نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی

Journal homepage: http://jair.gonbad.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه گنبد کاووس

برآورد شایستگی زیستگاه جنس *Alosa* در دریای‌خزر با روش تشخیص الگو (PATREC) و داده حضور

هادی پورباقر*[1]، سهیل ایگدری[1]

[1]دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی اصیل
DOI: 10.22034/jair.8.5.7

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۰۰/۰۹/۲۴
پذیرش: ۰۰/۱۱/۱۰

نویسنده مسئول مکاتبه:
هادی پورباقر، دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

ایمیل: poorbagher@ut.ac.ir

چکیده

در بسیاری از روش‌های ارزیابی زیستگاه به داده فراوانی موجود زنده نیاز است. این داده‌ها برای بسیاری از گونه‌ها در دسترس نیست. از طرفی داده‌های حضور گونه‌ها در سایت‌های اینترنتی موجود می‌باشد که خود بر اساس تحقیقات انجام شده روی گونه‌هاست. در مطالعه حاضر از روش PATREC برای تعیین شایستگی زیستگاهی دریای‌خزر برای جنس *Alosa* استفاده شد. روش PATREC نیاز به داده فراوانی به‌منظور محاسبه احتمال قبلی بیزین دارد. در این مطالعه با مدل لجستک و داده‌های محیطی که از طریق سنجش از راه دور تهیه شده بودند به یافتن رابطه بین حضور این جنس و عوامل محیطی اقدام شد. از مدل برای پیش‌بینی احتمال جنس *Alosa* در دریای‌خزر و محاسبه احتمال قبلی استفاده شد. برای تعیین زیردامنه هر یک از عوامل محیطی از رگرسیون خطی تکه‌ای استفاده گردید. درنهایت بر اساس روش PATREC میزان شایستگی دریای‌خزر برای این جنس ۰/۶۶ برآورد شد. می‌توان این روش را برای سال‌های مختلف انجام داده و تغییرات روند شایستگی اکوسیستم دریای‌خزر در طول زمان را موردبررسی قرار داد.

واژه‌های کلیدی:
دریای‌خزر، *Alosa*، PATREC، شایستگی زیستگاه، سنجش از راه دور

۱ | مقدمه

دریای‌خزر بزرگ‌ترین دریاچه کره زمین بوده و مساحتی برابر با ۳۷۱۰۰۰ کیلومترمربع دارد. پنج کشور ساحلی این دریا عبارت‌اند از ایران، روسیه، آذربایجان، ترکمنستان و قزاقستان. صیادی، فعالیت‌های نفتی و حمل‌ونقل از اهم فعالیت‌های اقتصادی دریای خزر هستند. تنوع زیستی در دریای خزر بالاست به‌عنوان‌مثال فقط در مورد ماهیان می‌توان ۱۷ خانواده از آنان را شناسایی نمود که از این میان چهار گونه از ماهیان خاویاری ارزشمند قرار دارند. امروزه دریای خزر از ضایعات ناشی از کشاورزی صنعت و زندگی شهری متأثر گشته است. آبزیان این دریا نیز علاوه بر تأثیر پذیری از این موارد، در معرض صید بیرویه قرار گرفته، زیستگاههای تولیدمثلی خود را در اثر ساخت سد یا تغییراتی که در رودخانه‌ها انجام شده است از دست داده‌اند (Billard and Lecointre, 2001). میزان آلودگی در دریای خزر روند فزاینده ای را نشان می‌دهد، به‌عنوان‌مثال در طی سال‌های بین ۱۹۸۶ و ۱۹۹۰ ۱۰۰۰۰۰ نفت خام، ۱۵۰۰ تن مس و ۸۰۰ تن فنول و مقادیر نامشخصی از سایر فلزات وارد آن شده‌اند. بدین ترتیب مطلوبیت زیستگاهی دریای خزر روندی رو به کاهش را داراست. کیفیت زیستگاه برای هرگونه را با فراوانی افراد آن گونه می‌توان ارزیابی نمود به‌این‌ترتیب که هر چه تعداد افراد گونه زیادتر باشد آن زیستگاه مطلوب‌تر است. زیستگاه مطلقاً نامطلوب فردی از یک گونه ندارد (Jowett *et al.*, 2008). مدل‌های مختلفی برای ارزیابی زیستگاه تهیه شده است (Beck and Suring, 2011). یکی از این مدل‌ها به نام تشخیص الگو نام دارد که به اختصار PATREC نامیده می‌شود. یکی از انواع این دسته از مدلها مبتنی بر احتمالات بیزین می‌باشد. در این روش لازم است تا تراکم قبلی یک موجود زنده دانسته شود. چنین اطلاعاتی در آمار بیزین متداول می‌باشد. مثلاً در ارزیابی زیستگاه یک ماهی در یک رودخانه باید حداقل و حداکثر تعداد ماهی در آن رودخانه گزارش شده باشد و بدون این اطلاعات قبلی انجام روش PATREC با استفاده از آمار بیزین میسر نیست. مشکلی که این آمار قبلی به وجود می آورد یکی نبود آن و دیگری ارقام متفاوت مربوط به آن است زیر طبیعتا مطالعات مختلف داده‌های متفاوتی را گزارش کرده‌اند. مزیت روش PATREC در مقایسه با سایر روش‌های تشخیص الگو خلاص شدن از طرح تعدادی سوال و بررسی الگوی سؤالات است که در روش تشخیص الگو مرسوم می‌باشد. یکی از خانواده‌های ماهیان موجود دریای‌خزر، شگ‌ماهیان می‌باشند (Clupeidae). هشت گونه از خانواده شگ‌ماهیان و از جنس *Alosa* پنج گونه در دریای‌خزر وجود دارند (Coad, 2017). شناسایی گونه‌های این جنس راحت نیست زیرا با شمارش خارآبششی صورت می‌گیرد که تعداد آنها هم با یکدیگر همپوشانی دارد. از نظر ظاهر هم بسیار شبیه یکدیگرند. گونه‌های این جنس دریای‌خزر عبارت‌اند از *Alosa braschnikowii*، *A. caspia*، *A. kessleri*، *A. saposchnikowi* و *A. sphaerocephala*.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]

© ۱۴۰۰ | دانشگاه گنبدکاووس

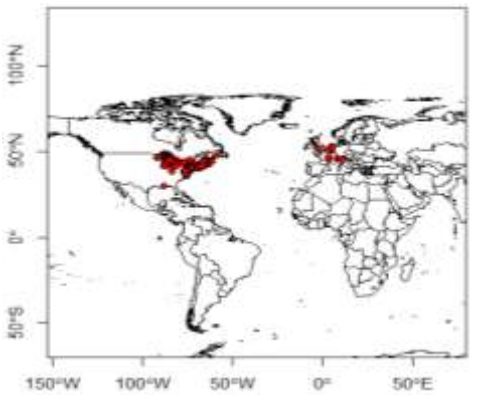
شگ‌ماهیان سهم مهمی را از صید ماهی دریای‌خزر برعهده دارند و در یک بررسی ۱۲ ساله مشخص گردیده است که جنس *Alosa* تا ۵٪ صید ماهیان استخوانی آب‌های ایرانی دریای‌خزر را شامل شده‌اند (Aghili *et al.*, 2015). روش PATREC از احتمالات بیزین استفاده می‌نماید و از این‌رو نیازمند احتمالات قبلی است که باید آن‌را در تحقیقات پیشین جستجو کرد. در مورد فراوانی جنس *Alosa* در نقاط مختلف دریای‌خزر اطلاعات زیادی موجود نیست زیرا کار تحقیقاتی مشترک توسط پنج کشور ساحلی برای نمونه‌برداری در نواحی ساحلی و بدور از ساحل موجود نیست. همچنین داده‌های حاصل از مطالعات انجام شده در آب‌های ایرانی دریای‌خزر به سهولت در اختیار محققان نیست. از این‌رو مدسازی شایستگی نقاط مختلف دریای‌خزر با کمبود اطلاعات روبرو است. اما داده‌های حضور گونه‌ها توسط برخی از سازمان‌ها نظیر GBIF و OBIS به‌طور رایگان و بدود محدودیت در اینترنت موجود می‌باشد. از این‌رو مطالعه حاضر درنظر دارد تا با استفاده از داده‌های حضور جنس *Alosa* و با استفاده از روش PATREC شایستگی زیستگاه آنرا برای تمامی نواحی دریای‌خزر براساس داده‌های محیطی برداشت شده توسط ماهواره و داده‌های حضور موجود در سایت GBIF تعیین نماید.

۲ | مواد و روش‌ها

داده‌های محیطی مربوط به دریای‌خزر از سایت پروژه Modis سازمان ناسا دانلود گردیدند. داده‌های حضور جنس *Alosa* از سایت GBIF دانلود شدند (GBIF. org, 2021). داده‌های محیطی عبارت بودند از بازتابش طول موج ۶۴۵ نانومتر (r645 [sr^{-1}]) به‌عنوان کدروت آب (Chen, Hu and Muller-Karger, 2007) کربن آلی و غیرآلی ذره ای (PIC, POC [mol/m^3])، تابش فعال فتوسنتزی (PAR [$Einstein/m^2/day$])، دمای سطح دریا در روز و شب (SSTD, SSTN [°C]) و غلظت کلروفیل آلفا (Chl [mg/m^3]) که به‌عنوان تولید اولیه در نظر گرفته شد. روش تعیین شایستگی زیستگاه بر اساس U. S. Fish and Wildlife Service (1980) بود. نظر به تعداد کم داده‌های حضور جنس *Alosa* در سال‌های اخیر، تعداد کافی داده حضور تنها در سال ۲۰۱۳ موجود بود. از این‌رو داده‌های محیطی ماهواره ای مربوط به میانگین سالیانه ۲۰۱۳ برای مدلسازی مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های هر سال دارای فرمت nc بود. این داده‌ها با استفاده از بسته raster در R3.6.2 به فرمت رستر تبدیل شدند. چون داده تعداد برای این جنس موجود نبود با رگرسیون لجستیک احتمال حضور این جنس در دریای خزر برآورد شد و از آن بجای تعداد استفاده شد. سپس تعیین گردید چه تعداد از پیکسلهای نقشه رستر دریای‌خزر احتمال حضور بالا و پایین تر از ۰/۵ این ماهیان را دارد و از آن به‌عنوان احتمال قبلی استفاده شد. بدین شکل دو ناحیه در دریای‌خزر قابل شناسایی بود، یکی ناحیه دارای احتمال حضور بالا (۰/۵ <) و دیگری ناحیه دارای احتمال حضور پایین (۰/۵ ≥) برای هر متغیر محیطی ماهواره‌ای باید زیردامنه تعیین میشد. به‌عبارت دیگر باید مشخص می‌گردید چه مقداری از یک متغیرمحیطی تأثیرگذار برحضور ماهی است. برای این منظور از رگرسیون تکه‌ای خطی در بسته segmented استفاده شد. بدین ترتیب برای هر متغیر محیطی دو زیردامنه به‌دست آمد، یکی بیش از مقداری که رگرسیون تکه‌ای تعیین نمود و دیگر مقادیرکوچک‌تر یا مساوی مقدار تعیین شده توسط رگرسیون تکه‌ای. سپس تعیین شد در هر یک از دو ناحیه احتمال حضور بالا و پایین این جنس در دریایی‌خزر چه تعداد از پیکسل‌های نقشه رستر دریای‌خزر در قسمت بالاتر یا پایین‌تر زیردامنه یک متغیر محیطی قرار میگیرند. با تقسیم تعداد پیکسل‌های واقع در ناحیه دارای احتمال حضور بالا که در بخش بزرگ‌تر یا کوچک‌تر زیردامنه یک متغیر محیطی واقع شده بودند بر مجموع پیکسل‌های واقع در ناحیه احتمال حضور بالا، احتمال اینکه یک پیکسل در زیردامنه بالا یا پایین یک متغیر محیطی باشد به‌دست آمد. همین کار برای پیکسل‌های واقع در ناحیه دارای احتمال حضور پایین انجام شد. سپس برای هر پیکسل نقشه رستر دریای‌خزر تعیین شد که باتوجه به اینکه در ناحیه احتمال حضور بالا یا پایین است، چه عدد احتمالی را باتوجه به زیردامنه متغیرهای محیطی درون خود برای هر یک از متغیرهای محیطی دریافت می‌کند. برای تمامی پیکسل‌های هر یک از دوناحیه دارای احتمال حضور بالا و پایین احتمالات مربوط به زیردامنه متغیرهای محیطی‌شان در یکدیگر و احتمالی قبلی مربوط به ناحیه احتمال حضور بالا و پایین که قبلاً محاسبه شده بود ضرب گردید. میانگین حاصل‌ضرب‌های محاسبه شده برای پیکسل‌های ناحیه دارای احتمال حضور بالا و پایین محسبه شد. هر یک از این دو عدد بر جمع‌شان تقسیم گردید. هر یک از این دو عدد در احتمال قبلی مربوط به ناحیه‌شان ضرب و حاصل‌ضرب‌ها باهم جمع گردید و به‌عنوان مقدار شایستگی دریای‌خزر به‌عنوان زیستگاه جنس *Alosa* درنظر گرفته شد.

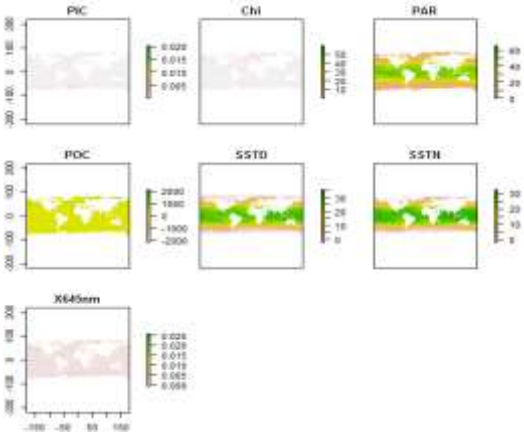
۳ | نتایج

نقاط حضور ماهیان جنس *Alosa* در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین نقاط ثبت شده برای این جنس در سال ۲۰۱۳ در حوالی عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی است. سواحل شرقی آمریکای شمالی و غرب اروپا و میترانه نواحی حضور این ماهی بوده است. میانگین سالیانه متغیرهای محیطی ماهواره ای در شکل ۲ نشان داده شده است. از تمامی این داده‌ها برای ایجاد مدل استفاده گردید.



شکل ۱- نقاط حضور ماهیان جنس *Alosa* در سال ۲۰۱۳ (GBIF. org, 2021).

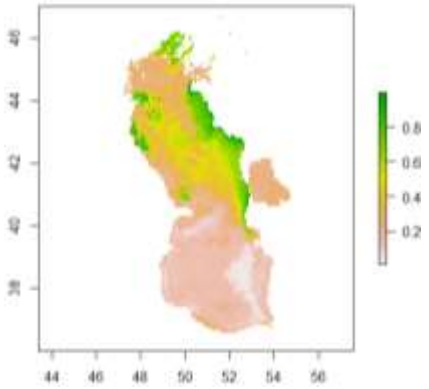
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]



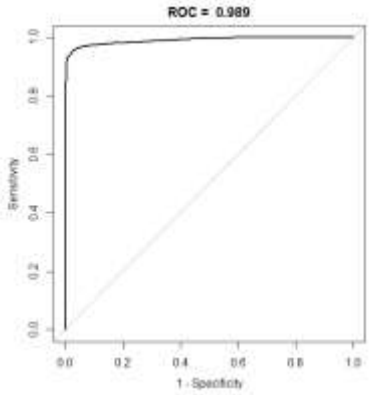
شکل ۲- داده‌های میانگین سالیانه متغیرهای محیطی ماهواره‌ای که از پروژه MODIS ناسا اخذ شده‌اند. برای آگاهی از حروف اختصاری روی هر شکل به متن مراجعه شود.

مدل لجستیک برازش داده شده با استفاده از داده‌های آموزش برای داده‌های حضور جنس *Alosa* از کیفیت بالایی برخوردار بود. سطح زیر منحنی ROC برای این مدل بیش از ۹۸٪ بود (شکل ۴).

مدل توسط با استفاده از داده‌های آزمودن موردبررسی قرار گرفت و سطح زیر منحنی ROC برای داده‌های آزمودن ۰/۹۹۹ بود که حامی از کیفیت بالای مدل بود. با استفاده از مدل احتمال حضور ماهیان جنس *Alosa* در دریای خزر پیش‌بینی شد ( ). بیشترین احتمال حضور ماهیان این جنس در شمال شرقی و تا حدی در شمال غربی دریای خزر پیش‌بینی گردید. همچنین نواحی شمالی دریایی خزر در حوالی دلتای رود ولگا نواحی دارای احتمال حضور بالا پیش‌بینی گردید.

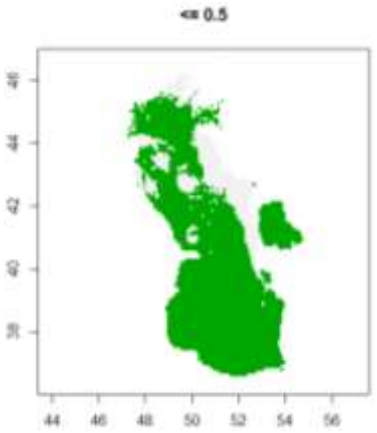


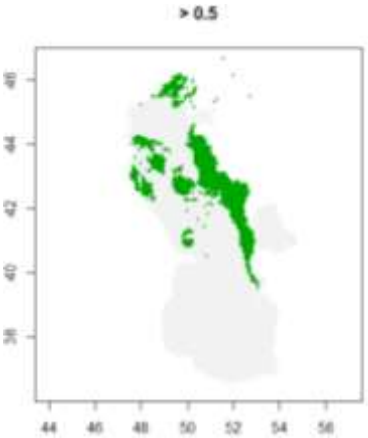
شکل ۳- احتمال حضور پیش‌بینی شده برای جنس *Alosa* در دریای خزر توسط مدل لجستیک



شکل ۴- منحنی ROC برای بررسی کیفیت مدل لجستیک برازش داده شده برای پیش‌بینی داده‌های حضور جنس *Alosa*.

در آمار بیزین از داده‌های قبلی برای برای محاسبات استفاده می‌شود. نظر به نبود تراکم قبلی جنس *Alosa* در دریای‌خزر احتمال حضور پیش‌بینی شده این ماهی به دو دسته بیشتر و کمتر از ۰/۵ تقسیم شد (شکل ۵). براساس دو نقشه حاصله، نسبت مساحت دریای خزر در هر یک از دو منطقه دارای احتمال حضور بالا و پایین تعیین و به‌عنوان احتمال قبلی درنظر گرفته شد.





شکل ۵- احتمال حضور پیش‌بینی شده برای جنس *Alosa* که به دو دسته بالای ۰/۵ و کوچکتر مساوی ۰/۵ تقسیم شده‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]

با استفاده از رگرسیون خطی تکه ای نقطه تأثیر گذار بر احتمال حضور گونه برای هر یک از پارامترهای محیطی به شرح زیر تعیین شد (جدول ۱). حاصل‌ضرب هر یک از ستون‌های جدول ۱ به حاصلضربی ختم گردید که مجموع این‌دو حاصل‌ضرب مساوی است با ۰/۶۶ که شایستگی زیستگاهی دریای‌خزر برای جنس *Alosa* می‌باشد.

جدول ۱- زیردامنه‌های هر یک از پارامترهای محیطی و نسبتی از تعداد پیکسل‌های نقشه رستری دریای‌خزر که در آن زیر دامنه واقع شده‌اند.

پارامتر	زیردامنه	احتمال به شرط حد بالای زیر دامنه	احتمال به شرط حد پایین زیر دامنه
PIC	> ۰/۰۰۱	۰/۲۰۱	۰/۳۲۳
	۰۰۱/۰≤	۰/۷۹۸	۰/۶۷۶
Chl	۰۵۳/۲>	۰/۳۵۵	۰/۲۹۲
	۰۵۳/۲≤	۰/۶۴۴	۰/۷۰۷
PAR	۹۱۰/۳۱>	۰/۳۲۸	۰/۶۱۰
	۹۱۰/۳۱≤	۰/۶۷۱	۰/۳۸۹
POC	۹۰۰/۱۱۶>	۰/۹۹۴	۰/۹۹۸
	۹۰۰/۱۱۶≤	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱
SSTD	۶۹۰/۲۳>	۰	۰/۰۹۷
	۶۹۰/۲۳≤	۱	۰/۹۰۲
SSTN	۶۹۰/۱۹>	۰	۰/۴۲۱
	۶۹۰/۱۹≤	۱	۰/۵۷۸
nm۶۴۵X	۰۰۱/۰>	۰/۱۹۵	۰/۳۱۰
	۰۰۱/۰≤	۰/۸۰۴	۰/۶۸۹
	احتمال قبلی	۰/۱۸۳	۰/۸۱۷

۴ | بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی شایستگی زیستگاه یک موجود زنده نیازمند داده فراوانی موجود در نقاط مختلف است. در بسیاری از موارد داده‌های فراوانی موجود نیست یا ممکن است تحقیقی در این زمینه در یک زیستگاه خاص صورت نگرفته است، مخصوصاً وقتی زیستگاه موردبررسی وسیع باشد. از طرفی داده‌های مربوط به حضور یک گونه در یک زمان خاص توسط سایتهای اینترنتی چون GBIF و OBIS ارائه شده‌اند. این داده‌ها از مقالات و گزارش‌های علمی استخراج شده‌اند و به‌طور رایگان در دسترسند. در مطالعه حاضر ما با استفاده از مدل لجستیک و داده‌های حضور جنس *Alosa* احتمال حضور این جنس در دریای خزر را پیش‌بینی نموده و آن را به‌جای داده فراوانی برای تعیین احتمال قبلی، که موردنیاز محاسبات آماری بیزین می‌باشد، قرار دادیم. با استفاده از نقشه احتمال حضور ناحیه با احتمال بالا و پایین حضور تعیین گردید. این روش ممکن است جایگزین مناسبی برای داده‌های فراوانی باشد.

در مطالعه حاضر براساس مدل لجستیک مساحت زیادی از دریای‌خزر دارای احتمال حضور پایین برای گونه‌های جنس *Alosa* می‌باشد. نواحی مناسب برای حضور این گونه بیشتر محدود به نواحی ساحلی بوده است. نکته مهم در این زمینه، پیش‌بینی این مدل برای افراد بزرگسال این گونه می‌باشد و به‌نظر می‌رسد در صورت پیش‌بینی برای گروه‌های سنی مختلف، مدل لجستیک پیش‌بینی متفاوتی را انجام دهد که این به‌وجود داده به گروه‌های سنی مختلف نیاز دارد.

یافتن مقدار تأثیرگذار یک پارامتر محیطی برای یک موجود زنده می‌تواند چالشی باشد. هر چند این مهم را می‌توان با نظر کارشناسان به انجام رساند اما این روش مصون از اثر قضاوت شخصی نیست. در مطالعه حاضر ما استفاده از رگرسیون خطی تکه‌ای را پیشنهاد نموده‌ایم که تغییر روند در شیب خط احتمال پیش‌بینی شده توسط مدل لجستیک با هر یک از پارامترهای محیطی را بررسی می‌نماید. بدین ترتیب به سهولت می‌توان زیردامنه‌های یک پارامتر محیطی را تعیین نمود.

درنهایت مطالعه حاضر نشان داد که میزان شایستگی محاسبه شده با روش PATREC برای دریای‌خزر حدود ۰/۶۶ می‌باشد. روش PATREC نمی‌تواند برای هر پیکسل نقشه رستری دریای‌خزر مقداری از نظر شایستگی تعیین نماید اما شاید بتوان با تقسیم دریای‌خزر به نواحی همچون شمالی، میانی و جنوبی و حتی تقسیم بندی به نواحی کوچک‌تر و اجرای محاسبات این مقاله به‌طور مستقل برای هر ناحیه، مقدار شایستگی را برای نواحی تعیین نموده و به یک نقشه دست یافت.

پست الکترونیک نویسنده:

هادی پورباقر: poorbagher@ut.ac.ir

REFERENCES

Aghili K., Aghaei Moghaddam A., Rezaee Shirazi A. 2015. The survey on catch of *Alosa* sp. in Gorgan

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]

F.R. (eds) Models for planning wildlife conservation in large landscapes. Academic Press, pp: 251-185.

Billard R., Lecointre G. 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10 (4): 355-392.

Chen Z., Hu C., Muller-Karger F. 2007. Monitoring turbidity in Tampa Bay using MODIS/Aqua 250-m imagery, Remote Sensing of Environment, 109 (2): 207-220.

Coad B.W. 2017. Review of the herrings of Iran (Family Clupeidae), International Journal of Aquatic Biology, 5 (3): 128-192.

GBIF. Org. 2021. (02 February 2021) GBIF Occurrence Available from: https://doi.org/10.15468/dl.p2m89n.

Jowett I.G., Hayes J.W., Duncan M.J. 2008. A guide to instream habitat survey methods and analysis. NIWA Scien. NIWA Wellington.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1980. Habitat evaluation procedure. U.S. Fish and Wildlife Service. USA.

Bay and comparing of 12 year catch of them in Golestan Province (2000-2011), Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 6 (23): 47-54.

Beck J.L., Suring L.H. 2011. Wildlife habitat relationships models: description and evaluation of existing frameworks. In: Millspaugh, J. Thompson

نحوه استناد به این مقاله:

پورباقر ه.، ایگدری س. برآورد شایستگی زیستگاه جنس *Alosa* در دریای‌خزر با روش تشخیص الگو (PATREC) و داده حضور. نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبدکاووس. ۱۳۹۹، ۵۲-۴۷ :(۵)۸.

Poorbagher H., Eagderi S. Estimating the habitat suitability of the genus *Alosa* in the Caspian Sea using the PATREC method and presence data. Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2021, 8(5): 47-52.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]

Estimating the habitat suitability of the genus *Alosa* in the Caspian Sea using the PATREC method and presence data

Poorbagher H[1*]., Eagderi S[1].
[1]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Type:

Original Research Paper

DOI: 10.22034/jair.8.5.7

Paper History:

Received: 15-12-2021
Accepted: 30-01- 2022

Corresponding author:

Poorbagher H. Associate Prof., Dept. of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Email: poorbagher@ut.ac.ir

Abstract

In many habitat evaluation methods, the abundance data are used. Such data are not available for many species. However, there is some website that provides the presence data of species that are based on the studies made. The present study used the PATREC method to estimate the habitat suitability of the Caspian Sea for the genus *Alosa*. The PATREC method needs abundance data to calculate the prior probability. We used a logistic model and environmental data collected using the satellite remotely-sensed method to find a relationship between the presence of the genus and environmental factors. The model used to predict the presence probability of the genus. The piecewise linear regression was used to find the subrange of the environmental factors. The PATREC method calculated the suitability of the Caspian Sea for the genus *Alosa* as 0. 66. Such a method can be used for the data of some years to investigate the temporal trend of habitat suitability.

Keywords: Caspian Sea, *Alosa*, PATREC, Habitat Suitability, Remote Sensing.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.22034/jair.8.5.7]