مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۰۶

صفحات: ۱۶۰ - ۱۴۵

ارزیابی تاثیر عوامل طبیعی و انسانی بر تراز آبهای زیر زمینی شهرستان داراب

سهراب قائدی[1]*، ساناز آگاه[2]

چکیده

تأثیر عوامل طبیعی و انسانی موثر بر تراز آبهای زیرزمینی دشت داراب بررسی گردید تا مشخص شود که سهم هر یک از این عوامل در کاهش تراز آبهای زیرزمینی منطقه به چه میزان است. همزمانی تغییرات آب و هوایی و رشد روزافزون جمعیت، صنعت و کشاورزی در دهه‌های اخیر موجب ابهام در بیان عامل موثرتر در کاهش شدید ذخایر آبهای زیرزمینی کشور شده است. دشت داراب در جنوب‌شرقی استان فارس از دشت‌های مهم کشور در زمینه‌ی تولیدات زراعی و باغی است. هرچند عوامل طبیعی متعددی در این زمینه تاثیرگذار هستند، لیکن از بین عوامل طبیعی، بارش و تبخیر به عنوان مهمترین عوامل موثر بر تراز آبهای زیر زمینی مطالعه گردید. از بین عوامل انسانی نیز به نظر می‌رسد بهره‌برداری بیش از حد و حفر متعدد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق تاثیر بسزایی بر منابع آب زیر زمینی دارد. برای سنجش روند داده‌ها از آزمون من – کندال و برای محاسبه شیب آنها از برآوردگر شیب سن استفاده شد. ضریب همبستگی پیرسون نیز برای بررسی میزان رابطه‌ی داده‌های تراز آبخوان‌ها با داده‌های بارش و میزان بهره‌برداری از آنها بکار برده شد. با مقایسه روند عوامل و نتایج همبستگی آنها در منطقه، می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر عوامل طبیعی در کاهش تراز آبهای زیرزمینی ناچیز و عامل اصلی کاهش شدید منابع آب منطقه، بهره برداری‌های بی رویه از منابع آب بوده است.

واژگان کلیدی: تراز آبهای زیرزمینی، روند، آزمون من-کندال، برآوردگر شیب سِن، ضریب همبستگی پیرسون، شهرستان داراب.

[1]- استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز(نویسنده مسئول) s.ghaedi@scu.ac.ir

[2]- کارشناسی ارشد، اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی sanaz.agah@yahoo.com

مقدمه

توسعه‌ی پایدار هر سرزمینی با شناخت منابع موجود، برنامه‌ریزی و مدیریت آنها در دراز مدت امکانپذیر است. از مهمترین و اساسی‌ترین منابع طبیعی موجود در هر سرزمینی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، منابع آب است. در این مناطق به دلیل محدودیت منابع آب سطحی، برای فعالیت در بخشهای مختلف به منابع آب زیرزمینی روی آورده‌اند. تراز آبهای زیر زمینی به میزان بارش، نفوذپذیری سازندهای منطقه، میزان تبخیر و میزان برداشت از آبخوان‌ها بستگی دارد. بیش از هر چیز میزان بارش، تبخیر و برداشت از آبخوان‌ها تعیین کننده‌ی تراز آبهای زیرزمینی است. آبهای ناشی از بارش یا دوباره تبخیر می‌شوند، یا در زمین نفوذ می‌کنند و یا جاری می‌شوند، در نتیجه هرچه سهم یک بخش کمتر باشد بر سهم بخشهای دیگر افزوده می‌شود. مطالعات و بررسی‌های گوناگون پژوهشگران نشانگر تغییرات دما و بارش به عنوان دو عنصر اساسی آب و هوایی در طی چند دهه‌ی گذشته بوده است (مسعودیان ۱۳۸۴؛ موحدی و همکاران، ۱۳۹۰). تغییرات بارش در دهه‌های اخیر شامل کاهش و بی نظمی زمانی و مکانی رخداد بارش است که به شکل خشکسالی، سیلاب و بارشهای شدید و حدی نمود پیدا کرده است. افزایش دما نیز موجب افزایش تبخیر و تعرق و افزایش نیاز آبی محصولات کشاورزی می‌گردد. از سوی دیگر با اینکه بهره‌برداری از آبهای زیر زمینی در ایران به روش حفر چاه و قنات سابقه‌ای چند هزار ساله دارد، اما هیچگاه به اندازه‌ی چند دهه اخیر از منابع آب‌های زیر زمینی استفاده نشده است. با ورود فناوری چاه و پمپ، به تدریج سطح ایستابی در اکثر دشت‌ها افت پیدا کرد و تعداد زیادی از آنها نیز خشک و یا شور شدند (بهارلویی ۱۳۹۲)، بطوریکه در بسیاری از دشت‌های ایران با کاهش بیش از حد تراز آبهای زیرزمینی و یا افزایش املاح موجود در آب، سازمان‌های آب را به ممنوعه اعلام کردن استفاده از این منابع وادار نموده و هرگونه مجوز برداشت از این منابع را لغو نموده‌اند. هرچند منابع آب زیرزمینی بلافاصله تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی به ویژه نوسانات بارندگی قرار نمی‌گیرند (صمدی و همکاران، ۱۳۹۴) اما در دراز مدت بواسطه‌ی تغییرات اقلیمی و یا افزایش برداشت نسبت به نفوذ آب، سبب کاهش تراز آب می‌شود. بر اساس پژوهشهای بسیاری از محققین و گزارش‌های هیئت بین الدول تغییر اقلیم[1] (۲۰۱۴)، در چند دهه‌ی گذشته روند عمومی دما افزایشی بوده است و تغییرپذیری بارش افزایش یافته است. از مهمترین اثرات تغییرات آب و هوایی در سیستمهای تامین آب، تغییرپذیری شدید و قطعیت ناپذیری است که در کنار تغییرات سریع مرزهای اجتماعی- اقتصادی سبب پیچیدگی‌های مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب می‌گردد (گلیک[2]،۲۰۰۳؛ پال-وستول[3]، ۲۰۰۷) و فشارهای موجود بر منابع آب با افزایش جمعیت و تغییرات آب و هوایی تشدید خواهد شد (گوسلینگ و آرنل[4]، ۲۰۱۳). برخی بر این باورند که مدیریت ناکارامد عامل اصلی کم آبی در جهان است(واتکینز[5]، ۲۰۰۶) و برخی نیز افزایش جمعیت و تغییرات آب و هوایی را موثر می‌دانند (شارما[6] و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین

1 - IPCC
2 -Gleick
3 - Pahl-Wostl
4 - Gosling and Arnell
5 - Watkins
6 - Sharma

افزایش برداشت از آبخوان‌ها و تغییرات آب و هوایی در کنار هم موجب تغییرات منفی در تراز آب‌های زیرزمینی شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی میزان نقش عوامل طبیعی و انسانی در تراز آب‌های زیرزمینی دشت داراب است که ابتدا با استفاده از روش روندیابی من-کندال و برآوردگر شیب سن به بررسی تغییرات تراز آب منطقه در دوره‌ی مطالعه پرداخته و سپس با استفاده از روش همبستگی پیرسون میزان رابطه‌ی تغییرات تراز آب با عوامل انسانی و طبیعی تعیین شد.

داده‌ها و روش‌ها

داده‌های بارش و تبخیر به عنوان مهمترین عوامل طبیعی و تعداد چاه‌های فعال عمیق و نیمه عمیق حفر شده به عنوان مهمترین عامل انسانی موثر بر تراز آبهای زیرزمینی بررسی گردید. به دلیل آنکه تبخیر متاثر از عواملی مانند فشار بخار آب، فشار هوا، سرعت باد، تابش و دمای هوا است (فلیحی و احمدی، ۱۳۹۳)، داده‌های مورد نیاز آنها نیز تهیه و روند تغییرات آنها برای تعیین میزان تاثیرگذاری بر تبخیر بررسی گردید. برای تعیین تراز آب از چاه‌های نمونه برداری (پیزومتری) استفاده می‌شود و تراز آب بر اساس سطح دریاهای آزاد تعیین می‌گردد. با توجه به اینکه برای تعیین روند به داده‌های بلند مدت نیاز است و دو آبخوان داراب و قلعه بیابان (از مهر ۱۳۷۲) دارای آمار نسبتاً بلند مدت بودند، لذا از داده‌های آنها برای محاسبه‌ی روند استفاده گردید. برای داده‌های مربوط به پارامترهای هواشناسی بارش، تبخیر و ... نیز از داده‌های باران‌سنجی سازمان آب و سینوپتیک سازمان هواشناسی از سال ۱۳۷۲ استفاده شد. داده‌های مربوط به تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، چشمه‌ها و قنات‌ها از سازمان آب دریافت شد. نمودارهای مربوط به تراز آب و بارش ترسیم گردید و برای محاسبه روند داده‌ها از روش من کندال استفاده گردید.

محدوده ی مورد مطالعه

دشت داراب در جنوب شرقی استان فارس با وسعت ۶۸۰ کیلومتر مربع که از '۱۵ °۲۸ تا '۴۸ °۲۸ عرض شمالی و از '۷ °۵۴ تا '۲۵ °۵۵ طول شرقی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۱۰ متر است. شکل ۱ موقعیت شهرستان داراب را نشان می‌دهد.

شکل ۱: موقعیت دشت دارب

روش شناسی

آزمون ناپارامتریک من کندال (من[1]، ۱۹۴۵؛ کندال[2]، ۱۹۷۵) یک روش آماری برای محاسبه روند است که از طرف سازمان هواشناسی توصیه شده است(ینی گون[3] و همکاران،۲۰۰۸). این آزمون معنی‌داریِ جهت روند را نشان می‌دهد ولی بزرگی روند را نشان نمی‌دهد. در این آزمون فرضیه صفر، نبودِ روند را آزمون کرده یعنی مشاهدات به طور تصادفی در زمان مرتب شده‌اند و در فرض مقابل، یک روند یکنواخت افزایشی و یا کاهشی در داده‌ها تایید می‌شود.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sgn(X_j - X_k) \quad (۱)$$

که در اینجا n طول سری زمانی داده‌ها، X_j و X_k دو داده متوالی k ام، j ام زیر مجموعه می‌باشد و $j > k$ است.

$$sgn(x) = \begin{cases} 1 & if\ x > 0 \\ 0 & if\ x = 0 \\ -1 & if\ x < 0 \end{cases} \quad (۲)$$

sgn تابع علامت است. اگر n >10 باشد، میانگین داده‌ها صفر و پراش داده‌ها از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$Var(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18} \quad (۳)$$

t اندازه یک بازه زمانی در سری داده‌ها است و $\sum t$ مجموع سری زمانی داده‌هاست. آماره‌ی آزمون بهنجار Z از رابطه-ی زیر به دست می‌آید.

1 - Mann
2 - Kendall
3 - Yenigun

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(s)}} & \text{if } s > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(s)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (۴)$$

معنی‌داری آماری روند با ارزیابی مقدار Z انجام می‌شود. مقدار مثبت (منفیZ) یک روند رو به بالا (پایین) را مشخص می‌کند. برای تعیین یکنواختی روند در سطح معناداری α، اگر قدر مطلق Z بیشتر از $z_{1-\alpha/2}$ باشد، فرضیه صفر رد می‌شود یعنی اگر $|z| \geq Z\alpha_{/2}$ باشد، فرض وجود روند پذیرفته می‌شود. در فاصله‌ی اطمینان ۹۵٪ (α= 0.05) اگر $|z| \geq 1/96$ و در فاصله اطمینان ۹۹٪ (α= 0.01) اگر $|z| \geq 2/575$ باشد، فرض وجود روند پذیرفته می‌شود. مقادیر مثبت روند صعودی و مقادیر منفی روند نزولی سری را نشان می‌دهد. از آنجا که آزمون من – کندال تنها وجود روند را نشان می‌دهد، برای محاسبه‌ی شیب واقعی (میزان تغییر در واحد زمان) از روش ناپارامتری ساده‌ی سن (سن، ۱۹۶۸) می‌توان استفاده نمود. این شیوه در جایی به کار می‌رود که فرض خطی بودن روند پذیرفته شود که بصورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$f(t) = Q_t + B \quad (۵)$$

که Q شیب و B ثابت خط(عرض از مبدا) است. شیب هر جفت از داده متوالی سری از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q_i = \frac{(x_j - x_k)}{j-k} \quad , j > k \quad (۶)$$

اگر N فرد باشد، برآوردگر شیب سن از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$Q = Q_{\frac{(N+1)}{2}} \quad (۷)$$

و اگر زوج باشد:

$$Q = \frac{1}{2}\left(Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+2}{2}}\right) \quad (۸)$$

به منظور تعیین رابطه، نوع و جهت رابطه بین متغیرهای پژوهش از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. معمول ترین روش اندازه‌گیری روش پیرسون، ضریب r است که از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود (هسل و هستریچ، ۲۰۰۲):

$$r = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{s_x}\right)\left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_y}\right) \quad (۹)$$

که در اینجا n تعداد داده‌ها، y_i و x_i متغیرها، s انحراف معیار، $\bar{y}$ و $\bar{x}$ میانگین داده‌هاست. ضریب همبستگی بین ۱+ تا ۱- تغییر می‌کند که ۱+ نشان دهنده‌ی رابطه‌ی مستقیم کامل، ۱- نشان دهنده‌ی رابطه معکوس کامل و مقدار صفر به معنای نبود رابطه است.

در این پژوهش با استفاده از آزمون من-کندال به بررسی روند هریک از متغیرها پرداخته و سپس با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، میزان همبستگی بین داده‌های تراز آب با بارش و تعداد چاه‌های حفر شده محاسبه می‌شود.

مبانی نظری تحقیق

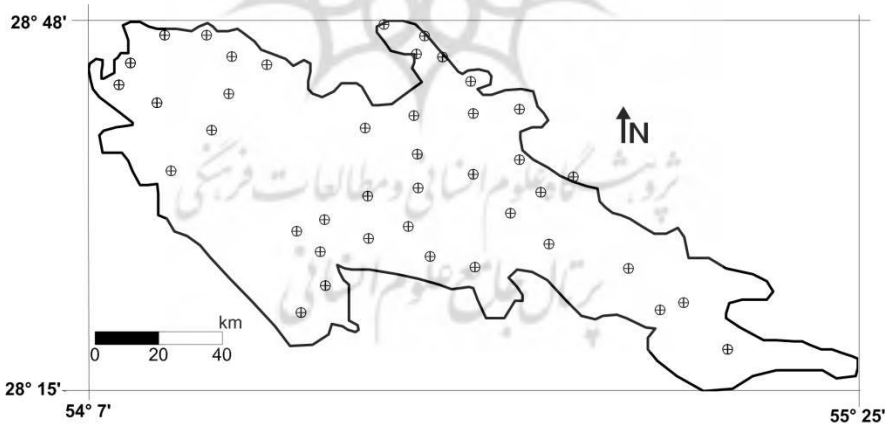
کاهش منابع آب و نیاز روزافزون به آن سبب توجه پژوهشگران بسیاری در سالهای اخیر به این بخش شده است. از جمله این پژوهشها می‌توان به این موارد اشاره کرد. عزیزی (۱۳۸۲) تاثیر فعالیتهای انسانی را در کاهش تراز آبهای زیرزمینی، بیش از خشکسالی می‌داند. فتوحی (۱۳۸۶) معتقد است که حوضهٔ آبی داراب از طریق فرایند خطواره گسلی با حوضه بختگان، چالهٔ میدان‌گل و چالهٔ قره بلاغ دارای تبادل آبی می‌باشد و تاقدیس‌هایی که به کف پلایا فرو می‌روند مقادیر قابل توجهی آب به سفره‌های آب زیرزمینی پلایا تزریق می‌کنند. رامشت و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تاثیر گنبدهای نمکی بر پلایای داراب دریافتند که جهت جریان آب زیرزمینی سبب شوری آبهای زیرزمینی منطقه شده است. دانشوروثوقی و همکاران (۱۳۹۰) با مطالعه تراز آبهای زیرزمینی اردبیل به دلیل معنی‌دار نبودن بارش، برداشت بی رویه از آبهای زیرزمینی را عامل کاهش تراز آبهای این منطقه بیان کرده‌اند. مردانه و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی همبستگی بین بارش و تراز آبهای زیرزمینی دشت شیراز، آنها را مثبت و همسو دانسته‌اند. صمدی و همکاران (۱۳۹۴) کاهش بارندگی، بروز خشکسالی‌های پیوسته و برداشت‌های بی‌رویه و غیرمجاز را درکاهش حجم ذخایر و بروز روند منفی عمق دسترسی به آب زیرزمینی آبخوان دشت ارومیه موثر دانسته‌اند. آروین و همکاران (۱۳۹۵) با مطالعه تراز آب زیر زمینی دشت دامنه‌ی اصفهان دریافتند که نقش تغییرات بارش در تراز آب بیش از میزان برداشت از این منابع بوده است. انصاری و همکاران (۱۳۹۵) با بکار بردن سناریوهای تغییرات اقلیمی، اثرات تغییر اقلیم را بر تغذیه‌ی آب زیرزمینی سفید دشت را مثبت دانسته و بیان نمودند که بواسطه‌ی افزایش بارش تراز آب‌های زیرزمینی این دشت افزایش خواهد یافت که بنظر می‌رسد نیاز به بررسی‌های بیشتر در این زمینه است. در سایر نقاط جهان نیز مطالعاتی زیادی صورت گرفته است از جمله مطالعات گرلس[1] و همکاران (۱۹۹۴) که کاهش تراز آبهای کشور هلند را نتیجه زهکشی زمینها، خشکسالی و برداشت بی‌رویه توسط کشاورزان دانسته‌اند. زیرروتولیس[2] (۱۹۸۹) در مطالعه‌ی چمن‌زارهای کانادا نشان داد که تحت تاثیر شرایط طبیعی، نوسان سطح آب بستگی به پرشدن مجدد آبخوان دارد که عملکردی از بارندگی، تبخیر و تعرق است. چن[3] و همکاران (۲۰۰۲) در جنوب مانیتوبا نشان دادند که روند تغییر آب و هوایی همبستگی زیادی با تغییرات سطح آب زیرزمینی دارد. همچنین ایگلسیاس[4] و همکاران(۲۰۰۷) با مطالعه‌ی چالش‌های مدیریت خطر و تغییرات آب و هوایی در منطقه مدیترانه بیان نموده‌اند که با رخداد تغییرات سریع اجتماعی و زیست محیطی، تمامی شاخص‌ها به افزایش مشکلات زیست محیطی و کمبود آب اشاره دارد که پایداری شرایط آینده را تهدید می‌کند و استراتژی‌های انطباق برای مقابله با کمبود آب، از جمله فن‌آوری، استفاده از آب‌های زیرزمینی استراتژیک و مدیریت منابع آب را ارزیابی نموده‌اند.

1 - Gehrels
2 - Rutulis
3 - Chen
4 - Iglesias

حسنین خان[1](۲۰۱۴) با مطالعه‌ی میدانی کمبود آب و تاثیر آن بر مناطقی از پاکستان، نبود قوانین جامع و مدیریت صحیح را علت کم آبی و مشکلات توسعه‌ی کشاورزی می‌داند.

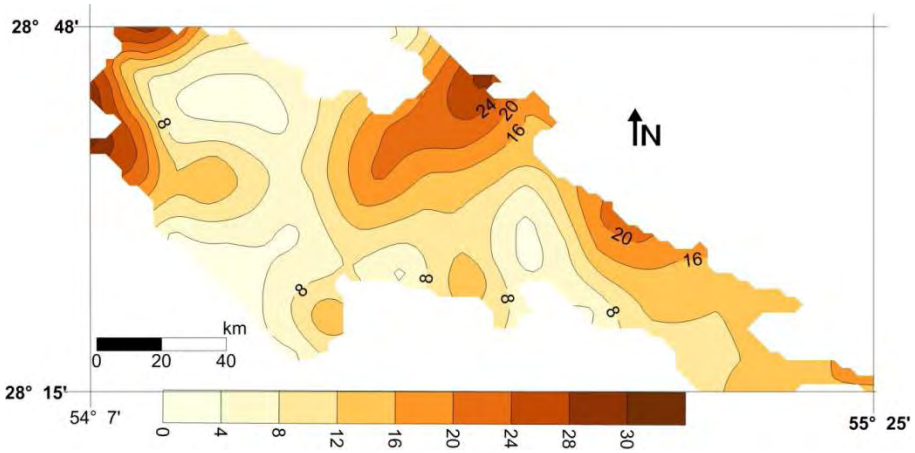
یافته‌های تحقیق

برای بررسی تغییرات تراز آب زیرزمینی از داده‌های ۳۹ چاه نمونه‌برداری برداشت شده توسط اداره آب شهرستان داراب استفاده شد (شکل ۲). میزان کاهش تراز آب منطقه طی دوره‌ی مطالعاتی با استفاده از داده‌های این چاه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. بیشترین افت تراز آب مربوط به مناطق شمالی و غربی شهرستان است که طی دوره مطالعه حدود ۳۰ متر کاهش را نشان می‌دهند. شکل‌های ۴ و ۵ تراز آب‌های زیرزمینی آبخوان‌های داراب و قلعه بیابان و نیز نوسان بارش را طی دوره مطالعه نشان می‌دهند. با آنکه در سالهای پربارش تراز آب زیر زمینی اندکی افزایش یافته است، ولی روند کلی تراز آب منفی بوده است. هر چند نمودار بارش نیز روند منفی را نشان می‌دهد ولی شیب روند تراز آب بیشتر از بارش است. تراز آبهای زیر زمینی در دوره‌ی مطالعه در آبخوان داراب با کاهش ۱,۲۷ متری در سال و در آبخوان قلعه بیابان با کاهش ۳۰ سانتی متری در سال مواجه بوده است. شکل ۶ تغییرات سالانه تبخیر بالقوه و دما را نشان می‌دهد. نکته‌ی جالب آن است که با وجود افزایش نسبی دما، تبخیر بالقوه کاهش یافته است.

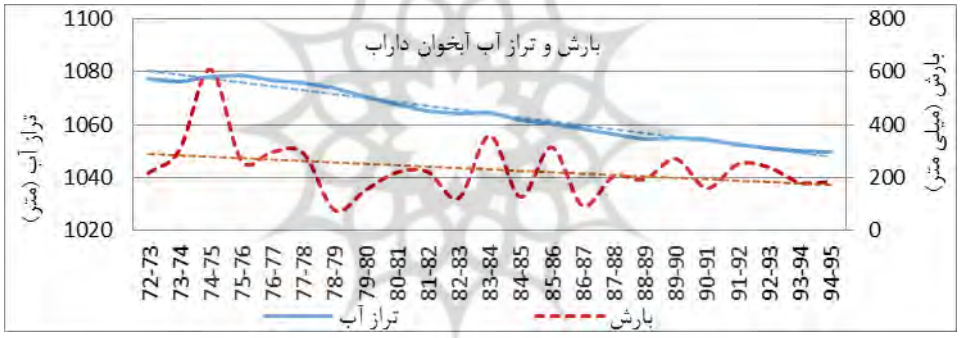


شکل ۲: موقعیت چاه‌های نمونه برداری دشت داراب *(منبع: اداره آب داراب)*

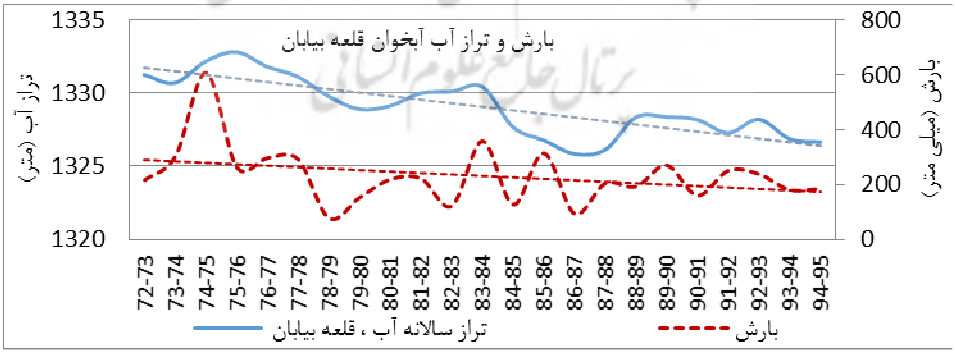
1 - Husnain Khan



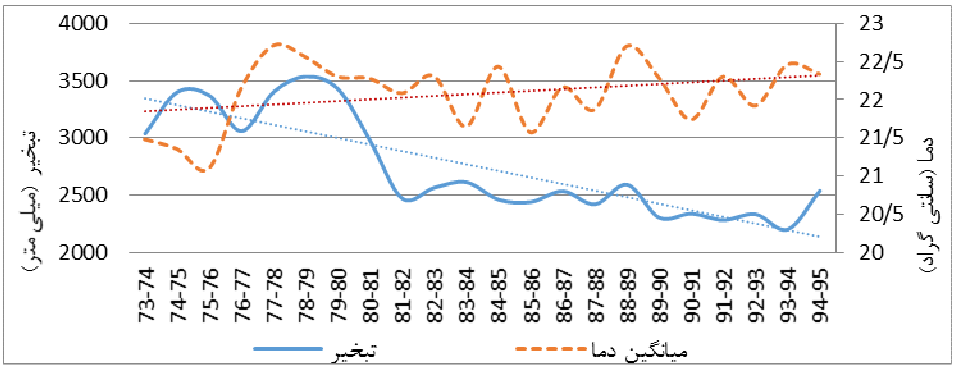
شکل ۳: میزان افت تراز آب زیرزمینی در دوره مطالعه *(منبع: اداره آب داراب)*



شکل ۴: بارش و تراز آب آبخوان داراب *(منبع: اداره آب داراب و سازمان هواشناسی)*

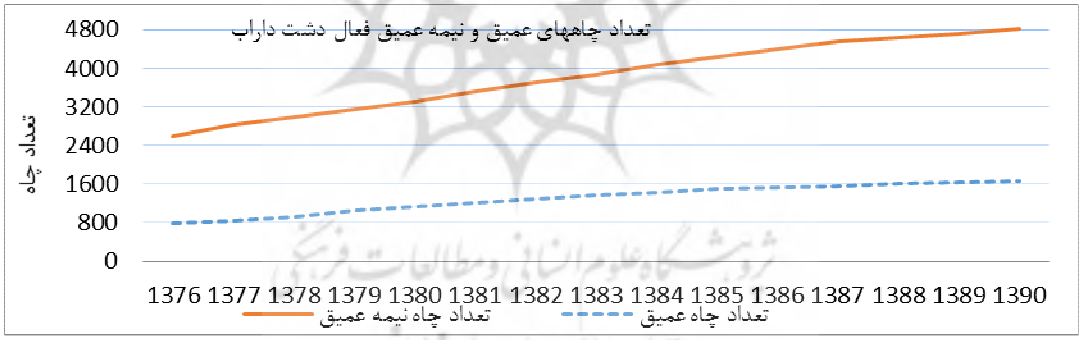


شکل ۵: بارش و تراز آب آبخوان قلعه بیابان *(منبع: اداره آب داراب و سازمان هواشناسی)*



شکل ۶: تغییرات تبخیر و میانگین دمای منطقه مورد مطالعه *(منبع: سازمان هواشناسی)*

شکل ۷ تعداد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق فعال دشت داراب را در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. در سال ۱۳۷۶ تعداد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق ۳۳۵۸ چاه بوده است که این تعداد در سال ۱۳۹۰ به ۶۴۸۹ چاه رسیده است. یعنی بطور متوسط در هر سال ۲۰۸ حلقه چاه عمیق و نیمه‌عمیق بر تعداد چاه‌های منطقه افزوده شده است. خوشبختانه از سال ۱۳۹۰ حفر هرگونه چاه در شهرستان ممنوع اعلام شده است که از کاهش بیش از پیش منابع آب زیر زمینی شهرستان جلوگیری نموده است.



شکل ۷: تعداد چاههای عمیق و نیمه عمیق فعال دشت داراب *(منبع: اداره آب داراب)*

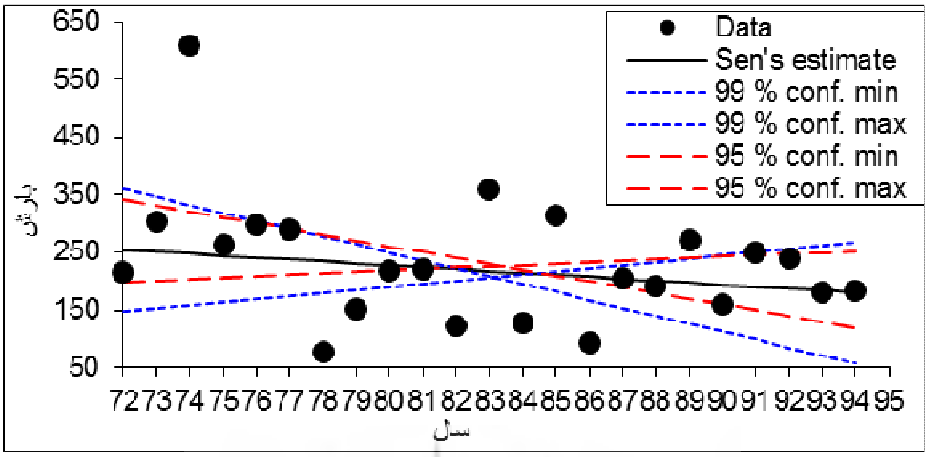
به منظور روندیابی در تراز آب‌های زیرزمینی و عوامل موثر بر آن از آزمون من-کندال و برای محاسبه شیب روند از برآوردگر شیب سن استفاده شد. نتایج این دو آزمون در جدول ۱ آورده شده است. نتیجه‌ی آزمون روند نشان می دهد که روند منفی تراز آبخوان‌ها و تبخیر بالقوه و روند مثبت تعداد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق فعال مشهود است. پارامترهای میانگین دما، فشار هوا، فشار بخار آب، سرعت باد و ساعات آفتابی که برای میزان تاثیر بر تبخیر مورد سنجش قرار گرفت، روندی را نشان نمی‌دهند. مقادیر شیب سن که علاوه بر شیب و عرض از مبدا، میزان شیب را در حد فاصل بیشینه و کمینه ۹۹ و ۹۵ درصد نیز نشان می‌دهند، بیانگر آن است که بطور متوسط در هر سال ۳/۳۷ میلی‌متر از بارش منطقه کاسته شده است. شیب تراز آبهای زیر زمینی آبخوان داراب ۱/۴۶- و بسیار بیشتر از آبخوان قلعه بیابان با مقدار ۰/۲۵- است. با توجه با شیب تبخیر بالقوه در جدول ۱ که کاهش بیش از ۵۰ میلی‌متری تبخیر بالقوه را در طول یک سال نشان می‌دهد، این روند با وجود افزایش دما غیرعادی است که نیاز به مطالعه بیشتر دارد و احتمالاً علاوه بر عوامل ذکر شده عواملی دیگر نظیر افزایش میزان گرد و غبار و ... بر کاهش آن موثر بوده‌اند. سرعت

باد نیز هر چند شیب منفی نشان داده اما حتی در سطح اطمینان ۹۰٪ نیز روندی نشان نمی‌دهد. این موضوع در مورد ساعات آفتابی نیز به همین منوال است. شیب تعداد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق نیز بسیار زیاد و نشان می‌دهد که در فاصله‌ی سالهای مورد مطالعه بطور متوسط در هر سال حدود ۱۷۰ چاه نیمه‌عمیق و ۶۸ چاه عمیق در منطقه حفر شده است.

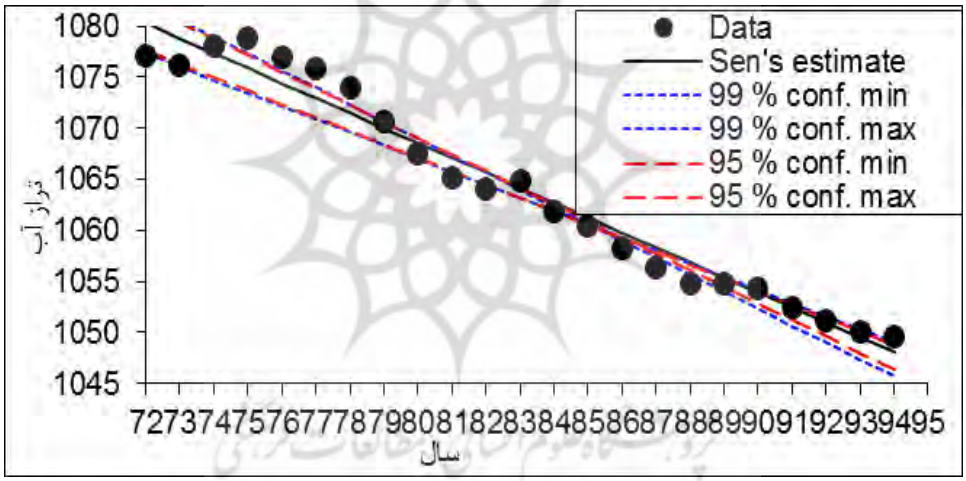
جدول ۱: نتایج آزمون من کندال و برآوردگر شیب سِن

سری زمانی	آزمون من- کندال	معناداری روند	شیب	کمینه شیب ۹۹٪	بیشینه شیب ۹۹٪	کمینه شیب ۹۵٪	بیشینه شیب ۹۵٪	عرض از مبدا
بارش(میلی متر)	- ۱/۲۷		- ۳/۳۷	- ۱۳/۷۵	۵/۴۱	- ۱۰/۰۷	۲/۴	۲۵۴/۵
تراز آب داراب	- ۶/۲۳	***	- ۱/۴۶	- ۱/۶۶	- ۱/۲۸	- ۱/۶۱	- ۱/۳۱	۱۰۸۰/۳
تراز آب قلعه بیابان	- ۴/۰۷	***	- ۰/۲۵	- ۰/۳۴	- ۰/۱۴	- ۰/۳۲	- ۰/۱۷	۱۳۳۲/۲
تبخیر بالقوه (میلی متر)	- ۴/۱۲	***	- ۵۰/۵۶	- ۷۸/۴۲	- ۲۵/۱۵	- ۷۲/۵	- ۳۰/۴۱	۳۲۰۳/۲
میانگین دما (c)	۱/۲۱		۰/۰۱۵	- ۰/۰۳	۰/۰۶	- ۰/۰۲	۰/۰۵	۲۲/۰۲
فشار هوا (hpa)	۰/۳۷		۰/۱۸۵	- ۲/۳۷۳	۱/۵۴	- ۱/۹۸۴	۱/۲۰۴	۸۸۳/۵۶
ساعت آفتابی	- ۰/۷۵		- ۲/۸۵۷	- ۱۳/۰۰۹	۹/۶۷۱	- ۹/۷۱۱	۶/۸۰۳	۳۵۲۴/۷۳
فشار بخار آب (hpa)	- ۱/۵۹		- ۰/۱۳۷	- ۰/۴۳۵	۰/۲۰۷	- ۰/۳۵۶	۰/۱۱۴	۱۰/۸۲
سرعت باد(نات)	- ۱/۵۹		- ۰/۱۱۱	- ۰/۳۵۳	۰/۱۱۶	- ۰/۲۸۱	۰/۰۴	۳/۶۳
تعداد چاههای نیمه عمیق	۵/۱۵	***	۱۷۰/۶۶	۱۵۲/۹۶	۱۸۰/۷۵	۱۵۶	۱۷۸	۲۶۵۷
تعداد چاههای عمیق	۵/۱۵	***	۶۸	۵۰/۸۳	۷۶/۵	۵۶/۱۱	۷۵/۵۵	۸۴۹

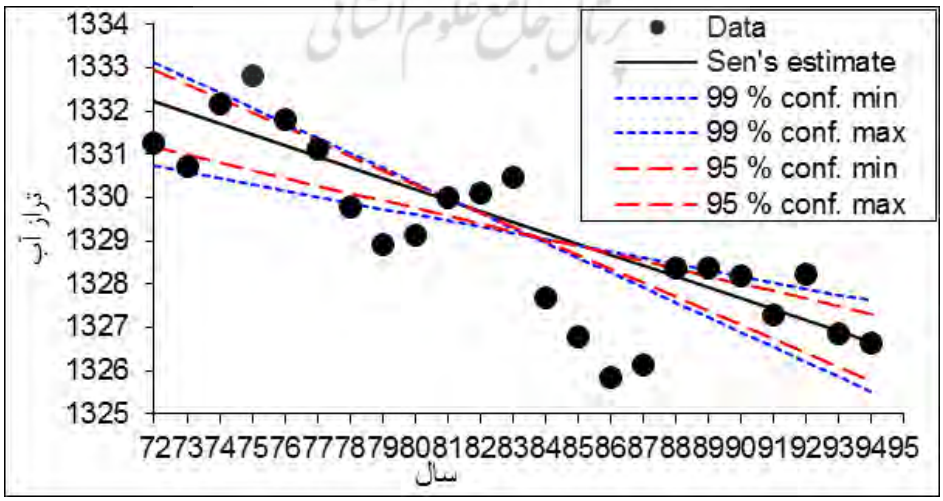
برای مشاهده دقیق‌تر برآوردگر شیب سن در مورد داده‌های بارش و تراز آب، نمودارهای مربوط به آنها در شکل‌های ۸ تا ۱۰ آورده شده است. نقاط تیره داده‌های مربوط به پارامترهای مورد نظر، خط تیره شیب سن، خطوط قرمز حدود برآورد در سطح اطمینان ۹۵٪ و خطوط آبی حدود اطمینان شیب را در سطح اطمینان ۹۹٪ نشان می‌دهند.



شکل ۸: نمودار برآوردگر شیب سِن بارش شهرستان *(منبع: نگارندگان)*



شکل ۹: نمودار برآوردگر شیب سِن تراز آب داراب *(منبع: نگارندگان)*



شکل ۱۰: نمودار برآوردگر شیب سِن تراز آب قلعه بیابان *(منبع: نگارندگان)*

همبستگی بین تراز آب دو آبخوان داراب و قلعه بیابان با مقادیر بارش و تعداد چاه‌های حفرشده، در جدول ۲ قابل مشاهده است. در سطح اطمینان ۹۵٪ اگر سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ باشد، همبستگی معنادار است؛ بنابراین به غیر از همبستگی بارش با تراز آبخوان داراب، بقیه مقادیر معنادار است. میزان همبستگی تراز آبخوان‌ها با بارش نسبتاً ضعیف و کمتر از ۰/۵ است، اما با با تعداد چاه‌ها رابطه‌ی معکوس و بالا دارد. ضریب تعیین که مجذور همبستگی است، نشان می‌دهد که چند درصد از تغییرات متغیر وابسته به وسیله متغیر مستقل تبیین می‌شود. با مقایسه‌ی ضریب تعیین تراز آب با بارش و تعداد چاه‌ها مشخص می‌شود که تعداد چاه‌ها نقش بسیار موثرتری در تبیین تغییرات تراز آب دارند بطوریکه این میزان در مورد تراز آبخوان داراب ۰/۹۸۴ است و این بدان معناست که بیش از ۹۸٪ تغییرات تراز آب این آبخوان بوسیله‌ی تعداد چاه‌های حفر شده تبیین می‌شود.

جدول ۲: نتایج ضریب همبستگی، سطح معناداری و ضریب تعیین تراز آب با بارش و تعداد چاه‌های حفرشده

	بارش			تعداد چاههای عمیق و نیمه عمیق		
	همبستگی	سطح معناداری	ضریب تعیین	همبستگی	سطح معناداری	ضریب تعیین
تراز آب داراب	۰/۳۵۲	۰/۰۹۹	۰/۱۲۳	-۰/۹۹۲	۰/۰	۰/۹۸۴
تراز آب قلعه بیابان	۰/۴۸۳	۰/۰۲	۰/۲۳۳	-۰/۶۹۲	۰/۰۰۴	۰/۴۷۸

بهره‌بردای از آبهای زیر زمینی از هزاران سال پیش در ایران با نوآوری قنات ممکن گشته است. قنات نمونه‌ی کاملی از سازگاری انسان با محیط پیرامونش است (میرجعفری و همکاران، ۱۳۸۸). جدول ۳ قنات‌های خشک شده منطقه را در دهه‌های اخیر نشان می‌دهد. خشک شدن این قناتها به معنای این است که ترازآب آبخوان‌ها، پایین‌تر از تراز آب مادر چاه‌های قنات است. آنچه در این جدول قابل مشاهده می‌باشد، خشک شدن ۱۶ قنات در شهرستان داراب می باشد که مجموع آبدهی این قناتها ۳۲۶ لیتر در ثانیه بوده است و ۱۶۵۳ هکتار از اراضی این شهرستان از آب آنها بهره‌مند می‌شده‌اند. اگرچه میزان آبدهی و سطح زیر کشت قناتها به اندازه چشمه‌ها وسیع نیست، اما قناتی مانند مهر برگان با میزان آبدهی ۳۵ لیتر در ثانیه نقش مهمی در سیراب کردن اراضی پایین دست خود داشته و ۲۲۵ هکتار از اراضی را آبیاری می‌کرده است (بستانی و سالاری،۱۳۸۹). همچنین آب ۱۸ چشمه در شهرستان خشکیده است (جدول ۴) که این چشمه‌ها جمعاً ۲۷۳۰ لیتر در ثانیه آبدهی داشته‌اند و ۵۵۳۶ هکتار از اراضی این شهرستان را آبیاری می‌کرده اند. در میان این چشمه‌ها، چشمه نقش شاپور با میزان آبدهی ۱۲۰۰ لیتر در ثانیه نقش مهمی در آبیاری زمینهای این شهرستان داشته و ۲۲۵۰ هکتار از زمینها با آب این چشمه آبیاری می‌شده است. با توجه به پیشینه‌ی کشاورزی در شهرستان، خشک شدن این قناتها و چشمه‌ها پیامد کاهش تراز آب و اعلام خطری جدی برای منابع آب منطقه است.

جدول ۳: قنات های خشک شده شهرستان داراب

ردیف	نام قنات	نام دهستان	میزان آبدهی(لیتر در ثانیه)	سطح اراضی تحت پوشش(هکتار)
۱	قنات حیدرآباد	نصروان	۲۵	۷۵
۲	قنات زین آباد	قریه الخیر	۲۷	۹۰
۳	قنات مهر برگان	بختاجرد	۳۵	۲۲۵
۴	قنات کهنویه	رستاق	۳۰	۱۸۸
۵	قنات کرکویه	فورگ	۳۲	۱۹۰
۶	قنات کوهجرد	پاسخن	۲۰	۱۵۰
۷	قنات منصورآباد	هشیوار	۲۰	۱۸۰
۸	قنات دشت پیرغیب	نصروان	۳۲	۲۸۰
۹	قنات نظرآباد	فسارود	۱۵	۷۵
۱۰	قنات بریسکان	هشیوار	۱۵	۵۵
۱۱	قنات غیاثی	قلعه بیابان	۳۰	۴۰
۱۲	قنات سلطان آباد	کوهستان	۱۰	۳۶
۱۳	قنات جعفر آباد	هشیوار	۱۰	۲۰
۱۴	قنات کهکان	رستاق	۱۲	۱۸
۱۵	قنات مربوئیه	فورگ	۴	۱۵
۱۶	قنات رشید آباد	هشیوار	۹	۱۶
	جمع		۳۲۶	۱۶۵۳

جدول ۴: مهمترین چشمه های خشک شده شهرستان داراب

ردیف	نام چشمه	نام دهستان	میزان آبدهی(لیتر در ثانیه)	سطح اراضی تحت پوشش(هکتار)
۱	چشمه نقش شاپور	بالش	۱۲۰۰	۲۲۵۰
۲	چشمه ارباب	فسارود	۱۰۰۰	۱۸۷۵
۳	چشمه بیاده	هشیوار	۲۰۰	۳۷۵
۴	چشمه زرگران	هشیوار	۴۰	۹۷
۵	چشمه شاهیجان	نصروان	۲۰	۷۵
۶	چشمه دبیران	نصروان	۲۵	۹۸
۷	چشمه دنگان	هشیوار	۳۵	۷۵
۸	چشمه تیزآب	پاسخن	۱۰	۲۰
۹	چشمه ماریان	هشیوار	۱۰	۲۰
۱۰	چشمه لای حنا	کوهستان	۱۲	۳۸
۱۱	چشمه کاظم آباد	رستاق	۱۲	۲۶
۱۲	چشمه سیاهان	کوهستان	۱۰	۲۲
۱۳	چشمه مرو	بالش	۵	۱۲
۱۴	چشمه دولت آباد	نصروان	۱۰	۳۸
۱۵	چشمه سده	فورگ	۱۵	۴۵
۱۶	چشمه همت	رستاق	۴۳	۱۲۰
۱۷	چشمه رودخیز	بالش	۴۱	۱۵۰
۱۸	چشمه ملکویه	فسارود	۴۲	۲۰۰
	جمع		۲۷۳۰	۵۵۳۶

نتیجه گیری

تغییرات آب و هوایی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی توسط انسان، تعادل آب‌های زیرزمینی را بر هم زده و موجب کاهش شدید تراز آبهای زیرزمینی در مناطق مختلف جهان و ایران شده است. تعیین نقش این عوامل می تواند به تنظیم فعالیتها و بکارگیری راهکارهای مناسب برای تعادل بخشی منابع آب‌های زیر زمینی در راستای توسعه‌ی پایدار گردد. در این تحقیق از آزمون من-کندال برای تعیین روند، از برآوردگر شیب سِن برای تعیین شیب داده‌ها و از آزمون همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی داده‌ها استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که با وجود شیب منفی بارش منطقه، روندی در آن مشاهده نمی‌شود. روند مثبت و شیب بسیار سریع حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق منطقه بسیار مشهود است و همبستگی معکوس بسیار بالایی با تراز آبخوان‌ها دارد. بنابراین آنچه که از بررسی عوامل طبیعی و انسانی در تراز آبهای زیرزمینی دشت داراب مشهود است، نقش اساسی عوامل انسانی در کاهش تراز آب‌های زیرزمینی منطقه است. حفر بی رویه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق برای توسعه فعالیتهای کشاورزی، صنعتی و آشامیدن در شهرستان منجر به تخلیه‌ی بخش بزرگی از منابع آب زیرزمینی در شهرستان گردیده است. هرچند در سالهای اخیر با ممنوعه اعلام شدن دشت داراب، از حفر چاه‌های بیشتر در آن جلوگیری شده است، ولی همچنان روند کاهشی تراز آب در این دشت مشاهده می‌شود که پیامد اقدامات سالهای گذشته و تداوم بهره‌برداری از چاه‌های حفر شده است. با توجه به اهمیت استراتژیک منابع آب در منطقه، لزوم بکارگیری روش‌های موثر در افزایش تراز آب و یا جلوگیری از کاهش بیش از پیش این منابع لازم می‌نماید. بکارگیری روش‌های مختلف آبخیزداری در جهت حفاظت منابع آب و خاک و تغذیه آبخوان‌ها، کاشت محصولاتی با نیاز آبی کمتر، فرهنگ‌سازی و هشدار نسبت به پیامدهای کاهش تراز آب و ... می‌تواند به احیای منابع آب در شهرستان کمک کند.

منابع

آروین عباسعلی؛ حلبیان امیرحسین؛ بهارلو محسن (۱۳۹۵). اثر نوسانات اقلیمی و برداشت آب بر تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت دامنه، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال پنجم، شماره ۷، صص ۶۷-۴۷.

انصاری ثمین؛ مسباح بوانی علیرضا؛ روزبهانی عباس (۱۳۹۵). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تغذیه آب زیرزمینی(مطالعه موردی: دشت سفیددشت)، نشریه آب و خاک، جلد ۳۰، شماره ۲، صص ۴۳۱-۴۱۶.

بستانی علیرضا؛ سالاری سردری فرضعلی. بررسی ناپایداری های اقلیمی برمنابع آبی (مطالعه موردی، شهرستان داراب)، همایش ملی مدیریت بحران آب (دانشگاه آزاد مرودشت، اسفند ۱۳۸۸)، ۱۳۸۸.

دانشور وثوقی فرناز؛ دین پژوه یعقوب؛ اعلمی محمدتقی (۱۳۹۰). تأثیر خشکسالی بر تراز آب زیر زمینی در دو دهه اخیری (مطالعه موردی: دشت اردبیل)، نشریه دانش آب و خاک، جلد۲۱، شماره ۴، صص ۱۷۹-۱۶۵.

رامشت محمدحسین؛ غازی ایران؛ معیری مسعود؛ فتوحی صمد (۱۳۸۶). تأثیر گنبدهای نمکی در شوری آبهای زیر زمینی پلایای داراب، مجلهٔ پژوهشی دانشگاه اصفهان(علوم انسانی)، شماره ۲۷: ۶، صص ۱۴۴- ۱۲۹.

صمدی رقیه؛ بهمنش جواد؛ رضایی حسین (۱۳۹۴). بررسی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی (مطالعه موردی :دشت ارومیه)، نشریه دانش آب و خاک، جلد۲۲، شماره ۴، صص ۸۴-۶۷.

فتوحی صمد، تأثیر فرمها و فرآیندهای ژئومورفیک بر منابع آب زیرزمینی، مطالعه موردی پلایای داراب، پایان نامه دکترای جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۶.

فلیحی رجبعلی؛ احمدی امین، بررسی عوامل موثر در تبخیر دریاچه مخازن سد ها، کنفرانس بین المللی مهندسی، هنر و محیط زیست، (لهستان، دانشگاه سزین)، ۱۳۹۳.

مردانی مهدی؛ افلاطونی محمد؛ بوستانی فردین (۱۳۹۱). بررسی همبستگی بین بارندگی وسطح آب زیرزمینی در دشت شیراز، مجله مهندسی منابع آب، شماره ۱۳، صص ۹۶-۸۷.

مسعودیان سید ابوالفضل (۱۳۸۴). بررسی روند دمای ایران در نیم سده گذشته، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۴، صص ۴۵-۲۹.

موحدی سعید؛ عساکره حسین؛ سبزی پرور علی اکبر؛ مسعودیان سید ابوالفضل؛ مریانجی زهره (۱۳۹۰). بررسی تغییرپذیری رژیم بارش در ایران، آب و خاک، شماره ۶، صص ۱۴۴۶ -۱۴۳۵.

میرجعفری حسین؛ الهیاری فریدون؛ بهنیا عبدالکریم؛ چراغی زهره (۱۳۸۸). بررسی خاستگاه قنات در ایران، تاریخ اسلام و ایران، شماره ۷۷، صص۱۰۲-۷۹.

Chen Z. Grasby S. Osadetz M.K. (2002). Prediction of Average Annual Groundwater Levels from Climate Variables: An Empirical Model. Journal of Hydrology 260, pp.102 -117.

Gehrels JC. Van Geer FC. De Vries JJ. (1994). Decomposition of groundwater level fluctuations using transfer modelling in an area with shallow to deep unsaturated zones, Journal of Hydrology 157: 105-138.

Helsel D.R. Hirsch R.M. (1992). Statistical Methods in Water Resources, Elsevier Science, 546.

Husnain Khan T. (2014). Water scarcity and its impact on agriculture (Case study of Layyah, Pakistan), Master's Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Pakistan.

Iglesias, A. Garrote L. Flores F. Moneo M. (2007). Challenges to Manage the Risk of Water Scarcity and Climate Change in the Mediterranean, Water Resource Manage, 21, pp. 775–788.

Gleick P. (2003). Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. Science 302, pp. 1524–1528.

Kendall, M.G. (1975). Rank correlation measures; Charles Griffin: London, UK.

Mann H.B. (1945). Non-parametric tests against trend, Econometrica, 13, 245–259.

Mukheibir M. (2010). Water Access, Water Scarcity, and Climate Change, Environmental Management 45, pp. 1027–1039.

Pahl-Wostl C. (2007). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. Water Resources Management 21, pp. 49–62.

Rutulis M. (1989). Groundwater Drought Sensitivity of Southern Manitoba, Canadian Water Resources Journal14, pp. 18 - 33.

Sen P. K. (1968) Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, Journal of the American Statistical Association, 63, pp. 1379–1389.

Winter T. Mallory C. Allen S.E. Rosenberry D.O. (2000). The use of principal component analysis for interpreting groundwater hydrographs, Ground Water 38, pp. 234 -246.

Watkins K. (2006), Human development report 2006 beyond scarcity: power, poverty and the global water crisis, Summary. UNDP, New York.

Yenigun K. V.Gumus V. Bulut V. (2008). Trends in stream flow of the Euphrates basin, Turkey, Water Management 161, pp. 189-198.

Evaluation the impact of natural and human factors on the underground water level of Darab County

Sohrab Ghaedi[1]*, Sanaz Agah[2]

Received: 22-01-2017 Accepted: 27-05-2017

Abstract

The impact of natural and human factors that affect the level of Darab Plain was evaluated to determine the role of each of these factors in decreasing the level of groundwater occurrence. In recent decades, Simultaneity climate change and increasing population, industry and agriculture cause's ambiguity in cognition of more effective factors in decreasing underground water reserves in the country. Darab plain in the south-eastern of Fars province has an important role in the field of agriculture and horticulture in the country. However, many natural factors affect, but from the natural, precipitation and evaporation were studied as the most important factors affecting the level of underground waters. From the human factors also seem to indiscriminate exploitation and numerous drilling deep and semi-deep wells have a significant impact on underground water resources. To assessment, the trend of data was used Mann- Kendall test and was applied Sen's slope estimator to calculate data slope. Pearson correlation coefficient was applied to evaluate the relationship between groundwater level data with the data of precipitation and the exploitation of them. By comparing the natural parameters trend and the exploitation of water resources in the region, it can be concluded that natural factors have been little effective in decreasing the level of underground water and human activities played a significant role.

Keywords: Groundwater level, trend, Mann-Kendall test, Sen's slope estimator, Pearson correlation coefficient, Darab County.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1]*- Assistant Professor of climatology, Department of Earth Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
Email: s.ghaedi@scu.ac.ir

[2]- MSc. Of climatology, Iran