

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای شماره ۳، تابستان ۱۳۹۱

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۹/۱۰

تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۶/۱۲

صفحات: ۴۶ - ۳۱

بررسی وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی (مورد شناسی: دشت جوین، استان خراسان رضوی)

هادی رهنما^۱، دکتر محمدرضا قنبرپور^۲، دکتر محمود حبیب نژاد روشن^۳، ابوالقاسم دادرسی سیزوار^۴

چکیده

امروزه به دلیل کاهش بارندگی، حفر تعداد زیاد چاه‌های عمیق در سال‌های اخیر و برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی در دشت‌ها و عدم توجه به مقوله آبخوانداری و انجام تغذیه مصنوعی، توجه بیشتر به آب‌های زیرزمینی امری اجتناب‌ناپذیر و مهم محسوب می‌گردد، و بررسی وضعیت کمی و کیفی سفره‌های آب زیرزمینی از جمله این امور است. در این مقاله تغییرات کمی و کیفی سفره به منظور تغذیه و تخلیه در تعدادی از پیژومترهای دشت حاصلخیز جوین در استان خراسان رضوی بررسی گردید. ابتدا آمار داده‌های سطح ایستابی در ۵۰ پیژومتر به صورت کمی و در ۶۰ پیژومتر به صورت کیفی به عنوان پیژومترهای منتخب تهیه شد و آزمون‌های کفایت و همگنی داده‌ها انجام گردید. سپس بازسازی داده‌های ناقص انجام شد و در نهایت داده‌ها در پایه مشترک آماری ۱۲ ساله ۱۳۸۶-۱۳۷۴ استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هدف این مقاله، تعیین نقشه‌های کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی از روی متغیر داده‌های سطح ایستابی به روش میان‌بایی نزدیک‌ترین همسایه (ID) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است؛ به طوری که براساس نتایج ترسیم هیدروگراف واحد سالانه دشت جوین به طور میانگین سطح آب زیرزمینی از سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۷۴ تا سال آبی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ افتی معادل ۱۰ متر را نشان می‌دهد. همچنین هیدروگراف واحد سالانه دشت جوین و سه دوره افت شدید سطح ایستابی، از سال آماری ۷۴ تا ۷۷ از ۵۳/۰۷ به ۵۴/۰۹ متر، وضعیت تقریباً نرمالی از افت را در جوین نشان می‌دهد، اما از سال آماری ۱۳۷۷ به بعد تا سال ۱۳۸۲ رقم افت از ۵۴/۰۹ به ۵۸/۵ متر رسیده، یعنی نزدیک به ۴/۵ متر افت طی ۴ سال آبی نمایان را می‌سازد. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های کمی و کیفی به روش میان‌بایی نزدیک‌ترین همسایه و ترسیم نقشه‌های کیفی و هم افت، پارامترهای کیفی میان‌بایی شده نیز در برخی مناطق بحرانی و کاهش شدید کیفیت این آبخوان را نشان می‌دهند. کلید واژگان: منابع آب، آبخوان، افت سطح ایستابی، مدل میان‌بایی نزدیک‌ترین همسایه، نرم افزار GIS، دشت جوین.

hadiumz2008@gmail.com

۱- کارشناسی ارشد- مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری (نویسنده مسؤل)

۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- کارشناسی ارشد- در زمینه سنجش از دور در علوم محیطی از ict هلند، عضو هیئت علمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی

مقدمه

آب شیرین یکی از منابع اساسی مورد نیاز بشر است. ممکن است در بعضی از مناطق، منابع آب‌های سطحی محدود باشند یا به راحتی در دسترس انسان قرار نگیرند؛ در این قبیل مناطق می‌توان نیاز انسان‌ها را به آب از طریق آب‌های زیرزمینی که در همه جا به طور وسیع و گسترده پخش شده‌اند برطرف نمود (شمسایی، ۱۳۸۱: ۳۱). بر اساس شرایط اقلیمی، جغرافیایی و توپوگرافی، بخش وسیعی از کشور جزو مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود؛ و از ویژگی‌های این مناطق زیاد بودن میزان تبخیر و تعریق در مقابل ناچیز بودن مقدار بارندگی سالیانه، و در نتیجه عدم وجود جریان‌ات آب‌سطحی است؛ این مسأله موجب شده که امروزه نیز بخش مهمی از آب مورد نیاز در بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت از منابع آب زیرزمینی تأمین گردد (ابراهیمی، ۱۳۸۵: ۴). با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روزافزون انسان‌ها به غذا و آب، آب شیرین که یکی از ارکان اصلی تولید غذا به شمار می‌رود، بیشترین میزان تقاضا را برای مصرف پیدا می‌کند پس حفظ و صیانت هر چه بیشتر این منبع بسیار مهم، جهت بقای نسل‌ها و ادامه حیات بشر و تمام موجودات روی زمین امری واضح و اجتناب ناپذیر است. در دشت جوین نیز به دلیل وجود چاه‌های عمیق زیاد (حدود ۹۰۰ حلقه چاه) و نیمه عمیق و عدم انجام بموقع تغذیه آبخوان و همچنین وقوع خشکسالی‌های اخیر در این مناطق، سطح ایستایی بسیاری از چاه‌های عمیق در طی چندین سال اخیر افت چشم‌گیری داشته است؛ همین مسأله، لزوم توجه بیشتر و بهنگام‌تر جهت حفظ و احیای این منبع عظیم و گرانقدر را بر همگان و بخصوص بر محققان روشن می‌سازد (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷: ۸-۱). از آنجا که بهره‌برداریهایی اخیر از منابع آب زیرزمینی در دشت‌ها غیر اصولی بوده، و بهره‌برداریهایی بیش از حد مجاز در روند کاهش

کیفیت سفره آبی نیز تأثیر چشم‌گیری گذاشته است، بنابراین انجام یک مطالعه در زمینه شناخت و بررسی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی و مناطق آسیب پذیر و حساس در برنامه‌ریزی‌های آبی از اهمیت فوق‌العاده-ای برخوردار است (گیتی، ۱۳۷۹: ۱۰۰؛ ملکوتیان و کرمی، ۱۳۸۳: ۱۱۶-۱۰۹). در همین زمینه به بررسی پاره‌ای از مطالعات انجام گرفته در داخل و خارج از کشور پرداخته می‌شود. بر اساس تحقیق ژوو و دراک^۱ (۲۰۰۴: ۳۶۷-۳۵۱)، بررسی رخسادهای آب زیرزمینی، حرکت و وضعیت آب سفره در دوره‌های نوسان سطح آب زیرزمینی با زمان و مکان نشانگر وجود همزمان بهره‌برداری بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی همراه با وقایع هیدرولوژی آب در منطقه است؛ به طوری که این امر در افت کمی و کاهش پایداری کیفی آبخوان‌ها تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. به علاوه ناوین و همکاران^۲ (۲۰۰۶: ۴۱۹-۴۰۵)، نیز در مطالعه‌ای به منظور بررسی پایداری کیفیت آب زیرزمینی در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و آثار مخرب آن بر سلامتی عمومی به این نتیجه رسیدند که فعالیت‌های کشاورزی تأثیر بدی بر روی کیفیت آب-های زیرزمینی به دلیل زهکشی مناسب گروه‌های هیدرولوژیکی خاک در افق‌های A و B خواهد گذاشت. در این زمینه سلیک^۳ (۲۰۰۶: ۳۳۰-۳۲۳)، با بررسی-های هیدروشیمیایی کیفیت آب‌های زیرزمینی حوزه کاراسکایی در ترکیه نشان می‌دهد که آب زیرزمینی در حوزه بسیار تحت تأثیر شوری (Na^+Cl^-) تشکیلات نمکی و آب‌های شور مزه (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}) قرار دارد به طوری که در نمک زار علی بابا، دبی 2L/S از آب برای تولید نمک استفاده می‌شود. و نتایج حاصل از

¹. Zhu and Drake

². Navin et. al

³. Celik

قرار دادند و سپس بعد از نتایج آزمایشات شیمیایی نمونه‌های ۵۰ حلقه چاه آب منطقه متوجه شدند که آب منطقه برای مصارف کشاورزی و شرب غیر قابل استفاده است. بانژاد و سیفی (۱۳۸۵: ۷۰-۸۵)، در مطالعه‌ای در دشت همدان- بهار به این نتیجه رسیدند که افزایش بهره‌برداری بی‌رویه از چاه‌های برداشت در اثر تغییر الگوی کشت از محصولات با نیاز آبی کمتر به بیشتر، موجب افت چشم‌گیر سفره آب زیرزمینی شده است. از جمله اهداف تحقیق فوق، تهیه نقشه‌های پایه، نقشه‌های کمی و کیفی و هیدروگراف واحد آبخوان بوده است تا به جستجوی مناطق بحرانی از لحاظ افت سطح ایستابی و آلودگی آب، پرداخته شود.

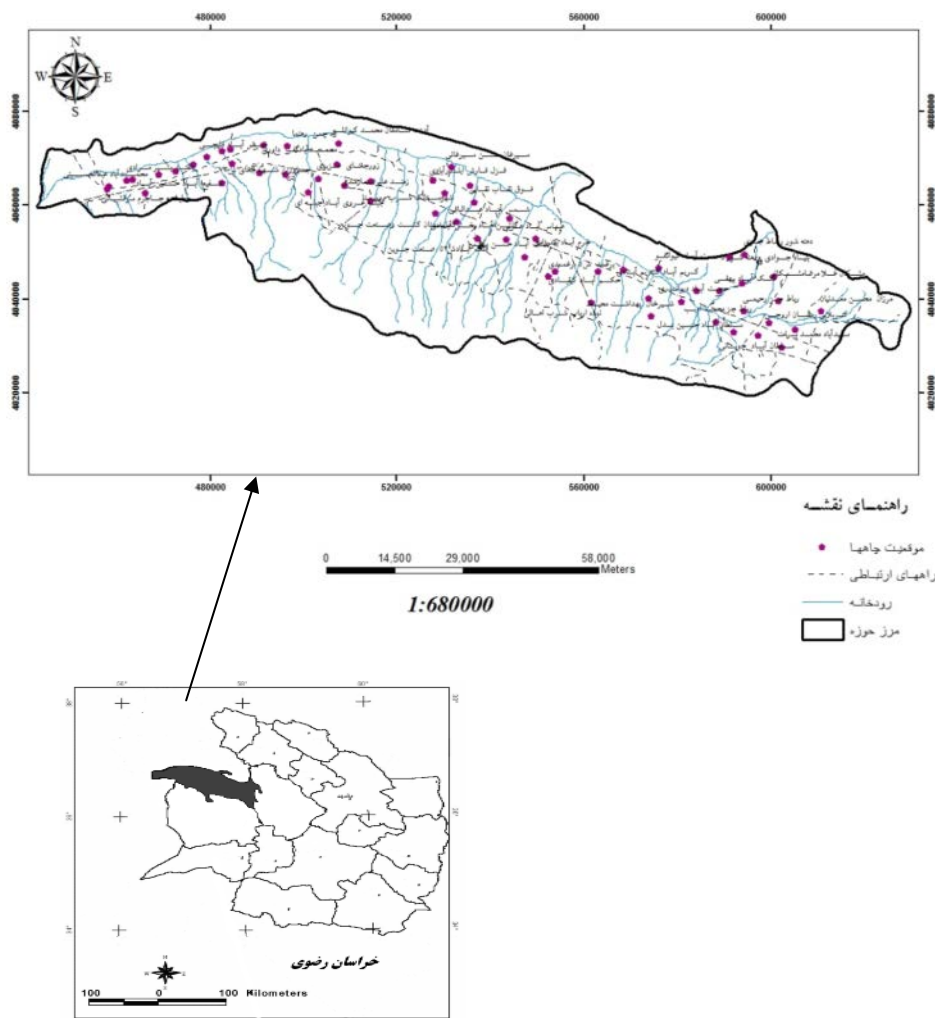
موقعیت کلی منطقه و اقلیم

دشت جوین در مختصات جغرافیایی $30^{\circ} 56'$ تا $30^{\circ} 58'$ طول شرقی و $36^{\circ} 15'$ تا $36^{\circ} 45'$ عرض شمالی واقع گردیده است. اقلیم منطقه، از نوع خشک تا نیمه خشک است و متوسط دمای آن براساس آمار ایستگاه هواشناسی سبزوار (نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه تحت مطالعه) در یک دوره ۳۰ ساله حدود $16/7$ درجه سانتی‌گراد است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، ۱۳۸۷: ۲۸).

مطالعه پتراید^۱ (۲۰۰۶: ۱۵۴۳-۱۵۲۲)، در ارزیابی آب زیرزمینی حوزه آبخیز جنوبی موراگ استرالیا این بود که آب سفره شور و دارای $TDS = 150000 \text{mg/L}$ است. فتاونی و همکاران^۲ (۲۰۰۸: ۱۴۰-۱۳۳)، در مقاله‌ای به ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت آبی تریفا واقع در شمال شرق موروسکو پرداختند. این مقاله بر روی کیفیت فیزیکی - شیمیایی و باکتریولوژیکی آب زیرزمینی دشت مذکور متمرکز شده بود همبستگی بین بهره‌برداری از آن و وابستگی مکانی پارامترهای کیفی ثابت کرده بود که کیفیت آب در این نواحی بحرانی می‌باشد و مطالعات چندی نیز از آبخوان‌ها شده است از جمله عبدالهی و همکاران (۱۳۸۲: ۴۰-۲۶)، به منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت زویرچری و خران (شمال اهواز) و ارزیابی تغییرات کیفی آب در مهرماه ۱۳۸۲ از ۶۲ ایستگاه نمونه‌برداری انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که کیفیت آب‌های زیرزمینی موجود در سفره نسبتاً مناسب است و کیفیت آب چاه‌های عمیق در دشت زویرچری نسبت به دشت خران بهتر می‌باشد و TDS و Cl^- و Na^+ در چاه‌های عمیق حاشیه دشت خران افزایش می‌یابد. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۲: ۱۰۲-۹۱)، در بررسی آب زیرزمینی دشت ورامین جهت استفاده در آبیاری اراضی کشاورزی با استفاده از دیاگرام ویلکوکس به این نتیجه رسیدند که استفاده از آب زیرزمینی برای آبیاری در منطقه شمال شرقی دشت باید با دقت بیشتری صورت گیرد؛ و تنها قسمتی که می‌توان از آب زیرزمینی بدون هیچ محدودیتی جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده کرد، قسمت مرکزی دشت است. جعفر زاده حقیقی فرد و همکاران (۱۳۸۴: ۸۶-۷۷)، اثر بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی انار کرمان را بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه

1. Petrides

2. Fetouani et. al

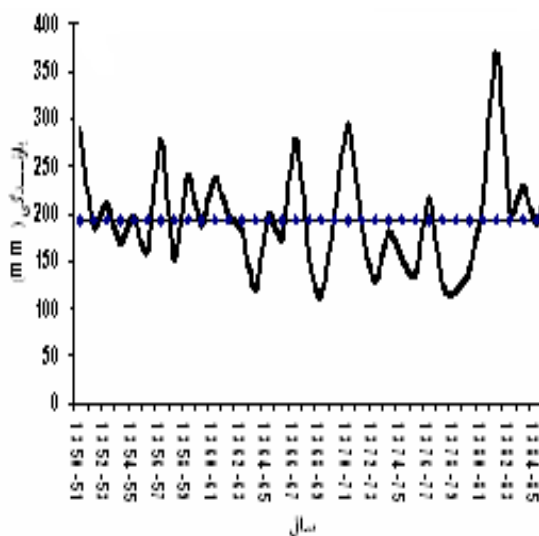


شکل ۱- موقعیت منطقه و پیزومترهای مورد مطالعه، شبکه هیدروگرافی، راههای ارتباطی در استان خراسان رضوی

در ماه‌های تیر، شهریور و خرداد است. به عبارتی دیگر رژیم بارندگی در منطقه از نوع زمستانه-بهاره می‌باشد ولی در طول سال، بیشترین باران در ماه اسفند نازل می‌شود (شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، ۱۳۸۷: ۲۸).

متوسط بارندگی کل منطقه طبق آمار

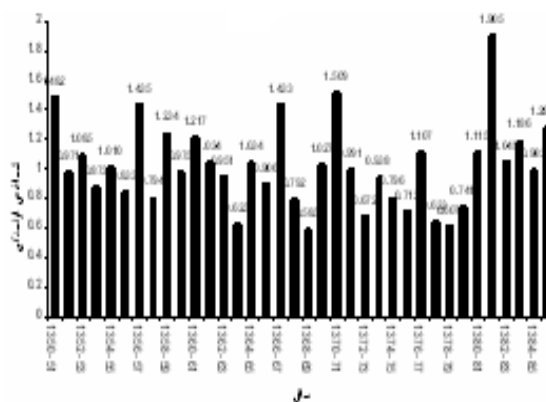
ایستگاه‌های موجود در سطح منطقه طی یک دوره شاخص ۲۵ ساله حدود ۲۴۵ میلیمتر و متوسط بارندگی در دشت ۲۱۸/۱ و در ارتفاعات ۲۶۲/۳ میلیمتر می‌باشد؛ به طوری که بیشترین مقدار بارندگی‌ها در ماه‌های اسفند و بهار و کمترین مقدار آن



شکل ۲- روند ترسالی- خشکسالی و متوسط سالانه بارندگی حوزه جوبین، دوره آماری ۸۶-۱۳۶۰

- شاخص بارندگی

با استفاده از روش شاخص بارندگی، شاخص بارندگی مربوط به هر سال به دست آمد به طوری که سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ با شاخص بارندگی ۱/۸۰۶ مرطوبترین سال و سال آبی ۶۹-۱۳۶۸ با شاخص ۰/۵۸۵ خشکترین سال هستند. سالهایی که بارندگی بیشتر از میانگین دارند، شاخص بیش از ۱ و بقیه سالها شاخص کمتر از ۱ دارند (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷: ۸-۱).



شکل ۳- شاخص بارندگی سالانه حوزه جوبین، دوره آماری ۸۵-۱۳۵۰

مواد و روشها

- روش پژوهش و تجزیه تحلیل دادهها

در این تحقیق ابتدا منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار GIS، مرز حوزه و نقشه‌های رقومی و پایه شامل توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدروگرافی و ... از محدوده مورد نظر مشخص و تهیه گردید. از آنجا که در تعیین روند تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی یک منطقه، نواحی حاشیه دشت (کوهستانی و پایکوهی) نیز می‌تواند در تغییر کمی و کیفی آبخوان آن مؤثر واقع گردد، این نواحی نیز در تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند. به طوری که داده‌های نوسان سطح ایستابی (سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۸۶) بعد از همگن‌سازی و نرمال‌سازی وارد نرم افزار GIS گردید و مراحل پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌های آب زیرزمینی در نرم افزارهای GIS، Excel و ... انجام گردید، همچنین جهت تهیه کلیه نقشه‌های کمی و کیفی از مدل میان‌بایی نزدیک‌ترین همسایه توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید.

یافته‌ها و بحث

- بررسی آمار بارندگی

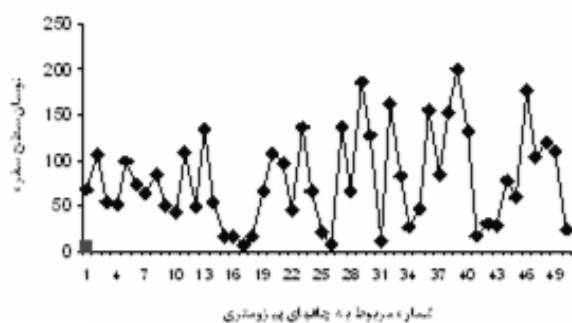
- روش تبیین

آمار بارندگی مربوط به ۳۶ سال هیدرولوژیکی (۸۵-۱۳۵۰) و با میانگین ۱۹۳/۲ میلی‌متر می‌باشد. در این نمودار سال‌های ۱۳۵۰، ۵۲، ۵۴، ۵۶، ۶۰، ۶۴، ۷۰، ۷۶، ۸۱، ۸۳ و ۱۳۸۵ بارندگی بیش از میانگین دارند و بقیه سال‌ها یعنی ۱۳۵۱، ۵۳، ۵۵، ۵۷، ۵۹، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۵، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۲ و ۱۳۸۴ بارندگی کمتر از میانگین را در نمودار نشان می‌دهند.

سال آبی ۸۲-۱۳۸۱ با ۳۶۸ میلی‌متر بیشترین و سال آبی ۶۹-۱۳۶۸ با متوسط بارندگی ۱۱۳/۱ میلی‌متر کمترین بارندگی را در دوره مورد نظر داشته‌اند (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷: ۸-۱).

۷۷ از ۵۳/۰۷ به ۵۴/۰۹ رسیده این امر روند تقریباً نرمالی از افت را در جوبین نشان می‌دهد اما از سال آماری ۱۳۷۷ به بعد تا سال ۸۲ رقم افت از عدد ۰/۹ به ۵۴ به ۵۸/۵ متر می‌رسد، یعنی نزدیک به ۴/۵ متر افت طی ۴ سال آبی اتفاق افتاده است. به طور کلی هیدروگراف سالانه دشت جوبین در طی ۱۲ سال آبی ۱۰ متر افت را برای دشت مذکور ترسیم می‌کند (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷: ۸-۱).

همان گونه که در شکل شماره ۶ ملاحظه می‌کنید، اگر چه افت شدیدی از غرب آبخوان جوبین (دهانه خروجی آبخوان) در حال پیشروی است، اما حداکثر تغییرات سطح آب زیرزمینی در سال آبی ۸۵-۸۶ مربوط به نواحی مرکزی دشت و پیزومترهای حاشیه جنوبی دشت و به دلیل وجود سازندهای ریزدانه در حاشیه شمالی دشت کمترین نوسانات سطح آب مربوط به نواحی شمالی دشت در امتداد رودخانه کال شور می‌باشد.



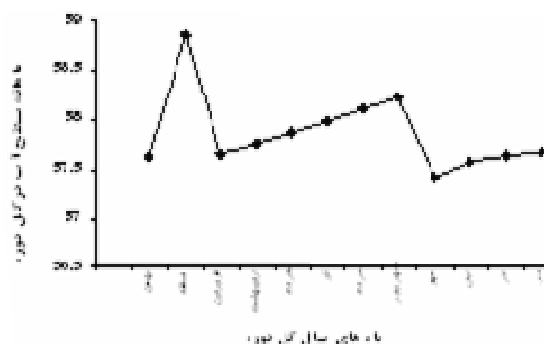
شکل ۶- نوسانات سطح سفره آب زیرزمینی دشت جوبین در سال هیدروولوژیکی ۸۶-۸۵

- نوسانات سطح سفره آب زیرزمینی

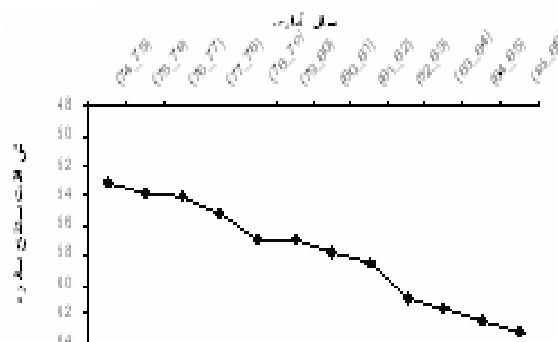
نوسانات عمق آب زیرزمینی در همه جای آبخوان یکسان نیست، هیدروگراف واحد سالانه در دشت جوبین نشانگر آن است که در اواخر فصل زمستان و اوایل فصل بهار به دلیل تغذیه آبخوان از طریق مخروط افکنه‌های واقع در جنوب دشت، حاصل از ذوب برف و نفوذپذیری بالا هر سال شاهد افزایش ناگهانی سطح

- رسم هیدروگراف واحد دشت جوبین

مقادیر ماهانه تغییر سطح آب زیرزمینی دشت جوبین برای ۵۰ حلقه چاه پیزومتری منتخب ماهانه برای هر سال، در هر چاه پیزومتری، در تیسن مربوط به آن چاه ضرب و مجموع آنها به مساحت کل دشت تقسیم گردید، در هر سال از ماه‌های آن سال میانگین گرفته، این کار در تمام چاه‌ها انجام گردید، نمودار روند تغییر سطح آب زیرزمینی دشت مذکور در کل دوره آماری رسم شد. سپس از مقادیر به دست آمده در بالا برای هر ماه در کل دوره ۱۲ ساله میانگین گرفته و سپس آن را رسم می‌کنیم (رهنما و همکاران، ۱۳۸۷: ۸-۱).



شکل ۴- هیدروگراف واحد ماهانه دشت جوبین



شکل ۵- هیدروگراف واحد سالانه دشت جوبین

با توجه به هیدروگراف واحد سالانه دشت جوبین، سه دوره افت شدید در آبخوان دشت جوبین قابل مشاهده است. افت سطح ایستابی از سال آماری ۷۴ تا

ایزوپیز به طور ملایم و با مرور از ارتفاع تراز ۹۱۹ متر از سال آبی ۷۵-۱۳۷۴ در غرب دشت به دلیل تداوم برداشت از سفره رفته رفته دامنه کاهشی سطح سفره آب زیرزمینی را به قسمت غربی کشانده و در نهایت در سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ مقدار آن در همان محدوده (یعنی محدوده خروجی) به مقدار ۹۰۲ متر در سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ رسیده است. در تعیین مکان‌های افت و تغذیه با توجه به شکل ۸، ۹ و ۱۰ در مناطقی از شمال شرق، حوالی روستاهای جنبرجوق، ایستگاه سبزوار و شمال روستای رباطجز، به دلیل وجود سازندهای درشت‌دانه و نفوذپذیر و شیب هیدرولوژیکی، تغذیه دیده شده است. در مناطقی از دشت در نواحی شرقی و مقدار کمتری از آن در نواحی غربی دشت و در حوالی غرب روستای کماستان و کارخانه قند جوین (مزارع آستان قدس رضوی) به دلیل برداشت زیاد به همراه کشت صنعتی با آبیاری قطره‌ای، شاهد افت هستیم.

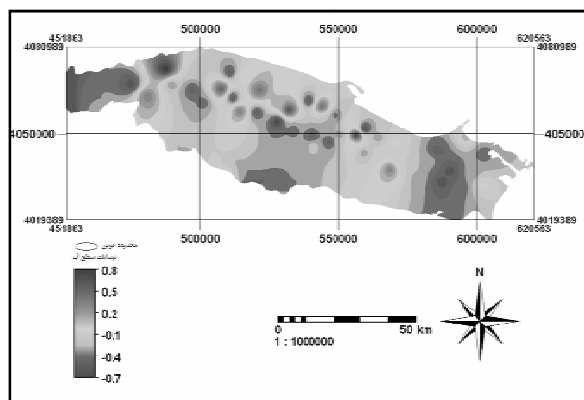
با توجه به اشکال و نقشه‌های فوق به طور طبیعی در مناطقی از شمال شرق، حوالی روستاهای جنبرجوق، ایستگاه سبزوار و شمال روستای رباطجز، به علاوه در ورودی رودخانه‌های فصلی و دائمی یام و کماستان به دشت به دلیل وجود سازندهای درشت‌دانه و نفوذپذیر و شیب هیدرولوژیکی سفره تغذیه آبخوان از آنجا صورت می‌گیرد.

آب زیرزمینی هستیم. در اوایل فصل پاییز (مهر ماه) در طول دوره ۱۲ ساله بیشترین افت سطح آب زیرزمینی دیده شده، به طوری که در فصول بهار و تابستان روند افزایش افت به صورت یکنواخت است.

– نقشه‌های ایزوپیز و هم افت آبخوان جوین

– تعیین مکان‌های افت و تغذیه در آبخوان

در نقشه ایزوپیز متوسط سال آبی ۷۵-۱۳۷۴ در قسمت غربی دشت با عدد تراز ۹۱۹ در حواشی دارای کمترین تراز سطح آب در محل خروجی آبخوان جوین هستند که این قسمت‌ها جزو پست‌ترین نقاط منطقه از جمله روستاهای آزادوار، عمیق جاورتن، پیزومتر شمال راه چمن و پیزومتر شمال الله آباد و ... به شمار می‌روند و بنابراین سطح آب زیرزمینی نیز در این نقاط تا حدودی از ارتفاع مطلق تبعیت می‌کند و این مناطق با داشتن کمترین رقم تراز آب به صورت زهکش سفره آب زیرزمینی عمل می‌نمایند.



شکل ۷- نقشه هم افت و تغذیه آبخوان دشت جوین در سال آماری ۱۳۸۶

در قسمت غربی دشت جوین (در قسمت خروجی و غرب حوزه آبریز دشت جوین) طی ۱۲ سال آبی، حدود ۱۸ متر افت اتفاق افتاده، به طوری که نقشه

- بیان آب زیرزمینی آبخوان جوین

- تغییرات حجم مخزن

$$\text{رابطه (۱)} \quad Q_{in} + R_p + R_r + R_w - (Q_{out} + D + E + W) = \pm \Delta V \quad \text{که در این رابطه:}$$

Q_{in} = میزان آب ورودی زیرزمینی به محدوده بیان

Q_{out} = میزان آب خروجی زیرزمینی از محدوده بیان

R_p = میزان آب نفوذی از بارندگی که به طور مستقیم نفوذ نموده است

R_r = مقدار تغذیه از سیلاب‌ها که نفوذ عمقی نموده و به آبخوان می‌پیوندد

R_w = میزان آب برگشتی کشاورزی و فاضلاب شهری و صنعتی

D = زهکشی از سفره توسط هر نوع زهکش یا رودخانه

E = مقدار تبخیر از سطح سفره آب زیرزمینی در محدوده بیان

W = بهره برداری از منابع آب زیرزمینی

$\pm \Delta V$ = تغییرات حجم مخزن سفره آب زیرزمینی در دوره مشخص و محدوده معین

جدول شماره ۱- محاسبات مربوط به پارامترهای بیان برای سال آبی

۸۱-۱۳۸۰ دشت جوین (واحد به میلیون متر مکعب)

پارامترهای بیان	تغذیه (M.C.M)	تخلیه (M.C.M)
جریان ورودی آب زیرزمینی	۱۱۲/۷	_____
نفوذ از بارندگی	۶۷/۷	_____
نفوذ از جریان‌های سطحی و سیلاب‌ها	۱۵۳/۱	_____
آب برگشتی از مصارف	۱۳۲/۱	_____
جریان خروجی آب زیرزمینی	_____	۶/۴
تبخیر و رهکشی از آب زیرزمینی	_____	۱۹/۲
برداشت از چاه‌ها	_____	۶۵۵/۸
جمع	۴۶۵/۶	۶۸۱/۴
تغییرات حجم مخزن	_____	۲۱۵/ ۸ -

بوده است (سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۸۶). بنابراین، گنجانیدن مسأله لزوم توجه بیشتر و جبران نقیصه کسری مخزن از جمله سرفصل‌های مهم و ضروری برنامه‌ریزی‌های آتی برای بهبود وضعیت آبخوان دشت جوین به شمار می‌آید.

با توجه به بیان آبی طراحی شده از سفره جوین در سال آبی ۸۱-۱۳۸۰ ملاحظه می‌گردد که میزان بهره‌برداری (تخلیه) از سفره آب زیرزمینی در مقابل تغذیه آن بسیار بالا بوده و سفره مذکور در آن سال با بیش از ۲۱۵ میلیون متر مکعب کسری مخزن مواجه

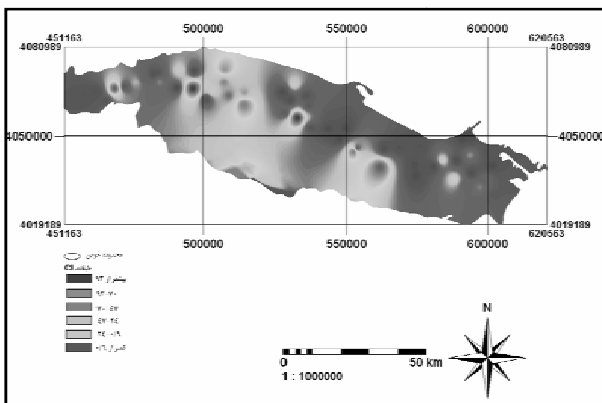
نقشه‌های ایزو شیمیایی

ایزو هدایت الکتریکی (EC)

در نقشه سال آبی ۱۳۷۴-۷۵ چندین منحنی بسته نشان دهنده تجمع شوری در نواحی شرقی و تا حدودی متمایل به مرکز دشت قابل مشاهده است که بیشترین میزان هدایت الکتریکی در حوالی روستای احمدآباد میرزا تقی موسوی برابر ۹۲۸۰ میکروموسس برسانتیمتر در غرب و در محدوده مرکزی دشت جوین می‌باشد. به دلیل وجود سازندهای ریزدانه (میوسن) و توپوگرافی ملایم (تپه ماهور) در ارتفاعات شمال شرقی، رسوبات حاصل از این سازندها نیز ریزدانه و آهکی است و بر کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی تأثیر منفی دارد. به طوری که از نقشه متوجه می‌شویم از میزان آن به سمت شمال، شرق و جنوب حوزه کاسته می‌شود.

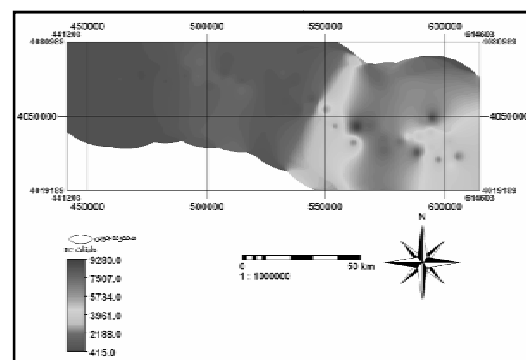
نقشه هم‌کلر

بررسی نقشه‌های هم‌کلر ترسیم شده در دوره آماری سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ نشان می‌دهد که در شروع دوره (۱۳۷۴-۷۵) بیشترین مقدار کلر به میزان ۷۸/۸ میلی‌اکی‌والان در شرق حوزه در محدوده مرکزی دشت حوالی روستاهای کریم آباد، دلک آباد بیهقی، رحمت آباد کیوانلو، احمدآباد میرزا تقی موسوی و رباط‌جز محمد ادیب و پس از آن در محدوده حوالی شهرستان جوین (شهر نقاب) لکه‌هایی از کلر با میزان ۲۰ تا ۳۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر تهدیدی برای گسترش این روند می‌باشد.

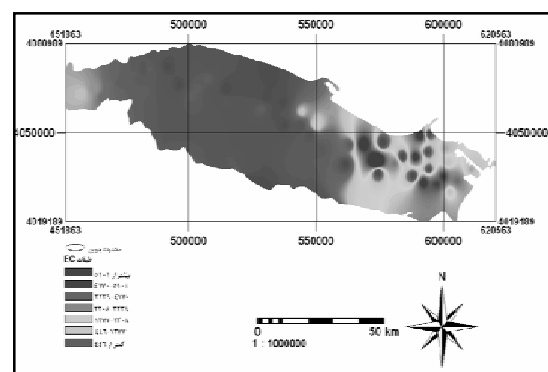


شکل ۱۳- نقشه هم‌کلر سال آماری ۱۳۷۸

در محدوده وسیع دشت در بخش‌های غربی حوزه، و در مرکز دشت روستاهای آدینه سامقان و زمند علیرضا زمندی، روستاهای فراشیان مختاری حسن اناوی و جاورتن از میزان کلر بالای ۲۰ و در بعضی مکان‌ها بالای ۳۰ و حتی در راه‌چمن کشت و صنعت جوین نیز بالای ۴۰ و ۵۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر مشاهده شده است. و در غربی‌ترین نقطه از دشت در قسمت باریک و انتهای خروجی سفره آب زیرزمینی دشت جوین در حوالی روستاهای محمد آباد عبدالحسین و حطیظه جاجرم سرفشانی نیز عدد ۳۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر مشاهده می‌گردد. به دلیل افزایش بهره‌برداری، وجود رسوبات تبخیری گچ و نمک و ضخامت پایین آبخوان در آن نقاط، نقشه خطوط هم‌کلر در سال‌های بعد نشان از بیشترین مقدار کلر در

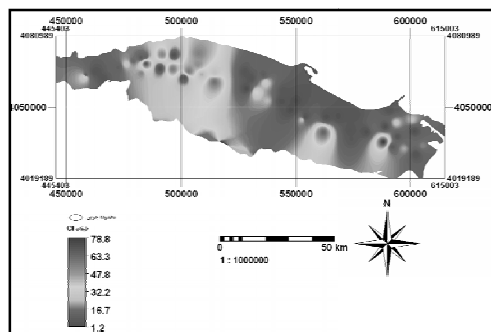


شکل ۱۱- نقشه هم شوری سال آبی ۱۳۷۴-۷۵



شکل ۱۲- نقشه هم شوری سال آبی ۱۳۸۵-۸۶

افزایشی در سال ۸۶-۱۳۸۵ در دشت در مقایسه با سال قبل از آن بسیار ناچیز است.



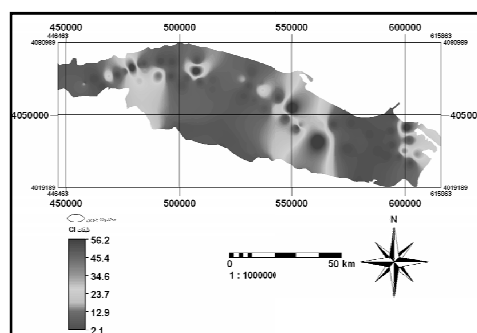
شکل ۱۵- نقشه هم‌کلر سال آماری ۱۳۸۶

- نوع PH منطقه و روند تغییرات آن در طی سال‌های اخیر

اصولا PH آب زیرزمینی در تشکیلات آهکی بالاتر از ۷ است اما در سال ۷۵-۱۳۷۴ یعنی شروع دوره آماری نواحی شمال و شمال‌غربی و در حوالی روستاهای آدینه‌سامقان، راه‌چمن رهنما، عبدال‌آباد، محمدآباد گفت، جغتای عزیززی و فراشیان مزینانی و حسن اناوی، آب زیرزمینی جوین دارای PH برابر ۷ و تا حدودی خنثی است.

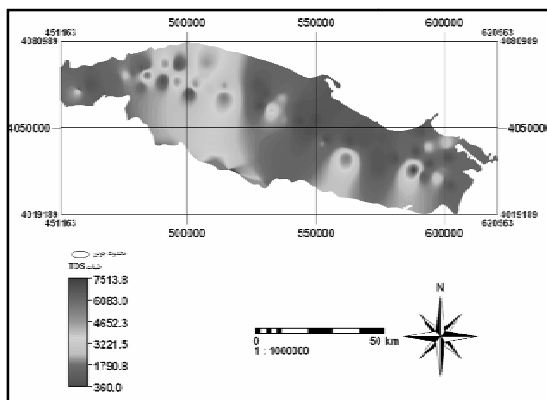
ولی در نواحی مرکزی دشت گرایش شمال روستای خرم‌آباد بهرامی و گرایش به جنوب دشت روستای نوده ارباب اهالی شرب دارای لکه‌هایی از PH خنثی یعنی عدد ۷ هستند. در شرقی‌ترین نقاط دشت در حوزه ورودی آبخوان دشت جوین نیز این روند در سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ طبق جدیدترین آمار موجود بدین صورت توصیف می‌شود. به طور کلی علاوه بر این که آب زیرزمینی جوین در طی این ۱۲ سال آبی فاقد نقاط دارای آب با PH ۷ و یا پایین‌تر از آن می‌باشد، بلکه شاید بتوان گفت که تمام نواحی در جوین با یک اختلاف نزدیکی از این پارامتر، بر طبق آمار سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ قلیایی و دارای PH ۸-۹ هستند. این روند پیشروی قلیایی شدن دشت جوین را نمایان می‌سازد و به نظر می‌رسد وجود سازندهای آهکی و قلیایی علت اصلی این موضوع باشد.

حوالی روستاهای احمدآباد میرزا تقی موسوی و اهالی شرب روستای نوده در غرب بیشترین مقدار کلر را در سال ۷۹-۱۳۷۸ دارد، به طوری که منحنی‌های بسته کلر، خود را در این سال در مقایسه با سال ۷۵-۱۳۷۴ به سمت مرکز حوزه و غرب کشانده‌اند.

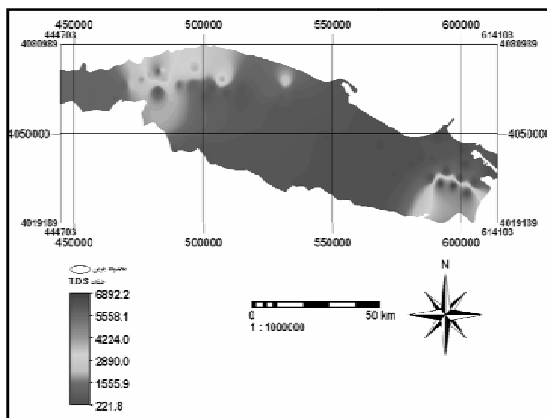


شکل ۱۴- نقشه هم‌کلر سال آماری ۱۳۷۴

در حوالی روستاهای شمس‌آباد عبدالباقی و زورآباد و کمایستان میزان کلر به ۹۰ میلی‌اکی‌والان برلیتر نیز رسیده است. در غرب دشت در روستای حاجی‌آباد قلعه نوعی در مرکز منحنی متحد‌المرکز بیش از ۷۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر مشاهده می‌شود، و در باقی سطوح آب سفره این پارامتر در این سال زیاد دچار تغییر نشده است. و بالاخره با همین روند در سال‌های اخیر باز هم به نظر می‌رسد، به دلیل افزایش بهره‌برداری، وجود رسوبات تبخیری گچ و نمک در سال ۸۵-۱۳۸۴ بیشترین میزان کلر را (۱۵۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر) در کل دوره آماری در حوالی روستای برغمد و در نواحی مرکزی حوزه در شهرستانک به ترتیب بیش از ۱۵۰ و ۱۵۷ میلی‌اکی‌والان بر لیتر منحنی‌های بسته‌ای با میزان کلر بسیار بالا نواحی فوق‌الذکر را در بر گرفته است. همچنین در محل جنوبی دشت در نقاط ورودی رودخانه‌های یام و کمایستان میزان بالایی از کلر دیده شده، که به علت نفوذ آب‌های سطحی آلوده به کلر می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد به دلیل وجود رسوبات مارنی میوسن، وجود رودخانه‌های فصلی متعدد در قسمت‌های جنوبی روند



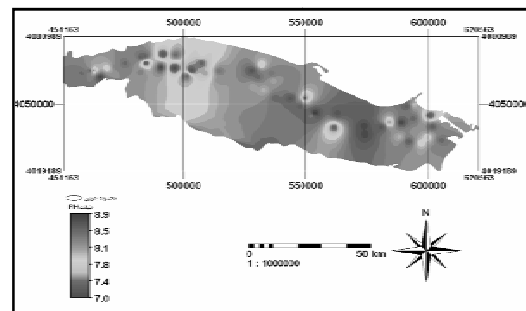
شکل ۱۸ - نقشه باقی مانده ماده خشک (T.D.S) سال آماری ۱۳۷۴



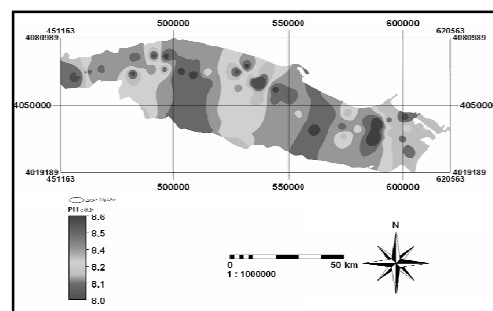
شکل ۱۹ - نقشه باقی مانده ماده خشک (T.D.S) سال آماری ۱۳۸۶

روند تغییرات TH (سختی کل آب)

بر اساس آمار سال ۷۵-۱۳۷۴ میزان سختی کل آب تقریباً از لحاظ مکانی با نقشه T.D.S سال آبی ۷۵-۱۳۷۴ و نقشه نقاط تخلیه و تغذیه مطابق بوده که نکته‌ای قابل ذکر و جالب است، که آن هم به دلیل بهره‌برداری‌های مکرر و وجود مناطق گچی و آهکی در حوالی روستاهای احمدآباد میرزا تقی موسوی و نوده ارباب، اهالی شرب روستا بین ۷۰۰ تا ۱۴۰۰ می‌باشد. بر اساس آمار سال آبی ۸۶-۱۳۸۵ در شرقی‌ترین نواحی دشت در محل تغذیه آبخوان روستاهای سلطان‌آباد، سیدآباد، رباط‌جز خلیلی اردکانی و ... به میزان ۶۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی گرم بر لیتر و در نقطه خروجی دشت



شکل ۱۶ - نقشه PH سال آماری ۱۳۷۴



شکل ۱۷ - نقشه PH سال آماری ۱۳۸۶

روند تغییرات T.D.S منطقه (باقی مانده ماده خشک)

با توجه به نقشه‌های T.D.S، لکه‌هایی با مقادیر ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ و یا مقداری بین ۲۰۰۰ تا بیش از ۷۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در شرق دشت، در سال آبی ۷۵-۱۳۷۴ حوالی روستاهای احمدآباد میرزا تقی موسوی و نوده ارباب اهالی شرب روستا دیده شده، که با نقاط برداشت مطابقت دارند، بر اساس آمار سال ۸۶-۱۳۸۵ و به دلیل وجود رسوبات مارنی میوسن در شرقی‌ترین نواحی دشت در محل تغذیه آبخوان روستاهای سلطان‌آباد، سیدآباد محمد برات و محمد مشکانی، منحنی‌های متحد‌المركز خود را در جنوب شرقی‌ترین نقطه محدوده جویین با میزان ۳۰۰۰ تا ۶۸۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و با میزان ۲۰۰۰ تا ۴۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز در شمال غربی‌ترین نقطه جویین دیده می‌شود.

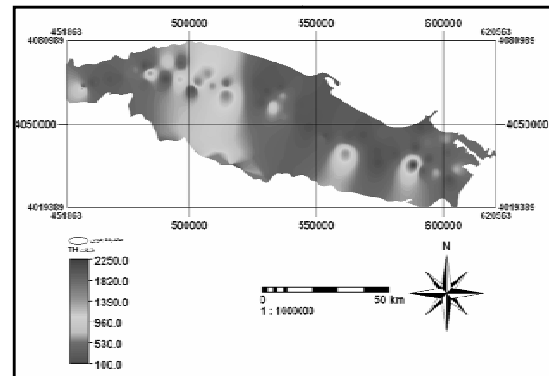
جدول شماره ۲- کیفیت و کلاس آب براساس طبقه بندی ویلکوکس

ردیف	نوع کیفیت آب برای کشاورزی و کلاس آب
۱	شیرین و برای کشاورزی کاملاً بی ضرر C1S1
۲	کمی شور و برای کشاورزی تقریباً مناسب C2S1, C2S2, C2S1
۳	شور - برای کشاورزی با تمهیدات مناسب C1S3, C2S3, C3S1, C3S2, C3S3
۴	خیلی شور - مضر برای کشاورزی C1S4, C2S4, C3S4, C4S4, C4S3, C4S2, C4S1

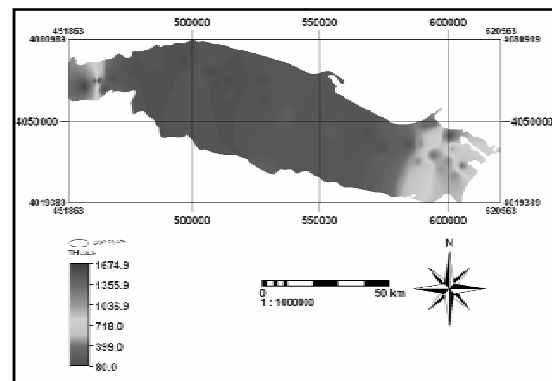
بر اساس آمار سال آبی ۷۵-۱۳۷۴ در مقاطع ورودی (تغذیه) دشت از سمت شمال شرق، در بخش-هایی از جنوب و در میانه دشت که مکان‌های تغذیه جوین می‌باشند، آب‌های کمی شور C2S2 که برای کشاورزی بسیار عالی است، به چشم می‌خورد. در نقاطی از دشت هم که مکان‌های تخلیه شدید هستند و حواشی غربی که خروجی دشت و نقاط برداشت بیش از حد می‌باشد، آب‌های شور نمایان شده است که برای استفاده از آنها باید تمهیدات لازم صورت گیرد. در حوالی روستاهای برغمد، شمس‌آباد شاه قلی، زورآباد محمد کمایستانی، آدینه سامقان، زمند، عبدالآباد کیوانلو و بالا سر شهرستان نقاب در مرکز و میانه دشت جوین و در غرب هم روستاهای خلیل آباد آقاجان خلیلی و همت آباد آزادواری شرایط بدی از نظر کیفیت آب برای کشاورزی حاکم است.

طبق آمار موجود از سال ۸۶-۱۳۸۵، در نواحی نزدیک به بخش‌های غربی و شرقی دشت آب‌های خیلی شور با کلاس C4S4 که برای کشاورزی مناسب نمی‌باشند به چشم می‌خورد. در نقاطی از دشت هم که مکان‌های تخلیه شدید هستند و حواشی غربی که خروجی دشت می‌باشد، آب‌های خیلی شور نمایان شده است که برای استفاده از آنها باید تمهیدات لازم صورت پذیرد و لازم است که جهت کشت و زرع

میزان ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ را حوالی روستاهای حیطه جاجرم، محمدآباد عبدالحسین، دلقند بشیر مرادی آب‌های سخت، در بقیه نقاط دشت آب متوسط نرم و کمی سخت برای شرب می‌باشد.



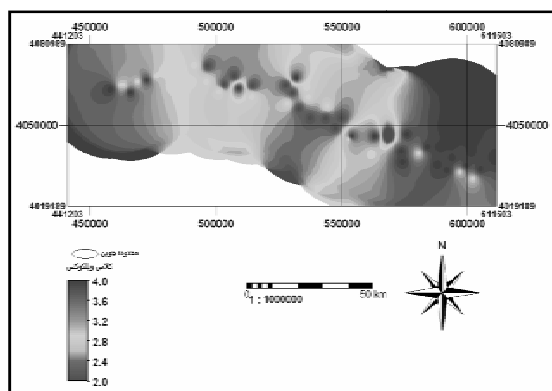
شکل ۲۰- نقشه سختی کل آب (TH) سال آماری ۱۳۷۴



شکل ۲۱- نقشه سختی کل آب (TH) سال آماری ۱۳۸۶

- بررسی طبقه‌بندی کیفیت آب برای کشاورزی و شرب
- روش ویلکوکس

با استفاده از آستانه‌های طبقه‌بندی ویلکوکس (جدول شماره ۲) در دشت جوین نیز از منظر پارامترهای کیفی مهم برای آبیاری کشاورزی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و دیاگرام آنها رسم گردید (مه‌دوی، ۱۳۸۴: ۳۸۶).

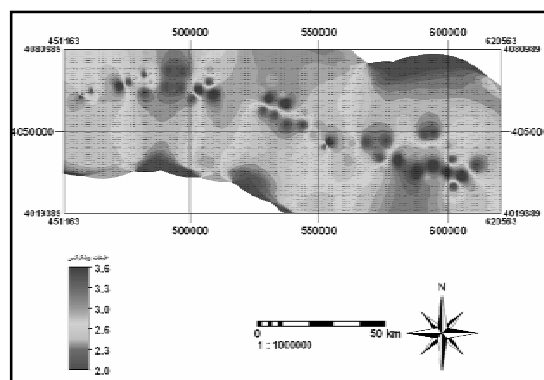


شکل ۲۳- نقشه ویلکوکس سال آماری ۱۳۸۶ دشت جوین

- روش شولر

بر اساس جدول طبقه‌بندی شولر (جدول شماره ۳)، ۵ پارامتر برای طبقه‌بندی آب شرب در نظر گرفته شده است که دیاگرام آنها در چاه‌های معروف ترسیم شده است (مهدوی، ۱۳۸۴: ۳۸۶). اما به دلیل حجم زیاد، از آوردن آنها در این تحقیق خودداری می‌شود.

تمهیداتی انجام پذیرد. با توجه به نقشه تهیه شده، آب‌های زیرزمینی غرب و شرق جوین کمی بهبود یافته و تنها منحنی‌هایی با شعاع بسته در حال کاسته شدن دیده می‌شوند، و رده‌های آب در این محدوده‌ها از آب‌های کمی شور (C2S2) و (C3S3) به C4S4 تغییر پیدا کرده و فقط حوالی روستاهای حجت آباد دیواندری، دلک آباد بیهقی، رباط جز غلامعلی شیرخانی، مشکان و کربلایی رمضان اروجعلی و سلطان آباد چوپانی شرایط سابق را هنوز حفظ کرده‌اند.



شکل ۲۲: نقشه ویلکوکس سال آماری ۱۳۷۴ دشت جوین

جدول شماره ۳ - پارامترهای کیفیت و کلاس آب براساس طبقه‌بندی شولر

SO4 (mg/L)	Cl (mg/L)	Na (mg/L)	T.H (mg/L.Caco3)	T.D.S (mg/L)	رده
<1۴۵	<1۷۵	<1۱۵	<۲۵۰	<۵۰۰	خوب
۱۴۵-۲۸۰	۱۷۵-۳۵۰	۱۱۵-۲۳۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	قابل قبول
۲۸۰-۵۸۰	۳۵۰-۷۰۰	۲۳۰-۴۶۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	نامناسب
۵۸۰-۱۱۵۰	۷۰۰-۱۴۰۰	۴۶۰-۹۲۰	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	بد
۱۱۵۰-۲۲۴۰	۱۴۰۰-۲۸۰۰	۹۲۰-۱۸۰۰	۲۰۰۰-۴۰۰۰	۴۰۰۰-۸۰۰۰	قابل شرب در شرایط اضطراری
>۲۲۴۰	>۲۸۰۰	>۱۸۴۰	>۴۰۰۰	>۸۰۰۰	غیر قابل شرب

سانتی‌متر) رسم گردید. و نتایج آن به صورت زیر آورده شد.

با توجه به دیاگرام‌های رسم شده از منابع انتخابی آب زیرزمینی، دشت جوین در گروه آب‌های خوب، قابل قبول، نامناسب، بد و موقتاً قابل شرب قرار دارند.

لازم به ذکر می‌باشد که، دیاگرام شولر برای چاه‌های شاخص دارای EC بالاتر از ۲۲۵۰ (میکروموس بر سانتی‌متر)، برای چاه‌های شاخص دارای EC ۲۲۵۰-۷۵۰ (میکروموس بر سانتی‌متر) و برای چاه‌های شاخص دارای EC کمتر از ۷۵۰ (میکروموس بر

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بهره‌برداری‌های اخیر از منابع آب زیرزمینی دشت‌ها غیر اصولی بوده است. این مسأله در روند کاهش کمی و کیفی سفره‌آبی جوین نیز اثر چشم‌گیری گذاشته است، همچنان که سفره‌آب بسیاری از دشت‌ها را از نظر مصارف کشاورزی و شرب غیر قابل استفاده کرده است، به علاوه در چند سال اخیر خشکسالی‌ها نیز بر روند فوق افزوده‌اند؛ و نیز نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مدل میان‌یابی نزدیک‌ترین همسایه بهترین همبستگی را در بین نقاط مورد مطالعه جهت میان‌یابی مقادیر کمی و کیفی پیژومترها از خود نشان داد و دارای کمترین درصد خطا در معادله برازش نسبت به سایر روش‌های میان‌یابی می‌باشد. با توجه به نقشه‌ها متوجه می‌شویم که در اکثر قسمت‌های شرق و غرب آبخوان در مقابل عوامل افت (برداشت بیش از حد و خشکسالی‌های اخیر) به دلیل کم بودن ضخامت سفره مناطق از حساسیت بالایی برخوردار هستند یعنی آسیب پذیرترند. مقایسه نتایج به دست آمده از اشکال و نقشه‌ها با سایر مطالعات داخل و خارج از کشور، و با توجه به پتانسیل گذشته، کنونی و آتی دشت، همچنین موقعیت استراتژیک و جغرافیایی دشت جوین و فعالیت‌های اقتصادی - صنعتی موجود در این دشت و انجام مطالعه در حوزه دشتی به نتایجی به عنوان خط مشی و راهکار در ذیل اشاره می‌گردد.

اصلاح الگوی آبیاری در بخش کشاورزی (۹۵٪ در صد منبع آب مورد نیاز در دشت به صورت آبیاری غرقابی مورد استفاده قرار می‌گیرد)، از جمله راهکارهای اساسی برای حل افت آب‌های زیرزمینی دشت جوین به شمار می‌رود. همچنین مسأله آبخوانداری و تغذیه در مقابل برداشت از آب‌های زیرزمینی و اتخاذ برنامه‌های مدیریتی و آبخیزداری نیز بسیار حائز اهمیت است.

- نتایج تحقیق حاضر در اغلب بخش‌ها با تحقیقات زیر مطابقت دارد:

نتایج حاصل از مقاله حاضر در داخل کشور: با گیتی (۱۳۷۹)، زهتابیان و همکاران (۱۳۸۲)، ملکوتیان و کرمی (۱۳۸۳)، جعفرزاده حقیقی فرد و همکاران (۱۳۸۴)، در موارد اشاره شده همخوانی دارد. به علاوه در بحث مطالعه بانژاد و سیفی (۱۳۸۵): ۸۵-۷۰)، تغییر الگوی کشت از محصولات با نیاز آبی کمتر به بیشتر که موجب افت چشم‌گیر سفره‌آب زیرزمینی در دشت همدان - بهار همچون جوین نیز بسیار مشابه می‌باشد. و در خارج از کشور: با ناوین و همکاران (۲۰۰۶)، ژوو (۲۰۰۴) و فتاونی همکاران (۲۰۰۸)، همبستگی بین بهره‌برداری بیش از حد سفره و وابستگی مکانی کاهش پایداری پارامترهای کیفی در تولید نواحی بحرانی آبخوان جوین مشابه بوده است. با بررسی‌های انجام شده در تحقیق حاضر و نیز در سایر مطالعات آب‌های زیرزمینی در اکثر مناطق با توجه به سازند زمین‌شناسی نتایج مطالعات با یکدیگر به نحوی اتفاق نظر دارند.

منابع و مأخذ

۱. ابراهیمی شیوا، (۱۳۸۵). تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری.
۲. بانژاد، م و سیفی، ح، (۱۳۸۵). کنترل سطح آب زیرزمینی به وسیله تغییر الگوی کشت در دشت همدان - بهار، گروه مهندسی آب دانشگاه بوعلی سینا همدان، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی.
۳. جعفرزاده حقیقی فرد، ن. حسنی، ا. ح. زین الدینی میمند، ع و حسینی، ع، (۱۳۸۴). بررسی اثرات بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی انار کرمان بر کیفیت آب زیرزمینی آب منطقه با استفاده از

۱۱. ملکوتیان، م و کرمی، ا، (۱۳۸۳). بررسی روند تغییرات کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت بم و بروات طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۷۶، گروه بهداشت محیط، مجله پزشکی دانشگاه هرمزگان.
۱۲. مهدوی، محمد، (۱۳۸۴). هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم.
13. Celik M. And T. Yardarm, 2006. Hydrochemical evaluation of Ground Water quality in the cavscayi Basin sungurrlu – corum, Turkey, Journal: Environmental Geology, volume 50, Number 3.
14. Fetouani , M. Sbaa, M. Vanclooster, B. Bendra, 2008. Assessing ground water quality in the irrigated plainof Triffa (north-east Morocco), Agricultural Water Management 9 5.
15. Navin K.C. Twarakavi, Jagath J. Kaluarachchi, 2006. Sustainability of ground water quality considering land use changes and public health risks, Journal of Environmental Management 81.
16. Petrides, B., I. Carwright and T.R Weaver, 2006. The Evolution of Ground Water in the Tyrell cathment south-central Murrage Basin, Victoria, Austeralia, Hydrogeology Journal, volume 14, Number 8.
17. Zhu,Y., Y. Wu and S. Drake, 2004, A Survey: Obstacles and Strategies for the development of Ground- Water Resources in arid inland river basins of western china, Journal of Arid Environments, volume 59, Isau 2.
- نمودارهای تشخیص کیفیت، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲۴.
۴. رهنما، هادی، قنبر پور محمدرضا، حبیب نژادروشن محمود و دادرسی سبزواری ابوالقاسم، (۱۳۸۷). تعیین زمان‌های کمینه و بیشینه بهره برداری از منابع آب‌های زیرزمینی با استفاده از هیدروگراف واحد سالانه دشت جوین، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب دانشگاه زابل.
۵. زهتابیان، غ ر، رفیعی امام، ع. علوی پناه، ک وجعفری، م، (۱۳۸۲). بررسی آب زیرزمینی دشت ورامین جهت استفاده از آبیاری اراضی کشاورزی، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۸.
۶. سازمان آب منطقه‌ای خراسان رضوی (مشهد)، (۱۳۸۶).
۷. شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان، (۱۳۸۷). معاونت مطالعات پایه منابع آب، مطالعات تهیه مدل ریاضی دشت جوین، گزارش مصرف آب و کشاورزی.
۸. شمسایی، ابوالفضل، (۱۳۸۱). هیدرولیک جریان آب در محیط‌های متخلخل، بخش هیدروگراف واحد سفره‌های آب زیرزمینی، (جلد دوم) مهندسی آب‌های زیرزمینی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران).
۹. عبدالهی، م. ح. و ن. کلانتری، (۱۳۸۲). بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت زویرچای و خران، گردهمایی علوم زمین سال ۱۳۸۲.
۱۰. گیتی، ع، (۱۳۷۹). بررسی افت آب‌های زیرزمینی دشت ورامین و رابطه آن با کیفیت آب‌ها، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.