مجلّهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، سال ۴، شمارهٔ ۳، پاییز۱۳۹۴، شمارهٔ پیاپی ۱۱
شاپای چاپی: ۲۴۱۵-۲۳۲۲ شاپای الکترونیکی: ۲۴۹۵-۲۳۸۳
http://jrrp.um.ac.ir

سطح‌بندی ریسک منابع آب آشامیدنی روستاهای تیپ کوهستانی با استفاده از تکنیک تاپسیس و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (مطالعه موردی: دهستان برزود شهرستان کاشمر)

هادی قنبرزاده*[۱]- ابوالفضل بهنیافر[۲]- رضا صابری تولایی[۳]

۱- استادیار جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاداسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.
۲- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.
۳- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۱۴ صص۲۰-۱۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۰۸/۰۲

چکیده

هدف: کمبود آب آشامیدنی سالم به خصوص در کشورهای رو به رشد همچون کشور ما، به عنوان یکی از معضلات اساسی مطرح است. عدم کنترل در کیفیت و میزان برداشت و مصرف بی‌رویهٔ آن می‌تواند، این معضلات را تشدید کند. پژوهش حاضر با هدف شناسایی و سطح‌بندی ریسک‌هایی که منابع آب آشامیدنی را در مراکز روستایی دهستان برزود شهرستان کاشمر تهدید می‌کنند،انجامگردید.

روش: روش تحقیق توصیفی– تحلیلی مبتنی بر استفاده از مدل و آزمایش‌های تجربی انجام گرفته است. جامعهٔ آماری شامل ۱۰ درصد جمعیت روستاهای منطقه، دهیاران و مسئولین آب و فاضلاب می‌باشد. شاخص‌های ریسک منابع آب آشامیدنی با استفاده از روش سلسله مراتب زوجی، وزن‌دهی و براساس مدل تاپسیس رتبه‌بندی شد و سطح‌بندی مراکز روستایی در پنج سطح شامل؛ روستاهای با ریسک بسیار بالا، ریسک بالا، ریسک متوسط، ریسک کم و ریسک بسیار کم صورت گرفته است.

یافته‌ها: نتایجتحقیقنشانمی‌دهد که روستای قراچه بالاترین رتبه و روستای خرو پایین‌ترین رتبه را به لحاظ ریسک منابع آب آشامیدنی داشته‌اند. روستاهای تجرود و طرق نیز در رتبه‌های سوم و چهارم قرار گرفته‌اند. هم‌چنین مراکز روستایی مورد مطالعه با توجه به رتبه‌بندی صورت گرفته به پنج سطح از نظر ریسک مخازن و شبکهٔ توزیع آب آشامیدنی تقسیم شدند که در سطح یک روستاهای قراچه و تجرود با ریسک بسیار کم و در سطح پنجم روستاهای کریز و خرو با ریسک بسیار زیاد، سطح‌بندی شده است. نتیجهٔ نهایی مدل AHP نشان داد که عامل باکتریولوژیکی آب با وزن ۰/۱۹۷ بیشترین اهمیت را در مقایسه با دیگر عوامل داشته و هم‌چنین عوامل مدیریتی که در ارتباط مستقیم با نهاد مدیریت روستا می‌باشند، با وزن ۰/۱۶۰ در رتبهٔ دوم اهمیت قرار دارند.

محدودیت‌ها/ راهبردها: عمده‌ترین محدودیت تحقیق حاضر، عدم دسترسی به آمار و اطلاعات در مورد کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب است.

راهکارهای عملی: شناخت ویژگی‌های مربوط به منابع آب آشامیدنی در جوامع روستایی با تأکید بر رویکرد مدیریت ریسک، به صاحب نظران و برنامه‌ریزان، کمک و یاری می‌رساند تا مدیریت منابع آب روستایی همگام با مشارکت مردم، به نحو مطلوب تحقق یابد. از طرف دیگر، ارائه آموزش‌های مورد نیاز در سطوح مختلف از افراد روستایی تا سطوح مدیریتی و ارائه راهکارهای عملی برای رفع مشکل آب، می‌تواند در مدیریت منابع آب روستایی تأثیر بسزائی داشته باشد.

اصالت و ارزش: نوآوری مقاله در بررسی میزان ریسک منابع آشامیدنی بر اساس مدل‌ها و آزمایش‌های تجربی، به ویژه در روستاهای تیپ کوهستانی، است که این نوع روستاها با مشکلات بسیاری در این زمینه مواجه می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: منابع آب، مدیریت ریسک، تکنیک تاپسیس، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، دهستان برزود.

*. نویسندهٔ مسؤول: Email: hadi.qanbarzadeh@yahoo.com

۱.مقدمه

۱,۱. بیان مسئله

سازمان ملل متحد در برنامهٔ جمعیت و محیط زیست، ایران را در ردیف صد کشوری قرار داده استکه دارای سرانهٔ آب شیرین تجدید شوندهٔ پایین می‌باشند. بر اساسمعیارهای بین المللی، دیری نخواهد گذشت که کشور ایران به مرحلهٔ کم آبی برسد (مسیبی، ۱۳۷۸، صص.۶۹-۴۸) و با بحران شدید آب مواجه شود.محدودیت آب‌های تجدیدشونده، استفادهٔ روزافزون از منابع آب زیرزمینی و افزایش جمعیت، سبب شده تااین منابع در وضعیت بحرانی قرار گیرند (نوحه‌گر، ریاحی چلوانی و اکبری سامانی، ۱۳۹۰، ص.۸۶). مسلماً تأمین آب شرب سالم، به ویژه در مناطق روستایی، جز جدایی‌ناپذیر زیربنای اجتماعی و اقتصادی آن‌ها است (مهندسان مشاور DHV،۱۳۷۱، ص.۲۰۶). بهره‌برداری بشر از منابع آب با دو مشکل عمدهٔ برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی و تبدیل بخش اعظم آب برداشتی به فاضلاب، زهاب و پساب که سلامت مصرف را به خطر می‌اندازد، روبرو می‌باشد.

براساس گزارش یونیسف، حدود ۸۰۰ میلیون نفر در آسیا و آفریقااز دسترسی به آب آشامیدنی سالم و مطمئن محروم می باشند(تان ویر، صبور و شان۲۰۰۳،[1]، ص.۸).با توجه به گزارش سازمان ملل، جمعیت بالایی در روستاهای ایران به خاطر در دسترس نبودن آب آشامیدنی سالم و بهداشتی، در خطر ابتلا به امراض گوناگون،بیماری‌های مسری و اسهال هستند(صادقی، محمدیان، نورانی، پیدا و اسلامی[2]، ۲۰۰۳، ص.۴۶۱). تأمین آب سالم و بهداشتی، نیازمند مدیریت و نگهداری از مخازن و کنترل کیفیت آب آشامیدنی در مناطق روستایی می‌باشد. مدیریت منابع آب در هر ناحیه، ساختار اقتصادی و توسعهٔ کشاورزی، فنی و صنعتی آن ناحیه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (خراسانی، ۱۳۹۰، ص.۳۸). انتخاب سنجیدهٔ منبع آب و حفاظت از آن،به خصوص در مناطق روستایی، بهترینتدبیر برای جلوگیری از شیوع بیماری‌های روده‌ای ناشی از آب است (عظیمی و زمان‌زاده، ۱۳۸۲، ص.۲۵). مهم‌ترین راه حفظ کیفیت منابع آب، تدوین قوانین و استانداردهای مناسب و سخت‌گیرانه و نیز برنامه‌ریزی برای اجرای صحیح آن‌ها است (علوی‌مقدم، ۱۳۸۵، ص.۸۹).در بسیاری از مناطق کشور، استحصال آب از منابع، از روند تجدیدشوندگی آن پیشی گرفته و کاهش این منابع و به بیان دیگر، بحران کمّی آب، بحران کیفیت آب را نیز تشدید نموده است (صفری و واعظی، ۱۳۸۲، ص.۵۳).

به‌طورکلی،«ریسک» شامل عناصری از جمله مخاطره، خطر، زیان، خسارت، صدمه، تخریب، گرفتاری، جرأت، جسارت و اقدام به کار مخاطره‌آمیز می‌شود.در اغلب موارد، ایجاد توازن میان ریسک‌هایی که احتمال وقوع شان بالا و زیان‌دهی‌شان پایین و ریسک‌هایی که احتمال وقوع‌شان پایین و زیان‌دهی‌شان بالاست، ممکن است به طور مناسبی مورد رسیدگی قرار نگیرند (بابایی و وزیرزنجانی، ۱۳۸۵، ص.۵). جستجو و مکان‌یابی ریسک‌ها قبل از مشکل‌ساز شدن آن‌ها یکی از مهم‌ترین مراحل در این رویکرد می‌باشد.

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی و مطالعهٔ وضعیت مخازن و شبکهٔ توزیع آب آشامیدنی و نیز شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌هایی که این منابع را در مرحلهٔ نگهداری و عرضهٔ آب آشامیدنی مورد تهدید قرار می‌دهند و در نهایت اولویت‌بندی و سطح‌بندی مراکز روستایی براساس این ریسک‌ها می‌باشد.

۲,۱. پیشینهٔ نظری تحقیق

در ارتباط با موضوع مورد پژوهش، تحقیقات معدودی در سطح جهان و ایران انجام گرفته است.آرمنیتا[3] و همکاران (۱۹۹۳) آب‌های زیرزمینی منطقهٔ شهری لیون و ال مکزیکو را از نظر وجود کروم مورد بررسی قرار دادند.رائرت و همکاران[4] (۱۹۹۰) به بررسی فاکتورهای مؤثر بر آلودگی آب زیرزمینی در منطقهٔ کاتوالانیا پرداختند و نتایج حاصل از مطالعهٔ آنان مشخص نمود که آلودگی‌ها عمدتاً ناشی از ورود فاضلاب کنترل نشده به منابع آب زیرزمینی از آب منطقه بوده و این مسئله،بیانگر تغییر آلودگی‌ها در طی زمان بوده است. بوسنگرا، ماسون، مارتینز، سویت و فارنگا[5] (۲۰۰۱) برنامه‌ای را ارائه کردند که قابلیت مدیریت ریسک در آلودگی آب زیرزمینیِ منتج شده از نفوذ شیرابه در لندفیل ماردل پلاتای آرژانتین را داشت. این برنامه شامل پیشگویی و کاهش آلودگی قبل، حین و بعد از بروز حادثه بود. بلوسوا[6] (۲۰۰۶) نیز با توسعهٔ یک روش قطعی برای تعیین ریسک آلودگی آب زیرزمینی با استفاده از تخمین عکس حفاظت از آب زیرزمینی و آسیب‌پذیرینسبت آلودگی و ثبات شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی، راه‌های کلی برای تعیین حفاظت از آب زیرزمینی در برابر آلودگی و شکل‌گیری ساختاری از شاخص‌ها برای ویژگی‌های ثابت آب زیرزمینی نشان داد.

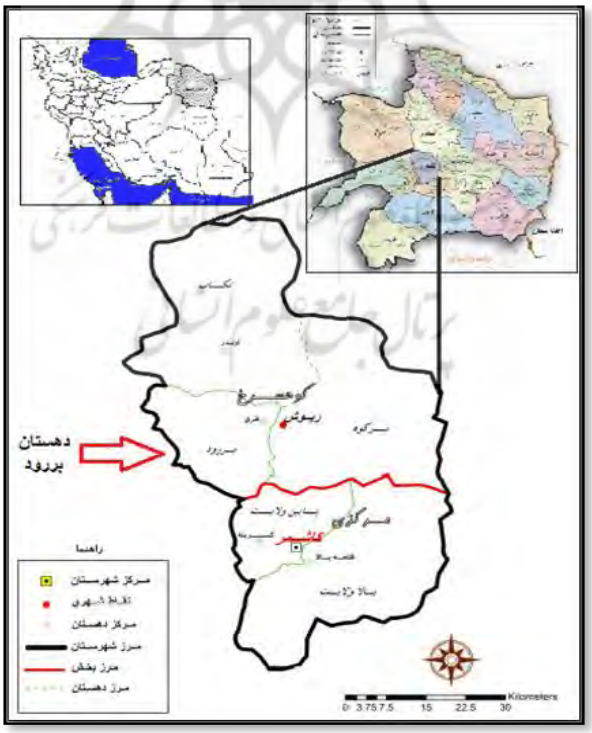
نوری سپهری (۱۳۸۵) به معرفی اصول مدیریت در تأمین آب آشامیدنی، انتخاب منبع آب و مدیریت در تصفیه، انتقال و توزیع آب در اجتماعات کوچک روستایی براساس الگوهای ارائه شده از سوی سازمان بهداشت جهانی برای کشورهای در حال توسعه پرداخته است. نوحه‌گر و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به شناسایی و سطح‌بندی ریسک‌هایی که منابع آب آشامیدنی مراکز روستایی آبخوان سرخون بندرعباس را تهدید می‌کنند، پرداخته و نتایج حاصل از آن مشخص نمود که اطلاع از وضعیت منابع آب آشامیدنی برای جلوگیری از مخاطرات طبیعی لازم و ضروری می‌باشد.

مطالعات در ایران نشان می‌دهد، مدیریت تأمین آب در روستاهای کشور باید تحول یابد. در صورتی‌که آب آشامیدنی روستاییان فاقد مؤلفه‌های بهداشتی لازم باشد، آلودگی حاصل از آن، سلامت ساکنان مناطق روستایی را به خطر خواهد انداخت(رمضانیان و عبداللهی، ۱۳۸۰، ص.۲۲). در واقع نمی‌توان بدون استفاده از تجارب دیگر کشورهای در حال توسعه و سازمان‌های جهانی و در قالب یک مدیریت سنتی، انتظار داشت طرح‌های تأمین آب بتوانند به موفقیت برسند.

۲. روش‌شناسی تحقیق

۲.۱. قلمرو جغرافیایی تحقیق

محدودهٔ مورد مطالعه شامل روستاهای دهستان برورد، واقع در بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر از استان خراسان رضوی است. مساحت این دهستان با مرکزیت روستای طرق، ۲۵۰ کیلومترمربع وجمعیت آن طبق سرشماری مرکز بهداشت منطقه در سال ۱۳۹۰، برابر ۸۱۶۶ نفر بوده است. رودخانه ششطراز، تنها و مهم‌ترین رودخانه در قسمت پایین دست دهستان جریان دارد که از ارتفاعات شمالی کوهسرخ سرچشمه می‌گیرد. بیشترین آب مورد نیاز دهستان، از منابع آب زیرزمینی از جمله چاه‌های عمیق و چشمه تأمین می‌شود. جهت جریان آب‌های زیرزمینی از شرق به غرب در امتداد روستای طرق به سمت کریز می‌باشد. آب شرب روستاهای کریز و تجرود از چشمه تأمین می‌شود. ویژگی طبیعی ناحیهٔ کوهسرخ به ویژه برورد، وجود شاخه‌های فرعی گسل درونه است که وجود چشمه‌سارهای متعدد و رودخانه پرآب ششطراز و سفرهٔ غنی آب‌های تحت‌الارضی نقش فعال این گسل را در سیستم آبدهی تأیید می‌کند، به طوری که این منابع آبی مورد بهره‌برداری ساکنان منطقه قرار می‌گیرد (صابری، ۱۳۸۴، ص.۸۱).



شکل ۱- موقعیت دهستان برورد در بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر

مأخذ: استانداری خراسان رضوی، ۱۳۹۲.

۲،۲. روش تحقیق

روش تحقیق در پـژوهش حاضـر توصـیفی [۵] تحلیلـی مبتنـی بـر استفاده از مدل و آزمایش‌های تجربی است. جامعـهٔ آمـاری شـامل ۱۰ درصد جمعیت روستاهای منطقه، دهیاران و مسـئولین آب و فاضـلاب می‌باشد. متغیرهای تحقیق شامل ۸ گروه اصلی با زیرمعیارهای منحصـر به خود می‌باشد که به منظور سنجش ریسک‌ها، سؤالاتی در قالب طیف لیکرت[۷] طراحی شد که مجموع امتیاز آن‌ها، وضعیت ریسک آن گروه را در هر روستا نشان می‌دهد. در جدول شماره (۱)، شاخص‌های اصـلی و زیرمعیارهای هر یک از آن‌ها آورده شده است. در این تحقیق به منظـور تعیین وزن شاخص‌ها، از مدل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[۸] (AHP)کـه نخستین بار توسط ساعتی[۹](۱۹۸۰، ص. ۳۲) مطـرح گردیـد، اسـتفاده شده است. محاسبات ماتریس و وزن شـاخص‌هـا بـه کمـک نـرم‌افـزار Expert Choice و رتبه‌بندی و سـطح‌بنـدی مراکـز روسـتایی نیـز بـا استفاده از تکنیک تاپسیس[۱۰] انجام گرفته است. مدل تاپسیسبه وسیله هوانگ و یـون[۱۱](۱۹۸۱، ص. ۱۵) ارائـه شـده اسـت. ایـن مدلبراسـاس چندین شاخص می‌تواند راهگشای بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری برای مـدیران و برنامـه‌ریـزان باشـد (پورمحمـدی و کوشـانه،۱۳۹۲، ص. ۴۱ ؛شماعی و موسی وند،۱۳۹۰، ص. ۳۰). دراین تکنیک، بهتـرین گزینـه، کوتاه‌ترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه‌حـل ایـده‌آل منفـی دارد(امیرحـاجلو، تـولایی، زنگانـه و زنگانـه، ۱۳۹۲، ص. ۱۹)،راه‌حل ایده‌آل مثبت، مرکب از کل بهترین ارزش‌های شاخص‌هـای در دسترس است؛درحالی‌که راه‌حـل ایـده‌آل منفـی، متشـکل از همـهٔ بدترین ارزش‌های شـاخص‌هـای در دسترسـی مـی‌باشـد (مشـکینی و قاسمی،۱۳۹۱، ص. ۵). همان‌طور که می‌دانـیم، معیارهـا و شـاخص‌هـا نسبت به یکدیگر، دارای ارجحیت و اهمیت یکسانی نیستند که در ایـن الگوریتم، این نقصه به کمک جدول اوزان شاخص‌ها حل شده است. بـه بیانی دیگر،در روش TOPSIS شاخص‌هـای کیفـی بـه مقـادیر کمّـی تبدیل می‌شوند (جدول شماره ۲).

جدول۱- گروه‌های اصلی شاخص‌ها و زیرمعیار آن‌ها به منظور سنجش ریسک منابع آب

شاخص‌های اصلی	زیر معیارها
عوامل مدیریتی	ضعف و کم اعتنایی مدیران و مسئولین در امور مربوط به منابع آب و ریسک‌هایی که آن را تهدید می‌کنند
	عدم تهیه نقشه‌های پایه به منظور آگاهی از وضعیت منابع آب، مخازن، خطوط انتقال و شبکه توزیع و ساماندهی آن‌ها
	ضعف در مراقبت و محافظت از منابع آب در روستا (نداشتن نگهبان و . . .)
	نداشتن اعتبار کافی به منظور احداث یا بهبود منابع آب و نگهداری و مراقبت از آن‌ها
عوامل مشارکتی	فقدان مشارکت مدیران محلی (شوراها و دهیاران) در فرآیند مدیریت منابع آب
	ضعف مشارکت مردم در امور بهره‌برداری و نگهداری منابع آب
	عدم مشارکت در آموزش همگانی جهت استفادهٔ صحیح و بهینه از منابع آب و اسراف و اتلاف آن
عوامل محیطی	فقدان منابع آب قابل استحصال در اطراف روستا
	زیاد بودن شیب روستا و امکان بروز مشکل در شبکهٔ توزیع آب
	فاصلهٔ زیاد روستا از منابع آب و طولانی شدن مسیر انتقال آب
	وجود منابع آب مناسب در پایین دست روستا
	کاهش دما و امکان ایجاد یخزدگی در منبع، مخزن و لوله‌های شبکهٔ انتقال
	تبخیر و هدر رفتن آب در مخازن و یا منابع
	بروز خشکسالی و یا افت سطح آب‌های زیرزمینی
مکان گزینی منابع آب	فاصله از مکان‌های جمع‌آوری و تخلیه زباله
	فاصله از دامداری‌ها، کارگاه‌ها و واحدهای صنعتی
	فاصله از گورستان و چاه‌های فاضلاب
	قرارداشتن منبع در معرض سیل، لغزش و سایر مخاطرات
	قرارگیری منبع و مخزن در مجاورت مسیرهای پر تردد و زمین‌های کشاورزی (ورود سموم و کود)
	امکان ورود آلاینده‌های موجود در وسایل شستشو به منابع آب
	عدم امکان توسعه شبکه توزیع آب
مشخصات فیزیکی	عدم استحکام و بدون حفاظ بودن منبع و مخزن آب (منابع روباز)
	کیفیت مخزن و خطوط انتقال آب
	امکان ورود زباله‌های خشک به داخل مخزن
	نداشتن و یا مشخص نبودن حریم منابع، مخازن و خطوط انتقال
	درز و شکاف داشتن مخزن
کیفیت شیمیایی آب	عدم کیفیت شیمیایی آب از لحاظ مواد سمّی معدنی، مانند: سرب، جیوه، آزبست
	عدم کیفیت شیمیایی آب از لحاظ مواد سمّی آلی، مانند: پلی کلر، بنزن‌ها و آرترازین‌ها
	عدم کیفیت شیمیایی آب از لحاظ نیترات و سایر موارد
کیفیت فیزیکی آب	عدم کیفیت آب از لحاظ بو (بد بو بودن آب)
	عدم کیفیت آب از لحاظ رنگ
	عدم کیفیت آب از لحاظ طعم
	گل آلود بودن آب یا رسوب
	کیفیت آب از لحاظ دما و هدایت الکتریکی
باکتریولوژیکی آب	فقدان آب لوله‌کشی و تصیفه شده (بدون کلی فرم)
	وجود بیش از ۳ کلی فرم در آب لوله‌کشی و تصفیه‌نشده
	وجود بیش از ۱۰ کلی فرم در آب غیر لوله‌کشی مانند چاه، چشمه و قنات

جدول۲- تبدیل معیارهای کیفی به پارامترهای کمّی در TOPSIS

مأخذ: بیورانی و غفران، ۱۳۸۸، ص.۱۲۰.

معیار کیفی	ناچیز	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	فوق‌العادهزیاد
معیار کمّی	۰/۰۵	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۵۰	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۹۵

۳. یافته‌های تحقیق

نتایج نشان می‌دهد که تعداد مشترکین آب شرب در روستاهای مورد مطالعه، بالغ بر ۱۸۹۸ بوده که ۶ روستا تحت پوشش شبکهٔ آب و فاضلاب روستایی و نیز روستاهای خرو و کلاته تیمور تحت پوشش شوراهای اسلامی بوده‌اند. مهم‌ترین منبع تأمین‌کنندهٔ آب در روستاها، چاه می‌باشد و تنها در روستاهای تجرود، خرو و کلاته تیمور، آب شرب از طریق چشمه تأمین می‌گردد. سیستم انتقال آب نیز در روستاهای مذکور به صورت ثقلی و در سایر روستاها به شکل پمپاژ می‌باشد (جدول ۳).

جدول۳- وضعیت منابع آب روستاهای مورد مطالعهٔ دهستان برزود (شهرستان کاشمر)

مأخذ: اداره آب و فاضلاب روستایی شهرستان کاشمر، ۱۳۹۲.

ردیف	نام روستا	جمعیت (نفر) سال ۱۳۹۰	تعداد مشترکین	مخازن			وضعیت پوشش	منبع تأمین آب	سیستم انتقال آب
				حجم (m3)	جنس	سال احداث			
۱	بند قراء	۱۱۵۳	۲۳۲	۲۰۰	بتنی	۱۳۸۲	آب و فاضلاب	چاه	پمپاژ
۲	طرق	۳۱۲۰	۶۹۵	۳۰۰	بتنی	۱۳۶۱	آب و فاضلاب	چاه	پمپاژ
۳	کریز	۱۷۵۰	۴۵۵	۱۰۰	بتنی	۱۳۸۰	آب و فاضلاب	چاه	پمپاژ
۴	قراچه	۸۷۱	۲۸۴	۲۰۰	بتنی	۱۳۸۸	آب و فاضلاب	چاه	پمپاژ
۵	کلاته پایین دره	۵۰۱	۹۴	۵۰	بتنی	۱۳۶۲	آب و فاضلاب	چاه	پمپاژ
۶	تجرود	۴۰۲	۶۶	۶۰	آجروسیمان	۱۳۷۰	آب و فاضلاب	چشمه	ثقلی
۷	خرو	۱۷۶	۳۲	۲۰	بتنی	۱۳۷۴	شورا	چشمه	ثقلی
۸	کلاته تیمور	۱۹۳	۴۰	۲۰	بتنی	۱۳۷۵	شورا	چشمه	ثقلی

در مرحلهٔ اول، پس از تشکیل ماتریس داده‌ها، وزن شاخص ها محاسبه و مشخص گردید که وزن عوامل مربوط به ویژگی‌های باکتریولوژیکی آب ۰/۱۹۷، عوامل مدیریتی ۰/۱۶۰، عوامل کیفیت فیزیکی آب ۰/۱۵۶، عوامل کیفیت شیمیایی آب ۰/۱۱۷ و عوامل مکان‌گزینی منابع آب ۰/۱۱۲ می‌باشد (جدول ۴).نرخ سازگاری ۰/۰۳ به دست آمده که در محدودهٔ قابل پذیرش است.

جدول ۴-وزن شاخص‌های اصلی ریسک منابع آب آشامیدنی در محدودهٔ مطالعاتی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

روستاها	طرق	کریز	قراچه	پایین دره	کلاته تیمور	خرو	تجرود	بند قراء	وزن
عوامل مدیریتی	۰/۶۳	۰/۵	۰/۷۷	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۳۷	۰/۵	۰/۵	۰/۱۶۰
عوامل مشارکتی	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۹۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۶۳	۰/۳۷	۰/۰۷۵
عوامل محیطی	۰/۳۷	۰/۵	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۷	۰/۷۷	۰/۰۹۸
مکان‌گزینی منابع آب	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۷۷	۰/۵	۰/۵	۰/۳۷	۰/۹۵	۰/۱۱۲
مشخصات فیزیکی	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۷۷	۰/۵	۰/۵	۰/۹۵	۰/۵	۰/۰۸۵
کیفیت شیمیایی آب	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۱۱۷
کیفیت فیزیکی آب	۰/۹۵	۰/۵	۰/۷۷	۰/۵	۰/۵	۰/۳۷	۰/۹۵	۰/۵	۰/۱۵۶
باکتریولوژیکی آب	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۵	۰/۲۳	۰/۱۹۷
میانگین	۰/۵۴	۰/۴۸	۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۵	۰/۴۲	۰/۵۸	۰/۵۲	-

در مرحلهٔ دوم،ماتریس تصمیم‌گیری بی‌مقیاس ایجاد و ریسک‌ها با توجه به روش تصمیم‌گیری مورد نظر رتبه‌بندی می شوند (تکلیف و همکاران، ۱۳۹۰، ص. ۱۲۴). در صورت استفاده از روش‌های بی‌مقیاس‌سازی، تمامی درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری به عددی بین صفر و ۱ تبدیل خواهند شد (اصغرپور،۱۳۸۸، ص. ۲۶). به منظور ایجاد ماتریس تصمیم‌گیری بی مقیاس از رابطهٔ (۱) استفاده شد.

$$r_{ij}=\frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^{m} a_{kj}^2}} \quad (۱)$$

بر طبق این رابطه، هر عنصر از ماتریس تصمیم‌گیری مورد نظر را بر هنجار موجود از ستون j ام (به ازای شاخص Xj) تقسیم می‌کنیم. بدین طریق، کلیه ستون‌های ماتریس دارای واحد طول مشابه (از بردار نظیر) شده و در نتیجه، مقایسهٔ کلی آن‌ها سهل می‌گردد. نتایج در جدول (۵) آورده شده است.

جدول ۵ -ماتریس استاندارد شاخص‌های مورد بررسی در منطقهٔ مطالعاتی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

شاخص‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
طرق	۰/۳۷۲	۰/۳۵۳	۰/۲	۰/۲۹۴	۰/۲۸۹	۰/۳۱۱	۰/۵۰۵	۰/۴۱۵
کریز	۰/۲۹۵	۰/۴۳۲	۰/۲۷۰	۰/۲۹۴	۰/۲۸۹	۰/۳۱۱	۰/۲۶۵	۰/۲۵۸
قراچه	۰/۴۵۵	۰/۵۳۳	۰/۵۱۳	۰/۲۹۴	۰/۲۸۹	۰/۴۲۰	۰/۴۰۹	۰/۴۱۵
پایین دره	۰/۳۷۲	۰/۲۸۱	۰/۵۱۳	۰/۴۵۲	۰/۴۴۵	۰/۴۲۰	۰/۲۶۵	۰/۲۵۸
کلاته تیمور	۰/۴۵۵	۰/۲۸۱	۰/۲۷۰	۰/۲۹۴	۰/۲۸۹	۰/۴۲۰	۰/۲۶۵	۰/۲۵۸
خرو	۰/۲۱۸	۰/۲۸۱	۰/۲۷۰	۰/۲۹۴	۰/۲۸۹	۰/۳۱۱	۰/۱۹۶	۰/۲۵۸
تجرود	۰/۲۹۵	۰/۳۵۳	۰/۲	۰/۲۱۷	۰/۵۴۹	۰/۳۱۱	۰/۵۰۵	۰/۵۶۱
بند قراء	۰/۲۹۵	۰/۲۰۷	۰/۴۳۲	۰/۵۵۸	۰/۲۸۹	۰/۳۱۱	۰/۲۶۵	۰/۲۵۸

در مرحلهٔ سوم، ماتریس تصمیم‌گیری نرمالیزه شدهٔ وزنی برای شاخص‌های تحقیق بر اساس رابطهٔ (۲) تهیه گردید. در این قدم، بردار وزنی به ماتریس تصمیم تطبیق داده می‌شود. این ماتریس را می‌توان با ضرب کردن ماتریس Pدر بردار وزنی W مربوطه‌اش به دست آورد (جدول ۶).

$$\sum_{j=1}^{n} W_t = 1 \quad (۲)$$

جدول ۶ -ماتریس استاندارد وزنی شاخص‌های مورد بررسی در منطقهٔ مطالعاتی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

شاخص‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
طرق	۰/۰۵۹	۰/۰۲۶	۰/۰۱۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۷۸	۰/۰۸۱
کریز	۰/۰۴۷	۰/۰۳۲	۰/۰۲۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۴۱	۰/۰۵
قراچه	۰/۰۷۲	۰/۰۳۹	۰/۰۵۰	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۴۹	۰/۰۶۳	۰/۰۸۱
پایین دره	۰/۰۵۹	۰/۰۲۱	۰/۰۵۰	۰/۰۵۰	۰/۰۳۷	۰/۰۴۹	۰/۰۴۱	۰/۰۵
کلاته تیمور	۰/۰۷۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۴۹	۰/۰۴۱	۰/۰۵
خرو	۰/۰۳۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۰	۰/۰۵
تجرود	۰/۰۴۷	۰/۰۲۶	۰/۰۱۹	۰/۰۲۴	۰/۰۴۶	۰/۰۳۶	۰/۰۷۸	۰/۱۱۰
بند قراء	۰/۰۴۷	۰/۰۱۵	۰/۰۴۲	۰/۰۶۲	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۴۱	۰/۰۵

در مرحلهٔ چهارم، به منظور تعیین جواب ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، از رابطه‌های (۳) و (۴) استفاده شدهکه دو گزینهٔ تعریف شدهٔ A^* و A^-به ترتیب نشان‌دهنده گزینه با بیشترین اولویت (جواب ایده‌آل مثبت) و گزینه با کم‌ترین اولویت (بدترین جواب) است. نتایج مربوط به رابطه‌های (۳) و (۴) در جدول (۷) ارائه شده است.

$$A^* = \{maxv_{i1}, maxv_{i2}, maxv_{i3}, maxv_{i1}\} \quad (۳)$$

$$A^* = \{maxv_{i1}, maxv_{i2}, maxv_{i3}, maxv_{i1}\} \quad (۴)$$

درمرحلهٔ پنجم، معیار فاصله و یا به عبارتی، جدایی گزینه i با ایده‌آل‌ها برای شاخص‌های تحقیق با استفاده از رابطه‌های (۵) و (۶) انجام گرفته که نتایج آن در جدول (۸) آورده شده است.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^-\right)^2} \quad (۵)$$

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^*\right)^2} \quad (۶)$$

جدول۷- ایده‌آل مثبت و منفی شاخص‌های مورد بررسی در منطقهٔ مطالعاتی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

شاخص‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
A +	۰/۰۷۲	۰/۰۳۹	۰/۰۵	۰/۰۶۲	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۷۸	۰/۱۱۰
A -	۰/۰۳۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳	۰/۰۵

جدول ۸- فواصل ایده‌آل مثبت و منفی شاخص‌های مورد بررسی در منطقهٔ مطالعاتی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲

روستاها	طرق	کریز	قراچه	پایین دره	کلاته تیمور	خرو	تجرود	بند قراء
S +	۰/۰۶۱	۰/۰۹۱	۰/۰۴۹	۰/۰۹۴	۰/۰۸۵	۰/۰۹۵	۰/۰۵۸	۰/۰۸۲
S -	۰/۰۶۳	۰/۰۲۶	۰/۰۷۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۳	۰/۰۱۲	۰/۰۸۱	۰/۰۴۷

گام ششم،محاسبه نزدیکی نسبی تا جواب ایده‌آل می‌باشد. به بیان دیگر تعیین ضریبی که برابر است با فاصلهٔ گزینهٔ حداقل (S_i^-) تقسیم بر مجموع فاصلهٔ گزینهٔ حداقل (S_i^-)و فاصلهٔ آلترناتیو ایده‌آل (S_i^*) که آن را با (C_i^*) نشان داده و با استفاده از رابطهٔ(۷) محاسبه می‌شود(جدول ۹).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (۷)$$

در گام هفتم،رتبه‌بندی مناطق روستایی با استفاده از روش تاپسیس انجام گرفته است. به طوری که رتبه‌بندی براساس میزان C_i^*می‌باشد. میزان فوق بین $0 \le C_i^* \le 1$در نوسان است. در این راستا، $C_i^* = 1$نشان‌دهنده بالاترین رتبه و $C_i^* = 0$ نیز نشان‌دهنده کم‌ترین رتبه است. در جدول شماره (۹) ارزیابی گزینه‌ها با استفاده از شاخص C_i^* و رتبه‌بندی روستاهای مورد مطالعه آورده شده است.

جدول۹- رتبه‌بندی روستاهای مورد مطالعه به لحاظ ریسک منابع آب آشامیدنی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

روستاها	طرق	کریز	قراچه	پایین دره	کلاته تیمور	خرو	تجرود	بند قراء
Ci +	۰/۵۰۸۰۶	۰/۲۲۲۲۲	۰/۵۹۸۳۶	۰/۳۵۶۱۶	۰/۳۳۵۹۳	۰/۱۱۲۱۴	۰/۵۸۲۷۳	۰/۳۶۴۳۴
رتبه	۳	۷	۱	۵	۶	۸	۲	۴

بنابراین، مطابق جدول (۹) ملاحظه می‌شود که روستای قراچه رتبه اول و روستاهای تجرود و طرق رتبه‌های دوم و سوم را کسب نموده‌اند. در انتهای طیف رتبه‌بندی، به ترتیب روستاهای بند قراء، پایین دره، کلاته تیمور، کریز و خرو در رتبه‌های چهارم تا هشتم جای دارند.

در نهایت، مراکز روستایی مورد مطالعه بر اساس میزان ریسک مخازن و شبکه توزیع آب آشامیدنی به پنج سطح تقسیم شده‌اند که در جدول شماره (۱۰) ارائه شده است.

جدول۱۰- سطح ریسک مراکز روستایی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

سطوح ریسک	میزان ریسک در مراکز روستایی
سطح یک	ریسک بسیار کم
سطح دو	ریسک کم
سطح سه	ریسک متوسط
سطح چهار	ریسک زیاد
سطح پنج	ریسک بسیار زیاد

جدول۱۱- سطح‌بندی روستاهای مورد مطالعه به لحاظ ریسک منابع آب آشامیدنی

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۲.

رتبه	سطح یک	رتبه	سطح دو	رتبه	سطح سه	رتبه	سطح چهار	رتبه	سطح پنج
۱	قراچه	۳	طرق	۴	بند قراء	۶	کلاته تیمور	۷	کریز
۲	تجرود	-	-	۵	پایین دره	-	-	۸	خرو

۴. بحث و نتیجه‌گیری

توجه به مدیریت منابع آب شرب از اهمیت ویژه‌ای در نواحی روستایی برخوردار است، به طوری که ریسک‌های منابع آب آشامیدنی می‌تواند این‌گونه جوامع را در ابعاد مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و ... تحت تأثیر قرار دهد.یکی از مهم‌ترین اقدامات در زمینه مدیریت ریسک‌ها و مخاطرات مربوط به منابع آب آشامیدنی در مناطق روستایی، شناسایی و بررسی عوامل مؤثر، رتبه‌بندی و سطح‌بندی ریسک آن‌ها می‌باشد.نتایج حاصل از پژوهش در محدودهٔ مطالعاتی مشخص نمود که منابع آب ۷۵٪ روستاهای دهستان بررود، تحت پوشش ادارهٔ آب و فاضلاب و ۲۵٪ نیز تحت پوشش شوراهای اسلامی بوده است. همچنین مهم‌ترین منابع تأمین آب آشامیدنی روستاهای منطقه، چاه و چشمه می‌باشد که ۶۲/۵٪ روستاها از طریق چاه و ۳۷/۵٪ روستاها نیز از طریق چشمه، آب شرب جمعیت ساکن خود را تأمین می‌کنند. با توجه به هدف تحقیق، ۸ گروه از شاخص‌های مؤثر در ریسک‌های منابع آشامیدنی محدودهٔ مورد مطالعه شامل:عوامل مدیریتی، عوامل مشارکتی، عوامل محیطی، مکان گزینی منبع و مخزن، ویژگی‌های منبع و مخزن و ریسک‌های مربوط به کیفیت فیزیکی آب، ریسک‌های مربوط به کیفیت شیمیاییو ریسک‌های باکتریولوژیکی آب، شناسایی و در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی اقدام به مقایسهٔ زوجی و تعیین ضریب اهمیت هر یک از شاخص‌ها شده است. نتیجهٔ نهایی مدل AHPنشان داد که عامل باکتریولوژیکی آب با وزن ۰/۱۹۷ بیشترین اهمیت را در مقایسه با دیگر عوامل داشته وهمچنین عوامل مدیریتی که در ارتباط مستقیم با نهاد مدیریت روستا می‌باشند، با وزن ۰/۱۶۰ در رتبه دوم اهمیت قرار دارند. مکان‌گزینی منابع آب و عوامل محیطی به ترتیب با وزن‌های ۰/۱۱۲ و ۰/۰۹۸ اهمیت پنجم و ششم را نسبت به دیگر شاخص‌ها داشته‌اند. بر این اساس، با توجه به وزن شاخص‌های به دست آمده در هر یک از روستاها، نسبت به رتبه‌بندی روستاهای مورد مطالعه با استفاده از روش حد ایده‌آل یا تاپسیس پرداخته شد که نتایج نشان داد، روستای قراچه بالاترین رتبه و روستای خرو پایین‌ترین رتبه را به لحاظ ریسک منابع آب آشامیدنی داشته‌اند. روستاهای تجرود و طرق نیز در رتبه‌های سوم و چهارم قرار گرفته‌اند. هم‌چنین مراکز روستایی مورد مطالعه با توجه به رتبه‌بندی صورت گرفته به پنج سطح از نظر ریسک مخازن و شبکهٔ توزیع آب آشامیدنی تقسیم شدند که در سطح یک روستاهای قراچه و تجرود با ریسک بسیارکم، در سطح دوم روستای طرق با ریسک کم، در سطح سوم روستاهای پایین دره و بند قراء با ریسک متوسط، در سطح چهارم روستای کلاته تیمور با ریسک زیاد و در سطح پنجم روستاهای کریز و خرو با ریسک بسیارزیاد، سطح‌بندی شده است.

به طورکلی در محدودهٔ مورد مطالعه، یک سری از عوامل ویژه و خاص از جمله عواملی که در این پژوهش بررسی گردید، خطرهای بالقوهٔ آلودگی منابع آب را در سطح منطقه به دنبال داشته است. در این رابطه می‌توان به استقرار و تجمع دامداران و دام‌های روستاییان در اطراف چشمه‌ها و حوضه زهکشی چشمه‌های کوهستانی اشاره نمود که موجبات غیربهداشتی شدن منابع آب را فراهم آورده است. همچنین،کاربری غیراصولی اراضی زراعی و استفاده بی‌رویه از کود و سموم و

انتقال آن‌ها به منابع آبدر این دهستان، خطر جدّی را به همراه داشته و منجر به آلودگی منابع آب شرب محدوده از جمله چاه‌ها و چشمه‌ها شده است. ریسک‌های مربوط به مکان‌گزینی منابع آب در منطقه می‌تواند ناشی از قرار گرفتن منبع و مخزن در مجاورت زمین‌های کشاورزی و مسیرهای پر رفت‌وآمد و همچنین فاصله از دامداری‌ها و امکان ورود آلاینده‌های موجود در وسایل شست‌وشو به منابع آب باشد. نکتهٔ حائز اهمیت این که تغذیه سطحی در آلودگی منابع آب منطقه نقش بسزائی دارد.

در دههٔ اخیر نهادهای مرتبط با تأمین آب مناطق روستایی سطح منطقه از جمله اداره آب و فاضلاب روستایی شهرستان کاشمر تلاش داشته‌اند تا با وجود بسیاری از محدودیت‌ها و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از بهره‌برداریغیر اصولی از منابع آب زیرزمینی،امکان استفاده از آب شرب بهداشتی و سالم را برای ساکنین روستاها فراهم نمایند. شناخت ویژگی‌های مربوط به منابع آب آشامیدنی در جوامع روستایی با تأکید بر رویکرد مدیریت ریسک،به صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان، کمک می‌کند تا مدیریت منابع آب روستایی همگام با مشارکت مردم، به نحو مطلوب تحقق یابد. از طرف دیگر، ارائه آموزش‌های مورد نیاز در سطوح مختلف از افراد روستایی تا سطوح مدیریتی و ارائه راهکارهای عملی برای رفع مشکل آب، می‌تواند در مدیریت منابع آب روستایی تأثیر بسزائی داشته باشد.

یادداشت‌ها

1. Tanwir, Saboor & Shan
2. Sadeghi, Mohamadian, Norani, Peyda & Eslami
3. Armienta et al
4. Rauret et al
5. Bosanegra, Masson, Martinez, Civit & Farenga
6. Belousova
7. Likert
8. Analytical Hierarchy Processing (AHP)
9. Saaty
10. Technique for Order-Preference by Similarity Ideal Solution (TOPSIS)
11. Hwang & Yoon

کتابنامه

۱. اداره آب و فاضلاب روستایی شهرستان کاشمر. (۱۳۹۲). *وضعیت آب و فاضلاب دهستان برزود بخش کوهسرخ شهرستان کاشمر*. کاشمر: اداره آب و فاضلاب روستایی.

۲. استانداری خراسان رضوی. (۱۳۹۲). *نقشه‌های تقسیمات کشوری شهرستان کاشمر*. مشهد: استانداری خراسان رضوی.

۳. اصغرپور، م. ج. (۱۳۸۸). *تصمیم‌گیری‌های چند معیاره*. چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۴. امیرحاجلو، ا.، تولایی، س.، زنگانه، ا و زنگانه، ا (۱۳۹۲). ارزیابی و اولویت‌بندی اثرات گردشگری در سطح ملی با استفاده از روش TOPSIS. *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۳(۱۰)، ۱۵-۲۶.

۵. بابایی، م. و وزیرزنجانی، ح. (۱۳۸۵). مدیریت ریسک، رویکردی نوین برای ارتقای اثربخشی سازمان‌ها. *مجله تدبیر*، ۱۸(۱۷۰)، ۳-۱۴.

۶. بیورانی، ح. و غفران، ع. (۱۳۸۸). تبیین و به کارگیری مدل تصمیم‌گیری چند معیاره TOPSIS برای رتبه‌بندی مناطق شهری از منظر جرم و بزهکاری. *فصلنامه کارگاه*، ۲(۸)، ۱۳۱-۱۵۰.

۷. پورمحمدی، م. و کوشانه، ر. (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل فضاهای عمومی شهری با استفاده از مدل تاپسیس (مطالعه موردی: شهر تبریز). *فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۵(۱۷)، ۳۷-۵۲.

۸. تکلیف، آ.، عباسی، ب. و نجفی، ا. ع. (۱۳۹۰). به کارگیری بانک داده به منظور تحلیل کمی ریسک طرح‌های سرمایه‌گذاری صنعتی به کمک روش تاپسیس. *فصلنامه مهندسی صنایع و مدیریت*، ۷(۲۸)، ۱۲۱-۱۲۷.

۹. خراسانی، م. (۱۳۹۰). با نگرشی بر مدیریت منابع آب روستایی. *مجله رشد جغرافیا*، ۲۵(۴)، ۳۷-۴۳.

۱۰. رمضانیان، م. و عبداللهی، س.(۱۳۸۰). *جمعیت و منابع آب، وزارت جهاد کشاورزی*. تهران: مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

۱۱. شماعی، ع. و موسی‌وند، ج. (۱۳۹۰). سطح‌بندی شهرستان‌های استان اصفهان از لحاظ زیرساخت‌های گردشگری با استفاده از مدل TOPSIS و AHP . *فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، ۳(۱۰)، ۴۰-۲۳.

۱۲. صابری تولائی، غ. (۱۳۸۴). *روند توسعه روستایی با تکیه بر کشت بادام در بخش کوهسرخ کاشمر*. (پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر نشده). دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.

۱۳. صفری، غ. و واعظی، ف. (۱۳۸۲). بررسی کیفیت منابع تأمین آب شرب شهرستان میانه. *مجله آب و فاضلاب*، ۸(۴۷)، ۵۳-۵۹.

۱۴. عظیمی، ع. و زمان زاده، م. (۱۳۸۲). *تصفیه آب در کشورهای در حال توسعه*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۱۵. علوی مقدم، م. (۱۳۸۵). مروری بر استانداردهای کیفی منابع آب در ژاپن. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۸(۲۴)، ۸۶-۹۸.

۱۶. مسیبی، م. (۱۳۷۸). *دیباچه‌ای بر منابع آب، شگفتی و چالش*. اصفهان: چاپ ارکان.

۱۷. مشکینی، ا. و قاسمی، ا.(۱۳۹۱). سطح‌بندی شهرستان‌های استان زنجان بر اساس شاخص‌های توسعه فرهنگی با استفاده از مدل TOPSIS. *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۲(۷)، ۱-۱۱.

۱۸. مهندسان مشاور DHV هلند (۱۳۷۱). *رهنمودهایی برای برنامه‌ریزی مراکز روستایی*. ترجمه سید ابوطالب فنایی، سیدجواد میر، ناصر اوکتایی، مهدی گنجیان، تهران: مرکز تحقیقات و بررسی روستایی.

۱۹. نوحه‌گر، ا.، ریاحی چلوانی، ف. و اکبری سامانی، ن. (۱۳۹۰). سطح‌بندی ریسک منابع آب آشامیدنی روستاهای دشت سرخون بندرعباس (مطالعه موردی: دهستان سرخون- بخش قلعه قاضی شهرستان بندرعباس). *فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۴(۱)، ۸۵-۹۴.

۲۰. نوری سپهری، م. (۱۳۸۵). مدیریت تأمین آب آشامیدنی در روستاها. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۲۲(۸۵)، ۱۳۹-۱۵۷.

21. Armienta, M. A., Rodríguez, R., Queré, A., Juárez, F., Ceniceros, N., & Aguayo, A. (1993). Ground water pollution with chromium in Leon Valley, Mexico. *International journal of environmental analytical chemistry*, *54*(1), 1-13.
22. Belousova, A. P. (2006). Assessment of groundwater pollution risk as a characteristic of the stability of its quality. *Water resources*, *33*(2), 219-232.
23. Bosanegra, E.,Masson, H. Martinez, D. Civit, E. & Farenga, M. (2001).Risk management and assessment for landfills in Mar Del Plata. *Argentina Environmental Geology*, 40(6), 732-741.
24. Hwang, C. L. &Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Marking Methods and Applications*. Berlin: Springer.
25. Rauret, G., Galseran, M.T., Rubio, R., Rius, F.X & Larrechi, M.S. (1990). Factor analysis for assigning sources of ground water pollution. *International journal of environmental Analytical Chemistry*, *38*(3), 389-397.
26. Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*.New York, NY: Mc Graw-Hill.
27. Sadeghi, G. H., Mohammadian, M., Nourani, M., Peyda, M., & Eslami, A. (2007). Microbiological quality assessment of rural drinking water supplies in Iran. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, *3*(1), 31-33.
28. Tanwir, F., Saboor, A., & Shan, M. H. (2003). Water contamination, health hazards and public awareness a care of the urban Punjab, Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, *5*(1),