

رابطه‌ی میان پارامترهای کیفی و سطح تراز آب زیرزمینی نشان داد که آبخوان با ۱۹/۳۲ متر افت مواجه شده است که افزایش شوری ۲۲۹/۳۷ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر را در پی داشته است. هم‌چنان که بررسی تغییرات شوری و سطح تراز آب به تفکیک سال، نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی منفی (۰/۰۰۷) میان دو پارامتر است و از لحاظ آماری قابل قبول نمی‌باشد. یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند اطلاعات مهمی را برای بهبود راهبردها مدیریت آب، برای اطمینان از مدیریت پایدار آب و استفاده ایمن ارائه دهد.

واژه‌های کلیدی: بیلان آبی، سطح تراز، شوری آب، کیفیت آب، نمودار کموگراف.

#### مقدمه

آب‌های زیرزمینی، یکی از مهم‌ترین منابع آب محسوب می‌شود [۳۱] که تقریباً ۵۰ درصد از آب آشامیدنی جمعیت جهان را تأمین می‌کند [۱۴]، علاوه بر آن حدود ۴۳ درصد از کل آب کشاورزی بدان وابسته است [۱۷]. آب‌های زیرزمینی یک منبع طبیعی اصلی برای زمین است و حدود ۹۵ درصد از کل آب شیرین روی این سیاره را تشکیل می‌دهد [۱۳] که آن را برای وجود انسان و پیشرفت اقتصادی ضروری می‌کند. استفاده از آب‌های زیرزمینی برای فعالیت‌های مختلف در دهه‌های اخیر افزایش یافته است [۳۶ و ۳۲] و کیفیت آن برای جامع بشری امری ضروری قلمداد می‌شود که با رفاه انسان‌ها ارتباط مستقیمی دارد [۵]. متأسفانه امروزه به دلیل توسعه سریع شهرنشینی، دفن نامناسب زباله‌ها، مصرف بی‌رویه کود و شرایط غیربهداشتی کیفیت آب زیرزمینی و به دنبال آن سلامت انسان‌ها در معرض خطر قرار دارد [۲۵]. از سوی دیگر رشد بیش‌ازحد جمعیت، تغییرات آب و هوایی و محدودیت منابع آب منجر به بهره‌برداری بیش‌ازحد از سفره‌های زیرزمینی و خسارات جبران‌ناپذیری شده است [۲۳ و ۳]. کمبود آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک که تقریباً یک‌سوم از سطح زمین را پوشش می‌دهد حادث‌تر است [۱۰]. اهمیت تغییرات سطح آب زیرزمینی در این مناطق از جمله ایران که میانگین میزان بارندگی سالانه کفایت نیاز آبی را متوقع نمی‌کند از اهمیت بالایی برخوردار است [۴۰]. در این میان، شور شدن گسترده‌ترین شکل آلودگی آب‌های زیرزمینی است [۳۰]. شور شدن آب‌های زیرزمینی یک مشکل رایج در سفره‌های آب زیرزمینی است، به‌ویژه در جایی که پمپاژ بیش‌ازحد آب باعث کاهش سطح پیزومتریک

## تأثیرپذیری پارامترهای کیفی از تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنند استان کرمان

سید مسعود سلیمان‌پور<sup>۱\*</sup>، سکینه لطفی‌نسب<sup>۲</sup>، امید رحمتی<sup>۳</sup>  
و محبوبه معتمدنیا<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت ۱۴۰۱/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

DOR: 20.1001.1.26454777.1402.11.40.6.5

#### چکیده

به‌منظور پایش دقیق وضعیت منابع آب زیرزمینی و مدیریت بهینه آن ضروری است که نوسانات تراز سطح آب زیرزمینی و به دنبال آن، تأثیرپذیری کیفیت آب مورد ارزیابی قرار گیرد. پژوهش حاضر با هدف بررسی نوسانات سطح تراز آب زیرزمینی بر کیفیت آن در حوزه آبخیز زرنند واقع در استان کرمان انجام شده است. به همین منظور، ویژگی ۱۴ پارامتر کیفی آب زیرزمینی از جمله غلظت کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، غلظت آنیون‌های کلر، سولفات، کربنات و بی‌کربنات، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم، سختی کل، کل مواد جامد محلول، اسیدیته و هدایت الکتریکی، طی بازه‌ی زمانی ۸۲-۱۳۸۱ تا ۹۸-۱۳۹۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به این‌که کیفیت آب زیرزمینی تحت تأثیر کمیت آن قرار می‌گیرد؛ تغییرات پارامترهای کیفی آب با توجه به سطح تراز سفره‌ی زیرزمینی بررسی شد. مطابق نتایج، رابطه‌ی خطی معنی‌داری میان EC و TDS با میزان  $R^2$  بالای ۰/۹ وجود دارد. پایش تغییرات شوری در طول زمان نشان داد که در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه، روند تغییرات شوری در این حوزه آبخیز، افزایشی بوده است. نمودار کموگراف به‌منظور بررسی

۱- دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. \* نویسنده مسئول:  
Email: m.soleimanpour@areeo.ac.ir

۲- استادیار بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران.

۴- دکتری تخصصی، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان بافق، استان یزد، ایران.

می‌شود [۳۳]. زمانی که محتوای جامدات محلول برحسب سطح غلظت (یعنی سطح شوری) بالاتر از حد از پیش تعریف شده باشد، آب‌های زیرزمینی شور در نظر گرفته می‌شود [۹]. شناخت عوامل کنترل‌کننده تخریب کیفی آب‌های زیرزمینی که در طول سال‌ها به دلیل استفاده فشرده از منابع طبیعی و افزایش فعالیت‌های انسانی از حساسیت بیش‌تری برخوردار هستند، یک چالش علمی است و کاربرد عملی قابل‌توجهی برای مدیریت منابع آب دارد [۶].

با توجه به اهمیت موضوع تغییرات کیفی و شوری آب زیرزمینی به دنبال نوسان سطح تراز آب مطالعات متعددی در این راستای انجام شده است [۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳]، که می‌توان به برخی از این مطالعات اشاره نمود. دلبری و همکاران [۷]، به بررسی تغییرات مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در استان فارس طی دوره زمانی ۲۰۰۹-۲۰۰۵ پرداختند. نتایج نشان داد که کیفیت آب‌های زیرزمینی از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ اندکی کاهش یافته است. ساهو و همکاران [۳۲]، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای مدل‌سازی تغییرات سطح آب زیرزمینی در مناطق کشاورزی ایالات متحده به مطالعه پرداختند. مطابق یافته‌ها مشخص گردید که افزایش تقاضا برای آبیاری بیش‌ترین تأثیر را در برداشت سطح آب زیرزمینی داشته است، به طوری که عمق آب در برخی از جاه‌ها به کم‌تر از دو متر رسیده است. فرچیچی و همکاران [۸]؛ در ارزیابی شوری آب‌های زیرزمینی با استفاده از GIS و آمار چند متغیره در آبخوان ساحلی مدیترانه نشان دادند که مقدار کل مواد جامد محلول و غلظت نمک‌هایی از جمله سدیم، کلر، نیترات و سولفات در حال افزایش است. غلظت نیترات با توجه به فعالیت‌های کشاورزی و سایر نمک‌ها به دلیل اشباع شدن کانی‌های تیخیری بوده است. آفریفا و همکاران [۲]، با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشینی و ریاضی به بررسی تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی پرداختند. به استناد این مطالعه کاربرد مدل‌های یادگیری ماشین و اصول ریاضی سهم قابل‌توجهی در پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی داشته است و کاربرد مدل یادگیری ماشین امروزه بین محققین و کاربران بیش‌تر معمول شده است. کریشان و همکاران [۱۵]، در بررسی شوری آب زیرزمینی هاریانا، هند نشان داد که میزان شوری در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۸ به دلیل کاهش تغذیه بارندگی افزایش یافته است. در ایران نیز پناهی و همکاران [۲۶] با استفاده از آزمون من‌کنندال به بررسی تعیین روند تغییرات ۱۵ پارامتر کیفی آب‌های زیرزمینی دشت شبستر طی دوره آماری ۹۱-۱۳۸۲ پرداختند. نتایج سری زمانی مربوط به متغیرهای کیفی در اغلب ایستگاه‌ها روند صعودی داشته است. مقایسه نتایج بین ایستگاه‌ها حاکی از آن است که کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت شبستر در قسمت جنوبی دشت وضعیت بحرانی‌تری داشته و در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که طی زمان کیفیت آب زیرزمینی منطقه موردبررسی افت داشته است. سلطانی گودرآمیزی و همکاران [۱۱]، در بررسی و تحلیل مکانی شوری آب‌های زیرزمینی دشت بزرگ یزد-اردکان در طی

دوره آماری ۱۸ ساله نشان داد که شوری فوق‌العاده زیاد یعنی بالاتر از هشت دسی‌زیمنس بر متر در قسمت‌های مرکز، شمال و شمال شرقی به جهت احداث چاه‌های متعدد و طول مدت برداشت وجود داشته است. رضایی توابع و همکاران [۲۹]، در حوزه آبریز پریشان واقع در استان فارس تأکید کرد که در منطقه مورد مطالعه تقریباً ۱۳ متر کاهش سطح آب زیرزمینی اتفاق افتاده و حدود ۲۴/۴ میلیون مترمکعب آب از ذخیره ثابت آبخوان در بازه زمانی ۱۰ ساله کاهش یافته است. بر اساس مستندات و سوابق تحقیق درک بهتر پاسخ سطح تراز آب زیرزمینی به شرایط موجود برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار ضروری است، به‌ویژه در زمینه افزایش تقاضای آب زیرزمینی در بخش کشاورزی [۳۷]. هم‌چنین تغییر در سطح و کیفیت آب‌های زیرزمینی به‌ناچار منجر به پیامدهای زیست‌محیطی جدی مانند تخریب پوشش گیاهی، بیابان‌زایی و شور شدن خاک خواهد شد [۳۴]. شهر زرنده به دلیل داشتن منابع غنی معدنی از جمله زغال‌سنگ، سنگ آهن و در برخی مناطق آن معادن مس یکی از صنعتی‌ترین شهرهای ایران می‌باشد که این باعث افزایش روزافزون جمعیت در این شهر شده است. با توجه به روند افزایش جمعیت و توسعه کشاورزی در این شهر هدف از نگارش پژوهش حاضر، بررسی تأثیرپذیری پارامترهای کیفی از تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنده استان کرمان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

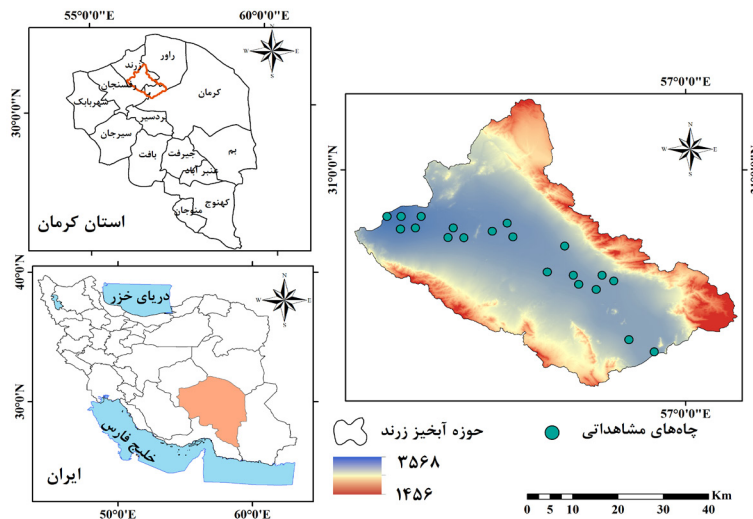
### معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز زرنده در محدوده شمالی استان کرمان و حوزه‌ی آبریز کویر درانجیر واقع شده است. مساحت این محدوده حدود ۱۹/۴۳۹۸ کیلومترمربع و به ترتیب حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه ۳۵۶۸ و ۱۴۵۶ متر می‌باشد. علاوه بر آن حدود ۵۶/۳۱ و ۴۳/۶۹ درصد مساحت منطقه را ارتفاعات و دشت پوشانده است. متوسط بارش و دما نیز برابر با ۱۸۴/۳۲ میلی‌متر و ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد و دارای آب‌وهوای نیمه‌گویی است. ارتفاعات به شکل نعل اسبی اطراف این منطقه قرار گرفته است. به‌طورکلی کوه‌های زرنده به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند در شمال شرق و شرق رشته‌کوه کوهبنان در غرب و جنوب غرب (مرز رفسنجان) کوه‌های سرتخت بادامو کوه‌های سیریز در شمال بلندترین قله این شهرستان کوه مزار حتکن با ارتفاع ۳۴۰۰ متر نام دارد. نمایی از منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است.

### روش پژوهش

#### جمع‌آوری داده‌های آماری

داده‌های ۹۸۰ نمونه آب زیرزمینی برای چاه‌ها به‌منظور بررسی روند تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی از سازمان تحقیقات منابع آب ایران (تماب) و سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان اخذ شد. نقص آماری بین داده‌ها با توجه به تازه تأسیس بودن ایستگاه‌ها



شکل ۱: نمایی از موقعیت حوزه آبخیز زرند واقع در استان کرمان و ایران

**رابطه‌ی میان پارامترهای کیفی و سطح تراز آب زیرزمینی**  
 نتایج رابطه‌ی میان پارامترهای کیفی و سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرند طی دوره‌ی آماری ۸۲-۱۳۸۱ تا ۹۸-۱۳۹۷ در شکل (۲) ارائه شده است. همان‌طور که از نمودارها قابل تشخیص است غلظت بی‌کربنات، سولفات، سدیم، منیزیم، اسیدیت، نسبت جذب سدیم (SAR) و درصد سدیم دارای روند تغییرات بوده و از غلظت آن در طول دوره‌ی مطالعاتی کاسته شده است، این در حالی است که غلظت یون‌های کلر، کلسیم، کل مواد جامد محلول (TDS) و سختی کل (TH) دارای تغییرات افزایشی بوده است که در جهت عکس تغییرات سطح سفره بوده است. کاهش سطح سفره یکی از عوامل شور شدن آب زیرزمینی می‌باشد. مقادیر ضریب همبستگی کربنات (۰/۲۸-)، کلر (۰/۰۰۵-)، کلسیم (۰/۶۱-) و سختی کل (۰/۲۲-) نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی منفی میان تغییرات غلظت‌های موردنظر و سطح سفره بوده و با کاهش غلظت همراه با کاهش سطح سفره در این محدوده‌ها می‌باشد. هم‌چنین مقادیر ضریب همبستگی میان غلظت سولفات (۰/۲۰)، سدیم (۰/۲۷)، منیزیم (۰/۱۷)، اسیدیت (۰/۲۳)، نسبت جذب سدیم (۰/۴۶)، درصد سدیم (۰/۷۰) کل مواد جامد محلول (۰/۰۳) و سطح تراز زیرزمینی بیانگر رابطه‌ی مثبت میان تغییرات غلظت‌های موردنظر و سطح سفره می‌باشد.

#### رابطه‌ی میان شوری و کل جامدات محلول

شوری یا هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول مهم‌ترین پارامترهای معرف کیفیت آب مخصوصاً آب شرب می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی آب به عناصر محلول در آب بستگی دارد، به‌طوری‌که با افزایش میزان مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی افزایش می‌یابد. به‌بیان‌دیگر وجود رابطه‌ی مثبت میان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول حاکی از افزایش یون‌ها و کاتیون‌های محلول در آب است. به این منظور نتایج رابطه‌ی

و بروز سوانح طبیعی مانند سیل، زلزله، حریق و غیره با استفاده از ضریب همبستگی در نرم‌افزار SPSS21 بازسازی شد و دوره مشترک آماری ۱۷ ساله از سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ تا ۹۸-۱۳۹۷ برای این پژوهش در نظر گرفته شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف بررسی شد. سپس به‌منظور بررسی تغییرات شوری در طول زمان از نمودار کموگراف آب زیرزمینی استفاده شد [۲۱]. در ادامه میزان پارامترهای کیفی آب از جمله کاتیون‌ها (کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، سدیم (Na) و پتاسیم (K))، آنیون‌ها (کلر (Cl)، سولفات (SO4)، نیترات، کربنات، بی‌کربنات (HCO3) و کربنات)، هدایت الکتریکی (EC)، مجموع املاح محلول، میزان اسیدیت آب (pH)، درصد سدیم، درصد سدیم جذبی، کربنات، نیترات، سولفات و کلر به تفکیک دوره‌های آماری ۸۷-۸۱، ۹۲-۸۸ و ۹۷-۹۳ تعیین شد.

#### نتایج و بحث

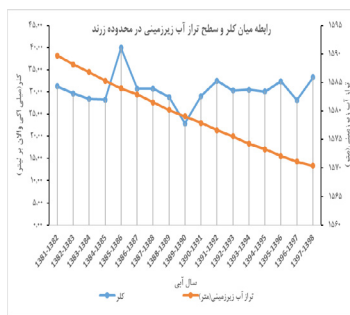
##### بررسی کیفیت آب زیرزمینی در طول دوره آماری

به‌منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی در مقیاس سالانه، نتایج پارامترهای کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی در حوزه آبخیز زرند در جدول (۱) ارائه شده است. پارامترهای کیفی در طول زمان تغییرات محسوسی داشته، به‌طوری‌که در سال ۸۶-۱۳۸۵ عمدتاً بیش‌ترین غلظت را دارا بوده به‌جز برخی از پارامترها از جمله pH، Na، Mg و HCO3 که در سال‌های دیگر بیش‌ترین غلظت را داشته است. هم‌چنین میزان تغییرات k و Co3 در این آبخیز، صفر بوده است.

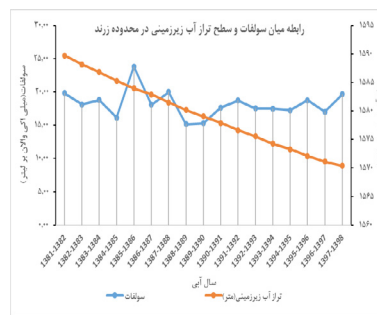
1. Total Dissolved Solutes
2. Sodium Absorbed Rate

جدول ۱: مقادیر متوسط سالانه پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنند به تفکیک سال

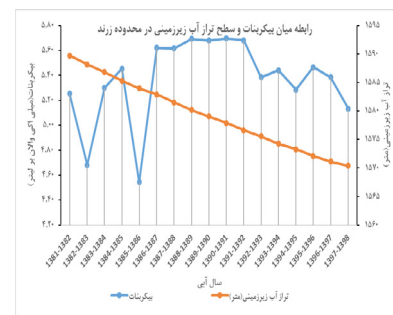
So4	Cl	Co3	HCo3	k	Mg	Ca	Na	Th	Na%	SAR	pH	TDS	EC	سال آماری
(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(mg/l)				(mg/l)	(μs/cm)	
۱۹/۸۲	۳۱/۲۹	۰/۰۰	۵/۲۵	۰/۰۰	۱۴/۷۴	۹/۹۵	۳۲/۳۴	۱۲۲۵/۳۲	۵۳/۸۵	۸/۵۳	۷/۳۱	۳۲۳۱/۶۴	۴۸۳۲/۲۴	۱۳۸۱-۸۲
۱۸/۸۱	۲۹/۶۸	۰/۰۰	۴/۶۸	۰/۰۰	۱۳/۵۴	۹/۷۳	۲۹/۴۰	۱۱۵۴/۶۲	۵۲/۵۲	۸/۰۸	۷/۴۷	۲۸۸۷/۳۸	۴۴۴۱/۸۶	۱۳۸۲-۸۳
۱۸/۷۸	۲۸/۴۵	۰/۰۰	۵/۳۰	۰/۰۰	۱۲/۹۶	۱۰/۲۱	۲۹/۳۷	۱۱۵۰/۰۳	۵۳/۷۸	۸/۲۲	۷/۳۹	۳۰۲۸/۶۹	۴۶۵۹/۲۹	۱۳۸۳-۸۴
۱۶/۱۶	۲۸/۲۴	۰/۰۰	۵/۴۵	۰/۰۰	۱۱/۷۷	۱۰/۵۳	۲۷/۵۵	۱۱۰۷/۳۴	۵۳/۷۴	۷/۹۲	۷/۳۸	۲۸۸۲/۶۶	۴۴۳۴/۶۹	۱۳۸۴-۸۵
۲۳/۸۱	۳۹/۹۶	۰/۰۰	۴/۵۴	۰/۰۰	۱۵/۹۷	۱۳/۴۸	۳۸/۸۸	۱۴۶۲/۰۵	۵۳/۷۱	۹/۴۲	۷/۶۲	۳۷۲۳/۸۱	۵۷۱۶/۲۵	۱۳۸۵-۸۶
۱۸/۰۷	۳۰/۷۷	۰/۰۰	۵/۶۲	۰/۰۰	۱۲/۸۳	۱۱/۴۸	۳۰/۱۶	۱۲۰۷/۲۲	۵۳/۳۲	۸/۲۸	۷/۳۱	۳۱۲۰/۱۱	۴۷۹۹/۹۴	۱۳۸۶-۸۷
۱۹/۹۹	۳۰/۷۳	۰/۰۰	۵/۶۲	۰/۰۰	۱۲/۹۹	۱۱/۸۶	۳۱/۴۶	۱۲۳۴/۳۲	۵۴/۱۴	۸/۵۱	۷/۱۷	۳۱۰۴/۴۸	۴۷۵۵/۸۸	۱۳۸۷-۸۸
۱۵/۱۴	۲۸/۸۶	۰/۰۰	۵/۶۹	۰/۰۰	۹/۶۰	۱۰/۶۲	۲۹/۴۷	۱۰۰۴/۸۳	۵۴/۶۷	۸/۴۳	۷/۲۱	۲۸۶۳/۵۷	۴۴۰۵/۰۷	۱۳۸۸-۸۹
۱۵/۳۱	۲۲/۹۱	۰/۰۰	۵/۶۸	۰/۰۰	۱۰/۲۳	۹/۴۳	۲۴/۲۷	۹۷۶/۶۰	۵۴/۵۶	۷/۵۳	۷/۴۳	۲۵۵۱/۳۷	۳۹۲۴/۸۹	۱۳۸۹-۹۰
۱۷/۶۳	۲۹/۰۶	۰/۰۰	۵/۷۰	۰/۰۰	۱۲/۴۶	۱۱/۴۱	۲۸/۴۵	۱۱۸۵/۹۲	۵۱/۹۰	۷/۹۰	۷/۴۱	۲۹۸۷/۹۱	۴۵۵۵/۷۶	۱۳۹۰-۹۱
۱۸/۷۳	۳۲/۵۴	۰/۰۰	۵/۶۸	۰/۰۰	۱۲/۳۴	۱۲/۷۳	۳۱/۹۳	۱۲۴۵/۶۴	۵۲/۵۷	۸/۵۵	۷/۲۴	۳۲۸۲/۲۴	۵۰۴۹/۲۹	۱۳۹۱-۹۲
۱/۵۱	۳۰/۳۲	۰/۰۰	۵/۳۸	۰/۰۰	۱۲/۶۴	۱۲/۲۶	۲۸/۳۳	۱۲۳۶/۸۷	۵۰/۱۹	۷/۵۳	۷/۳۲	۳۰۳۴/۱۶	۴۶۶۷/۶۷	۱۳۹۲-۹۳
۱۷/۴۸	۳۰/۵۰	۰/۰۰	۵/۴۴	۰/۰۰	۱۳/۱۸	۱۲/۴۷	۲۷/۷۸	۱۲۷۴/۰۵	۴۹/۱۸	۷/۳۲	۷/۲۱	۳۰۱۴/۸۸	۴۶۹۶/۰۹	۱۳۹۳-۹۴
۱۷/۲۳	۳۰/۰۹	۰/۰۰	۵/۲۸	۰/۰۰	۱۳/۶۰	۱۱/۵۵	۲۷/۴۳	۱۲۴۹/۰۸	۴۹/۳۱	۷/۲۸	۷/۶۸	۲۹۲۳/۰۲	۴۴۹۶/۷۱	۱۳۹۴-۹۵
۱۸/۷۴	۳۲/۴۱	۰/۰۰	۵/۴۷	۰/۰۰	۱۳/۴۶	۱۲/۳۷	۳۰/۷۹	۱۲۸۲/۵۹	۵۱/۳۵	۸/۲۲	۷/۷۴	۳۱۸۳/۱۱	۴۹۰۰/۳۸	۱۳۹۵-۹۶
۱۷/۰۰	۲۸/۱۲	۰/۰۰	۵/۳۸	۰/۰۰	۱۲/۰۵	۱۱/۹۵	۲۶/۵۳	۱۱۹۲/۳۰	۵۰/۴۱	۷/۳۹	۶/۹۴	۲۹۶۲/۳۸	۴۵۵۷/۳۱	۱۳۹۶-۹۷
۱۹/۶۶	۳۳/۳۱	۰/۰۰	۵/۱۳	۰/۰۰	۱۳/۵۵	۱۳/۱۸	۳۱/۳۷	۱۳۲۸/۲۳	۵۱/۶۶	۸/۲۷	۶/۹۳	۳۲۹۰/۱۹	۵۰۶۱/۶۱	۱۳۹۷-۹۸



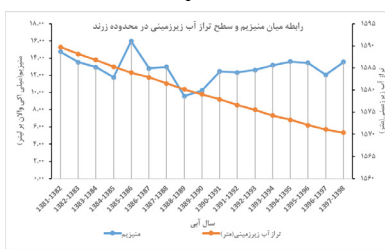
(کلر)



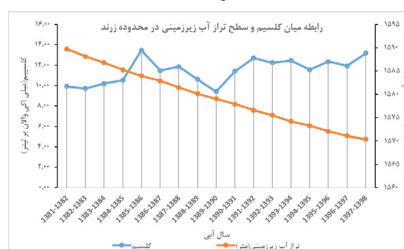
(سولفات)



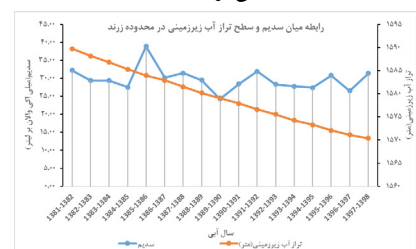
(بی کربنات)



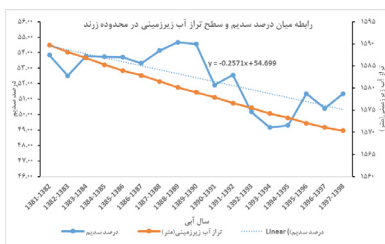
(منیزیم)



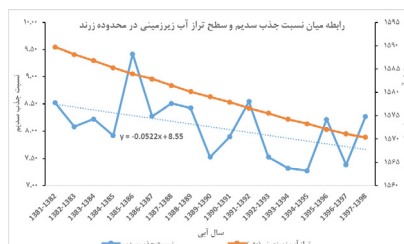
(کلسیم)



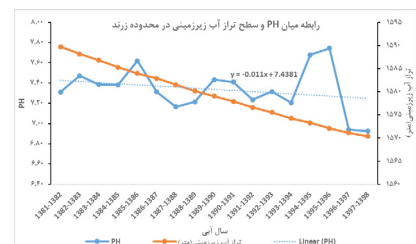
(سدیم)



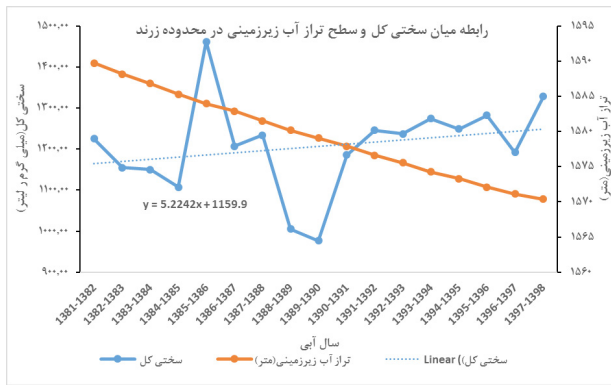
(درصد سدیم)



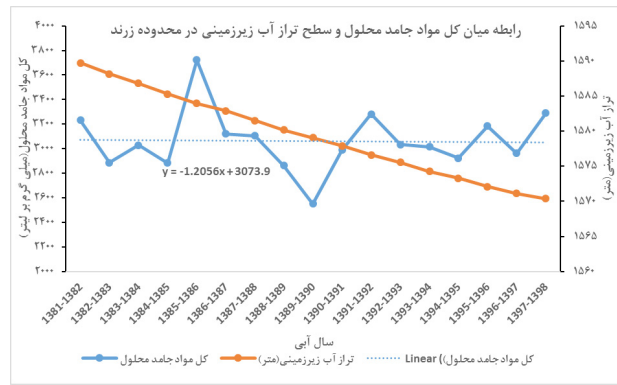
(نسبت جذب سدیم)



(اسیدیته)

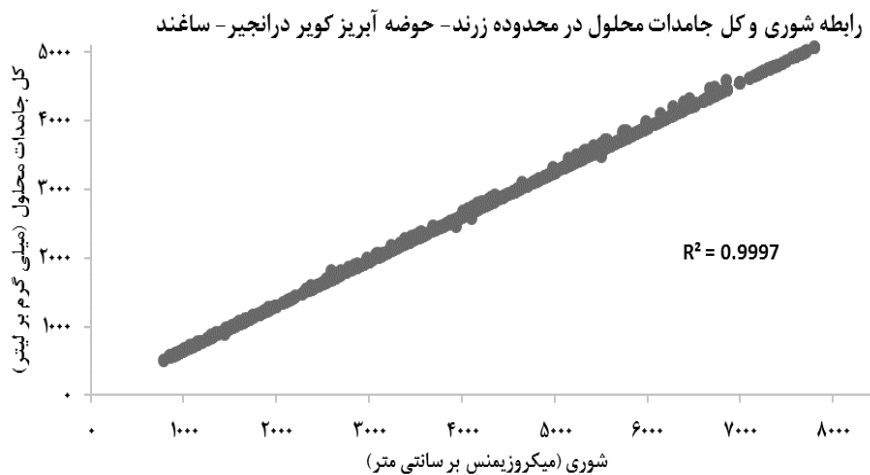


(سختی کل)



(کل مواد جامد محلول)

شکل ۲: رابطه‌ی تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی بر پارامترهای کیفی در حوزه آبخیز زرنند طی دوره‌ی آماری ۹۸-۱۳۸۱



شکل ۳: رابطه‌ی شوری (میکرو زیمنس بر سانتی متر) و کل جامدات محلول (میلی گرم بر لیتر) در حوزه آبخیز زرنند

تا ۱۳۹۷ به‌طور متوسط سالانه به میزان ۱۴/۳۴ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر بر میزان شوری آب افزوده‌شده و در مجموع طی این سال‌ها به میزان ۲۲۹/۳۷ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر آب محدود شوری‌اش بیش‌تر شده است.

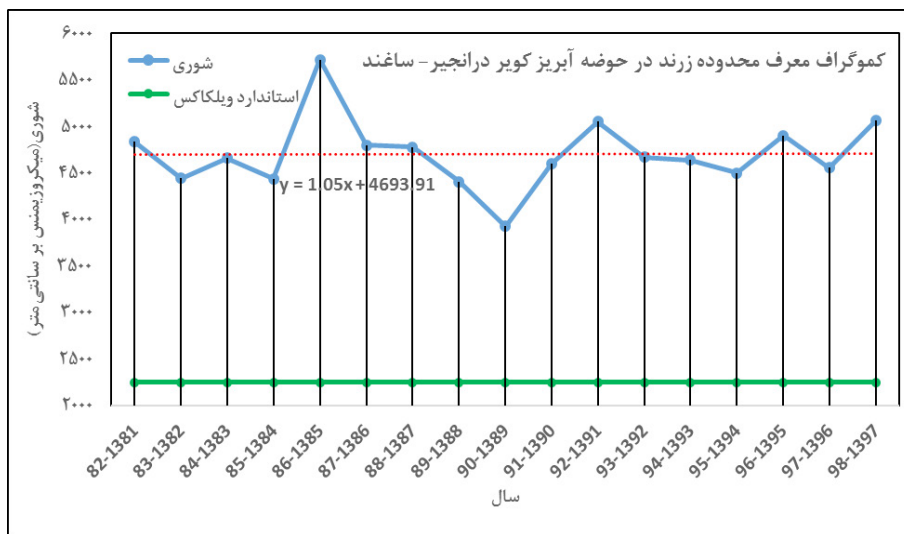
### بررسی ارتباط شوری (EC) و تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی

بررسی مقادیر شوری و سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنند نشان داد به‌طور کلی در این حوزه آبخیز، طی دوره ۱۷ ساله، سطح آبخوان به‌صورت نزولی کاهش پیدا کرده است به‌طوری‌که در مجموع سطح آن با ۱۹/۳۲ متر افت مواجه شده است که افزایش شوری ۲۲۹/۳۷ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر را در پی داشته است. هم‌چنان که بررسی تغییرات شوری و سطح تراز آب به تفکیک سال نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی منفی ۰/۰۰۷ میان دو پارامتر است که از لحاظ آماری قابل قبول نمی‌باشد (جدول ۲). نتایج شکل‌های (۶) و (۷) نشان‌دهنده‌ی ارتباط میان تغییرات شوری و سطح آب در این آبخیز می‌باشند.

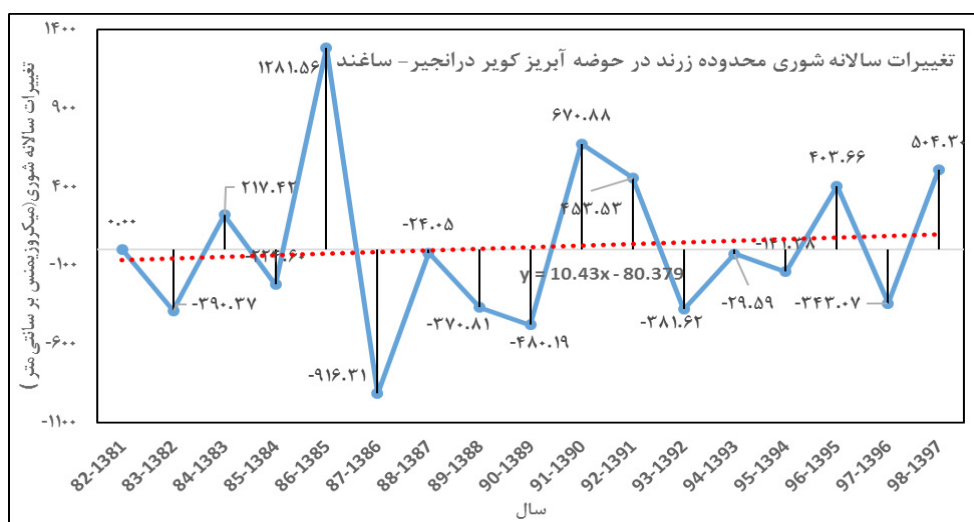
میان هدایت الکتریکی و کل جامدات محلول در حوزه آبخیز زرنند به‌صورت نمودار نقطه‌ای در شکل (۳) ارائه‌شده است. نتایج حاصل از نمودارهای نقطه‌ای حاکی از رابطه‌ی خطی معنی‌داری میان EC و TDS در تمامی محدوده‌های مطالعاتی است. به‌طوری‌که در تمامی محدوده‌ها میزان  $R^2$  بالای ۰/۹ می‌باشد. وجود رابطه‌ی خطی معنادار میان EC و TDS نشان از بالا بودن میزان یون‌های و املاح آب است که سبب کاهش انحلال‌پذیری فلزات و انتقال به رسوبات می‌شود.

### پایش تغییرات شوری در طول زمان

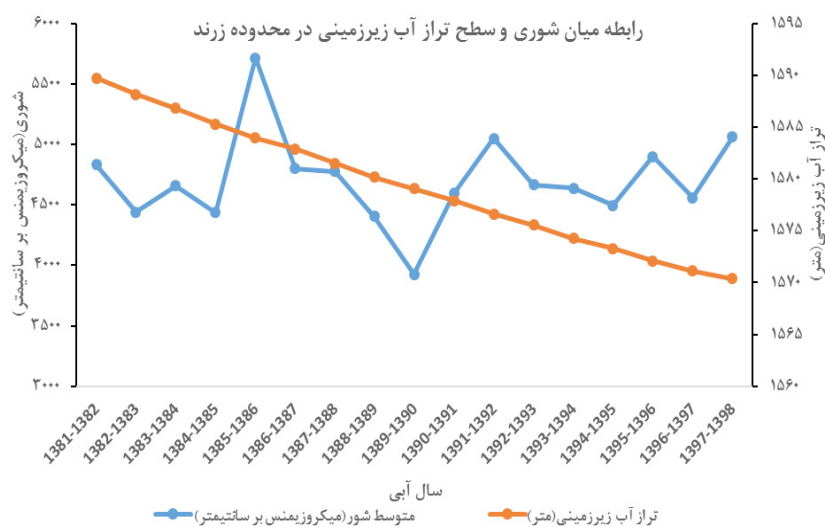
نتایج نمودارهای کموگراف آب زیرزمینی به‌منظور بررسی رابطه‌ی میان تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی شوری آب در حوزه آبخیز زرنند طی دوره‌ی آماری ۸۲-۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷-۹۸ در شکل (۴) و (۵) ارائه‌شده است. با توجه به نتایج شکل، مشخص شد که در محدوده‌ی زرنند در تمامی سال‌های مورد بررسی مقدار شوری از حداکثر مقدار ارائه‌شده توسط ویلکوکس حدود ۲۲۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بیش‌تر بوده است. در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه روند تغییرات شوری در این محدوده افزایشی بوده و طی سال‌های ۱۳۸۱



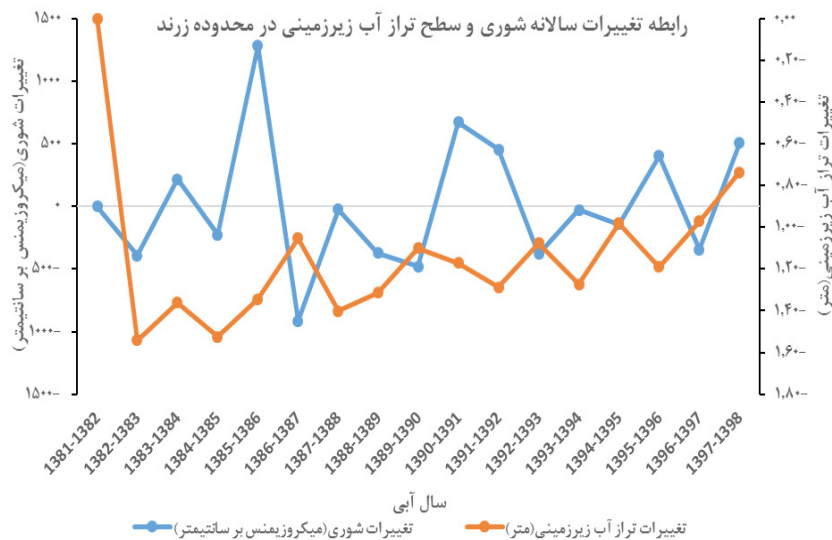
شکل ۴: نمودار کموگراف در حوضه آبخیز زرد



شکل ۵: تغییرات سالانه شوری در حوضه آبخیز زرد بین سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷



شکل ۶: رابطه شوری و سطح تراز آب زیرزمینی در حوضه آبخیز زرد



شکل ۷: رابطه‌ی تغییرات شوری و سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنند

میکرو زیمنس بر سانتی متر بر میزان شوری آب افزوده شده، بدین معنا که در مجموع به میزان ۲۲۹/۳۷ میکرو زیمنس بر سانتی متر آب این منطقه شورتر شده است. اثرات آب زیرزمینی بر شوری خاک سطحی به سطح شوری آن بستگی دارد. به دلیل آنکه عمق کم آب زیرزمینی و شوری عوامل اصلی تأثیرگذار بر شوری خاک در دشت‌های رودخانه‌ای مناطق خشک هستند [۳۹]. علاوه بر آن بررسی ارتباط میان شوری و سطح تراز آب زیرزمینی نشان داد علی‌رغم تغییرات افزایشی شوری در این آبخیز، سطح سفره با افت مواجه بوده است که با یافته‌های میزرا و میسرا [۲۰] و آبلیز و همکاران [۱] تطابق دارد. باین‌حال، همبستگی مثبتی بین شوری خاک و عمق سطح آب زیرزمینی در بسیاری از مطالعات یافت شد [۲۸، ۴۱ و ۴۴]. فعالیت‌های کشاورزی فشرده با استفاده بیش‌ازحد از آب آبیاری و سامانه‌های زهکشی نامناسب سطح آب‌های زیرزمینی را بالا می‌برد و در نتیجه منجر به افزایش شوری خاک می‌شود [۴۳]. علاوه بر این، سایر عوامل محیطی مانند وضعیت آب‌وهوا، سامانه‌های آبی، بافت خاک و پوشش زمین و عوامل انسانی از جمله شبکه‌های آبیاری و کاربری اراضی تصور می‌شود که بر توزیع شوری خاک تأثیر دارند [۳۵].

#### نتیجه‌گیری

شوری خاک ناشی از آب‌های زیرزمینی شور، یک مسئله مهم زیست‌محیطی جهانی است که باعث تخریب زمین، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران می‌شود. البته تأثیر نامطلوب آب‌های زیرزمینی شور بر شوری خاک در مکان و زمان به دلیل تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی و غلظت نمک متفاوت می‌باشد. با تکیه بر همین اصل مهم مطالعه حاضر باهدف بررسی تأثیرپذیری پارامترهای کیفی از تغییرات سطح تراز آب زیرزمینی در حوزه آبخیز زرنند استان کرمان انجام شده است. عمده نتایج این پژوهش تأکید داشت که رابطه‌ی خطی

#### جدول ۱: ضریب همبستگی شوری و سطح تراز آب زیرزمینی و تغییرات آن‌ها در حوزه آبخیز زرنند

تغییرات شوری و تراز آب زیرزمینی	شوری و تراز آب زیرزمینی
۰/۰۴	-۰/۰۰۷

مطابق یافته‌ها مشخص شد که مقادیر ضریب همبستگی میان نسبت جذب سدیم و سطح سفره نشان داد که رابطه‌ی مثبت معنی‌دار میان این دو پارامتر وجود دارد که بیانگر کاهش سطح سفره در راستای کاهش نسبت جذبی سدیم می‌باشد. مقادیر ضریب همبستگی غلظت یون کلسیم و کاهش سطح سفره نشان داد در منطقه کاهش سطح سفره تأثیر معنی‌داری بر افزایش غلظت کلسیم داشته است. تحت تبخیر شدید از سطوح خاک، نمک‌های محلول به سمت بالا حرکت می‌کنند که با تبخیر آب‌های زیرزمینی همراه است. در نتیجه نمک‌ها پس از تبخیر آب در خاک‌های سطحی باقی می‌مانند [۳۸]. باین‌حال، افزایش غلظت نمک سطحی خاک تحت یک سطح آب زیرزمینی ثابت نسبتاً آهسته و پیش‌رونده است و فرآیند شور شدن با بزرگی بالاتر در زیر سطح نوسان آب زیرزمینی سریع‌تر است [۱۲]. کربنات‌ها و سولفات‌های موجود در سنگ‌ها ممکن است در جریان نفوذ بارندگی، آبیاری و حرکت آب‌های زیرزمینی حل شده و به سیستم آب‌های زیرزمینی اضافه گردد. نادری اشکفتکی و همکاران [۲۴] تأیید کردند که کیفیت آب زیرزمینی دشت سفیددشت استان چهارمحال و بختیاری در سال‌های اخیر کاهش یافته است که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد.

هم‌چنین در حوزه آبخیز زرنند سالانه به‌طور متوسط به میزان ۱۴/۳۴

African Journal of Environmental Science and Technology, 5(12), 1069-1084.

6. Bouchaou, L., Michelot, J. L., Vengosh, A., Hsissou, Y., Qurtobi, M., Gaye, C. B., Bullen, T.D., Zuppi, G. M. 2008. Application of multiple isotopic and geochemical tracers for investigation of recharge, salinization, and residence time of water in the Souss-Massa aquifer, southwest of Morocco. *Journal of Hydrology*, 352(3-4), 267-287.

7. Delbari, M., Motlagh, M. B., Kiani, M., Amiri, M. 2013. Investigating spatio-temporal variability of groundwater quality parameters using geostatistics and GIS. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4(12), 3623-3632.

8. Ferchichi, H., Ben Hamouda, M. F., Farhat, B., Ben Mammou, A. 2018. Assessment of groundwater salinity using GIS and multivariate statistics in a coastal Mediterranean aquifer. *International journal of environmental science and technology*, 15, 2473-2492.

9. Freeze RA, Cherry JA 1979 *Groundwater*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

10. Froehlich, K., Yurtsever, Y. 1995. Isotope techniques for water resources in arid and semiarid regions. *International Association of Hydrological Sciences, Publication*. 1995.

11. GHordFamarzi, M., Mazidi, A., Soltani Gordfamarzi, V. 2019. Application of the Statistics to map Salinity (EC), Changes and Groundwater limits in Yazd – Ardakan plain. *Climate Change and Climate Change*, 1(1), 154-178. (In Persian)

12. Ibrahim, M. K., Miyazaki, T., Nishimura, T., Imoto, H. 2014. Contribution of shallow groundwater rapid fluctuation to soil salinization under arid and semiarid climate. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 3901-3911.

13. Islam, A., Biswas, H. A. 2019. Optimal planning and management of groundwater level declination: A mathematical model. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial and Mechanical Engineering and Operations Management* (pp. 107-117).

14. Jiang, Z., Yang, S., Liu, Z., Xu, Y., Shen, T., Qi, S., Pang, Q., Xu, J., Liu, F., Xu, T. 2022. Can ensemble machine learning be used to predict the groundwater level dynamics of farmland under future climate: a 10-year study on Huaibei Plain. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(29), 44653-44667.

15. Krishan, G., Bhagwat, A., Sejwal, P., Yadav, B. K.,

معنی داری میان EC و TDS به میزان  $R^2$  بالای ۰/۹ وجود داشته است. همچنین پایش تغییرات شوری در طول زمان نشان داد که در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه روند تغییرات شوری در این آبخیز افزایشی بوده است. نمودار کموگراف به منظور بررسی رابطه‌ی میان پارامترهای کیفی و سطح تراز آب زیرزمینی نشان داد که آبخوان با ۱۹/۳۲ متر افت مواجه شده است که افزایش شوری ۲۲۹/۳۷ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر را در پی داشته است. هم‌چنان که بررسی تغییرات شوری و سطح تراز آب به تفکیک سال نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی منفی (۰/۰۰۷) میان دو پارامتر است و از لحاظ آماری قابل قبول نمی‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش باید نسبت به کنترل برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی اقدام و سطح آب زیرزمینی به منظور کاهش شوری آب و افزایش کیفیت آن با افزایش راندمان آبیاری و تغذیه مصنوعی افزایش داد.

### سپاسگزاری

این اثر بر گرفته از بخشی از نتایج پروژه‌ی تحقیقاتی با عنوان "مطالعه‌ی کیفیت منابع آب زیرزمینی با تأکید بر مصارف شرب، آبیاری و صنعت در حوزه‌ی آبریز کویر درانجیر"، مصوب در مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور با کد ۹۹۰۵۴۲-۹۹۰۲۵-۰۲۹-۰۹-۰۹-۰۱ می‌باشد. نویسندگان این مقاله بر خود فرض می‌دانند از همکاری و پشتیبانی آن مؤسسه سپاسگزاری و قدردانی نمایند.

### منابع

1. Abliz, A., Tiyip, T., Ghulam, A., Halik, Ü., Ding, J. L., Sawut, M., Zhang, F., Nurmemet, I., Abliz, A. 2016. Effects of shallow groundwater table and salinity on soil salt dynamics in the Keriya Oasis, Northwestern China. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-15.

2. Afrifa, S., Zhang, T., Appiahene, P., Varadarajan, V. 2022. Mathematical and machine learning models for groundwater level changes: a systematic review and bibliographic analysis. *Future Internet*, 14(9), 259.

3. Afshar, A., Khosravi, M., Molajou, A. 2021. Assessing adaptability of cyclic and non-cyclic approach to conjunctive use of groundwater and surface water for sustainable management plans under climate change. *Water Resources Management*, 35(11), 3463-3479.

4. Ahankoub, M., Ayati, F., Abroud, M. 2022. Investigating Groundwater Status of Mal-e Khalifeh Plain in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. *Journal of Environmental Science Studies*, 7(3), 5240-5250. (In Persian)

5. Balakrishnan, P., Saleem, A., Mallikarjun, N. D. 2011. Groundwater quality mapping using geographic information system (GIS): A case study of Gulbarga City, Karnataka, India.



- M. 2023. Investigation of Temporal and Spatial Variations of Groundwater Quality in Sefiddasht Plain and Suitability Evaluation for Agricultural Use. *Hydrogeology*, 7(2), 91-108.
25. OC, A., Akudinobi, B. E. B. 2018. Qualitative characterization of groundwater sources around Nigeria National Petroleum Cooperation Oil Depot Aba, using multiple linear regressions modelling.
26. Panahi, M., Misaqi, F., Ghanbari, F. 2017. Determining of trend variation in quality parameters of Shabestar plain underground water. *Environmental Sciences*, 15(3), 19-38.
27. Pasereh, F., Hasani, A., Hoseni, N., Javid, A. 2016. Investigating the Changes of Sulphate in Potable Water of Yasuj City and preparing its Qualitative Plan by Means of GIS Tools. *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(1), 17-22. (In Persian)
28. Petheram, C., Bristow, K. L., Nelson, P. N. 2008. Understanding and managing groundwater and salinity in a tropical conjunctive water use irrigation district. *Agricultural water management*, 95(10), 1167-1179.
29. Razaeei Tavabe, K., heidari, A., sayahpour, M. 2022. Investigation of groundwater level and simulation of forecast scenarios in Parishan catchment. *Quantitative Geomorphological Research*, 11(2), 210-228. (In Persian)
30. Richter BC, Kreitler CW. 1993. *Geochemical techniques for identifying sources of ground-water salinization*. CRC Press, Boca Raton
31. Rodriguez-Galiano, V., Mendes, M. P., Garcia-Soldado, M. J., Chica-Olmo, M., Ribeiro, L. 2014. Predictive modeling of groundwater nitrate pollution using Random Forest and multisource variables related to intrinsic and specific vulnerability: A case study in an agricultural setting (Southern Spain). *Science of the Total Environment*, 476, 189-206.
32. Sahoo, S., Russo, T. A., Elliott, J., Foster, I. 2017. Machine learning algorithms for modeling groundwater level changes in agricultural regions of the US. *Water Resources Research*, 53(5), 3878-3895.
33. Sahour, H., Gholami, V., Vazifedan, M. 2020. A comparative analysis of statistical and machine learning techniques for mapping the spatial distribution of groundwater salinity in a coastal aquifer. *Journal of Hydrology*, 591, 125321.
34. Scudiero, E., Skaggs, T. H., Corwin, D. L. 2014. Kansal, M. L., Bradley, A., Singh, S., Kumar, M., Sharma, L.M., Muste, M. 2023. Assessment of groundwater salinity using principal component analysis (PCA): a case study from Mewat (Nuh), Haryana, India. *Environmental monitoring and assessment*, 195(1), 37.
16. Kwon, H., Grunwald, S., Beck, H., Jung, Y. 2014. Automatic calibration of a hydrologic model for simulating groundwater table fluctuations on farms in the everglades agricultural area of south Florida. *Irrigation and Drainage*, 63(4), 538-549.
17. Li, L., Barry, D. A., Pattiaratchi, C. B., Masselink, G. 2002. BeachWin: modelling groundwater effects on swash sediment transport and beach profile changes. *Environmental Modelling & Software*, 17(3), 313-320.
18. Mardiana, S., Anzum, R., Dwijendra, N. K. A., Al Sarraf, A. A. M., Timoshin, A., Sergushina, E., Muda, I., Zhilnikova, N., Fakri Mustafa, Y., Tikhomirov, E. 2022. Assessment of groundwater quality and their vulnerability to pollution using GQI and DRASTIC indices. *Journal of Water and Land Development*, 138-142.
19. Mi, L., Tian, J., Si, J., Chen, Y. 2023. Eco-hydrological effects of agricultural water-saving in the Yinchuan Plain, Northwest China. *Regional Environmental Change*, 23(1), 13.
20. Misra, A. K., Mishra, A. 2007. Study of quaternary aquifers in Ganga Plain, India: focus on groundwater salinity, fluoride and fluorosis. *Journal of Hazardous Materials*, 144(1-2), 438-448.
21. Moslemi, H., Choopani, S., Abkar, A. 2018. Impact of Floodwater Spreading on Salinity Groundwater (Case Study: Dhendar Floodwater Spreading-Hormozgan Province). *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 12(41), 13-22. (In Persian)
22. Mousavi, A., Solaimani, K., Shokrian, F., Roshun, S. H. 2020. Investigation of Spatio-Temporal Variation in Groundwater Resource Quality using Geo-Statistical Methods (Case Study: Lordegan Plain, Chaharmahal and Bakhteyari Province). *Irrigation and Water Engineering*, 10(3), 262-275. (In Persian)
23. Naderi, M., Raeisi, E. 2018. Management strategies of a critical aquifer under the climate change in Jahrum of South-Central Iran. *Sustainable Water Resources Management*, 4, 1077-1090.
24. Naderi Eshkaftaki, M., Mirabbasi, R., Nasr Esfahani,

41. Xie, Y., Chen, T. B., Lei, M., Yang, J., Guo, Q. J., Song, B., Zhou, X. Y. 2011. Spatial distribution of soil heavy metal pollution estimated by different interpolation methods: Accuracy and uncertainty analysis. *Chemosphere*, 82(3), 468-476.
42. Zakwan, M. 2021. Trend analysis of groundwater level using innovative trend analysis. In *Groundwater resources development and planning in the semi-arid region* (pp. 389-405). Cham: Springer International Publishing.
43. Zhang, F., Tiyp, T., DING, J. L., HE, Q. S. 2009. The effects of the chemical components of soil salinity on electrical conductivity in the region of the delta oasis of Weigan and Kuqa Rivers, China. *Agricultural Sciences in China*, 8(8), 985-993.
44. Zhao, X., Xu, H., Zhang, P., Fu, J., Bai, Y. 2013. Soil water, salt, and groundwater characteristics in shelterbelts with no irrigation for several years in an extremely arid area. *Environmental monitoring and assessment*, 185, 10091-10100.
- Regional scale soil salinity evaluation using Landsat 7, western San Joaquin Valley, California, USA. *Geoderma Regional*, 2, 82-90.
35. Sidike, A., Zhao, S., Wen, Y. 2014. Estimating soil salinity in Pingluo County of China using QuickBird data and soil reflectance spectra. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26, 156-175.
36. Shin, M. J., Moon, S. H., Kang, K. G., Moon, D. C., Koh, H. J. 2020. Analysis of groundwater level variations caused by the changes in groundwater withdrawals using long short-term memory network. *Hydrology*, 7(3), 64.
37. Wada, Y., Van Beek, L. P., Van Kempen, C. M., Reckman, J. W., Vasak, S., Bierkens, M. F. 2010. Global depletion of groundwater resources. *Geophysical research letters*, 37(20).
38. Wu, J., Zhao, L., Huang, J., Yang, J., Vincent, B., Bouarfa, S., Vidal, A. 2009. On the effectiveness of dry drainage in soil salinity control. *Science in China Series E: Technological Sciences*, 52(11), 3328-3334.
39. Wu, J., Li, P., Qian, H., Fang, Y. 2014. Assessment of soil salinization based on a low-cost method and its influencing factors in a semi-arid agricultural area, northwest China. *Environmental Earth Sciences*, 71, 3465-3475.
40. Yazdanpanahi, A., Akbari, M., Behrangmanesh, M. 2018. Spatio-temporal variable of groundwater parameters using Geo-statistical methods in Mashhad plain. *Extension and Development of Watershed Management*, 6(20), 25-34.



## Abstract

## The Influence of Qualitative Parameters on Changes in the Level of Underground Water Level in Zarand Watershed, Kerman Province

S.M. Soleimanpour<sup>1\*</sup>, S. Lotfinasab<sup>2</sup>, O. Rahmati<sup>3</sup> and M. Motamednia<sup>4</sup>

Received: 2023/03/05 Accepted: 2023/06/10

In order to closely monitor the state of groundwater resources and their optimal management, it is necessary to assess the fluctuations in groundwater levels, and then the influence of water quality. The current research was carried out with the aim of studying the fluctuations of groundwater level on its quality in Zarand watershed in Kerman province. For this purpose, the properties of 14 qualitative parameters of groundwater are studied, including the concentration of Na, K, Ca and Mg, the concentration of Cl<sup>-</sup>, So<sub>4</sub>, Co<sub>3</sub>-2 and HCO<sub>3</sub> anions, SAR, sodium percentage, TH, TDS, pH and Ec for the area studied were assessed in the period from 2002-2003 to 2018-2019. Since the quality of groundwater depends on its quantity, changes in the quality parameters of water depending on the level of the aquifer were examined in the watershed. According to the results, there is a significant linear relationship between EC and TDS with R<sup>2</sup> above 0.9. Monitoring salinity changes over time showed that the trend of salinity changes in this area increased over the studied period. To study the relationship between the qualitative parameters and the level of the groundwater table, the chemograph chart showed that the aquifer experienced a drop of 19.32 m, resulting in an increase in salinity of 229.37 μS/cm. The study of salinity and water level changes per year also shows a negative relationship (0.007) between the two parameters and is not acceptable from a statistical point of view. The results of this study can provide important information for the development of water management strategies and ensure sustainable management and safe use of water.

**Keywords:** Water balance, Level, Water salinity, Water quality, Chemograph chart.

1. Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran. \*Corresponding Author's E-mail: m.soleimanpour@areeo.ac.ir

2. Assistant Professor, Desert Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj, Iran.

4. Ph.D., Natural Resources and Watershed Management Department, Bafgh County, Yazd Province, Iran.