

# پهنه بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی با استفاده از تلفیق روش AHP/GIS (مطالعه‌ی موردی: رودخانه چلونند - استان گیلان)

عادل حسین جانی\*<sup>۱</sup>، حسین خارا<sup>۲</sup>، فریبرز جمالزاد فلاح<sup>۳</sup>، مریم حقیقی خمایی<sup>۳</sup>

۱- پژوهشکده آبی‌پروری آبهای داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران،

صندوق پستی: ۲۶

۲- گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۳- پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی گیلان، رشت، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۱

## چکیده

در دهه‌های اخیر سرمایه‌گذاری در بخش تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی رشد روزافزونی در کشور داشته است. یکی از مهم‌ترین دغدغه‌ها در مدیریت شیلاتی، یافتن مناطق و پهنه‌های مناسب به منظور سرمایه‌گذاری در بخش آبی‌پروری با رویکرد توسعه پایدار است. این پژوهش با هدف پهنه‌بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی در رودخانه چلونند با استفاده از تلفیق روش تحلیل فرآیند سلسله‌مراتبی و سامانه اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است. در این مطالعه شاخص‌ها و ضوابط انتخاب مناطق مناسب پرورش ماهیان سردآبی شامل شاخص‌های زیستی، اقتصادی - اجتماعی و بوم‌شناختی شناسایی گردیدند. استانداردهای مختلف برای شاخص‌ها با استفاده از منابع موجود و نظرات خبرگان شیلاتی تعیین گردید. سپس شاخص‌ها در قالب تهیه پرسشنامه و توزیع در بین ۳۶ نفر از کارشناسان و خبرگان شیلاتی براساس فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و مقایسه زوجی مورد ارزیابی و وزن‌دهی قرار گرفتند. سپس با استفاده از استاندارد نمودن نقشه‌ها با کمک معیارهای محدودیت و همچنین روش همپوشانی لایه‌های مختلف وزن داده شده در محیط نرم افزار ArcGIS ۹.۳، پهنه‌های مناسب برای احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی در منطقه مطالعاتی مشخص گردیدند. براساس نتایج به دست آمده بیشترین وزن به شاخص‌های کیفیت آب، ایمنی فعالیت و هیدرولوژی منطقه به ترتیب با ۰/۱۳۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۱۲۳ اختصاص یافت. با توجه به محدوده مطالعاتی ۴۷٪ از اراضی حاشیه رودخانه چلونند در استان گیلان به عنوان پهنه‌های مناسب احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی تعیین گردید که قابلیت برنامه‌ریزی برای توسعه آبی‌پروری در این بخش را دارد.

**کلمات کلیدی:** فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، مکان‌یابی، آبی‌پروری، توسعه پایدار، رودخانه چلونند، استان گیلان.

## مقدمه

پیامدهای منفی آبرزی پروری غیراصولی و غیرکارشناسانه در بخش‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و بوم‌شناختی می‌تواند بسیار شدید و غیرقابل جبران باشد (Telfer et al., 2009). فرآیند تصمیم‌گیری در انتخاب یک مکان مناسب برای سرمایه‌گذاری آبرزی پروری در اغلب موارد بوسیله تعداد زیادی از گزینه‌ها و نتایج غیرقطعی، شرکت کنندگان مختلف با اهداف متضاد و متفاوت و در شرایط و تعاملات پیچیده تعریف می‌شوند. شاخصها در اغلب مواقع کاملاً با یکدیگر متضاد و غیر قابل اندازه‌گیری بوده و ارزیابی شاخصهای کیفی نیز بسیار مشکل است که تنها می‌توان آنها را با استفاده از مقایسه‌های توصیفی به خوبی ارزیابی نمود. این امر به ناچار ما را به سمت استفاده از سیستمهای پشتیبان تصمیم از جمله سیستم خبره (Expert System) و نظر کارشناسان متخصص سوق می‌دهد. از طرفی پیچیدگی مسایل در انتخاب یک مکان سبب شده که تصمیم‌گیرنده به تنهایی نتواند تمام جوانب لازم برای مدیریت و برنامه‌ریزی را در نظر بگیرد (Al-shalabi et al., 2006). لذا ضروری است که از تصمیم‌سازان متعدد با تخصصها و مهارتهای مرتبط در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده گردد (Padala & Zilber, 1991). امروزه با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multiple Criteria Decision Making)، معیارهای مختلف کمی و کیفی در اولویت‌بندی و انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و با بکارگیری این توانایی می‌توان ریسک در سرمایه‌گذاری‌ها را به حداقل رسانید (Malczewski, 1997). استفاده از روشهای مختلف تصمیم‌گیری و تلفیق آن با سیستم‌های اطلاعات

جغرافیایی (Geographic information system) در مکانیابی و پهنه‌بندی یکی از روشهای نوین به منظور برنامه‌ریزی در توسعه آبرزی پروری است که مطالعات بسیاری با استفاده از توانایی‌های این علم در این زمینه صورت گرفته است (Kapetsky & Travaglia, 1995). از مهمترین قابلیت‌های GIS، امکان انجام آنالیزهای پیچیده با مجموعه داده‌های مختلف مکانی و غیرمکانی به صورت توأم است. به این معنا که می‌توان در GIS روش‌های مختلف را با یکدیگر ترکیب و از تلفیق داده جهت مدل‌سازی، مکان‌یابی و تعیین مکان-های مناسب از طریق ارزش‌گذاری استفاده نمود. به منظور تلفیق و ترکیب معیارها، روش‌های متفاوتی وجود دارد که از مهمترین آنها می‌توان به همپوشانی شاخص‌ها (Overlay) و منطق فازی اشاره نمود (Malczewski, 2007). وزن‌دهی به شاخص‌ها و معیارها با استفاده از روشهای مختلفی مانند AHP، SAW، Ranking صورت می‌گیرد (قدسی پور، ۱۳۸۵). در سال ۱۹۹۵ پژوهشی توسط Kapetsky و Travaglia به منظور ارزیابی شاخص‌های توسعه آبرزی پروری در منطقه آمریکای لاتین صورت گرفت و در آن با در نظر گرفتن معیارهای بیوفیزیکی، اجتماعی و اقتصادی با استفاده از داده‌های مکانی و از طریق مقایسه زوجی بین شاخص‌ها و وزن‌دهی به آنها، پهنه‌های مناسب آبرزی پروری در مناطق مذکور تعیین گردید. با روند رو به رشد بکارگیری سیستم‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) و GIS در جنبه‌های مختلف علوم، Nath و همکارانش (۲۰۰۰) با تلفیق روش‌های ارزیابی چندمعیاره و GIS در مطالعات آبرزی پروری راهکارها و مباحث نوینی در این زمینه ارائه نمودند. با افزایش کاربرد تکنیک‌های مختلف

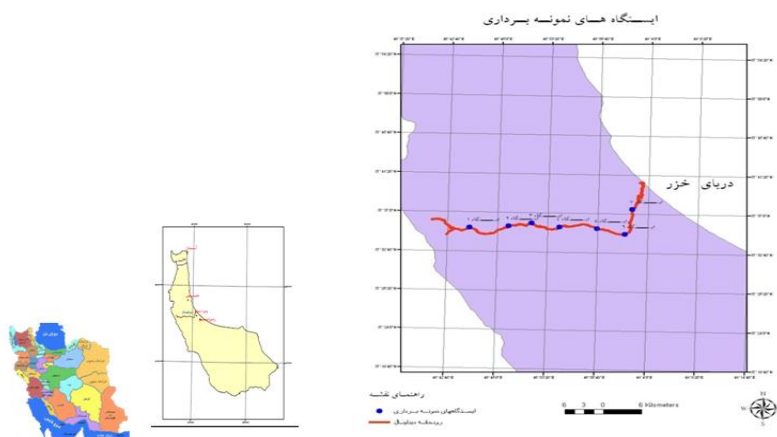
می‌سازد و باتوجه به مقایسه زوجی بین معیارها قضاوت‌ها را تسهیل می‌نماید. همچنین این تکنیک میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای این روش در تصمیم‌گیری چند معیاره به شمار می‌آید (قدسی پور، ۱۳۸۵). در این پژوهش از رویکرد تحلیل چند معیاره برای ترکیب لایه‌های شاخص‌های موثر در پهنه بندی با استفاده از GIS استفاده شد. این مطالعه باتوجه به هدف پژوهش به منظور پهنه‌بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی در رودخانه چلوندر استان گیلان صورت گرفت و به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر از تلفیق روش AHP و همپوشانی در محیط GIS استفاده گردید.

## مواد و روش‌ها

### محدوده‌ی مورد مطالعه

رودخانه چلوندر منطقه شهرستان آستارا در استان گیلان و در طول‌های شرقی ۳۸ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۱۸ درجه ۴۸ دقیقه و عرض شمالی ۵۲/۵ درجه تا ۴۸ دقیقه و ۴۰ درجه ۲۱ دقیقه واقع گردیده است. این رودخانه از کوه‌های غربی میاکومه، گونش، باباعلی و چهل چشمه در ارتفاعات حدود ۲۰۰۰ متری نواحی مرکزی مشترک گیلان و اردبیل سرچشمه می‌گیرد و طول بازه‌ی ۳۳ کیلومتریاز سرمنشأ تا مصب رودخانه از غرب به شرق وارد دریای خزر می‌گردد (شکل ۱). رودخانه چلوندر یکی از مهمترین رودهای گیلان در فصل تخم‌گذاری ماهیان استخوانی است. به دلیل پرآب بودن این رودخانه در فصل بارندگی، خطر طغیان نیز در دوره‌هایی ساکنان حاشیه این رودخانه را تهدید می‌کند.

تصمیم‌گیری و GIS، مطالعات مختلفی در مکان‌یابی آبرزی پروری صورت گرفت که می‌توان به موارد زیر از جمله مکان‌یابی به منظور پرورش صدف کلم در فلوریدا (Arnold et al., 2000)، تعیین مناطق مناسب احداث سایت پرورش اسکالوپ در خلیج Sungo چین (Bacher et al., 2003)، تعیین مناطق مناسب احداث سایت پرورش ماهی در قفس در جزایر فناری (Perez et al., 2005) اشاره نمود. همچنین ElGayar و Leung در سال ۲۰۰۱ مطالعاتی در مورد بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به منظور بررسی عوامل ریسک در آبرزی پروری انجام دادند. در ایران نیز مطالعات معدودی در این زمینه انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به بکارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای در اولویت بندی شاخص‌های پرورش میگو (سامانی و همکاران، ۱۳۸۹) و اولویت‌بندی طرح‌های تحقیقات کشاورزی با تاکید بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۵) اشاره نمود. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process) یکی از متداول‌ترین روشها برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که در سال ۱۹۷۹ توسط توماس ال ساعتی ارائه گردید. AHP این امکان را به تصمیم‌گیران می‌دهد که معیارهای مختلف کمی و کیفی را وزن‌دهی نماید. سپس با بکارگیری روش همپوشانی شاخص‌ها و با استفاده از لایه‌های حاصل از استاندارد نمودن نقشه‌ها (با استفاده از معیارهای محدودکننده) می‌توان لایه‌های مختلف وزن‌دار را تلفیق و مکان‌ها و پهنه‌های مناسب را تعیین نمود (Malczewski, 1997). فرآیند AHP امکان تحلیل اثرگذاری روی معیارها و زیرمعیارها را فراهم



شکل ۱: نقشه‌ی موقعیت مکانی رودخانه چلونند در استان گیلان

به کیفیت آب (اکسیژن محلول، pH و دمای آب) و دبی آب نیز با توجه به طول مسیر در دسترس رودخانه، ۷ ایستگاه تعیین و نمونه برداری در آنها در چهار فصل با استفاده از دستگاه مولتی متر WTW multi 340i صورت گرفت (جدول ۱). مختصات جغرافیایی ایستگاه‌ها نیز توسط دستگاه GPS گارمین ثبت شد. سپس اطلاعات مکانی گردآوری شده از منابع مختلف در محیط نرم‌افزاری ArcGIS9.3 پردازش و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

اجرای روش این پژوهش مبتنی بر روش ارائه شده توسط Jankowski (۱۹۹۵) و Malczewski (۱۹۹۷) بوده است. این فرآیند با استفاده از لایه‌های Reclassify و استاندارد شده از نقشه‌های ایجاد شده به کمک معیارهای محدودیت (جدول ۱) و سپس از روی هم‌گذاری لایه‌های مختلف انجام گرفت و پهنه‌های مناسب برای احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی مشخص گردیدند. برای اجرای این عملیات با استفاده از همپوشانی لایه‌های وزن داده شده در محیط نرم‌افزاری ArcGIS 9.3، ابتدا لایه‌های مربوط به هر یک از شاخص‌ها آماده و سپس جهت انتخاب پهنه‌های مناسب مورد استفاده قرار گرفت. در گام نخست اعتبار

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه ابتدا شاخص‌ها، معیارها و ضوابط انتخاب مناطق مناسب احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی استانداردهای مربوطه شناسایی و بررسی گردیدند. عوامل موثر در مکانیابی و پهنه‌بندی را به سه گروه اصلی عوامل بوم‌شناختی، عوامل زیست‌شناختی و عوامل اقتصادی و اجتماعی تقسیم می‌شوند (Kovari, 1984). با بررسی عوامل یاد شده، پرداختن به زیر معیارهای مرتبط با آنها، معیارهای موثر در پهنه‌بندی مناطق مناسب احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی به صورت شکل ۲ طبقه‌بندی گردید. سپس لایه‌های اطلاعاتی GIS مربوط به هر شاخص تهیه گردید و با استفاده از نرم‌افزارهای GIS هر یک از این لایه‌ها براساس میزان اثرگذاری در تعیین مناطق مناسب برای احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی آماده‌سازی گردیدند. برای تهیه نقشه لایه‌های پهنه‌بندی از نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استان گیلان تهیه شده در سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده و اطلاعات و لایه‌های مربوط به چشمه‌ها، چاه، نقشه‌ی هیدرولوژیکی منطقه، امکانات زیربنایی، شیب و ارتفاع از آن استخراج گردید. به منظور تولید لایه‌های مربوط

ارزش‌دهی و از طریق فرآیند AHP معرفی شده توسط Saaty (۱۹۸۰) در نرم افزار Expert Choice مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، محاسبه وزن و تخمین نسبت توافق به روش ترکیب وزنی خطی (Weighted linear Combination)، وزن نهایی هر یک از شاخص‌ها بدست آمد. معیارهای مورد استفاده در پهنه‌بندی احداث کارگاه‌های پرورش بر اساس بررسی منابع، استانداردها و قوانین موجود به شرح جدول ۲ بوده است.

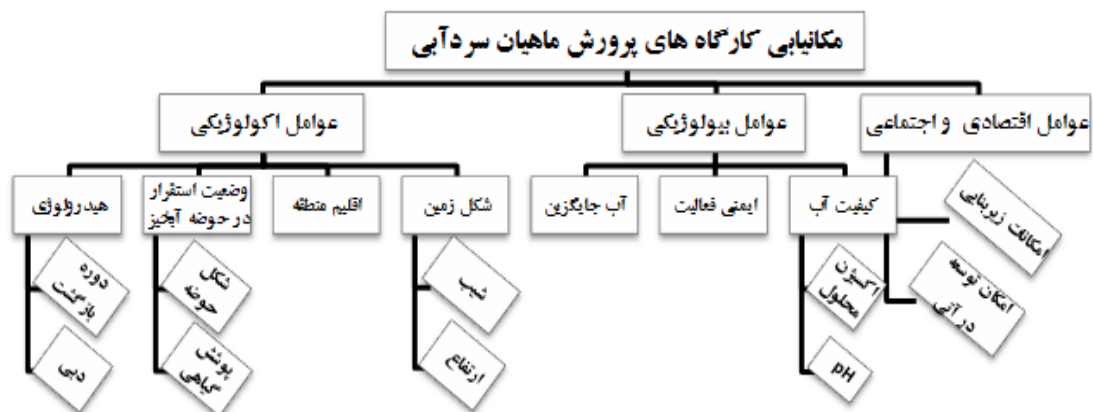
۳۶ پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط کارشناسان و بهره برداران خبره علوم شیلاتی در نرم افزار SPSS18 مورد سنجش قرار گرفت. میزان اهمیت شاخص‌های مختلف در موضوع پژوهش توسط پاسخ‌دهندگان به روش طیف لیکرت بین ۱ تا ۵ تعیین گردید. با این توضیح که میزان اثربخشی یا اهمیت شاخص از امتیاز ۱ به ۵ شرایط از کمترین اهمیت تا اهمیت بسیار بالا سوق می‌یابد. به منظور اولویت‌بندی مناطق تعیین شده در فرآیند همپوشانی، میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها با استفاده از اطلاعات استخراج شده از پرسشنامه‌ها،

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی
۱	48°44'3.842"E 38°15'57.094"N
۲	48°46'52.384"E 38°15'50.072"N
۳	48°48'2.726"E 38°16'7.695"N
۴	48°49'3.702"E 38°16'22.804"N
۵	48°50'12.74"E 38°17'5.061"N
۶	48°51'12.666"E 38°17'16.406"N
۷	48°52'5.13"E 38°17'40.646"N

جدول ۲: ضوابط مورد استفاده در رتبه‌بندی بر اساس نظر خبرگان شیلاتی

معیارهای اصلی	زیر معیارها
دسترسی به آب جایگزین	چشمه، چاه، رودخانه فرعی
هیدرولوژی منطقه	دوره بازگشت سیلاب، دبی
ایمنی فعالیت	تراکم سایت در منطقه
وضعیت استقرار سایت در حوضه آبخیز	پوشش گیاهی بالادست
کیفیت آب	اکسیژن، pH، دمای آب
دسترسی به امکانات زیربنایی	جاده
اقلیم منطقه	-
امکان توسعه در آینده	وسعت زمین
شکل زمین	شیب، ارتفاع



شکل ۲: درخت تصمیم‌گیری معیارها و زیرمعیارهای تعیین شده

با توجه به منابع و نظرات کارشناسان نحوه امتیازدهی برای هر شاخص استانداردسازی و طبقه‌بندی هر شاخص با توجه به نوع شاخص در طبقه‌بندی دو و سه گانه مطابق جداول ۳، ۴ و ۵ صورت گرفت.

جدول ۳: معیارها، زیر معیارهای اقتصادی-اجتماعی و طبقات امتیازدهی به آنها

امتیاز	معیار امتیازدهی	زیر معیار	معیار اصلی
۲	فاصله تا جاده کمتر از ۳ کیلومتر	جاده	دسترسی به امکانات زیربنایی
۱	فاصله تا جاده بیشتر از ۳ کیلومتر		
۲	وسعت زمین بیشتر از ۶۰۰۰ متر مربع	امکان توسعه در آینده	امکان توسعه در آبی
۱	وسعت زمین کمتر از ۶۰۰۰ متر		

جدول ۴: شاخص‌ها، زیر شاخص‌های بیولوژیکی و طبقات امتیازدهی به آنها

امتیاز	معیار امتیازدهی	زیر معیار	معیار اصلی
۳	عدم وجود سایت در بالا دست	تراکم سایت در منطقه	ایمنی فعالیت
۲	وجود سایت در بالا دست بیشتر از ۳ Km		
۱	وجود سایت در بالا دست کمتر از ۳ Km با رعایت موازین تخلیه پساب		
۲	وجود سایت در بالا دست کمتر از ۳ Km بدون رعایت موازین تخلیه پساب	چشمه، چاه، رودخانه فرعی	دسترسی به آب جایگزین
۱	عدم وجود آب جایگزین		
۲	در داخل محدوده طرح	pH	کیفیت آب (Boyd, ۱۹۹۰)
۱	$6/5 < pH < 8$		
۱	$8 < pH < 9$		
۲	$5/5 < pH < 6/5$	دمای آب	کیفیت آب (Boyd, ۱۹۹۰)
۱	۲۲ > دمای آب < ۱۰		
۱	دما بالاتر از ۲۲ درجه سانتیگراد		
۱	دما کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد	اکسیژن محلول	کیفیت آب (Boyd, ۱۹۹۰)
۲	اکسیژن محلول بیشتر از ۶ mg/l		
۱	اکسیژن محلول ۵-۶ mg/l		

جدول ۵: شاخص‌ها، زیر شاخص‌های اکولوژیکی و طبقات امتیازدهی به آنها

امتیاز	معیار اصلی	زیرمعیار	معیار امتیازدهی
۳	هیدرولوژی منطقه	دوره بازگشت سیلاب	عدم وقوع سیلاب در منطقه در ۲۰ سال گذشته
۲			وقوع یک بار سیلاب در منطقه در ۲۰ سال گذشته
۱		وقوع بیشتر از یک بار سیلاب در منطقه در ۲۰ سال گذشته	
۲	وضعیت استقرار سایت در حوضه آبخیز	دبی	بیشتر از ۲۰۰ لیتر در ثانیه
۱			۲۰۰ تا ۱۰۰ لیتر در ثانیه
۲	اقلیم منطقه (پرورش ماهیان سردابی)	پوشش گیاهی	جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه، جنگل دست کاشت، مرتع
۱			جنگل تنک، کشت آبی و دیم، ماسه زار، مناطق مسکونی
۲	شکل زمین (محدوم، ۱۳۹۰)	شیب	اقلیم مناسب
۱			اقلیم نامناسب
۲	ارتفاع	شیب	شیب تا ۱۵ درصد
۱			شیب بالاتر از ۱۵ درصد
۲		ارتفاع ۰ تا ۲۰۰۰ متر	
۱		ارتفاع > ۲۰۰۰ متر	

## نتایج

ایمنی فعالیت و هیدرولوژی منطقه به ترتیب با ۰/۱۳۵ ، ۰/۱۲۵ و ۰/۱۲۳ اختصاص یافت. همچنین وزن نهایی شاخص‌های اصلی و فرعی به شرح جداول ۷ و ۸ محاسبه شد.

بر اساس نتایج بدست آمده اهمیت هر یک از معیارها بر اساس ماتریس مقایسه زوجی AHP نرمالیزه شده و ضریب اهمیت شاخص‌ها به ترتیب جدول ۷ مشخص گردید. بیشترین وزن به شاخص کیفیت آب،

جدول ۶: فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و دبی آب اندازه گیری شده در ایستگاه‌های نمونه برداری در رودخانه چلونند

نام ایستگاه	دبی آب Lit/s	دمای آب °C	pH	اکسیژن محلول
۱	۱۱۸۰	۱۲/۱	۸	۱۱/۱
۲	۱۲۰۰	۱۲/۱	۸	۱۱/۱
۳	۱۲۱۰	۱۲/۸	۷/۹	۱۰
۴	۱۲۰۰	۱۳/۶	۷/۹	۱۰/۷
۵	۱۶۰۰	۱۳/۶	۷/۸	۱۰/۱
۶	۲۵۰۰	۱۵/۵	۷/۶	۱۰
۷	۲۸۳۰	۱۶/۷	۷/۱	۹/۸

جدول ۷: وزن نهایی شاخص‌های فرعی

جمع	شکل زمین	مکان توسعه در آینده	اقلیم منطقه	دسترسی به امکانات زیربنایی	کیفیت آب	وضعیت استقرار مکان در حوضه آبخیز	ایمنی فعالیت	هیدرولوژی منطقه	دسترسی به آب جایگزین	شاخص
1	۰/۱۰۰۴	۰/۱۰۰۸	۰/۰۹۶	۰/۱۰۶	۰/۱۳۵	۰/۱۰۰۹	۰/۱۲۵	۰/۱۲۳	۰/۱۰۹	امتیاز نهایی

بر اساس نتایج استخراج شده از مقایسه زوجی شاخص‌ها بیشترین وزن به معیار کیفیت آب، ایمنی فعالیت و هیدرولوژی منطقه (جدول ۸) به ترتیب با

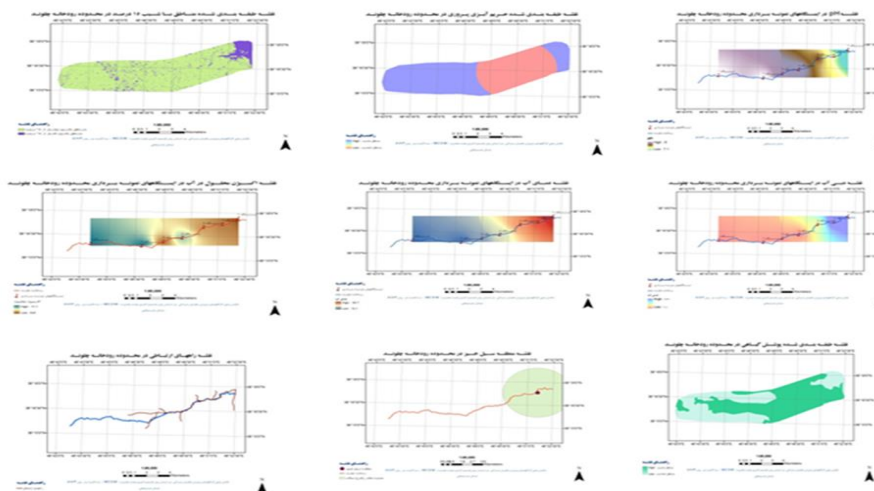
۰/۱۳۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۱۲۳ اختصاص یافت. همچنین وزن نهایی معیارهای اصلی به شرح ذیل محاسبه شد.

جدول ۸: وزن نهایی شاخص‌های اصلی

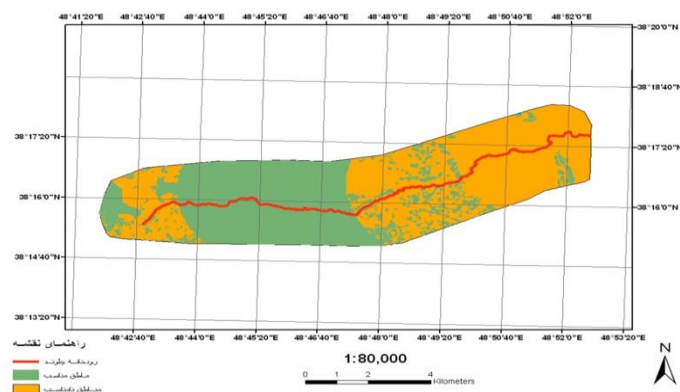
شاخص	عوامل اکولوژیکی	عوامل اقتصادی-اجتماعی	عوامل بیولوژیکی
امتیاز نهایی	۰/۴۴	۰/۳۳	۰/۲۰۸

وجود دو کارگاه پرورش ماهی در حاشیه رودخانه چلونند در فاصله‌ی کمتر از ۳ km از یکدیگر و عدم بکارگیری مدیریت صحیح در تصفیه پساب از عوامل محدودکننده قابلیت توسعه آبرزی پروری در منطقه محسوب می‌شود. با این وجود ۴۷٪ از اراضی حاشیه رودخانه با توجه به محدوده مطالعاتی به عنوان پهنه‌های مناسب توسعه تعیین گردیده که قابلیت برنامه ریزی به منظور توسعه آبرزی پروری را دارد. پهنه‌های مناسب احداث مزارع پرورش ماهیان سردآبی پس از اعمال ضرایب اهمیت مطابق نقشه ی تصویر ۳ می‌باشد.

وجود دو کارگاه پرورش ماهی در حاشیه رودخانه چلونند در فاصله‌ی کمتر از ۳ km از یکدیگر و عدم بکارگیری مدیریت صحیح در تصفیه پساب از عوامل محدودکننده قابلیت توسعه آبرزی پروری در منطقه محسوب می‌شود. با این وجود ۴۷٪ از اراضی حاشیه رودخانه با توجه به محدوده مطالعاتی به عنوان پهنه‌های مناسب توسعه تعیین گردیده که قابلیت برنامه ریزی به منظور توسعه آبرزی پروری را دارد. پهنه‌های مناسب احداث مزارع پرورش ماهیان سردآبی پس از اعمال ضرایب اهمیت مطابق نقشه ی تصویر ۳ می‌باشد.



شکل ۳: نقشه‌ی لایه‌های طبقه‌بندی شده معیارها و زیرمعیارها



شکل ۴: نقشه‌ی پهنه‌های مناسب احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی در محدوده‌ی رودخانه چلونند

## بحث

با توجه به این موضوع که اکثر تصمیمات شیلاتی همچون تعیین مکان استقرار قفس با فضا سروکار دارد و عوامل متعددی بر موضوعات فضایی می‌تواند تاثیرگذار می‌باشند لذا به نظر می‌رسد استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره در تلفیق با GIS ابزار قدرتمندی به منظور تصمیم‌گیری در مورد مسائل پهنه بندی، مکانیابی سایت‌ها و سایر بخشهای مدیریت شیلاتی باشد (حسین جانی، ۱۳۹۴). این بررسی نشان داد استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) و وزن دهی شاخص‌ها به روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توانایی بالایی در تعیین اهمیت هر یک از شاخص‌ها و میزان اثرگذاری آنها در رسیدن به پهنه‌بندی مناطق مناسب جهت احداث کارگاه‌های پرورش ماهیان سردآبی دارد. همچنین نتایج مطالعات انجام شده در این راستا نشان می‌دهد بکارگیری این فرآیند و تلفیق آن با GIS در مکانیابی این امکان را برای تصمیم‌گیران فراهم می‌سازد تا معیارهای مختلف کمی و کیفی را با در نظر گرفتن نظرات چندین کارشناس و بهره‌بردار لحاظ نموده و در نتیجه سبب کاهش اثر تفسیرهای متفاوت و احتمالی از شاخص‌ها گردند (Malczewski, 2007).

در مطالعات انجام شده توسط Vafaie و همکاران (۲۰۱۵) مقایسه نتایج حاصل از بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS در مکان‌یابی مزارع میگو و همچنین ارزیابی صحت این روش در فضای عملیاتی، نشانگر دقت و کاربردی بودن آن بوده است و مشخص گردید مناطق تعیین شده با قابلیت توسعه مناسب با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر GIS از اعتبار بالایی برخوردار بوده است.

همچنین از مزایای این روش می‌توان به اصلاح خطاها و تکرار فرآیند تصمیم‌گیری برای دستیابی به نتایج بهینه اشاره نمود (Jankowski, 1995). تعیین مناطق مناسب احداث کارگاههای پرورش ماهیان و میزان تولید در آنها باید با رعایت استانداردهای آبزی‌پروری و مدیریت مزارع از جمله نصب سیستم‌های تصفیه پساب صورت گیرد تا از بروز هر گونه مشکل در منطقه جلوگیری گردد (مهدیزاده و همکاران، ۱۳۹۶).

مطالعات انجام شده توسط Nath و همکاران (۲۰۰۰) بیانگر این امر است که عدم دسترسی به داده‌های صحیح، انتخاب نادرست پاسخ دهندگان به پرسشنامه‌ها می‌تواند سبب بروز خطا در پردازش داده‌ها و دستیابی به نتایج مناسب گردد که در تحقیق پیش رو پرسشنامه‌های اولیه جمع‌آوری شده از پاسخ دهندگان و استخراج داده‌های جمع‌آوری شده این امر را تایید کرد. نتایج نشانگر این نکته بوده است که شاخص‌های اکولوژیکی از اهمیت بالایی نسبت به معیارهای دیگر بوده‌اند که با نتایج بدست آمده توسط Pérez و همکاران (۲۰۰۵)، El-Gayar و همکاران (۲۰۰۱) و Malczewski (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین نتایج نشان داد شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی نیز در جایگاه دوم اهمیت در پهنه‌بندی مناطق به منظور توسعه آبزی‌پروری برخوردارند که مطالعات حقدوست و همکاران (۱۳۹۴) اهمیت اثرات اقتصادی در سرمایه‌گذاری در صنعت آبزی‌پروری را تاکید می‌کند. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش در بررسی‌های به عمل آمده، پهنه بندی مناطق مناسب توسعه نشان می‌دهد که منطقه چلونند دارای توان بالقوه ای در بحث توسعه آبزی‌پروری و پرورش ماهیان سردآبی است اما به دلیل وجود برخی محدودیت‌ها از

۳. سامانی، م. و. دلاور، م. ۱۳۸۹. کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای در اولویت بندی ساختگاه های پرورش میگو. مجله علمی-پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران، ۶(۲)، ۴۶-۵۶
۴. قدسی پور، ح.، ۱۳۸۵. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه امیرکبیر تهران. ص ۲۲۲
۵. مخدوم، م. ۱۳۹۰. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران. شابک: ۹۷۸۹۶۴۰۳۴۰۲۵۷ ص ۲۸۹
۶. مرتضوی، م. زارعی، ع. رعنائی، ح.، ۱۳۸۵. اولویت بندی طرح های تحقیقات کشاورزی با تاکید بر فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. مجله علمی-پژوهشی پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۱۹(۳)، ۴-۲
۷. مهدیزاده، غ. حسین جانی، ع. عباسی، ک. قانع، ا. عابدینی، ع. صابری، ح. سهرابی، ت. صیادبورانی، م. احمدنژاد، م. ۱۳۹۶. انتخاب مکان مناسب برای پرورش ماهی قزل آلائی رنگین کمان در حاشیه رودخانه های مهم حوزه تالاب انزلی. مجله علمی-پژوهشی توسعه آبرزی پروری، ۱۱(۲)، ۱۱۶-۱۰۵
8. Al-Shalabi, M.A., Mansor, S.B., Ahmed, N.B. and Shiriff, R., 2006, October. GIS based multicriteria approaches to housing site suitability assessment. In XXIII FIG Congress, Shaping the Change, Munich, Germany, October (pp. 8-13).
9. Arnold, W.S., White, M.W., Norris, H.A. and Berrigan, M.E., 2000. Hard clam (*Mercenaria spp.*) aquaculture in Florida, USA: geographic information system applications to lease site selection. *Aquacultural Engineering*, 23(1-3), pp.203-231.
10. Bacher, C., Grant, J., Hawkins, A.J., Fang, J., Zhu, M. and Besnard, M., 2003. Modelling the effect of food depletion on

قبیل عدم رعایت موازین تصفیه پساب توسط پرورش دهندگان فعال در منطقه، بخشی از کاربری منطقه به منظور آبرزی پروری از دسترس توسعه خارج می گردد. نکته قابل توجه که باید مد نظر قرار گیرد آن است که با وجود توانایی منطقه در توسعه در بخش آبرزی پروری، باید مطالعات دیگری از جمله تعیین استانداردهای مناسب با هر منطقه برای هر شاخص، بررسی ظرفیت تولید و مصرف در منطقه و بازار فروش محصولات برای دستیابی به نتایج کاربردی در دستور کار مدیران و برنامه ریزان شیلاتی قرار گیرد.

### سپاسگزاری

این پژوهش حاصل یاری معنوی بی دریغ دوستان و همکارانی در بخش های مختلف علوم شیلاتی و زیست محیطی است که به انجام رسانیدن آن بدون حمایت شان غیرممکن بود. بدین وسیله از همه عزیزانی که به نوعی مارا در تحقق این امر یاری نمودند، سپاسگزاریم.

### منابع

۱. حسین جانی، عادل، ۱۳۹۴. معرفی مدل مبتنی بر GIS-MCDM به منظور پهنه بندی مناطق مناسب استقرار قفس های پرورش آبرزیان. همایش ملی آبرزی پروری ماهیان دریایی - توسعه پایدار پرورش ماهی در قفس، اهواز
۲. حقدوست منجیلی، ش. خارا، ح. الهیاری، م. نورحسینی، ع.، ۱۳۹۴. اثرات اقتصادی-اجتماعی توسعه کشت توأم برنج و ماهی در استان گیلان. مجله علمی-پژوهشی توسعه آبرزی پروری، ۹(۴)، ۱۱-۲۰

- for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23(1), pp.233-278.
17. Padala, A. and Zilber, S., 1991. Expert systems and their use in aquaculture. In *Rotifer and Microalgae Culture Systems. Proceedings of a US-Asia Workshop* (pp. 221-227).
  18. Perez, O.M., Telfer, T.C. and Ross, L.G., 2005. Geographical information systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research*, 36(10), pp.946-961.
  19. Saaty, T.L., 1990. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), pp.9-26.
  20. Telfer, T.C., Atkin, H. and Corner, R.A., 2009. Review of environmental impact assessment and monitoring in aquaculture in Europe and North America. *Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture*, pp.285-394.
  21. Vafaie, F., Hadipour, A. and Hadipour, V., 2015. GIS-BASED FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING MODEL FOR COASTAL AQUACULTURE SITE SELECTION. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 14(10). scallop growth in Sungo Bay (China). *Aquatic Living Resources*, 16(1), pp.10-24.
  11. El-Gayar, O.F. and Leung, P., 2001. A multiple criteria decision making framework for regional aquaculture development. *European Journal of Operational Research*, 133(3), pp.462-482.
  12. Jankowski, P., 1995. Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods. *International journal of geographical information systems*, 9 (3), pp.251-273.
  13. Kapetsky, J.M. and Travaglia, C., 1995. Geographical information systems and remote sensing: an overview of their present and potential applications in aquaculture. *AquaTech*, 94, pp.187-208.
  14. Malczewski, J., 1997. Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study. In *Multiple criteria decision making* (pp. 154-155). Springer Berlin Heidelberg.
  15. Malczewski, J., 2007. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature a Department of Geography, University of Western Ontario, Canada. ISSN 1365-8816 (Print), 1362-3087
  16. Nath, S.S., Bolte, J.P., Ross, L.G. and Aguilar-Manjarrez, J., 2000. Applications of geographical information systems (GIS)