

## تعیین اراضی مناسب پرورش میگو به منظور استفاده از منابع آب شور در محیط‌های خشک و بیابانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چند معیاره مکانی

- ۱- فاضل امیری، دانشیار گروه مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران  
famiri@iaubushehr.ac.ir
- ۲- طیبه طباطبایی، استادیار گروه مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران
- ۳- حیدر فقیه، کارشناسی ارشد گروه شیلات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۲۸

### چکیده

این مطالعه به منظور شناسایی مکان‌های مناسب برای توسعه پرورش میگو در سواحل شمالی استان بوشهر با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام شد. تعداد ۱۳ لایه پایه (نقشه موضوعی) در چهار گروه اصلی برای کاربری آبی پروری دسته‌بندی شد. این چهار دسته شامل معیار ساخت استخر (شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ضخامت خاک)، کیفیت خاک (نوع خاک، بافت خاک، اسیدیته خاک)، دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا، نوع منبع آبی) و زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی (فاصله تا هجری، فاصله تا بازار محلی، فاصله تا جاده، تراکم جمعیت) هستند. لایه محدودیت نیز از مکان‌هایی که مجاز به آبی پروری نیستند، حذف شد. مدل‌های مختلفی برای شناسایی و اولویت‌بندی مکان‌های مناسب پرورش میگو وجود دارد. در این پژوهش از مدل ارزیابی اراضی برای شناسایی مناطق مساعد پرورش میگو، کسب درآمد بیشتر، حفاظت موثرتر و مدیریت پایدار اراضی استفاده شد. نتایج نشان داد که ۱/۵ درصد (۱۳۳۹ هکتار) از اراضی سواحل شمالی استان بوشهر در پهنه بسیار مناسب و ۳۸/۲ درصد (۳۳۰۷۸ هکتار) از مناطق در طبقه مناسب واقع شده‌اند. صحت نتایج با استفاده از روش منحنی عامل نسبی (ROC) ارزیابی گردید. مقدار ROC، ۰/۷۳ نشان‌دهنده صحت مدل ارائه شده در این پژوهش است. ارزیابی میدانی نشان می‌دهد که در حال حاضر تنها در ۳۸۰۰ هکتار از اراضی، محل‌های پرورش میگو وجود دارد که می‌توان مناطق مساعد پرورش میگو را با اعمال سیاست‌های آینده نگرانه و در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی تا ۸۶ درصد (۲۴۰۴۲ هکتار) گسترش داد.

**واژگان کلیدی:** پرورش میگو؛ مکان یابی؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ ارزیابی چند معیاره؛ آب شور؛ مناطق خشک و بیابانی.

### مقدمه

روش‌های تحلیل مکانی و رقومی در مطالعات ارزیابی اراضی و استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، مکانیابی مناطق مستعد آبی پروری با صحت و دقت بیشتر نسبت به روش‌های انجام می‌شود [۳، ۷ و ۱۵].

برای مکان‌یابی مزارع پرورش میگو با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در استان هرمزگان، متغیرهای مربوط به آب، خاک، وضعیت زیر ساخت‌ها و پارامترهای مهندسی انتخاب شد. سپس با مقایسه زوجی وزن هر متغیر به دست آمده و همچنین هر معیار، کلاس‌های مناسب تعیین گردید. سپس معیارها با یکدیگر تلفیق و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی نواحی دارای استعداد ایجاد مزارع پرورش میگو شناسایی

استان بوشهر بیش از ۹۳۸ کیلومتر مرز آبی با خلیج فارس دارد. این موضوع یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های این استان برای ایجاد مزارع پرورش میگو است. نظر به اهمیت اقتصادی این محصول، میزان پرورش میگو بسیار کمتر از قابلیت‌های این استان است. امکانات و زیرساخت‌های لازم پرورش میگو در این استان به گونه‌ای است که در سه هزار هکتار از اراضی ساحلی استان بوشهر، ۱۰ هزار تن میگو تولید می‌شود که نقش مؤثری در افزایش تولید ناخالص ملی، درآمد ارزی و تامین میگوی مورد نیاز کشور دارد. نیاز روز افزون به پروتئین باعث شده تا صنعت آبی پروری رشد چشم‌گیری داشته باشد [۲۸]. کلیدی‌ترین امر برای آبی‌پروری پایدار مکان‌یابی است. امروزه با پیشرفت

نشان داد که از ۸۲۸۱ هکتار موجود، ۳۱ درصد (۲۶۰۴ هکتار) بسیار مستعد برای پرورش میگو هستند [۱۱]. در مطالعه‌ای در هند با در نظر گرفتن معیارهای مهندسی، آب و خاک، امکانات زیربنایی و وضعیت اقلیمی و وزن‌دهی هر کدام از متغیرها با توجه به اهمیت آن‌ها، لایه هر معیار با استفاده از روش ترکیب خطی با یکدیگر ترکیب و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه مناسبیت تولیدگردید [۲۰]. در راستای دستیابی به صنعت پرورش میگو در هند، با استفاده از سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی با تهیه نقشه‌های منابع آبی، کاربری اراضی، زیرساخت‌ها، مناطق حفاظت شده، خصوصیات زیست محیطی و منابع آلاینده توسعه پرورش میگو در منطقه بررسی شد [۳۱].

نتایج بررسی بر روی تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و معیارهای (آب، خاک و زیرساخت‌های اقتصادی اجتماعی) چند منظوره تصمیم‌گیری برای توسعه مناطق آبی‌پروی شهری در دانشگاه چیتاگانگ بنگلادش نشان داد که از زمین‌های موجود ۷۷٪ مناسب، ۱۰٪ نسبتاً مناسب و ۱۳٪ نامناسب است [۱۶]. نتایج بررسی مدل‌های چند معیاره پایداری کیفیت آب (دما، اسیدیته، آب، اکسیژن محلول، نیتريت، فسفات، ذرات معلق جامد، ذرات معلق محلول)، کیفیت خاک (بافت خاک، شیب، نوع کابری، نیتريت، فسفات) زیرساخت‌ها (فاصله تا جاده، منبع برق، بازار، تولید لارو و بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی بر روی پرورش میگوی آب شیرین در کامپاجیلا بنگلادش نشان داد که حدود ۱۱۹۹۹ هکتار (۵۲٪) مناطق بسیار مناسب، ۱۰۲۱۹ هکتار (۴۵٪) نسبتاً مناسب و ۷۸۱ هکتار (۳٪) نامناسب است [۱۷].

این پژوهش با هدف مکان‌یابی مناطق مستعد پرورش میگو در سواحل شمالی استان بوشهر با در نظر گرفتن معیارهای مکانی موثر بر این نوع کاربری (کاربری اراضی، شیب، ضخامت، ارتفاع، نوع، اسیدیته، و بافت خاک، و فاصله از دریا، فاصله از منابع آب، فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار، فاصله از محل تهیه لارو میگو) انجام گردید.

گردید. نتیجه این پژوهش نشان داد که محدوده شرق بندرعباس تا میناب، برای ایجاد مزارع پرورش میگو مناسب‌تر از غرب است. همچنین مناطق مساعد در نزدیکی دریا و خورها قرار دارند که به کاربری این امر اختصاص داده شده است [۱۳].

در استان همدان با استفاده از روش مخدوم [۲۴] و معیارهای دمای آب، گروه‌های هیدرولیک، بافت، حاصلخیزی، عمق، و فرسایش خاک، درصد شیب، میزان اسیدیته آب به مکان‌یابی مناطق مستعد آبی‌پروی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی پرداخته شد. نتایج نشان داد که سراب گامسیاب در شهرستان نهاوند بیشترین مطلوبیت را برای آبی‌پروی دارد [۴]. در پژوهشی در سواحل لب شور کانانورا هند با استفاده از سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، مکان مناسب برای پرورش آبیان انتخاب گردید. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، زهکشی، حمل و نقل، زیستگاه‌ها، و تشکیل بانک اطلاعات مهندسی و زیرساخت‌ها، اکولوژی، جمعیت‌شناسی و هواشناسی سواحل مناطق را الویت‌بندی کردند [۱۲].

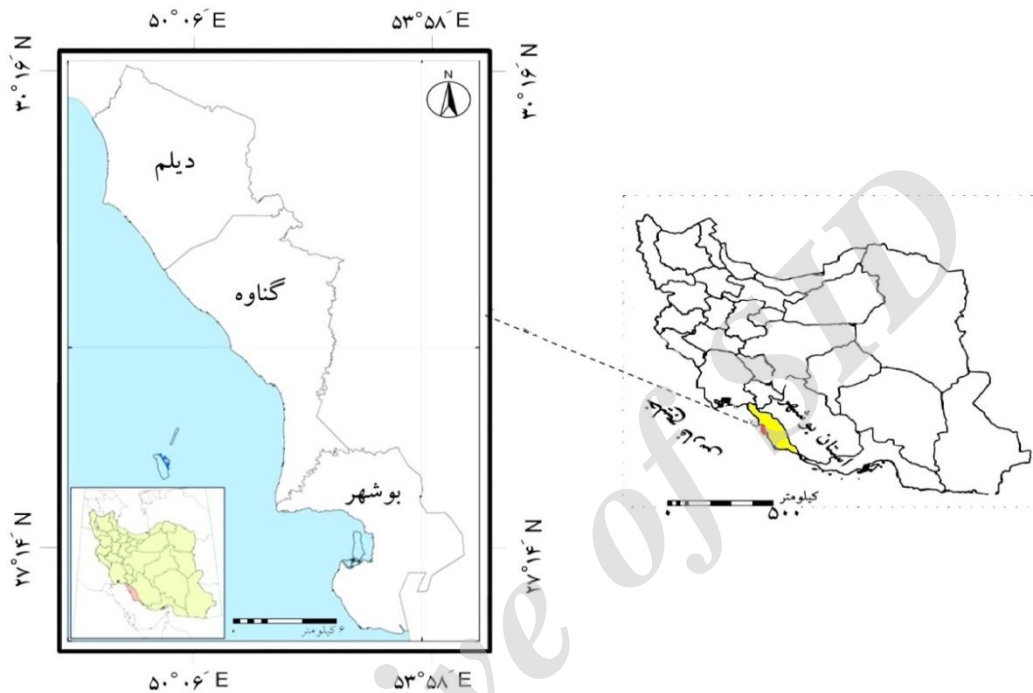
در پژوهشی با استفاده از داده‌های سنجش از راه دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، وضعیت تالاب پامبالاچيلا برای حفاظت از جوامع حرا در مقابل توسعه پرورش میگو، بررسی شد [۶]. در جنوب غرب بنگلادش، مکان‌های پرورش میگویا در نظر گرفتن معیارهای خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی آب، زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی، ویژگی‌های خاک، میزان تولیدات لارو و موانع طبیعی بررسی شد. نتایج نشان داد که مناطق مساعد برای پرورش خرچنگ از پرورش میگو بیشتر بوده و برخی از مناطقی که در حال حاضر به پرورش میگو اختصاص یافته از درجه مطلوبیت نسبتاً مناسب برخوردار هستند [۳۳]. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و معیارهای ساخت و ساز استخر (شیب، کاربری اراضی، تراکم خاک)، معیارهای خاک‌شناسی (ذرات خاک، نوع خاک، اسیدیته خاک)، معیارهای کیفیت آب (فاصله تا دریا، منابع آب) و معیارهای اقتصادی-اجتماعی (فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار، فاصله از هجری) به ارزش‌گذاری مناطق پرورش میگو هایپوی در ویتنام پرداختند. نتایج

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

بوشهر - به عنوان یکی از استان‌های ساحلی جنوب ایران - در موقعیت جغرافیائی ۱۴° ۲۷' تا ۱۶° ۳۰' طول شرقی و ۰۶° ۵۰' تا ۵۸° ۵۳' عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). مساحت استان بوشهر ۲۷۶۵۳ کیلومتر مربع است که ۹۳۸ کیلومتر مرز آبی با خلیج فارس دارد.

میانگین دمای سالانه منطقه ۲۵/۷ °C، میزان رطوبت نسبی آن بین ۵۸-۷۵ درصد و میزان متوسط بارندگی سالانه این استان ۲۲۰ میلی‌متر است. استان بوشهر دارای ۱۰ شهرستان، ۲۴ بخش و ۴۶ دهستان و شامل ۳۷ شهر و ۹۱۰ آبادی است. شهرستان‌های شمالی استان بوشهر عبارتند از: بوشهر، گناوه و دیلم.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

### روش تحقیق

منابع اطلاعات اولیه مورد استفاده در این مطالعه شامل تصویر ماهواره‌های لندست ۸ (سال ۲۰۱۴)، نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰، داده‌های آماری از گزارش‌های منتشر شده، داده‌های میدانی برداشت شده با موقعیت یاب جهانی (GPS) است.

به منظور مکان‌یابی مناطق مناسب پرورش آبزیان، ابتدا لایه اطلاعاتی ۴ معیار و ۱۳ گزینه (۱ معیار احداث استخر (کاربری اراضی، شیب، مدل رقومی ارتفاعی و ضخامت خاک)، ۲ دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا و نوع منبع آب)، ۳ زیر ساخت‌های اقتصادی-اجتماعی (فاصله تا جاده، فاصله تا بازارهای محلی، فاصله تا مراکز تکتیر و تراکم جمعیت) و ۴ کیفیت خاک (نوع خاک، اسیدیته خاک، و بافت خاک) تهیه و از تلفیق نقشه معیارها و گزینه‌ها، نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو تهیه

گردید (شکل ۲). نقشه کاربری اراضی از تصویر ماهواره لندست ۸ (سال ۲۰۱۴) در چهار طبقه کشاورزی، جنگل، مرتع، شوره‌زار و مناطق مسکونی تهیه و با توجه به جدول ۱ گروه‌بندی گردید. نقشه مدل رقومی ارتفاعی و شیب از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری با استفاده از توابع تحلیل مکانی در GIS تهیه گردید و براساس تقسیم‌بندی فائو [۸] در محدوده‌های بسیار مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی گردید (جدول ۱). لایه ضخامت خاک از نتایج مطالعات میدانی و آزمایشگاهی و گزارش لایه‌بندی و مکانیک خاک منطقه تهیه و بر اساس جدول ۱ طبقه‌بندی گردید. با توجه به گزارش سازمان شیلات و وزارت نیرو همه منابع آبی از نوع جذر و مدی بوده که امتیاز یکسانی به این لایه‌ها تعلق گرفت. برای تهیه نقشه فاصله تا دریا ابتدا خط ساحل تهیه و سپس نقشه فاصله از منابع آب تهیه و نقشه حاصل بر اساس جدول ۱

با جمع نقشه‌های وزن‌دهی شده هر گزینه نقشه معیار آن گزینه‌ها تهیه گردید. از حاصلضرب وزن هر معیار در نقشه آن معیار (نقشه حاصل از ضرب وزن هر گزینه در نقشه آن گزینه و مجموع این نقشه‌ها) و جمع نقشه معیارهای وزن‌دهی شده (شکل ۲)، درجه شایستگی اراضی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید:

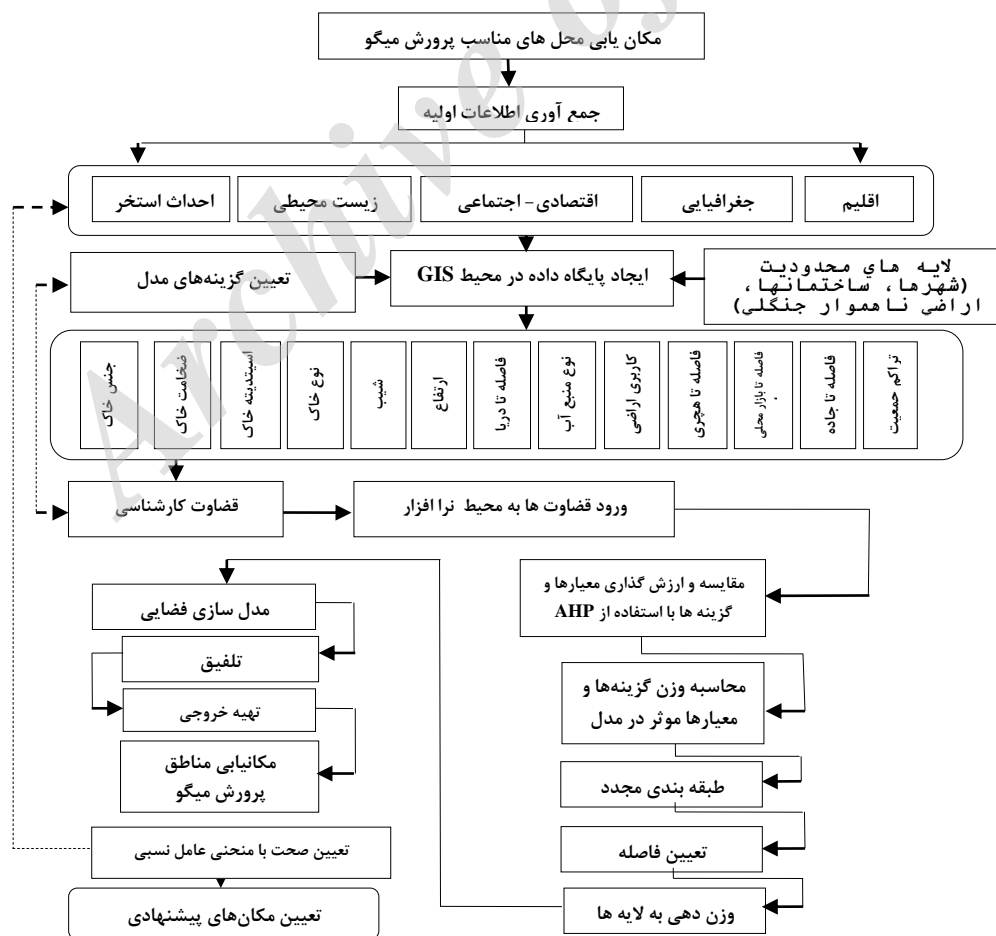
$$(1) \quad \text{امتیاز شایستگی} = (W_1R_1 + W_2R_2 + \dots + W_nR_n) / n \times 100$$

که در آن:

$W_n$  وزن و  $R_n$  رتبه هر معیار است.

مراحل انجام تحقیق در شکل ۲ و طبقات امتیاز نقشه نهایی شایستگی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس جدول ۲، هر چه امتیاز شایستگی بیشتر باشد، نشان دهنده استعداد بالای منطقه برای پرورش میگو است [۱۰ و ۱۱].

طبقه‌بندی شد. نقشه فاصله از جاده‌ها از نقشه‌های رقومی و با به کارگیری توابع تحلیل مکانی در GIS تهیه طبقه‌بندی گردید. موقعیت مراکز فروش و عمل‌آوری میگو در محدوده منطقه با GPS مشخص گردید و نقشه فاصله بر اساس طبقات جدول ۱ تهیه گردید. لایه تراکم جمعیت در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مطالعات نفوس و مسکن سال ۱۳۹۲ بر اساس تعداد خانوار و جمعیت تهیه شد. لایه‌های کیفیت خاک با استفاده از نتایج مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی مکانیک خاک منطقه تهیه و در محیط GIS بر اساس طبقات جدول ۱، لایه‌های بافت، اسیدیت و نوع خاک طبقه‌بندی گردید. وزن متغیرها با مقایسه زوجی بین آن‌ها و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آمد [۳۲]. مقایسه زوجی بین متغیرها با توجه به قضاوت کارشناسان و متخصصان صنعت شیلات صورت گرفته و بر اساس آن میزان اهمیت و وزن هر کدام از گزینه‌ها و معیارها تعیین شد [۲۵، ۲۶ و ۲۷]. سپس نقشه طبقه‌بندی شده هر گزینه در وزن آن گزینه ضرب و



شکل ۲- مراحل تهیه و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تهیه نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو

جدول ۱- طبقات کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها [۸]

میزان مطلوبیت و امتیاز				طبقات کاربری اراضی بر اساس طبقه بندی FAO
نامناسب <sup>d</sup> (۱)	تا حدودی مناسب <sup>c</sup> (۲)	مناسب <sup>b</sup> (۳)	بسیار مناسب <sup>a</sup> (۴)	
مناسب برای احداث استخر				
جنگل های حرا و پوشش درختی و باغی ۱۰ <	زمینهای کشاورزی ۵ <	مرتعی، نمک زار ۲-۵	آبزی پروری ۲ >	کاربری اراضی <sup>e</sup> شیب
-	۰/۵ >	۰/۵-۱	۱ <	ضخامت خاک (متر)
<۱ یا >۵	>۴-۵	۱-۲ یا ۲/۵-۴	۲-۲/۵	ارتفاع (متر)
کیفیت خاک				
Haplic calcisols	Gleyic solonchaks, gleyic arenosols	Eutric fluvisols	Gley fluvisols	نوع خاک
<۴ یا >۸	۴-۵ یا ۷-۸	۵-۶	۶-۷	خاک pH
-	<۱۸	۱۸-۳۵	>۳۵	بافت خاک (درصد رس)
دسترسی به منابع آبی				
>۳	۲-۳	۱-۲	<۱	فاصله تا دریا (کیلومتر)
-	باران	دریا	جریان جذر و مدی	نوع منابع آبی
زیرساخت‌های اقتصادی و اجتماعی				
>۲	۱-۲	۰/۵-۱	<۰/۵	فاصله تا جاده (کیلومتر)
>۲۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	<۵۰۰	تراکم جمعیت (نفر در کیلومتر مربع)
-	>۴	<۱ یا ۲-۴	۱-۲	فاصله تا بازار محلی (کیلومتر)
-	>۸	۴-۸	<۴	فاصله تا مراکز تکثیر (کیلومتر)

<sup>a</sup> بسیار مناسب با کمترین زمان و سرمایه‌گذاری امکان توسعه پرورش میگو در این مناطق وجود دارد؛  
<sup>b</sup> مناسب مناطقی هستند که برای توسعه پرورش میگو نیاز به سرمایه‌گذاری و زمان متوسط است؛  
<sup>c</sup> مناطقی که تا حدودی مناسب است و قبل از شروع پرورش میگو نیاز به عملیات آماده سازی است؛  
<sup>d</sup> مناطق نامناسب، این مناطق برای پرورش میگو صرفه اقتصادی ندارد و هزینه و زمان آماده‌سازی این مناطق بالاست؛  
<sup>e</sup> مناطق شهری، ساختمان‌ها و اراضی جنگلی، از مناطقی هستند که قابلیت پرورش میگو را ندارند. این مناطق در ارزیابی حذف می‌گردند.

جدول ۲- امتیاز نهایی طبقات شایستگی اراضی

درصد امتیاز	طبقات شایستگی
۸۰-۱۰۰	بسیار مناسب
۶۰-۸۰	مناسب
۴۰-۶۰	نسبتاً مناسب
۰-۴۰	نامناسب

### ارزیابی صحت نقشه تولیدی با مدل منحنی عامل نسبی (ROC)

$$ROC = \sum_{i=1}^n [x_i + 1 - x_i] \left[ y_i + y_i + 1 - \frac{y_i}{2} \right] \quad (2)$$

در آن:

$X_i$  میزان مثبت کاذب برای سناریو  $i$  و  $Y_i$  میزان مثبت واقعی برای سناریوی  $i$  است و  $n$  تعداد سناریوها است [۲۱].

### نتایج

نتایج طبقات کاربری اراضی نشان داد که تیپ غالب به ترتیب کاربری مرتعی (۴۱۶۶۱ هکتار، ۴۸/۲٪)، جنگل‌های حرا و پوشش درختی و باغی (۲۵۲۷۱ هکتار، ۲۹/۲٪)،

صحت نقشه نهایی مکان‌های مناسب پرورش میگو با استفاده از روش منحنی عامل نسبی<sup>۱</sup> ارزیابی گردید. راک یک عامل نسبی است که موقعیت وقوع یک کلاس در مقایسه با نقشه واقعیت زمینبیه روش بولین نشان داده می‌شود و درست‌نمایی آن کلاس را مشخص می‌کند. در این روش سطح زیر منحنی نموداری است که محور عمودی آن درصد مثبت واقعی و محور افقی آن درصد مثبت کاذب را نشان می‌دهد که در این روش میزان صحت از رابطه<sup>۲</sup> تعیین گردید:

1- Relative Operating Characteristic (ROC)

نظر معیار ساخت استخر در طبقه شایستگی نسبتاً مناسب و نامناسب قرار گرفته‌اند. حدود ۷۰ درصد از اراضی منطقه واقع در سطوح آبی پروری، مراتع و نمک زارهای ساحلی از نظر کیفیت خاک در طبقه شایستگی بسیار مناسب قرار دارند (جدول ۳ و شکل ۳). اراضی که در فاصله بسیار کم از دریا قرار گرفته‌اند (<۱ کیلومتر) ۲۶/۶ درصد از سطح منطقه را شامل می‌شوند. حدود ۵۲ درصد از خط ساحلی دریا که تحت پوشش جزر و مد آب دریا است، برای پرورش میگو مناسب است. حدود ۴۴ درصد از اراضی به دلیل فاصله از منطقه جذر و مدی و عدم دسترسی به آب، مناسب پرورش میگو نیستند (شکل ۳). دو گزینه اقتصادی - اجتماعی محدود کننده شایستگی، به ترتیب فاصله تا مراکز تکثیر (۸۹٪) و بازار محلی (۷۵٪) است. توسعه مراکز تکثیر و دسترسی به بازار محلی موجب افزایش قابل ملاحظه توانمندی منطقه برای پرورش میگو می‌شود.

زمین‌های کشاورزی (۱۰۸۴۵ هکتار، ۱۲/۵٪) و مناطق آبی پروری (۱۶۷۶ هکتار، ۱/۹٪) از سطح منطقه را در بر می‌گیرد. مناطق دارای محدودیت برای پرورش میگو (شهرها، ساختمان‌ها، اراضی ناهموار جنگلی) ۷۰۶۴ هکتار (۸/۱٪) از سطح منطقه را شامل می‌شود. نتایج مساحت و درصد مساحت طبقات شایستگی کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها در جدول ۳ و شکل ۳ نشان داده شده است.

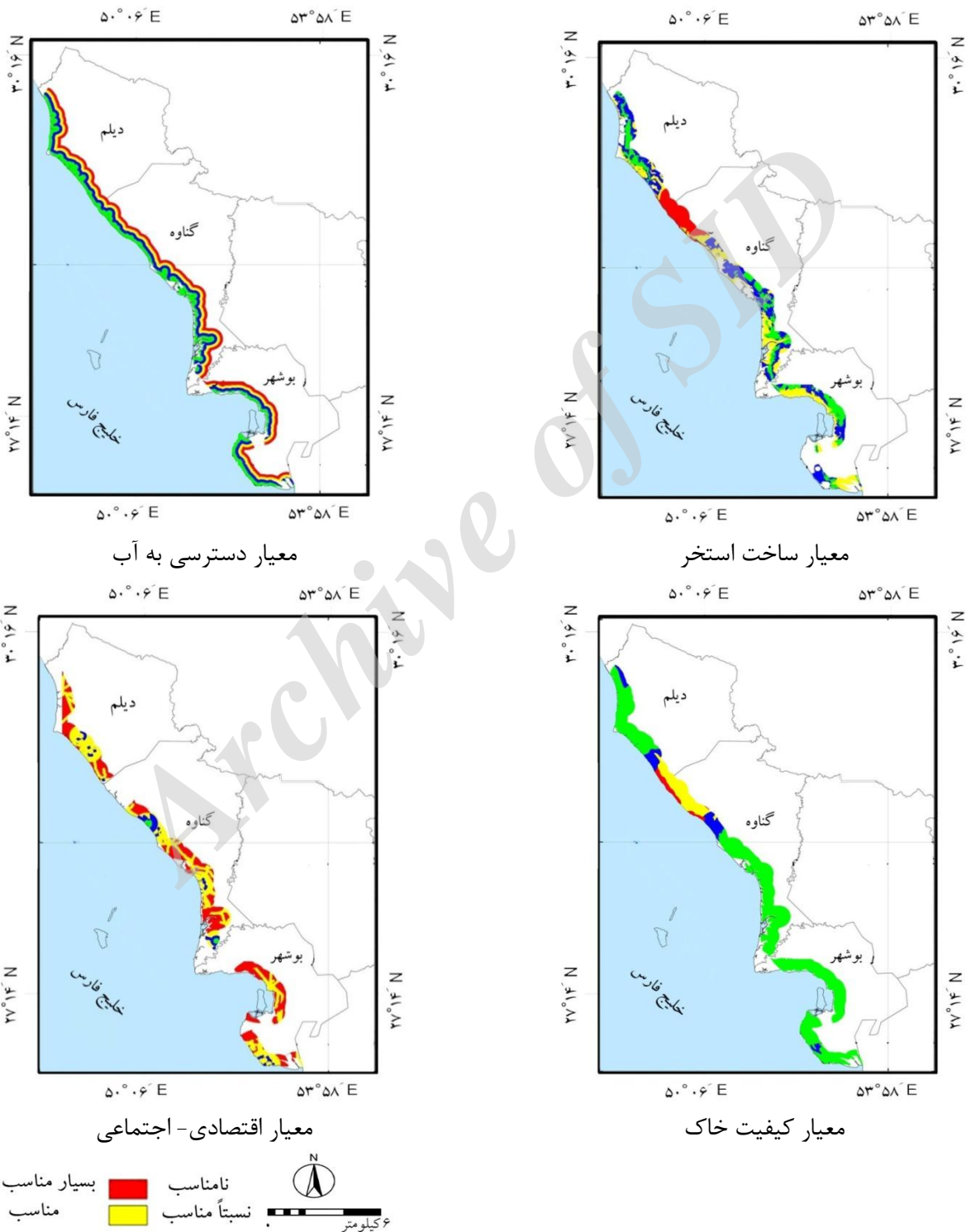
مناطق با شایستگی بسیار مناسب از نظر معیار ساخت استخر در امتداد خط ساحل با درصد شیب کمتر از ۲ درصد و ارتفاع ۲-۲/۵ متر قرار دارد. این مناطق در اراضی با کاربری آبی پروری، مرتعی و نمک زار واقع شده است. حدود ۵۰ درصد از اراضی منطقه از نظر سه معیار شیب، ضخامت خاک و ارتفاع در طبقه بسیار مناسب تا مناسب قرار گرفت (جدول ۳). مناطق که در اراضی کشاورزی و جنگل‌های حرا، پوشش درختی و باغی واقع شده‌اند که از

جدول ۳- مساحت و درصد مساحت طبقات شایستگی کاربری اراضی پرورش میگو و میزان مطلوب آن‌ها

محدودیت		نامناسب		نسبتاً مناسب		مناسب		بسیار مناسب		طبقات کاربری اراضی
(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	
معیار احداث استخر										
۸/۲	۷۰۶۴	۲۹/۲	۲۵۲۷۱	۱۲/۵	۱۰۸۴۵	۴۸/۲	۴۱۶۶۱	۱/۹	۱۶۷۶	کاربری اراضی
.	.	۴/۶	۳۶۴۸	.	.	۲/۳	۱۸۴۰	۹۳/۱	۷۳۹۶۵	شیب
.	.	۱۴	۱۱۱۲۲	.	.	.	.	۸۶	۶۸۳۳۰	ضخامت خاک
.	.	۴۵/۸	۳۶۴۲۴	۲۲/۴	۱۷۸۱۱	۱۴	۱۱۰۹۳	۱۷/۸	۱۴۱۲۵	ارتفاع
۸/۲	۷۰۶۴	۱۱/۶	۱۰۰۶۹	۲۵/۷	۲۲۲۸۴	۳۱/۵	۲۷۲۶۲	۲۳	۱۹۸۳۸	تلفیق گزینه‌ها
کیفیت خاک										
.	.	۳/۳	۲۶۳۷	۱۶/۹	۱۳۴۱۴	.	.	۷۹/۸	۶۳۴۰۳	نوع خاک
.	.	۴۸/۹	۳۸۸۵۸	.	.	.	.	۵۱/۱	۴۰۵۹۵	pH خاک
.	.	۳	۲۳۵۹	۱۱/۹	۹۴۸۶	۲۷/۷	۲۱۹۹۵	۵۷/۴	۴۵۶۱۴	بافت خاک
۸/۲	۷۰۶۴	۲/۷	۲۳۵۹	۱۰/۱	۸۷۶۴	۸/۳	۷۱۳۲	۷۰/۷	۶۱۱۹۹	تلفیق گزینه‌ها
دسترسی به منابع آبی										
.	.	۲۳/۹	۱۸۹۹۸	۲۴/۲	۱۹۲۵۷	۲۵/۳	۲۰۰۶۶	۲۶/۶	۲۱۱۳۳	فاصله تا دریا
.	.	.	.	.	.	.	.	۱۰۰	۷۹۴۵۳	نوع منابع آبی
۸/۲	۷۰۶۴	۲۲	۱۸۹۹۸	۲۲/۲	۱۹۲۵۷	۲۳/۲	۲۰۰۶۶	۲۴/۴	۲۱۱۳۳	تلفیق گزینه‌ها
اقتصادی و اجتماعی										
.	.	.	.	۱۲/۳	۹۷۸۱	۴۴	۳۴۹۷۷	۴۳/۷	۳۴۶۹۵	فاصله تا جاده
.	.	.	.	.	.	.	.	۱۰۰	۷۹۴۵۳	تراکم جمعیت
.	.	.	.	۷۵	۵۹۵۳۴	۱۹/۷	۱۵۶۴۴	۵/۴	۴۲۷۶	فاصله تا بازار محلی
.	.	۸۹	۷۰۷۲۴	۷/۷	۶۰۹۹	۲/۳	۱۸۵۲	۱	۷۷۸	فاصله تا مراکز تکثیر
۸/۲	۷۰۶۴	۴۰/۵	۳۵۰۲۶	۴۳/۷	۳۷۸۶۸	۶/۵	۵۶۶۹	۱/۱	۸۹۰	تلفیق گزینه‌ها

گزینه‌های معیار اقلیم، فاصله تا هجری با درجه اهمیت ۰/۵۷ بیشترین اهمیت را در بین گزینه‌ها در معیارهای موثر در مکان‌یابی دارند. مقایسه زوجی معیارهای نشان داد که ساخت استخر و اقتصادی-اجتماعی به ترتیب بیشترین و کمترین اهمیت را در بین معیارهای موثر در مکان‌یابی پرورش میگو در منطقه دارد (جدول ۴).

نتایج مقایسه زوجی گزینه‌ها و معیارها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۴ آورده شده است. از نظر معیار احداث استخر در نرخ ناسازگاری ۰/۰۲، گزینه کاربری اراضی با ۰/۵۳ و شیب ۰/۰۸ به ترتیب بیشترین و کمترین درجه اهمیت را داشتند. فاصله تا دریا با درجه اهمیت ۰/۸ بیشترین اهمیت را در معیار دسترسی به منابع آب، بافت خاک با درجه اهمیت ۰/۶۲ از بین



شکل ۳- نقشه شایستگی معیارهای موثر در پرورش میگو

جدول ۴- نتایج ماتریس مقایسه زوجی و وزن گزینه های و معیارهای مکان یابی استخر پرورش میگو

وزن	گزینه ها	معیارها/گزینه ها
-	کاربری اراضی	احداث استخر
۰/۰۸	۰/۲۵	شیب
۰/۲۵	۰/۲۰	ضخامت خاک
۰/۱۴	۲	ارتفاع
۰/۵۳	۱	کاربری اراضی
		CR=۰/۰۲
وزن	فاصله تا دریا	دسترسی به منبع آب
۰/۲	۰/۲۵	منبع آب
۰/۸	۱	فاصله تا دریا
		CR=۰/۰۰
وزن	بافت خاک	اسیدپته خاک
۰/۱۴	۰/۲۵	کیفیت خاک
۰/۲۴	۰/۳۳	نوع خاک
۰/۶۲	۱	اسیدپته خاک
		بافت خاک
		CR=۰/۰۲
وزن	فاصله تا هجری سایت	تراکم جمعیت
۰/۱۵	۰/۲۵	فاصله تا جاده
۰/۱۴	۰/۲۵	تراکم جمعیت
۰/۱۴	۰/۲۵	فاصله تا بازار محلی
۰/۵۷	۱	فاصله تا هجری سایت
		CR=۰/۰۳
وزن	کیفیت خاک	دسترسی به آب
۰/۵۴	۲	احداث استخر
۰/۰۵	۰/۳۳	اقتصادی- اجتماعی
۰/۱۵	۲	دسترسی به آب
۰/۲۶	۱	کیفیت خاک
		CR=۰/۰۹

### نقشه نهایی تلفیق معیارها

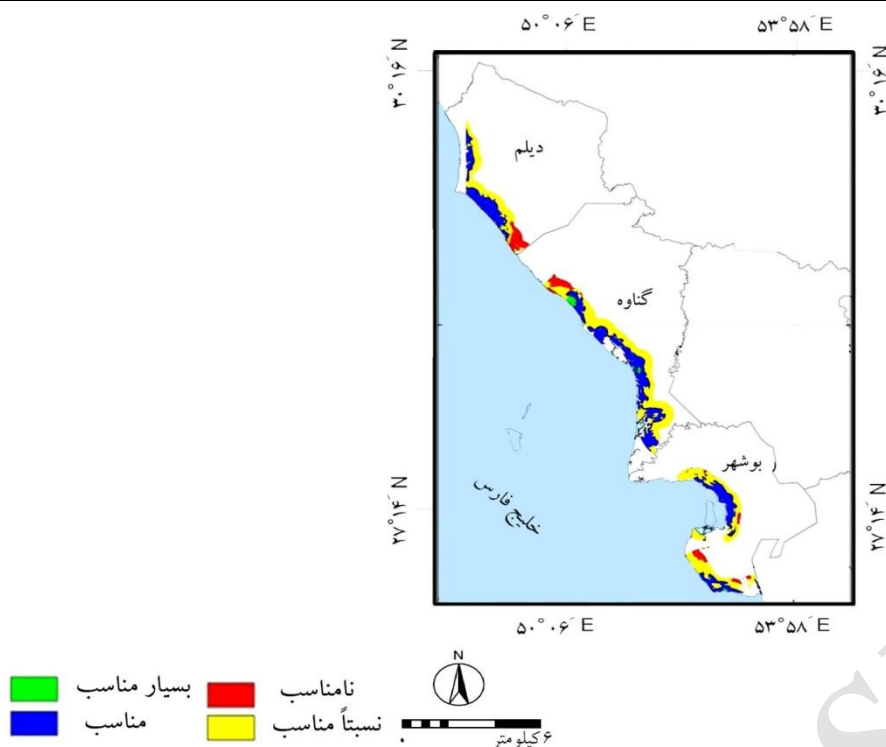
طبقه بندی مناطق مناسب پس از تلفیق لایه های وزن دهی شده ساخت استخر، دسترسی به منبع آب، کیفیت خاک و زیرساخت های اقتصادی اجتماعی نقشه مکان های مناسب مزارع پرورش میگو به دست آمد که در شکل ۴ آورده شده است. نتایج تلفیق نهایی معیارها و گزینه ها مؤثر در مدل نشان می دهد که ۴۰ درصد از سطح اراضی منطقه (۳۴۴۱۷ هکتار) بندر دیلم، بندر امام حسن، مال خلیفه، سربست، مال قائد، گشویی، بندر ریگ، جزیره جنوبی، جزیره شمالی، رمله، هلیله و بندرگاه از توانمندی

بسیار مناسب و مناسب برای ایجاد مزارع پرورش میگو برخوردار هستند. مساحت و درصد شایستگی مکان های مناسب برای مزارع پرورش میگو در جدول ۵ و موقعیت مکانی مناطق در شکل ۴ آورده شده است.

جدول ۵- مساحت و درصد شایستگی مناطق مناسب برای پرورش میگو

شایستگی	بسیار مناسب	مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب	دارای محدودیت
مساحت (هکتار)	۱۳۳۹	۳۳۰۷۸	۳۸۹۵۶	۶۰۸۰	۷۰۶۴
درصد (%)	۱/۵	۳۸/۲	۴۵	۷/۱	۸/۲





شکل ۴- مکان‌های مناسب پرورش میگو سواحل شمالی استان بوشهر

### نتایج صحت نقشه تولیدی

صحت نقشه تولید شده برای مکان‌یابی با استفاده از منحنی راک برابر با ۰/۷۳۴ است. نتایج میزان مطلوبیت مجتمع‌های در حال بهره برداری سواحل شمالی استان بوشهر در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- نتایج صحت میزان شایستگی اراضی مجتمع‌های پرورش با روش منحنی عامل نسبی

مطلوبیت	بسیار مناسب		مناسب		نسبتاً مناسب		نامناسب	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
شیف	۰	۰	۲۸۴/۵	۴۱/۴	۵۴۴/۳	۵۸/۶	۰	۰
حله	۲/۹	۰/۴	۵۹۱/۵	۸۶/۲	۹۱/۷	۱۳/۴	۰	۰
رودشور	۰	۰	۲۷۳/۲	۶۹/۴	۱۲۰/۵	۳۰/۶	۰	۰
بندرریگ	۰	۰	۱۹۶/۹	۲۷/۸	۵۰۶/۷	۷۱/۵	۴/۷	۰/۷
بویرات	۵۳/۴	۵	۶۰۴/۵	۵۶/۱	۴۲۰/۱	۳۹	۰	۰

### بحث و نتیجه‌گیری

عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی و تعیین میزان محدودیتی که ایجاد می‌کنند از موارد مهم در ارزش‌گذاری مناطق پرورش میگو است [۲۳]. هدف از این پژوهش، شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در مکان‌یابی محل‌های مناسب پرورش میگو در منطقه، و تعیین نوع و میزان محدودیت‌ها و عوامل کاهش‌دهنده آن‌ها است.

در مناطق ساحلی که دارای شیب ملایم به طرف دریا می‌باشند، ایجاد استخرها با سرمایه‌گذاری کمتر و آسانی بیشتری انجام می‌شود [۱۱ و ۱۴]. وضعیت توپوگرافی

در مکان‌یابی عرصه‌های مناسب برای پرورش میگو باید توجه نمود که در هر منطقه‌ای با توجه به شرایط معیارهای ساخت و ساز استخر (شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، ضخامت خاک)، معیارهای کیفیت (بافت خاک، نوع خاک، اسیدیته خاک)، معیارهای دسترسی به منبع آب (فاصله تا دریا، نوع منابع آب) و معیارهای زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی (فاصله از جاده، تراکم جمعیت، فاصله از بازار محلی، فاصله از هجری)، عوامل مؤثر بر انتخاب مکان متفاوت خواهد بود [۲۲ و ۲۸]. بنابراین، شناخت

اراضی باید به نحوی باشد که میزان خاکبرداری به حداقل رسیده و تامین ثقلی آب مورد نیاز کانال‌های انتقال و توزیع آب به آسانی انجام شود. همچنین تخلیه ثقلی استخرها برای خشک کردن، حذف رسوبات و ضدعفونی اراضی می‌بایست امکان‌پذیر باشد [۲۱]. جهت انتخاب و ساخت استخرهای مناسب پرورش میگو وضعیت توپوگرافی دارای اهمیت است. مناطق کم ارتفاع دارای مشکل تخلیه و زهکشی آب در دوره جزر هستند. در مناطق بسیار مرتفع نیز عملیات خاکبرداری مشکل است [۳۳].

جهت تعیین طبقات شایستگی معیار ساخت استخر از گزینه کاربری اراضی استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳، ۱۴]. در تعیین مناطق مناسب پرورش میگو، بررسی وضعیت کاربری موجود اهمیت زیادی دارد. کاربری‌هایی را باید به این فعالیت اختصاص داد که مناسب بوده و همچنین از نظر اقتصادی ارزش کمی داشته باشند. به این منظور مراتع ساحلی با پوشش تنک، اراضی بایرو شوره‌زارها در اولویت قرار دارند. درمورد اراضی کشاورزی، در صورتی که بازده اقتصادی فعلی آن‌ها مناسب نبوده و در صورت تبدیل به مزارع میگو بازده اقتصادی بهبود خواهد یافت، می‌توان این اراضی را به مزارع پرورش میگو تبدیل نمود [۱ و ۲]. با توجه به نتایج تپه‌ها، جنگل‌ها، مناطق شهری، بنادر و ساختمان‌ها از عوامل محدود کننده برای انتخاب محل تعیین گردیدند [۱۸ و ۱۹]. جهت تعیین طبقات شایستگی معیار احداث استخر از گزینه عمق خاک استفاده شد [۱۱].

در این پژوهش، نوع منبع آبی و فاصله تا دریا به عنوان گزینه‌های معیار دسترسی به منبع آب در تعیین مکان مناسب پرورش میگو معرفی شد [۱۳ و ۱۴]. برای تعیین طبقات شایستگی معیار دسترسی به منبع آب از گزینه فاصله تا دریا استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳، ۱۴]. مزارع پرورش میگو بایستی در نزدیکی دریا و یا منبع آبی دیگر قرار داشته باشد تا آبیگری با آسانی و هزینه کم انجام شود [۱۸ و ۱۹]. منبع تأمین آب در صورت فراهم نبودن شرایط منبع تأمین آب، میگوی پرورشی دچار کاهش رشد و در صورت تداوم دچار تلفات می‌شود. در مطالعاتی که برای تعیین مکان مناسب پرورش

میگوصورت گرفت، گزینه‌های بافت خاک، نوع خاک و اسیدیته خاک گزینه‌های معیار کیفیت خاک را تشکیل می‌دادند [۱۳ و ۱۴]. در این پژوهش، همچنین جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه نوع خاک استفاده شد [۲۲ و ۲۳]. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها تاثیر قابل چشمگیری در انتخاب مکان‌های مناسب پرورش میگو دارد. این عامل با توجه به خاکی بودن دیواره استخرها، در هزینه‌های طرح نقش زیادی دارد. جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه بافت خاک (درصد رس) استفاده شد [۱۱]. خاک‌هایی که قابلیت تراکم خوب، مقاومت برشی بالا و نفوذپذیری کم داشته باشند از شرایط مطلوبی برای خاک‌ریزی برخوردارند. با توجه به این که دیواره‌های استخر از خاک‌برداری زمین تأمین می‌شود، بافت خاک تا عمق یک متر مورد نظر می‌باشد. خاک مورد استفاده برای احداث استخرها باید دارای رس کافی باشد تا خاکریزهای ساخته شده توانایی نگه داری آب را داشته و نفوذ آب به حداقل برسد. برای ساخت استخرها پرورش میگو نباید از خاک‌های ماسه‌ای استفاده نمود، چرا که تخلخل ماسه‌ای، نفوذ مواد دفعی به عمق خاک را تسهیل نموده و مشکلات زیادی ایجاد خواهد نمود [۵].

جهت تعیین طبقات شایستگی معیار کیفیت خاک از گزینه اسیدیته خاک استفاده شد [۱۱]. اسیدی بودن آب استخر منجر به شیوع بیماری‌های نظیر سندرم اسید سولفوریک می‌گردد. اگرچه اراضی اختصاص یافته در کشور ما دارای اسیدیته خنثی متمایل به قلیایی هستند و با چنین مشکلی مواجه نخواهند شد. همچنین بالا بودن اسیدیته خاک از حد مطلوب آن نیز باعث بروز بیماری‌هایی مانند سندرم مزمن نرمی پوسته خواهد شد. نمونه‌های خاک باید ترجیحاً تا عمق نیم متری مورد آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته و متغیرهایی مانند اسیدیته، مواد آلی، میزان باروری و ترکیب فیزیکی آن تعیین گردد. وجود گل رس یا شن و رس در کف استخر باعث رشد و تولید بیشتر میکروارگانیسم‌های غذایی گردیده که افزایش مصرف اکسیژن محلول آب را در بر دارد. استفاده از خاک‌های متشکل از گیاهان تجزیه نشده در رسوبات باعث کاهش اکسیژن محلول و افزایش مواد

راه‌های اصلی و فرعی و خطوط انتقال نیرو و همچنین فاصله مناسب از مراکز شهری و استانی واقع شوند. دسترسی به مزارع از طریق جاده زمینی و یا راه آبی اهمیت زیادی دارد. نزدیکی به جاده، حمل و نقل مواد اولیه مورد نیاز و همچنین محصولات و فرآورده‌ها، دسترسی به آب شیرین و مراکز شهری و خدماتی را آسان می‌کند [۱]. برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا بازار محلی و عمل‌آوری استفاده شد [۹ و ۱۱]. حمل محصول میگو به بازار و کارخانه عمل‌آوری نباید بیش از ۱ ساعت طول بکشد. به این ترتیب علاوه بر کاهش هزینه‌های بالاسری، کیفیت میگوها در بالاترین حد ممکن حفظ شود.

در حال حاضر ۳۸۰۰ هکتار از اراضی مزارع پرورش میگو در استان وجود دارد. با توجه به استعداد منطقه و اعمال سیاست‌های آینده نگرانه و در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی سطح پرورش مزارع میگو را می‌توان تا ۸۶ درصد (۲۴۰۴۲ هکتار) گسترش داد. مهم‌ترین عامل محدود کننده شایستگی اراضی منطقه جهت پرورش میگو تعداد کم هجری عرصه‌ها در سواحل شمالی استان بوشهر است که می‌توان با توسعه تعداد هجری عرصه‌ها در این مناطق، مکان‌های مناسب پرورش میگو را توسعه داد. توجه به معیارهای مانند سیل‌گیر بودن منطقه، سطح کلروفیل A، اکسیژن محلول آب، سطح آب زیرزمینی و نوسانات جزر و مدی که در انتخاب مکان‌های مناسب این کاربری ضروری است.

آلی (عامل ایجاد بیماری آبشش سیاه) می‌شوند، که برای ساخت خاکریز مناسب نیستند [۲۳].

برای تعیین مکان مناسب پرورش میگو، از گزینه‌های فاصله تا هجری، فاصله تا جاده، فاصله تا بازار محلی و تراکم جمعیت معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی استفاده می‌شود. بنابراین، در این مطالعه نیز با استفاده از مطالعه گزینه‌های فاصله تا هجری، فاصله تا جاده، فاصله تا بازار محلی و تراکم جمعیت معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی محاسبه شد. برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا هجری استفاده شد [۵، ۱۱، ۱۳ و ۱۴]. نزدیکی مزارع میگو به مراکز تکثیر نیز دارای اهمیت است. در صورتی که مزرعه در فاصله زیادی از مراکز تکثیر واقع شده باشد، حمل و نقل لاروها در فاصله طولانی تری انجام شده و موجب ایجاد تنش به لارو می‌گردد. این امر افزون بر تحمیل هزینه اضافی، تلفات قبل و بعد از ذخیره‌سازی را افزایش می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از گزینه فاصله تا هجری در این تحقیق به ترتیب حدود ۱ درصد مناطق بسیار مناسب، ۲/۳ درصد مناطق مناسب، ۷/۷ درصد مناطق نسبتاً مناسب و ۸۹ مناطق درصد نامناسب هستند. عامل محدود کننده در این گزینه، تعداد کم هجری عرصه‌های سواحل شمالی استان بوشهر است که با توسعه تعداد هجری عرصه‌ها در این مناطق، می‌توان مکان‌های مناسب پرورش میگو را توسعه داد.

برای تعیین طبقات شایستگی معیار زیرساخت‌های اقتصادی-اجتماعی از گزینه فاصله تا جاده استفاده شد [۱۶ و ۱۷]. مزارع پرورشی میگو بایستی در نزدیکی

## References

- [1]. Aguilar-Manjarrez J., & Nath, S. S. (1998) A strategic reassessment of fish farming potential in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 170 p.
- [2]. Azimi Hosseini, M., Nazarifar, M.H., & Momeni, R. (2013) Application of GIS in site selection, Mehreganeghalam Press, 304 p (in Farsi).
- [3]. Berlanga-Robles, C.A., Ruiz-Luna, A., Bocco, G., & Vekerdy, Z. (2011) Spatial analysis of the impact of shrimp culture on the coastal wetlands on the Northern coast of Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 54 (7), 535-543.
- [4]. Cheraghi, M., Lorestani B., & Sobhan Ardakani, S. (2010) Site selection for Susceptible aquaculture in the Hamedan province using GIS, The First National Conference consumption pattern of reform with a focus on natural resources, agriculture and veterinary further details, 16-17 February 2010, Zabol - University of Zabol, Iran, 7 p (in Farsi).
- [5]. Chen K.J., & Ramos, S. L. (1989) Prawn Farming: Hatchery and GrowOut Operations, West Point Aquaculture Corporation. metro manila Philippines, 186 p.

- [6]. Dahdouh-Guebas, F., Zetterström, T., Rönnbäck, P., Troell, M., Wickramasinghe, A., & Koedam, N. (2002) Recent changes in land-use in the Pambala-Chilaw lagoon complex (Sri Lanka) investigated using remote sensing and GIS: conservation of mangroves vs. development of shrimp farming. *Environment, development and sustainability*, 4 (2), 185-200.
- [7]. De Graaf, G. (2003) Geographic information systems in fisheries management and planning: technical manual. vol 449. Food & Agriculture Org. 162 p.
- [8]. FAO. (1984) Aquaculture development and coordination programme, Inland Aquaculture Engineering (trans: Department FaA). Lectures presented at the ADCP Inter-regional Training Course, Budapest, 6 June-3 September, 220 p.
- [9]. Ghayoumian, J., Mohseni Saravi, M., Feiznia, S., & Nouri, B., Malekian, A. (2007) Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30 (2), 364-374.
- [9]. Ghodsipour, S.H. (2012) Analytical Hierarchy Process, Center Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic) Press, 244 p (in Farsi).
- [10]. Giap, D.H, Yi, Y., & Yakupitiyage, A. (2005) GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam. *Ocean & Coastal Management*, 48 (1), 51-63.
- [11]. Gupta, M.C., Krishnarajan, V. P., Nayak, S. (2001) Brackish water aquaculture site selection in coastal track of kannanore (Kerala) using remote sensing and GIS techniques. *Journal Indian Society Remote Sensing*, 29 (1-2), 79-83.
- [12]. Hadipour, A. (2007) Determine appropriate site for aquaculture on the coast areas using GIS and multi-criteria evaluation. Faculty of Civil and Environmental Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, 79 p (in Farsi).
- [13]. Hadipour, A., Vafai, F., & Ahmadi, S. (2008) Locating shrimp farms using GIS and fuzzy multi-criteria decision. 8th International Conferences on Coasts, Ports and Marine Structures, 24- 26 November, Tehran, Iran. 8 p (in Farsi).
- [14]. Hakley, M., & Feilelson, E. (1998) The potential of a GIS-based scoping system. *Journal of Environmental Impact Assessment*, 18 (5), 439-459.
- [15]. Hossain M.S., Chowdhury, S.R., Das, N. G., Sharifuzzaman, S.M., & Sultana, A. (2009) Integration of GIS and multicriteria decision analysis for urban aquaculture development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*, 90 (3-4), 119-133.
- [16]. Hossain M.S., & Das, N.G. (2010) GIS-based multi-criteria evaluation to land suitability modelling for giant prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70 (1), 172-186.
- [17]. Jalali Jafari, B. (2010) Health management of cultured shrimp, Faculty of Veterinary Medicine, Noorbakhsh Press. 256 p (in Farsi).
- [18]. Jalali Jafari, B., & Dawlatabadi, M. (2003) Integrated health care technical standards and regulations, licensing brine shrimp, The office of public health monitoring and combating disease fish health office, 12 p (in Farsi).
- [19]. Karthik M., Suri, J., Saharan, N., & Biradar, R.S. (2005) Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system. *Aquacultural Engineering*, 32 (2), 285-302.
- [20]. Kungvankij P., Tiro, Jr. L., Pudadera, Jr. L., Potestas, I., Corre, K., Borlongan, E., Talean, G., Bustilo, L., Tech, E., & Unggui, A. (1986) Shrimp hatchery design, operation and management. 458 p.
- [21]. Kungvankij, P., Chua, T-E., Pudadera, Jr. B., Corre, K., Borlongan, E., Tiro, Jr. L., Potestas, I., & Talean, G. (1988) Shrimp culture: pond design, operation and management, 76 p.
- [22]. Longdill, P. C., Healy, T. R., & Black, K. P. (2008) An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management

- area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51 (8-9), 612-624.
- [23].Makhdoum M.F. (2013) Fundamental of land use planning. University of Tehran Press, 289 pp.
- [24].Malczewski, J. (1999) GIS and Multicriteria Decision Analysis. illustrated edn. John Wiley & Sons, 392 p.
- [25].Malczewski, J. (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 703-726.
- [26].Marinoni, O. (2004) Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS. *Computers & Geosciences*, 30 (6), 637-646.
- [27].Nath, S. S., Bolte, J. P., Ross, L. G., & Aguilar-Manjarrez, J. (2000) Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23 (1), 233-278.
- [28].Pars Peyab Consulting Engineers (PPCE). (2013) Report on survey potential facilities in Bushehr shrimp, Iranian Fisheries Company, 126 p (in Farsi).
- [29].Pontius, Jr. R.G., & Schneider, L.C. (2001) Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85 (1-3), 239-248.
- [30].Rajitha, K., Mukherjee, C.K., & Vinu Chandran, R. (2007) Applications of remote sensing and GIS for sustainable management of shrimp culture in India. *Aquacultural Engineering*, 36 (1), 1-17.
- [31].Saaty, R.W. (1987) The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9 (3-5), 161-176.
- [32].Salam, M.A., Ross, L.G. (2000) Optimising site selection for development of shrimp (*Penaeus monodon*) and mud crab (*Scylla serrata*) culture in South-western Bangladesh. In: 14th Annual Conference on Geographic Information Systems, Proceedings of the GIS, 2000. 13-16 p.

## Site selection for shrimp farming in order to use saline water in arid and desert region using GIS and multi criteria decision making model

1- F. Amiri, Associate Professor, Department of Engineering, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

famiri@iaubushehr.ac.ir

2- T. Tabatabaie, Assistant Professor, Department of Engineering, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

3- H. Faqih, MSc Student, Department of Fisheries, Bushehr Branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

Received: 06 Jan 2016

Accepted: 18 Jul 2016

### Abstract

This study was conducted to identify appropriate sites for shrimp farming development in North costal of the province of Boushehr using Geographical Information Systems (GIS). Base layers (thematic maps) were grouped into four main land use requisites for aquaculture, namely, potential for pond construction (slope, land use type, soil depth, elevation), soil quality (soil type, texture, and pH), water availability (distance to sea, and water source), infrastructure and socio-economical status (population density, distance to roads, local markets, and hatcheries). A constraint layer was used to exclude areas from suitability maps that were not allowed to implement shrimp farming. A series of GIS models were developed to identify and prioritize the most suitable areas for shrimp farming. This study shows that the land evaluation model is useful for identifying suitable areas for shrimp farming and for allocating land for an efficient increase in income, effective conservation, and sustainable land management. It was estimated that about 1.7% (1083 ha) of the total land area were highly suitable and, 41.6% (26759 ha) were suitable in the northern costal of Bushehr for shrimp farming. Curve Relative Operating Characteristic (ROC) method was used to assess of the accurany of model. Amount of ROC method was 0.734. Field results show that since existing shrimp farms cover only (3800 ha) of land, the potential for development of shrimp farms should take into 86% (24042 ha), consideration further political and environmental issues.

**Keywords:** Shrimp Farming; Site selection; GIS; Multi-criteria evaluation; Saline water; Arid and desert region.