مقاله کامل علمی- پژوهشی

بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد دهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۱-۱۰
http://japu.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/japu.2021.18738.1569

مکان‌یابی کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری (فیل‌ماهی *Huso huso*) در استان خوزستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (*GIS*)

امیر بساک*[۱]، وحید یاوری[۲] و حسین محمد عسگری[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر،
[۲]استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر،
[۳]استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

چکیده

در حال حاضر گونه اصلی پرورش ماهیان خاویاری در کشور فیل‌ماهی (*Huso huso*) است که به‌دلیل رشد سریع و امکان تولید بچه‌ماهی به میزان کافی در مراکز تکثیر ماهیان خاویاری و قیمت بالای گوشت و به‌خصوص خاویار آن، در اغلب مزارع پرورش ماهیان خاویاری در سطح کشور معرفی شده است. با توجه به نتایج مطلوب کسب شده در دو مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در سال‌های اخیر در شمال استان خوزستان، پژوهش حاضر با هدف انجام مطالعات پایه در جهت استعداد و مکان‌یابی برای توسعه مراکز تکثیر و پرورش فیل‌ماهی در استان خوزستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (*GIS*) طراحی گردید. برای استعداد و مکان‌یابی از چندین شاخص استفاده و با تلفیق دو مدل منطق فازی و (*AHP*)، ابتدا هر کدام از لایه‌ها در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی فازی و در نهایت در (*GIS*) کلاس تناسب تقسیم‌بندی شد. براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین وزن به شاخص‌های اکولوژیکی ۰/۳۲۱ رتبه‌های بعدی به‌ترتیب به اقلیم ۰/۲۰۵، اقتصادی و اجتماعی ۰/۱۷۹، طبیعی ۰/۱۶۷ و موانع و محدودیت‌ها ۰/۱۲۹ تعلق گرفت. بر اساس مطالعات انجام شده، مناسب‌ترین مکان‌ها برای توسعه پرورش ماهیان خاویاری در مناطق شمالی و شرق و نامناسب‌ترین در برخی مناطق جنوبی و غرب استان می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: سامانه اطلاعات جغرافیایی، فیل‌ماهی (بلوگا)، مدل فازی، مکان‌یابی

* مسئول مکاتبه: amir_nn67@yahoo.com

مقدمه

تاریخچه پرورش ماهیان خاویاری برخلاف سابقه تکثیر انبوه آن‌ها در کشور ما از قدمت کوتاهی برخوردار است. در ایران تا قبل از سال ۱۳۶۹ برنامه‌ای برای تولید گوشت و خاویار در محیط پرورش وجود نداشت و بیش‌ترین فعالیت‌های پرورشی در شیلات ایران منحصر به تولید بچه‌ماهیان انگشت‌قد در وزن‌های ۲ تا ۳ گرمی و رهاسازی در دریای خزر جهت حفظ و بازسازی ذخایر بوده اما در سال‌های اخیر پرورش این ماهیان نیز رشد فزاینده‌ای بخود گرفته است (محسنی و همکاران، ۲۰۰۷).

کاربرد (*GIS*) یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت در توسعه آبزی‌پروری است. در اکوسیستم‌های طبیعی، هر منطقه دارای شرایط اکولوژیک منحصر بخود می‌باشد و قوانین و مقررات خاص خود را دارد که باید توسط سرمایه‌گذاران و کاربران رعایت شوند. با آغاز آبزی‌پروری، شرایط زیست‌محیطی اطراف سایت‌های پرورش تغییر می‌کند که می‌تواند بر مقدار تولید تأثیر نامطلوبی داشته باشد. بدین‌ترتیب، منطقه‌ای که برای آبزی‌پروری انتخاب می‌شود باید دارای وسعت کافی، کیفیت آب و خاک مناسب باشد (لورن هلن و همکاران، ۲۰۱۵).

انتخاب سایت مناسب آبزی‌پروری با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیای (*GIS*) در اسکاتلند و در ادامه کار بهبود و توسعه برنامه‌ریزی مبتنی بر اکوسیستم و توسعه مدل‌ها با چارچوب‌های زیست‌محیطی منطقه بررسی گردید. نشان داد که با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند اولین گام در مسیر توسعه آینده و باعث تولید پایدار آبزی‌پروری در اسکاتلند باشد (حسین‌جانی و همکاران، ۲۰۱۹).

پهنه‌بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی با استفاده از تلفیق روش (*AHP/GIS*) مطالعه موردی رودخانه چلوند در استان گیلان انجام دادند. براساس نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین وزن به شاخص‌های کیفیت آب، ایمنی فعالیت و هیدرولوژی منطقه به‌ترتیب با ۰/۱۳۵، ۰/۱۲۵، ۰/۱۲۳ اختصاص یافت. با توجه به محدوده مطالعاتی ٤٧ درصداز اراضی حاشیه رودخانه چلوند در استان گیلان به‌عنوان پهنه‌های مناسب احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی تعیین گردید که قابلیت برنامه‌ریزی برای توسعه آبزی‌پروری در این بخش را دارد (دانش لاری و همکاران، ۲۰۱٤).

انتخاب سایت‌های بهینه برای توسعه و پرورش میگو و ماهی به کمک (*GIS*) و سنجش از دور در استان هرمزگان را مورد بررسی و نتایج به‌دست آمده از پژوهش گویای این واقعیت است که استان هرمزگان از توان بالقوه بالایی جهت توسعه مزارع پرورش آبزیان برخوردار است. پژوهش مذکور با هدف انتخاب یک مکان بهینه برای گسترش شیلات و آبزی پروری به‌طورکلی از دیدگاه معیارهای اجتماعی، اقتصادی، بیولوژیکی و محیط زیستی، با استفاده از رویکرد فازی تاکید دارد هم‌چنین این نتایج نشان دادند که مناطق مرکزی سواحل استان از توانایی بالقوه بالاتری نسبت به دیگر مناطق استان جهت احداث مزارع پرورش آبزیان برخوردار می‌باشند.

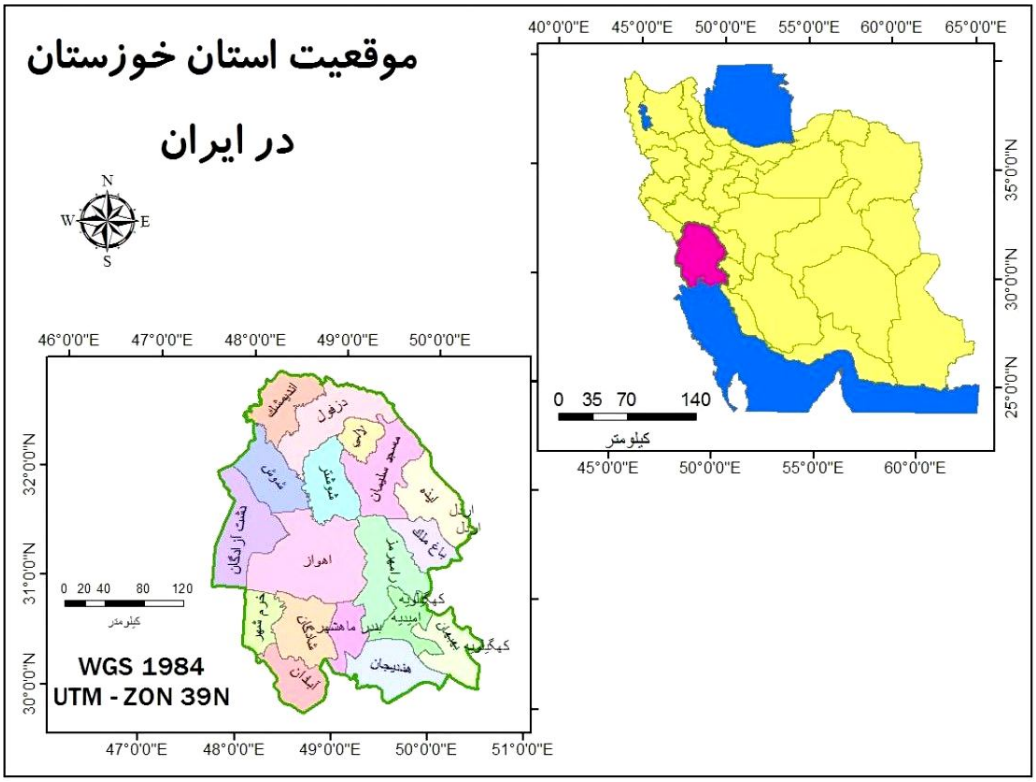
با پیشرفت سریع علم و دانش گمان می‌رفت روزی عدم قطعیت‌ها از بین خواهد رفت. اما در سالیان گذشته همواره وجود عدم قطعیت‌ها به‌صورت اجتناب‌ناپذیر جزیی از سیستم طبیعی مورد توجه بوده‌اند (باردوسی، ۱۹۹۵) منطق فازی ابزاری جدید جهت مقابله با عدم قطعیت‌ها می‌باشد. به‌طورکلی

مدل‌های منطق‌فازی در زمینه‌های علوم طبیعی که معمولاً قوانین پذیرفته شده و دقیقی برای اهداف مدل‌سازی وجود ندارد و در زمینه‌های علوم مهندسی و فیزیک که دارای مدل‌های ریاضی پذیرفته شده‌ای می‌باشند، کاربرد دارند (زمرمن، ۱۹۹۵).

در این پژوهش، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نگرش رویکرد فازی پرداخته شده است و هم‌چنین الگویی جهت مکان‌یابی بهینه برای احداث کارگاه‌های تکثیر و پرورش فیل‌ماهی ارائه می‌شود و با داشتن این اطلاعات مکانی و توصیفی می‌توان مناطق مناسب را به‌عنوان رهنمودهای ارزنده‌ای برای مدیران و برنامه‌ریزان شیلات ارائه نمود و تا در رفع موانع و مشکلات موجود اقدام نمایند.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی استان خوزستان می‌باشد (شکل ۱). که با مساحت ٦٤٧٤٦ کیلومترمربع، بین ٤٧ درجه و ٤١ دقیقه تا ٥٠ درجه و ٣٩ دقیقه طول شرقی و ٢٩ درجه و ٥٨ دقیقه تا ٤٤ درجه و ٤ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ١) استان خوزستان از نظر موقعیت جغرافیائی دارای اهمیت ژئواکونومیک، ژئوپلیتیک و ژئواستراتژیکی بسیار پیچیده‌ای در سطح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی است که نقش کلیدی به این استان در عرصه ملی داده است. استان خوزستان به‌دلیل منابع آبی مناسب از نظر کیفی و کمی دارای پتانسیل بسیار بالایی در زمینه پرورش ماهیان خاویاری می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز استان خوزستان.

محدوده مطالعه‌ای در استان خوزستان در ۱۶ شهرستان مشخص گردید. به‌منظور تهیه نقشه ابتدا محدوده‌های مراکز که در گزارش و داده‌ها به‌دست آورده در بازه زمانی چند ساله مشخص شده و اقدام به پیاده‌سازی داده‌ها در سامانه جغرافیایی (*GIS*) نمودیم.

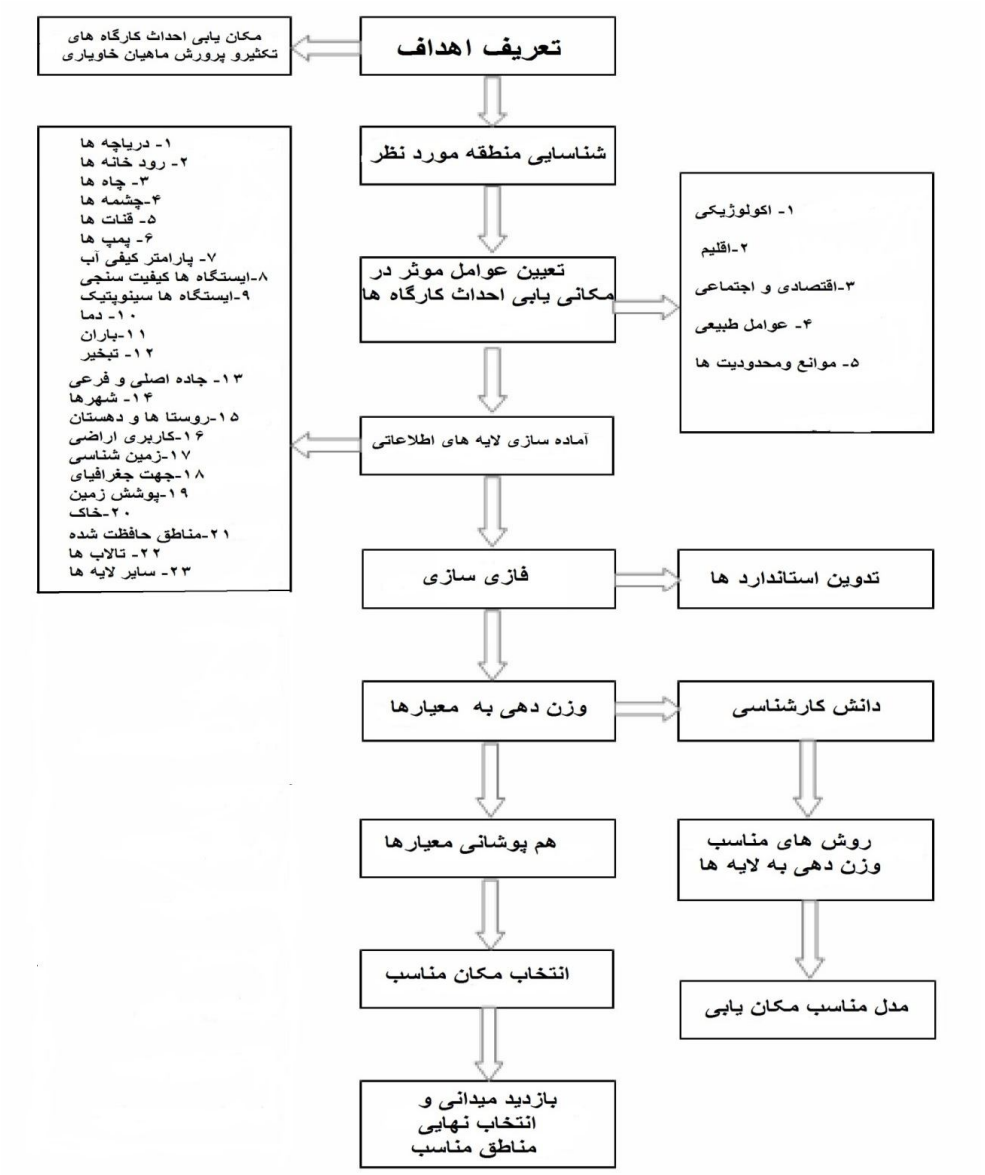
مراحل آماده‌سازی انجام گرفته بر روی داده‌ها در حالت کلی شامل پیاده‌سازی، آماده‌سازی لایه‌ها جهت انجام آنالیزها و افزودن اطلاعات مورد نیاز می‌باشد. جهت آماده‌سازی و لایه‌های اطلاعاتی از نرم‌افزار (*Arc GIS* 10.3) استفاده شده است. ابتدا برای هر یک از لایه‌های موجود نقشه به‌دست آورده شد. سپس برای فازی کردن این نقشه‌ها از *Fuzzy membership* (*Analyst – Spatial*) را انتخاب و به‌دلیل این‌که از تغییرات فاصله برای پیداکردن مکان مناسب استفاده نماییم، نوع تابع عضویت از نوع خطی انتخاب شد. لایه به‌دست آمده، لایه‌ای است که مقادیر لایه ورودی را به مقادیر بین صفر تا یک تبدیل کرده است. به‌طوری‌که مناطقی که دارای درجه عضویت ۱ یا نزدیک به آن را دارند نسبت به مقادیری که دارای درجه عضویت صفر یا نزدیک به صفر می‌باشند، دارای ارزش بیش‌تری هستند.

در سامانه اطلاعات جغرافیایی برای ساختن نقشه‌های معیار استاندارد، چند رویکرد اصلی وجود دارد که شامل روش‌های قطعی، احتمالاتی و فازی هستند. در این پژوهش برای استانداردسازی داده‌ها از روش‌های فازی استفاده شده است که این استانداردسازی فازی در دامنه مشخص می‌باشد. در این حالت بیش‌ترین ارزش یعنی حداکثر عضویت در مجموعه شایستگی زمین برای مکان احداث کارگاه‌ها و کم‌ترین ارزش یعنی صفر به حداقل عضویت تعلق گرفت.

در این پژوهش از تلفیق *AHP / fuzzy* به‌منظور مکان‌یابی کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری استفاده شده است. فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از معروف‌ترین ابزار تصمیم‌گیری چندمنظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری انعطاف‌پذیر و در عین‌حال قوی به شماره می‌رود که اولین بار توسط توماس، ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (قنواتی و همکاران، ۲۰۱٤).

در این پژوهش به‌منظور مکان‌یابی مناطق مناسب پرورش ماهی با استفاده از (*GIS*) در ابتدا معیارهای مؤثر شناسایی شده و سپس ۲۳ معیار لحاظ شده را در ۵ دسته اصلی تقسیم‌بندی کرده و برای هر کدام از معیارها، نقشه مورد نظر تهیه گردید. برای هر کدام از معیارها کلاس‌های مناسبت تهیه و لایه‌های (*GIS*) بر اساس آن طبقه‌بندی شدند.

در مرحله بعد بر اساس اهمیت و ارجحیت هر کدام از معیارها به آن‌ها وزنی تعلق گرفت و این لایه‌های وزن‌دار شده با یکدیگر تلفیق گشتند و نقشه نهایی که در آن امتیاز و ارزش هر مکان مشخص شده است تهیه گردید، که بر اساس آن هر مکانی که امتیاز بیش‌تری داشت از ارجحیت بیش‌تری برای احداث کارگاه‌های پرورش فیل‌ماهی برخوردار است، در مدل مکان‌یابی شکل ۲ ارائه شده است (ترسه، ۱۹۹٦).



شکل ۲- مدل مکان‌یابی مناسب (GIS) مأخذ : نگارنده ۲۰۲۰.

فرایند سلسله‌مراتبی تحلیلی (*AHP*)

۱. تعیین وزن متغیرهای مدل به روش وزن‌دهی سلسله‌مراتبی *AHP* در لایه‌ها به هر کدام از پارامترها بر طبق روش وزن‌دهی سلسله‌مراتبی *AHP* وزنی اختصاص داده شد. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن‌دهی از شاخص سازگاری استفاده گردید.

۲. ادغام لایه‌های اطلاعاتی به‌دست آمده از توان منطقه برای توسعه پرورش ماهیان خاویاری. هر یک از پارامترها موردنظر را به‌صورت لایه‌های فازی اطلاعاتی در پایگاه داده ذخیره گردید و از آن‌ها برای ادغام لایه‌ها استفاده شد. هر نقشه در حکم یک لایه اطلاعاتی است که شامل اطلاعات مکانی و توصیفی بوده و محدوده کل استان را پوشش می‌دهد. در ادامه معیارها (لایه‌ها) براساس نظر کارشناسان (پرسش‌نامه) وزن‌دهی شده تا اهمیت هر معیار و درجه تأثیرگذاری آن نسبت به سایر معیارها مشخص شود.

مسیر انتخاب مکان مستعد جهت احداث کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری

مرحله اول: شرایط مناسب اکولوژیکی، اقلیمی در پرورش ماهیان خاویاری.

مرحله دوم: تشخیص محدودیت مربوط به عوامل اجتماعی و اقتصادی، مطالعاتی که در زمینه ارزش‌گذاری اقتصادی منطقه مورد مطالعه شده از نقطه‌نظر ارزش اقتصادی آبزی پروری و هم‌چنین سرمایه‌گذاری در جهت تأمین امکانات و ایجاد زیرساخت‌های اشتغال برای ساکنین بومی در نظر گرفته شد.

مرحله سوم: آنالیز داده‌ها، پردازش داده‌ها حاصل از دو مرحله اول و دوم توسط (*GIS*) و نهایتاً معرفی مکان‌های مناسب (سیلوا و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج

کار آمدی روش (*Fuzzy*، *GIS*) در برنامه‌ریزی پویا برای مکان‌یابی در این پژوهش تجربه شد. با توجه به این‌که هرگونه تغییری در وضع موجود به‌راحتی می‌تواند وارد سیستم شود، از یک طرف نتایج حاصل از این تغییر مشاهده می‌شود و ملاک عمل برای ادامه مراحل کار قرار می‌گیرد و از طرف دیگر از هزینه‌های اضافی و زمان‌های از دست رفته پرهیز می‌شود. با استفاده از روش این پژوهش، مدیران و سیاست‌گزاران قدرت تصمیم‌گیری صحیح را خواهند داشت زیرا این سیستم امکان استفاده از هوش و نبوغ انسانی را در تصمیم‌گیری‌ها فراهم می‌کند.

در کل معیارهای ذکرشده در پنج دسته اصلی تفکیک شده است:

۱- معیار اصلی اکولوژیکی؛ که شامل زیر معیار، آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، پارامترهای کیفی آب است.

۲- معیار اصلی اقلیم؛ شامل زیر معیار، دما، بارندگی، تبخیر و ساعات آفتابی است.

۳- معیار اصلی عوامل طبیعی؛ که شامل زیر معیار، زمین‌شناسی، طبقات ارتفاعی، فرسایش، گسل، زمین لغزش، خاک، شیب، پوشش زمین است.

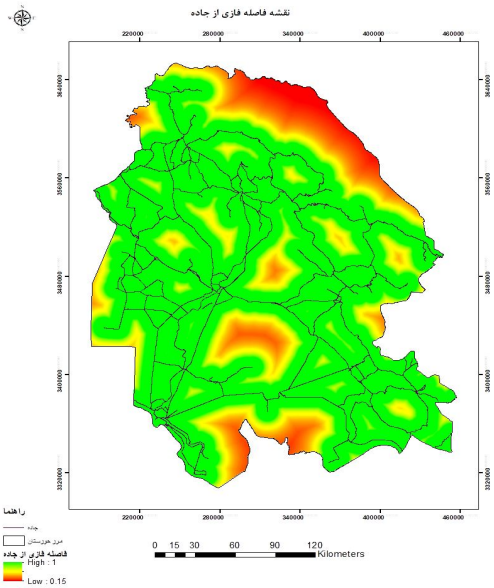
٤- معیار اصلی موانع و محدودیت‌ها؛ کاربری‌های مورد هدف در چند دسته، محدوده‌های مناطق حفاظت شده و تالاب‌ها، محدوده‌ها کاربری اراضی، محدوده حریم رودخانه‌ها هستند.

۵- معیار اصلی عوامل اقتصادی و اجتماعی؛ که فاصله از شبکه راه‌های اصلی و فرعی، فاصله از سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی، فاصله از منابع آبی است.

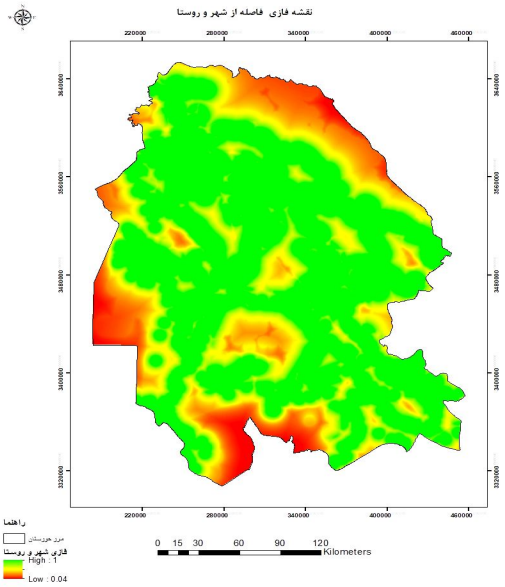
تهیه نقشه زیرمعیارهای اقتصادی و اجتماعی همان‌طور که در شکل‌های ۳ و ٤ مشاهده می‌شود، بعد از فازی‌سازی و ضرب وزن‌ها در لایه‌های فازی شده با دو دامنه گسترش (*low* ۰، *high* ۱) اجرای شده است. و عملگر فازی *high* ۱ به رنگ سبز بیش‌ترین انطباق را بین محدوده‌های جاده‌ها و مناطق مسکونی استان را نشان می‌دهد. از این‌رو مناطق سبز رنگ به‌عنوان لایه نهایی تناسب جاده‌ها و مناطق مسکونی برای کاربری معرفی می‌گردد.

تهیه نقشه منابع آبی جاری و زیرزمینی، نقشه رودخانه‌ها، فاصله از چاه‌ها و چشمه‌ها به‌عنوان منابع تامین آب هستند نیز در نظر گرفته شده است و هم‌چنین وجود چشمه نشان‌دهنده بالا بودن سطح ایستابی در منطقه است، فاصله کارگاه‌های پرورش ماهی از آب‌های جاری موجود در منطقه رعایت شود. تهیه نقشه پارامترهای کیفی منابع آبی کیفیت آب از جمله مسائلی است که با امکان پرورش ماهی چه از نظر کمیت و کیفیت رابطه مستقیم دارد. اهمیت کنترل آب‌های سطحی و زیرزمینی بر هیچ‌کس پوشیده نیست. لزوم پایش آب و تامین شرایط استاندارد برای آبزی‌پروری باعث شده که کنترل کیفیت آب از اهمیت بالایی برخوردار باشد در شکل‌های ۵ و ٦ ارائه شده است.

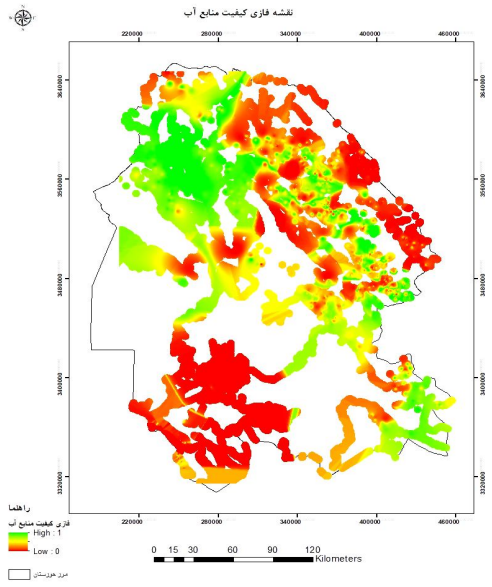
اجرای روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در این پژوهش کاربرد این روش را کارا و قابل اجرا برای حل مسائل تصمیم‌گیری مکانی نشان داد. همراه شدن این روش با منطق فازی، قابلیت استفاده ساده و کاربرد در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی، لحاظ نمودن وزن و اهمیت نسبی هر مشخصه، گزینه و هدف، موجب بالا رفتن کارایی این روش شده است. در مناطق مساعد که دارای شرایط مناسب هستند، احداث کارگاه‌های پرورش فیل‌ماهی با سرمایه‌گذاری کم‌تر و با سهولت بیش‌تری انجام می‌شود، در جدول ۱ بیان شده است.



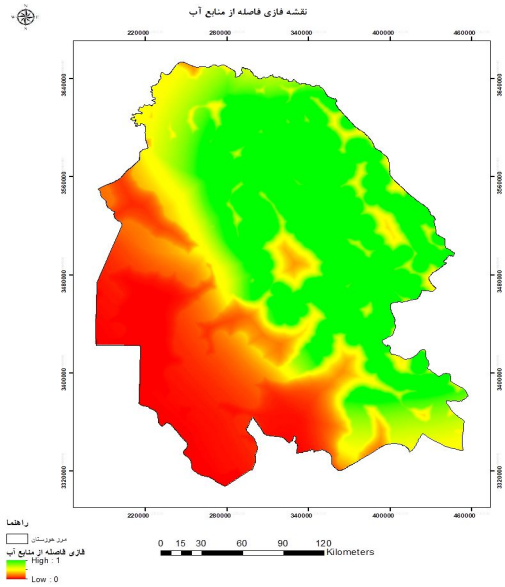
شکل ۳- نقشه فاصله از جاده.



شکل ٤- نقشه فاصله از مناطق شهری و روستایی.



شکل ٥- نقشه نهایی کیفیت منابع آب.

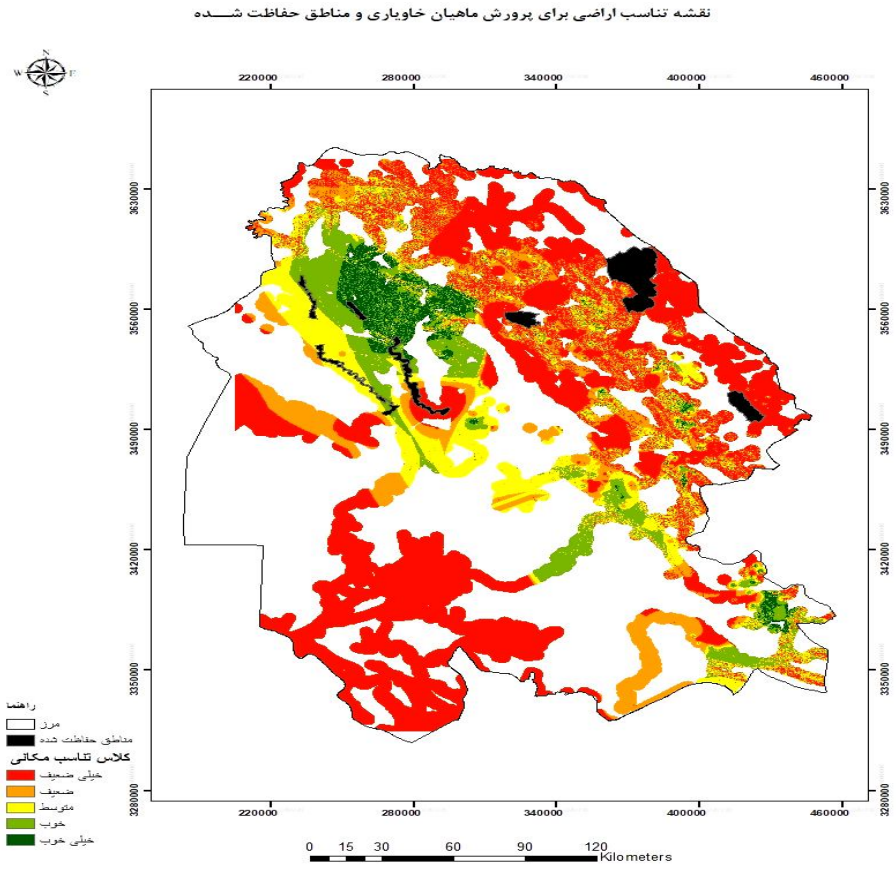


شکل ٦- نقشه فاصله از منابع آبی.

جدول ۱- وزن نسبی معیارهای اصلی مکان‌یابی مناسب برای احداث کارگاه‌های تکثیر و پرورش فیل‌ماهی.

رتبه	نام معیار	وزن معیار
۱	عوامل اکولوژیکی	۰/۳۲۱
۲	عوامل اقلیم	۰/۲۰۵
۳	عوامل اقتصادی و اجتماعی	۰/۱۷۹
٤	عوامل طبیعی	۰/۱٦۷
٥	موانع و محدودیت ها	۰/۱۲۹

بر اساس مکان مناسب برای کارگاه‌های تکثیر و پرورش فیل‌ماهی، عوامل اکولوژیکی رتبه یک را به خود اختصاص داده است. کل منطقه مورد مطالعه نقشه شایستگی درمقیاس کلاسه‌بندی (خیلی‌خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف) مکان‌های مناسب احداث کارگاه‌های را با توجه به منطق فازی در شکل ۷ نشان می‌دهد. این زمین‌ها در نقاط با تراکم بالا و نزدیک به منابع آبی، مناطق مسکونی و راه‌های اصلی و فرعی و هم‌چنین دور از مناطق حفاظت شده موجود واقع‌اند. بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید با توجه به اطلاعات راهنمای این نقشه مناطقی که طیف رنگی سبز مشخص شده (شمال و شرق) بهترین مکان برای احداث کارگاه‌های تکثیر و پرورش فیل‌ماهی می‌باشد.



شکل ۷- نقشه نهایی تناسب اراضی برای پرورش ماهیان خاویاری با مناطق حفاظت شده.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طورکلی آن‌چه می‌توان از این پژوهش استنتاج نمود آن است که سامانه اطلاعات جغرافیایی با توانایی در کاربرد توابع مختلف امکان پردازش داده‌ها و توانایی وسیع در ترکیب و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و هم‌چنین امکان استفاده از و نتایج حاصل از تفسیر این نقشه‌ها، ابزار منحصر به فردی در مکان‌یابی بوده و بدون استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، شاید امکان انجام مطالعات مکان‌یابی در مقیاس گسترده و با سرعت و دقت مناسب غیرممکن می‌بود که در بسیاری از کارها انجام شده به این نتیجه رسیده‌اند.

همچنین در مطالعه انجام شده (قربانی و همکاران، ۲۰۱۹) انتخاب سایت مناسب پرورش ماهیان خاویاری در سواحل جنوبی دریای خزر استان گلستان با استفاده از ارزیابی چند معیاره (*MCF*)، با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره ابتدا معیارها در سه گروه زیست‌محیطی، زیر ساختی و منابع آبی دسته‌بندی و پس از آن برای تعیین تأثیر هر معیار، معیارها توسط فرایند تحلیلی سلسله‌مراتبی (*AHP*) توزیع شدند. سر انجام بر اساس روش خطی وزنی (*WLC*)، لایه‌ها و ایجاد نقشه نهایی با هم ترکیب شدند و نتایج نشان‌دهنده سه سایت مطلوب برای پرورش ماهیان خاویاری در منطقه ساحلی استان گلستان مشخص شد. عواملی مانند فاصله تا منبع آب، فاصله از جاده، مناطق مسکونی بیش‌ترین تأثیر را در روند انتخاب سایت برای پرورش ماهیان خاویاری داشته‌اند.

با بررسی‌های انجام شده در استان خوزستان با دارا بودن منابع آبی در جنوب کشور توانایی و پتانسیل پرورش ماهیان خاویاری را دارد اما زمانی می‌توان به گسترش و توسعه این سیستم آبزی‌پروری جامعه عمل پوشاند که مسائل اکولوژیکی و زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی آن از همه زوایای بررسی شود. و بر اساس نتایج به‌دست آمده در مناطق بالادست رودخانه کارون، دز، کرخه به عنوان بهترین گزینه برای پرورش ماهیان خاویاری پیشنهاد می‌شود.

از آن‌جایی‌که این پژوهش اولین پژوهش مکان‌یابی کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در سطح محدوده مطالعاتی می‌باشد، به‌عنوان الگویی برای توسعه طرح‌های آبزی‌پروری در منطقه ارائه می‌گردد. که با توجه به اطلاعات موجود و همه بررسی‌های انجام شده پیشنهاد می‌شود که:

۱- با توجه به کاربرد و قابلیت‌های متعدد (*GIS*) ایجاد بانک اطلاعاتی در سازمان شیلات ضروری به‌نظر می‌رسد.

۲- برای افزایش دقت مکان‌های مناسب توصیه می‌شود بعضی از لایه‌های اطلاعاتی (مانند منابع آبی) در مکان‌های دارای اولویت کم‌تری هست با حساسیت بیش‌تری مورد بررسی قرار گیرد.

۳- پس از تعیین مکان توسعه در مناطق مناسب، انجام ارزیابی اثرات زیست محیطی (*EIA*) با توجه به امکان دسترسی به مناطق، ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

از گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دریا، معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر که در انجام این تحقیق نهایت همکاری را داشتند، قدردانی می‌شود.

منابع

Statistical reports and meteorological data in the year 1397. General Meteorological Department of Khuzestan, Ahvaz, 40p.

Statistical reports related to water resources in the year 1397. 9898. Khuzestan Regional Water Company Office of Basic Studies and Utilization of Water Resources, Ahvaz, 350p.

Reports and data related to main and secondary roads, urban and rural areas in the year 1397. Khuzestan General Administration of Roads and Urban Development, Ahvaz, 65p.

Reports and data related to wildlife and protected areas in the year 1397. General Office of Environmental Protection Organization of Khuzestan, Ahvaz, 110p.

Mustafavi, H., Valavi, R., Rashidian, M. and Maki, K. 1396. Predicting the effects of climate on the distribution of Iranian sturgeon in different climate change scenarios. Shale J. Tehran Univ. Stud. Sci. Assoc. 5: 2. 92-87.

Qanawati, A., and Delfani, F. 2013. Optimal location of urban development with emphasis on natural parameters using fuzzy integrated model / AHP (Case study of Boroujerd city). Iran. J. Land Use Geomorph. 1: 1. 60-45.

Aghili, K., Salehi, A., and Oswadgar, M. 2007. Investigation of the possibility of breeding Huso huso in earthen ponds with brackish water. Final report of the project. Iran Fisheries Research Institute, 57p.

Bardossy, A., and Duckstein, L. 1995. Fuzzy Rule-Based Modeling with Application to Geophysical -Biological and Engineering Systems, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, USA.

Ghodsipour, H. 2005. Discussions in Multi-Criteria Decision Making, AHP Analytic Hierarchy Process. Amirkabir University of Technology Publications, Tehran. 340p.

Mohseniyeh, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Pour-Ali Fashtami, H., Kazemi, R., and Salehpour, M. 2004. Determining the best feeding times for baby elephants. Iran. J. Fish. 13: 3. 158-145.

Karimi, Sh. 2004, Feasibility study of optimal collection of surface runoff in the city (Case study of Parsabad city). End of Master's Degree, Ahar University, Faculty of Humanities, 118p.

Keyvan, A. 2003. Iranian sturgeon. Iran Fisheries Joint Stock Company. Naghsh Mehr Publications. 400p.

Federation of European Aquaculture Producers. 2018. The caviar market. Production, trade and consumption in and outside the EU.PDF ISBN 978-92-79-97463-2 doi:10.2771/235877.29p.

Silva, C., Ferreira, J.G., Bricker, S.B., DelValls, T.A., Martín-Díaz, M.L., and Yanez, E. 2011. "Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with anemphasis on data-poor environments". Aquaculture. 318: 3-4. 444-457.

FAO 2010. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture. FAO, Rom, 295p.

Wu, X., and Li, S. 2010. The Application of Structural Equation Model in location Selection and Spatial Layout of Convention and Exhibition Industry Cluster. Modern Applied Science, 4 (12), December 2010, www. Ccsenet.org/mas.

Treece, G. 1996. Sustainable fish farming Seagrant College Program2700 Earl Rudder Frwy. South, Suite 1800 College Station, Texas 77845.

Karkazi, et. 1998. Landfill sitting using GIS and Fuzzy logic. Environmental technology and management. 6: 1.

Pillay, T. 1977. Planning of aquaculture development - an introductory guide. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd., for FAO, 72p.

Shang, Y. 1990. Aguaculture economics analysis: An introduction, iety, USA, Louisiana atate university, Baten Rouge, 211p.

Huguenin, E., and Colt, J. 1989. Design and Operating Guide for Aquaculture Seawater Systems, USA, 264p.

Kovari, J. 1984.considerations in the selection of sites for aquaculture. Inland Aquaculture Engineering. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Katavic, I., and Marmullah, G. 1987. Mission report for pilot project in Tuzla Lagon (Turkey). Map technical reports. Seties No 15. pp. 47-49.

Saaty, T. 1977. A Scaling method for priorities in hierarchical structures". J. Mathemat. Psychol. 13: 234-281.

Zimmermann, H.J. 1995. Fuzzy Set Theory and its Application -Dordeche: Kluwer Nijhoff Publishing, Netherlands.