ارزیابی کیفیت آب رودخانه کارون برای تامین آب مورد نیاز کشاورزی با استفاده از مدل AHP

حامد عبدالهی آرپناهی [۱]، حسین اسلامی [۲*]

۱- گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،hamed.abdolahi97@gmail.com

۲-گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران،eslamyho@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۸/۰۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۳/۰۱

چکیده

آبهای سطحی یکی از منابع اصلی در تامین آب کشاورزی می باشد. از این رو شناخت و آگاهی از کیفیت آب رودخانه ها و پهنه بندی آنها بر اساس کمیت عناصر مختلف ما را در اتخاذ تصمیمات مدیریتی و کاهش آلودگی آبها یاری خواهد کرد. هدف از این تحقیق پهنه بندی کیفی رودخانه کارون در استان خوزستان در بازه مسجدسلیمان تا اهواز با استفاده از منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (FAHP) می باشد. به همین منظور از پارامترهای کیفی شامل: کلراید(CL)، نسبت جذب سدیم (SAR)، هدایت الکتریکی(EC)، سدیم(Na)، و کل جامدات حل شده (TDS) در تاریخ آبان ماه سال ۱۳۹۷ استفاده شد. ابتدا پارامترهای کیفی با استفاده از روش درونیابیIDW پهنه بندی گردیدند. سپس هر یک از نقشه های بدست آمده با استفاده از تابع عضویت خطی افزایشی فازی گردیدند آنگاه با تهیه پرسشنامه، مقایسه زوجی بین پارامترها بر اساس نقش این پارامترها در تعیین کیفیت آب جهت مصرف کشاورزی و بر اساس روش AHP ضرایب وزنی هر یک از پارامترها بدست آمد. از ضرب ضرایب وزنی در لایه های فازی و تلفیق آنها، نقشه پهنه بندی جهت مصرف کشاورزی بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد ایستگاه های گتوند، عرب اسد، چشمه سد شهید عباسپور و گرگر شوشتر برای مصرف کشاورزی بسیار مناسب می باشند. ایستگاههای اهواز و ملاثانی برای مصرف کشاورزی در منطقه مناسب قرار گرفتند و ایستگاه های ولی آباد و تنگ دولاب جهت مصرف کشاورزی در مکان بسیار نامناسب قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: ***سیستم های اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، رودخانه کارون، کیفیت آب***

مقدمه

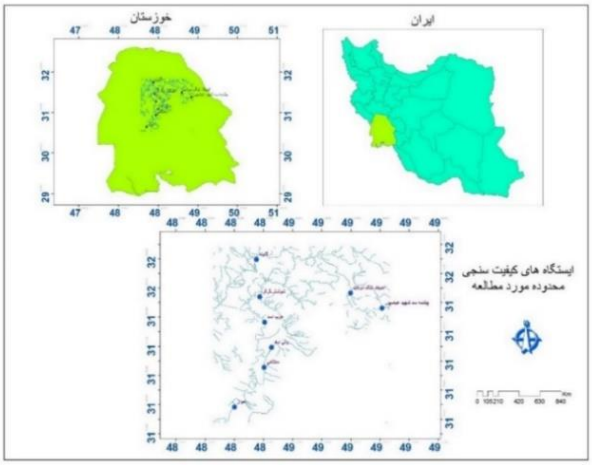
نظارت بر کیفیت رودخانه ها به دلیل خشکسالی اخیر و توسعه شهری و روستایی یکی از وظایف مهم در زمینه مدیریت محیط زیست است (۲۰). کیفیت آب رودخانه ها به شرایط مختلفی از جمله فرآیندهای هیدرولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی بستگی دارد. منابع آب تأثیر قابل توجهی در تحولات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی دارند. داشتن منابع آب سالم یک شرط اساسی لازم برای حمایت از محیط زیست است در حالی که آب های سطحی نسبت به سایر منابع آب مستعد آلودگی هستند. (۱۱). آب سالم یکی از اصلی ترین ملزومات زندگی انسان ها است که نیاز به کنترل کیفیت از طریق آزمایش های آزمایشگاهی و شاخص های مختلف برای کنترل آن دارد. بنابراین، ارزیابی سلامت رودخانه می تواند به عنوان ابزاری برای برآورد کیفیت جریان آب مورد نیاز برای بقای اکوسیستم های رودخانه مورد استفاده قرار گیرد (۱۲). با توجه به ورود آلاینده های مختلف به اکوسیستم های آبی که علاوه بر مقادیر اکولوژیکی از اهمیت اقتصادی بالایی نیز برخوردار هستند، از نظر سلامتی آنها از اهمیت بالایی برخوردار

است (۱۶). مهمترین اکوسیستم های آبی رودخانه های آب شیرین هستند که به عنوان تنوع زیستی و آب آشامیدنی در نظر گرفته می شوند. از این نظر ، مطالعه کمی و کیفی این منابع ستون مهمی برای توسعه پایدار است. تغییرات کمی و کیفی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب حاکی از وجود آلودگی در اکوسیستمها بود (۴). و از آنجا که کشور ما با منابع آبی محدود روبرو است و کشور کم آب محسوب می شود، شناخت کیفیت منابع آب موجود برای مدیریت صحیح آنها اجتناب ناپذیر است (۲۱). قربانی و همکاران. (۲۰۱۵) وضعیت سلامت جریان زیارت را بر اساس شاخص کیفیت NSFWQI (استان گلستان) ارزیابی کرد. نتایج نشان داد که بهترین وضعیت مربوط به ایستگاه اول (آبشار زیارت) در ماه ژوئن و بدترین وضعیت مربوط به ۵ ایستگاه (مهمترین مرکز گردشگری) در ماه آوریل است. در مورد نتایج فعلی، وضعیت کیفی جریان زیارت نامناسب بود(۱۱). ارزیابی بهداشت رودخانه ها در مناطق مختلف کشور و آگاهی از کیفیت منابع آب در حفاظت، برنامه ریزی و مدیریت این منابع بسیار مهم است بنابراین بمنظور یافتن بهترین مکان برای برداشت آب جهت مصرف کشاورزی، سیستم اطلاعات جغرافیایی می تواند توام با منطق فازی– سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گیرد و ابزار قدرتمندی را برای حل و تصمیم گیری ارائه دهد [۵]. روش های تصمیم گیری چند معیار (MCDM) برای رفع این مشکلات بسیار مناسب هستند. در MCDM ، از بین تمام گزینه های ممکن ، بهترین مورد بر اساس معیارهای ارزیابی انتخاب می شود. معمولاً روشهای MCDM بر اساس کلاسیک معرفی شده اند. ریاضیات غالباً مشکلات MCDM به معیارهای مختلف و در بعضی موارد به معیارهای وابسته بستگی دارد. همچنین ممکن است که مطابق با ماهیت مشکلات تصمیم گیری، نظرات کارشناسان متفاوت باشد، یا اطلاعات دقیقی در مورد آنها وجود نداشته باشد. در چنین شرایطی، استفاده از روشهای سنتی MCDM توانایی رسیدگی را ندارد. عدم قطعیت و در برخی موارد ممکن است منجر به نتایج نادرست تصمیم گیری شود. برای حل این مشکل، محققان روش های MCDM را بر اساس مجموعه های فازی (روش های MCDM فازی) گسترش داده اند. فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP) که اولین بار توسط Saaty معرفی شده است، یکی از قدرتمندترین و ساده ترین روش های MCDM است. بسیاری از محققان AHP را بر اساس مجموعه های فازی (فازی) گسترش داده اند. روشهای AHP فازی روشهای اصولی برای تعیین وزن معیارها و مشکل توجیهی با استفاده از مفاهیم تئوری مجموعه فازی و تجزیه و تحلیل ساختار سلسله مراتبی است. با کاربردهای توام منطق های AHP و FUZZY علاوه بر در نظرگرفتن مزیت های هر دو روش فوق، مانند ارائه یک ساختار قابل درک بین تصمیم گیری چند معیاره با مجموعه ای از داده های کمی و کیفی، وجود ساختار مرتبه ای و مستقل قابل فهم، کاهش ضریب ناسازگاری و تولید اشکال دارای اولویت، معایب هر یک از روش ها را به تنهایی رفع نموده است (۱۳). پهنه‌بندی آلودگی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی منابع آب در حفظ سلامت و کیفیت آب‌های سطحی، ابزار مفیدی در اختیار قرار داده تا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست محیطی آن به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم متوجه آب‌های سطحی کشور باشد، با آگاهی بیشتری اتخاذ شود و ضرورت اعمال شیوه‌های مدیریتی منابع آب در هر نقطه مشخص می‌گردد. کاربرد آب در صنعت کشاورزی، شرب و ... نیازمند ارزیابی مجموعه عواملی است که افزایش یا کاهش آب را به دنبال دارند. بنابراین مواد آلاینده و حدود آنها در آب دریا مشخص گردد. تا بتوان زمینه های مناسب استفاده از آب را تعیین نمود. تا به امروز، روشهای MCDM و MCDM فازی در تحقیقات بزرگی در بزرگان مختلف مهندسی آب مورد استفاده قرار گرفته است. اینها شامل آبرسانی شهری شهر زاهدان، ایران (۲)، مدیریت آبخیزداری (۲۲)، مدیریت حوضه رودخانه

سانفرانسیسکو (۶)، اولویت بندی مدیریت آب برای پایداری (۸). آبرسانی شهری، شهر ملبورن، استرالیا (۱۰)، رتبه بندی سیستم های مخازن (۳) ارزیابی زیست محیطی برنامه نویسان آب (۱۴)، برنامه ریزی منابع آب (۱۵)، کاربرد آب بازیافتی برای لباسشویی های خانگی در سیدنی، استرالیا(۷) نقشه برداری از تقاضای آب شهری (۱۷)، ارزیابی پروژه های انتقال آب (۱۸). اهداف اصلی مطالعه حاضر پهنه بندی پارامترهای کیفی کلراید (CL)، نسبت جذب سدیم(SAR)، هدایت الکتریکی (EC)، سدیم(Na)، و کل جامدات حل شده (TDS) در محیط نرم افزارARC GIS انجام شده است. هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی کیفیت آب رودخانه کارون برای تامین آب مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی با استفاده از ترکیب روش فازی ـ تحلیل سلسله می باشد.

منطقه مورد مطالعه

رودخانه کارون ۸۵۰ کیلومتر وعرض متفاوت، از دره های تنگ عمیق، از سرچشمه تا بستر، پهن و گسترده خود، از بزرگترین و طویلترین رودهای ایران است. سرچشمه آن از ارتفاعات زردکوه بختیاری در جبال زاگرس (مغرب اصفهان) می باشد. کارون در طول مسیر خود بسوی غرب از تنگه ها و دره های عمیق وبستر پر پیچ وخم کوهستانی می گذرد و در ۳۰ کیلومتری شمال شوشتر این رود قوسی زده بسوی جنوب تغییر جهت می دهد، در شمال شوشتر دو شعبه شده یکی بنام گرگره دیگری بنام شطیط، این دو شعبه در جنوب شوشتر در محلی بنام بندقیر مجددا به هم ملحق می شوند. رودخانه کارون از بندقیر جریان خود را بسوی جنوب ادامه داده به جلگه خوزستان می رسد، بعد از آن از وسط جلگه و از نقاط پر جمعیت چون اهوازگذشته، در حوالی خرمشهر به دو شاخه تقسیم می شود، یک شاخه بنام بهمنشیر، مستقیما به خلیج فارس وارد می شود، دیگری به همان نام کارون به اروندرود می ریزد و از طریق اروند به خلیج فارس ملحق می گردد. شکل یک موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

به منظور مکانیابی بهینه کیفیت آب رودخانه کارون در این پژوهش مراحل ذیل طی شده است:

۱- استخراج معیارهای مناسب و تهیه مدل مفهومی

برای غربال معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده جهت پهنه بندی کیفیت آب رودخانه کارون از روش پرسشگری ازکارشناسان استفاده میگردد. به این منظور

پرسشنامه ای که حاوی معیارها و زیرمعیارهای استخراج شده است تهیه و در اختیار متخصصان قرار میگیرد.

۲- آماده سازی لایه های معیار

اولین مرحله در طراحی یک پروژه در سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت مکانیابی یک کاربری، جمع آوری و ورود اطلاعات یا داده های اولیه به سیستم میباشد، تا بتوان براساس آن لایه های اطلاعاتی لازم را ایجاد نمود. این لایه ها ممکن است به صورت مستقیم از داده ها و اطلاعات ورودی و یا با پردازش بر روی لایه های اطلاعاتی دیگر ایجاد شود. با تعیین معیارها، جهت مکانیابی بهینه کیفیت آب رودخانه کارون لازم است هر معیار به صورت یک لایه نقشه در GIS وارد شود. از لایه هایی که معرف معیارهای ارزیابی هستند، تحت عنوان نقشه های معیار یاد میشود.

۳- استانداردسازی نقشه ها به روش فازی و وزندهی به معیارها

لایه های معیار مدنظر برای اجرای فرایند محدوده یابی، پس از نقشه سازی وارد فرایند فازی سازی میشود، تا تمامی لایه ها مقیاس یکسانی داشته باشند. پس از تعیین معیارها، ضریب اهمیت آنها با هدف استانداردسازی معیارها برای امکان مقایسه آنها صورت گرفت. به همین منظور از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد و معیارها براساس درجه اهمیت اولویت بندی شدند. مقایسه زوجی معیارهای یاد شده با استفاده از نرم افزار Expert Choice با رعایت ضریب ناسازگاری کمتر از ۰.۱ صورت گرفت. در این روش، جهت محاسبه وزن معیارها از روش مقایسه زوجی استفاده میشود. ورودی این روش، ماتریس مقایسه زوجی است که درایه های آن بیان کننده میزان اهمیت نسبی معیارها میباشد که طبق جدول ۱ امتیازدهی و مقایسه انجام می شود.. پس از تکمیل ماتریس مقایسه زوجی، نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه، تعیین و در صورت قابل قبول بودن قضاوت ها، وزن هر کدام از معیارها به دست میآید (۱۳). برای محاسبه وزن، در ابتدا ماتریس مقایسه تشکیل و پارامترها به صورت دوتایی باهم مقایسه و اهمیت نسبی آنها سنجیده میشود. در این تحقیق تمام مراحل فوق با استفاده از نرم افزارExpert Choice انجام شد. به منظور تعیین ضریب اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارها، به منظور ایجاد یک ترکیب خطی برای تعیین ضریب هر پارامتر در تلفیق آنها، برای تعیین مکانیابی بهینه کیفیت آب رودخانه کارون از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد.

٤- تلفیق نهایی نقشه های معیار براساس وزنهای مربوطه

در نرم افزار Arc GIS با انتخاب تابع تجمیع وزن دار در Spatial Analyst Tools اجرا شده و لایه های معیار با در نظر گرفتن وزن هر یک با یکدیگر جمع شده و نقشه مطلوبیت منطقه مورد مطالعه به دست میآید.

روش AHP

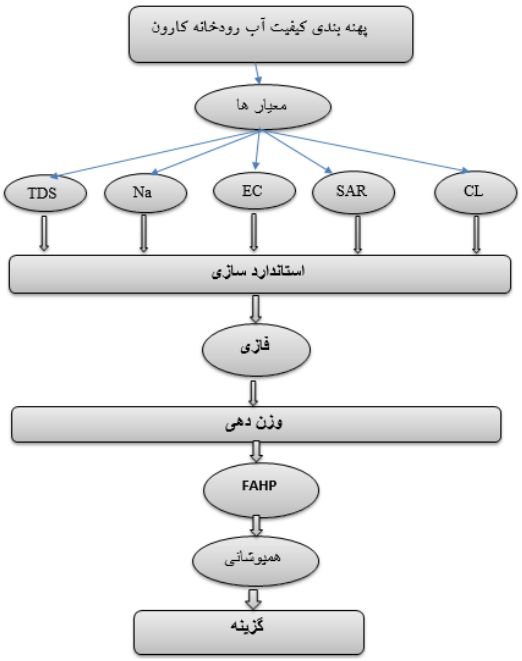
فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است که اولین بار توسط توماس ال_ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۱ ابداع گردید (۱۹). فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را براساس آثار متقابل آنها مورد بررسی قرار میدهد و آنها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن میپردازد (۱).

فرایند تحلیل سلسله مراتبی در هنگامی که عمل تصمیم گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیری روبروست میتواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده میتواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز میکند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و

گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان میدهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام میگیرد. این مقایسات وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان میدهد. در نهایت، منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه ای ماتریسهای حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق میسازد که تصمیم بهینه حاصل آید (۱). مدل مفهومی و سلسله مراتب مکانیابی بهینه کیفیت آب رودخانه کارون در شکل ۲ ارایه شده است.

جدول ۱- متغیرهای زبانی و مقیاس‌های آن

ترجیحات	مقدار عددی
کاملاً مرجح	9
ترجیح خیلی قوی	7
ترجیح قوی	5
کمی مرجح	3
ترجیح یکسان	1
ترجیحات بین فواصل فوق	2-4-6-8



شکل ۲- سلسله مراتبی معیار ها و زیر معیارها در مکانیابی کیفیت آب رودخانه کارون

یافته ها

برای قضاوت اهمیت (وزن) معیارها، در یک ماتریس دو به دو آنها را با هم مقایسه میکنیم، مبنای قضاوت در این امر مقایسه جدول کمی (جدول ۱) است که براساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری معیار ها نسبت به هم تعیین میشود. تمامی معیارها با توجه به درجه اهمیت این جدول دو به دو مقایسه میشوند . (این قضاوتها توسط ال ساعتی به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده اند). با توجه به اینکه در سطح دوم تحلیل سلسله مراتبی پنج معیار مکانی در

نطر گرفته شده است. بنابراین برای انجام مقایسه، ماتریس ۵*۵ و معیارهای مختلف دوتایی با هم مقایسه شده و با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس مقادیر مربوطه براساس مقیاس بندی مشخص شده است(جدول ۲).

پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و تکمیل آن، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی وزن هر یک از معیارها مشخص شد. برای انجام این کار از پس از میانگین گیری نتایج پرسشنامه پر شده توسط خبرگان و کارشناسان اقدام به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی معیارها شد، سپس با استفاده از نرم افزار ExpertChoice با وارد کردن داده های جداول مقایسات، وزن های مربوط به معیار ها محاسبه گردید که نتایج آن در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۲- ماتریس مقایسه زوجی معیار های اصلی

	EC	SAR	CL	TDS	Na
EC	۱	۱.۲	۶	۱.۲	۶
SAR		۱	۷	۱.۴	۵
CL			۱	۴.۹	۱
TDS				۱	۵
Na					۱

جدول ۳- وزن نسبی معیارها

پارامتر	وزن
EC	۰.۳۲۶
SAR	۰.۲۷۶
CL	۰.۰۵۱
TDS	۰.۲۹۳
Na	۰.۰۵۴
ضریب ناسازگاری	۰.۰۲

نرخ ناسازگاری وسیله ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می دهد که تا چه حد می توان به اولویت های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. شاید مقایسه دو گزینه امری ساده باشد، اما وقتیکه تعداد مقایسات افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسات به راحتی میسر نبوده و باید با به کارگیری نرخ سازگاری به این اعتماد دست یافت. تجربه نشان داده است که اگر نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشد، سازگاری مقایسات قابل قبول بوده ودر غیر این صورت مقایسه ها باید تجدید نظر شود. نتایج بررسی نشان داد که نرخ ناسازگاری کلی حدود ۰/۰۲ بدست آمده که در محدوده مجاز قرار دارد جدول (۳) .

آماده سازی لایه های معیار و فازی سازی

در این مرحله لایه های معیار مدنظر برای اجرای فرایند محدوده یابی، نقشه سازی شده سپس وارد فرایند فازی سازی میشود تا تمامی لایه ها مقیاس یکسانی داشته باشند. تلفیق لایه های اطلاعاتی در هر مدل بدون در نظرگرفتن ارزش هر یک از لایه های اطلاعاتی و واحدها مربوط به آنها نمیتواند نتایج درستی

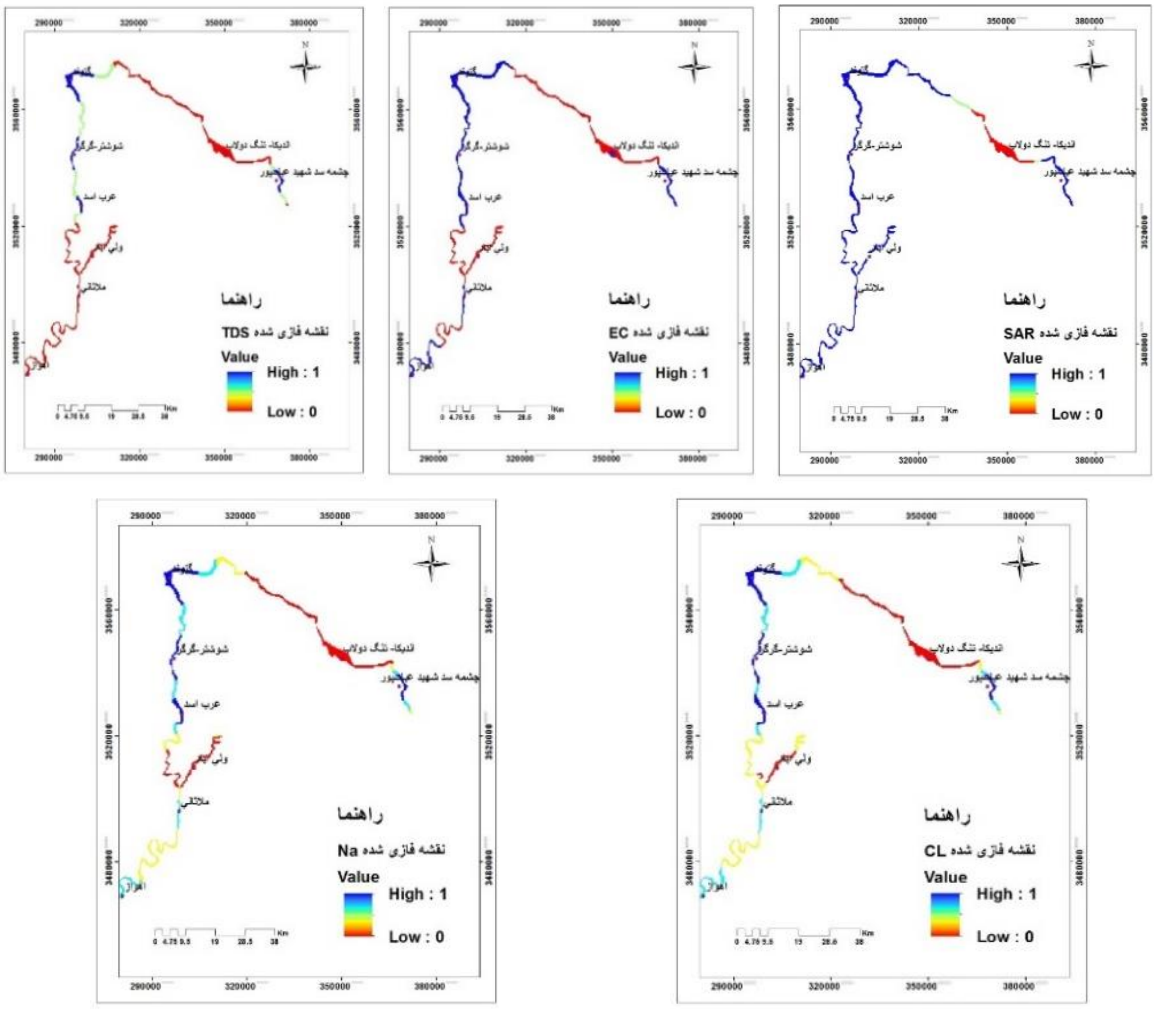
را در بر داشته باشد. در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار مورد نظر را رعایت میکند، مقدار عضویتی میگیرد که بیان کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می باشد. بدین معنی که هر ناحیه، با مقدار عضویت بالاتر از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه بندی میشود یعنی عدد ۱ از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت میباشد و طیفی از رنگها بین این دو عدد قرار میگیرند. علاوه بر مسأله انتخاب مقیاس جهت تهیه نقشه های فازی، بایستی نوع تابع فازی نیز مورد بررسی قرار داده تابع مناسبتر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود. نکته ای که در انتخاب تابع باید به آن توجه نمود، نوع کاهشی یا افزایشی بودن آن می باشد. در اینجا منظور از کاهشی، نزولی بودن تابع، و منظور از افزایشی، صعودی بودن تابع می باشد (۱۴). در این تحقیق برای تمام معیارها از تابع Liner از نوع افزایشی استفاده شده است (شکل ۳) .

قبل از فازی سازی، مجموع داده ها به صورت مجدد طبقه بندی(Reclassify) می شوند و لایه ها ارزش گذاری می شوند. پارامترهای های کیفیت آب با استفاده از روش درون یابی IDW پهنه بندی شده و استانداردسازی می شود. طی این عملیات، مجموع لایه ها تحت مقیاس مشترکی سنجیده می شوند. در این مرحله به لایه ها بر اساس میزان غلظت پارامترهای کیفی آب امتیاز تعلق می گیرد. امتیازات اختصاص داده شده به طبقه بندی معیارها طبق جدول ۴ صورت گرفت. با توجه به اینکه هر یک از زیر معیارها تاثیر متفاوتی در تعیین کیفیت آب دارند، وزن دهی به لایه ها ضرورت می یابد. برای اینکار از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شده است. در این روش ابتدا اعداد طبقه بندی مورد استفاده تعیین شده و سپس ماتریس های زوجی از معیارهای مرتبط ایجاد شد. لایه ها بصورت دو به دو توسط تصمیم گیرندگان مقایسه و در جداول مربوطه وارد شدند. در جدول شماره ۴ طبقه بندی کیفیت آب زیر نظر کارشناس انجام شده است.

جدول ٤- امتیازات اختصاص داده شده به معیارها جهت استانداردسازی

درجه کیفیت آب	Na	TDS	CL	SAR		EC	
عالی	<۴.۳	<۲۸۰	<۵.۳	S1	۰-۱۰	C1	۲۵۰-۷۵۰
مناسب	۴.۳-۱۰.۴	۲۸۰-۵۰۰	۵.۳-۱۱	S2	۱۰-۱۸	C2	۷۵۰-۲۲۵۰
متوسط	۱۰.۴-۲۱.۳	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۱-۲۲.۲	S3	۱۸-۲۶	C3	۲۲۵۰-۴۰۰۰
نامناسب	۲۱.۳-۴۰.۸	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۲.۲-۵۰.۷	S4	۲۶-۳۲	C4	۴۰۰۰-۸۰۰۰
کاملا نا مناسب	۴۰.۸-۸۲.۶	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۵۰.۷-۱۱۲.۶				
غیر قابل استفاده	>۸۲.۶	>۴۰۰۰	>۱۱۲.۶				

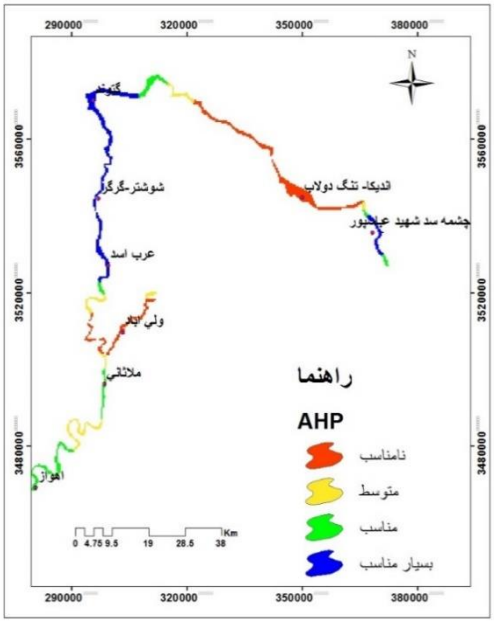
با افزایش میزان املاح مطلوبیت آب منطقه کاهش میبابد، به همین منظور به طبقه عالی از نظر مصرف کشاورزی بیشترین امتیاز و به طبقه غیر قابل استفاده کمترین امتیاز تعلق گرفته است.



شکل ۳- نقشه های فازی شده معیارهای منتخب

تلفیق نقشه های معیار و تهیه نقشه مکان یابی نهایی محل مناسب برداشت آب جهت مصرف کشاورزی

در این مرحله لایه‌های طبقه بندی شده (استاندارد و فازی شده) باید در وزن بدست آمده از روش AHP ضرب شود. که با استفاده از دستور Raster Calculator، انجام میشود حاصل این همپوشانی و تلفیق نقشه ای در قالب رستری است که مناطق دارای اولویت برای برداشت آب جهت مصرف کشاورزی را مشخص میکند. این نقشه طبقات تناسب کیفیت آب رودخانه برای برداشت آب جهت مصرف کشاورزی را از بسیار مناسب تا نامناسب نشان می دهد (شکل ۴)



شکل ٤- نقشه روی هم گذاری لایه ها

نتیجه گیری

کمبود منابع آب و مدیریت بهینه‌ی آن از دغدغه‌های اصلی کارشناسان و دست‌اندرکاران در سال‌های اخیر بوده است. افزایش بی‌رویه جمعیت، کاهش منابع آب قابل استفاده، بالا رفتن سطح زندگی مردم و به‌تبع آن رشد مصرف‌گرایی، تغییرات اقلیمی اخیر کره زمین و بسیاری عوامل دیگر، افق نگران‌کننده‌ای را از وضعیت آینده منابع آبی جهان ترسیم می‌کند کیفیت آب در هر محل منعکس کننده اثر عوامل مختلف مانند زمین شناسی، شرایط اقلیمی و منابع آلاینده انسانی میباشد و پایش کیفیت منابع آب اغلب موجب تولید داده‌های پیچیده‌ای می شود که حاوی اطلاعات غنی درباره رفتار منابع آب هستند و نیاز به روش های مناسبی برای تحلیل و تفسیر دارند. در این میان طبقه بندی، شبیه سازی و تحلیل آماری داده-ها، از مهمترین بخش های ارزیابی کیفیت آب هستند. این شاخص ها ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب هستند که در آنها داده‌های چند پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد، میزان سلامتی آب را نشان می دهد، شرکت داده می شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته‌بندی می شود. در این تحقیق پهنه‌بندی کیفی رودخانه کارون از نظر مصرف کشاورزی با استفاده از روش‌های درون‌یابی در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و انتخاب بهترین وزن‌ها بر اساس تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. کاربرد و اهمیت سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک های چند معیاره برای انتخاب مناطق مستعد برداشت آب جهت مصرف کشاورزی در منطقه مورد مطالعه را بیان می کند. سیستم های اطلاعات جغرافیایی با توانایی در کاربرد توابع مختلف و امکان تغییر و دستکاری داده ها و توانایی وسیع در ترکیب لایه های اطلاعاتی مختلف ابزار منحصر به فردی در انجام عملیات ارزیابی بوده و بدون استفاده از GIS، شاید امکان انجام این مطالعات با سرعت و دقت مناسب غیر ممکن می بود. بدین ترتیب GIS با استفاده از قابلیت های متنوع خود ما را در کاهش هزینه ها و رسیدن سریعتر به هدف مورد نظر رهنمون خواهد ساخت. روش ارزیابی چند معیاره از ترکیب اطلاعات مربوط به چندین معیار برای تشکیل یک شاخص ارزیابی استفاده می کند. این روش با فراهم کردن شرایط لازم برای لحاظ

نمودن معیارهای مختلف، به تصمیم گیران در انتخاب گزینه صحیح کمک می کند. در مطالعات پیشین بدون توجه به ماهیت معیارهای تاثیرگذار در مکانیابی مناطق مستعد برداشت آب، بمنظور وزن دهی به معیارها و اولویت بندی گزینه ها بیشتر از روش هایی مانند AHP، فازی و بولین و تاپسیس استفاده شده است. روش AHP عمدتا برای وزن دهی و رتبه بندی در برنامه های دقیق کارایی دارد. از طرف دیگر روش فازی، وزن معیارها را بدون توجه به اهمیت زیست محیطی آنها یکسان در نظر می گیرد. بنابراین در این پژوهش، از اطلاعات کیفی مربوط به ایستگاههای کیفیت سنجی در مسیر رودخانه کارون استفاده شده است. ابتدا نقشه‌های رستری منطقه مورد مطالعه شامل: کلراید(CL)، سدیم(Na)، و کل جامدات حل شده (TDS)، کلسیم(Ca)، هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR)، به روش مجذور عکس فاصله در محیط GIS تهیه گردید. سپس با روش تحلیل سلسله مراتبی و ایجاد ماتریس زوجی، وزن نهایی پارامترها تعیین شد. در نهایت با تلفیق لایه‌ها و اعمال وزن‌های نهایی پارامترها در محیط GIS، نقشه پتانسیل کیفی منطقه مورد مطالعه از نظر کشاورزی تهیه گردید. نتایج نشان می‌دهد ایستگاه های گتوند، عرب اسد، چشمه سد شهید عباسپور و گرگر شوشتر برای مصرف کشاورزی بسیار مناسب می باشند. ایستگاههای اهواز و ملاثانی برای مصرف کشاورزی در منطقه مناسب قرار گرفتند و ایستگاه های ولی آباد و تنگ دولاب جهت مصرف کشاورزی در مکان بسیار نامناسب قرار گرفتند.

منابع

۱ .قدسی پور، س.ح.(۱۳۸۵). مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ، ص ۵.

2. Abrishamchi, A., Ebrahimian, A. and Tajrishi, M. \Case study: Application of multi criteria decision making to urban water supply", Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 131(4), pp. 326-335 (2005).

3. Afshar, A., Mari~no, M.A., Saadatpour, M. and Afshar, A. \Fuzzy TOPSIS multi-criteria decision analysis applied to Karun reservoirs system", Water Resources Management, 25(2), pp. 545-563 (2011).

4. Asiabi-Hir, R., Mostafazadeh, R., Raoof, M. and Esmali-Ouri, A. (2016) Water Poverty Index and Its Importance in Water Resources Management. Extension and Development of Watershed Management , 3, 17-22.

5. Basak, Ş.(2004). Landfill site selection by using geographic information, A thesis submitted to thegraduate school of natural and applied sciences of middle east technical university, 114 pages, 2004.Available at: http://www.researchgate.net/ publication/ 227327684.

6. Bojan, S. \Linking analytic hierarchy process and social choice methods to support group decision-making in water management", Decision Support Systems,42(4), pp. 2261-2273 (2007).

7. Chen, Z., Ngo, H.H., Guo, W.S., Listowski, A., O'Halloran, K., Thompson, M. and. Muthukaruppan,M. \Multi-criteria analysis towards the new end use of recycled water for household laundry: A case study in Sydney", Science of the Total Environment, 438(1),pp. 59-65 (2012).

8. Chung, E.S. and Lee, K.S. \Prioritization of water management for sustainability using hydrologic simulation model and multi criteria decision making techniques", Journal of Environmental Management, 90(3), pp. 1502-1511 (2009).

9. Eastman, J.R. (1997). IDRISI for windows users guide, version3.2, Clark tabs for cartographictechnology and Geographic Analysis Clark.

10. Kodikara, P.N., Perera, B.J.C. and Kularathna, M.D.U.P. \Stakeholder preference elicitation and modelling in multi-criteria decision analysis - A case study on urban water supply", European Journal of Operational Research, 206(1), pp. 209-220 (2010).

11. Ghorbani, R., Hajimoradlou, A., Molayi, M., Naeimi, A., Norozi, N. and Vesaghi, M. (2015) Assessment of the Health Status of the Ziyarat Stream Based on NSFWQI Quality Index (Golestan Province). 4, 111-122.

12. Khoroshi, S., Mostafa Zadeh, R., Esmaili Ouri, A. and Rauf, M. (2016) Estimation of Temporal and Spatial Variations of Hydrologic Index of River in Watersheds of Ardabil Province. Echo Hydrology , 4, 379-393.

13. Malczewsk, J.(1999). GIS and multicriteria decision Analysis. New York: John Wiley &Sons Inc.

14. Nitirach, S. and Vilas, N. \Strategic decision making for urban water reuse application: A case from Thailand", Desalination, 268(1-3), pp. 141-149 (2011).

15. Opricovic, S. \Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning expert", Systems with Applications, 38(10), pp. 12983-12990 (2011).

16. Park, Y.-S. and Chon, T.-S. (2015) Editorial: Ecosystem Assessment and Management. Ecological Informatics , 29, 93-95. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.05.003

17. Panagopoulos, G.P., Bathrellos, G.D., Skilodimou, H.D. and. Martsouka, F.A. \Mapping urban water demands using multi-criteria analysis and GIS", Water Resources Management, 26(5), pp. 1347-1363 (2012).

18. Razavi, S.L., Toosi, J. and Samani, M.V. \Evaluating water transfer projects using Analytic Network Process (ANP)", Water Resources Management, 26(7), pp. 1999-2014 (2012).

19. Saaty T.L. (2001), Decision Making for leaders.The Analytic Hierarchy Process for Decisionin a complex World, Mc Grow Hill, New York

20. Salari, M., Feridon, R. and Zarei, H. (2013) Quantitative and Qualitative Assessment of Karoon River Water Using NSFWQI Index and AHP Method. Human and Environmental Journal 10, 13-22.

21. Sharifinia, M. (2012) Benthic Macroinvertabrate Distribution in Tajan River Using Canonical Correspondence Analysis. Caspian Journal of Environmental Sciences , 10, 181-19.

22. Wang, L., Wei, M., Huaicheng, G., Zhenxing, Z., Yong, L. and Yingying, F. \An interval fuzzy multiobjective watershed management model for the lake Qionghai Watershed China", Water Resources Management,20(5), pp. 701-721 (2006).

.