مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۴۹ تا ۲۶۰

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر اقلیم بر کیفیت شیمیایی آبخوان دشت ورامین با استفاده از نرم افزار GIS

لیلا کرمی[۱]، محمود علی محمدی[۲،۳،*]، لیندا یادگاریان[۱]
۱- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۲
تاریخ ویرایش: ۹۷/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۱
تاریخ انتشار: ۹۷/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی: آب‌های زیرزمینی، کیفیت شیمیایی، فاکتورهای اقلیمی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
m_alimohammadi@tums.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: آب‌های زیرزمینی اصلی‌ترین منابع تامین آب شرب در جهان هستند. تغییرات اقلیمی در دهه‌های اخیر منجر به بحران کم‌آبی در بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران شده است. در چنین شرایطی، تامین آب آشامیدنی سالم اهمیت ویژه‌ای دارد و آگاهی از تاثیرات اقلیمی بر کیفیت شیمیایی این منابع می‌تواند نقش عمده‌ای در بهره‌برداری مناسب از آنها داشته باشد.

روش بررسی: با استفاده از مدل‌های زمین‌آماری GIS تاثیر عوامل اقلیمی دمای کمینه و بیشینه، میانگین بارش، تبخیر، تعرق و شاخص پوشش گیاهی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت ورامین شامل: pH، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول، آنیون‌ها و کاتیون‌ها و سختی کل بررسی و نقشه‌های پهنه‌بندی آنها تولید شد. همبستگی این فاکتورها با استفاده از ابزار تحلیل همبستگی فضایی در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($p = ۰/۰۵$) در محیط GIS بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند که این پارامترها (به جز pH) در سطح دشت از تغییرپذیری بسیار بالایی برخوردارند و توزیع فضایی داده‌ها در این منطقه حول میانگین، نرمال نیست و به‌صورت معنی‌داری فراوانی پیکسل‌های با مقادیر کمتر از میانگین فضایی منطقه، بالاتر است. توزیع فضایی فاکتورها نشان دادند که مقدار آنها (به جز pH) در نواحی مرکزی دشت کم بوده و در نواحی غربی و شمال غربی به اوج خود می‌رسند. توزیع فضایی pH در تمامی نواحی دشت تقریبا یکنواخت بود.

نتیجه‌گیری: نتایج آنالیز همبستگی نشان داد که کیفیت منابع آبی متاثر از عوامل اقلیمی بوده و دمای بیشینه، بالاترین اثر اقلیمی را دارد.

Please cite this article as: Karami L, Alimohammadi M, Yadegarian L. Investigating the climate impact on chemical quality of Varamin plain aquifer using the GIS software. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):249-60.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

مقدمه

کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی مهمترین مسئله در استفاده از این منابع تامین آب شیرین در جهان است (۱). امروزه موضوع تغییر اقلیم و پیامدهای آن از بحران‌های اساسی مدیریت منابع آبی است (۲). منابع آب زیرزمینی از طریق تعامل مستقیم با منابع آب سطحی و تعامل غیرمستقیم از طریق روند تغذیه، با پدیده تغییر اقلیم در ارتباط‌اند (۳). در برخی مناطق، تغییرات اقلیمی و برداشت بیش از حد آب در سال‌های اخیر موجب شده تا سطح آب‌های زیرزمینی به مقدار زیادی افت نموده و جریان زیرسطحی آب شیرین کم شده و در نتیجه آب شور به خشکی نفوذ نماید (۴). بنابراین با توجه اتکاء بشر به آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یک منبع پایدار، بررسی کیفیت این منابع و تاثیرپذیری آن از شرایط اقلیمی به‌خصوص در مناطق گرم و خشک کشور حائز اهمیت ویژه‌ای است (۵).

شرایط اقلیمی به‌عنوان میانگین بلندمدت هواشناسی یک منطقه، که در واقع برهم‌کنش و تعاملی پیچیده بین همه عوامل جغرافیایی و اکولوژیکی محیط است، نقش مهمی در تعیین کمیت و کیفیت منابع آب به‌طور عام و منابع آب زیرزمینی به‌طور خاص دارد. آگاهی از چگونگی تاثیرپذیری کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی یک منطقه از شرایط اقلیمی آن می‌تواند معیاری نسبی از وضعیت آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف، بوجود آورده و امکان برنامه‌ریزی برای کنترل و مدیریت برداشت آب‌های زیرزمینی را ایجاد کند (۶-۸).

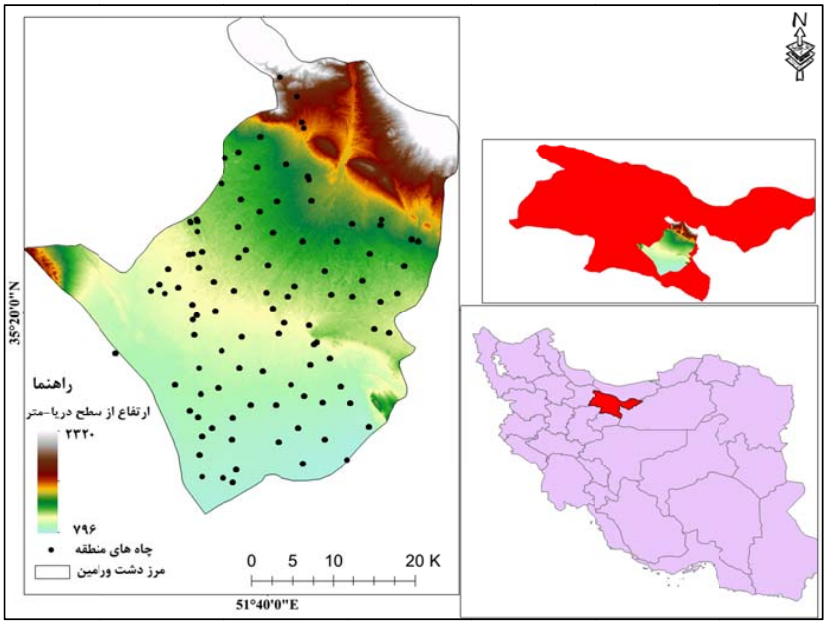
در همین رابطه Montazeri و همکاران (۹) در مطالعه خود تاثیر اقلیم و به‌خصوص گرم شدن کره زمین بر منابع آب کشور را مورد بررسی قرار دادند. آنها در مطالعه خود، تغییر اقلیم را پدیده‌ای متاثر از عواملی چون فعالیت‌های خورشیدی، آتشفشان‌ها، اتمسفر و درصد گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین توصیف کردند که اثرات ناشی از تغییرات آنها منجر به دگرگونی در وضعیت آب و هوایی، تغییر توزیع مکانی و زمانی بارش، جریانات سطحی، تبخیر، تغذیه سفره آب‌های زیرزمینی و کیفیت آب این منابع می‌شود. آنها گرم شدن کره زمین را مهمترین عامل اثرگذار بر تغییرات اقلیم دانستند و با بررسی سناریوهای مختلف نتیجه گرفتند این پدیده در نهایت منجر به کاهش کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی و زیرزمینی خواهد شد. Keshavarzi و همکاران (۱۰) در مطالعه خود اثرات پدیده تغییر اقلیم بر کمیت و کیفیت منبع آب زیرزمینی دشت قروه را مورد مطالعه قرار دادند. آنها با در نظر گرفتن این نکته که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و در وضعیتی نامطلوب‌تر نسبت به متوسط دنیاست، بر اهمیت بررسی تاثیر پدیده تغییرات اقلیمی نظیر وقوع خشکسالی‌های متناوب و طولانی و نوسانات زیاد آب و هوایی و تاثیر آن بر منابع آبی کشور تاکید کردند. آنها در مطالعه خود به بررسی وضعیت زمین شناسی، هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمیایی منطقه پرداخته و سپس تغییرات کیفی و کمی آب‌های زیرزمینی در اثر پدیده تغییر اقلیم را مورد ارزیابی قرار دادند. Abbasnia و همکاران در سال ۲۰۱۸، در مطالعه‌ای به ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی مناطق جنوب غربی ایران (محدوده‌ای از دره‌های روستای چابهار در استان سیستان و بلوچستان) پرداختند. هدف از این مطالعه، ارزیابی و تجزیه و تحلیل کیفیت آب آشامیدنی روستاهای چابهار استان سیستان و بلوچستان با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) و بررسی پایایی آب (water stability) منطقه مورد مطالعه بود. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر لانژلیه (LSI)، رایزنر (RSI)، پوکوریوس (PSI)، لارسون-اسکولد (S-L) و تهاجم (AI) به ترتیب (۰/۵ ± ۰/۳۴)، (۶/۷۶ ± ۰/۶)، (۶/۵۰ ± ۰/۹۹)، (۲/۷۱ ± ۱/۵۹)، (۱۲/۶۳ ± ۰/۳۴) بودند. محاسبه WQI برای نمونه‌های آب زیرزمینی نشان می‌دهد که ۲۵ درصد از نمونه‌ها می‌توانند به‌عنوان آب عالی مورد توجه قرار گیرند، ۵۰ درصد از نمونه‌ها به‌عنوان آب مناسب طبقه بندی شده و ۲۵ درصد از نمونه‌ها در دسته آب ضعیف هستند (۱۱).

همچنین Khalili و همکاران (۱۲) در مطالعه خود به ارزیابی اثر تغییر اقلیم در تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی آبخوان‌های ارومیه و کهریز پرداختند. آنها دریافتند خشکسالی و برداشت بیش از حد مجاز از چاه‌های منطقه باعث کاهش سطح آب زیرزمینی منطقه و کیفیت آن شده است. آنها در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

مطالعــه خــود یکی از عوامــل اقلیمی مؤثر بــر کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه را کاهش آب دریاچه ارومیه و خشک شدن برخــی از نواحی آن دانسته‌اند. در بررسی‌ها مشخص شد سطــح آب‌های زیرزمینی بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ کاهش یافته و میزان شوری و هدایت الکتریکی آن افزایش یافته است. Najafzadeh و همکــاران (۱۳) در مطالعــه خود به بررسی تاثیر عوامل اقلیمــی و زمین شناسی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینــی دشت مه‌ولات پرداختنــد. آنها در پژوهش خود داده‌هــای مربوط به سطح آب، هدایــت الکتریکی و غلظت کل نمک‌هــای محلول را در ســه دوره آماری مربــوط به سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۱ در محیــط نرم‌افزار Arc GIS با روش زمین‌آمــاری مورد ارزیابی قرار دادند. بــرای تعیین عوامل مؤثر بــر تغییــرات کمی و کیفــی آب زیرزمینی بــه بررسی عواملی چون کاهش میزان بــارش و خشکسالی، شرایط زمین‌شناسی، رسوب‌شناســی و پیشــروی آب‌هــای شور از کویرهــای مجاور پرداختنــد. همچنین در زمینه پایش کیفیــت شیمیایی منابع آبــی Dindarloo و همکــاران (۱۴) در شهــر بندرعبــاس، Biglari و همکــاران (۱۵) در شهر زاهدان، Khastou (۱۶) در شهر اسلامشهــر و Mohapatra و همکاران (۱۷) در هند و Shabankareh Fard و همکــاران (۱۸) در شهر چابهار به بررســی پارامترهــای فیزیکی و شیمیایــی و باکتریایی آب این مناطــق پرداخته و نتایــج حاصل را با شاخص‌هــای استاندارد مــورد مقایسه قــرار دادنــد. همچنیــن Kolahkaj و همکار (۱۹) در دشــت رامهرمز به ارزیابی اثرات خشکسالی بر کیفیت شیمیایی آب استحصال شده از چاه‌های این دشت‌ها پرداختند. Zehtabiyan (۲۰) در شهــر گرمسار با استفاده از روش‌های میان‌یابی زمین‌آمــار با مقایسه این روش و دیگر عوامل ارزیابی بــه این نتیجه رسیدند که روش‌های زمین‌آماری از دقت بالایی برخوردارند.

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر عوامل اقلیمی بر کیفیت شیمیایــی آبخوان دشت ورامیــن به‌منظــور شناخت وضعیت منطقه و برنامه‌ریزی مناسب و متناسب با آن جهت بهره‌برداری بهینــه از منابع آبی موجود در این منطقه است. در این مطالعه از تعــداد ۸۰ حلقه چاه با اطلاعات مکانی مشخص نمونه‌برداری و بــا توجه به شاخص کیفیــت آب زمینی (Ground water quality index) پایــش انجام شد و پهنه‌بندی‌های مدنظر با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS صورت پذیرفتند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و توزیع فضایی چاه‌های مورد مطالعه در سطح منطقه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت ورامین در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی تهران واقع شده و دارای طول جغرافیایی '۴۰ °۵۱ و عرض جغرافیایی '۳۰ °۳۵ است و در ارتفاع تقریبی ۱۰۰۰m از سطح دریا واقع شده است. مساحت دشت آبرفتی آن حدود ۱۳۹۷۰۰ ha است. کل وسعت این دشت حدود ۱۳۸۰۰۰ ha است که بیش از ۶۰۰۰۰ha از آن جزء اراضی کشاورزی محسوب می‌شود (شکل ۱).

دشت ورامین دارای اقلیم خشک بوده و از ویژگی‌های آن بارندگی کم، گرمای زیاد و دوره خشک طولانی است. نواحی شمالی این منطقه با میانگین دمای سالانه ۱۱ °C کمترین دمای منطقه و نواحی جنوبی منطقه با میانگین سالانه ۱۸ °C بیشترین دما را دارند. توزیع فضایی بارش در این منطقه بیانگر آن است که از شمال به جنوب و از غرب به شرق از میزان بارش منطقه کاسته می‌شود. تغییرات بارش ایستگاه ورامین نشان می‌دهد مقدار بارش میانگین سالانه در این منطقه ۱۷۳ mm است (۲۱).

نمونه برداری

در این مطالعه به منظور بررسی اثرات اقلیمی بر کیفیت شیمیایی آب‌های استحصال شده از چاه‌های دشت ورامین، با انجام هماهنگی‌های لازم، مختصات UTM (Universal Transfer Mercator) و اطلاعات مربوط به کیفیت شیمیایی آب چاه‌های منطقه از شرکت آب و فاضلاب شهرستان ورامین و دانشگاه علوم پزشکی تهران در طول دوره زمانی ۱۳۸۲ الی ۱۳۹۵ جمع‌آوری گردید. همچنین مشخصات ایستگاهای فعال هواشناسی و باران سنجی شهرستان ورامین و اطلاعات مربوط به میزان بارش و دمای میانگین مربوط به منطقه در طول دوره مذکور از سازمان هواشناسی کشور اخذ شد.

انجام آزمایش‌ها

کلیه آنالیزهای کیفی منابع آب در آزمایشگاه آب و فاضلاب دانشگاه علوم پزشکی تهران و براساس دستورالعمل استاندارد متد صورت پذیرفته است. هدایت الکتریکی و pH با استفاده از دستگاه کالیبره شده اندازه گیری شدند. خلاصه آزمون‌های انجام شده در جدول ۱ آمده است (۲۲، ۲۳).

جدول ۱- خلاصه روش آزمون پارامترهای مورد بررسی

پارامتر مورد اندازه‌گیری		خلاصه روش آزمون
کل جامدات محلول		نمونه فیلتر شده در داخل بوته از قبل آماده شده ریخته و در حمام بخار قرار داده می‌شود تا خشک شود. سپس داخل فور قرار داده شده و پس از خشک شدن وزن آن محاسبه شد.
سختی کل		با روش حجم‌سنجی با محلول استاندارد EDTA در حضور معرف اریوکروم بلک تی و تامپون آمونیاک ۱۰
مقدار آنیون‌ها	کلر	با روش آرژانتومتری در حضور معرف کرومات پتاسیم و تیتراسیون با نیترات نقره
	سولفات	روش اسپکتروفتومتر
	نیترات	روش اسپکتروفتومتر
مقدار کاتیون‌ها	کلسیم	با روش حجم‌سنجی با محلول استاندارد EDTA در حضور معرف مورکساید و سود
	منیزیم	نشر شعله‌ای توسط دستگاه فلیم فتومتر
	سدیم	نشر شعله‌ای توسط دستگاه فلیم فتومتر
	پتاسیم	با استفاده از اختلاف سختی کل و سختی کلسیم

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

روش آنالیز آماری و زمین‌آماری

در ایــن مطالعــه از مــدل زمین‌آمــاری کریجینــگ معمولــی (Ordinary Kriging) با نیم تغییرنمای گاوسین با پیکسل سایز ۲۱۳ متر استفــاده شد. کریجینگ روشی است که در آن بــه منظور برآورد یک نقطه ناشناختــه، به هر یک از نمونه‌های اندازه‌گیــری شده وزنــی نسبت داده می‌شــود. کریجینگ یک برآوردگر خطی به شکل زیر است (معادله ۱):

$$Z^* = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z_{(xi)} \qquad (۱)$$

در ایــن معادله، Z^* مقدار متغیر مکانی برآورد شده، $Z_{(xi)}$ مقدار متغیــر مکانی مشاهده شده در نقطــه xi و λ_i وزن آماری است که به نمونــه xi نسبت داده می‌شود و بیانگر اهمیت نقطه i ام در بــرآورد است. بسته به کیفیت همبستگــی و نحوه تغییرات مکانــی پدیده‌ها و همچنین ارتباط بیــن متغیر مورد بررسی و سایر متغیرهای توضیحــی، روش میان‌یابی کریجینگ به انواع مختلفــی تقسیم می‌شود. در روش کریجینگ معمولی، با فرض غلبه مؤلفه همبستگی مکانی و به‌کارگیری مستقیم نیمه‌پراش نگــار (Semi diffractogram)، مقــدار Z در نقطه‌ای مانند Z_0 از معادله ۲ به‌دست می‌آید:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^{s} w_\chi Z_x \qquad (۲)$$

در ایــن معادله، وزن‌ها از حل همزمان مجموعه‌ای از معادلات و با حداقل کردن واریانــس عبارت ذیل به‌دست می‌آیند (معادله ۳) (۲۴، ۲۵).

$$\mathrm{var}\{\sum w_i z(x_i y_i) - z(x_0 y_0)\} \qquad (۳)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

اطلاعات کیفــی و شیمیایی هر چاه به‌صــورت مکانی در نقاط مربــوط به آنها قرار داده شــده و در سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS به‌صورت نقشه‌های پهنه‌بندی ارائه گردید.

یافته‌ها

اطلاعات مربوط به چاه‌ها

همان‌طور که گفته شــد در این مطالعه اطلاعات مربوط به ۸۰ حلقــه چاه موجود در دشت ورامین مــورد ارزیابی قرار گرفتند. خلاصه آمــاری نتایج آزمون‌های انجام شــده در جدول ۲ ارائه گردیده است.

نرمال‌سازی داده‌ها

در ارائه نقشه بــرآوردی توزیع فضایی مربوط به ۶ ویژگی مورد مطالعــه برای بررسی نرمال یا شبه نرمال بودن داده‌ها از نمودار Q-Q PLOT استفــاده شد. داده‌های مربوط به توزیع فضایی تمامی پارامترها (به جز pH) نرمال نبودند که برای نرمال‌سازی آنها از تابع لگاریتم طبیعی استفاده شد.

جدول ۲- اطلاعات به‌دست آمده از نتایج آنالیز آب‌های استحصال شده از ۸۰ حلقه چاه موجود در دشت ورامین

مقادیر / متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
کل جامدات محلول	۲۱۶	۹۱۶۳	۱۲۸۷/۵	۱۶۱۶/۲	٪ ۱۲۵/۵
سختی کل	۱۷۱	۳۹۵۰	۶۵۹/۷	۷۴۲	٪ ۱۱۲/۴
کاتیون‌ها	۴/۱	۱۳۰/۸۶	۲۲/۳۳	۲۷	٪ ۱۲۱
آنیون‌ها	۴/۳۱	۱۲۱/۲۱	۲۲/۴۸	۲۶/۶۸	٪ ۱۱۸/۶۸
EC	۴۲۳	۱۲۴۰۰	۲۲۳۷/۴	۲۶۶۷	٪ ۱۱۹/۲
pH	۷/۰۳	۸/۹	۷/۷۸	۰/۳۷	٪ ۴/۸

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

توزیع فضایی پارامترها

شکل‌های (۲- الف) تـا (۲- و) توزیع فضایی پارامترهای اصلی مـورد مطالعه در دشت ورامین را نشان می‌دهند. همان‌طور که مشاهـده می‌گـردد، در توزیع فضایی مربوط بـه مشخصه‌های غلظت کاتیون‌ها، غلظت آنیون‌ها، کل جامدات محلول، سختی کـل و هدایت الکتریکی نواحی غربی و شمال‌غربی دشت دارای بالاتریـن مقادیـر هستند. مقـدار بیشینه توزیـع فضایی برای ایـن پارامترها بـه ترتیب عبارتند از: ۲۸ تـا ۱۱۸ mg/L برای غلظـت کاتیون‌ها و ۲۹ تا ۱۳۵ mg/L بـرای غلظت آنیون‌ها، ۱۸۲۰ تـا ۹۱۶۳ mg/L بـرای کل جامدات محلـول، ۸۸۲ تا ۳۹۵۰ mg/L($CaCO_3$) برای سختی کل و ۲۵۵۴ تا µs/cm ۱۳۳۶۰ بـرای هدایت الکتریکی. همچنیـن برای pH می‌توان گفـت که توزیع فضایـی این پارامتـر در سطح ناحیـه تقریبا یکنواخـت بـوده و در بخش کوچکی از شمـال غرب دشت به بالاترین میزان خود که حدود ۸ تا ۶/۸ است، می‌رسد.

جدول ۳ مقادیر کمینه فضایی، بیشینه فضایی، میانگین فضایی غلظت، انحراف معیار فضایی، ضریب تغییرات فضایی و چولگی فضایی برای این پارامترها را نشان می‌دهد.

مقایسـه میانگیـن فضایـی و انحـراف معیـار فضایـی بیانگر تغییرپذیـری بسیار شدید برای تمامی این عوامل در این ناحیه اسـت. همچنیـن از تقسیم شاخص انحراف معیـار بر میانگین فضایـی، ضریب تغییـرات فضایـی توزیع برای ایـن پارامترها به‌دسـت آمدند. این اعداد گویـای آن هستند که توزیع فضایی ایـن پارامترها در آب‌هـای زیرزمینی منطقه مـورد بررسی به شـدت متغیر است. اما برای پارامتـر pH، تغییرپذیری پایینی برای این پارامتر وجود دارد.

چولگی فضایی توزیع به‌دست آمده برای کاتیون‌ها، آنیون‌ها، کل جامـدات محلول، سختی کل و هدایت الکتریکی نشان می‌دهد که توزیع فضایی داده‌ها در منطقه مورد بررسی حول میانگین، نرمال نیسـت و به‌صورت معنـی‌داری فراوانـی پیکسل‌های با مقادیر کمتـر از میانگین فضایی منطقـه، بالاتر است. به‌دست آمـدن مقدار چولگی فضایی توزیع برابر با ۰/۵ برای pH نشان می‌دهد توزیع فضایی این متغیر حول میانگین، نرمال و متقارن است.

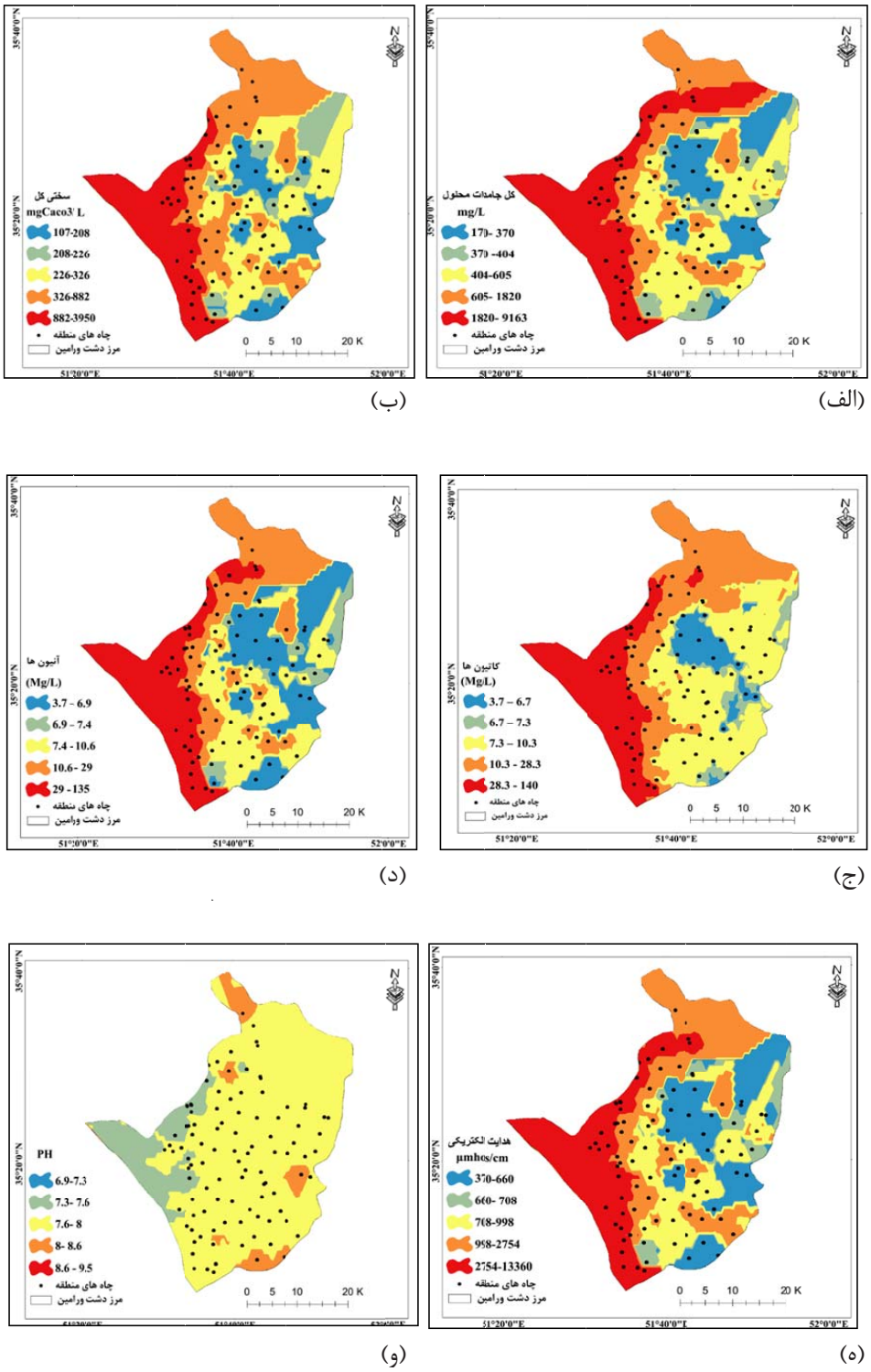
مطالعـات مربوط بـه روند فضایـی عمومی پارامترهـا در آب زیرزمینی دشت ورامین در دو جهت جنوب به شمال و غرب به شرق انجام شد. نتایج نشان دادند که با حرکت از غرب به سمت شـرق مقدار ایـن پارامترها به جـز pH در آب‌های زیرزمینی منطقه روند کاهشی چشمگیـری دارند. بنابراین این عوامل در آب‌هـای زیرزمینی منطقه از یـک روند معنی‌دار کاهشی غربی شرقـی برخوردارانـد. همچنیـن روند فضایـی پارامتر pH در آب‌هـای زیرزمینی منطقه نشان داد که در راستای محور غرب به شـرق، یک روند افزایشی نسبتـا ملموسی در pH، آب‌های زیرزمینی منطقه وجود دارد.

جدول ۳- مقادیر کمینه فضایی، بیشینه فضایی، میانگین فضایی غلظت، انحراف معیار فضایی، ضریب تغییرات فضایی و چولگی فضایی مربوط به پارامترهای مورد مطالعه

مقادیر / متغیر	کمینه	بیشینه	میانگین فضایی غلظت	انحراف معیار فضایی توزیع	ضریب تغییرات	چولگی
کل جامدات محلول (mg/L)	۲۳۵	۷۲۷۸	۲۴۳۹	۲۱۸۵	۰/۸۹	۲/۰۲
سختی کل (mg/L($CaCO_3$))	۱۳۰	۳۲۷۴	۱۰۲۹	۸۷۰	۰/۸۵	۱/۸
کاتیون‌ها (mg/L)	۵	۱۱۸	۳۷/۳	۳۰	۰/۷۸	۱/۹
آنیون‌ها (mg/L)	۴/۵	۱۱۹	۳۹/۵	۳۴	۰/۸۷	۲/۰۲
EC (µs/cm)	۴۳۵	۱۱۶۱۲	۳۷۳۲	۳۲۹۳	۰/۸۸	۲/۰۲
pH	۷/۳	۸/۴	۷/۸	۰/۲	۰/۰۲	۰/۵

سلامت و محیط زیست دوره یازدهم/ شماره دوم/ تابستان ۱۳۹۷
فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
ijhe.tums.ac.ir

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]



شکل ۲- الف) توزیع فضایی پارامتر کل جامدات محلول (TDS)، ب) توزیع فضایی پارامتر سختی کل، ج) توزیع فضایی کاتیون‌ها، د) توزیع فضایی آنیون‌ها، ه) توزیع فضایی پارامتر هدایت الکتریکی (EC)، و) توزیع فضایی پارامتر pH در آب زیرزمینی دشت ورامین. (نقشه برآوردی مدل زمین‌آماری کریجینگ معمولی با نیم تغییرنمای گاوسین با پیکسل سایز ۲۱۳ متر)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

امـا در مطالعات مربوط به راستای محور جنوب به شمال دشت ورامیـن روند فضایی خاصی بـرای تمامـی پارامترها مشاهده نمی‌گردد. فقط مشاهده می‌شود که آب‌های زیرزمینی حواشی شمالـی و جنوبی دشت، دارای مقادیر بالاتری نسبت به نواحی مرکزی هستند.

آنالیز همبستگی فضایی

بـرای آشکارسـازی ارتباط بیـن شرایط اقلیمی و هـر کدام از فاکتورهـای ۶ گانـه کیفیـت آب زیرزمینی دشـت ورامین، از آنالیز همبستگـی فضایی پیرسـون در سطـح اطمینان ۰/۹۵ (p = ۰/۰۵) استفـاده شد. تحلیـل همبستگی فضایی براساس ساختار پیکسلی ۲۱۳ متری متغیرهای کیفیت آب و متغیرهای اقلیمـی انجام شـد و نتایج به‌صـورت ماتریس‌های همبستگی به‌دست آمدند. جـدول ۴ نتایج حاصل را نشان می‌دهند. طبق این جدول، ۶ فاکتور مورد بررسی همگی با پارامترهای میانگین دمـا، بیشینه دمـا، کمینه دما، مجموع بـارش و تبخیر و تعرق دارای ارتبـاط معنی‌دار هستند جز در مورد ارتباط فاکتور pH بـا عامل کمینه دمایی کـه ارتباط معنی‌داری بیـن آنها یافت نشـد. همچنین نتایج آنالیز نشـان دادند که ارتباط بین تمامی فاکتورها و شاخص NDVI، ارتباط معنی‌داری نیست.

مثبت بودن ضرایب همبستگی نشان‌دهنده ارتباط مستقیم آن فاکتور و عامـل مورد بررسی است و ضریب منفی نشان دهنده ارتباط معکوس بین آنها است.

بحث

به‌منظور ارزیابـی ویژگی‌های کیفی آب‌هـای زیرزمینی دشت ورامین از استانداردهای ارائه شـده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقـات صنعتی ایران (تجدید نظـر پنجم) استفاده شد. این ارزیابـی براساس سه شاخـص کیفی آب یعنی pH، میزان کل جامدات محلول در آب و سختی کل صورت گرفت.

براسـاس استاندارد، میـزان مطلوب pH بـرای آب آشامیدنی بیـن ۸/۵ – ۶/۵ و حداکثـر مجـاز این شاخص بیـن ۹ - ۶/۵ است. از آنجا که تمامی آب‌های زیرزمینی منطقه دشت ورامین در محـدوده pH مجاز قرار داشتند، لـذا از لحاظ این شاخص محدودیت خاصی مشاهده نشد.

براساس استاندارد، میزان حداکثر سختی کل (به عنوان شاخص دوم) مجـاز و مطلوب در آب‌های آشامیدنی به‌ترتیب برابر ۵۰۰ و ($mg/L(CaCO_3)$ ۲۰۰ اسـت. بنابرایـن استفاده از آب‌های بخشـی از منطقـه که در غرب و شمال غـرب دشت واقع شده و مساحـت آن حدود ۳۹ درصد از کـل منطقه است که دارای میـزان سختی کل بالاتـر از ($mg/L(CaCO_3)$ ۵۰۰ هستند، دارای محدودیت است.

ارزیابی شاخص کل مواد جامد محلول در آب نشان داد حداکثر میـزان مجاز شاخـص TDS، برای آب‌هـای آشامیدنی حدود mg/L ۱۵۰۰ اسـت. براساس ارزیابی‌هـای انجام شده، نواحی غربـی و شمال غربی دشت، قابلیت استفاده برای مصارف شرب و نوشیدن را ندارند. زیرا مقادیر مواد جامد محلول در این بخش از دشت بالاتر از حداکثر مقدار مجاز است.

نتایـج به‌صـورت ماتریس‌هـای همبستگی ارائه شدنـد که به جـز فاکتـور pH، در مورد سایر فاکتورهـا مشاهده گردید که پارامترهای کیفـی آب زیرزمینی ارتبـاط مستقیم معنی‌داری بـا فاکتورهای حرارتی اقلیـم (دمای میانگیـن، دمای بیشینه و دمـای کمینـه) در سطح اطمینـان ۰/۹۵ دارنـد و بنابراین عوامل حرارتی محیط تاثیـر معنی‌دار مستقیمی بر فاکتورهای کیفی آب‌هـای زیرزمینی دشت ورامیـن (به‌جز شاخص pH) دارنـد. بارش و تبخیر و تعرق نیـز به‌صورت معنی‌داری بر همه فاکتورهـای کیفیت آب نمونه‌برداری شـده از چاه‌های منطقه تاثیرگـذار بودند. در مقایسه با دیگـر مطالعات، در یک مطالعه موردی تغییرات آب و هوایی و تاثیر آن بر منابع آبی زیرزمینی در حوضـه آبریز سوس-ماسا مراکش مـورد مطالعه قرار گرفته است. بر پایه نتایج پژوهش‌های Bouchaou و همکاران (۲۶) میانگین بـارش در سه دهه اخیر در ایـن منطقه کاهش یافته کـه علـت آن تغییرات اقلیمـی و گرم شدن کـره زمین است. منابع آبی سطحـی و زیرسطحی در ایـن منطقه کاهش یافته و نتایـج آنالیـز شیمیایی نشان می‌دهد کیفیـت آب این منابع کاهـش یافته و شـوری آن افزایش یافته اسـت. در مطالعه‌ای دیگـر DeNicola و همکاران (۲۷) در مقاله‌ای مروری ارتباط

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

جدول ۴- ماتریس همبستگی فضایی بین ۶ ویژگی مورد بررسی در آب‌های زیرزمینی دشت ورامین و فاکتورهای اقلیمی منطقه در سطح اطمینان ۰/۹۵ (p = ۰/۰۵) (همبستگی براساس ساختار پیکسلی ۲۱۳ متر در GIS محاسبه شده است)

نوع آنالیز / پارامتر		میانگین دما	بیشینه دما	کمینه دما	مجموع بارش	تبخیر و تعرق	شاخص NDVI
آنالیز همبستگی فضایی کاتیون‌ها و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	۰/۳۷	۰/۴۴	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۵۳	-۰/۱۵۱
	p	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۷
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست
آنالیز همبستگی فضایی آنیون‌ها و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	۰/۳۱	۰/۴۵	۰/۲۸	۰/۴۹	۰/۵۴	-۰/۱۳
	p	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۸
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست
آنالیز همبستگی فضایی کل مواد جامد محلول (TDS) و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	۰/۴۸۱	۰/۵۷	۰/۳۱	۰/۵۹	۰/۵۲	-۰/۱۲
	p	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۸
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست
آنالیز همبستگی فضایی pH و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	-۰/۲۵	-۰/۲۹	-۰/۲۳	-۰/۵۱	-۰/۲۷	-۰/۱۲
	p	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۴	۰/۰۹
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست
آنالیز همبستگی فضایی هدایت الکتریکی و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	۰/۴۳	۰/۴۶	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۴۶	-۰/۱۰
	p	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۱۲
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست
آنالیز همبستگی فضایی سختی کل و فاکتورهای اقلیمی	ضریب همبستگی فضایی آماره	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۳۴	۰/۵۷	۰/۴۸	-۰/۱۷
	p	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۲	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۸
	نتیجه آنالیز در سطح اطمینان ۰/۹۵	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار است	معنی دار نیست

تغییرات اقلیمی و کم‌یاب شدن منابع آبی را در کشور عربستان سعودی مورد مطالعه قرار دادند. براساس نتایج این مطالعه پیش بینی می‌شود که تغییرات آب و هوایی، دمای متوسط جهانی را ۵/۸ °C – ۱/۴ تا سال ۲۱۰۰ افزایش دهد که همین امر دسترسی و کیفیت آب را به‌شدت تحت تاثیر قرار خواهد داد. در این مطالعه نیز تاکید شده که افزایش دمای متوسط جهانی باعث کاهش نزولات آسمانی و در نتیجه کاهش تغذیه منابع زیرزمینی خواهد شد. از سوی دیگر با کاهش منابع آب سطحی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی افزایش یافته و همین امر باعث کاهش بیشتر سطح آب این منابع و افزایش شوری و کاهش کیفیت آب استحصال شده از آنها خواهد شد. Moghimi و همکاران (۲۸) در مطالعه‌ای تاثیر عوامل هیدروژئوشیمیایی بر شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی دشت قزوین را مورد مطالعه قرار دادند. در این بررسی از اطلاعات

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

پارامترهای شیمیایی ۴۲ چـاه در حال بهره‌برداری برای مدت ده سال استفاده شده اسـت. مقایسه پارامترها با استانداردهای مؤسسـه استاندارد صنعتـی ایران و وزارت نیـرو نشان از افت کیفی منابـع آب زیرزمینی دشت قزوین دارد. مهمترین دلایل افت کیفیت در کنار تاثیـر سازندهای زمین‌شناسی می‌توان به تغییـر شرایط اقلیمی و خشکسالی، برداشت‌های بی‌رویه و افت آب زیرزمینی و کاهش حجم مخزن اشاره نمود.

همچنیـن اهمیت بـارش سالانـه و میانگین دمـای تابستان، به‌عنـوان مهمتریـن فاکتورهای اقلیمـی کنترل‌کننده مؤثر بر تغییـرات کیفیت آب مـورد بررسی قرار گرفـت. نتایج حاصل از ماتریس‌هـای همبستگی فضایی پیرسـون در محیط GIS، نشـان داد که در بین فاکتورهای اقلیمی محیط (دمای کمینه، دمای بیشینه و دمای میانگین)، دمای بیشینه بیشترین اثر را بر پارامترهای کیفی آب استحصال شده از منابع زیرزمینی دارد.

نتیجه‌گیری

پایـش کیفیت شیمیایی منابـع آب زیرزمینی و مطالعه عوامل مؤثر بـر آن به‌منظور تامین منبعی پایـدار در جهت استفاده و بهره‌بـرداری مناسب از این موهبت الهـی از اهمیتی ویژه برای مدیریت مناسب آن برخوردار است. با توجه به نتایج این مطالعه به‌طـور کلی می‌توان گفت که با استفاده از روش‌های زمین‌آمار می‌توان توزیع فضایی پارامترهای اصلی مؤثر بر کیفیت شیمیایی منابع آبی زیرزمینی یک منطقـه را به‌خوبی رسم کرد تا بتوان در امـر مدیریـت منابع آبی و تامین آب شـرب سالم و منطبق بـا استانداردها برای شهرونـدان از آنها بهره گرفت. همچنین با استفـاده از داده‌های اقلیمی می‌توان تاثیرات این عامل بر منابع آبی زیرزمینـی چه به لحاظ کیفی و چه به لحاظ کمی مطالعه کـرده تا بتوان بـرای آینده برنامه‌ریزی‌هـای لازم را انجام داد. امـروزه رشد روزافزون جمعیت و به تبع آن نیاز بیشتر به منابع آبی، گرم‌تر شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی و همچنین ارتقاء استانداردهای کیفی، محدودیت‌هایی هستند که مدیران را وادار بـه استفاده از شیوه‌های نویـن در مدیریت منابع آبی می‌کنند. نتایج ایـن مطالعه نشان داد که روش‌هـای زمین‌آمار می‌تواند گامی مهم در این راستا باشد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگـان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانـه، تحریف داده‌هـا و داده‌سازی را در ایـن مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

ایـن مقاله حاصل (بخشـی از) پایان‌نامه با عنوان "بررسی تاثیر اقلیـم بر کیفیت شیمیایی آبخوان دشـت ورامین با استفاده از نرم‌افـزار GIS" در مقطع (کارشناسی ارشـد) در سال ۱۳۹۶ و کـد ۱۵۷۵۰۵۱۵۹۵۱۰۰۳ است که بـا حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال اجرا شده است.

References

1. Shaabani M. Determination of the most suitable geostatistical method for mapping of groundwater pH and TDS (a case study: Arsanjan Plain). Journal of Water Engineering. 2009;1:47-58 (in Persian).
2. Collins MG, Steiner FR, Rushman MJ. Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. Environmental Management. 2001;28(5):611-21.
3. Yaakup A, Ludin ANM, Sulaiman S, Bajuri H. GIS in urban planning and management. Malaysian Experience International Symposium & Exhibition on Geoinformation Penang; 2005; Malaysia.
4. Abdolahi M, Qheshlaghi A, Abasnejad A. Environmental hydrogeochemistry of groundwater resources of the Ravar plain, Northern Kerman province, Iran. Journal of Environmental Studies 2015;41(1):81-95 (in Persian).
5. Maidment DR, Handbook of Hydrology. New York: Mc Grew-Hill; 1992.
6. Nwankwoala HO, Udom GJ. Hydrochemical facies and ionic ratios of groundwater in Port Harcourt, Southern Nigeria. Research Journal of Chemical Sciences. 2011;1(3):87-101.
7. Heydari M, Nabizadeh Nodehi R, Alimohammadi M, Yaghmaeian K. Survey of geochemical characteristic of botteled waters in Iran using coordinates and ionic ratios. Iranian Journal of Health & Environment.,

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

2017;10(1):63-74 (in Persian).
8. Aazami J, Sari AE, Abdoli A, Sohrabi H, Van den Brink PJ. Assessment of ecological quality of the Tajan River in Iran using a multimetric macroinvertebrate index and species traits. Environmental Management. 2015;56(1):260-69.
9. Montazeri M, Fahmi H. climate chaneges effects on Iran water resources, Third Regional Conference and First National Conference on Climate Change; 2003; Isfahan (in Persian).
10. Keshavarzi M, Dazvareh G, Bashiri J. Investigating the effects of climate change on quantity and quality of groundwater source in Qorveh plain. 6th National Conference on Environmental Engineering; 2011; University of Tehran, Tehran (in Persian).
11. Abbasnia A, Alimohammadi M, Mahvi AH, Nabizadeh R, Yousefi M, Mohammadi AA, et al. Assessment of groundwater quality and evaluation of scaling and corrosiveness potential of drinking water samples in villages of Chabahr city, Sistan and Baluchistan province in Iran. Data in Brief. 2018;16:182-92.
12. Khalili K, Rasouli Majd N, Jabari A. Evaluation of the impact of climate change on quantitative and qualitative changes in groundwater resources (Case study: Urmia and Kahriz Aquifer). National Conference on Climate Change and Engineering for Sustainable Development of Agriculture and Natural Resources; 2013; Tehran (in Persian).
13. Najafzadeh H, Zehtabian Gh, Khosravi H, Golkarian A. Impact of climatic and geological factors on the quantity and quality of groundwater resources in Mahvolat Plain. Iranian Journal of ECO Hydrology, 2015; 8 (2):325-36 (in Persian).
14. Dindarloo K, Madani A, Fakhri Y. Effective dose of Radon 222 received by tap water in different age groups in Bandar Abbas city. Journal of Preventive Medicine. 2015;2:24-32 (in Persian).
15. Biglari H, Bazrafshan E, Dehshibi AR. Investigation of dispersion of aluminum concentration in groundwater resources and distribution network of drinking water in Sistan and Baluchestan province using GIS geographic information system. 14th National Conference on Environmental Health; 2011; Yazd (in Persian).
16. Khastou HM. Qualitative Modeling of Groundwater Resources in Tehran Province Case Study of Islamshahr County [dissertation]. Tehran: Islamic Azad University, Islamshahr Branch; 2007 (in Persian).
17. Mohapatra P, Vijay R, Pujari P, Sundaray S, Mohanty B. Determination of processes affecting groundwater quality in the coastal aquifer beneath Puri city, India: a multivariate statistical approach. Water Science and Technology. 2011;64(4):809-17.
18. Shabankareh Fard E, Hayati R, Dobaradaran S. Evaluation of physical, chemical and microbial quality of distribution network drinkingwater in Bushehr, Iran. Iranian South Medical Journal. 2015;17(6):1223-35 (in Persian).
19. Kolahkaj M, Amanipour H. The Impact of drought on groundwater quality (Case study: Ramhormoz Plain). Third Conference and Exhibition of the Environment and Future Crises (Focusing on Water and Water Pollution, Urban and Industrial Pollution); 2015; Tehran (in Persian).
20. Zehtabian G. Spatial analysis of groundwater quality characteristics of Garmsaar watershed. Tehran: Natural Resources, University of Tehran; 2009 (in Persian).
21. Houdaji M, Jallaliyan A. Distribution of iron, zinc and lead in soil and crops in the Mobarakeh steel plant region. Journal of Environmental Studies. 2004;30(36):15-26 (in Persian).
22. ISIRI. Determination of metal ions in water and wastewater, ISIRI-2354. 5th ed. Tehran: Institute of Standards & Industrial Research of Iran; 2007 (in Persian).
23. Tabatabaeefar SM, Zehtabian G, Rahimi M, Khosravi H, Nikoo S. The impact assessment of temporal variation of climatological and groundwater condition on desertation intensity in Garmsar Plain. Desert Management. 2013;2:39-48 (in Persian).
24. Sanchez-Martos F, Jimenez-Espinosa R, Pulido-Bosch A. Mapping groundwater quality variables using PCA and geostatistics: a case study of Bajo Andarax, southeastern Spain. Hydrological Sciences Journal. 2001;46(2):227-42.
25. Fetouani S, Sbaa M, Vanclooster M, Bendra B. Assessing groundwater quality in the irrigated plain of Triffa (North-east Morocco). Agricultural Water Management. 2008;95:133-42.
26. Bouchaou L, Tagma T, Boutaleb S, Hssaisoune M, El Morjani ZEA. Climate change and its impacts on groundwater resources in Morocco: the case of the Souss-Massa basin. In: Treidel H, Martin-Bordes JL, Gurdak JJ, editors. Climate change effects on groundwater resources: a global synthesis of findings and recommendations. New York: Taylor & Francis; 2011.
27. DeNicola E, Aburizaiza OS, Siddique A, Khwaja H, Carpenter D. Climate change and water scarcity: the case of Saudi Arabia. Annals of Global Health. 2015;81(3):342-53.
28. Moghimi H, Study of the effect of hydrogeochemical factors on Qazvin plain water quality indices, 3rd International Conference on Science and Engineering; 2015; Istanbul, Turkey.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Investigating the climate impact on chemical quality of Varamin plain aquifer using the GIS software

L Karami[1], M Alimohammadi[2,3,*], L Yadegarian[1]

1- Department of Environmental Engineering, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran, Iran

2- Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Center for Water Quality Research (CWQR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 22 April 2018

Revised: 18 July 2018

Accepted: 23 July 2018

Published: 17 September 2018

Keywords: Underground water resources, Chemical quality, Climatic factors

***Corresponding Author:**

m_alimohammadi@tums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Climate change in recent years has led to a crisis of drought in many countries around the world, including Iran. In such a situation, the supply of safe drinking water is very important and knowing the climate impacts on the chemical quality of these resources can play a significant role in their proper exploitation.

Materials and Methods: Using GIS geomorphology models, the effect of climatic factors including minimum and maximum temperatures, mean precipitation, evaporation, transpiration and vegetation index on the quality of groundwater resources of Varamin Plain include pH, electrical conductivity, total dissolved solid, anions and cations concentrations and total hardness were studied and their maps were produced. Correlation between these factors was investigated using spatial correlation analysis tool at a confidence level of 0.95 ($p = 0.05$).

Results: The results showed that these parameters (except pH) along the plain are highly variable and the spatial distribution of data in this region is not normal around the mean, and the frequency of pixels with values less than the spatial mean of the region is higher. Spatial distribution of the factors showed that their amounts (except pH) are low in the central area of the plain and reach its peak in the western and northwest regions. The spatial distribution of pH was almost uniform in all the plain.

Conclusion: Correlation analysis showed that the quality of water resources is influenced by climatic factors and the maximum temperature has the highest impact.

Please cite this article as: Karami L, Alimohammadi M, Yadegarian L. Investigating the climate impact on chemical quality of Varamin plain aquifer using the GIS software. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):249-60.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-06-23]