



## بررسی روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان در دهه

۱۳۷۹-۸۸

نویسندگان: محمد اکرامی\* ذبیح اله شریفی\*\* حسین ملکی نژاد\*\*\* محمدرضا اختصاصی\*\*\*

\*نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

Email: Ekrami64@gmail.com تلفن: ۰۹۱۳۹۵۳۷۵۴۷

\*\*دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه یزد

\*\*\*دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

### چکیده

**سابقه و اهداف:** امروزه با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعتی، شرب و بهداشت، فشار زیادی به منابع آب زیرزمینی وارد شده است. این مسأله در کنار وقوع خشکسالی‌های شدید و طولانی مدت شرایطی را برای کشور، خصوصاً برای مناطق خشک و فراخشک پدید آورده است که آن را با چالش‌های جدی در زمینه کمیت و کیفیت آب مواجه کرده است. در این تحقیق، روند تغییرات کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی و روند خشکسالی در دشت یزد- اردکان بعنوان یکی از مهمترین مراکز جمعیتی ایران مرکزی، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**روش بررسی:** به منظور بررسی تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی از داده‌های کیفی دشت یزد اردکان در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ مربوط به منابع انتخابی شرکت سهامی آب منطقه ای یزد استفاده شد و با نرم افزارهای آماری (Minitab) و کیفی آب (Aquachem)، این داده‌ها ارزیابی و روند تغییرات زمانی بررسی گردید. با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی و بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی، لایه‌های اطلاعات مکانی برای همه پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت تهیه و بررسی هم منطبق گردید و مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین به منظور برآورد شدت و مدت خشکسالی اقلیمی از شاخص استاندارد بارش (SPI) و جهت بررسی روند افت سطح آب زیرزمینی از هیدروگراف بلند مدت چاه‌های پیرومتری موجود در دشت یزد- اردکان استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در ۴ دهه اخیر حاکی از روند نزولی آن بوده و متوسط افت سطح ایستابی، حدود ۰/۵ متر در سال می‌باشد. هم‌چنین نتایج حاصل از تغییرات کیفیت آب در دهه اخیر نشان داد که با افزایش تکرار خشکسالی و افت شدید سفره آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی، خصوصاً در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ دارای روند نزولی بوده است. نتایج نشان داد که در طی ۵۰ سال اخیر، تکرار وقوع خشکسالی اقلیمی در دهه اخیر نسبت به چهار دهه گذشته، ۴ برابر شده است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج می‌توان گفت که تنها راه اساسی و اصولی جهت جلوگیری از عواقب خطرناک افت سطح ایستابی و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، مصرف درست و قانونمند آب و جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** کیفیت آب، دشت یزد- اردکان، خشکسالی، آب زیرزمینی.

## طلوع بهداشت

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دهم

شماره: دوم و سوم

پاییز و زمستان ۱۳۹۰

شماره مسلسل: ۳۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰



## مقدمه

آب به عنوان یک منبع قابل تجدید همواره به عنوان یک رکن اصلی توسعه مطرح بوده است. با افزایش جمعیت و افزایش نیاز آب در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب و بهداشت، فشار زیادی به منابع آب زیرزمینی وارد شده است (۱). مقایسه سرانه کل منابع آب شیرین قابل دسترسی در بین مناطق جهان متفاوت است، به طوری که بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان آب سالم ندارند و منشاء ۸۰ درصد بیماری‌ها در کشورهای در حال توسعه، آب ناسالم و بی کیفیت می باشد (۲). اهمیت آب برای بهداشت و توسعه به اندازه‌ای است که سازمان جهانی بهداشت (WHO) مهمترین نارسایی قرن بیستم را عدم دسترسی همگان به بهسازی و آب آشامیدنی سالم و کافی عنوان کرده است (۳). وجود برخی از املاح در آب، برای سلامتی انسان ضروری است ولی مقدار بیش از حد مجاز برخی از آن‌ها سلامتی انسان را به خطر می اندازد (۴). به طور کلی کیفیت آب یک امر نسبی است و معرف ویژگی‌های آب است و از طریق ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیست شناختی تعریف می شود، کیفیت آب‌های زیرزمینی در مقیاس‌های مکانی و زمانی عمل کرده و نمی توان خواص آن را در طول زمان و مکان ثابت فرض کرد (۵). نتایج تحقیق در حوزه اریاهازر کشور بنگلادش نشان داد که تغییرات زمانی شیمیایی آب زیرزمینی در آبخوان‌های عمیق و کم عمق متفاوت است (۶). همچنین آلپرالکی و همکاران با ارزیابی مکانی و زمانی شاخص کیفی و ویژگی‌های هیدرولوژیکی آب در حوزه کارستیک در

غرب ترکیه نشان دادند که فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی، بر روی تغییرات مکانی و زمانی و پارامترهای کیفی تاثیر گذار می باشد (۷). نتایج مطالعات منابع آب زیرزمینی در منطقه مین کونین اوسیز، نشان داد که شبیه سازی دینامیکی مکانی و زمانی خصوصیات آب زیرزمینی با استفاده از زمین آمار و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کاری شدنی و عملی است (۸). به طور کلی کمبود منابع آب یک تهدید بزرگی برای اقتصاد و سطح زندگی مردم محسوب شده و افزایش تقاضا بر روی منابع آب قابل دسترس، موجب تشدید رقابت بهره برداران بر روی منابع آبی می شود، که این مسئله باعث گسترش خشکسالی در حد شدید و خیلی شدید می شود (۹). در جهان خشکسالی را به انواع مختلفی طبقه بندی نموده اند، که معروف ترین آن، پدیده خشکسالی را به چهار نوع اصلی، یعنی خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی، کشاورزی و خشکسالی اقتصادی - اجتماعی طبقه بندی نموده است (۱۰). استان یزد به علت حاکم بودن شرایط اقلیمی خشک و فرا خشک در آن، از جمله مناطقی است که همواره از شرایط بی آبی و کم آبی در رنج و سختی بوده است. همچنین وقوع خشکسالی - های پی در پی و به دنبال آن برداشت بی رویه از سفره آب زیر زمینی به عنوان تنها منبع تأمین آب، موجب افت شدید سطح ایستابی و تغییر در کیفیت آب گردیده است. هدف اساسی از این تحقیق، مطالعه و بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی پارامترهای کیفی و کمی آب و تأثیر خشکسالی‌های شدید در تغییر کیفیت آب زیرزمینی به منظور مدیریت منابع آب در دشت یزد- اردکان می باشد.



## روش بررسی

دشت یزد- اردکان یکی از وسیع‌ترین و مهمترین دشت‌های استان یزد می‌باشد و شهرهای اردکان، میبد، اشکذر، مهریز و یزد را در بر می‌گیرد. این منطقه جزء کمربند خشک فلات مرکزی ایران به شمار می‌رود. بارش‌های این منطقه اندک و نامنظم (متوسط بارش در سطح حوزه ۱۱۸ میلیمتر در سال) و میزان تبخیر آن بین ۲۲۰۰ تا ۳۲۰۰ میلیمتر می‌باشد. مساحت دشت حدود ۴۱۱۷ کیلومتر مربع بوده و بزرگترین ذخیره آبی استان در این دشت قرار دارد. سطح ایستابی در پاره‌ای از نواحی جنوبی دشت بیش از ۱۰۰ متر و در نواحی شمالی به کمتر از ۱۰ متر می‌رسد. در این تحقیق با توجه به مساحت منطقه در نهایت ۵۰ حلقه چاه برای نمونه برداری و بررسی و انجام آزمایشات انتخاب گردید. بازدیدهای صحرایی و نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه نشان می‌دهد که با توجه به پراکندگی چاه‌ها در سطح دشت، نمونه‌ها به نحوی است که وضعیت آب‌های زیرزمینی منطقه را نشان می‌دهد. جهت بررسی تغییرات کیفی، از پارامترهای هدایت الکتریکی، سولفات، کلسیم، منیزیم، کلر، pH و SAR اندازه‌گیری شده در طول سال‌های مختلف استفاده شد و با استفاده از نرم افزارهای آماری (بر اساس روش- های زمین آمار در محیط نرم افزار GIS) و نرم افزارهای کیفی آب (Aquachem) این داده‌ها ارزیابی و روند تغییرات زمانی آن‌ها بررسی شد. همچنین کیفیت منابع آب زیرزمینی بر اساس غلظت استاندارد شده و معمولی یون‌های اصلی تعیین گردید و به منظور بررسی و تحلیل آنالیز روند پارامترهای کیفی آب در چاه‌های بهره برداری از آزمون من‌کنندال استفاده شد. لازم به

ذکر است که محاسبه این آزمون به کمک نرم افزار Minitab انجام شده است. در این آزمون چنانچه مقدار Z بزرگتر از ۱/۹۶+ و یا کوچکتر از ۱/۹۶- باشد، داده‌ها دارای روند می‌باشند و فرض صفر رد می‌شود و در غیر این صورت داده‌ها بدون روند می‌باشند (۱۱). جهت بررسی و تحلیل کمی خشکسالی هواشناسی (اقلیمی) از شاخص بارندگی استاندارد (SPI) استفاده گردید. این شاخص برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی‌های طولانی مدت آن محاسبه می‌شود (۱۲). طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت گردد (۱۳).

طبقات مختلف SPI براساس نتایج مک‌کی و همکاران در جدول (۱) ارائه شده است. برای محاسبه این شاخص از رابطه ۱ استفاده می‌گردد:

$$SPI = \frac{(P_i - P)}{Sd} \quad (1)$$

که  $P_i$ : متوسط بارش سال مفروض،  $P$ : میانگین بارش بلند مدت ایستگاه و  $Sd$ : انحراف معیار بارش ایستگاه می‌باشد.

جدول شماره ۱: طبقه‌بندی شدت شاخص SPI

| طبقه خشکسالی       | مقادیر SPI    |
|--------------------|---------------|
| بدون خشکسالی       | > ۰           |
| خشکسالی ملایم      | ۰ تا -۰/۹۹    |
| خشکسالی متوسط      | -۱ تا -۱/۴۹   |
| خشکسالی شدید       | -۱/۵ تا -۱/۹۹ |
| خشکسالی بسیار شدید | -۲ و کمتر     |

در این تحقیق روند تغییرات بارش در دوره آماری بلند مدت، مربوط به ایستگاه‌های هواشناسی موجود در محدوده مطالعاتی، مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور بررسی روند افت

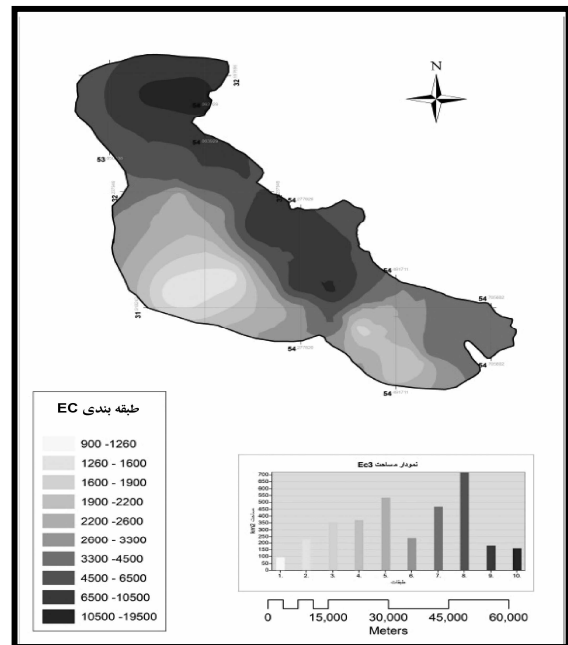


نتایج حاصل از بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت یزد - اردکان بوسیله تحلیل خوشه ای نشانگر وجود سه زون می باشد، که شامل: ۱- زون هایی که دارای آب زیرزمینی با کیفیت نسبتاً مناسب هستند و تاکنون کیفیت نسبی خود را حفظ نموده که عموماً در طرف غرب، جنوب غرب و جنوب شرق دشت یزد، در تیپ های ژئومورفولوژی دشت سرلخت و اپانداژ قرار دارد که شامل چاه های خضرآباد، تدین، بحرینی، کشاورزی فهرج، کشاورزی دهنو و... می باشد. ۲- زون هایی که به لحاظ ارتباط هیدرولوژیکی و هیدروشیمیایی با زون های گروه اول، کیفیت خود را کنترل می نمایند که معمولاً در قسمت میانی دشت و دشت سر پوشیده واقع شده اند و شامل چاه های اله آباد شورک، شرکت احرار، اکرمیه، همت آباد، شیرین زارچ، خویدک و... می باشد. ۳- زون هایی که در ارتباط هیدروشیمیایی قوی با تشکیلات نتوژن منطقه و دلتای پلایای اردکان قرار دارند که همگی در حد شرقی و شمالی دشت واقع شده اند. شامل چاه های مزرعه کلانتر، چوپانان، چاه گلخانه، طرح علوفه خدائی و.. است. میانگین انواع پارامترها در آنالیز روند در محیط نرم افزار Minitab ارزیابی گردید که نتایج نشان داد اکثر پارامترها در طول دوره آماری ده ساله روند افزایشی داشته است. بطوریکه فقط سدیم، سولفات و SAR روند کاهشی دارند. نتایج مربوط به روند تغییرات برخی از پارامترهای کیفی آب (TH و EC) در بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ در دشت یزد- اردکان در شکل (۲) به عنوان نمونه آمده است.

سطح آب زیرزمینی از هیدروگراف بلند مدت چاه های پیزومتری موجود در محدوده مورد مطالعه استفاده گردید.

### یافته ها

نتایج آزمایشات مربوط به حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر اندازه گیری شده کیفیت شیمیایی آب چاه های دوره ۱۰ ساله نشان می دهد که مقدار هدایت الکتریکی از حداکثر مجاز استاندارد های ایران فراتر رفته است (جدول ۲). بیشترین میزان هدایت الکتریکی چاه های واقع در حاشیه کویر سیاه کوه شامل (ابوتراب رجایی و طرح علوفه خدایی و چاه گلخانه) و سازند نتوژن در شمال شرقی شهر یزد شامل (آجر فرد و آجر بهمن و حسین آباد رستاق و شرکت احرار) می باشد و کمترین میزان EC مربوط به چاه های خضرآباد و خویدک در غرب محدوده مطالعاتی می باشد (شکل ۱).

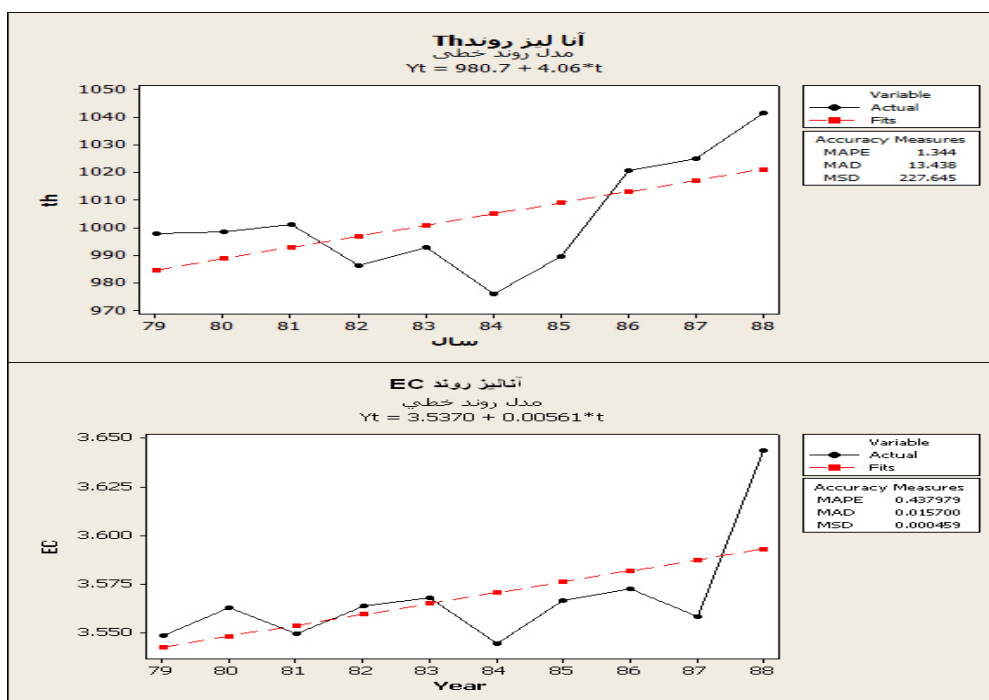


شکل ۱: توزیع مکانی هدایت الکتریکی در دشت، سال ۱۳۸۸

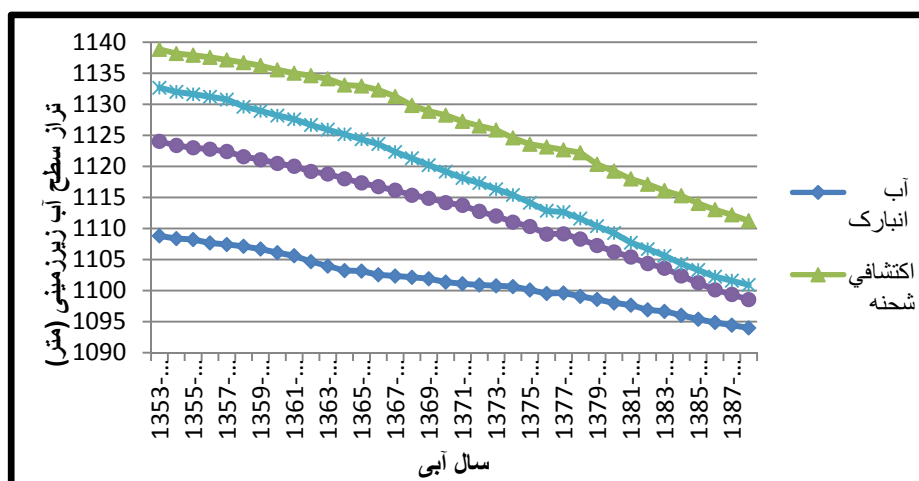


مورد مطالعه به طور کلی نتایج نشان‌دهنده روند خطی نزولی بارندگی در بازه زمانی بلند مدت (بیشتر از ۳۰ سال) می‌باشد. همچنین نتایج بررسی تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در بازه زمانی (۱۳۵۳ تا ۱۳۸۸) نشان داد که سطح آب در طول ۳۶ سال اخیر در تمامی پیزومترها افت داشته است (شکل ۳).

از نظر سابقه تاریخی وقوع خشکسالی در محدوده مورد مطالعه و مقایسه قدر مطلق مقادیر شاخص SPI در خشکسالی‌ها و ترسالی‌ها نشان می‌دهد که در طی ۵۰ سال اخیر وضعیت خشکسالی اقلیمی، بر ترسالی اقلیمی، در منطقه مورد مطالعه حاکم بوده است. نتایج حاصل از بررسی روند بارش در محدوده



شکل ۲: روند تغییرات برخی از پارامترهای کیفی آب (TH و EC) در محدوده مورد مطالعه - بازه زمانی ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸



شکل ۳: روند تغییرات تراز آب زیرزمینی در چاه‌های پیزومتری مختلف از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۸



جدول ۲: حداقل ، حداکثر و میانگین پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در دشت یزد- اردکان

| سال       | حالت         | Hco3  | Th      | Na     | SO4   | Mg    | Ca    | CL     | pH   | SAR   | Ec       |
|-----------|--------------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|------|-------|----------|
| ۱۳۷۹      | حداقل        | ۲/۰۶  | ۱۷۳     | ۳/۰۴   | ۱/۶۶  | ۱/۱   | ۱/۲۸  | ۳      | ۶/۸  | ۲/۲۳  | ۸۱۴      |
|           | حداکثر       | ۹/۵۲  | ۲۴۱۰    | ۱۹۸    | ۵۵/۷  | ۲۵/۲۳ | ۲۹/۱  | ۱۱۰    | ۸/۷  | ۱۱۱   | ۱۹۰۳۰    |
|           | میانگین      | ۳/۵۴  | ۹۹۸     | ۳۸     | ۱۳/۱۱ | ۸/۴۷  | ۹/۴۱  | ۳۱/۸۸  | ۷/۴۸ | ۱۲/۱۲ | ۵۲۴۸/۳   |
| ۱۳۸۰      | حداقل        | ۲/۰۷  | ۱۷۴/۲   | ۳/۰۶   | ۲/۰۸  | ۱/۳   | ۱/۹   | ۳/۲    | ۶/۶  | ۲/۱۳  | ۸۶۰      |
|           | حداکثر       | ۹/۶۵  | ۲۴۱۹    | ۱۹۹/۳  | ۵۶    | ۲۳/۶۷ | ۲۹/۶  | ۱۱۱    | ۸/۸۶ | ۹۹/۸  | ۱۹۰۷۰    |
|           | میانگین      | ۳/۷۷  | ۹۹۸/۵   | ۳۷/۸۷  | ۱۴/۰۷ | ۸/۹۵  | ۹/۴۷  | ۳۲/۱۸  | ۷/۴۲ | ۱۱/۸۶ | ۵۴۳۷/۸۶  |
| ۱۳۸۱      | حداقل        | ۲/۰۸  | ۱۷۴/۸   | ۳/۰۵   | ۲/۲۹  | ۱/۴۲  | ۲     | ۳/۳۸   | ۶/۷۹ | ۱/۶۳  | ۲۵۰/۲    |
|           | حداکثر       | ۱۰/۱۶ | ۲۴۲۰/۷  | ۲۰۰/۱  | ۷۰/۰۹ | ۲۵/۲۵ | ۳۱/۱۴ | ۱۶۲/۲  | ۸/۲  | ۲۵۰/۲ | ۲۲۱۴۰    |
|           | میانگین      | ۳/۹   | ۱۰۰۰/۱  | ۳۹/۹۹  | ۱۵/۹۹ | ۹/۸۶  | ۱۰/۰۱ | ۴۴/۶۵  | ۷/۴۲ | ۱۶/۷۳ | ۵۶۱۸/۱۹  |
| ۱۳۸۲      | حداقل        | ۱/۳   | ۱۷۴/۸   | ۳/۷    | ۳/۱۲  | ۱/۳۸  | ۱/۸۴  | ۳/۳۸   | ۶/۹۵ | ۲/۰۱  | ۹۵۷      |
|           | حداکثر       | ۷/۲   | ۲۳۸۵/۹  | ۱۷۶/۱۶ | ۵۰/۴۸ | ۲۴/۴۶ | ۳۱/۹۴ | ۱۷۵/۴  | ۸/۳  | ۳۷/۹۳ | ۲۰۱۸۱    |
|           | میانگین      | ۳/۴   | ۹۸۶/۴   | ۳۶/۱۷  | ۱۳/۹  | ۹/۵۷  | ۱۰/۲۹ | ۳۹/۳۶  | ۷/۵۴ | ۹/۹۷  | ۵۳۵۸/۶۶  |
| ۱۳۸۳      | حداقل        | ۱/۶   | ۴۹/۳    | ۳/۹۱   | ۲/۹۷  | ۱/۶۸  | ۱/۷۰  | ۳/۲۵   | ۷/۱۵ | ۱/۹۴  | ۹۲۹/۳۳   |
|           | حداکثر       | ۸/۷   | ۲۳۸۵/۸  | ۲۱۳/۱۲ | ۵۵/۱۵ | ۲۹/۳۳ | ۲۵/۴۵ | ۱۷۰/۱۳ | ۸/۲  | ۳۶/۸۹ | ۲۰۸۹۴    |
|           | میانگین      | ۳/۹   | ۹۹۲/۸   | ۴۱/۷۶  | ۱۳/۵۲ | ۹/۹۹  | ۹/۸۸  | ۳۸/۴۶  | ۷/۶۸ | ۱۰/۶۲ | ۵۶۳۸/۵۴  |
| ۱۳۸۴      | حداقل        | ۱/۷   | ۲۰۶/۴   | ۳/۶۹   | ۲/۰۸  | ۱/۹۷  | ۲/۱۶  | ۳/۴۹   | ۷    | ۲/۰۲  | ۹۷۵/۵    |
|           | حداکثر       | ۸/۶   | ۲۵۷۱/۱  | ۱۷۱/۸  | ۴۴/۷۶ | ۲۴/۶۵ | ۲۶/۷۴ | ۱۶۷/۸  | ۸/۰۴ | ۳۶/۱۷ | ۱۹۱۶۵    |
|           | میانگین      | ۳/۵   | ۹۷۶     | ۳۵/۵   | ۱۱/۹۴ | ۹/۲۱  | ۹/۵۶  | ۳۷/۰۰۱ | ۷/۶۴ | ۱۰/۲۱ | ۵۰۴۸/۳   |
| ۱۳۸۵      | حداقل        | ۱/۶   | ۱۵۸/۹   | ۳/۶۹   | ۳/۱   | ۱/۲۶  | ۱/۹۲  | ۳/۱    | ۶/۷  | ۱/۹۹  | ۹۷۵      |
|           | حداکثر       | ۹/۶   | ۲۵۴۳/۵  | ۱۷۳/۹  | ۴۶/۸۵ | ۲۷/۶۲ | ۳۱/۱۴ | ۱۷۰/۱۶ | ۸/۸۶ | ۳۶/۹  | ۱۸۸۳۰    |
|           | میانگین      | ۳/۷   | ۹۸۹/۵   | ۳۸/۹   | ۱۳/۸  | ۹/۸۲  | ۱۰/۰۹ | ۳۸/۹۳  | ۸/۵۳ | ۱۱/۰۳ | ۵۴۰۴/۱۹  |
| ۱۳۸۶      | حداقل        | ۱/۷   | ۱۸۲/۹   | ۳/۸۲   | ۲/۸۰  | ۱/۶۸  | ۱/۹۷  | ۳/۳۲   | ۶/۵۸ | ۲/۰۸  | ۹۴۷      |
|           | حداکثر       | ۸/۸   | ۲۴۱۴/۵  | ۱۷۳/۷  | ۵۰/۵۳ | ۲۶/۹۸ | ۲۸/۸۷ | ۱۶۹/۶۴ | ۸/۳۳ | ۳۶/۹۶ | ۱۹۳۸۵/۷۵ |
|           | میانگین      | ۳/۸   | ۱۰۲۰/۸  | ۳۹/۳   | ۱۴/۰۷ | ۹/۹۶  | ۱۰/۱۸ | ۳۸/۷۲  | ۷/۷۴ | ۱۱/۴۶ | ۵۴۸۲/۶   |
| ۱۳۸۷      | حداقل        | ۲     | ۱۹۸/۸   | ۴/۳۵   | ۱/۷   | ۱/۴۲  | ۲/۱۶  | ۳/۲۷   | ۷    | ۲/۳۴  | ۹۷۲      |
|           | حداکثر       | ۱۰    | ۲۵۸۰/۹  | ۱۶۹/۶  | ۴۱/۶۴ | ۲۷/۱۲ | ۳۱/۱۴ | ۱۷۲    | ۸/۲۴ | ۳۵/۹۸ | ۱۸۷۹۶    |
|           | میانگین      | ۴/۱   | ۱۰۲۵/۰۲ | ۳۷/۳   | ۱۳/۵۴ | ۹/۶۹  | ۱۱/۲۱ | ۳۹/۹۰  | ۷/۷۱ | ۱۰/۳۰ | ۵۳۹۰/۲۱  |
| ۱۳۸۸      | حداقل        | ۱/۸۴  | ۲۰۶/۴۵  | ۳/۰۶   | ۱۱/۵۲ | ۱/۹۷  | ۲/۱۵  | ۴/۰۸   | ۷/۴۵ | ۲/۷۹  | ۱۱۱۹     |
|           | حداکثر       | ۴/۸   | ۲۵۳۷    | ۱۷۵/۲  | ۴۳/۷  | ۲۸/۳۵ | ۳۱/۱۴ | ۱۷۰/۶۱ | ۸/۱۶ | ۳۶/۸۹ | ۲۰۳۷۵    |
|           | میانگین      | ۳/۳۵  | ۱۰۴۱/۶۹ | ۳۰/۳۸  | ۷/۳۶  | ۱۰/۶۰ | ۱۲/۹۶ | ۴۶/۷۲  | ۷/۷۹ | ۱۰/۰۶ | ۵۴۴۸/۳۳  |
| غلظت      | حداکثر مطلوب | *     | ۳۵۰     | ۲۵۰    | ۴۰۰   | ۱۵۰   | ۲۵۰   | ۴۰۰    | ۹/۲  | *     | ۲۰۰۰     |
| استاندارد | حداکثر مجاز  | *     | ۵۰۰     | ۴۰۰    | ۲۰۰   | ۵۰    | ۷۵    | ۲۰۰    | ۸/۵  | *     | ۱۵۰۰     |

\* حد استاندارد تعریف نشده است



## بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات تراز سطح آب زیر زمینی در بازه‌ی زمانی (۱۳۵۳ تا ۱۳۸۸) نشانگر سیر نزولی و شیب خط منفی می‌باشد، هر چند تمامی چاه‌های پیژومتری یاد شده مؤید این امر می‌باشند، ولی در دهه (۸۸-۱۳۷۹) روند افت شدیدتر بوده و نمودار روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دارای شیب خط بیشتری می‌باشد (شکل ۴)، که این امر ناشی از برداشت بیشتر از منابع آب زیرزمینی و کاهش تغذیه سفره می‌باشد. آنچه حائز اهمیت می‌باشد، اینکه تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی در هر سال برای چاه‌های پیژومتری مختلف متفاوت می‌باشد و این امر به دلیل اختلاف در نوع سازند، ضریب آبگذری، شیب هیدرولیکی و میزان برداشت متفاوت از سفره آب زیرزمینی در مناطق مختلف می‌باشد. قابل ذکر است که سطح آب سفره آب زیرزمینی از سال (۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸) به طور متوسط در هر سال حدود ۵۰ سانتیمتر افت داشته است و این امر حاکی از برداشت بی‌رویه و غیر اصولی از سفره آب زیرزمینی می‌باشد که خشکسالی‌های شدید و پی‌در پی نیز باعث تشدید روند افت در منطقه شده است و متأسفانه وضعیت سفره را در حالت بحرانی قرار داده است. این نتایج با مطالعات و تحقیقات فرج‌الهی و هاتفی همسو می‌باشد (۱۵). نتایج این تحقیق نشان داد که در حوزه دشت یزد- اردکان در دوره بلند مدت آماری، پدیده خشکسالی نسبت به ترسالی غالب بوده و روند صعودی

خشکسالی‌ها خصوصاً در دهه اخیر کاملاً مشهود است به طوری که تکرار این پدیده در دهه اخیر نسبت به دهه ۱۳۴۰، چهار برابر گشته است، نتایج حاصل در این خصوص با مطالعات لوعلیزاده و همکاران مطابقت دارد (۱۴). همچنین روند تغییرات اکثر پارامترهای کیفی آب زیرزمینی از جمله؛ هدایت الکتریکی، کلسیم، منیزیم، کلر، بی‌کربنات، TH و pH در طول دهه اخیر (۸۸-۱۳۷۹) افزایشی بوده است و نتایج نشانگر این است که با افزایش تکرار خشکسالی و افت شدید سفره آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی، خصوصاً در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ دارای روند نزولی بوده است. بیشترین مقدار هدایت الکتریکی مربوط به چاه‌های واقع در حاشیه کویر سیاه کوه و سازند نئوژن در شرق محدوده مطالعاتی می‌باشد که به علت اضافه برداشت منابع آب دشت، تغییراتی در کیفیت آب زیرزمینی ایجاد می‌نماید. نتایج حاصل از مقایسه مقادیر پارامتر اندازه‌گیری کیفیت آب زیرزمینی در دشت یزد- اردکان در فاصله زمانی (۸۸-۱۳۷۹) با توجه به سه شاخص حداقل، حداکثر و میانگین نشان می‌دهد که مقدار EC از حد مجاز استانداردهای موجود در ایران فراتر رفته است. لذا کاهش ذخیره منابع آب از نظر کمی و تغییر کیفیت آب‌ها به سمت شوری باعث ناپایداری سفره‌های آب زیرزمینی گردیده است. لازم به ذکر است که پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی علاوه بر کاهش کمیت و تغییر کیفیت آب، باعث پدیده تحکیم و نشست زمین در



تشکیلات ریزدانه نظیر رس، سیلت و... می شود و نهایتاً سرمایه گذاری های انجام شده را که بسیار پرهزینه می باشد به مخاطره خواهد انداخت و حوزه را با مشکلات اقتصادی- اجتماعی متعددی روبرو خواهد نمود. با توجه به نتایج می توان گفت که ماهیت پدیده های طبیعی هم چون خشکسالی به گونه ای است که حذف کامل آن شدنی نمی باشد. از این رو، اصل اساسی در رویارویی با پدیده های طبیعی، کاهش آسیب پذیری یا بعبارتی دیگر کاهش ریسک این بلایا می باشد تنها راه اساسی و اصولی جهت جلوگیری از عواقب خطرناک افت سطح ایستابی و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، مصرف درست و قانونمند آب و جلوگیری از برداشت بی رویه آب های زیر زمینی می باشد.

## References

- 1-Sedaghat M. Earth & Water Resources (Groundwater). Tehran:Payame noor university publication;2008. [Persian]
- 2-Malakotian M, Karami A. Chemical quality change of the underground water resources of Bam and Baravat plain between 1997-2003. Hormozgan Medical Journal. 2004; 8 (2):109-116.
- 3-Mahdinia M, Dehghani F, Ashori M, et al. Investigating of Chemical and Bacterial quality of Water Attribution Networks in Damghan area. 8<sup>th</sup> national conference Environmental Health, Tehran, Iran 2005. [Persian]
- 4-Samaei M R, Ebrahimi A, Ehrampoosh M H, et al. A Study of the Physical and Chemical Quality of Potable Water in Yazd. Journal of Toloobehtasht 2007; 20: 50- 57. [Persian]
- 5-Mozafarizadeh J. Investigating the effect of geology formations on the groundwater quality. 1<sup>st</sup> Conference Environment Geology Tehran, 2006. [Persian]
- 6-Daniele V, Jean P D, Benoit L. A spatial analysis of structural controls on karst groundwater geochemistry at a regional scale. Journal of hydrology. 2007; 244-255.
- 7-Elci A, Gunduz O, Simsek C, Celaltin S. Spatil and temporal assessment of groundwater quality indicators and hydrogeological characterization of a karstic aquifer in western turkey. Araliable from: <http://kisi.deu.edu.ir>
- 8-Dhar R K, Zheng Y, Stute M, et al. Temporal variability of groundwater chemistry in shallow and deep aquifers of Araihasar, bangladesh. Journal of contaminat hydrology. 2008 ;99(1-4):97-111.
- 9-Hisdal H, Tallaksen L M. Estimation of regional meteorological and Hydrological Drought Characteristics: a case study for Denmark. Journal of Hydrology. 2003; 281: 230-247.





- 10-Dracup J A, Lee K S, Paulson E G. On the definition of droughts. *Water Resources Research*. 1980; 16(2):297-302.
- 11-Yue S, Pilon P, Cavadias G. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho test for detecting monotonic trends in hydrologic series. *Journal of Hydrology* 2002; 259: 254-271.
- 12-Alizadeh A. *Applied principles of hydrology*. Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad publication; 2006: 808. [Persian]
- 13-McKee T B, Doseken N G, Leist J. The relationship of drought frequency and duration to time scale proceeding of the 8<sup>st</sup> conferences on Applied climatology 1993 American Meteorological Society, Massachusetts.
- 14-Loalizadeh M, SHafi N, Najafi M. Analysing Drought Intensity-Duration and Frequency using SPI in Ahvaz City. proceeding of the 2<sup>th</sup> Conference Watershed problems and solutions appropriate in watersheds Karun & Zayandehrod. 2010. Sharekord. [Persian]
- 15-Farajollahi A, Hatefi A. Analysis of hydrological drought in Sorkkeh Area . 7<sup>th</sup> national conference on watershed management sciences and engineering. Isfahan University of technology, Iran. 2011. [Persian]



## Investigating the Groundwater Quality and Quantity Variations Trend Case Study: Yazd-Ardakan Plain, 2000s

**Ekrami M\*(MS.c) Sharifi Z.A\*\*(MS.c) Malekinezhad H\*\*\*(Ph.D) Ekhtesasi M.R\*\*\*(Ph.D)**

\*Correspondent Author: Msc of Watershed Management, Yazd University.

\*\*Master of Science, Watershed Management, Yazd University

\*\*\*Associate Professor Yazd University

### Abstract

**Background:** Nowadays, with population growth and the increase of water demand in different sectors of agriculture, industry, drinking, and health, groundwater resources have faced a lot of pressure. This issue along with severe and prolonged droughts has created the conditions for country particularly for arid and hyper arid areas which has encountered the serious challenges in the field of water quantity and quality. In this study, qualitative changes in the trend of drought and water resources in Yazd - Ardakan plain, ie, one of the most important population centers in central Iran, has been considered.

**Method:** In order to study groundwater quality variations we drew on the qualitative data from Yazd Regional Water Authority related to Yazd Ardakan plain 2000s. using hydro-geochemical(Aquachem) and statistic (Minitab) soft wares as well as spatial and descriptive data and GIS in providing and matching spatial data layers for all underground water quality parameters of the plain. Also for measuring the intensity and duration of climatic drought, we used standardized precipitation index (SPI) and for investigating the trend of falling groundwater levels, we applied the long-term hydrograph of piezometric wells located in Yazd - Ardakan plain.

**Results:** The results of groundwater level variations indicate that in the last four decades, the downward trend of the average annual decline of water table has been around 0.5 meters per year. Also, results of water quality changes in recent decades shows that by increasing frequency of droughts and extreme declining groundwater table, groundwater quality, particularly 1385 to 1389, has had a downward trend. Results showed that during last 50 years, in the study area and the repetition of climatic drought in recent decade compared to the past four decades, has been 4 times in the study area.

**Conclusion:** Considering the results, it can be concluded that the only basic principal method of preventing dangerous consequences of falling water table levels and reducing the quantity and quality of underground water resources is proper and lawful consumption of water to avoid uncontrolled withdrawal of groundwater.

**Keyword:** Water quality, Yazd-Ardakan Plain, Climatic Drought, Groundwater.