مطالعه امکان‌سنجی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum در قنوات استان یزد، با استفاده از GIS

*حسین بری‌ابرقوئی
عضو هیأت‌علمی دانشگاه پیام‌نور، یزد، ایران
تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲۴

چکیده

نبود منابع آب سطحی مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، صنعت آبزی‌پروری این مناطق را ناگزیر به استفاده از منابع آبی زیرزمینی کرده است. با توجه به این‌که کیفیت آب و منابع آبی، از جمله عوامل تعیین‌کننده در تناسب این منابع به‌منظور استفاده در صنعت آبزی‌پروری می‌باشد، این مطالعه با پهنه‌بندی کیفی منابع آبی (شامل قنوات) استان یزد با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و علم زمین‌آمار، به بررسی امکان استفاده از این منابع در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، پرداخته است. با توجه به نقطه‌ای بودن داده‌های مکانی مربوط به منابع آبی موجود، ابتدا از روش‌های مختلف زمین‌آماری در پهنه‌بندی و تعیین مناطق مناسب برای آبزی‌پروری استفاده شد و در نهایت محدوده‌های مناسب تفکیک گردید. سپس داده‌های کیفی قنوات مورد مطالعه از نظر خصوصیاتی هم‌چون pH، سختی، شوری و غلظت عناصری مانند کلر، سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، بی‌کربنات و سولفات با استانداردهای کیفی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده بیانگر نامناسب بودن کیفیت برخی از این منابع آبی برای استفاده در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبزی‌پروری، قزل‌آلای رنگین‌کمان، قنات، سیستم اطلاعات جغرافیایی، پهنه‌بندی کیفی، زمین‌آمار

مقدمه

بهره‌برداری بهینه از منابع آبی کشور از جمله سیاست‌های کلان شیلات ایران است. شیلات ایران در راستای توسعه آبزی‌پروری و افزایش عرضه آبزیان به‌عنوان یک منبع مهم غذایی و ایجاد فرصت‌های شغلی و تولیدی و با بهره‌گیری از امکانات بالقوه موجود همانند آب‌گیرهای طبیعی، قنوات، چاه‌ها، چشمه‌ها، رودخانه‌ها و سدها اقدام به تاسیس مجتمع‌های آبزی‌پروری، بهره‌برداری و تولید در این مکان‌ها نموده است. در این رابطه قنوات به‌عنوان یکی از منابع قابل بهره‌برداری در این زمینه محسوب می‌شوند که با انجام تغییرات مختصر می‌توان از آن‌ها در امر آبزی‌پروری استفاده نمود (اداره کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳). در سال‌های اخیر استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در زمینه آبزی‌پروری و توسعه شیلاتی کاربرد زیادی یافته و با علم شیلات به‌هم پیوسته شده است (Meaden، ۱۹۹۵؛ Giles و Nielsen، ۱۹۹۲). این سیستم دارای ظرفیت مدل‌سازی دینامیکی از پارامترهای محیطی بوده (Eastman، ۱۹۹۳؛ Meaden و Kapetsky، ۱۹۹۱) و نقش فزاینده‌ای در مدیریت استفاده از منابع طبیعی دارد (Burrough، ۱۹۸۶). انتخاب صحیح محل احداث مزارع آبزی‌پروری از اهمیت زیادی در رابطه با بازدهی اقتصادی از طریق میزان هزینه‌ها، نرخ فروش،

*مسئول مکاتبه: hosseinbariabarghouei@yahoo.com

نسبت تولید و تلفات برخوردار است (Beveridge و همکاران، ۱۹۹۴) که در این رابطه چگونگی تخصیص منابع از موارد مهم و اولیه از مطالعات GIS می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده، امروزه اصول اولیه عملکرد GIS برای ارزیابی و تشخیص کاربردهای منابع طبیعی به‌طور کامل مشخص شده به‌نحوی‌که بررسی شرایط کیفی منابع آبی مصرفی با استانداردهای پرورش آبزیان، مکان‌یابی و انتخاب بهترین محل برای احداث استخرهای آبزی‌پروری از زمینه‌های مطالعاتی مهم در این رابطه محسوب می‌شود و بیش‌ترین تأثیر را بر میزان کارایی و عملکرد سیستم پرورشی دارد. در مطالعات گوناگونی استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان ابزاری برای مکان‌یابی و برآورد کیفی منابع آب مورد استفاده در آبزی‌پروری مطرح گردیده است. از آن جمله؛ Meaden و Kapetsky (۱۹۹۱) به توضیح و شرح کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در آبزی‌پروری درون خشکی‌ها پرداختند. در رابطه با انتخاب محل مناسب برای پرورش آبزیان از طریق سیستم GIS، می‌توان به مطالعات Ali و همکاران (۱۹۹۱)، Ross و همکاران (۱۹۹۳)، Beveridge و همکاران (۱۹۹۴)، Aguilar-Manjarrez و Ross (۱۹۹۵)، McGowan و همکاران (۱۹۹۵) و Habbane و همکاران (۱۹۹۷) اشاره کرد.

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از جمله مهم‌ترین گونه‌های پرورشی و تجاری، آزادماهیان است که به‌دلیل سازش‌پذیری با شرایط پرورش متراکم، سرعت رشد مناسب و قابلیت زیست در محدوده وسیعی از شرایط کیفی آب امروزه در بسیاری از کشورهای جهان گسترش یافته است. هر چند Kerr و Lasenby (۲۰۰۰) مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مکان‌های مناسب پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را کمیت، شفافیت، درجه حرارت، pH و اکسیژن محلول آب بیان کردند اما این ماهی به‌عنوان گونه مهم پرورشی در آب‌های لب‌شور استان یزد نیز مطرح است. استان یزد بر خلاف شرایط آب و هوایی کویری، به‌دلیل دارا بودن منابع آبی کشاورزی زیاد شامل بیش از ۴۳۸۰ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق، ۳۲۰۶ رشته قنات و ۶۲۹ دهنه چشمه، استعدادهای زیادی در زمینه پرورش آبزیان دارد که پس از شناسایی و بررسی کارشناسانه، به‌منظور پرورش ماهی قابل استفاده خواهد بود (انوشیروانی، ۱۳۸۲). در مناطق اقلیمی خشک و نیمه‌خشک، منابع آب سطحی به‌طور عمده دارای محدودیت‌های زیادی می‌باشد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مقدار کم بارندگی در کنار پراکنش نامناسب آن اشاره نمود. ولی آب‌های زیرزمینی به‌عنوان منابع آبی مطمئن برای تامین آب در این مناطق قلمداد شده و به‌دلیل ثبات در خصوصیات کیفی و نبود تغییرات روزانه و فصلی، برای پرورش آبزیان بسیار مناسب است (Mc Gowan و همکاران، ۱۹۹۵). استان یزد با وجود داشتن قنوات زیاد و شهرت به شهر قنات، قابلیت پرورش ماهی در مظهر قنات را دارا می‌باشد اما مهم‌ترین عامل برای موفقیت در آبزی‌پروری کیفیت آب است، بنابراین به‌منظور افزایش تولید و بازده باید منابع آبی را براساس استانداردهای مناسب انتخاب نمود. Sloane (۱۹۹۴) مکان مناسب برای آبزی‌پروری را عامل مهمی در موفقیت این فعالیت برشمرد و بیان کرد که برای انتخاب مکان مناسب باید شاخص‌های بیولوژیکی از جمله کیفیت و کمیت آب، کیفیت خاک، توپوگرافی و دسترسی به خدمات حمایتی، مورد بررسی قرار گیرند. Boyd (۱۹۹۸) و Zweig و همکاران (۱۹۹۹) نیز در کتب خود به ارایه استانداردهای کیفی آب برای پرورش آبزیان پرداخته و آب را به‌عنوان مهم‌ترین عامل در بازدهی پرورش آبزیان معرفی کردند. در رابطه با اهمیت مطالعه پارامترهای کیفی آب در رابطه با آبزی‌پروری می‌توان به

مطالعه Buttner و همکاران (۱۹۹۳) نیز اشاره نمود که در گزارشی به‌شرح عوامل اصلی کیفی آب شامل دما، سختی، اکسیژن محلول و... در سیستم پرورش آبزیان پرداختند.

بر خلاف رواج و اهمیت روزافزون صنعت آبزی‌پروری در ایران در طی سالیان متمادی و تبدیل آن به زمینه‌ای برای بهره‌برداری اقتصادی، مطالعات استفاده از GIS در رابطه با آبزی‌پروری در ایران سابقه چندانی ندارد. در این رابطه می‌توان به مطالعات بنافی و همکاران (۱۳۸۶) و چراغی و همکاران (۱۳۸۸) اشاره نمود که به مکان‌یابی مناطق مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان گلستان و همدان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. همت‌یار و همکاران (۱۳۹۰) نیز با هدف مکان‌یابی و اولویت‌بندی منابع آب زیرزمینی شهرستان سردشت در آذربایجان‌غربی برای احداث استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، از GIS، سنجش از دور و تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند.

این مطالعه با هدف بررسی و مطابقت خصوصیات کیفی آب قنوات استان یزد با پاره‌ای از استانداردهای کیفی آب محیط پرورش، به پهنه‌بندی مناطق مناسب برای آبزی‌پروری از طریق زمین‌آمار و سیستم GIS می‌پردازد. ارایه چنین اطلاعاتی می‌تواند از طریق ایجاد زمینه‌های تکنیکی، قضاوت صحیح و کارشناسانه را به‌هنگام گزینش منابع آبی مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مظهر قنات این استان امکان‌پذیر سازد.

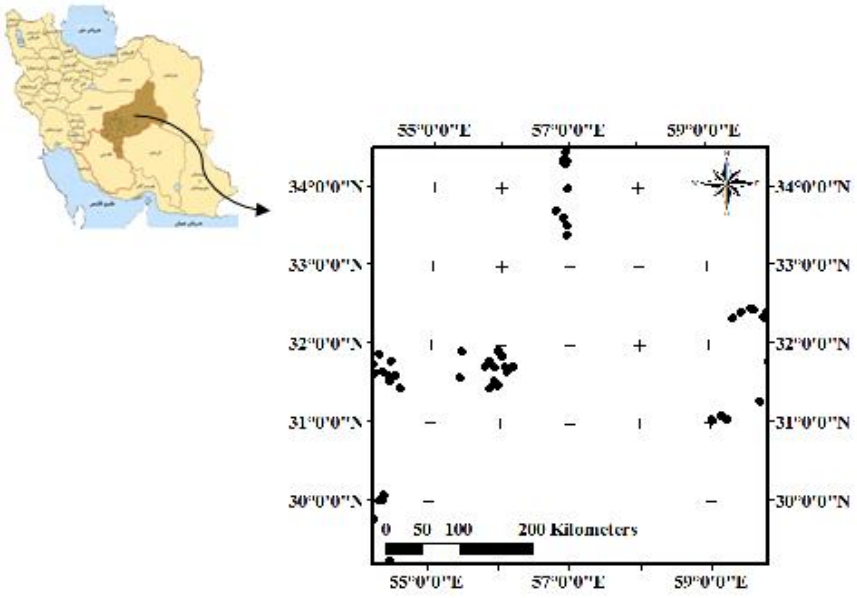
مواد و روش‌ها

استان یزد با مساحت ۱۳۱۵۵۱ کیلومترمربع در فلات مرکزی ایران و در ناحیه گرم و خشک واقع شده است. به‌علت قرار گرفتن استان در کمربند بیابانی نیم‌کره شمالی، ارتفاع کم منطقه از سطح دریا، دوری از مناطق رطوبتی، تابش خورشید و موقعیت توپوگرافی موجب شده تا شرایط اقلیمی استان به‌صورت خشک در آید. طبق آخرین آمار منتشره توسط شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان در سال ۱۳۸۱، در استان یزد تعداد ۳۷۶۱ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق و ۳۲۰۶ رشته قنات و ۶۲۹ دهنه چشمه وجود دارد و سالیانه بالغ بر ۱/۶۳ میلیارد مترمکعب آب‌های زیرزمینی برداشت می‌شود که حدود ۹۱ درصد آن به مصرف کشاورزی و ۶/۵ درصد به مصرف شرب و بهداشت و ۲/۵ درصد به مصرف صنعت می‌رسد بنابراین استان یزد با توجه به داشتن قابلیت‌ها و توانمندی‌های فراوان طبیعی می‌تواند به‌عنوان یکی از استان‌های مطرح کشور در زمینه آبزی‌پروری محسوب گردد و شیلات استان با سرمایه‌گذاری و آموزش افراد محلی درصد قابل‌توجهی از آب قنوات را در زمینه پرورش ماهی هدایت نموده و ضمن بالا بردن راندمان بهره‌برداری از آب گامی به‌سوی خودکفایی و تولید گوشت ماهی بردارد (انوشیروانی، ۱۳۸۲).

در این مطالعه با استفاده از آمار و اطلاعات قنوات موجود در منطقه، اقدام به پهنه‌بندی پارامترهای مختلف برای بررسی تناسب آن‌ها با شاخص‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (جدول ۱) شد.

جدیدترین آمار کیفی مربوط به قنوات استان یزد از منابع اطلاعاتی اخذ و بررسی‌های لازم بر روی آن‌ها انجام شد. ابتدا داده‌های به‌دست آمده مورد بررسی کلی برای ارزیابی درستی آن‌ها قرار گرفت سپس داده‌های باقی‌مانده از نظر خصوصیاتی هم‌چون pH، سختی و غلظت عناصری مانند کلر، سدیم،

کلسیم، منیزیم پتاسیم، بی‌کربنات و سولفات با استانداردهای کیفی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در محیط نرم‌افزار ArcGIS مورد مقایسه قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و قنوات مورد بررسی در ایران و استان یزد

جدول ۱- محدوده مجاز عوامل محیطی و مواد معدنی محلول در آب استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان

عوامل کیفی آب	محدوده	منبع
شوری (درصد)	(ppt) <۲۰	زوئیگ و همکاران (۱۹۹۹)
pH	۷-۸	
سختی کلسیمی	$CaCO_3$: ۵۰-۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر	
سولفات	(ppm) ۳۰۰۰>	بوید (۱۹۹۸)
کلسیم	(ppm) ۵۰۰>	
منیزیم	(ppm) ۱۵۰۰>	
سدیم	(ppm) ۱۱۰۰۰>	
کلر	(ppm) ۲۰۰۰>	
پتاسیم	(ppm) ۴۰۰>	
بی‌کربنات	(ppm) ۳۰۰ -۰	

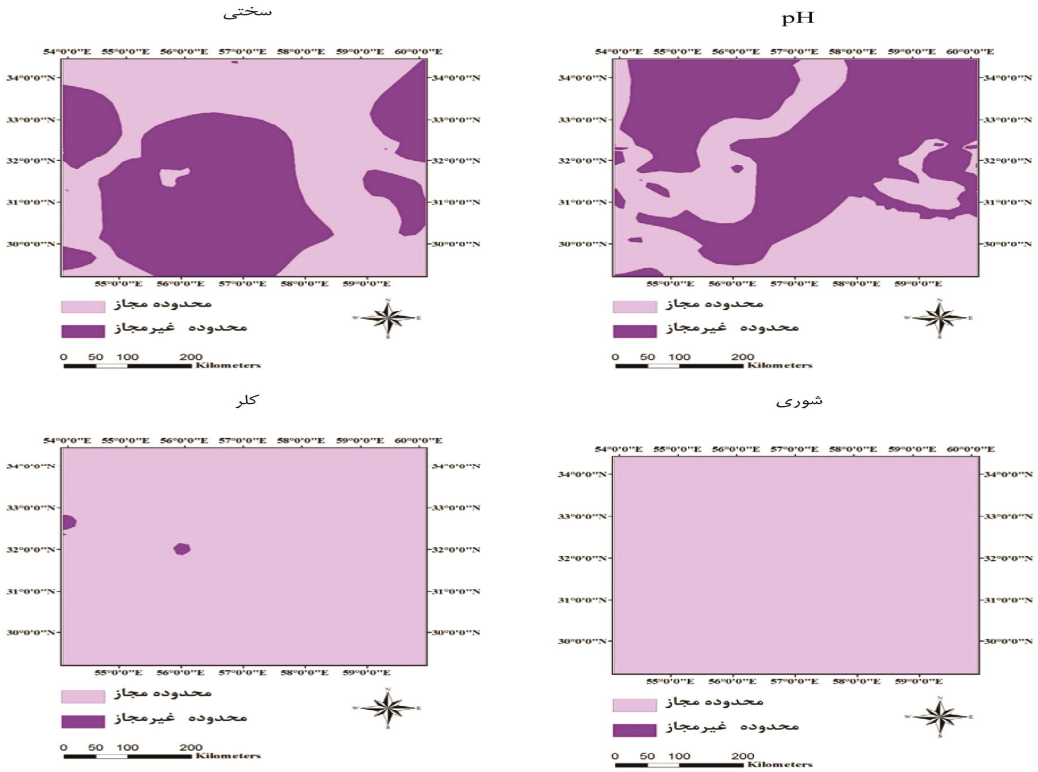
از آن‌جا که این اطلاعات به‌صورت نقطه‌ای است، برای انجام پهنه‌بندی روش‌های مختلف زمین‌آماری[1] مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت (داده‌ها نشان داده نشده است) که روش کریجینگ[2]، به‌عنوان روش مناسب برای پهنه‌بندی و تعمیم اطلاعات نقطه‌ای به اطلاعات سطحی، مناسب تشخیص داده شد. به این ترتیب سایر پارامترهای موردنظر در بحث کیفیت منابع آبی موجود در منطقه مورد مطالعه، پهنه‌بندی و به‌صورت نقشه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، تهیه شده و نقشه‌های تهیه شده با استانداردهای

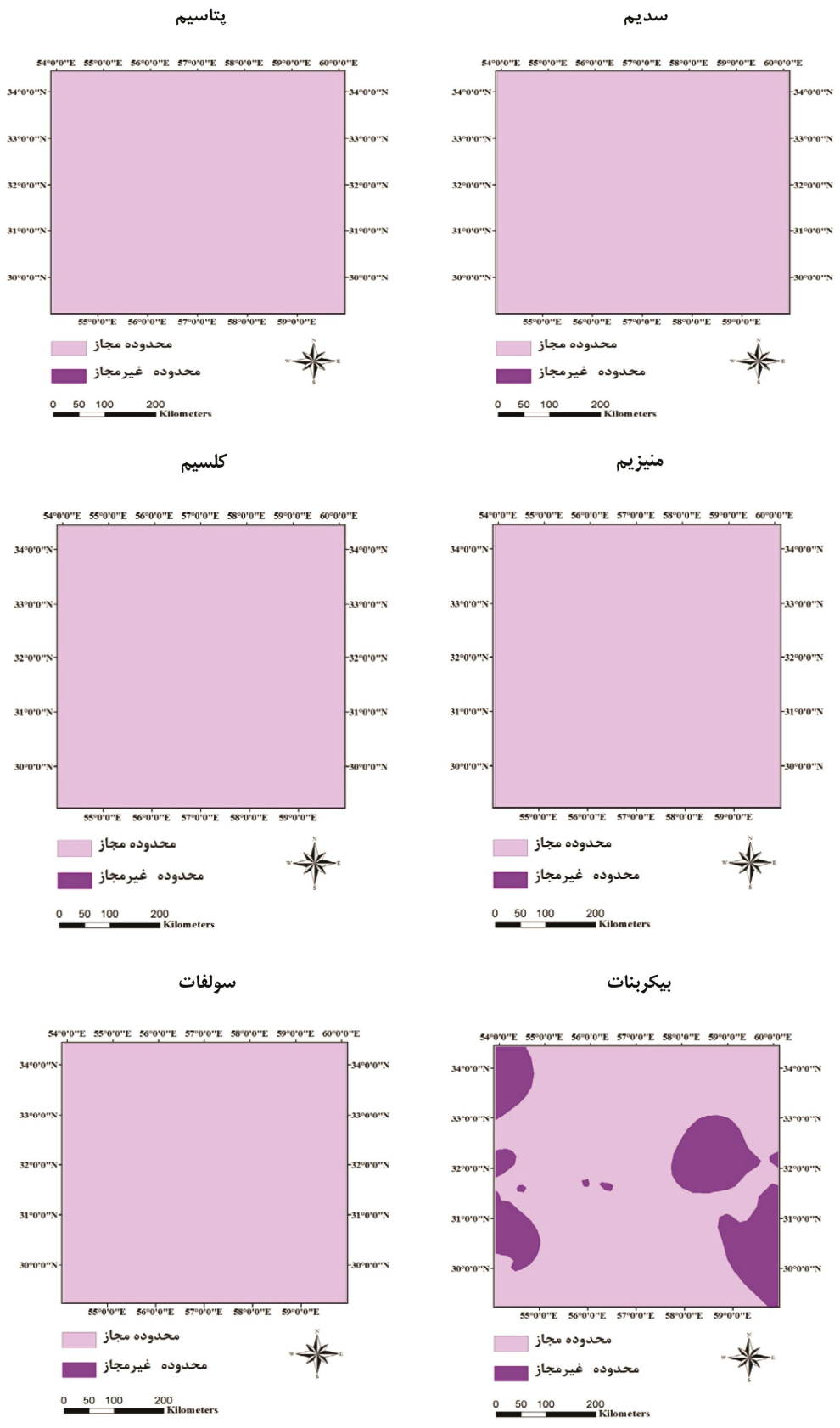
1- Geostatic
2- Kriging

موجود برای کیفیت آب مناسب برای پرورش ماهی، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. سپس با روی‌هم‌اندازی همه لایه‌ها، نقشه نهایی مناطق مساعد و نامساعد برای پرورش ماهی تهیه گردید. در نهایت نیز با انطباق نقشه مناطق مساعد و نامساعد و نقشه موقعیت قنوات مورد مطالعه، قنواتی که قابلیت بهره‌برداری برای پرورش ماهی را دارا بودند، مشخص شد.

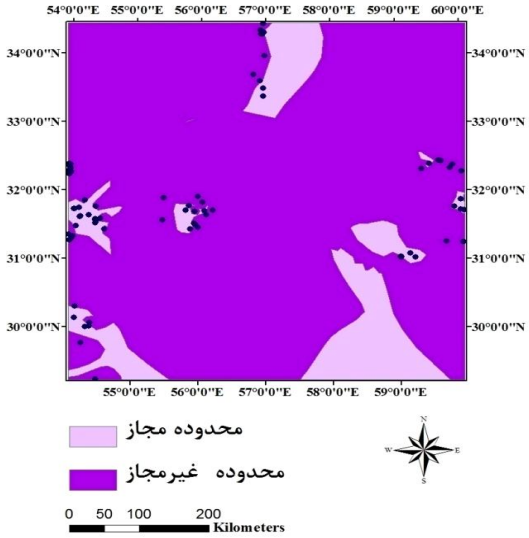
نتایج

نتایج به‌دست آمده از پهنه‌بندی عوامل کیفی آب، با استفاده از روش کریجینگ، از تعمیم اطلاعات نقطه‌ای در محل چاه‌های نمونه‌برداری به اطلاعات سطحی، به‌صورت نقشه‌هایی در شکل ۲ نشان داده شده است. در این نقشه‌ها مناطقی که با استانداردهای کیفی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منطبق بوده با رنگ آبی کم‌رنگ و مناطق نامساعد با رنگ آبی پررنگ مشخص شده‌اند. با استفاده از چنین نقشه‌هایی امکان تهیه لایه‌های مختلف اطلاعاتی با توجه به شاخص‌های مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با استفاده از منابع آبی زیرزمینی موجود، امکان‌پذیر گردید. نقشه نهایی به‌دست آمده از روی‌هم‌اندازی لایه‌های تهیه شده از عوامل کیفی آب و نیز موقعیت قنوات مورد مطالعه، تهیه شد (شکل ۳). در این نقشه مناطق مساعد با رنگ آبی کم‌رنگ و مناطق نامساعد با رنگ آبی پررنگ مشخص شده است. با توجه به این نقشه مشخص گردید که از بین ۸۱ قنات در استان یزد، تعداد ۳۲ مورد از آن‌ها قابلیت بهره‌برداری برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را دارا می‌باشند. مشخصات قنوات دارای شرایط مساعد برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۲ ارایه شده است.





شکل ۲- نقشه‌های موضوعی کیفیت آب، به‌دست آمده از تعمیم اطلاعات نقطه‌ای در محل قنوات استان یزد



شکل ۳- نقشه نهایی به‌دست آمده از انطباق نقشه پهنه‌بندی مناطق مساعد پرورش ماهی قزل‌آلا و موقعیت قنوات استان یزد

جدول ۲- محل قنوات دارای شرایط مساعد برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان یزد

ردیف	نام قنات	محدوده	ردیف	نام قنات	محدوده
۱	نوش‌آباد	ابرکو	۱۷	فهالنج	طبس
۲	رستم‌آباد	ابرکو	۱۸	خسروآباد	طبس
۳	جعفرآباد	ابرکو	۱۹	مزرعه نو	عقدا
۴	نوادان	ابرکو	۲۰	خیرآباد سر یزد	مهریز
۵	مهرآباد	ابرکو	۲۱	بغدادآباد	مهریز
۶	سیدآباد	بافق	۲۲	حسن‌آباد	مهریز
۷	باجگان	بافق	۲۳	نفس القریه	هرات
۸	زاکوئیه	بهاباد	۲۴	قدمگاه	هرات
۹	نیستان	بهاباد	۲۵	تاج‌آباد	هرات
۱۰	نصرآباد	تفت	۲۶	حاجی‌عبدالله	دشت یزد- اردکان
۱۱	خشک‌آباد	تفت	۲۷	حوض جوشی	دشت یزد- اردکان
۱۲	فیض‌آباد	تفت	۲۸	ابراهیم‌آباد	دشت یزد- اردکان
۱۳	نعمت‌آباد	تفت	۲۹	باقی‌آباد	دشت یزد- اردکان
۱۴	نارخیری	تفت	۳۰	نو هنزا	دشت یزد- اردکان
۱۵	روشن‌آباد	تفت	۳۱	جعفرآباد	دشت یزد- اردکان
۱۶	خاتون‌آباد	تفت- ده شیر	۳۲	خضرآباد	دشت یزد- اردکان

بحث و نتیجه‌گیری

هر چند آبزی‌پروری در مقایسه با سایر فعالیت‌های بخش کشاورزی و حتی صید از دریاها، نوپا بوده است ولی از زمان آغاز به فعالیت این حرفه، به‌عنوان یکی از تندرشدترین بخش‌های تولید غذا محسوب گردیده است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، منابع آب سطحی به‌طور عمده دارای محدودیت‌های زیادی می‌باشد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مقدار کم بارندگی در کنار پراکنش نامناسب آن اشاره نمود ولی آب‌های زیرزمینی به‌عنوان منابع آبی مطمئن برای تأمین آب در این مناطق قلمداد شده و به‌دلیل ثبات در خصوصیات کیفی و نبود تغییرات روزانه و فصلی و نیز عاری بودن از آلودگی‌های سمی و عوامل بیماری‌زا، برای پرورش آبزیان بسیار مناسبند. قنات یکی از منابع

تامین آب اراضی کشاورزی می‌باشد که در بیش‌تر استان‌های کشور به‌خصوص در مناطق کم‌آبی مانند یزد و اصفهان به‌وفور یافت شده و با انجام تغییرات مختصر و اقدمات کم می‌توان از آن‌ها در امر آبزی‌پروری بهره‌برداری نمود، از این‌رو پرورش ماهی در مظهر قنات با کانال‌های خاکی یا بتونی قابل اجرا می‌باشد. در این روش، انتهای بخشی از کانال آبرسان قنات تا قبل از اولین مقسم با توری چشمه ریز محصور شده و ماهی در این قسمت پرورش داده می‌شود. از جمله برتری‌های پرورش ماهی در مظهر قنات می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (اداره کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳):

۱- بهره‌برداری بهینه از امکانات موجود، ۲- استفاده از پتانسیل‌های موجود، ۳- افزایش درآمد روستاییان، ۴- میزان سرمایه‌گذاری ناچیز، ۵- افزایش تولیدات کشاورزی، ۶- توسعه عمران روستایی، ۷- غنی شدن آب کشاورزی، ۸- ایجاد اشتغال، ۹- برقراری امنیت غذایی، ۱۰- کمک به عمران روستا، ۱۱- ترویج فرهنگ تولید و مصرف آبزیان و ۱۲- توسعه سلامتی در جامعه

در پرورش ماهی در مظهر قنات با توجه به وجود کانال‌های آب‌رسان، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه ناچیز بوده و به‌علت این‌که آب به‌طور دایم حرکت داشته و در جریان می‌باشد می‌توان گفت که بسیاری از گازهای مضر برای ماهی در این روش وجود نداشته و یا اگر وجود داشته باشد در اثر تلاطم و نوسانات ایجاد شده از بین خواهد رفت و بر همین اساس بسیاری از بیماری‌های ناشی از وجود گازهای مضر در پرورش در مظهر قنات از بین رفته و شایع نمی‌باشد و از طرفی می‌توان بیان نمود که در بستر قنات به‌خصوص قنات‌هایی که دارای بستر شنی و خاکی می‌باشد تولیدات اولیه دیگری نیز وجود دارد که ماهی می‌تواند علاوه‌بر تغذیه مصنوعی از این تولیدات استفاده کرده و ضریب تبدیل غذایی را کاهش دهد، این امر منجر به کاهش هزینه‌های تولید گشته، همچنین محدودیتی برای ادامه پرورش در طی سال وجود نخواهد داشت و ماهیان پرورشی در کم‌ترین زمان به وزن بازاری بالاتر خواهند رسید، در حالی‌که در صورت استفاده از سایر روش‌های پرورشی، هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالاتر بوده و به سبب پایین بودن سرعت تعویض آب و وجود برخی گازهای مضر و توجه نکردن به رعایت نکات بهداشتی امکان ابتلا به بیش‌تر بیماری‌ها شایع می‌باشد و نیز به‌دلیل متکی بودن به غذاهای دستی ضریب تبدیل غذایی در این سیستم‌ها بالا رفته و محدودیت زمان پمپاژ آب، وزن بازاری نهایی را کم‌تر می‌نماید بنابراین فقط امکان یک دوره پرورش در سال وجود دارد (اداره کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳).

در این مطالعه با در نظر گرفتن خصوصیات کیفی آب به تصمیم‌گیری پیرامون گزینش منابع آبی به‌منظور آبزی‌پروری پرداخته شده و با ایجاد نقشه‌های به‌دست آمده از منطقه‌بندی محدوده مجاز و غیرمجاز عوامل کیفی آب، مناطقی که با استانداردهای کیفی پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منطبق بوده با رنگ آبی کم‌رنگ و مناطق نامساعد با رنگ آبی پررنگ مشخص شد. هر چند در مطالعه اخیر از برخی پارامترهای کیفی آب (مانند شوری، سختی، pH و پاره‌ای از عناصر محلول در آب) برای لایه‌بندی مناطق استفاده شد، لایه‌های مورد استفاده در مطالعه Ross و همکاران (۱۹۹۳) شامل عمق (۲ کلاس)، شوری (۲ کلاس) و شدت جریان (۴ کلاس) آب بود که طبق نتایج به‌دست آمده فقط ۶ درصد از منطقه برای پرورش مناسب ارزیابی شد. هر چند در مطالعه بنافی و همکاران (۱۳۸۶)، مکان‌یابی پرورش ماهیان سردآبی در استان گلستان با استفاده از ۴ سطح تناسب شامل خوب، متوسط، ضعیف و نامناسب برای پهنه‌ها انجام گردید اما در این پژوهش با توجه به حدود استاندارد عوامل فیزیکوشیمیایی آب از ۲ سطح مجاز و غیرمجاز برای آبزی‌پروری استفاده شد. چارچوب کاری مورد

استفاده در مطالعه بنافی و همکاران (۱۳۸۶)، ارزیابی سیستمی به روش ادغام نقشه‌های موضوعی به طریقه McHarg بود. هر سلول شبکه کاری با توجه به فاصله از جاده، میزان تبخیر، وضعیت خاک، دمای آب، وضعیت سنگ، ارتفاع، شیب، جهت، شبکه آبراهه، مناطق حفاظت شده، کاربری اراضی، فاصله از منبع آب با دبی مناسب و بالاخره موقعیت سدها و دریاچه ارزیابی شد. نتایج ارزیابی مناطق مختلف در استان گلستان، نشان‌دهنده این مطلب است که برای پرورش ماهیان سردآبی سطحی حدود ۵۳ کیلومترمربع با تناسب خوب، ۵۴ کیلومترمربع با تناسب متوسط و ۶۸ کیلومترمربع با تناسب ضعیف موجود می‌باشد. پژوهش مشابهی نیز توسط مهرداد چراغی و همکاران (۱۳۸۸) در رابطه با مکان‌یابی عرصه‌های مستعد آبزی‌پروری در استان همدان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) انجام گردید. در مطالعه همت‌یار و همکاران (۱۳۹۰) نیز مکان‌یابی منابع آب زیرزمینی شهرستان سردشت در آذربایجان‌غربی با استفاده از GIS، سنجش از دور و تصمیم‌گیری چندمعیاره انجام شد. معیارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل اکولوژیک- آب (دبی، نوع منبع، دما و pH)، شکل زمین، کاربری اراضی، دوری از مناطق حادثه‌خیز (سیل و زلزله)، اقتصادی (نزدیکی به بازار، دسترسی به نیروی کار، سودآوری)، اجتماعی (اشتغال‌زایی، نوع مالکیت بهره‌برداری و تراکم جمعیت)، زیرساختی (نزدیکی به جاده، برق، تلفن ثابت و...) بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که از میان کل منابع آبی شهرستان که دبی آن‌ها بالاتر از ۲ لیتر در ثانیه بود، تمامی منابع از نظر پتانسیل پرورش ماهی در طبقه به‌نسبت مناسب و مناسب قرار گرفتند و هیچ‌کدام در طبقه نامناسب و کاملاً مناسب قرار نگرفتند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، نقشه‌های تهیه شده نشان می‌دهد که در مجموع برخی از قنوات استان یزد از نظر ویژگی‌های کیفی آب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دارای شرایط مناسبی نیستند. از طرفی استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های زمین‌آماری در پهنه‌بندی و تبدیل اطلاعات نقطه‌ای به اطلاعات سطحی می‌تواند دست‌یابی به اطلاعات کافی را برای شبیه‌سازی وضعیت سفره‌های آب زیرزمینی فراهم سازند. چنان‌چه هدف از چنین مطالعاتی، طبقه‌بندی و تفکیک ویژگی‌های کیفی منابع آبی موجود باشد، استفاده از لایه‌های نقطه‌ای ایجاد شده در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند راهنمای خوبی محسوب شود. از نتایج چنین مطالعاتی می‌توان در انتخاب محل و مکان‌یابی برای یافت مناطق مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مناطق خشک بهره جست و چنان‌چه داده‌های مربوط به سایر شاخص‌ها و پارامترهای مورد نیاز برای پرورش سایر آبزیان نیز در دسترس باشد، با داشتن چنین اطلاعاتی در مناطق مختلف می‌توان به نتایج موردنظر برای گزینش مکان‌های مستعد پرورش دیگر آبزیان نیز دست یافت و با داشتن میزان هر شاخص، پس از اولویت‌بندی مناطق مختلف برای آبزی‌پروری، برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام داد.

در پایان شایان ذکر است که گرچه در استفاده از آب‌های زیرزمینی در استخرهای پرورش ماهی مشکلاتی مانند محدودیت دسترسی و گرفتن مجوز وجود دارد، اما کاربرد این منابع در ایجاد واحدهای پرورشی محدود توصیه می‌شود. استان یزد از نظر منابع آبی زیرزمینی غنی بوده و در صورت استفاده از بخش کوچکی از این منابع در زمینه آبزی‌پروری و به‌کارگیری روش‌های نوین به‌منظور افزایش تولید در واحد سطح و نیز فرهنگ‌سازی مصرف، می‌توان شاهد تحولی عظیم در زمینه تولید پروتئین، ایجاد اشتغال و ارتقا سطح سلامت خانوار در این استان و سایر مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بود.

منابع

۱-اداره‌کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳. پرورش‌ماهی در مظهر قنات. فصلنامه آبزی‌پرور. سال دوازدهم. شماره ۱۱. صفحات ۳-۵.

۲-انوشیروانی، م.، ۱۳۸۲. عملکرد شیلات استان یزد. فصلنامه آبزی‌پرور. سال ۱۱ ، شماره ۵. صفحات ۴-۷.

۳-بنافی، م.، کمالی، ا.، سلمان‌ماهینی، ع.، و کیابی، ب.، ۱۳۸۶. مکان‌یابی پرورش ماهیان سردآبی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در استان گلستان. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴. صفحات ۳۵-۴۴.

۴-چراغی، م.، لرستانی، ب.، سبحان‌اردکانی، س.، طیبی، ل.، و جعفری‌نوبخت، ف.، ۱۳۸۸. مکان‌یابی عرصه‌های مستعد آبزی‌پروری در استان همدان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). اولین همایش ملی اصلاح الگوی مصرف با محوریت منابع طبیعی، کشاورزی و دامپزشکی.

۵-همت‌یار، ع.، اسدی، ع.، و کلانتری، خ.، ۱۳۹۰. ارزیابی توان منابع آب زیرزمینی شهرستان سردشت برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و رهیافت تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM). پژوهش‌های روستایی. دوره ۲. شماره ۲. صفحات ۱-۳۰.

6. Aguilar-Manjarrez, J., and Ross, L.G., 1995. Managing aquaculture development: The role of GIS in environmental studies for aquaculture. GIS World, 8 (3), 52-56.
7. Ali, C., Ross, L.G., and Beveridge, M.C.M., 1991. Microcomputer spreadsheets for the implementation of geographic information systems in aquaculture: A case study on carp in Pakistan. Aquacult. 92, 199-205.
8. Beveridge, M.C.M., Ross, L.G., and Mendoza, Q.M.E.A., 1994. Geographical Information Systems (GIS) for coastal aquaculture site selection and planning. In: Ecology of Marine Aquaculture, pp. 26-47.
9. Boyd, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and development series No. 43. 37p.
10. Burrough, P.A., 1986. Principles of Geographical Information Systems for land resource assessment. Monograph on soils and resources survey, No. 12. Clarendon Press, Oxford England, 193p.
11. Buttner, J.K., Soderberg, R.W., and Terlizzi, D.E., 1993. An introduction to water chemistry in freshwater aquaculture. Northeastern Regional Aquaculture Center (NRAC) Fact sheet. NO: 170.
12. Eastman, J.R., 1993. IDRISI: A Grid Based Geographic Analysis System: Version 4.1, Update: Manual (Clark University Graduate School of Geography: Worcester, MA), 213p.
13. Giles, R.H., and Nielsen, L.A., 1992. The uses of Geographical Information Systems in fisheries. Am. Fish. Soc. Symp. 13, 81-94.
14. Habbane, M., El-Sabh, M.I., and Dubois, J.M., 1997. Regional aquaculture potential measured using passive remote sensing and GIS: Application for the fishing waters in Baie des Chaleurs (eastern Canada). Inter. J. Rem. Sen. 18 (16), 3439-3457.
15. Kerr, S.J., and Lasenby, T.A., 2000. Rainbow trout stocking in inland lakes and streams: An annotated bibliography and literature review. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario, 220p.
16. McGowan, E.M., Nealon, J., and Brown, C., 1995. Needs assessment: Aquaculture GIS in northeastern Massachusetts. In GIS/LIS' 95-Annual Conference and Exposition. Proceedings, 124 (1&2), 723-729.
17. Meaden, G.J., 1995. The potential for geographical information systems (GIS) in fisheries management. Computers in fisheries research. (Eds. E. Moksness and B. Megrey). Chapman & Hall, London, England, pp. 41-79.
18. Meaden, G.J., and Kapetsky, J.M., 1991. Geographical Information Systems and Remote Sensing in inland fisheries and aquaculture. FAO: Rome, FAO Fisheries Technical Paper. No: 318, 262p.
19. Ross, L.G., Mendoza, E.A., and Beveridge, M.C.M., 1993. The use of Geographical Information Systems for site selection for coastal aquaculture. Aquacult. 112 (2&3), 165-178.
20. Sloane, M.B., 1994. New Mexico aquaculture. New Mexico State University and the U.S. Department of agriculture cooperating, 15p.
21. Zweig, R.D., Morton, J.D., and Stewart, M.M., 1999. Source water quality for aquaculture, a guide for assessment. World Bank, Washington, D.C. 76p.

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 7, No. 1, April 2013

Feasibility study of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) culture in flumes of Yazd Province, by using GIS

***H. Bari Abarghouei**
Member of Payam-e-Noor University, Yazd, Iran

Abstract

Due to the lack of adequate surface water resources in arid and semi-arid regions, aquaculture industry has been forced to use underground water resources in these areas. Concerning water quality and resources as the main determining factors in appropriateness of water using for aquaculture activities, this study examined these water resources capabilities in rainbow trout culture through zone classification of water quality (including flumes) by using GIS and Geostatic in Yazd Province. As type of location data was point for water resources, different methods of Geostatic were used in zoning and detecting of suitable areas for aquaculture firstly and finally, appropriate range was divided. Then, qualitative data of flumes in many features such as pH, hardness, salinity and concentrations of elements such as chloride, sodium, potassium, magnesium, calcium, bicarbonate and sulfate were compared with qualitative standards of rainbow trout culture. The results showed that the quality of some water resources is inappropriate for using in rainbow trout culture.

Keywords: Aquaculture; Rainbow trout; Flume; GIS (Geographic Information System); Qualitative zoning; Geostatic

[*] Corresponding Authors; Email: hosseinbariabarghouei@yahoo.com