موثر

ردیف	نام زیستگاه	پوشش گیاهی	شیب	ماهی‌ها	دوزیستان	عمق	EC
۱	سد پیشین	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۲	شکر جنگل	۲	۲	۱	۱	۱	۴
۳	شیرگواز	۵	۵	۵	۴	۵	۵
۴	هوت گت بالا	۳	۴	۵	۳	۲	۵
۵	آزادی	۵	۳	۳	۲	۲	۳
۶	باهو کلات	۴	۲	۲	۲	۲	۴
۷	فیروزآباد	۱	۱	۲	۱	۱	۲
۸	کلانی	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۹	درگس	۴	۳	۵	۴	۳	۵
۱۰	هوت گت پایین	۳	۴	۴	۳	۴	۴

جدول ۸: محاسبه عدد HSI برای هر زیستگاه

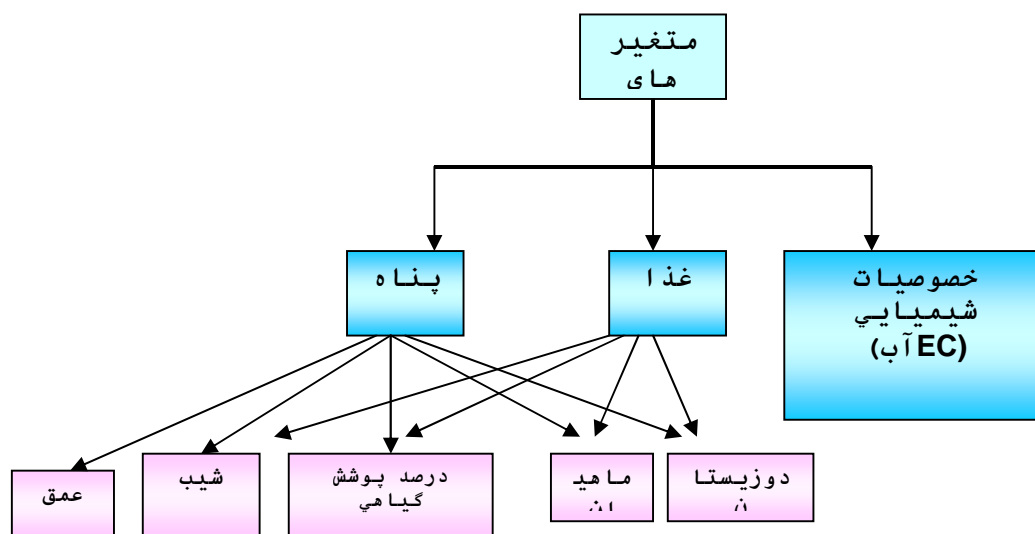
ردیف	نام زیستگاه	مجموع وزن‌ها	HSI
۱	پایین دست سد پیشین	۵/۰۵	۱
۲	شکر جنگل	۱/۳۲	۰/۲۶
۳	شیرگواز	۴/۸۷	۰/۹۶
۴	هوت گت بالا	۳/۷۷	۰/۷۵
۵	آزادی	۲/۹	۰/۵۷
۶	باهو کلات	۲/۳۸	۰/۴۷
۷	فیروزآباد	۱/۴۷	۰/۲۹
۸	کلانی	۱/۰۱	۰/۲۰
۹	درگس	۴/۲۶	۰/۸۴
۱۰	هوت گت پایین	۳/۷۳	۰/۷۴

جدول ۹: اطلاعات تابع تشخیص

مجموع	۴	۳	۲	۱	
۱	۰	۰	۰	۱	۱
۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	
۳	۰	۰	۳	۰	۲
۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	
۳	۰	۳	۰	۰	۳
۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۳	۳	۰	۰	۰	۴
۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	
۱۰	۳	۳	۳	۱	مجموع
۱۰۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۳۰/۰۰	۱۰/۰۰	
	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	نتایج خطای آزمون

جدول ۱۰: نتایج خطای آزمون تابع تشخیص تصویر

مجموع	۴	۳	۲	۱	
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	درصد
	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰	۰/۲۵۰۰	نتایج خطای آزمون



شکل ۲: درخت سلسله مراتبی معیارها



## بحث

در تحقیق، انجام گرفته بر روی تمساح مردابی کلیه فاکتورهایی که براساس نظرات و بررسی‌های کارشناسی بر زیست گونه موثر تشخیص داده شد، مورد آزمایش قرار گرفت. با توجه به حاره‌ای بودن منطقه مورد مطالعه، آمار و ارقام مرتبط با متغیرهای اندازه‌گیری شده هر زیستگاه در طول سال تفاوت معنی‌داری نداشته، که این امر در بررسی‌های بعمل آمده در خصوص فاکتورهای اندازه‌گیری شده در ابعاد مختلف اکولوژیکی مشهود بود. تفاوت ناچیز تغییرات دمای متوسط، میانگین بارندگی و عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان و نوع عناصر خاک در زیستگاههای مختلف و همچنین تشابه بسیاری از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب مؤید این امر می‌باشد.

متوسط جمعیت تمساح‌های مشاهده شده در طول مدت مطالعه برای هر زیستگاه نشاندهنده بیشترین میانگین جمعیت در پایین دست سد پیشین می‌باشد (در طول سال در سد پیشین تعداد ۶۸ تمساح مشاهده شد که میانگین سالانه به تعداد ۶ عدد می‌باشد) که این مقدار در برکه کلانی و فیروز آباد به صفر می‌رسد. نتایج آزمون آماری (با حدود اطمینان ۹۵ درصد) برای تشخیص مؤثرترین متغیرها بر جمعیت تمساح همبستگی

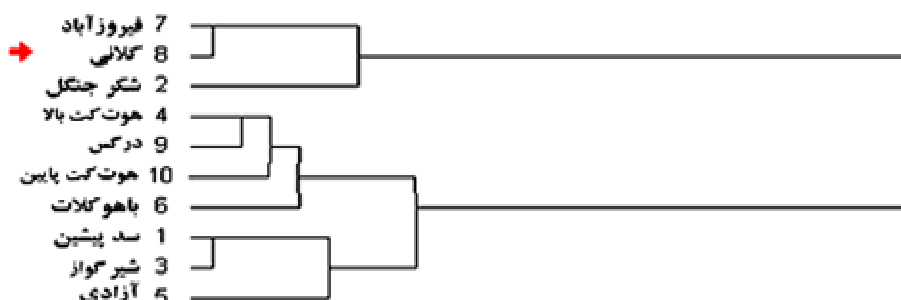
معنی‌داری میان جمعیت تمساح‌ها با پارامترهای عمق، پوشش گیاهی، EC، دوزیستان، ماهی‌ها و شیب را نشان داد ( $P < 0.05$ ). وزن‌های نهایی فاکتورهای موثر بر تمساح مردابی در زیستگاه‌های مورد مطالعه با روش AHP (که در واقع خطاهای وزن‌دهی را نیز اصلاح کرده است) حاکی از ارجحیت فاکتورهای مذکور در زیستگاه‌های مورد مطالعه بود (جدول ۳ تا ۶).

بنابر نتایج حاصله، پایین دست سد پیشین با عدد  $HSI=1$  بالاترین حد مطلوبیت زیستگاه را داشته و پس از آن بترتیب برکه شیرگواز، برکه درگس، هوت گت بالا و پایین در رتبه‌های بعدی قرار دارند. برکه آزادی، باهوکلان، شکر جنگل، فیروز آباد در یک سطح قرار گرفتند و برکه کلانی با عدد  $HSI = 0.2$  بعنوان نامناسب‌ترین برکه به لحاظ مطلوبیت زیستگاهی تعیین گردید (جدول ۱۱).

با استفاده از تجزیه کلاستر برای متغیرهای بدست آمده زیستگاهها براساس تشابه خصوصیت اکولوژیکی طبقه‌بندی شدند (نمودار ۱).

جدول ۱۱: نتایج عددی HSI برای هر زیستگاه

ردیف	نام زیستگاه	HSI
۱	پایین دست سد پیشین	۱
۲	شیرگواز	۰/۹۶
۳	درگس	۰/۸۴
۴	هوت گت بالا	۰/۷۵
۵	هوت گت پایین	۰/۷۴
۶	آزادی	۰/۵۷
۷	باهوکلان	۰/۴۷
۸	فیروز آباد	۰/۲۹
۹	شکر جنگل	۰/۲۶
۱۰	کلانی	۰/۲۰



نمودار ۱: نمودار طبقه‌بندی زیستگاهها براساس متغیرهای موثر بر زیستگاهها

در مطالعات حاصل از سنتز اطلاعات موجود و مقایسه آنها با شرایط زیستگاهی برای Alligator آمریکایی نیز مطلوبیت زیستگاه بین صفر و ۱ (صفر برای شرایط نامطلوب و ۱ برای شرایط مطلوب) بدست آمد.

در این مطالعات در هر زیستگاه به شاخصها برحسب وضعیت شاخص در زیستگاه وزن‌دهی صورت گرفته و در نهایت با استفاده از معادله  $(Cb.Cnn \text{ or } nt) \times \frac{1}{2}$  مدلی برای تعیین عدد مطلوبیت زیستگاه بدست آمده است. در این معادله Cb پناه جفتگیری، Cnn پوشش گیاهی لانه‌سازی تالابهای غیر جزر ومدی و Cnt پوشش گیاهی لانه‌سازی تالابهای جزر ومدی است (۷).

با استفاده از رابطه بدست آمده از تابع تشخیص برای ایجاد زیستگاههای مصنوعی یا اصلاح زیستگاههای آسیب دیده طبیعی برای تمساح مردابی مدل زیر ارائه می‌شود. این مدل می‌تواند در شرایط بحرانی برای احیای زیستگاه گونه در طول رودخانه سرباز مورد استفاده قرار گیرد و علاوه بر نوع فاکتورهای موثر در زیستگاه، اندازه آنها را برای دسترسی به شرایط مطلوب زیست گونه در اختیار قرار دهد.

HSI:  $24.37.X1 + 2.9.X2 + 5.52.X3 + 4.5.X4 + 2.54.X5 + 4.9.X6$

در این معادله با داشتن مقادیر X که بترتیب  $X1$  تا  $X6$  که همان متغیرهای پوشش گیاهی، شیب، ماهی‌ها، دوزیستان، عمق و EC هستند و با استفاده از ضرایب بدست آمده از تابع تشخیص می‌توان به عدد HSI رسید. بدیهی است که هر چه این عدد به یک نزدیکتر باشد، مطلوبیت زیستگاه بالاتر است. از مجموع نتایج می‌توان پیش‌بینی نمود که زیستگاه مطلوب برای این گونه دارای چه خصوصیات می‌تواند باشد. این

### منابع

- ۱- بهروزی‌راد، ب.، ۱۳۸۷. ارزیابی زیستگاه (مجموعه مطالب درسی). دانشگاه علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد واحد اهواز.
- ۲- سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۱. طرح مدیریت منطقه حفاظت شده گاندو (مرحله توجیهی)، شرکت مشاور ورز بوم.
- ۳- قدسی پور، س.ح.، ۱۳۸۴. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- ۴- مبارکی، ا. و ایافت، س.ا.، ۱۳۸۶. تمساح حفاظت و پرورش. انتشارات روز نو، ۲۸۸ صفحه.
- ۵- Halliday, T. and Kreig, A. (edit). ۱۹۸۹. Encyclopedia of Reptiles and Amphibians. Facts on File Inc. U.S.A.
- ۶- Lanka, R.P., Hunbert W.A. and Wesche T.A., ۱۹۸۵. Development of rapid method for trout stream. Habitat Assessments phase.
- ۷- Newsom, J.D., Joanen, T. and Howard, R.J., ۱۹۸۷. Habitat Suitability Index Model:

- American Alligator. U.S. Fish and Wildlife Service. Biol. Rep. ۸۱۰،۱۳۶). ۱۴P.
- ۸- **Schamberger, M., Farmer A.H. and Terrell, JW., ۱۹۸۲.** Habitat evaluation procedures. Group Western Energy and Land Use Team U.S. Fish and Wild life Service.
- ۹-**Thorbjarnarson J., ۱۹۹۲.** (Com.), Crocodiles: An action plan for their conservation, IUCN/SSC/ Crocodile Specialist Group, Galnd, Switzerland. ۱۳۶P.
- ۱۰-**Tuck, R., ۱۹۷۵.** The crocodyles of Iran. Natural History Museum, Department of the Environment.
- ۱۱-**Whitaker, R. and Whittall, Z., ۱۹۸۴.** Reproductive Biology of Mugger. Journal of Bombay Natural History Society. Vol. ۸۱, No. ۲, pp.۲۹۷-۳۱۵.

**Survey of Mugger (*Crocodylus palustris*) habitat  
by using Habitat Suitability Index (HSI) Method  
along Sarbaz River (Sistan & Baluchistan province)**

- **Behrouz Behrouzirad\***: Research and Science Branch, Islamic Azad University, P.O.Box: ۱۶۳ Ahwaz, Iran
- **Elham Abtin**: Research and Science Branch, Islamic Azad University, P.O.Box: ۱۶۳ Ahwaz, Iran
- **Tooraj Hemati**: Main Office of Iran Environment Protection, Sistan & Baluchistan Province, P.O.Box: ۴۷۷ Zahedan, Iran
- **Hossein Mohammadi**: Main Office of Fish and Wildlife, Iran Environment Protection Organization, P.O.Box: ۱۴۱۵۵-۷۳۸۳ Tehran, Iran
- **Malihe Erfan**: Environment Department of Zabol University, P.O.Box: ۹۸۶۱۵-۵۳۹ Zabol, Iran

Received: May ۲۰۰۹

Accepted: December ۲۰۰۹

**Keywords:** Mugger, *Crocodylus palustris*, Vulnerable (VU), Habitat Suitability Index (HSI)

### Abstract

For determination and classification of Habitat Suitability Index (HSI) for Mugger (*Crocodylus palustris*), ۱۰ areas indexes along the Sarbaz River, were measured with (HEP) method. In this study, ۴۹ variables including: climatic characteristics, physical and chemical factors of soil and water habitats in ۱۰ areas were measured monthly for one year. By using Pearson correlation test with ۹۵ percent accuracy, we found that among ۴۹ variables, the percentage of vegetation, slope habitats, existence of fish types and amphibians, EC and water depth are factors that have a key role for Crocodiles habitat selection. Finally, the downstream area of Pishin dam with suitability number ۱, (HSI = ۱) as suitable habitat and Kalani pond with a suitability number ۰,۲ (HSI = ۰,۲) as unsuitable habitat were chosen for Mugger.

