مکانیابی مناطق مستعد برداشت آب شرب با تلفیق رو شهای تصمیم گیری چندمعیاره و فازی(مطالعه موردی شهرستان باغملک)

یوسف زمان زاده[1]، حسین اسلامی[2*]

۱-گروه علوم آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۴

چکیده

ارزیابی و پایش کیفیت آب زیر زمینی همواره یک چالش مهم اســت که با مشــکلات ویژه ای همراه اســت. به منظور استفاده از آب زیرزمینی برای مصرف شرب کیفیت آن باید مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش به بررسی کیفیت آب های زیر زمینی مورد اســتفاده در شــرب در دشــت باغملک پرداخته شــد. بدین منظور ابتدا آب زیرزمینی این منطقه براساس ۸ پارامتر مهم که نقش تعیین کننده ای در کیفیت آب زیرزمینی دارند پهنه بندی شد. این ۸ پارامتر عبارتند از: کلر(CL)، سدیم(Na)، سختی آب(TH)، بی کربنات(۳HCO)، سولفات(۴SO)، کل جامدات حل شده (TDS)، منیزیم (Mg) و کلسیم(Ca) ، سپس وزن هر یک از عوامل اصلی به روش سلسله مراتبیAHP تعیین شد و لایه های اطلاعاتی مختلف براساس وزن های حاصله با هم تلفیق شدند و در نهایت با استفاده از نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی و تلفیق لایه ها یک نق شه ر ستری حا صل شد. در تحلیل سل سله مراتبی با توجه به نظر کار شنا سان پارامتر TDS بیشــترین وزن را به خود اختصــاص داد. نتایج ارزیابی کیفیبیانگر آن اســت که حدود ۸۸ درصــد منطقه مورد مطالعه در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد و حدود ۱۲ درصد در محدوده نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارد.

کلمات کلیدی: مکان یابی،کیفیت آب ، تحلیل سلسله مراتبی فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

آب زیرزمینی منابع اصلی تأمین آب برای بسیاری از کشورها است. در بسیاری از مناطق شهری ، آبهای زیرزمینی منبع ا صلی ا ستفاده داخلی ا ست (۱)؛ (۶). طبق گفته های سیبرت و همکاران. (۲۰۱۰) ، آبهای زیرزمینی همچنین ۴۳٪ از مصرف جهانی آب آبیاری را به خود اختصــاص داده و در مقایســه با آبهای سطحی برای آبیاری منا سب تر ا ست. با این حال ، تخریب کیفیت آب یکی از مشـکلات قرن بیسـت و یکم است (۱۶). در سطح جهان ، فعالیت های انسان شناسی مانند شهرنشینی ، توسعه صنعتی و تشدید کشــاورزی کیفیت تخریب کننده آب های زیرزمینی است (۸)؛ (۳)؛ (۱۵).

تجزیه و تحلیل سیستم جریان آب زیرزمینی ، بودجه آب زیرزمینی و بهینه سازی نرخ پمپاژ با ا ستفاده از مدل شبیه سازی بهینه سازی همراه برای تو سعه آبهای زیرزمینی مدیریت شــده ضــروری اســت (۵). علاوه بر این ، نقشــه برداری تغییرات مکانی

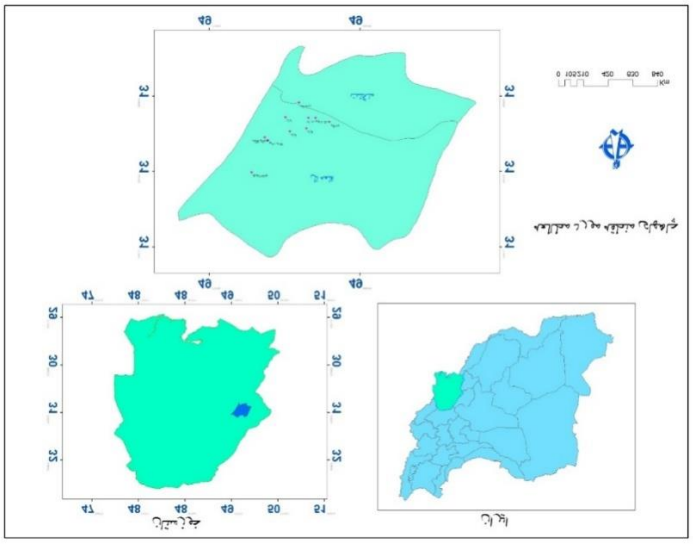
پارامترهای آب زیرزمینی برای توسعه مناسب برنامه های جدید آب زیرزمینی و مدیریت منابع آب زیرزمینی مهم است (۱۳). تغییرات مکانی کیفیت آبهای زیرزمینی بستگی به شکل گیری زمین شناسی دارد که از طریق آن جریان می یابد و فعالیت های انسان شناسی در حوزه حوضه آب های زیرزمینی (۲۰)؛ (۲)؛(۱۸) ؛(۱۰)؛ (۱۱) سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده ای برای تهیه نقشه کیفیت آب زیرزمینی و مشخص شدن منطقه پتانسیل آبهای زیرزمینی استفاده می شود. علاوه بر این ، از شاخص کیفیت آب (شولر) به طور گسترده ای برای نشان دادن یک کلاس کیفیت آب برای مصارف آشامیدنی استفاده شده است (۱۷).

در منطقه مورد مطالعه ، شهرستان باغملک ، تهیه نقشه مکانی از پارامترهای شمیایی موجود در آب برای توسعه مناسب طرحهای جدید آبهای زیرزمینی و مدیریت منابع آب زیرزمینی ضروری است. بنابراین ، هدف از این مطالعه مکانیابی مناطق مستعد برداشت آب شرب با تلفیق رو شهای تصمیم گیری چندمعیاره و فازی است. نقشه مکانی در آبهای زیرزمینی شهرستان باغملک با استفاده از درون یابی IDW در GIS تهیه شده است.

.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی باغملک با مساحت ۸۷۶,۹۷ کیلومتر بین طولهای جغرافیایی ۴۹ درجه ۳۹ دقیقه و ۵۰ درجه ۱۰ دقیقه و عرض های جغرافیایی ۳۱ درجه ۴۲ دقیقه و ۳۱ درجه ۲۲ دقیقه قرار گرفته است. این محدوده از شمال با محدوده مطالعاتی مرغاب، مسجدسلیمان و ده شیخ همسایه بوده و همسایه های جنوبی آن محدوده های میداوود، صیدون و رامهرمز می باشند. موقعیت جغرافیایی شهرستان یاغملک در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

برای بررسی و مطالعه دقیق و مکانیابی مناطق مستعد برداشت آب شرب با تلفیق رو شهای تصمیم گیری چند معیاره و فازی در شهر ستان باغملک ، از ترکیب دو مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و منطق فازی استفاده شده است . مراحل این تحقیق به شرح زیر است :

۱- ایجاد پایگاه داده نقشه های رقومی در نرم افزار ARC GIS

۲- استخراج معیارهای مناسب جهت مکانیابی و تهیه مدل مفهومی

۳-وزندهی معیارها با استفاده از مدل FAHP (تحلیل سلسله مراتبی فازی)

۴- آماده سازی لایه های معیار و استاندارد سازی

۵- تلفیق نهایی نقشه های معیار بر اساس وزنهای مربوطه و تعیین مناسبترین محدوده

۶- معرفی مناطق مکانیابی شده

مراحل اجرایی مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

روش ارزیابی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی جزو روش های چند معیاری می باشد که با شناسایی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری شروع می شود. این عناصر شامل هدف, معیار ها یا مشخصه ها و گزینه های احتمالی می باشند. مراحل بصورت زیر می باشند:

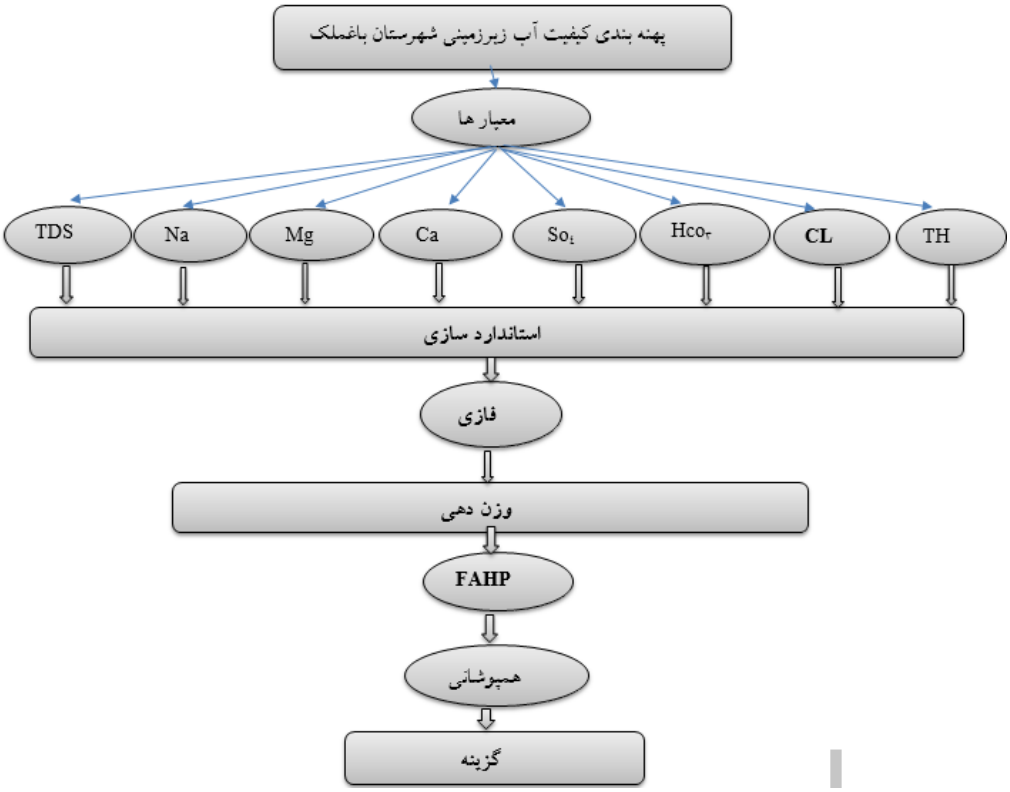
۱- ساخت سلسله مراتبی

۲- مقایسه های زوجی

۳- ترکیب وزنها

۴- بررسی سازگاری منطقی قضاوت ها(تحلیل حساسیت)

اولین گام در فرآیند سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله است که در آن هدف، معیارها و گزینه ها نشان داده می شوند. ابتدا پارامترها، معیارها و ضوابط انتخاب مکانهای مناسب برای برداشت آب شرب با بررسی استانداردهای مربوط به شاخص شولر، شنا ساییو انتخاب گردیدند. مجموعۀمعیارهابایددارایآند سته ازخصو صیاتی با شند که به اندازۀکافیمعرفکیفیت آبیکم سئلهت صمیم‌گیری برای مناطق مستعد برداشت آب زیرزمینیبرای مصرف شرب باشند. پارامترهای تعیین شده زیرمجموعه ای از هشت معیار اصلی شامل عوامل Na,CL, Ca, Mg, TDS,TH, SO4, HCO^{3}می باشند (شکل ۲). داده های مورد نیاز جهت انتخاب مکان بهینه برداشت آب شرب در شهر ستان باغملک بر اساس معیارهای منتخب، از سازمان آب و برق استان خوزستان تهیه، سپس لایه های اطلاعاتی کلیه زیر معیارهای مورد نظر برای مکانیابی در محیط GIS استخراج گردید.



شکل ۲-درخت سلسله مراتبی معیار ها و زیر معیارها کیفیت آب زیرزمینی

میزان اهمیتنقشه-هایمعیاردررسیدنبهخروجییکسانمی‌باشد. ازاینرولازم استنقشه‌هایمعیارامتیازدهیویابهعبارتدیگروزندهیشوند. هدف از وزن‌دهی معیار آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد(۱۲).یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد (۱۹). این فرآیند بر اساس مقایسه‌ی زوجی بنا نهاده شده است. در این روش ابتدا بایستی مسئله به صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچکتری تقسیم شود. این اجزاء شامل تعیین هدف، معیارها و جایگزین‌ها هستند. سپس با استفاده از روش مقایسه‌ی زوجی، وزن هر جایگزین به دست می‌آید و گزینه‌ی برتر انتخاب می‌شود (۴).با وجود محبوبیت زیاد فرایند تحلیل سلسله مراتبی، غالبا از آن بعلت ناتوانی در یکی کردن ابهام ها و ادراکات تصمیم گیرنده نسبت به اعداد دقیق انتقاد می شود. اما از آنجایی که عدم قطعیت یکی از معمول ترین مشخصه های مسائل تصمیم سازی است، روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازیFAHP برای پاسخگویی به این مشکل ایجاد شد(۱۴). این روش به تصمیم سازان اجازه می دهد تا تقدم های حدودی یا انعطاف پذیر خود را با اعداد فازی بیان کنند. نظریه فازی نوعی نظریه ریاضیاتی است که برای درک رفتارهای مبهم انسانی طراحی شده است. معمولا در این نظریه از اعداد و مرزهای دقیق خبری نیست(۷). تصمیم ساز می تواند نظر خود را در قالب کلی بصورت خوشبینانه، بدبینانه،

متوسط، کاملا مربوط و نظیر آن بیان کند. برای مقایسه زوجی براساس نظرات کارشناسی و بررسی منابع از جدول شماره ۱ استفاده شد.

جدول ۱: متغیرهای زبانی و مقیاس‌های آن

ترجیحات	مقدار عددی
کاملاً مرجح	۹
ترجیح خیلی قوی	۷
ترجیح قوی	۵
کمی مرجح	۳
ترجیح یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۸-۶-۴-۲

نتایج

با توجه به اینکه هر یک از زیر معیارها تاثیر متفاوتی در تعیین محل مناسب برداشت آب شرب 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 و مقیاس های مورد استفاده تعیین شده و سپس ماتریس های زوجی از معیارهای مرتبط ایجاد شد. لایه ها بصورت دو به دو با استفاده از جدول ۱، توسط کارشناسان مقایسه و در جداول مربوطه بصورت اعداد وارد شدند. برای تعیین درجه دقت و صحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده می شود. این شاخص برمبنای رویکرد بردار ویژه تئوری گراف محاسبه می شود(۱۹). چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر باشد، وزن دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن دهی مجدد باید انجام شود. روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش ساده محاسباتی بر اساس عملیات اصلی روی ماتریس ها می باشد. با ایجاد سلسله مراتب و پردازش گام به گام ، ساخت ماتریس های مقایسه ای در سطوح مختلف سلسله مراتب، بردار ویژه آن را محاسبه کرده و با ترکیب بردارها ضرایب وزنی گزینه های مختلف محاسبه می شوند. در بردار ضرایب وزن نهایی، اهمیت نسبی هر گزینه با توجه به هدف راس سلسله مراتب تعیین می شود. با توجه به اینکه در سطح دوم تحلیل سلسله مراتبی هشت معیار مکانی در نظر گرفته شده است بنابراین برای انجام مقایسه، ماتریس ۸*۸ و معیارهای مختلف دوتایی با هم مقایسه شده و با استفاده از نرم افزار اکسپرت چویس مقادیر مربوطه براساس مقیاس بندی جدول ۱ مشخص شده است (جدول ۲) .

جدول ۲- مقایسه اهمیت معیارها در ارتباط با هدف(مکان یابی مناطق مستعد برداشت آب شرب)

	TDS	HCO	SO4	TH	NA	CA	CL	MG
TDS		1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
HCO			1.3	1.5	2.0	2.3	2.4	2.5
SO4				2.0	2.0	2.1	2.0	3.0
TH					2.0	2.0	2.0	1.0
NA						2.5	1.5	2.0
CA							2.0	1.5
CL								1.5
MG	Incon: 0.03							

با توجه به اینکه شاخص ناسازگاری ۰,۰۳ محاسبه شده است و بسیار کمتر از ۰,۱ می باشد، نشان دهنده دقت و صحت وزن دهی به معیارهاست. در نهایت با بررسی مقایسه ای همه معیارها نسبت به همدیگر وزن نهایی در جدول ۳ ارایه شده است.

جدول ۳- وزن نهایی معیارها

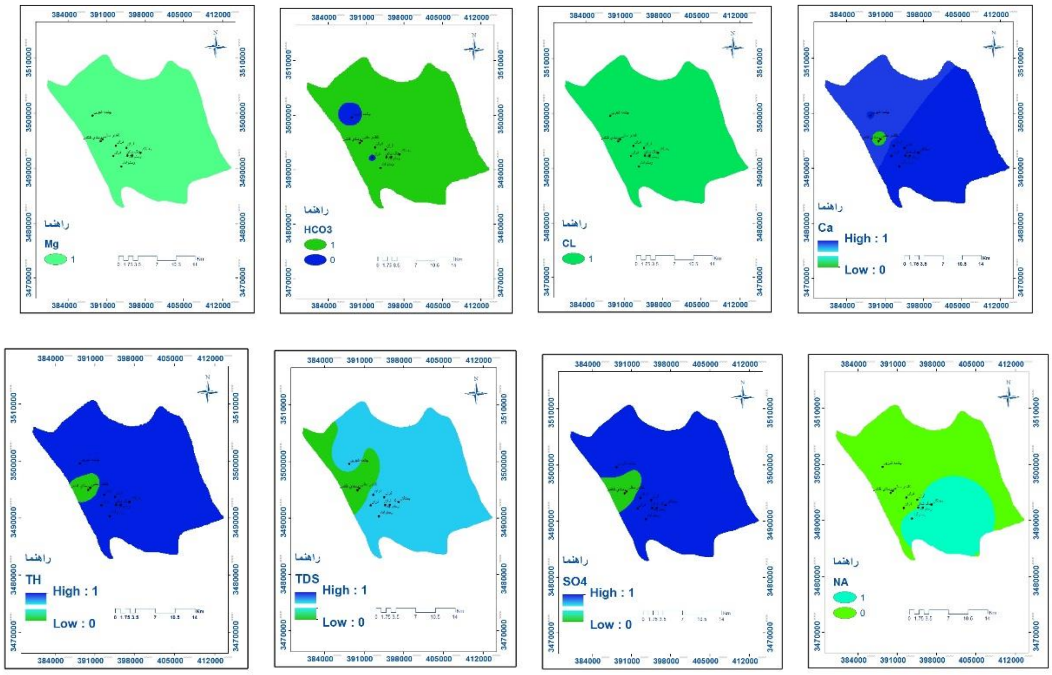
آماده سازی و استانداردسازی لایه های معیار

بعد از تهیه نقشه های رقومی با استفاده از دستورات نرم افزار ARCGIS طبقه بندی پارامترهای شیمیاییطبق دیاگرام شولر انجام شد و نقشه های رستری با امتیازات اختصاص داده شده به معیارهای کیفی تهیه شد. مرحله بعد مجموع داده ها به صورت مجدد طبقه بندی(Reclassify) میشوند ولایه ها ارزشگذاری میشوند. طی این عملیات، مجموع لایه ها تحت مقیاس مشترکی سنجیده میشوند. در این مرحله به لایه ها بر اساس میزانکیفیتامتیاز تعلق میگیرد . برای لایه های هرچه کیفیتبالاتر، امتیاز بیشتر تعلق میگیرد و برعکس هر چه کیفیتبدتر باشد امتیاز کمتری تعلق میگیرد. امتیازات اختصاص داده شده به طبقه بندی معیارها طبق جدول ۴ صورت گرفت.

جدول ۴- وزن اختصاص داده شده به معیارها جهت استانداردسازی

معیار	طبقه بندی بر اساس شاخص شولر و امتیاز اختصاص داده شده				
	(mg/l)	۲۸۸,۹-۵۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰	۱۰۶۷,۹-۱۰۰۰	
	امتیاز	۰,۶۳۷	۰,۲۵۸	۰,۱۰۵	
	(meq/l)	۲,۹۳-۴,۱	۴,۱-۴,۵۶		
	امتیاز	۰,۷۵۰	۰,۲۵۰		
	(meq/l)	۲,۷۹-۴,۳	۴,۳-۸,۳		
	امتیاز	۰,۶۶۷	۰,۳۳۳		
	(meq/l)	۰,۴-۱,۷			
	امتیاز	۱			
	(meq/l)	۱,۹۲-۳,۹۳			
	امتیاز	۱			
	(meq/l)	۱,۷۴-۳,۳	۳,۳-۶۰۲	۶,۲-۱۲,۵	۱۲,۵-۱۶,۷
	امتیاز	۰,۴۵۵	۰,۳۲۳	۰,۱۶۱	۰,۰۶۲
	(meq/l)	۲۴۸-۶۰۰	۶۰۰-۹۸۲,۴۸		
	امتیاز	۰,۸	۰,۲		
	(meq/l)	۳,۴۵-۶	۶-۱۱,۵	۱۱,۵-۱۵,۶۴	
	امتیاز	۰,۵۵۸	۰,۳۲۰	۰,۱۲۲	

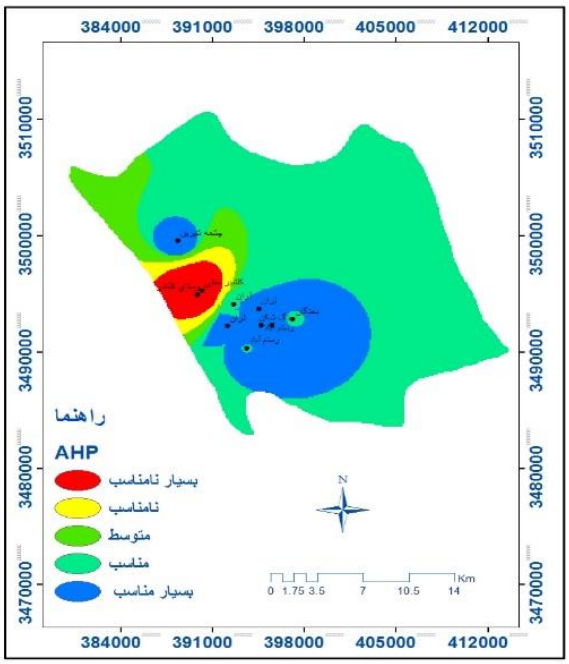
بعد از آماده کردن لایه های مورد نظر، استاندارد سازی لایه ها انجام می شود. در این تحقیق برای استاندارد سازی داده های کیفیت آب از روش فازی استفاده شده است.نکته ای که بایستی در انتخاب تابع به آن توجه نمود، نوع افزایشی یا کاهشی بودن معیار مورد نظر می باشد. در اینجا منظور از کاهشی، حداقل شونده یا نزولی بودن تابع و منظور از افزایشی حداکثر شونده یا صعودی بودن تابع می باشد. در اینجا از تابع افزایشیLinier استفاده شده است. شکل ۳ نشان دهنده طبقه بندی فازی لایه های معیار است.



شکل ۳- معیارهای استاندارد سازی شده با استفاده از توابع فازی

تلفیق نهایی نقشه های معیار

برای انجام عمل همپوشانی با روش فازی هر نقشه معیار با ضرایبی که دارند در وزن حاصل از روش FAHP ضرب می شود. که با استفاده از دستور RasterCalculator در نرم افزار ARCGIS انجام میشود و لایه نهایی بدست می آید. بنابراین همه نقشه های وزن دار شده توسط عملگرهای فازی با هم ترکیب می شوند و بهترین گزینه ها انتخاب می شوند. با انجام این عمل نقشه ای بدست می آید که مناطق مناسب برایبرداشت آب شرب را نشان می دهد (شکل ۴). در این نقشه مکان های بدست آمده در ۵ کلاس بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف دسته بندی شده اند.طبق نقشه طبقه بندی شده مناطق مناسب برای برداشت آب شرب چاههای چشمه شیرین، بختگان، رستم آباد ، لران و سنگ شکن برای برداشت آب شرب بسیار مناسب می باشند. و چاههای روستای کلتندر وکلتندر سفلی جهت مصرف شرب در مکان بسیار نامناسب قرار گرفتند.



شکل ۴-نقشه مکان یابی و مکان های مستعد برداشت آب شرب

نتیجه گیری

مکان یابی‌مکان های مستعد برداشت آب شرب‌نیازمند انجام مطالعات و اعمالمدیریت صحیح بوده و معیارهای متعددی در انتخاب مکانمناسب تأثیر می گذارند که عدم توجه به آن ها موجب آلودگی‌آب، افزایش هزینه و صدمه به انسان می شود. دخالتتمامی عوامل مؤثر در مکان یابی، باعث ایجاد حجم عظیمی‌از داده می گردد که با روش دستی امکان پذیر نمی باشد. بنابراینتکنیکGIS به دلیل توانایی آن در مدیریت و پردازش داده ها، ابزاری نیرومند برای این نوع مطالعات به شمار می رود. علاوهبراین، مدلAHPتوسط برنامه ریزان برای حل معضلات پیچیده ای در امر مدیریت با توجه به دخیل بودن عوامل متعدد با آن روبرو هستند، به کار گرفته می شود. ویژگی های کیفی پارامترهای شیمیایی Na,CL, Ca, Mg, TDS,TH, SO_4, HCO_3 چاههای آب موجود در محدوده مطالعاتی به عنوان مهم ترین عوامل مؤثر در فرآیند مکان یابی مکان های مستعد برداشت آب شرب‌مدنظر قرار گرفت و پس از تهیه لایه های اطلاعاتی هر یکاز معیارها و زیر معیارهای انتخاب شده با نظرات کارشناسی و به دست آوردن امتیازوزنی آن ها با نرم افزار Expertchoise، در محیطARCGISمورد همپوشانی قرار گرفتند و در نهایت نقشه نهایی مکان های مستعد برداشت آب شرب‌در ۵ کلاس (بسیار نامناسب، نامناسب،متوسط، مناسب و بسیار مناسب)طبقه بندی شد. نتایج بیانگر آن استکه حدود ۸۸ درصد منطقه مورد مطالعه در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد و حدود ۱۲

درصد در محدوده نامناسب و بسیار نامناسب قرار دارد. این نتایج نشان می دهد که قسمت عمده آب منطقه مورد مطالعه در دشت باغملک وضعیتی مطلوب و مناسب دارد شامل: چاههای چشمه شیرین، بختگان، رستم آباد ، سنگ شکن و لران می باشند و قسمت های شمال، شرق ، جنوب و مرکزی از لحاظ مصارف شرب قابل قبول می باشند. قسمت غرب منطقه در وضعیت بسیار نامناسب قرار دارد که شامل: چاههای روستای کلتندر وکلتندر سفلی می باشد

منابع

۱- Altchenko, Y., Awulachew, S.B., Brida, A.B., Diallo, H.A., Mogbante, D., Pavelic, P.,Tindimugaya, C., Villholth, K.G., 2011. Management of Groundwater in Africa Including Transboundary Aquifers: Implications for Food Security, Livelihood and Climate Change Adaptation. African Climate Policy Centre Working Paper 6. Addis

۲- Aravindan, S., Shankar, K., 2011. Groundwater quality maps of Paravanar River sub basin, Cuddalore district, Tamil Nadu, India. J. Indian Soc. Remote Sens. 39 (4), 565–581. http://dx.doi.org/10.1007/s12524-011-0152-9.

۳- Foster, S., Hirata, R., Gomes, D., D'Elia, M., Paris, M., 2002. Groundwater Quality Protection: a Guide for Water Utilities Municipal Authorities and Environment Agencies. World Bank, Washington, DC.

٤- Ghodsi poor S H.2000. Analytical Hierarchy Process AHP. Tehran: publication of Amirkabir University.

٥- Kawo, N.S., Zhou, Y., Magalso, R., 2018. Optimization of an artificial-recharge–pumping system for water supply in the Maghaway Valley, Cebu, Philippines. Hydrogeol. J. 26 (3), 963–977. https://doi.org/10.1007/s10040-017-1693-y.

٦- Lapworth, D.J., Nkhuwa, D.C.W., Okotto-Okotto, J., Pedley, S., Stuart, M.E., Tijani, M.N.,Wright, J., 2017. Urban groundwater quality in sub-Saharan Africa: current status and implications for water security and public health. Hydrogeol. J. 25 (1093).
https://doi.org/10.1007/s10040-016-1516-6.

۷- Lotfi S, hosein zade A, Farajei Molaei A, Ahmadei Feirozjaii M. 2012. Spatial distribution and localization of urban parks Babolsar using fuzzy logic and analytic hierarchy model (FAHP). Journal of Ecology 2012; 38(3): 154-147.

۸- Li, P., Tian, R., Xue, C., Wu, J., 2017. Progress, opportunities and key fields for groundwater quality research under the impacts of human activities in China with a special focus on western China. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 24 (15),13224–13234. http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-8753-7.

۹- Li, P., Wu, J., Qian, H., Zhang, Y., Yang, N., Jing, L., Yu, P., 2016. Hydrogeochemical characterization of groundwater in and around a wastewater

irrigated forest in the southeastern edge of the Tengger Desert, Northwest China. Exposure and Health 8 (3), 331–348. http://dx.doi.org/10.1007/s12403-016-0193-y.

۱۰- Li, P., 2016. Groundwater quality in western China: challenges and paths forward for groundwater quality research in western China. Expo Health 8 (3), 305–310. http:// dx.doi.org/10.1007/s12403-016-0210-1.

۱۱- Mahlknecht, J., Merchán, D., Rosner, M., Meixner, A., Ledesma-Ruiz, R., 2017. Assessing seawater intrusion in an arid coastal aquifer under high anthropogenic influence using major constituents, Sr and B isotopes in groundwater. Sci. Total Environ. 587, 282–295.

۱۲- Mahjori R. 2012. Measurement of the spatial distribution of fire accidents, specify the best place to build a fire station and routing optimization using fuzzy logic systems and spatial data in Ahwaz [dissertation]. Ahvaz: Faculty Science of Shahid Chamran University;

۱۳- Manoj, S., Thirumurugan, M., Elango, L., 2017. An integrated approach for assessment of groundwater quality in and around uranium mineralized zone, Gogi region, Karnataka, India. Arabian J. Geosci. 10 (557). https://doi.org/10.1007/s12517-017-3321-5.

۱٤- Mikhailov L, Tsvetinov T.2004. Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process. Applied Soft Computing 2004; 5: 23–33.

۱٥- Nair, H.C., Padmalal, D., Joseph, A., 2015. Hydrochemical assessment of tropical springs—a case study from SW India. Environ. Monit. Assess. 187 (2), 1–24.

۱٦- Oki, A.O., Akana, T.S., 2016. Quality assessment of groundwater in Yenagoa, Niger delta, Nigeria. Geosciences 6, 1–12. Piper, A.M., 1944. A graphic procedure in the chemical interpretation of water analysis. Am. Geophys. Union Trans. 25, 914–923.

۱۷- Rabeiy, R.E., 2017.Assessment and modeling of groundwater quality using WQI and GIS in Upper Egypt area. Environ. Sci. Pollut. Res. http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-8617-1.

۱۸- Shankar, K., Aravindan, S., Rajendran, S., 2010. GIS based groundwater quality mapping in Paravanar River Sub-Basin, Tamil Nadu, India.

۱۹- Saaty T L. 1980. The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation. USA: RWS Publications.

۲۰- Subramani, T., Elango, L., Damodarasamy, S.R., 2005. Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar River Basin, Tamil Nadu, India. Environ. Geol. 47, 1099–111.

Site selection of areas prone to drinking water extraction by combining multi-criteria and fuzzy decision-making methods (Case study of Baghmalek city)

Abstract

Assessing and monitoring groundwater quality is always an important challenge that is associated with special problems. In order to use groundwater for drinking, its quality must be examined. In this study, the quality of groundwater used for drinking in Baghmalek plain was investigated. For this purpose, the groundwater of this region was first zoned based on 8 important parameters that play a decisive role in groundwater quality. These 8 parameters are: chlorine (CL), sodium (Na), water hardness (TH), bicarbonate (HCO3), sulfate (SO4), total dissolved solids (TDS), magnesium (Mg) and calcium (Ca) Then, the weights of each of the main factors were determined by AHP hierarchical method and different information layers were combined based on the obtained weights, and finally a raster map was obtained by using GIS software and combining the layers. In the hierarchical analysis, according to experts, the TDS parameter had the highest weight. The results of the qualitative evaluation indicate that about 88% of the study area is in the good and acceptable range and about 12% is in the inappropriate and very unsuitable range.

Keywords: ***Site selection, Water quality, Fuzzy hierarchical analysis, GIS.***