

مکان‌یابی پرورش ماهیان سردآبی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در استان گلستان

مهراب بنافی^(۱)؛ ابوالقاسم کمالی^(۲)؛ عبدالرسول سلمان ماهینی^(۳) و بهرام کیابی^(۴)

a_mahini@yahoo.com

۱ - مرکز تحقیقات میگوی کشور، بوشهر صندوق پستی: ۱۳۷۹

۲ و ۳ - دانشکده محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

گرگان صندوق پستی: ۴۹۱۳۸-۱۵۷۳۹

۴ - دانشکده علوم زیستی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۶

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۴

چکیده

در این تحقیق توان بوم‌شناختی و اقتصادی - اجتماعی استان گلستان برای پرورش ماهیان سردآبی مورد ارزیابی قرار گرفت و نیازهای اطلاعاتی برای توسعه پایدار این فعالیت در سال ۱۳۷۸ مشخص گردید. چهارچوب کاری مورد استفاده، ارزیابی سیستمی به روش ادغام نقشه‌های موضوعی به طریق McHarg بود. حداقل سطح زمین یا سلول مورد بررسی ۱/۲۵ کیلومتر در ۱/۲۵ کیلومتر و چهار سطح تناسب شامل خوب، متوسط، ضعیف و نامناسب برای پهنه‌ها در نظر گرفته شد. هر سلول شبکه کاری با توجه به فاصله از جاده، میزان تبخیر، وضعیت خاک، دمای آب، وضعیت سنگ، ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی، شبکه آبراهه، مناطق حفاظت شده، کاربری اراضی، فاصله از منبع آب با دبی مناسب و بالاخره موقعیت سدها و دریاچه‌ها ارزیابی گردید. نتایج تحقیق نشان‌دهنده امکان ارزیابی استان گلستان برای آبی‌پروری با اطلاعات موجود می‌باشد. همچنین، پهنه‌هایی برای توسعه ماهیان سرد آبی در طبقات مختلف تناسب در سطح استان مشخص گردید. استخرهای پرورش ماهیان سرد آبی در مقیاس تجاری، در مناطقی از استان گلستان بدون محدودیت‌های جدی می‌تواند توسعه پیدا کند. همچنین مشخص گردید که از نظر پرورش ماهی در مقیاس تجاری، نزدیکی استخرها به جاده، عامل مهمی در رسیدن آسان محصول به بازارهای شهری است. علاوه بر آن، شیب، ارتفاع، دمای آب و میزان تبخیر، عوامل تشخیصی مدل‌های تناسب پهنه‌ها برای پرورش ماهیان سرد آبی می‌باشند. نتایج ارزیابی مناطق مختلف در استان گلستان، نشان دهنده این مطلب است که برای پرورش ماهیان سرد آبی سطحی حدود ۵۳ کیلومترمربع با تناسب خوب، ۵۴ کیلومترمربع با تناسب متوسط و ۶۸ کیلومترمربع با تناسب ضعیف موجود می‌باشد.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، ماهیان سرد آبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، GIS، استان گلستان

* نویسنده مسئول

مقدمه

افزایش میزان بهره‌برداری از منابع شیلاتی و افزایش تقاضای جهانی برای غذا، ضرورت نگاهی نو به طبیعت و توان بالقوه بخش آبی پروری را بوجود آورده است و این سؤال مطرح می‌شود که آبی‌پروری تا چه اندازه می‌تواند باعث افزایش تولید پروتئین و امنیت غذایی بشر در دراز مدت شود. مطالعه حاضر تلاش برای تأمین بخشی از نیازهای اطلاعاتی در مورد توان بالقوه آبی‌پروری و تخمین توان اکولوژیک و اقتصادی-اجتماعی استان گلستان برای پرورش ماهیان سرد آبی و عمدتاً قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) می‌باشد. اهداف اجرایی این پژوهش عبارت بودند از:

- ۱- امکان‌سنجی ارزیابی توان استان گلستان برای پرورش ماهیان سرد آبی براساس داده‌های موجود،
- ۲- تعریف معیارهای بوم‌شناختی برای توسعه منطقی پرورش ماهیان سرد آبی در استان گلستان،
- ۳- یافتن مکانهای مناسب پرورش ماهیان سرد آبی در سطح استان گلستان
- ۴- افزایش سرعت و صحت در تصمیم‌گیری‌های مربوط به مدیریت آبی‌پروری.

این مطالعه در چهارچوب سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی برای تجزیه و تحلیل متغیرها صورت گرفته است. سامانه اطلاعات جغرافیایی یک سامانه ترکیبی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و اطلاعات کارشناسی است که برای ورود، دستکاری، تصحیح، ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی و جغرافیایی و گرفتن خروجی از آنها بکار می‌رود. در این سامانه، با دستگاه مختصات سری‌های داده‌های مکانی، یک ساختار کاری تولید می‌شود که تجزیه و تحلیل پارامترها و ترکیب اطلاعات متنوع کیفی و کمی از طبیعت شامل تیپ خاک، سنگ، منابع آبی و غیره را امکان‌پذیر می‌سازد (طاهرکبا، ۱۳۷۶).

فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی به سوالات متعددی از جمله اینکه کدام مناطق با چه سطحی و با چه کیفیتی توان بالقوه‌ای برای پرورش ماهیان سرد آبی دارند را پاسخ می‌دهد. با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، مکانهای مناسب پرورش آبی‌زبان در مناطق مختلف جغرافیایی که در آن سرمایه‌گذاری مناسب در حداقل زمان به بیشترین میزان سود و تولید منجر خواهد شد مشخص می‌شوند. از مهمترین عوامل محدودکننده

آبی‌پروری در استان گلستان اختصاص زمین و منابع آبی به کاربری‌های دیگر می‌باشد (رضایی، ۱۳۷۷).

Kapetsky و Meaden در سال ۱۹۹۱ به توضیح و شرح کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در آبی‌پروری درون خشکی‌ها پرداختند. این محققین دسته‌جات عمده ظرفیت بازار و دوری و نزدیکی مزارع به مرکز فروش، کیفیت خاک و جنس سنگ بستر، شیب سرزمین، تبادل گرما، میزان تبخیر و قابلیت نفوذپذیری آب در خاک و تولیدات کشاورزی جایگزین پرورش ماهی را شناسایی کردند و عوامل هر یک از این دسته‌جات را به شکل نقشه‌های رقومی درآوردند و با وزن دهی و ادغام آنها، نقشه نهایی تناسب آمریکای لاتین را برای فعالیت ذکر شده بدست آوردند.

Amarasinghe و همکاران در سال ۲۰۰۱ به استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در پیش‌بینی محصول ماهی در ذخایر آبی پشت سد مناطق حاره‌ای سریلانکا پرداختند. ایشان با استفاده از عوامل موثر بر محصول ماهی این بدنه‌های آبی و بررسی در محیط، به مدل‌سازی این روابط پرداختند و در نهایت با ادغام عوامل موثر، نقشه پراکنش محصول در سطح محیط‌های آبی مورد بررسی را ارائه نمودند. همین محققین در سال ۲۰۰۲ درستی و قابلیت اطمینان مدل‌های ارزیابی محصولات شیلاتی محیط‌های آبی داخلی را با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند و نقاط ضعف و قوت آنها را گوشزد نمودند.

Bush در سال ۲۰۰۳ با استفاده از مدل‌های ساده و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی الگوی توسعه آبی‌پروری کوچک مقیاس را در مناطق روستایی کنیا روشن نمود و نشان داد که این مدل‌ها نقش مهمی در بهبود روند و الگوی توسعه این فعالیت در منطقه تحت بررسی دارند.

Wark در سال ۲۰۰۴ به بررسی کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی جوامع انسانی و وارد نمودن محصولات شیلاتی در آن پرداخت. در این بررسی، زیستگاه ماهیان در منطقه بریتیش کلمبیای کانادا، پراکنش ماهیان و رابطه آن با جوامع انسانی مشخص شد و براساس اطلاعات بدست آمده، برنامه‌ریزی شهری و جوامع زیست‌کننده در آن تنظیم گردید.

بررسی‌های اولیه در زمان انجام این پژوهش نشان داد که توان آبی‌پروری مناطق مختلف ایران با استفاده از سامانه‌های

تناسبها عموماً تناسب، خوب سطحی از تناسب است که به حداقل زمان و سرمایه‌گذاری و اصلاح در توسعه مزارع پرورشی نیاز دارد. در سطح متوسط به زمان و سرمایه‌گذاری و اصلاح بیشتری نیاز است و در سطح تناسب ضعیف در عملیات اجرایی مزارع پرورشی ماهی نیاز به سرمایه‌گذاری و دخالت بیشتری در تصحیح برخی از عوامل بوم شناختی می‌باشد. در سطح نامناسب، زمان و میزان سرمایه‌گذاری بسیار زیادی برای امر پرورش مورد نیاز است (Liebig, 1994). چهارچوب کاری مورد استفاده، ارزیابی سیستمی به روش ادغام نقشه‌های موضوعی ارائه شده توسط مک هارگ و تغییر شکل یافته توسط مخدوم می‌باشد (مخدوم، ۱۳۶۴).

این مطالعه در شش مرحله انجام گردید که عبارت بودند از:

۱- شناخت عوامل موثر بر امر پرورش ماهیان سرد آبی و نقشه سازی آنها،

۲- ساده‌سازی و تصحیح اولیه نقشه‌ها، شبکه‌بندی آنها و وارد ساختن در نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی -OSU Map و تصحیح مجدد اطلاعات در ساختار سلولی (شبکه ای)،

۳- تهیه مدل‌های اکولوژیک و نیازهای زیستی ماهیان سرد آبی با توجه به عوامل موثر بر پرورش آنها،

۴- ادغام نقشه‌های کامپیوتری شده با توجه به تناسب هر یک از نقشه ها و مدل ارائه شده برای ارزیابی هر سلول شبکه،

۵- تفکیک هر سلول شبکه در نقشه ادغام شده در چهار سطح تناسب خوب، متوسط، ضعیف و بدون تناسب،

۶- استفاده از GPS بازدید میدانی از پهنه‌های تناسب در نقشه نهایی و اعمال تصحیح‌های نهایی روی نقشه‌ها و مدلها.

برای شناخت عوامل موثر بر پرورش ماهیان سرد آبی، مدل‌های اکولوژیک موجود با استفاده از اطلاعات کتابخانه‌ای و کارشناسی در زمینه‌های نیازهای اکولوژیک ماهیان سرد آبی مورد بررسی قرار گرفت و نقشه‌های مورد نیاز مشخص گردید (Brunell, 1987).

بیشتر نقشه‌های موضوعی مورد استفاده در این تحقیق در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه شدند و شامل عوامل موثر بر پرورش ماهیان سرد آبی می‌باشند. این عوامل نقشه‌سازی شده شامل وضعیت جاده‌ها و شهرها، میزان تبخیر، کیفیت آب زیرزمینی، وضعیت خاک، دمای آب، وضعیت سنگ، ارتفاع، شیب، جهت جغرافیایی، شبکه آبراهه، مناطق حفاظت شده، کاربری اراضی،

اطلاعات انجام نگرفته است. از این رو، به منظور ارائه یک نمونه از این مطالعات و امکان‌سنجی آن با داده‌های موجود و نیز خاطر نشان کردن کمبود اطلاعاتی، اقدام به انجام این پژوهش گردید. این پژوهش در نوع خود برای اولین بار در ایران اجراء گردید و این امر بخصوص در مورد تهیه مدل ارزی‌پروری به گونه‌ای جزئی‌تر از آنچه که توسط مخدوم در سال ۱۳۶۴ ارائه شده، صدق می‌کند. در این مطالعه، همچنین براساس مفهوم ارزیابی زیستگاه، روابط میان عوامل سازنده زیستگاه نظیر روابط جمع شونده، کاهنده و جبرانی (سلمان ماهینی، ۱۳۷۳)، برای اولین بار از نمودارهای تناسب عوامل موثر برای بررسی نقش آنها در ارزی‌پروری استفاده شده است.

مواد و روش کار

این مطالعه در استان گلستان، در سال ۱۳۷۸ انجام و در سال ۱۳۸۴ مورد بازبینی قرار گرفت. مساحت استان گلستان حدود ۲۱۵۰۰ کیلومترمربع است و بین ۳۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد. آب و هوای این استان را با توجه به خصوصیات دما و بارش می‌توان به سه نوع معتدل خزری مرطوب، کوهستانی (معتدل و سرد) و نیمه خشک (نیمه بیابانی) تقسیم کرد. قدیمی‌ترین سنگهای این استان از نوع سنگهای شستی دوران پرکامبرین است که به شستهای گرگان معروف هستند (سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان، ۱۳۷۷).

هم اکنون پهنه‌هایی از سطح استان به پرورش ماهیان سردآبی و گرمایی اختصاص یافته است که اگر چه برای انتخاب محل آنها بطور موردی ویژگیهای محلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما در هیچ یک از آنها این کار بر پایه بررسی سیستمی و ارزیابی کل یا بخشی از استان با استفاده از نقشه های موضوعی نبوده است.

در این مطالعه، برخی از نیازهای اقتصادی- اجتماعی و بوم شناختی سامانه پرورشی نیمه متراکم و متراکم برای ماهیان سردآبی مد نظر قرار گرفته اند. حداقل سطح عرضه های مورد بررسی ۱/۲۵ کیلومتر در ۱/۲۵ کیلومتر و در چهار سطح تناسب به منظور مدیریت در تجزیه و تحلیل اطلاعات برای گرفتن نتایج بهتر و قابل فهم‌تر استفاده گردیده است. این سطوح تناسب شامل خوب، متوسط، ضعیف و نامناسب می‌باشد. در تفسیر این

نقشه ارتفاع، شیب و جهت: این نقشه از نقشه پستی و بلندی منطقه گرگان و گنبد و از نقشه‌های قدیمی و جدید سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۶۸) تهیه شده است. مرز این نقشه مبنای مرز همه نقشه‌ها می‌باشد. نقشه ارتفاعی با ۸ طبقه از نقاط ارتفاعی زیر صفر تا بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا را دربرمی‌گیرد. با استفاده از این نقشه، مدل رقومی استان به روش فاصله معکوس وزنی یا IDW در نرم افزار OSU-Map تهیه شد و براساس آن نقشه شیب و جهت جغرافیایی به روش کامپیوتری تهیه گردید (جدول ۱).

نقشه دمای آب: برای تهیه این نقشه ابتدا مرز استان گلستان بر روی کاغذ کالک پیاده شد. سپس موقعیت ۹ ایستگاه هواشناسی با برآورد میانگین آمار ۲۰ ساله بر روی کاغذ کالک پیاده گردید و به روش مثلث بندی دستی ایستگاه‌ها بهم مرتبط گردیدند و منحنی‌های هم دمایی آب آنها ترسیم شد. دمای آب از جدول تفاوت دمای تر و خشک و رطوبت نسبی بطور مستقیم و یا به روش درون یابی استخراج گردید (Kapetsky et al., 1997) (جدول ۱).

نقشه تبخیر: این نقشه با توجه به آمار ۲۰ ساله تبخیر ۹ ایستگاه هواشناسی تهیه گردید. ابتدا موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی با میانگین آماری از مجموع تبخیر فصول بر روی کاغذ کالک پیاده گردید و به روش مثلث بندی دستی ایستگاه‌ها بهم وصل شدند و منحنی‌های تبخیر ترسیم گردیدند. سپس نقشه تهیه شده رقومی گردید و وارد کامپیوتر شد. حداقل تبخیر برخی نقاط کمتر از ۱۳۰۰ میلیمتر در سال و حداکثر بیش از ۲۱۰۰ میلیمتر در سال بدست آمده است (جدول ۱).

فاصله از منابع آب با دبی مناسب و بالاخره موقعیت سدها و دریاچه‌ها می‌باشد.

نقشه‌های مورد استفاده برای اینکه توسط نرم افزارهای کامپیوتری قابل دستکاری و تجزیه و تحلیل باشند، رقومی گردیدند. این کار به طریق شبکه‌بندی دستی صورت پذیرفت. در این روش، ابتدا با استفاده از موقعیت جغرافیایی شهرها و پدیده‌های مختلف سطحی زمین، یک نقطه مبدا با مختصات آن در روی نقشه‌ها و کاغذ شطرنجی تعیین گردید. نقطه مبدا خارج از مرز نقشه بود تا بتوان تمام سطح نقشه را برای رقومی کردن پوشش داد. سپس، کاغذ شطرنجی به فاصله هر ۰/۵ سانتیمتر از نقطه مبدا در محور عمودی و افقی شماره‌گذاری گردید که با توجه به سطح نقشه‌ای استان گلستان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، ۲۰۰ ستون و ۱۵۰ ردیف بدست آمد.

بنابراین، حداقل سطح عارضه سیمای زمین در روی نقشه معادل ۱/۲۵ کیلومتر در ۱/۲۵ کیلومتر در روی زمین بود. سپس، نقطه مبدا کاغذ شطرنجی با نقطه مبدا نقشه مورد نظر منطبق گردید و پدیده‌های موجود در هر سلول شبکه خوانده و شناسایی و وارد کامپیوتر شد و این عمل برای همه نقشه‌ها تکرار گردید. به روش گفته شده، سطح استان گلستان با مساحت تقریبی ۲۱۵۰۰۰ هکتار دارای ۲۸۰۰۰ سلول از ۳۰۰۰۰ سلول ممکن شبکه کامپیوتری بود که بررسی آنها وقت زیادی طلب می‌نمود. در مرحله تجزیه و تحلیل، عوامل موثر برتوان بالقوه مکانهای مناسب پرورش ماهیان سرد آبی در استان گلستان بصورت نقشه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه گردید (تصدنی، ۱۳۷۴). این عوامل در زیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

جدول ۱: طبقات ارتفاع، شیب، جهت دامنه، دما و تبخیر سالانه آب مورد استفاده در استان گلستان

ارتفاع (متر)	شیب (درصد)	جهت	دمای سالانه (درجه سانتیگراد)	تبخیر سالانه (میلیمتر)
کمتر از صفر	۰-۲	بدون جهت	کمتر از ۱۱	کمتر از ۱۳۰۰
۰-۲۰۰	۲-۵	جهت شمال	۱۱-۱۲	۱۳۰۰-۱۵۰۰
۲۰۰-۶۰۰	۵-۸	شرق	۱۲-۱۳	۱۵۰۰-۱۷۰۰
۶۰۰-۱۰۰۰	۸-۱۵	جنوب	۱۳-۱۴	۱۷۰۰-۱۹۰۰
۱۰۰۰-۱۴۰۰	بیشتر از ۱۵	غرب	۱۴-۱۵	۱۹۰۰-۲۱۰۰
۱۴۰۰-۱۸۰۰			۱۵-۱۶	بیشتر از ۲۱۰۰
۱۸۰۰-۲۲۰۰				
بیشتر از ۲۲۰۰				

است. از این نقشه بافت و pH خاک مورد توجه قرار گرفته که در جدول ۲ ارائه شده است (سازمان تحقیقات آب و خاک گرگان، ۱۳۷۷).

نقشه سنگ شناسی (لیتولوژی): برای سنگ شناسی از نقشه تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی کل کشور با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ استفاده شد. این نقشه براساس ترکیب کانی شناسی، سنگ شناسی، ساختمان، مقاوت فیزیکی و شیمیایی و سازندهای مختلف زمین شناسی در شرایط متفاوت اقلیمی از نقشه‌های زمین شناسی تهیه شده است (اونق و همکاران، ۱۳۷۵). در نقشه سنگ، طبقاتی وجود دارند که عبارتند از آبرفت و باد رفت سنگ نشده، آهک، شیل، مارن و دولومیت-سیلت، کوارتز، آریلیت-ماسه سنگ، گراول و سنگهای آذرین نفوذی و آتشفشانی، سنگهای دگرگونی و عمدتاً شیست های گرگان. همه طبقه های ذکر شده رقومی شدند و در کامپیوتر مورد تصحیح و بازبینی نهایی قرار گرفتند.

پس از شناسایی متغیرهای موثر بر آبیاری پروری و وارد کردن آنها به کامپیوتر، ارزیابی کیفی مکانها انجام شد. اولین مرحله در ارزیابی کیفی، تهیه مدلهای اکولوژیک می‌باشد و در تهیه آن باید چهار مرحله شامل: تعیین اهداف مدل، تعیین متغیرهای مدل در سه دسته فیزیکی، شیمیایی و زیستی و مدل سازی طی شود (سلمان ماهینی، ۱۳۷۳).

متغیرهای شناسایی شده در مراحل قبل در این مرحله با هم ادغام می شوند تا یک مدل تهیه شود. جهت ادغام متغیرها باید روابط میان آنها مشخص شده باشد.

روشهای مختلفی جهت ارائه روابط متغیرها در چهارچوب مدل وجود دارد (سلمان ماهینی، ۱۳۷۳) که براساس آنها چهار نوع عمده مدل ساخته می‌شوند. این مدلها عبارتند از مدلهای توصیفی یا جمله‌ای، مدلهای مکانیکی، مدلهای تشخیص الگو و مدلهای آماری چند متغیره.

آزمودن مدل: هدف از آزمودن مدل، بررسی میزان قابل قبول بودن مدل و مقایسه آن با سطح اعتماد تعیین شده در مرحله اول می‌باشد (سلمان ماهینی، ۱۳۷۳).

جهت ارزیابی مکان‌های مناسب پرورش ماهیان سردآبی از مدل توصیفی استفاده گردید. در این مدلها، با استفاده از عبارات مختلف در مورد متغیرها یا ترکیبات آن به شرح کیفیت و تناسب هر یک پرداخته می‌شود. عبارت ذکر شده جهت وضوح باید تناسب هر متغیر و روابط میان متغیرها را به خوبی بیان کند. تناسب هر متغیر با استفاده از مفهوم حد آستانه و طبقات تناسب

شبکه جاده: جاده‌های آسفالت، بزرگراه، راه آهن و موقعیت شهرهای استان از نقشه کاربری اراضی استان تهیه شده توسط وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۷۳ در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ بصورت رقومی و وارد نرم افزار گردیدند. همچنین فواصل مختلف از شبکه جاده‌ها در نرم افزار مشخص شدند.

نقشه منابع آب (آبراهه‌ها): نقشه‌های آبراهه از سه حوضه آبخیز موجود در استان گلستان یعنی آبخیز رودخانه اترک، گرگان رود و قره سو و بعضی از شعبات آنها که دارای جریان سطحی دائمی هستند (سازمان امور آب گرگان، ۱۳۷۷) رقومی و وارد کامپیوتر گردیدند.

نقشه مناطق حفاظت شده و تالابها: مناطق حفاظتی استان گلستان شامل پارک ملی گلستان با مساحت ۹۱۸۹۰ هکتار واقع در شرق رشته کوه البرز، بخشی از پناهگاه حیات وحش خوش بیلاق در جنوب شرق استان و منطقه حفاظت شده جهان نما با مساحت ۳۰۶۵۰ هکتار در ارتفاعات جنوب گرگان و جنوب شرق کردکوی در رشته کوه البرز می‌باشد. تالابهای بین المللی آلاگل با مساحت ۲۵۰۰ هکتار در زمان پرآبی و آبی گل با مساحت ۲۰۷ هکتار و اولماگل واقع در دشت ترکمن صحرا در نزدیکی مرز ایران و ترکمنستان در بخش داشلی برون محیطهای آبی حفاظت شده استان هستند. همچنین، گمیشان در غرب استان با مساحت ۱۷۷۰۰ هکتار و همجوار با کرانه‌های شرقی دریای خزر و میانکاله و زاغمرز و خلیج گرگان با مساحت ۱۰۰۰۰۰ هکتار در جنوب شرق دریای خزر، سایر تالابهای بین المللی استان را تشکیل می‌دهند.

نقشه کاربری اراضی: این نقشه توسط وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۷۳ برای استان مازندران تهیه گردیده است. البته، وجود تناوب زراعی سالانه و فصلی؛ کشت همزمان و منطبق چند محصولی در یک زمین، تغییرات نامنظم و دوره ای شرایط جوی، نوسان زیاد قیمت محصولات کشاورزی در بازار و رفتار متفاوت کشاورزان و در ورای آنها سیاستهای اقتصادی-اجتماعی دولت، تهیه یک نقشه کاربری اراضی را که صد در صد نماینده شرایط متوسط و پایدار منطقه باشد، بسیار مشکل می‌سازد. نقشه مورد استفاده در این خصوص نسبتاً جدید بود که تازه‌ترین تغییرات در نظام بهره‌برداری و حدود کاربری‌های زمین را نشان می‌دهد. از نقشه کاربری اراضی، نقشه تراکم گیاهی استخراج شد و وارد کامپیوتر گردید (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۳).

نقشه خاک: این نقشه از نقشه قابلیت اراضی استان گلستان اقتباس شده است. در چشم انداز وسیعی از پروفیل خاکهای موجود در استان گلستان، ۲۴ طبقه خاکی تشخیص داده شده

متغیر سنگ و خاک از نظر توان آنها برای توسعه و تاسیسات سازی طبقه بندی شده است. عبارات دیگر، مقاومت سنگها و خاکها به شکستگی و تحمل وزن سازه، آبدهی، امکان دفع پساب و نظایر آن مبنای طبقه‌بندی فوق را فراهم کرده است و برای این کار از اطلاعات کتاب شالوده آمایش سرزمین (مخدوم، ۱۳۶۴) استفاده شده است.

رابطه بین متغیر دمای آب با دبی مناسب، سنگ و شبکه راه، محدود کننده در نظر گرفته شده است و میان این متغیرها با ارتفاع حداکثر ۸۰۰ متر جبرانی و بیشتر از آن محدود کننده و با متغیر جهت جغرافیایی، خاک و تبخیر جبرانی تشخیص داده می‌شود.

آن روشن می‌شود. روابط متغیرها در ارزیابی مکان به اشکال گوناگونی شامل روابط محدود کننده، روابط افزایشی یا تجمعی و روابط جبرانی دیده می‌شوند (سلمان ماهینی، ۱۳۷۳).

در محاسبات مربوط به ارزیابی مکان‌های مناسب در پرورش ماهیان سردآبی حداقل ظرفیت تولید اقتصادی این ماهیان ۱۵ تن و در سیستم پرورشی نیمه متراکم و متراکم در نظر گرفته شده است (فرید پاک، ۱۳۶۵). برای پرورش ماهیان سردآبی در استان گلستان، متغیرهای موثر شناسایی شدند و براساس نظر کارشناسی و اطلاعات موجود سعی در ارائه یک مدل توصیفی گردید. در این راه و برای ساده سازی کار از جدول ۳ استفاده شد.

جدول ۲: عوامل خاک و طبقات تناسب برای ارزیابی مکانهای مناسب استخرسازی

پارامتر خاک / تناسب	خوب	متوسط	ضعیف	نامناسب
بافت خاک براساس درصد رس	۴۰ - ۳۰	۲۰ - ۵۰	۲۰ - ۵۰	>۵۰ و <۲۰
pH	۶ - ۸	۴ - ۸	۴ - ۸	> ۸

جدول ۳: مدل‌های توصیفی مکان پرورش ماهیان سرد آبی

متغیر / تناسب	خوب	متوسط	ضعیف	نامناسب
دمای آب (درجه سانتیگراد)	۱۱ - ۱۲	۱۱ - ۱۳/۹	۱۱ - ۱۳/۹	>۱۶
فاصله از جاده (کیلومتر)	۰ - ۵	۰ - ۱۰	۵ - ۱۵	>۱۵
جهت جغرافیایی	شمال و بی جهت	شرق	غرب	جنوب
شیب به درصد	۰ - ۲	۰ - ۸	۰ - ۸	>۸
ارتفاع به متر	۰ - ۱۲۰۰	۴۰۰ - ۱۶۰۰	۸۰۰ - ۲۰۰۰	>۲۰۰۰
تبخیر (میلیمتر / روز)	<۶	<۶	<۶	>۶
فاصله تا منبع آب (کیلومتر)	۰ - ۵	۰ - ۸	۵ - ۱۰	>۱۰
مناطق حفاظت شده	حداقل در ۲ کیلومتری	حداقل در ۲ کیلومتری	حداقل در ۲ کیلومتری	کمتر از ۲ کیلومتر
کاربری اراضی	مرتع با تراکم کم، مخلوط مرتع و دیم و جنگل کم تراکم	مرتع با تراکم کم و متوسط، مخلوط مرتع و دیم و جنگل کم تراکم	مرتع با تراکم کم و متوسط، مخلوط مرتع و دیم و جنگل کم تراکم	کاربری‌های دیگر
سنگ	آبرفت و باد رفت سخت نشده- ماسه سنگ سیلتستون کوارتزیت آرزلیت- سنگهای آذرین نفوذی و آتشفشانی- سنگهای دگرگونی عمدتا شیبتهای پرکامبرین گرگان	آبرفت و باد رفت سخت نشده- ماسه سنگ سیلتستون کوارتزیت آرزلیت- سنگهای آذرین نفوذی و آتشفشانی- سنگهای دگرگونی عمدتا شیبتهای پرکامبرین گرگان	آبرفت و باد رفت سخت نشده- ماسه سنگ سیلتستون کوارتزیت آرزلیت- سنگهای آذرین نفوذی و آتشفشانی- سنگهای دگرگونی عمدتا شیبتهای پرکامبرین گرگان	آهک، شیل، مارن و دولومیت
میزان رس طبقات خاکی	۴۰ - ۳۰ درصد	۵۰ - ۲۰ درصد	۵۰ - ۲۰ درصد	>۵۰ و <۲۰

نتایج

استان و شرق استان در نزدیکی مراره تپه مناسب، متوسط و ضعیف تشخیص داده شدند (شکل ۱).
با استفاده از GPS مازلان، منطقه مورد بازدید صحرایی قرار گرفت. نتیجه این بررسی نشان داد که لکه‌های انتخاب شده با نیازهای آبی‌پروری در استان و عوامل تشکیل دهنده سرزمین همخوانی دارند و در مقیاس مطالعاتی قابل استفاده و توصیه برای بررسی‌های دقیق‌تر با مقیاس بزرگتر می‌باشند.

بحث

نتایج تحقیق برای توسعه پروژه‌های آبی‌پروری در استان گلستان نشان‌دهنده وجود اطلاعات نسبتاً کافی برای انجام مکان‌یابی می‌باشد. نقائص اطلاعاتی عمده شامل نبود مدل رقومی ارتفاع (DEM) با اندازه پیکسل مناسب و نقشه خاکشناسی با دقت و مقیاس مناسب می‌باشد که می‌توانند در تعیین بهتر لکه‌ها موثر واقع شوند. نتایج نشان داد که در استان گلستان می‌توان پهنه‌هایی را شناسایی کرد که برای پرورش ماهیان سرد آبی توان مناسب دارند. استخرهای پرورش ماهیان سرد آبی در مقیاس تجاری در مناطق وسیعی از استان گلستان بدون محدودیتهای جدی ناشی از نبود متغیرهای اساسی می‌تواند توسعه پیدا کند. یکی از یافته‌های این مطالعه آن است که از نقطه نظر پرورش ماهی در مقیاس تجاری، نزدیکی استخرها به جاده عامل مهمی در رسیدن آسان محصول به بازارهای شهری است (Katavic & Marmulla, 1987).

علاوه بر آن، شیب، دمای آب، ارتفاع، کاربری اراضی، سنگ و خاک در این پژوهش بعنوان عوامل تشخیصی عمل کرده‌اند و براساس آنها، امکان شناسایی و طبقه‌بندی لکه‌های پرورش ماهیان سرد آبی امکانپذیر گردیده است. دریافت مهم دیگر آن است که با تاثیر دادن محدودکنندگی هر متغیر و ترکیب متغیرها، باز هم مناطقی از استان گلستان مناسب پرورش ماهیان سرد آبی می‌باشد. به هر حال، این محدوده‌بندی بر پایه شاخصهایی که در منابع اطلاعاتی یا نظرات کارشناسی وجود دارند تبیین شده‌اند. بمنظور قابل مدیریت بودن یافته‌ها و راحتی تفسیر، چهار طبقه تناسب (خوب، متوسط، ضعیف و بد) در طی این مطالعه بکار گرفته شده‌اند.

مدل توصیفی مکان پرورش ماهیان سردآبی در استان گلستان و براساس متغیرهای شناسایی شده و نیز مقیاس نقشه‌ها در این مطالعه به شکل زیر می‌باشد:

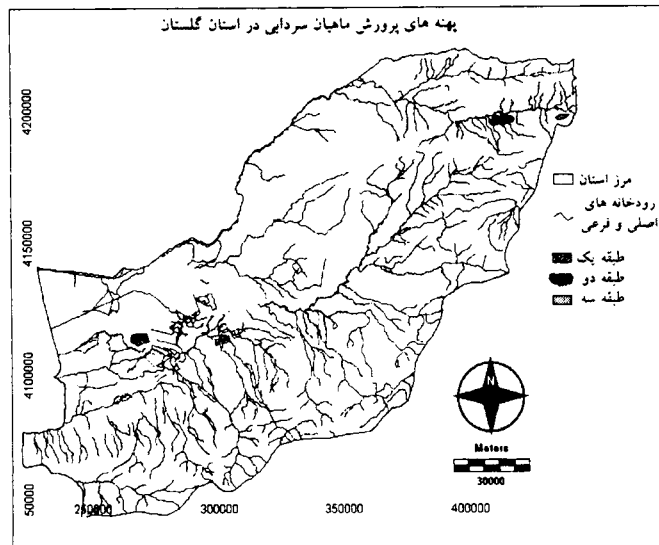
بهترین مکان پرورش ماهیان سردآبی دارای دمای آب ۱۱ تا ۱۲ درجه سانتیگراد، فاصله از منبع آب با دبی مناسب حداکثر ۵ کیلومتر، حداکثر در ۵ کیلومتری جاده، شیب حداکثر ۲ درصد و خاک با درصد رس ۳۰ تا ۴۰ درصد، تبخیر حداکثر ۶ میلی‌لیتر در روز، حداقل در ۲ کیلومتری از مناطق حفاظت شده، سازند سنگی بجز آهک، شیل، مارن و دولومیت، ارتفاع حداکثر ۱۲۰۰ متر و جهت جغرافیایی شمالی و بی جهت (دشت) می‌باشد.

مکانهای با تناسب متوسط دارای مشخصه‌هایی مانند دمای آب ۱۱ تا ۱۳/۹ درجه سانتیگراد، حداکثر در ۸ کیلومتری از منبع آب با دبی مناسب، حداکثر در ۱۰ کیلومتری از جاده، شیب حداکثر ۸ درصد، خاک با درصد رس ۲۰ تا ۵۰ درصد، تبخیر حداکثر ۶ میلی‌لیتر در روز و حداقل در ۲ کیلومتری از منطقه حفاظت شده، طبقه سنگی بجز آهک، شیل، مارن و دولومیت، ارتفاع منطقه ۴۰۰ تا ۱۶۰۰ متر و جهت جغرافیایی شرقی می‌باشند.

مکانهای با تناسب ضعیف دارای مشخصه‌هایی مانند دمای آب ۱۱ تا ۱۳/۹ درجه سانتیگراد، حداکثر در ۱۰ کیلومتری از منبع آب با دبی مناسب، حداکثر در ۱۵ کیلومتری از جاده، شیب حداکثر ۸ درصد، خاک با درصد رس ۲۰ تا ۵۰ درصد، تبخیر حداکثر ۶ میلی‌لیتر در روز و حداقل در ۲ کیلومتری از منطقه حفاظت شده، طبقه سنگی بجز آهک، شیل، مارن و دولومیت، ارتفاع منطقه حداکثر ۲۰۰۰ متر و جهت جغرافیایی غربی می‌باشند.

با استفاده از امکانات نرم‌افزار OSU-Map، در نهایت، یک نقشه ادغامی بدست آمد که براساس پارامترهای نقشه شده دارای ارزشهای متفاوتی بود و براساس تفسیر آن در گام ارزیابی، پهنه‌های مناسب پرورش ماهیان سرد آبی بدست آمد.

سپس نقشه ادغام شده مورد بررسی قرار گرفت و براساس حضور و عدم حضور عوامل افزایش دهنده و کاهش دهنده تناسب، لکه‌های مختلف از نظر پرورش ماهیان سرد آبی مورد شناسایی قرار گرفتند. در نتیجه، چهار دسته پهنه مختلف شامل مناسب، متوسط، ضعیف و بدون تناسب در بخشهای مختلف استان تشخیص داده شدند. بر این اساس، لکه‌هایی در شمال



شکل ۱: پهنه‌های پرورش ماهیان سرد آبی در سه طبقه مناسب (طبقه ۱)، متوسط (طبقه ۲) و ضعیف (طبقه ۳) در استان گلستان

کاربری اراضی، مناطق با کاربری مرتع با تراکم کم و متوسط، مخلوط مرتع و دیم و جنگل کم تراکم، برای ماهیان سرد آبی می‌توانند مناسب باشد.

روش تعیین اولویت‌ها به دو روش کمی و کیفی می‌باشد که در هر دو روش، اطلاعات اقتصادی- اجتماعی گسترده‌ای استفاده می‌شود. اطلاعات اقتصادی- اجتماعی شامل استفاده از سرزمین در گذشته و حال، موقعیت ارتباطی شهرها و روستاها، جمعیت و طبقه‌بندی آن از نظر سن، شغل و درآمد، مالکیت اراضی و مالکیت دام و مرتع، هزینه و درآمد کشاورزی، دامداری، آبی‌پروری و شبکه جاده‌ای و غیره می‌باشند.

از ترکیب و ادغام نقشه‌ها و لایه‌های اطلاعاتی انتخاب شده در پرورش ماهیان سرد آبی، سطحی حدود ۵۳ کیلومتر مربع با تناسب خوب بدست آمد. در طبقه تناسب متوسط نیز سطحی معادل ۵۴ کیلومترمربع و در طبقه با تناسب ضعیف، ۶۸ کیلومترمربع شناسایی و تعیین گردید. باید توجه داشت که در این مطالعه، براساس محدودیت نرم افزار، حداقل اندازه هر پیکسل یا سلول سرزمین، $1/25 \times 1/25$ کیلومتر بوده است که مقیاسی متوسط برای مطالعات بشمار می‌آید. همچنین، پارامترهای دخیل براساس این مقیاس از دقت نسبی برخوردار بوده‌اند. از این رو، مطالعه حاضر را می‌توان بعنوان یک گام اولیه در تبیین روش مناسب مکانیابی و نشان دادن آن در سطح استان گلستان تلقی کرد.

در پرورش ماهیان سرد آبی، استخرها بتونی هستند و خاک و رفتار آن از نظر ساخت و ساز و تاسیسات‌سازی مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به دیدگاه کارشناسی و اطلاعات نقشه سنگ شناسی استفاده شده در ارزیابی، پنج طبقه مشخص و بارز دیده می‌شود که شامل آبرفت، باد رفت سخت نشده- سیلت، کوارتز، آرژیل- آهک، دولومیت، شیل و مارن- ماسه سنگ، گراول، سنگ‌های آذرین نفوذی و آتشفشانی و سنگ‌های دگرگونی عمدتاً شیستهای گرگان می‌باشد. با توجه به منابع اطلاعاتی موجود، سنگ‌های آهکی، شیل مارن و دولومیت در پرورش ماهیان سرد آبی، نامناسب تشخیص داده شده‌اند. علت نامناسب بودن این طبقات سنگی با توجه به توان این نوع سنگ‌ها برای استفاده از سرزمین و رفتار آنها برای توسعه آبی‌پروری می‌باشد. در ارزیابی تناسب طبقات مختلف خاک برای پرورش ماهیان سرد آبی در استان گلستان، طبقاتی از خاک به علت داشتن درصد رس بالاتر از ۵۰ درصد (مانند مارن‌ها و خاکهای رسی) و کمتر از ۲۰ درصد (خاکهای شنی) مناسب نبودند. همچنین، طبقاتی از خاک به علت داشتن بافت نامناسب و شوری زیاد با pH بین ۶/۵ تا ۸ برای ماهیان سرد آبی نامناسب تشخیص داده شده‌اند. از مهمترین عوامل کاهنده و محدودکننده توسعه آبی‌پروری، اختصاص زمین به کاربری‌های دیگر می‌باشد. با توجه به اولویت معیشتی مردم در استان گلستان که با توجه به منابع اطلاعاتی و نظرات کارشناسی تعیین گردیده است، از ۲۱ طبقه

تشکر و قدردانی

از زحمات آقایان مهندس نادعلی یخ کشی و مهندس حمید رضا رضایی از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

- اونق، م.؛ میرکریمی، ح. و مقصودلو، م.، ۱۳۷۵. طرح بررسی و شناخت اثرات توسعه بر محیط زیست منطقه گنبد. انتشارات اداره کل سازمان محیط زیست استان گلستان. صفحات ۱ تا ۴۵.
- تمدنی، ق.، ۱۳۷۴. نقشه برداری مقدماتی. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۱۵ تا ۵۰.
- رضایی، ع.م.، ۱۳۷۷. انتخاب محل و طراحی یک مزرعه ۲۴ هکتاری پرورش ماهیان سرد آبی. مجله آبی‌پرور، شماره ۲۵. صفحات ۳۵ تا ۳۸.
- سازمان امور آب گرگان، ۱۳۷۷. نقشه آبراهه و منابع آبی استان گلستان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- سازمان تحقیقات آب و خاک گرگان، ۱۳۷۷. نقشه قابلیت اراضی استان گلستان در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۶۸. نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. شیت جاجرم، بهشهر، گنبد قابوس، گرگان و شاهرود.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان، ۱۳۷۷. آمارنامه استان گلستان ۱۳۷۶. صفحات ۵ تا ۱۵۰.
- سلمان ماهینی، ع.ر.، ۱۳۷۳. ارزیابی زیستگاه حیات وحش توران با تاکید بر کاربرد عکسهای ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه منابع طبیعی کرج. صفحات ۵۰ تا ۱۲۰.
- ظاهر کیا، ح.، ۱۳۷۶. سیستم اطلاعات جغرافیایی. انتشارات سمت. صفحات ۲۰ تا ۱۰۰.
- فرید پاک، ف.، ۱۳۶۵. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان سرد آبی. انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران. صفحات ۴۰ تا ۲۶۰.
- مخدوم، م.، ۱۳۶۴. شالوده آمایش سرزمین. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۱۲ تا ۹۰.
- وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۳. نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ کاربری اراضی استان مازندران.
- Amarasinghe, S.U.; De Silva, S.S.; Nissanka, C. and Wijesooriya, A.W. , 2001.** Use of geographical information systems as a tool for predicting fish yield in tropical reservoirs: Case study on Sri Lankan Reservoirs, Fisheries Management and Ecology. Vol. 8, No. 1, pp. 47-60.
- Amarasinghe, S.U.; De Silva, S.S. and Nissanka, C. , 2002.** Evaluation of the robustness of predictive yield models based on catchment characteristics using GIS for reservoir fisheries in Sri Lanka, Fisheries Management and Ecology. Vol. 10, No. 1, pp.293-302.
- Brunell, G. , 1987.** Aquaculture and coastal management in the Mediterranean region. Map technical reports, Series No. 15, pp.3-32.
- Bush, S.R. , 2003.** Using a simple GIS model to assess development patterns of small scale rural aquaculture in the wider environment. Aqua KE Government Documents, pp.1201-1210.
- Kapetsky , J.; Shree, M. and Nath, S. , 1997.** A strategic assessment of potential for freshwater fish farming in – Latin America FAO, Technical Paper 10.
- Katavic, I. and Marmulla, G. , 1987.** Mission report for pilot project in Tuzla Lagoon (Turkey). Map technical reports. Series No 15, pp.47-49.
- Liebig, W. , 1994.** Protecting the environment: GIS and Wadden Sea. FAO Fisheries Technical Paper , Vol 356, pp.228-233.
- Meaden, G.J. and Kapetsky, J.M. , 1991.** Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture, FAO Technical Paper, 318P.
- Wark, R.J. , 2004.** Trout, transit and town Centers: GIS and web applications for integrating fish into complete community planning. Inland Fisheries.

Site selection for coldwater fish culture using GIS in Golestan province of Iran

Banafi M.⁽¹⁾ ; Kamali A.⁽²⁾ ; Salman Mahiny A.R.^{(3)*} and Kiabi B.⁽⁴⁾

a_mahini@yahoo.com

1- Iran Shrimp Research Center, P.O.Box: 1379 Bushehr, Iran

2,3- Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, University of Gorgan,
P.O.Box: 49138-15739 Gorgan, Iran

4- Biology Science Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: November 2005

Accepted: November 2007

Keywords: Site selection, Coldwater fish, GIS, Golestan province, Iran

Abstract

In an attempt to provide a scientific basis and to discern data gaps for sustainable aquaculture expansion, we conducted a land evaluation and land use planning study to delineate areas suitable for coldwater fish culture complexes in the Golestan province of Iran. The study was based on systematic land evaluation, a modified version of the McHarg cartographic method drawing upon ecological, social and economic factors. The minimum mapped area was 1.25 * 1.25Km and the Province was classified into suitable, medium, poor and unsuitable units. Elevation, slope, aspect, hydrography, temperature, evaporation, lithology, pedology, landuse, proximity to roads, protected areas and water resources were the factors included in the study. We successfully applied the method to the Province that resulted in distinguishing areas suitable for coldwater fish culture. Of the factors included in the study, proximity to roads was found to play important role in allocating an area to the activity. Also, slope, elevation, water temperature and evaporation were the other factors that helped in discerning the areas. We found that some parts of the province are amenable to the expansion of the aquaculture activities. Of the surface area of the Province, around 53 kilometers were found to be suitable for the culture. Also, 54 kilometers were moderately suitable and 68 kilometers were poorly suitable for the activity.

* Corresponding author