پهنه بندی کیفیت منابع آب آشامیدنی با تلفیق دو روش AHP و GIS در منطقه شمال دشت قزوین

بابک طالبی[۱]*، نوشین سجادی[۲] و ترانه شارمد[۳]
۱- گروه مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲- گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳- گروه هیدروژئوشیمی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۵

چکیده

شناسایی منابع آب آشامیدنی مناسب، وابسته به روش هایی است که بایستی همواره انتخاب صحیح و منطقی را به همراه داشته باشد. یکی از این روش ها تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که تلفیق آن با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، از جمله ابزارهای ارزیابی برای مدیریت آب های زیرزمینی به شمار می رود. هدف اصلی در این مطالعه سنجش کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف آشامیدن در منطقه دشت قزوین می باشد. برای تهیه نقشه کیفیت آب زیرزمینی این منطقه در سال ۱۳۹۲، از پارامترهای کیفی ۱۷ حلقه چاه شامل کل ذرات جامد محلول، سختی کل، سدیم، کلرو سولفات نمونه برداری شد. ابتدا نقشه پهنه بندی پارامترهای مذکور با استفاده از روش درون یابی مجذور عکس فاصله (IDW) رسم شده و پس از آن طبقه بندی نقشه ها براساس روش شولر صورت گرفت. سپس وزن دهی پارامترهای مربوطه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. در مرحله آخر نقشه های طبقه بندی شده در وزن هایشان ضرب و با یکدیگر تلفیق و در نهایت نقشه کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه ایجاد گردید. نتایج بیانگر آن است که حدود ۸۳ درصد منطقه مورد مطالعه در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارد و حدود ۱۷ درصد در محدوده نامناسب و بد قرار دارد. این نتایج نشان می دهد که قسمت عمده آب منطقه مورد مطالعه در دشت قزوین وضعیتی مطلوب و مناسب دارد و قسمت های شرقی و مرکزی از لحاظ مصارف شرب قابل قبول می باشند.

واژه های کلیدی: آب آشامیدنی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، AHP، دشت قزوین

***نگارنده پاسخگو: babaketalebi@yahoo.com**

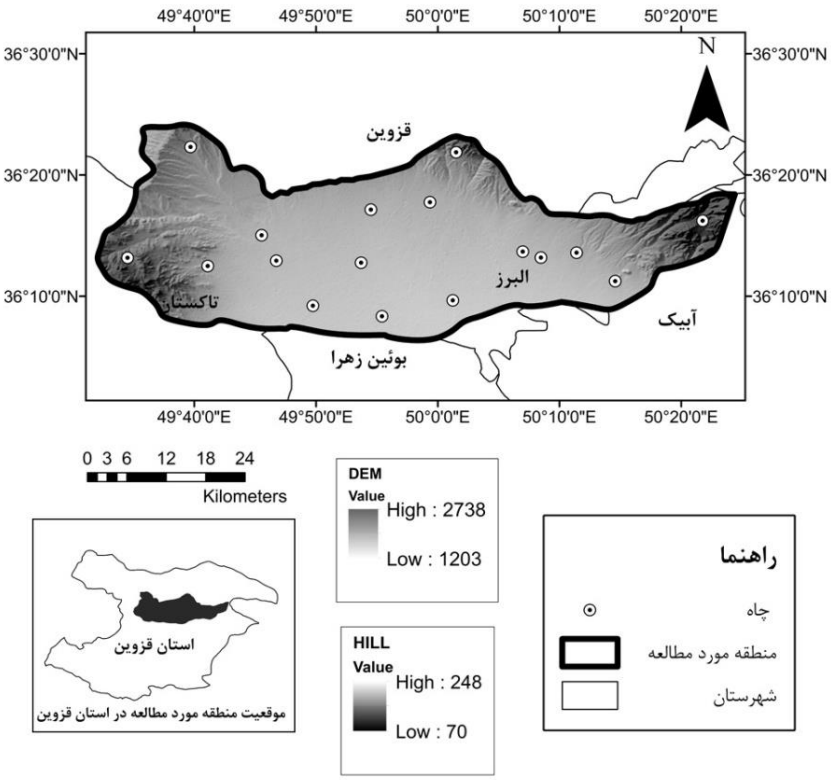
مقدمه

انتخاب منابع آب آشامیدنی مناسب نیازمند بررسی، تفکیک و تصمیم گیری صحیح و منطقی است. از آن جا که سنجش پارامترهای مختلف این منابع بر اساس شاخص ها و استانداردها مشکل و پیچیده است، بنابراین نیاز به روش هایی است که بهترین انتخاب را از میان چندین معیار نتیجه دهد. این روش ها تصمیم گیری های چند معیاره Multi criteria) (decision making نام دارد. از جمله پرکاربردترین آن ها می توان به تحلیل سلسله مراتبی Analytical hierarchy process (AHP) اشاره کرد که توسSaaty طی سال های ۱۹۸۰-۱۹۷۰ ابداع گردید. اولین قدم در فرآیند AHP ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی می باشد که در آن اهداف، معیارها، گزینه ها و ارتباط بین آنها نشان داده می شود (زبردست،۱۳۸۰). سه اصل تجزیه، قضاوت مقایسه ای، ترکیب اولویت ها از مهم ترین اجزای این فرآیند است و این روش دو ویژگی بارز دارد که عبارتست از : کمک به طبقه بندی متغیرهای ناسازگار برای تصمیم گیری و ویژگی دیگر قادر ساختن تصمیم گیرنده یا تصمیم گیرندگان برای تعیین اثرات همزمان و متقابل وضعیت های پیچیده است (احدی و همکاران،۱۳۹۲). در سال های اخیر گستره ی استفاده از AHP رو به افزایش بوده و در زمینه های مختلف از جمله صنایع، محیط زیست، منابع آب و غیره کاربرد فراوان دارد. یکی از مثال های برجسته کاربرد AHP کمک به مکان یابی مناسب منابع آب زیرزمینی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می باشد و این روش بر مبنای یکی از طبقه بندی های آب صورت می پذیرد. از جمله مهم ترین طبقه بندی ها جهت معیار آشامیدن طبقه بندی شولر می باشد. شولر در سال ۱۹۵۵ آب ها را بر پایه اجزای اصلی محلول و به ترتیب اهمیت تفکیک نمود (Collins, 1975).در این طبقه بندی پارامترهای اصلی آب محدوده هایی بین خوب تا غیر قابل شرب دارند و با قرارگیری پارامترهای هر نمونه در طبقه بندی تخمین زده می شود که آب وضعیتی مطلوب یا نامناسب دارد. در این زمینه مطالعات بسیار زیادی صورت گرفته است. نخعی و ودیعتی در سال ۱۳۹۱ با مطالعه و ارزیابی کیفیت آب شرب دشت درگز در استان خراسان براساس نمودار شولر و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و تهیه نقشه کیفیت آب زیرزمینی به این نتیجه رسیدند که از لحاظ معیار آشامیدن ۶۹ درصد از منطقه مورد مطالعه در محدوده خوب تا قابل قبول و ۳۱ درصد در محدوده های نامناسب و بد و یا قابل استفاده در مواقع ضروری قرار دارند. مطالعه ای که تحت عنوان ارزیابی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی آبخوان دشت شهر بابک در استان کرمان با استفاده از GIS و زمین آمار مورد بررسی قرار گرفت بیانگر این بود که از سمت شمال به سمت غرب، جنوب شرق و جنوب دشت روند تغییرات پارامترهای کیفی آب زیرزمینی تقریباً مشابه با یکدیگر می باشد که کیفیت آب براساس شرب و کشاورزی در این قسمت ها بدترین وضعیت را دارد(جهانشاهی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعه ای که در شهر تبریز، استان آذربایجان شرقی در کشور ایران جهت ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از تکنیک AHP و روش درون یابی Kriging در محیط GIS انجام گرفت این نتیجه را در بر داشت که نواحی مرکزی، جنوب و جنوب غربی منطقه مورد مطالعه جهت مصرف آشامیدن مطلوب و مقادیر پارامترهای استاندارد و مجاز دارند و دلیل آن وجود کوه سهند است (Jeihouni *et al*., 2014). کشاورز و همکاران در سال ۱۳۹۳ با مکان یابی مناسب استحصال آب شرب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در آبخوان بیرجند، جنوب استان خراسان به این نتیجه رسیدند که قسمت شرقی منطقه مورد مطالعه از لحاظ پارامترهای افت سطح آب، ضریب انتقال آبخوان، کلسیم و منیزیم بسیار خوب می باشد و قسمت غربی منطقه با توجه به پارامترهای TDS، EC، افت سطح آب، ضریب انتقال آبخوان کیفیتی نامناسب دارد. مطالعه ای که برای ارزیابی خطر آلودگی آب های زیرزمینی با استفاده از مدل DRASTIC و ارزش آب زیرزمینی در منطقه دشت پکن واقع در شمال شرقی کشور چین انجام شد این نتایج را دربر داشت که قسمت شمال و غرب دشت پکن دارای بالاترین ارزش آب زیرزمینی است و همچنین این منطقه بسیار آسیب پذیر و در معرض آلودگی آب های زیرزمینی قرار دارد، که علت آلودگی آن را می توان کاربری نامناسب و شرایط هیدروژئولوژیکی ویژه مکانی دانست (Wang *et al*, 2012). هدف نهایی در این

مطالعه تعیین نواحی مناسب منابع آب زیرزمینی جهت مصارف آشامیدنی با کمک دو روش سیستم اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در منطقه مورد مطالعه می باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه با مساحت حدود ۱۵۲۱ کیلومتر مربع در محدوده طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی قرار دارد. قسمت شمالی این منطقه محدود به دامنه های رشته کوههای البرز و قسمت مرکزی و جنوبی این منطقه دشت قزوین قرار دارد. دشت قزوین متشکل از جلگه آبرفتی پهناوری که از رسوبات جریان های سطحی کوههای اطراف تشکیل شده است(محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). حداقل دمای منطقه حدود صفر درجه و حداکثر ۲۸ درجه سانتی گراد می باشد. میانگین بارندگی حدود ۲۲ سانتی متر در سال می باشد. رودهای مهم منطقه طالقان رود و الموت رود می باشد که پس از پیوستن به یکدیگر رودخانه ی شاهرود را بوجود می آورند که پس از گذر از نواحی شمالی منطقه به سفید رود می ریزد (ونایی و سبحانی، ۱۳۸۲). تیپ آب منطقه در قسمت مرکزی اغلب بیکربناته سدیک و بیشتر قسمت های غربی و شرقی بیکربناته کلسیک می باشد. از نظر زمین شناسی قسمت اعظم منطقه شامل رسوبات ناپیوسته کواترنری می باشد. بخش های کوهستانی اکثراً شامل سنگ های آتشفشانی می باشد که مهم ترین آن ها آئوسن است و همچنین بخش اندکی نیز در این منطقه سنگ های ژوراسیک دارد (ونایی و سبحانی، ۱۳۸۲). منطقه دشت قزوین دارای کاربری های مختلفی است، به گونه ای که بیشترین مساحت را اراضی شوره زار شامل می شود و از عمده کاربری های آن می توان زراعت آبی و باغداری را نام برد(خاقانی و همکاران، ۱۳۹۱). در سال های اخیر این منطقه کاهش محسوس رژیم بارندگی را داشته که این روند منجر به خشکسالی و افت سطح آب زیرزمینی شده است اما عوامل دیگری همچون برداشت بی رویه سفره های آب زیرزمینی و افزایش جمعیت بی تاثیر نبوده اند (یونسی و همکاران، ۱۳۸۸). برای انجام این تحقیق از پارامترهای کیفی شامل کل مواد جامد محلول (TDS) ، سختی کل (TH)، کلر (Cl^-)، سدیم (Na^+) و سولفات ($SO4^{2-}$) متعلق به ۱۷ حلقه چاه نمونه برداری شده در شهریور ماه سال ۱۳۹۲ استفاده شد(شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و چاه ها در استان قزوین

پس از آن داده های خام وارد نرم افزار ArcGIS 10.1 گردید و رسم نقشه های غلظت پارامترها بر مبنای درون یابی انجام شد. برای درون یابی بهترین روش عکس مجذور فاصله Inverse Distance Weighting(IDW) مورد انتخاب قرار گرفت. اساس این روش بر پیش بینی تشابه و تاثیر نقاط نزدیک به هم نسبت به نقاط دورتر می باشد. این روش برای تعیین گستره آلودگی آب های زیرزمینی و سنجش کمی آن ها مناسب می باشد (بانژاد و محب زاده، ۱۳۹۱). بعد از آن طبقه بندی نقشه های ایجاد شده بر پایه ی روش شولر (جدول ۱) و امتیازدهی (از ۱ تا ۹) صورت گرفت. بدین صورت که به محدوده های خوب و قابل قبول بیشترین امتیاز و محدوده های نامناسب و بد کمترین امتیاز داده شده است.

جدول ۱- معیارهای کیفیت آب شرب براساس دیدگاه شولر

ردیف	کیفیت آب	TDS (mg/l)	T.H.(mg/l CaCO3)	Na^+ (mg/l)	Cl^- (mg/l)	SO_4^{-2} (mg/l)
۱	خوب	<۵۰۰	<۲۵۰	۱۱۵<	<۱۷۵	<۱۴۵
۲	قابل قبول	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۵۰-۵۰۰	۱۱۵-۲۳۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۴۵-۲۸۰
۳	نامناسب	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۲۳۰-۴۶۰	۳۵۰-۷۰۰	۲۸۰-۵۸۰
۴	بد	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۴۶۰-۹۲۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۵۸۰-۱۱۵۰
۵	قابل قبول در شرایط اضطراری	۴۰۰۰-۸۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	-۱۸۴۰ ۹۲۰	-۲۸۰۰ ۱۴۰۰	-۲۲۴۰ ۱۱۵۰
۶	غیر قابل شرب	>۸۰۰۰	>۴۰۰۰	>۱۸۴۰	>۲۸۰۰	>۲۲۴۰

در مرحله بعد اولویت بندی پارامترها صورت گرفته که در این بخش از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. در گام اول این روش یک ماتریس مقایسه زوجی با سطر و ستون معیارها تشکیل داده شده و معیارها براساس (جدول ۲) با یکدیگر مقایسه می شوند.

جدول۲- ترجیحات و قضاوت طبق نظر ساعتی بین دو معیار یا گزینه

ارزش	وضعیت مقایسه دو معیار
۱	ترجیح یکسان
۳	کمی مرجح
۵	خیلی مرجح
۷	خیلی زیاد مرجح
۹	کاملاً مرجح
۲-۴-۶	بینابین

زمانی که معیار یا گزینه a با b سنجیده شود، در صورت برتری a نسبت به b یکی از اعداد جدول (۲) را خواهد داشت و در صورتی که b از a برتر باشد، آنگاه معکوس عدد بالا در آن عنصر ماتریس قرار می گیرد (Saaty, 2008). پس از اعمال مقایسات زوجی ماتریسی حاصل می گردد که قطر آن برابر رابطه (۱) است.

رابطه (۱)

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \vdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad i=1, 2,\ldots, n$$

درگام بعدی که نرمال سازی نامیده می شود، هر عنصر ماتریس بر مجموع ستون خود تقسیم شده و ماتریسی جدید ساخته می شود که پس از آن عمل بدست آوردن میانگین مقادیر هر سطر ماتریس جدید انجام می شود و با این احتساب ماتریس A با n مرتبه عدد وزنی W_1 تا W_n را به دست می آورد (شاه منصوری و همکاران،۱۳۹۱). در گام آخر بایستی آنالیز سازگاری صورت پذیرد. این روش را Saaty برای بررسی سازگاری در قضاوت ها در نظر گرفته است که همان بدست آوردن نرخ ناسازگاری (I.R) می باشد (توکلی و همکاران، ۱۳۸۸). برای محاسبه آن باید شاخص ناسازگاری (I.I) Inconsistency index که مطابق با رابطه ی (۲) است، محاسبه شود. در این رابطه λmax بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی و n تعداد معیارهای تصمیم گیری است.

رابطه (۲)

$$I.I=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1}$$

جدول شماره (۳) مقادیر I.R.I را برای ابعاد مختلف ماتریس نشان می دهد. نرخ ناسازگاری از تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری تصادفی برای ماتریس n بعدی بدست می آید.

رابطه (۳) $$I.R=\frac{I.I}{I.R.I}$$

جدول ۳- مقدار شاخص ناسازگاری تصادفی برای ماتریس n بعدی (زبردست،۱۳۸۰)

n	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
I.R.I	۰	۰/۵۸	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	**۱/۴۹**

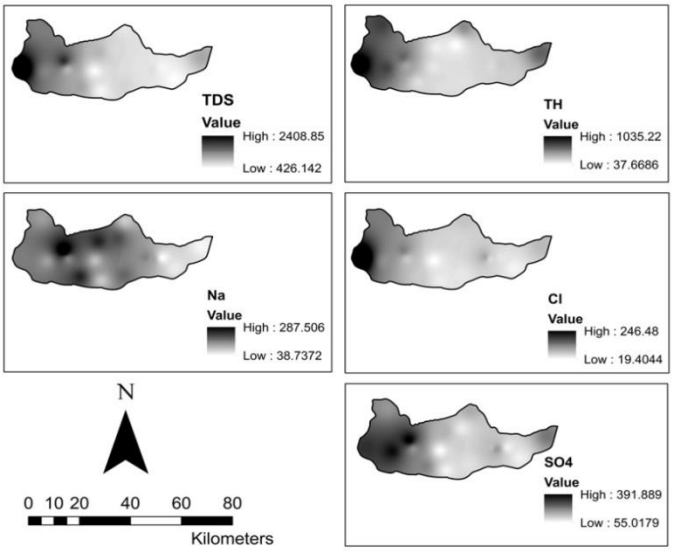
در صورتی که نرخ ناسازگاری کمتر یا مساوی ۰/۱ باشد، ماتریس سازگار است و می توان به نتایج وزن ها اعتماد نمود و در غیر این صورت تصمیم گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدید نظر نماید (رشید سرخ آبادی و همکاران، ۱۳۹۳). لازم به ذکر است که برای انجام این فرآیند از نرم افزار Expert Choice استفاده شد. در نهایت نقشه های طبقه بندی شده در محیط GIS همراه با ضریب آن ها که همان وزن نرمال شده پارامترهای بدست آمده است، تلفیق گردیده و نقشه نهایی کیفیت آب ایجاد می گردد. در معرض قرارگیری غلظت بالای پارامترهای مورد مطالعه به صورت طولانی مدت عوارض جبران ناپذیری دارد. برخی از آن ها در جدول شماره ی (۴) نشان داده شده است. همچنین استانداردهای تعیین شده پارامترهای مربوطه برای مصارف شرب توسط موسسات معتبر جهان بیان شده است.

جدول ۴- استانداردهای معتبر جهانی پارامترهای مورد مطالعه و عوارض قرارگیری در معرض غلظت زیاد آن ها بر روی انسان (بر حسب میلی گرم بر لیتر)

پارامتر	موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی(ISIRI)	اداره استاندارد هند(BIS)	آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA, 2007)	سازمان جهانی بهداشت (WHO, 2011)	عوارض قرارگیری در معرض افزایش غلظت
کل مواد جامد محلول (TDS)	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	در غلظت های بالا افزایش خطر ابتلا به سرطان، امراض قلبی و عروقی (WHO, 2003)
سختی کل (TH)	۵۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۵۰۰	افزایش خطر ابتلا به سنگ کلیه، سرطان روده بزرگ، افزایش فشارخون، نارسایی کلیه، بیماری پوستی اگزما (WHO, 2009, 2011)
سدیم (Na^+)	۲۰۰	–	–	۲۰۰	افزایش غلظت سدیم باعث افزایش فشار خون، نازک شدن و پارگی دیواره سرخرگ های کوچک، آسیب به مغز و چشم، مشکلات قلبی و مرگ افراد خردسال می شود (WHO, 2009)
کلر (Cl^-)	۲۵۰-۴۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰	در برخی موارد ایجاد آسم ، افزایش خطر ابتلا به سرطان مثانه در بزرگسالان مشاهده شده است (WHO, 2003). همچنین کلر باعث سقط جنین و بیماری های چشمی ، عصبی و مغزی می شود (WHO, 2003)
سولفات (SO_4^{-2})	۲۵۰-۴۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۵۰۰	در غلظت های بالا ایجاد بو و طعم نامطلوب ، اسهال و از دست دادن آب بدن بخصوص افراد مسن و خردسال (WHO, 2004)

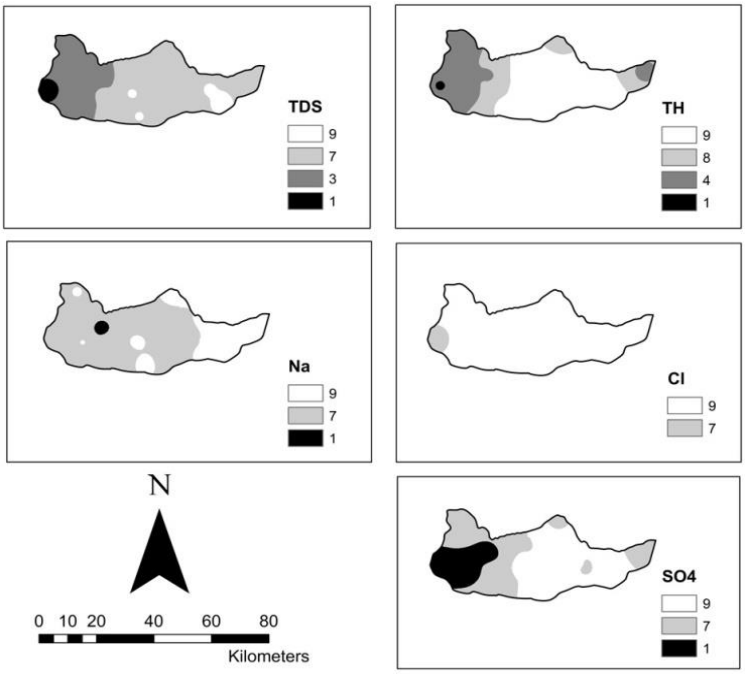
نتایج

شکل شماره (۲) نشان دهنده نقشه های درون یابی شده با روش IDW است. در این نقشه ها تغییرات پارامترهای مربوطه از کمترین به بیشترین مقدار نشان داده می شود.



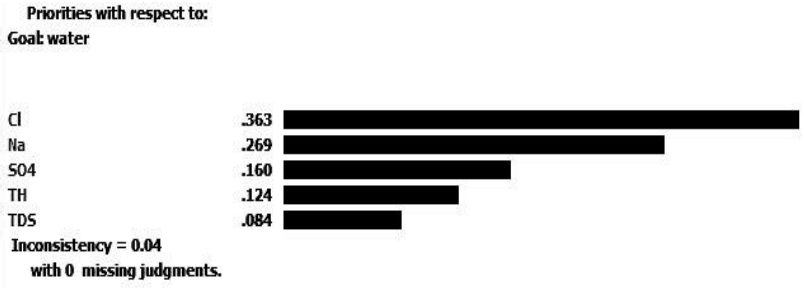
شکل ۲- نقشه پهنه بندی کیفی آب زیرزمینی پارامترهای بررسی شده در منطقه دشت قزوین

همانطور که در شکل (۲) ملاحظه می شود، نقشه های پهنه بندی کیفی نشان دهنده ی بیشتر بودن غلظت عناصر در قسمت غربی از قسمت های دیگر است و این بیانگر افزایش آلودگی در این منطقه است. بعد از تهیه نقشه های پهنه بندی کیفی، اقدام به طبقه بندی نقشه های مربوطه با استفاده از طبقه بندی شولر شده و پس از طبقه بندی، مشاهده شد که اغلب نقشه های رستری بدست آمده در محدوده خوب و قابل قبول قرار دارند.



شکل۳- نقشه های طبقه بندی شده پارامترهای آب زیرزمینی در منطقه دشت قزوین

پس از تهیه و طبقه بندی نقشه ها، وزن دهی پارامترها انجام شد. وزن دهی بر اساس اهمیت هر پارامتر و مقدار غلظت آن در منطقه ی مورد مطالعه است. تعداد ۱۰ مقایسه زوجی بین معیارها صورت گرفت. همانطور که در شکل شماره (۴) نشان داده شده کلر (Cl) دارای بیشترین وزن و کل ذرات جامد محلول (TDS) کمترین وزن را دارند.



شکل۴- نتایج وزن دهی پارامترها با مقایسه زوجی در نرم افزار Expert Choice

براساس شکل (۴)، ضریب ناسازگاری در این روش برابر ۰/۰۴ به دست آمده که اعتبار مدل را تائید می نماید. در نهایت بایستی وزن نهایی هر محدوده تعیین گردد که از ضرب وزن هر پارامتر در امتیاز هر محدوده قابل محاسبه است و نتایج در جدول شماره (۶) ارائه شده است.

جدول ۶- امتیاز ها و وزن های اختصاص داده شده برای محدوده ها

پارامتر (وزن)	محدوده		امتیاز محدوده	وزن نهایی (وزن پارامتر × امتیاز محدوده)
TDS (۰/۰۸۴)	<۵۰۰	خوب	۹	۰/۷۵۶
	۱۰۰۰-۵۰۰	قابل قبول	۷	۰/۵۸۸
	۲۰۰۰-۱۰۰۰	نامناسب	۳	۰/۲۵۲
	۲۴۰۹-۲۰۰۰	بد	۱	۰/۰۸۴
TH (۰/۱۲۴)	<۲۵۰	خوب	۹	۱/۱۱۶
	۵۰۰-۲۵۰	قابل قبول	۸	۰/۹۹۲
	۱۰۰۰-۵۰۰	نامناسب	۴	۰/۴۹۶
	۱۰۳۵-۱۰۰۰	بد	۱	۰/۱۲۴
Na^+ (۰/۲۶۹)	<۱۱۵	خوب	۹	۲/۴۲۱
	۲۳۰-	قابل قبول	۷	۱/۸۸۳

Cl^- (۰/۳۶۳)	۱۱۵ -۲۸۶ ۲۳۰	نامناسب	۱	۰/۲۶۹
	<۱۷۵	خوب	۹	۳/۲۶۷
	-۲۴۷ ۱۷۵	قابل قبول	۷	۲/۵۴۱
	<۱۴۵	خوب	۹	۱/۴۴
SO_4^{2-} (۰/۱۶)	-۲۸۰ ۱۴۵	قابل قبول	۷	۱/۱۲
	-۳۹۲ ۲۸۰	نامناسب	۱	۰/۱۶

برای تولید نقشه نهایی کیفیت آب بایستی عملیات همپوشانی لایه ها در محیط GIS انجام شود، که مطابق با رابطه شماره (۴) از مجموع لایه های ضرب شده در وزن پارامترها بدست می آید.

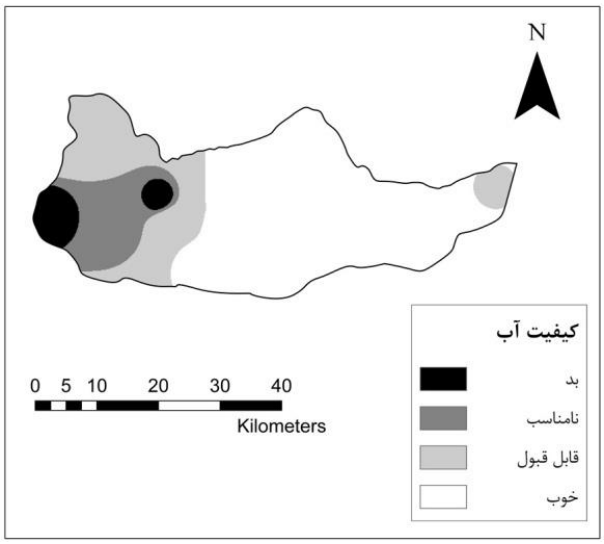
رابطه(۴)

$$((TDS\times۰/۰۸۴) + (TH\times۰/۱۲۴) + (Na^+\times۰/۲۶۹) + (Cl^-\times۰/۳۶۳) + (SO_4^{2-}\times۰/۱۶۰))$$

پس از هم پوشانی لایه های وزن دار لایه نهایی بدست آمده طبقه بندی گردید(جدول ۷ و شکل ۵).

جدول ۷- محدوده و وضعیت طبقه بندی نهایی کیفیت منابع آب زیرزمینی در منطقه دشت قزوین

محدوده طبقه	وضعیت طبقه
۴/۴۴-۶/۰۵	بد
۶/۰۵-۷/۰۲	نامناسب
۷/۰۲-۷/۹۶	قابل قبول
۷/۹۶-۹	خوب



شکل ۵ - نقشه نهایی کیفیت آب منطقه شمال دشت قزوین

بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر، در دشت قزوین، چهار محدوده خوب، قابل قبول، نامناسب و بد را (جدول ۷ و شکل ۵) نشان می دهد. مطابق با شکل (۵) حدود ۹۱۵ کیلومتر مربع در محدوده ی خوب، ۳۴۷ در محدوده ی قابل قبول، حدود ۱۸۳ کیلومتر مربع در محدوده نامناسب و ۷۶ کیلومتر مربع در محدوده بد قرار دارند. این مقادیر نشان می دهند که منطقه مورد مطالعه از لحاظ آشامیدن در قسمت های شرقی و مرکزی دارای وضعیت مطلوب بوده است. در قسمت غربی به علت بالا بودن غلظت مقادیر پارامترهای مهمی از قبیل سدیم (Na^+) و سختی کل (TH) آب منطقه نسبت به بقیه مناطق کیفیت پایین تری دارد. نقشه های پهنه بندی کیفی پارامترهای اصلی آب زیرزمینی در دشت قزوین با استفاده از روش IDW رسم گردید. پس از تهیه نقشه درون یابی نمونه ها مشاهده شد که در تمامی نقشه ها مقادیر پارامترها در قسمت غربی بیشتر است و بنابراین نتایج با داده های تحقیقات جهانشاهی و همکاران، کشاورز و همکاران در سال ۱۳۹۳ مطابقت داشته و روند تغییرات پارامترها مشابه یکدیگر می باشد. پس از آن با استفاده از روش شولر به طبقه بندی نقشه ها پرداخته شد. بوسیله تکنیک تحلیل سلسله مراتبی وزن پارامترها تعیین گردید. عمل وزن دهی به پارامترها مشابه با نخعی و ودیعتی در سال ۱۳۹۱ براساس اهمیت هر پارامتر، لزوم توجه به استانداردهای معتبر جهانی (مانند WHO) و غلظت آن در منطقه مورد مطالعه بوده است. بیشترین وزن به کلر (۰/۳۶۳) و کمترین وزن به کل جامدات محلول (۰/۰۸۴) تعلق گرفت. پس از وزن دهی پارامترها به وزن دهی لایه ها پرداخته و در نهایت لایه های وزن دار را با یکدیگر تلفیق و نقشه کیفیت آب رسم و طبقه بندی شد. پس از تهیه نقشه نهایی کیفیت آب زیرزمینی براساس معیارهای استفاده شده مشخص شد۶۰ درصد از کل منطقه مورد مطالعه در محدوده کیفیت خوب و ۲۳ درصد نیز در محدوده قابل قبول قرار دارد. از مجموع نتایج می توان ادعا داشت که قسمت عمده ی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه وضعیت مناسبی داشته اما حدود ۱۲ درصد در محدوده ی نامناسب و ۵ درصد در محدوده ی بد قرار دارند که این مناطق نیازمند بازنگری و بررسی می باشند. بطور کلی منطقه ی مورد مطالعه در قسمت های شرقی و مرکزی دارای کیفیت آب خوب و قابل قبول بوده و برای مصارف آشامیدن توصیه می شوند.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله به این وسیله از سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، به دلیل تشریک

مساعی و در اختیار قرار دادن اطلاعات آب زیرزمینی منطقه ی مورد مطالعه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

احدی، ح ر.، قاسمی صاحبی، م. و ذاکری سردرودی، ج. ع. ۱۳۹۲. اولویت بندی روشهای حمل و نقل عمومی در شهر تهران به منظور اصلاح نظام تخصیص بودجه. *مهندسی حمل و نقل*، ۴(۳): ۲۰۸- ۱۹۷.

بانژاد، ح. و محب زاده، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت رزن - قهاوند برای تأمین آب مورد نیاز کشاورزی با استفاده از GIS. *فصلنامه ی فضای جغرافیایی*، ۱۲(۳۸): ۱۱۰-۹۹.

توکلی، م.، فاضل نیا، غ. و گنجعلی، ع ا. ۱۳۸۸. کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تعیین اولویت بخش های اقتصادی: مطالعه موردی شهرستان نیشابور. *فصلنامه روستا و توسعه*،۱۲ (۴):۹۸- ۷۷.

جهانشاهی، ا.، روحی مقدم، ا. و دهواری، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی با استفاده از GIS و زمین آمار. *نشریه دانش آب و خاک*، ۲۴ (۲):۱۹۸- ۱۸۳.

خاقانی، ر.، محمودی، ش.، پذیرا، ا. و مسیح آبادی، م. ح. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات شوری خاک و تاثیر آن بر عملکرد محصولات عمده زراعی در دشت قزوین. *فصلنامه تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی*، ۴(۳):۳۷- ۲۷.

رشید سرخ آبادی، م.، شهیدی، ع. و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۳. تحلیل مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت زاوه برای استفاده در شرب با تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند سلسله مراتبی. *مهندسی آبیاری و آب*، ۵(۱۷):۱۰۹- ۹۶.

زبردست، ا. ۱۳۸۰. کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه ریزی شهری و منطقه ای. *مجله هنرهای زیبا*،۱۰، ۲۱-۱۳.

شاه منصوری، آ.، صباحی، م. س.، آدریانی، ر. ر.، لطفی، ع. و خدادادی دربان، ا.۱۳۹۱ بررسی موردی انتخاب محل و نوع تصفیه خانه آب به روش AHP.. *فصلنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب*، ۴: ۱۳۹-۱۳۴.

کشاورز، ا.، خاشعی سیوکی، ع. و نجفی، م. ح. ۱۳۹۳. مکان یابی مناسب استحصال آب شرب با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (مطالعه موردی: آبخوان بیرجند). *آب و فاضلاب*، ۲۵(۳):۱۴۲-۱۳۵.

محمدی، م.، محمدی قلعه نی، م. و ابراهیمی. ک.۱۳۹۰. تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت قزوین. *مجله پژوهش آب ایران*، ۵(۸):۵۲- ۴۱.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، استاندارد شماره ۱۰۵۳ . ۱۳۸۸. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی، چاپ پنجم. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ایران.

نخعی، م، و ودیعتی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی کیفیت آب شرب دشت درگز با استفاده از روش تحلیل سلسل مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. *مجله پژوهش آب ایران*، ۶(۱۱): ۱۲۱-۱۱۵.

ونایی، م. و سبحانی، ح. ۱۳۸۲. اکتشافات ژئوشیمیایی کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ تاکستان. گروه اکتشافات ژئوشیمیایی. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی. ایران.

یونسی، م.، بهبهانی، م. ر.، محمدی، ک. و یونسی، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی خشکسالی و تأثیر آن بر آب زیرزمینی: مطالعه موردی در دشت قزوین. اولین کنفرانس بین المللی مدیریت منابع آب، دانشگاه تهران. ایران.

BIS (Bureau of Indian Standards). 2012. Drinking Water-Specification. Second revision, IS 10500. New Delhi, India.

Collins, A.G .1975. Geochemistry of oilfield waters. Elsevier. Amsterdam.

EPA (United States Environmental Protection Agency). 2007. Drinking

Plain, China. *Journal of Science of the Total Environment*, 432: 216- 226.

WHO (World Health Organization). 2011. Hardness in Drinking-water. Geneva, Switzerland.

WHO (World Health Organization). 2003. Total Chlorine in Drinking-water. 2nd Ed.vol 2. Switzerland.

WHO (World Health Organization). 2003. Total dissolved solids in Drinking-water. 2nd Ed.vol 2. Switzerland.

WHO (World Health Organization). 2004. Sulfate in Drinking-water. Geneva, Switzerland.

WHO (World Health Organization). 2009. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance. Geneva, Switzerland.

WHO (World Health Organization). 2011. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th Ed. Geneva, Switzerland.

water standards and health advisories table. CA 94105. San Francisco, USA.

Jeihouni, M., Toomanian, A., Shahabi, M. & Alavipanah, S K. 2014. Groundwater quality assessment for drinking purposes using GIS modelling (Case Study: City Of Tabriz). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Tehran, V XL-2/W3.

Saaty, T. L. 1980. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill. New. York.

Saaty, T.L. 2008. Decision making with the analytical hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1 (1): 83-98.

Wang, j., He, j. & Chen, H. 2012. Assessment of groundwater contamination risk using hazard quantification, a modified DRASTIC model and groundwater value, Beijing

The zoning of drinking water resource quality by combining Analytic Hierarchy Process and GIS in the north of Qazvin Plain

Talebi[1*], B., Sajjadi[2], N. & Sharmad[3], T.

1- Dept. of Environmental Management, Islamic Azad University, Tehran North Branch
2- Dept. of Environment, Islamic Azad University, Tehran North Branch
3- Dept. of Hydrogeochemistry, Geological Survey and Mineral Exploration of Iran

Abstract

Identifying acceptable drinking water sources depend on the methods which always incorporate the correct and logical choices. One of these methods is combination of Analytical Hierarchy Process (AHP) and Geographic Information System (GIS), which is one of the appropriate assessment tools for groundwater management. The main objective of this study is to evaluate groundwater quality for drinking purposes in Qazvin plain. In order to build the groundwater quality map of this area, water quality parameters of 17 wells including total dissolved solids, hardness, sodium, chloride and sulfate during 2013 was measured. At the first step, the zoning map parameters were drawn by Interpolation method, Inverse Distance Weighted (IDW), then classifications of maps were prepared based on Schoeller method. Afterwards the weights of the parameters were determined with the help of AHP. In the final stage, groundwater quality map of the study area was created by multiplying their combined weights to related zones. The results showed that about 83 percent of the area water quality is good and acceptable and about 17 percent is inappropriate. It could be concluded that most of the water in the study area in the Qazvin plain has good quality while central and eastern parts have more drinkable water sources.

Keywords: Drinking water, Geographic Information System, AHP, Qazvin Plain
***Corresponding author: babaketalebi@yahoo.com**