فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
سال هفتم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۵
صص ۱۱۶-۱۰۳

رابطه خشکسالی با کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت ابهر با استفاده از SPI و نمودارهای شولر، پایپر و ویلکوکس

شوکت مقیمی

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

ام السلمه بابایی فینی[۱]

دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

دسترسی به منابع آب از دیدگاه کمی و کیفی لازمه حیات انسان و فعالیتهای بشری است. لذا حفاظت از این منابع بخصوص آبهای شیرین به عنوان یکی از مهمترین عوامل حفظ سلامت و توسعه همه جانبه جوامع مطرح می‌باشد. پرواضح است که در اولین قدم برای حفاظت و بهره برداری بهینه از این منابع باید آگاهی و شناخت دقیقی از پتانسیل این منابع داشته باشیم و با انجام پایش های مستمر آگاهی همه جانبه ای را به خصوص از تغییرات کیفی آنها بدست آورده و زمینه‌های ایجاد توسعه پایدار را فراهم نمائیم. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که خشکسالی های متناوب و مستمر در سالهای اخیر افت سطح آب زیرزمینی این دشت را شدیدتر نموده و با وجود استقرار صنایع مختلف با آلودگی‌های تبعی خود و ازدیاد مصرف کودهای شیمیایی در تمامی دشت، تغییر چندانی در کاهش کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی بوجود نیامده است. نتایج بدست آمده از تفسیر دیاگرامها و نمودارها نمایانگر آن هستند از نظر کشاورزی حدود ۶۳ درصد از منابع انتخابی در رده C2S1 و ۳۷ درصد مابقی در رده C3S1 قرار می‌گیرند. از نظرمصارف صنعتی حدود ۸۲ درصد از نمونه‌ها از نوع خورنده می‌باشند و ۱۶ درصد نمونه‌ها از نوع رسوبگذار محسوب می‌گردند، تنها ۲ درصد مابقی نمونه‌ها از نوع متعادل می‌باشند. حدود ۵۵ درصد از نمونه آبها در رده آبهای سخت و ۲۳ درصد در رده کاملاً سخت و مابقی (۲۲ درصد) بعنوان آب‌های نسبتاً سخت معرفی می‌شوند. بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد نمونه‌ها از نظر شرب در رده خوب و مابقی در رده قابل قبول و تنها حدود ۳ درصد در رده متوسط قرار می‌گیرند.

واژگان کلیدی: شاخص‌های کیفیت، SPI، نمودار شولر، پایپر، ویلکوکس، دشت ابهر.

۱- ام السلمه بابایی فینی (نویسنده مسئول) f_babaee@pnu.ac.ir

مقدمه

کشور ما در یک منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته و خشکی جرء فطرت ذاتی آن است. هنگام وقوع خشکسالی در این مناطق بایستی مدیریتی مناسب برای منابع آب اجرا گردد. به منظور اتخاذ اقدامات مناسب برای مقابله با آثار زیان آور خشکسالی سامانه‌های پایش خشکسالی یکی از ابزارهای مهمی می‌باشند که قادر به ارائه اطلاعات به هنگام از دوام، شدت و توسعه خشکسالی در یک ناحیه هستند.

ارزیابی خصوصیات خشکسالی از مهمترین عوامل طراحی و مدیریت منابع آب می‌باشد. به طور معمول از داده‌های بارش برای خشکسالی هواشناسی و از داده‌های جریان برای تحلیل خشکسالی هیدرولوژیکی استفاده می‌شود. دسترسی به منابع آب از نظر کمی و کیفی لازمه حیات انسان و فعالیتهای مختلف بشری است. لذا حفاظت از این منابع از مهمترین عوامل حفظ سلامت و توسعه همه جانبه جوامع است که در اولین گام باید با انجام پایش های مستمر آگاهی همه جانبه از تغییرات کیفی و کمی آنها به دست آورد و زمینه‌های توسعه را فراهم آورد. بر پایه مطالعات و پژوهش‌های انجام شده، مسائل مربوط به آب چالشی بزرگ در ارتباط با توسعه پایدار بشمار می‌آیند. با اینکه ۷۵ درصد سطح زمین از آب پوشیده شده، تنها بخش کوچکی از آن قابل استحصال است. کشور ایران از نظر وضعیت آب نسبت به متوسط‌های جهانی در شرایط بحرانی‌تری قرار داشته و جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان است، بطوریکه سهم ایران از کل منابع آب تجدید شونده تنها ۰/۳٦ درصد است و تا سال ۱٤۰٤ خورشیدی (۲۰۲۵ میلادی) به گروه کشورهایی می‌پیوندد که بشدت از کم آبی رنج خواهند برد. با توجه به رشد دو متغیر جمعیت و مصرف که همواره سیر صعودی را طی می‌کنند مقدار کل آب شیرین قابل دسترس برای مردم ایران به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال برای هر نفر خواهد رسید و عدم تناسب بین آن‌ها چالش‌های مربوط به آب را تشدید خواهد کرد. بنابراین علاوه بر کمیت، کیفیت آب نیز عامل تعیین کننده‌ای برای آسایش و رفاه انسانهاست.

نکته‌ای که شایان ذکر است بیش از ۵۲ درصد مصرف آب کشور از طریق منابع آب زیرزمینی می‌باشد، در نتیجه بررسی کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی به عنوان یک فاکتور با ارزش تأمین آب ضروری است. در این میان بررسی کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت ابهر نیز مانند سایر دشتها و حوزه‌های آبریز ایران از این امر مستثنی نیست.

آبخوان ابهر به عنوان یک آبخوان آبرفتی، منبع منحصر بفرد تأمین آب جهت مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی می‌باشد و چنانچه در معرض مصرف بیش از اندازه و خشکسالی های مکرر قرار گیرد دچار تغییر کمیت و کیفیت شده و در صورتیکه مطالعات لازم با توجه به خصوصیات آبخوان انجام نپذیرد خسارات جبران ناپذیری به منابع آب و خاک آن وارد خواهد شد.

سفره آب زیر زمینی دشت ابهر یکی از عمده‌ترین منابع تأمین کننده آب برای مصارف کشاورزی، صنعتی و شرب مناطق شهری و روستایی می‌باشد. به دلایل عدیده‌ای مانند خشکسالی های مکرر، رشد جمعیت، توسعه صنعتی و افزایش سطح زیر کشت که در حوضه آبریز دشت ابهر به وجود آمده است، در سالهای اخیر بگونه ای لجام گسیخته در حال حفاری و بهره برداری از منابع آب زیرزمینی هستند. با افزایش بهره برداری مشکلات عدیده‌ای بوجود آمده است. یکی از مهمترین مشکلات، افت شدید سطح آب زیرزمینی و بدنبال آن کاهش حجم مخزن

آبخوان و طبیعتاً نشست زمین می‌باشد. که این مشکل غیر قابل برگشت بوده و بخش مهمی از آبخوان از بین خواهد رفت. با توجه به موارد ارائه شده لازم است مطالعات کمی و کیفی با هم انجام گیرد تا بتوان ارتباط تمامی پارامترها با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد که در نتیجه این گونه مطالعات به نوبه خود در تعیین و تشخیص مشکلات موجود در منابع آب کمک بسیار با ارزشی در برنامه‌ریزی مدیران ارشد خواهد کرد.

وی سنت و همکاران (Vicent et al, 2005) عکس العملهای هیدرولوژیک در مقیاسهای زمانی مختلف خشکسالی اقلیمی را با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) در دشت رودخانه آراگون بررسی کردند.

باهویان و همکاران (Bhuiyan et al, 2006) از شاخص بارش استاندارد، سطح آب استاندارد و شرایط پوشش گیاهی مبتنی بر داده‌های زمینی و سنجش از دور روند خشکسالی منطقه آراوالی[1] در هند را مورد مطالعه قرار دادند.

ماشلیکا و همکاران (Machlica et al, 2008) با ارزیابی وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی در رودخانه نیترا (Nitra) کشور اسلواکی در طول دوره زمانی ۱۳۸۳–۱۳۵۵ از طریق حاصل تقسیم جریان سالانه بر میانگین داده‌ها در طول دوره آماری مذکور وضعیت خشکسالی یا ترسالی را مشخص کرده و به این نتیجه رسیدند که از دهه ۱۹۹۰ تا کنون بخش بالادست حوضه همچنان در وضعیت خشک به سر می‌برد.

در این زمینه همچنان می‌توان به پژوهش (Brutsaert, 2010) در نیمه شرقی ایالات متحده اشاره کرد که نتایج آن نشان‌دهنده روند افزایشی در ذخیره آب زیرزمینی در محدوده کوچکی در اوهایو و مناطق بالادست حوضه می سی سی پی و روند کاهشی بلند مدت در اکثر مناطق به ویژه در شمال نیوانگلند و جنوب خلیج آتلانتیک بوده است.

فرج زاده (۱۳۸٦) خشکسالی و ترسالی بر اساس نمایه SPI، DRI و روش نیچه در شمال غرب ایران را تحلیل و تعیین کرده است رضایی و همکاران (۱۳۸۷) شاخص بارش استاندار شده را در کشاورزی دشت تبریز بکار برده‌اند.

در این پژوهش با بکارگیری روش SPI شدت و مدت خشکسالی در منطقه تعیین گردید و نتایج حاصل از ارزیابی‌ها نشان‌دهنده تأثیرپذیری محصولات کشاورزی و حساسیت آنها در قبال کمبود بارندگی و رطوبت خاک و تغییرات دمایی می‌باشد.

صداقت کردار و فتاحی (۱۳۸۷) شاخص‌های پیش آگاهی خشکسالی در ایران را مطالعه کرده‌اند. در این تحقیق از داده‌های سیگنال‌های بزرگ مقیاس اقلیمی و داده‌های ماهانه شاخص نوسان جنوبی، شاخص نوسان شمالی و پدیده انسو استفاده شده است.

شریعت پناهی (۱۳۸۸) اثرات خشکسالی بر فرسایندگی باد و فرسایش در منطقه سیستان با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره را مطالعه کرده‌اند، در این منطقه به دلیل خشکسالی های متوالی شدت عمل طوفان‌ها به مراتب افزایش یافت و بسیاری از زمین‌های کشاورزی و اراضی مستعد، دچار باد بردگی و انتقال ذرات رویه خاک شد ه اند و یا در اثر حرکت ماسه‌های روان مدفون گشته‌اند.

---

[1]. Aravalli

خزانه داری و همکاران (۱۳۸۹) روند خشکسالی در ایران طی ۳۰ سال آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۰) را با استفاده از مدل (GCM, LARS-WG) انجام داده‌اند که نتایج آن تأیید همخوانی دو شاخص DI و SPI جهت بررسی روند خشکسالی است و نشان‌دهنده افزایش خشکسالی در ۳۰ سال آینده و وقوع تغییر اقلیم در منطقه ایران می‌باشد.

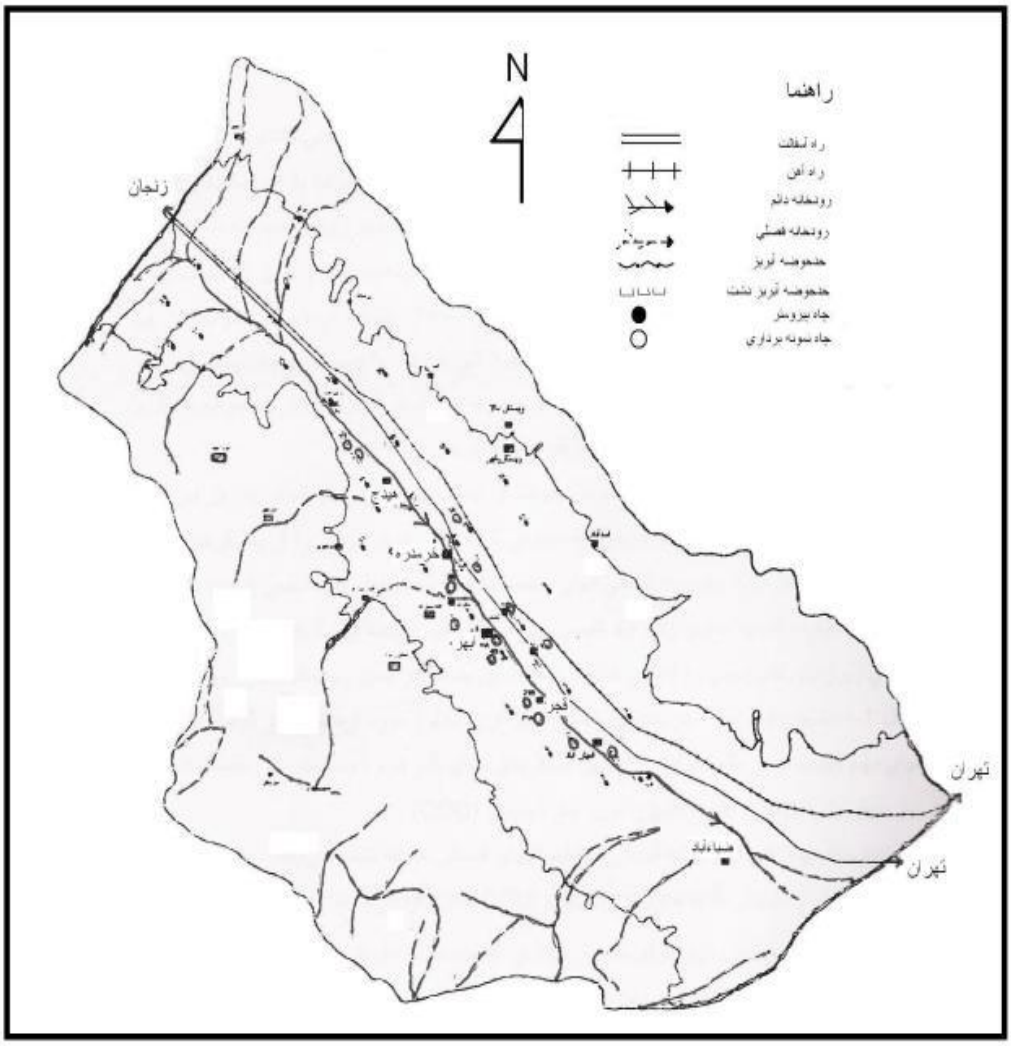
نخعی و مهدلو (۱۳۹۰) نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت ابهر را بررسی کرده‌اند. در این تحقیق برای رسم هیدروگراف از آمار مربوط به کل سال‌های سنجش کمی آبخوان استفاده شده است و برای بررسی عمق آب زیرزمینی در منطقه از داده‌های ۸۵ تا ۸۹ استفاده شده و با نرم افزار GMS پردازش داده‌ها و درونیابی نقاط انجام و نقشه‌های مربوطه تهیه گردیده است. نتایج نشان داده که از سال ۱۳۷۵ تا کنون روند نزولی سطح آب زیرزمینی ادامه داشته که حداکثر آن در قسمت‌های مرزی دشت دیده شده است.

دانشور وثوقی و دین پژوه (۱۳۹۱) روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت اردبیل با استفاده از روش اسپیرمن را مطالعه کردند که نتایج نشان داد روند تغییرات غلظت تمام متغیرهای کیفی آب در همه ایستگاه‌ها افزایشی است و در بین متغیرها بیشترین روند مثبت معنی دار متعلق به متغییر TDS است و در حالت کلی کیفیت آب زیرزمینی دشت طی سالهای اخیر از افت شدیدی برخوردار بوده است.

از سال ۱۳۵۷ تا سال ۱۳٦۱ با همکاری سازمان آب منطقه تهران بررسی‌هایی در جهت بهره‌گیری از آب ابهر رود، خررود و حاجی عرب صورت گرفته است. نقشه زمین شناسی مقیاس ۱/۲۵۰.۰۰۰ در سال ۱۳٦٤ توسط سازمان زمین شناسی کشور با عنوان زنجان تهیه شده است. توسط شرکت مهندسی مشاور جاماب (وابسته به وزارت نیرو) بعنوان یکی از دشت‌های زیر حوضه آبریز (دریاچه نمک) در سال‌های ۱۳٦۵ و ۱۳۷۷ مطالعات کلی بر روی ابهر انجام شده است. در سال ۱۳۸۸ مطالعات تعادل بخشی آبهای زیرزمینی در مناطق ممنوعه بحرانی دشت زنجان ـ ابهر توسط آب منطقه‌ای استان زنجان انجام گرفته است. رساله کارشناسی ارشد آقای خیرالله خدابنده لو در ارتباط با وضیعت حوضه آبریز و آلاینده‌ها در سال ۱۳۹۱. رساله کارشناسی ارشد خانم دست پرورده که در مورد وضیعت عمومی و هیدروژئولوژی محدوده دشت ابهر را می‌توان نام برد.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز ابهر رود یکی از حوضه‌های آبریز فرعی دریاچه نمک است که (مساحت دریاچه نمک بالغ بر ۲۹۵۵۰Km^2) از لحاظ تقسیمات ٦ گانه حوضه آبریز در حوضه فلات مرکزی و از لحاظ تقسیمات ۳۰ گانه در حوضه آبریز دریاچه نمک (شور) قرار دارد، شکل (۲– ۲). این دشت از ۵۰ کیلومتری شرق زنجان شروع شده و در جهت جنوب شرقی بطرف شهر تاکستان امتداد می‌یابد. از جهت شمال به حوضه آبریز رودخانه قزل اوزن، از جنوب به رودخانه خررود و از غرب به زنجان رود محدود می‌شود. دشت ابهر با مختصات جغرافیایی ۵۰ ˚ ٤۸ تا ۲۵ ˚ ٤۹ طول شرقی و ٥٤ ˚ ۳۵ تا ۳۰ ˚ ۳٦ عرض شمالی در استان زنجان واقع شده است، شکل ۱.



شکل ۱: محدوده حوضه آبریز ابهر رود

منبع: نگارندگان

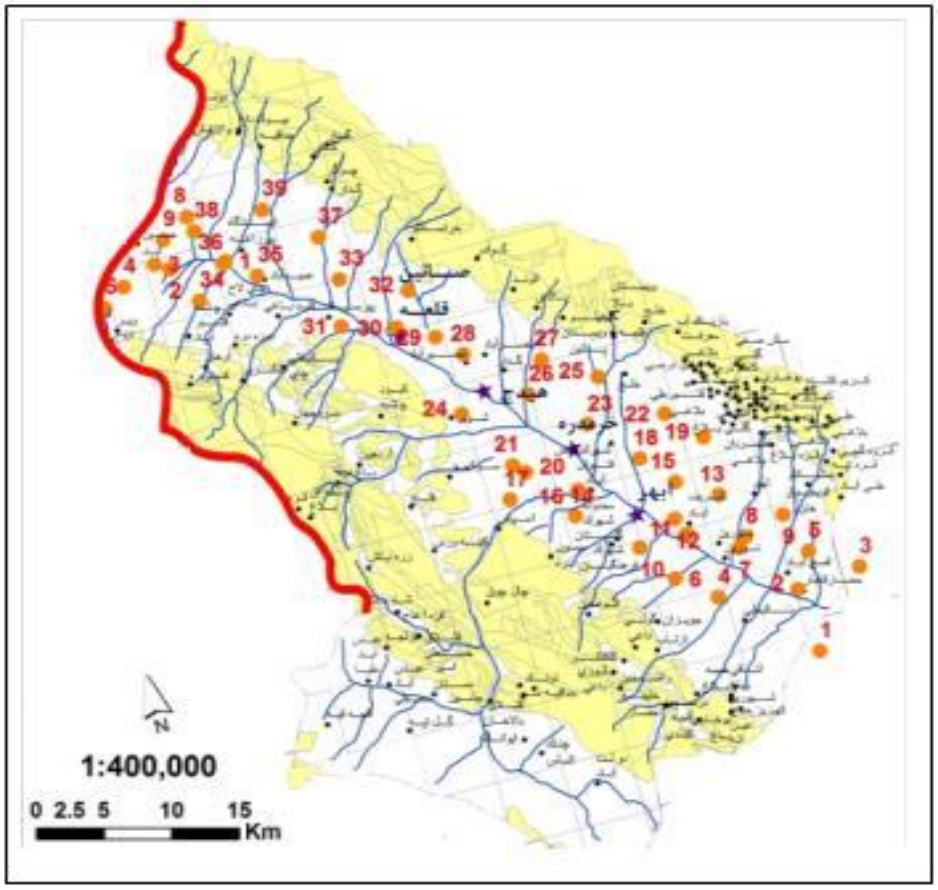
داده‌ها و روش کار

در این مطالعه از داده‌های ۳۹ حلقه چاه مشاهده‌ای و بارش سالانه ۳ ایستگاه بارانسنجی طی سالهای ۱۳۹۰-۱۳۷۰ استفاده شده است. (جدول شماره ۱ و شکل شماره ۲). روش کار مورد استفاده شامل مطالعه‌ای کتابخانه‌ای، مطالعات اسنادی و عملیات میدانی و آزمایشگاهی می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های باران سنجی دشت ابهر

نا ایستگاه	نام رودخانه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع
قروه-ابهررود	ابهررود	۳٦/۰٦	٤۹/۳۸	۱٤۳۰
کینه ورس	ابهررود	۳٦/۱۷	٤۹/۰٦	۱۷۳۰
ضیاء آباد	ابهررود	۳۵/۹۹	٤۹/٤۵	۱٤۳۰

منبع: وزارت نیرو



شکل ۲: موقعیت چاه‌های مشاهده‌ای محدوده دشت ابهر

منبع: نگارندگان

یافته‌های تحقیق

آب‌های زیرزمینی مهمترین منبع تأمین کنندهٔ آب جهت فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شرب دشت ابهر می‌باشد. حجم عمده از استخراج آب زیرزمینی را چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بر عهده دارند و نقش قنوات و چشمه‌ها در این راستا ناچیز است.

منطقه مورد مطالعه از نظر آب زیرزمینی غنی می‌باشد. زیرا رسوبات آبرفتی دشت ابهر از نظر خصوصیات هیدرودینامیکی (هدایت هیدرولیکی، ضریب ذخیره و ضریب آبگذری) و تخلخل مؤثر، از وضعیت نسبتاً خوبی برخوردار است. در نتیجه نزولات جوی و بدنبال آن آبهای جاری به راحتی به آبخوان دشت نفوذ می‌کنند.

جهت بررسی تأثیر خشکسالی ها بر آبهای زیرزمینی دشت ابهر ابتدا با استفاده از شاخص SPI تعداد خشکسالی ها در دو بازه ۱۲ و ٢٤ ماهه برای سه ایستگاه از سال ۱۹۹۱ تا ۳۰۱۱ میلادی محاسبه شد.

با بررسی طبقات SPI بدست آمده نتیجه شده که از کل دوره در سه ایستگاه مورد مطالعه بیشترین مدت خشکسالی از سال ١٩٩٦ (١٣٧٥) تا ٢٠٠٧ (١٣٨٦) می‌باشد. در ضمن قابل ذکر است شدیدترین و گسترده‌ترین خشکسالی ها در کل ایران در سال ۱۹۷۳ بوده است (بابایی، ۱۳۸۲). در محدوده مطالعاتی شدیدترین خشکسالی ها در ایستگاه ضیاآباد، سال ۱۹۹۸، کینه ورس، سال ۱۹۹۸ قروه مربوط به سال ۱۹۹۸ است.

جدول ۲: شدت و تدوام خشک‌ترین سالها بر اساس شاخص SPI با بازه ۱۲ و ۲٤ ماهه در ایستگاه کینه ورس، قروه و ضیاآباد

کینه ورس				قروه				ضیاآباد			
سال	بازه ۱۲ ماهه	سال	بازه ۲٤ ماهه	سال	بازه ۱۲ ماهه	سال	بازه ۲٤ ماهه	سال	بازه ۱۲ ماهه	سال	بازه ۲٤ ماهه
۱۹۹۸	-۲.۳٦	۱۹۹۸	-۲.٤۸	۱۹۹۸	-۲.۵۳	۱۹۹۸	-۲.۲۳	۱۹۹۸	-۲.۵٤	۱۹۹۸	-۲.۳٤
۱۹۹۸	-۲.۲۸	۱۹۹۸	-۲.۳۹	۱۹۹۸	-۲.۳۳	۱۹۹۸	-۲.۰۸	۱۹۹۸	-۲.۲٤	۱۹۹۸	-۲.۰۱
۱۹۹۸	-۲.۳۹	۱۹۹۸	-۱.۹۱	۱۹۹۸	-۲.۲۸	۱۹۹۸	-۲.۰۵	۱۹۹۸	-۲.۱۵	۱۹۹۹	-۲.٤۳
۱۹۹۸	-۲.۳۵	۱۹۹۸	-۱.۸٤	۱۹۹۸	-۲.۱	۱۹۹۸	-۲.۱	۱۹۹۸	-۲.۱	۱۹۹۹	-۲.۳۷
۱۹۹۸	-۱.۵۳	۱۹۹۹	-۲.٦۳	۲۰۰۷	-۲.۲۳	۱۹۹۸	-۱.۷٤	۱۹۹۸	-۱.٦۹	۱۹۹۹	-۲.٤۵
۱۹۹۸	-۱.٦۵	۱۹۹۹	-۲.۵۹	۲۰۰۷	-۲.۱۹	۱۹۹۸	-۱.۸۸	۲۰۰۷	-۲.۲۲	۱۹۹۹	-۱.۹۵
۱۹۹۹	-۲.۲	۱۹۹۹	-۲.۵	۲۰۰۷	-۲.۱۷	۱۹۹۸	-۱.۸۱	۲۰۰۷	-۲.۱۵	۲۰۰۱	-۱.۵۸
۱۹۹۹	-۲.۰۵	۱۹۹۹	-۲.٤	۲۰۰۷	-۲.۱۳	۱۹۹۸	-۱.۹۳	۲۰۰۷	-۲.۱۳	۲۰۰۱	-۱.۵٦
۱۹۹۹	-۱.٤٤	۱۹۹۹	-۲.۲۷	۲۰۰۷	-۲.۰۸	۱۹۹۸	-۱.۸٤	۲۰۰۷	-۲.۰۲	۲۰۰۷	-۱.۵٦
۱۹۹۹	-۱.۳۷	۱۹۹۹	-۲.۲	۲۰۰۷	-۲.۰۸	۱۹۹۸	-۲.۳	۲۰۰۷	-۱.۹	۲۰۰۷	-۱.٦۲
۱۹۹۹	-۱.۸۲	۱۹۹۹	-۲.۲	۲۰۰۷	-۲.۰۵	۱۹۹۸	-۱.۹۸	۲۰۰۷	-۱.۷۲		
۱۹۹۹	-۱.۵٤	۱۹۹۹	-۲.۱۳	۲۰۰۷	-۲	۱۹۹۸	-۲.۰۷	۲۰۰۷	-۱.۷		
۲۰۰۰	-۱.۸۸	۱۹۹۹	-۲.۰۹	۲۰۰۷	-۱.۹۹	۱۹۹۹	-۱.۹۸				
۲۰۰۰	-۱.۸۲	۲۰۰۰	-۲.۲۵	۲۰۰۷	-۱.۵۱	۱۹۹۹	-۲.۳٤				
۲۰۰۰	-۱.۷۱	۲۰۰۰	-۲.۲۱			۱۹۹۹	-۱.۵۸				
۲۰۰۷	-۱.۹۳	۲۰۰۰	-۲.۲۱			۱۹۹۹	-۲.۳٤				
۲۰۰۷	-۱.۸۷	۲۰۰۰	-۲.۱۹			۱۹۹۹	-۲.۲۵				
۲۰۰۷	-۲.۲۲	۲۰۰۰	-۲.۱۸			۲۰۰۰	-۱.۵۱				
۲۰۰۷	-۱.۹٤	۲۰۰۰	-۲.۱٤			۲۰۰۷	-۲.۰۸				
۲۰۰۷	-۲.۱۷	۲۰۰۰	-۲.۰۹			۲۰۰۷	-۲.۱٤				
۲۰۰۷	-۲.۱٤	۲۰۰۰	-۲.۰٦								
۲۰۰۷	-۱.٦۱	۲۰۰۱	-۱.۹۹								
		۲۰۰۱	-۱.۹۷								
		۲۰۰۱	-۱.۹٦								
		۲۰۰۱	-۱.۸۳								
		۲۰۰۱	-۱.۸۲								
		۲۰۰۱	-۱.۷٤								
		۲۰۰۱	-۱.۷۳								

تداوم خشکسالی	۲۲ ماه	۲۸ ماه	۱٤ ماه	۲۰ ماه	۱۲ ماه	۱۰ ماه
شدیدترین خشکسالی	۲.٤- سال ۱۹۹۸	۲.۵۹- سال ۱۹۹۸	۲.۵۳- سال ۱۹۹۸	۲.۳٤- سال ۱۹۹۸	۲.۵٤-سال ۱۹۹۸	۲.٤۵- سال ۱۹۹۸

منبع: یافته‌های پژوهش

مهم‌ترین کودهای مورد استفاده کشاورزی در منطقه کودهای ازته مانند: کودهای اوره، کود نیترات آمونیوم، کود سولفات آمونیوم و کودهای فسفات آمونیوم می‌باشد که کودهای اوره و نیترات آمونیوم بیشترین سهم را در آلوده کردن و تغییر کیفیت آبهای سطحی و آبهای زیرزمینی بصورت فرونشست عمقی از مزارع کشاورزی داشته‌اند، کودهایی که در کشاورزی کاربرد دارند از جمله آلاینده‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی می‌باشند و کیفیت آنها را بشدت کاهش می دهند. در نتیجه با توجه به نفوذپذیری خاک و قابلیت انتقال آب در دشت ابهر که بسیار بالا می‌باشند و همچنین زاینده رود بودن قسمتی از رودخانه ابهررود که نشان‌دهنده بالا بودن سطح آب زیرزمینی می‌باشد، باعث افزایش نیتریت و فسفات آبهای زیرزمینی و پیر شدن آبهای سطحی می‌شود. طبق آزمایش‌های انجام شده در شمال شرق منطقه (اراضی کشاورزی) در سال ۱۳۸۰ میزان نیترات بالای5 mg/l اندازه‌گیری شده و در سال

۱۳۸۸ میزان متوسط نیترات در همان منطقهبه 19.47 mg/l رسیده است، بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده در چاه‌های موجود همان منطقه در دشت ابهر نیتریت نیز دارای مقادیر مختلفی می‌باشد که از نمونه‌گیری‌های جمع‌آوری شده در اسفند ماه ۱۳۸۰ بطور متوسط این مقدار 0.01 mg/l بوده و در اسفند ماه ۱۳۸۸ به مقدار mg/l 0.02 رسیده است.

در شهرستان ابهر در بعضی از زمین‌های کشاورزی که در آنها صیفی جات و سبزیجات کاشته می‌شود برای آبیاری از فاضلاب و لجن آلوده استفاده می‌کنند که در دراز مدت نتیجه بسیار نامطلوبی بر کیفیت منابع خاک و آب‌های زیرزمینی می‌گذارد.

همچنین استفاده از سموم دفع آفات و علف کشها در کشاورزی نتیجه‌ای جز آلوده کردن منابع آب زیرزمینی دشت نداشته است.

دفن غیر بهداشتی مواد زائد جامد نیز پیامدهای زیست محیطی متعددی به دنبال داشته است. آلودگی آب منابع زیرزمینی به شیرابه، یکی از مهمترین نگرانی‌های زیست محیطی مرتبط با دفع ناصحیح مواد زائد جامد می‌باشد. عدم رعایت موازین انتخاب محل، آماده سازی نامناسب و غیر عملی محل دفن و تکنیک دفن نامناسب منجر به تولید و انتشار شیرابه در لایه‌های زیر زمین و حرکت شیرابه از محل دفن زباله شهر به آبهای زیر زمینی شده است. دفن سنتی پسماندها به صورت حفر گودال و پوشش سطحی با خاک و بدون مطالعات لازم در حال انجام است که موجب آلودگی محیطی نشر شیرابه به آب‌های زیر زمینی گردیده است. بنابرین عدم مدیریت صحیح در امر جمع‌آوری و تصفیه پسابهای شهری و صنعتی و بیمارستانی که اکثراً بدون شبکه مجزای جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب‌ها می‌باشد و همچنین نقص در مدیریت مواد زائد جامد بدون شک در آلودگی منابع آب زیر زمینی بی تأثیر نمی‌باشد.

با توجه به وجود امکانات و تاسیسات زیر بنایی، تراکم و تمرکز اصلی مراکز صنعتی در محدوده دشت ابهر و برروی گسترده‌ترین سفره آب زیر زمینی منطقه می‌باشد و از نظر میزان تأثیر واحدهای صنعتی بر آلایندگی منابع آب زیر زمینی دشت بسیار مهم و حیاتی‌اند. عدم رعایت اصول زیست محیطی، عدم مکان گزینی مناسب و آمایش سرزمین در ساخت این مراکز صنعتی کاملاً مشهود می‌باشد بطوریکه اکثر این واحدها فاقد سیستم تصفیه و دفع پسابها، فاضلاب‌ها و پسماندهای صنعتی می‌باشد و بیشتر صنایع موجود در منطقه دارای بار آلایندگی بالایی بوده و یکی از عوامل مهم و تهدید کننده کیفیت منابع آب زیر زمینی دشت می‌باشند. در نتیجه، سهم صنایع منتشر کننده مواد آلوده (آلودگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) در آب‌های دشت ابهر در سالهای ۸۹-۱۳۸۵ به ترتیب عبارتند از صنایع غذایی و نوشیدنی، صنایع نساجی، صنایع فلزی، صنایع شیمیایی و سایر صنایع.

پس از بررسی تأثیر کشاورزی یکی از فاکتورهای مؤثر بر کیفیت آبهای زیرزمینی دشت، مشاهده شد کشاورزی به ۲ طریق برروی خصوصیات کیفی منابع آب زیرزمینی دشت تأثیر می‌گذارد. یکی به علت ازدیاد سطح زیر کشت در دشت که سبب افزایش آبیاری و در نتیجه استخراج بسیار زیاد منابع آب زیرزمینی شده و دیگری آلودگی ناشی از مواد زیان بخش آلوده کننده مورد استفاده در کشاورزی.

آبخوان‌های زیرزمینی از نظر تخلیه آب برای کشاورزی مخصوصاً با افزایش چاه‌های غیر مجاز با برداشت بیش از حد مواجه بوده در نتیجه سطح آبخوانها در این مدت افت زیادی داشته و یکی از دلایل شوری آب شده است. همچنین شسته شدن املاح براثر فرونشست عمقی از مزارع کشت شده بصورت آلودگی غیر نقطه‌ای با منبع نامشخص، مقادیر قابل توجهی از نمکها را وارد آب زیرزمینی کرده و منجر به تغییر کیفیت آب زیرزمینی در دشت ابهر شده است.

نتایج بررسی آنالیز آماری روند تغییرات فاکتورهای کیفی از نظر زمانی و مکانی در ارتباط با منابع آلوده کننده موجود، تفاوت معناداری بین غلظت هر یک از پارامترهای کیفی Mg^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, pb^{2+}, Cd^{2+}, TDS, Turbidity, NO^{-}_{3}،BOD_5, COD, pH, NO^{-}_{2} اندازه‌گیری شده در چاه‌های بالادست و پایین دست محل دفن زباله شهرستان ابهر در دو مقطع زمانی آبان ۱۳۸۱ و آبان ۱۳۸۸ را نشان می‌دهد. در نتیجه می‌توان گفت محل دفن زباله شهرستان ابهر تأثیر بسیار زیادی بر مقادیر پارامترهای ذکر شده داشته است. بطوریکه مقدار متوسط نیترات در چاه‌های پایین دست محل دفن زباله از ۲/۹ میلی گرم در لیتر در سال ۱۳۸۱ به ۲٤/۳۷ میلی گرم در لیتر در سال ۱۳۸۸ رسیده است.

همینطورسایر پارامترها نیز روند افزایشی را طی این دو دوره نشان می‌دهند به عنوان نمونه مقدار TDS بیشتر از حد مطلوب آبهای آشامیدنی می‌باشد.

آنالیز آماری از نظر زمانی و مکانی با استفاده از نمونه‌گیری‌ها و همچنین کاربرد نرم افزار GIS نشان می‌دهند که روند تغییرات فاکتورهای کیفی در ارتباط با منابع آلوده کننده موجود از نیمه دوم سال ۱۳۸۵ تا نیمه دوم سال ۱۳۸۸ رو به افزایش بوده است به گونه ایکه در محدوده دشت ابهر مخصوصاً بخش جنوب شرقی آن میزان هدایت الکتریکی، کلر، TDS، بی کربنات، سولفات، سختی کل و SAR طی این مدت افزایش یافته است.

نتایج بدست آمده از تفسیر دیاگرامها و نمودارها نمایانگر آن هستند که ۸۱ درصد چاهها دارای آب با تیپ بی‌کربناته و ۱۹ درصد مابقی از تیپ سولفاته می‌باشند. همچنین ۳۱ درصد نمونه‌ها از نوع بی‌کربناته کلسیک و ۲۷ درصد دیگر از نوع بی‌کربناته منیزیک می‌باشند. ۲۳ درصد نیز از نوع بی‌کربناته سدیک هستند.

از نظر کشاورزی حدود ٦۳ درصد از منابع انتخابی در رده C2S1 و ۳۷ درصد مابقی در رده C3S1 قرار می‌گیرند.

از نظرمصارف صنعتی حدود ۸۲ درصد از نمونه‌ها از نوع خورنده می‌باشند و ۱٦ درصد نمونه‌ها از نوع رسوبگذار محسوب می‌گردند، تنها ۲ درصد مابقی نمونه‌ها از نوع متعادل می‌باشند.

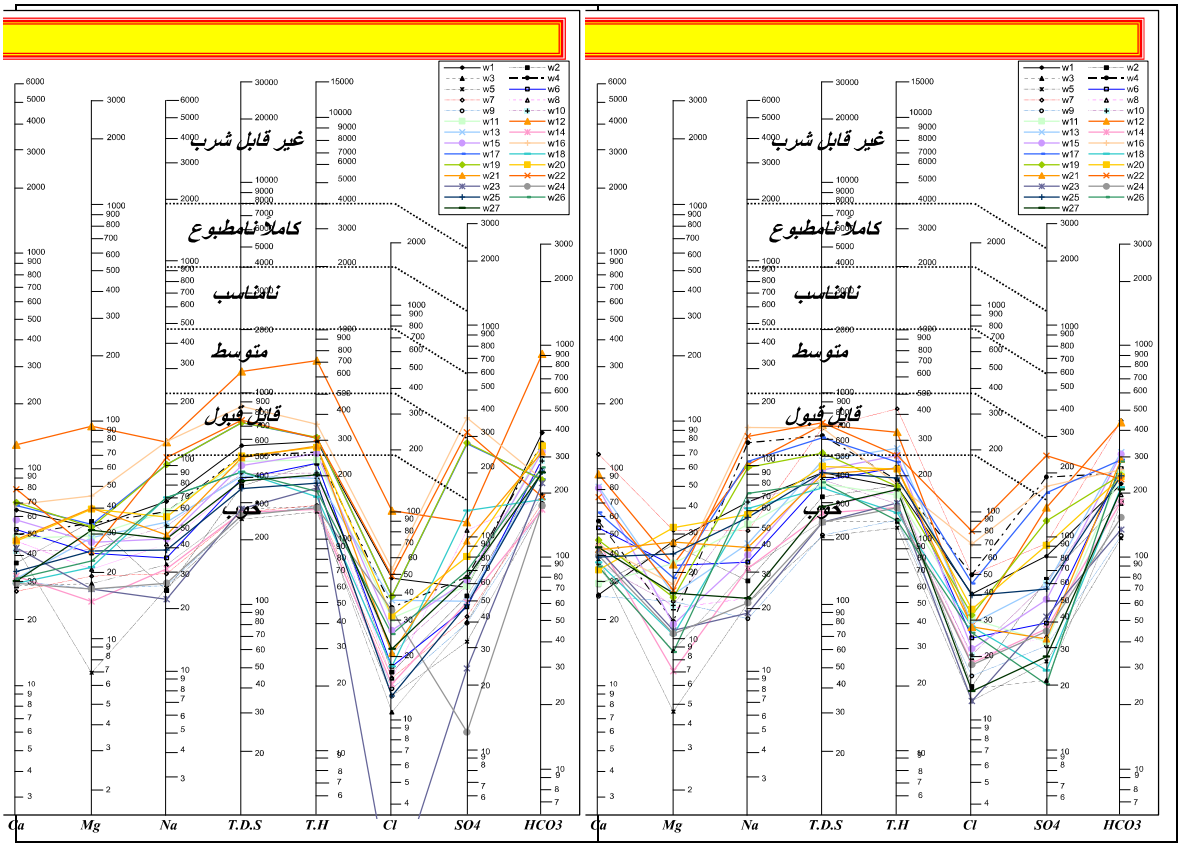
حدود ۵۵ درصد از نمونه آبها در رده آبهای سخت و ۲۳ درصد در رده کاملاً سخت و مابقی (۲۲ درصد) بعنوان آب‌های نسبتاً سخت معرفی می‌شوند.

بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد نمونه‌ها از نظر شرب در رده خوب و مابقی در رده قابل قبول و تنها حدود ۳ درصد در رده متوسط قرار می‌گیرند.

به نظر می‌رسد آنچه که باعث افت کیفیت آب در محدوده جنوب شرقی ابهر شده است بیشتر نتیجه وجود لایه‌های شوری‌زای سازندهای تبخیری در این مناطق بوده است. از طرفی دیگر این نکته را نباید دور از نظر داشت در یک حوضه آب زیر زمینی مقدار نمک‌های محلول از محل تغذیه به طرف محل تخلیه به تدریج افزوده می‌شود. تأثیر

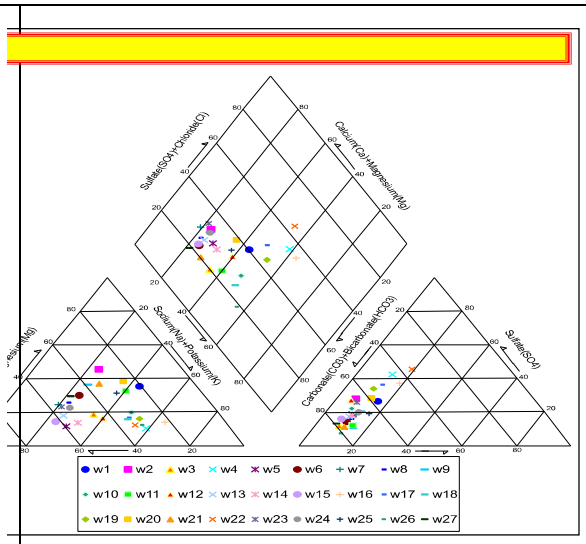
افت سطح آب زیرزمینی و شیب آبخوان سلطانیه و ابهر بطرف جنوب شرقی دشت که منجر به تماس بیشتر آب‌های زیر زمینی با سولفات، کلر و بی کربنات و املاح دیگر شده نیز مزید بر علت می‌باشد.

با توجه به بحث فوق ملاحظه می‌گردد در حال حاضر فقط فاکتور نیترات در آبهای زیرزمینی دشت ابهر از حد مجاز بالاتر می‌باشد و بقیه عوامل شیمیایی در حد نسبتاً مطلوبی قرار دارند لذا درصورت عدم کنترل عناصر آلاینده ممکن است عواقب جبران ناپذیری به سفره‌های آب زیرزمینی وارد آمده و نیز انواع بیماری‌های منتقل از آب را موجب گردد.

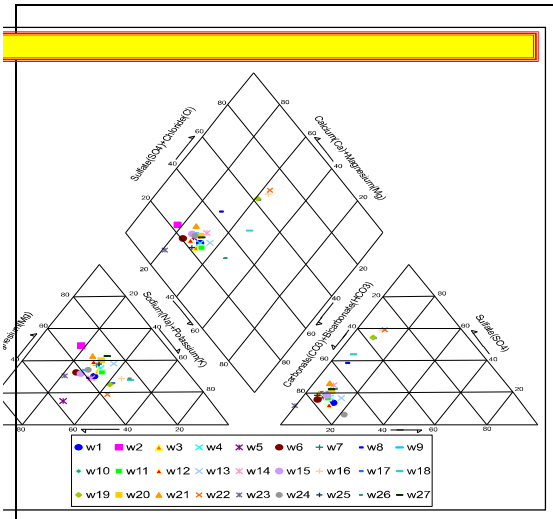


شکل ۳: نمودار شولر نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۸۵

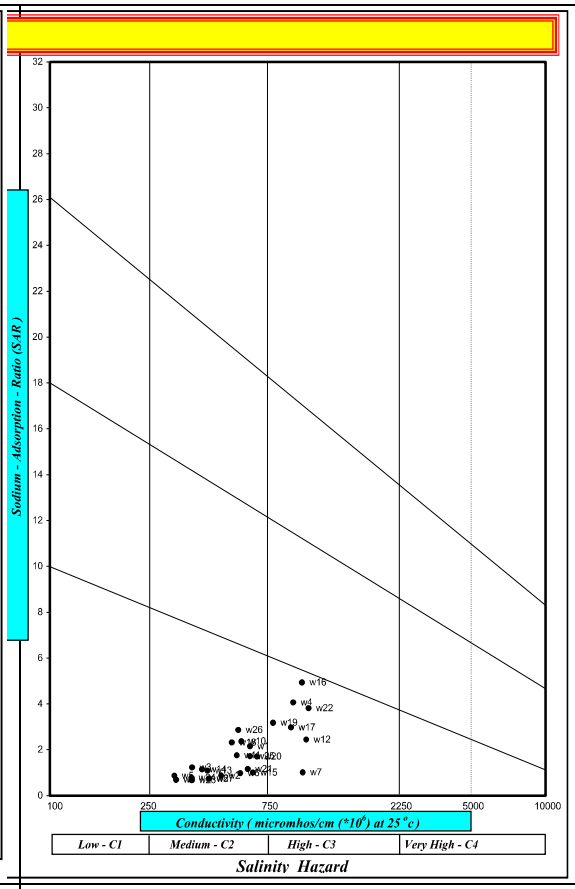
شکل ٤: نمودار شولر نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۹۰



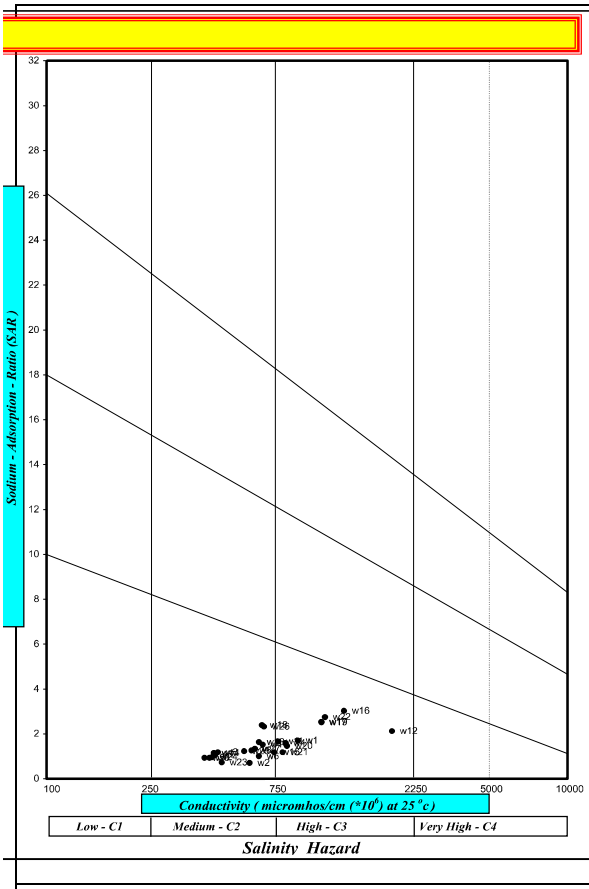
شکل ۵: نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۸۵



شکل ٦: نمودار پایپر نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۹۰



شکل ۷: نمودار ویلکوکس نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۸۵



شکل ۸: نمودار ویلکوکس نمونه‌های آب زیرزمینی ۱۳۹۰

نتیجه‌گیری

بارندگی را می‌توان مهمترین پارامتری دانست که بطور مستقیم در مسائل آبهای زیر زمینی دخالت دارد. میزان تبخیر ۷۷٪ بارش، نفوذ در خاک ۱۱٪ بارش و رواناب آب ۱۲٪ بقیه را تشکیل می‌دهد. در نتیجه ۲۳۳ میلیون مترمکعب از بارشها بصورت تبخیر دوباره به آتمسفر باز می‌گردد. ۳۳/۲۸ میلیون مترمکعب نفوذ کرده و ۳٦/۳ میلیومترمکعب در سال بصورت رواناب جاری می‌شود.

منطقه مورد مطالعه از نظر آب زیرزمینی غنی می‌باشد. زیرا رسوبات آبرفتی دشت ابهر از نظر خصوصیات هیدرودینامیکی (هدایت هیدرولیکی، ضریب ذخیره و ضریب آبگذری) و تخلخل مؤثر، از وضعیت نسبتاً خوبی برخوردار است. در نتیجه نزولات جوی و بدنبال آن آبهای جاری به راحتی به آبخوان دشت نفوذ می‌کنند. در این تحقیق در پی آن بودیم که رابطه بین خشکسالی و میزان آبهای زیرزمینی را بررسی نمائیم بدین جهت از بین روشهای مختلف تعیین خشکسالی روش SPI را به علت کمی بودن و سادگی کار انتخاب نمودیم که با بررسی طبقات SPI بدست آمده نتیجه شده از کل دوره مورد مطالعه در محدوده مطالعاتی شدیدترین خشکسالی ها در ایستگاه ضیاآباد، سال ۱۹۹۸، کینه ورس، سال ۱۹۹۸ قروه مربوط به سال ۱۹۹۸ است.

با بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که هیدروگراف واحد آبهای زیرزمینی سیر نزولی داشته ٤ متر افت را نشان می‌دهد. این افت در دشت دلایل متعددی دارد که مهم‌ترین آن‌ها خشکسالی و از علل انسانی می‌توان رشد جمعیت، افزایش تعداد کارخانجات، افزایش سطح کشت اشاره کرد.

خشکسالی همچنین می‌تواند بر کیفیت منابع آب زیر زمینی اثر گذار بوده و باعث افزایش میزان املاح آب گردد. آنالیز آماری از نظر زمانی و مکانی با استفاده از نمونه‌گیری‌ها و همچنین کاربرد نرم افزار GIS نشان می‌دهند که روند تغییرات فاکتورهای کیفی در ارتباط با نقش خشکسالی در تغییرات کمی و کیفی آبهای در طی سالهای ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۸۸ مشهود است.

به نظر می‌رسد آنچه که باعث افت کیفیت آب در محدوده دشت ابهر شده است بیشتر نتیجه وجود سازندهای تبخیری در این منطقه بوده است. از طرفی دیگر این نکته را نباید دور از نظر داشت در یک حوضه آب زیر زمینی مقدار نمک‌های محلول از محل تغذیه به طرف محل تخلیه به تدریج افزوده می‌شود.

عدم تغذیه سفره آبدار از رودخانه‌ها و کاهش تغذیه از ورودیهای زیرزمینی به دلیل خشکسالی، باعث کاهش تجدید منابع آب زیرزمینی و افزایش زمان ماندگاری و نتیجتاً بالارفتن املاح و ناخالصیهای آب زیرزمینی می‌گردد. با توجه به تجزیه شیمیایی نمونه‌های منابع انتخابی محدوده ابهر در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸ و مشخصه‌های آماری مؤلفه‌های مختلف شیمیایی نمونه‌های چاه‌های انتخابی ابهر در همین مقاطع زمانی مشاهده می‌گردد با افت سطح آب زیرزمینی غلظت عناصر و مواد موجود در آبها در تمام سطح دشت ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش یافته است، از علل این تغییر می‌توان به عامل طبیعی یعنی خشکسالی و عوامل انسانی نظیر افزایش جمعیت، نیاز به غذا، ارتقاء سطح بهداشت و رفاه اجتماعی، توسعه مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی اشاره کرد که پیامد آن تغییر کیفیت منابع آب زیر زمینی دشت ابهر رود می‌باشد و پیش بینی می‌شود این روند همچنان افزایش یابد.

پیشنهاد

آبخوان دشت ابهر آسیب‌پذیری و حساسیت زیادی در مقابل آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و شهرنشینی دارد و در صورت آلوده شدن آن، رفع آلودگی بسیار پر هزینه و فرآیندی طولانی می‌باشد و اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می‌شود که رفع آلودگی آبخوان غیر ممکن است، لذا در این بخش جهت حفاظت از این منابع با ارزش و بدون جایگزین که امری ضروری قلمداد می‌گردد، پیشنهاداتی ارائه می‌گردد که عبارتند از:

در زمینه حفاظت از آب‌های زیرزمینی دشت ابهر طرح جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهری (راه اندازی سیستم اگو) باید هر چه سریع‌تر اجرا گردد.

استفاده از فن‌آوری نانو جهت رفع منابع آلوده کننده موجود در آب با حذف آلاینده‌های کمتر از ۳۰۰ نانومتر از آب.

ردیابی و ارزیابی آلودگی آب توسط نانو تیوبهای کربنی، در زمینه پیشگیری و تشخیص آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت ابهر.

پیش بینی سیستم تصفیه مناسب جهت به استاندارد رسانیدن فاضلاب صنعتی و انسانی و عدم هدایت فاضلاب‌های موجود به چاه جاذب، اراضی کشاورزی اطراف و یا مسیل محلی موجود.

ـ جلوگیری از تخلیه فاضلاب شهری و صنعتی در رودخانه و بستر خشک شده آن و رعایت حریم اعلام شده از رودخانه ابهررود و افزایش فاصله حمل تا شهر و همچنین تعیین حریم اطراف آبخوان دشت و جلوگیری از قرارگیری صنایع در این مکان.

رعایت حداکثر عمق مجاز بهره برداری از معادن با رعایت اصولی پایداری شیبها.

ـ تعیین محل انباشت و نگهداری باطله‌های معدنی.

منابع

خزانه داری، لیلی، منصوره کوهی، فاطمه زابل عباسی، شهزاد قندهای و شراره ملبوسی (۱۳۸۹) بررسی روند خشکسالی در ایران طی ۳۰ سال آینده (۲۰۳۹–۲۰۱۰)، تهران، چهارمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم.

دانشور وثوقی، فرناز و یعقوب دین پژوه (۱۳۹۱) بررسی روند تغییرات کیفیت آب زیر زمینی دشت اردبیل با استفاده از روش اسپیرمن، مجله محیط شناسی، سال ۳۸، شماره ٤، ۱۷–۲۸.

شریعت پناهی، مجید، محسن رنجبر، فاضل ایرانمنش و مهناز لامعی (۱۳۸۸) اثرات خشکسالی بر فرسایندگی باد و فرسایش در منطقه سیستان با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و سوم، شماره ۳، ۲٤–۱۸.

عبدی، پرویز و همکاران (۱۳۸۷) بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشتهای مهم استان زنجان بر اساس استانداردهای آبیاری اراضی کشاورزی، تبریز: سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.

علیجانی، بهلول و ام السلمه بابایی، ۱۹۸۸، تحلیل فضایی خشکسالی های کوتاه مدت ایران، دانشگاه پیام نور مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای. ۱۲۱–۱۰۹.

فتاحی، ابراهیم و عبدا... صداقت کردار (بهار و تابستان، ۱۳۸٦) تحلیل منحنی‌های شدت – مدت و فراوانی خشکسالی مطالعه موردی؛ ایستگاه‌های برگزیده جنوب غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه ص ۷۷– ۸۹.

فرج زاده، حسن (۱۳۸٦) تحلیل و تعیین خشکسالی و ترسالی بر اساس نمایه SPI، DRI و روش نیچه در شمال غرب ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، دوره بیست و دوم، شماره ۱، ٤–٤۱.

نخعی، محمد و سعید مهدلو ترکمانی (۱۳۹۰) بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت ابهر، ابهر، پنجمین همایش ملی زمین شناسی.

Bhuiyan C., Singh R.P., Kongan F.N., (2006):Monitoring Drought Dynamics in the Aravalli Region (India) using Different Indices based on Ground and Remot Sensing data, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, vol. 8: 289-302.

Brutsaert, W., (2010) “Annual Drought Flow and Ground Water Storage Trends in the Eastern Half of the United States During the Past two- Third Century, Springer, No. 100, pp. 93- 103.

Machlica A., Stojkovova M. and Fendekova M. (2008) Assessment of hydrological Drought occurrence in Nitra River catchment (Slovakia) in the period 1976-2005. Vol. 10, Geophysical Research Adstracts.

Vicente-Serrano, S.M and.Lopez-Moreno, J.I., (2005), “Hydrological response to different time scales of climatological drought: an evaluation of the standardized precipitation index in a mountainousmediterranean basin”, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, No 2, pp. 1221-1246.