

**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 آبی‌پروری 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 آبی‌پروری 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 زمین‌آمار در پهنه‌بندی و تعیین مناطق مناسب برای آبی‌پروری استفاده شد و در نهایت محدوده‌های مناسب تفکیک گردید. سپس داده‌های کیفی قنوات مورد مطالعه از نظر خصوصیات 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:** آبی‌پروری، 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 آبی‌پروری 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 آبی‌پروری، 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 آبی‌پروری استفاده نمود (اداره کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳). در سال‌های اخیر استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در زمینه آبی‌پروری 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 آبی‌پروری از اهمیت زیادی در رابطه با بازدهی اقتصادی از طریق میزان هزینه‌ها، نرخ فروش،

\* مسئول مکاتبه: hosseinbariabarghouei@yahoo.com

گونه مهم پرورشی در آب‌های لب‌شور استان یزد نیز مطرح است. استان یزد بر خلاف شرایط آب و هوایی کویری، به دلیل 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 به دلیل 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 قنات زیاد و شهرت به شهر قنات، قابلیت پرورش ماهی در مظهر قنات را دارا می‌باشد اما مهم‌ترین عامل برای موفقیت در آبی‌پروری کیفیت آب است، بنابراین به‌منظور افزایش تولید و بازده باید منابع آبی را براساس استانداردهای مناسب انتخاب نمود. Sloane (۱۹۹۴) مکان مناسب برای آبی‌پروری 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 آبی‌پروری می‌توان به

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 به‌نحوی که بررسی شرایط کیفی منابع آبی مصرفی با استانداردهای پرورش آبزیان، مکان‌یابی و انتخاب بهترین محل برای احداث استخرهای آبی‌پروری 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 آبی‌پروری مطرح گردیده است. از آن جمله؛ Meaden و Kapetsky (۱۹۹۱) به توضیح و شرح کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی در آبی‌پروری 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 به دلیل 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

شده است. به علت قرار گرفتن استان در کمربند بیابانی نیم کره شمالی، ارتفاع کم منطقه از سطح دریا، دوری از مناطق رطوبتی، تابش خورشید و موقعیت توپوگرافی موجب شده تا شرایط اقلیمی استان به صورت 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 نیمه عمیق 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 به عنوان یکی از استان‌های مطرح کشور در زمینه آبی‌پروری محسوب گردد و شیلات استان با سرمایه‌گذاری و آموزش افراد محلی درصد قابل توجهی از آب قنات را در زمینه پرورش ماهی هدایت نموده و ضمن بالا بردن راندمان بهره‌برداری از آب گامی به سوی خودکفایی و تولید گوشت ماهی بردار (انوشیروانی، ۱۳۸۲).

در این مطالعه با استفاده از آمار و اطلاعات قنات 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 قنات استان یزد از منابع اطلاعاتی اخذ و بررسی‌های لازم بر روی آن‌ها انجام شد. ابتدا داده‌های به دست آمده مورد بررسی کلی برای ارزیابی درستی آن‌ها قرار گرفت سپس داده‌های باقی مانده از نظر خصوصیات هم‌چون pH، سختی و غلظت عناصری مانند کلر، سدیم،

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

بر خلاف رواج و اهمیت روزافزون صنعت آبی‌پروری در ایران در طی سالیان متمادی و تبدیل آن به زمینه‌ای برای بهره‌برداری اقتصادی، مطالعات استفاده از GIS در رابطه با آبی‌پروری 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 آذربایجان غربی برای احداث استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، از GIS، سنجش از دور و تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند.

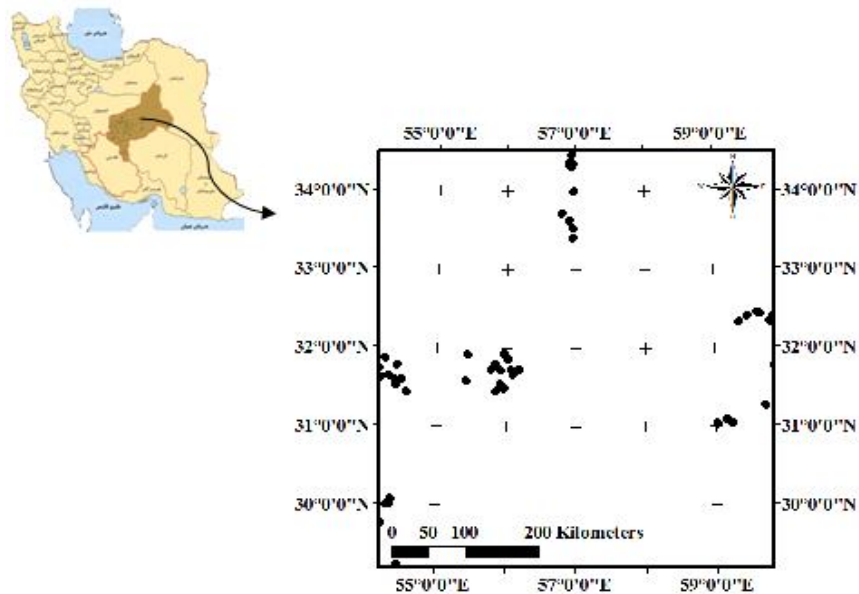
این مطالعه با هدف بررسی و مطابقت خصوصیات کیفی آب قنات استان یزد با پاره‌ای از استانداردهای کیفی آب محیط پرورش، به پهنه‌بندی مناطق مناسب برای آبی‌پروری از طریق زمین‌آمار و سیستم GIS می‌پردازد. ارایه چنین اطلاعاتی می‌تواند از طریق ایجاد زمینه‌های تکنیکی، فضاوت صحیح و کارشناسانه را به هنگام گزینش منابع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

### مواد و روش‌ها

استان یزد با مساحت ۱۳۱۵۵۱ کیلومتر مربع در فلات مرکزی ایران و در ناحیه گرم و خشک واقع

رنگین کمان در محیط نرم افزار ArcGIS مورد مقایسه قرار گرفت.

کلسیم، منیزیم پتاسیم، بی کربنات و سولفات با استانداردهای کیفی پرورش ماهی قزل آلی



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

جدول ۱- محدوده مجاز عوامل محیطی و مواد معدنی محلول در آب استخرهای پرورش ماهی قزل آلی رنگین کمان

منبع	محدوده	عوامل کیفی آب
زوئیگ و همکاران (۱۹۹۹)	$< 20$ (ppt)	شوری (درصد)
	۷-۸	pH
بوید (۱۹۹۸)	$50-500$ میلی گرم بر لیتر $CaCO_3$	سختی کلسیمی
	$> 3000$ (ppm)	سولفات
	$> 500$ (ppm)	کلسیم
	$> 1500$ (ppm)	منیزیم
	$> 11000$ (ppm)	سدیم
	$> 2000$ (ppm)	کلر
	$> 400$ (ppm)	پتاسیم
	$300-0$ (ppm)	بی کربنات

مناسب برای پهنه بندی و تعمیم اطلاعات نقطه ای به اطلاعات سطحی، مناسب تشخیص داده شد. به این ترتیب سایر پارامترهای مورد نظر در بحث کیفیت منابع آبی موجود در منطقه مورد مطالعه، پهنه بندی و به صورت نقشه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، تهیه شده و نقشه های تهیه شده با استانداردهای

از آنجا که این اطلاعات به صورت نقطه ای است، برای انجام پهنه بندی روش های مختلف زمین آماری<sup>۱</sup> مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت (داده ها نشان داده نشده است) که روش کریجینگ<sup>۲</sup>، به عنوان روش

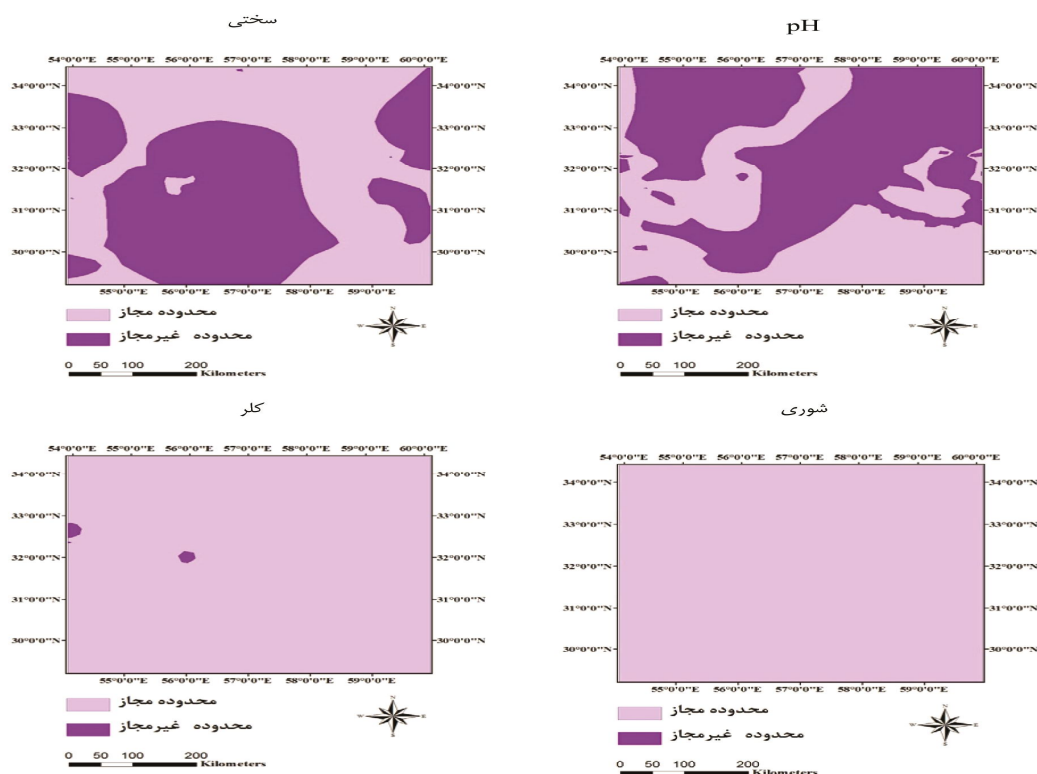
1- Geostatic  
2- Kriging

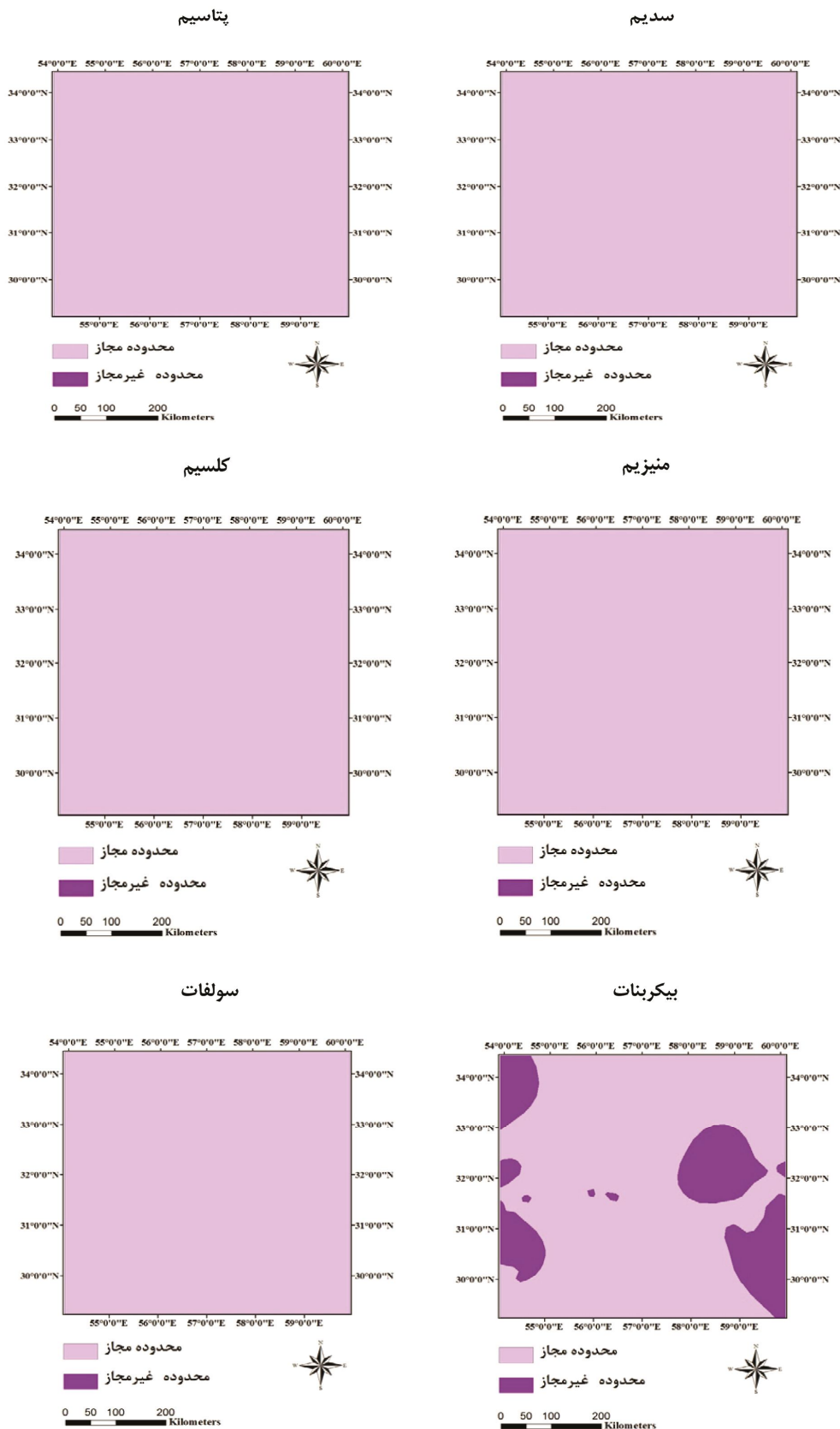
رنگ آبی کم‌رنگ و مناطق نامساعد با رنگ آبی پررنگ مشخص شده‌اند. با استفاده از چنین نقشه‌هایی امکان تهیه لایه‌های مختلف اطلاعاتی با توجه به شاخص‌های مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با استفاده از منابع آبی زیرزمینی موجود، امکان‌پذیر گردید. نقشه نهایی به‌دست آمده از روی هم‌اندازی لایه‌های تهیه شده از عوامل کیفی آب و نیز موقعیت قنوت 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 قنوت دارای شرایط مساعد برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۲ ارائه شده است.

موجود برای کیفیت آب مناسب برای پرورش ماهی، مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. سپس با روی هم‌اندازی 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 قنوت مورد مطالعه، قنوتی که قابلیت بهره‌برداری برای پرورش ماهی را دارا بودند، مشخص شد.

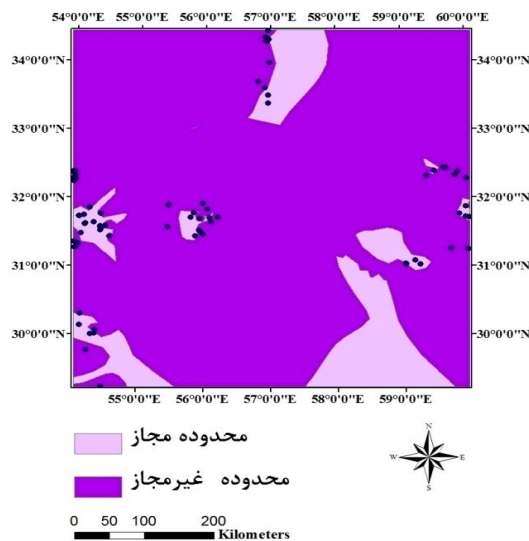
### نتایج

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





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



شکل ۳- نقشه نهایی به دست آمده از انطباق نقشه پهنه‌بندی مناطق مساعد پرورش ماهی قزل‌آلا و موقعیت قنات استان یزد

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

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

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

### بحث و نتیجه‌گیری

هر چند آبی‌پروری 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

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 به دلیل 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 آبرزی پروری 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 آبرزی پروری استفاده شد. چارچوب کاری مورد

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 اقدامات کم می‌توان از آن‌ها در امر آبرزی پروری 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 آبریزان 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 دائم 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



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 یافتن مناطق مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در مناطق خشک بهره‌جست 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 آبی‌پروری، 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 آبی‌پروری 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.

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 آبی‌پروری 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 آذربایجان غربی 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

## منابع

- ۱- اداره کل شیلات استان مرکزی، ۱۳۸۳. پرورش ماهی در مظهر قنات. فصلنامه آبی‌پرور. سال دوازدهم. شماره ۱۱. صفحات ۳-۵.
- ۲- انوشیروانی، م.، ۱۳۸۲. عملکرد شیلات استان یزد. فصلنامه آبی‌پرور. 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 آبی‌پروری 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.