محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۵۹ ،پاییز ۹۰، صفحهٔ ۲۹-۴۲

بررسی کیفیت شیمیایی و بیولوژیکی منابع آب محدودهٔ سیاه‌منصور دزفول

نصرا... کلانتری[1*]، محمد حسین رحیمی[2]، فیروزه مطوری[3]

۱- استاد زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز

۲- دانشجوی دکتری زمین شناسی گرایش آب دانشگاه شهید چمران، اهواز m_hosein_rahimi@yahoo.com

۳- کارشناس ارشد زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، خرمشهر F_matture@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/٤/۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲٤

چکیده

مسئله مهمی که امروزه مهندسان و متخصصان با آن روبرو هستند حفاظت از منابع آب زیرزمینی در برابر ورود آلاینده‌ها و کاهش میزان آلاینده‌های مشخص در این منابع است، بنابراین شناسائی و پایش سفره‌های آبدار از لحاظ کمی و کیفی می‌تواند در حفظ و مدیریت این منابع نقش مهمی داشته باشد. سفره آبدار سیاه منصور در بین رودخانه‌های دز و گلال کهنک در شرق شهرستان دزفول واقع شده است. با توجه به وجود آلاینده‌های صنعتی، کشاورزی و میکربی در این منطقه، احتمال آلودگی این سفره‌آبدار مورد بررسی قرار گرفت و برای ارزیابی آن ۱۶ نمونه آب زیرزمینی از چاههای آب شرب و کشاورزی و ۶ نمونه آب سطحی در دو فصل تر و خشک برداشت شد. غلظت یون‌هایی همچون (Ca، Mg، Na، HCO_3، CO_3، K، SO_4، Cl و NO_3) مورد سنجش قرار گرفت و کیفیت شیمیایی آب منطقه بررسی شد. در بررسی بیولوژیکی، نوع باکتری‌ها (سالمونلا، شیگلا، کمپیلوباکتر ، اشریشیاکلی، انتروباکتر، استاف آرئوس، استاف اپیدرمیس، پروتئوس ولگاریس و استروباکتر) مشخص شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که کیفیت شیمیایی آبهای زیرزمینی منطقه در مجاورت نهر عجیروب (غرب محدوده) بمراتب بهتر از سایر نقاط است و درحال حاضر در محدوده مورد مطالعه آلودگی به نیترات وجود ندارد. بررسی‌های میکربی مشخص کرد که منابع آب زیرزمینی به شدت آلوده شده‌اند به‌طوری‌که در تمامی ایستگاههای اندازه‌گیری شده حداقل یک آلاینده میکربی شناسایی شد. مهمترین دلایل آلودگی سفره آبدار نزدیکی چاههای بهره‌برداری به چاهکهای جذبی، محل دفع مواد زاید روستاها و فضولات حیوانی است، البته شایان ذکر است که نیروی بالای آسیب‌پذیری سفرهٔ آبدار، این امر را تسهیل کرده است.

کلیدواژه

سفره آبدار، آب زیرزمینی، آلودگی شیمیایی و بیولوژیکی ، سیاه‌منصور، دزفول

سرآغاز

در طی سالهای اخیر در کشورهای صنعتی، بیشترین تأکید بر روی مطالعات کیفیت آبهای زیرزمینی به جای اکتشاف منابع آب جدید صورت گرفته است. در کشورهای در حال توسعه هنوز مبحث مطالعات کیفی آبهای زیرزمینی و بویژه مطالعات آلودگی، به دلایلی همچون هزینه مطالعات و وجود پیچیدگی‌های علمی در این گونه تحقیقات، به طور جدی مورد بررسی قرار نگرفته است (علیجانی ۱۳۸۱). بیشترین علاقه‌مندی در مبحث هیدروژئوشیمی، تأمین آب شرب با کیفیت خوب است. اگر چه آب شرب می‌تواند از فرایندهایی مانند نمک‌زدایی (آب شیرین‌کن) نیز تهیه شود ولی این امر هنوز بسیار هزینه‌بر است درحالی که تأمین آب از سفره‌های آبدار بسیار ارزانتر و آسانتر است. آبهای زیرزمینی در مقایسه با آبهای سطحی نسبت به آلودگی حساسیت کمتری دارند.

امروزه محافظت از آبهای زیرزمینی اولویت اول سازمان‌های زیست محیطی است. دسترسی به آبهای شیرین غیرآلوده یکی از بزرگترین چالش‌های فراروی بشر در دهه پیش رو خواهد بود. در سال ۲۰۰۳ حدود یک بیلیون نفر در جهان دسترسی به منابع آب شرب عمومی پاکیزه نداشته‌اند و احتمالاً در نیمه قرن اخیر حدود ۲ تا ۷ بیلیون نفر در کشورهای کم آب جهان زندگی خواهند کرد. فقدان آب شیرین چالش جهانی با ابعاد گسترده را به وجود خواهد آورد که حل این مشکل نیاز به تأمین آب با کیفیت مناسب برای جمعیت جهان دارد (Appelo & Postma, 2005).

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۶۱۱۳۰۹۱۵

E-Mail: Nkalantari@hotmail.com

نقش تعیین‌کنندهٔ آبهای زیرزمینی به عنوان منابع تأمین آب شرب میلیون‌ها نفر در مناطق روستایی بر هیچ کس پوشیده نیست. تأمین آب مراکز جمعیتی کوچک به عنوان چالشی مهم در بهداشت جهانی شناخته شده است(WHO, 1997; Hulsmann, 2005). انجام و مدیریت آبرسانی‌های کوچک ممکن است در نتیجه کمبود منابع تأمین آب، یا نبود آگاهی از مشخصه‌های مؤثر بر روی کیفیت آب به‌صورت شایسته صورت نگیرد (Pitkanen, et al., 2010). نگرانی اصلی در سلامت عمومی استفاده از سفره‌های آبدار آسیب‌پذیر برای اهداف شرب بدون سنجش‌های تصفیه، یا ضدعفونی است. در منابع تأمین آب آسیب‌پذیر، کوتاهی در انجام تحقیقات همه جانبه، ریسک آلودگی آب شرب را افزایش می‌دهد (Cool, et al., 2010 , Joerin; et al., 2010). کیفیت آب زیرزمینی تحت تأثیر نحوه استفاده از این منابع است. آب زیرزمینی ممکن است دارای مواد خطرناکی باشد که بر روی سلامتی تأثیر می‌گذارد و یا وقتی با بی‌توجهی در محیط رها شود ممکن است آثار مخرب زیست محیطی داشته باشد. کیفیت آب زیرزمینی ممکن است در طول زمان بهره‌برداری تغییر کند و یا تحت تأثیر فعالیت‌های بشری قرار گیرد که این اثر همیشه دارای شواهد سریعی نیست. در واقع منابع آلودگی آبهای زیرزمینی نامحدود هستند. منشأ آلودگی آب زیرزمینی رابطهٔ بسیار نزدیکی با استفاده آب توسط انسان دارد (Kalantari, et al., 2009). آلودگی می‌تواند نحوهٔ استفاده از آب را تحت تأثیر قرار داده و مخاطراتی را برای بهداشت عمومی از طریق انتشار بیماری‌ها ایجاد کند (Todd. & Mays, 2005).

آلودگی منابع آب ممکن است شیمیایی، یا میکربی باشد. آلودگی به نیترات یکی از شایع‌ترین آلودگی‌های شیمیایی آب است. نیترات برای بقاء بسیاری از موجودات حیاتی است اما با این وجود یکی از مهمترین آلاینده‌های آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق دنیاست و در بسیاری از موارد از فعالیت‌های کشاورزی منشا می‌گیرد (Reddy, et al., 2009). وقتی که کودها در زمینهای کشاورزی استفاده می‌شوند، بخشی از آنها به داخل خاک وارد شده و سپس به آب زیرزمینی وارد می‌شود. این کودهای کشاورزی معمولا شامل ترکیباتی از نیتروژن، فسفر و پتاسیم هستند. کودهای فسفات و پتاسیم به آسانی توسط ذرات خاک جذب می‌شوند و معمولا باعث آلودگی آب زیرزمینی نمی‌شوند، اما تنها مقدار کمی از نیتروژن محلول توسط خاک جذب شده، یا توسط گیاهان مصرف می‌شوند و باقیمانده سبب آلودگی آبهای زیرزمینی می‌شوند (Todd & Mays, 2005, Kalantari; et al., 2007).

کیفیت میکربی آب معمولا با شناسایی چند مشخصه بیولوژیکی (نمایانگرهای باکتریایی مثل کلیفرم‌های مدفوعی و اشریشیاکلی و در برخی موارد گونه‌های خاصی از پرتزوآها و ویروسها) مشخص می‌شود. از گذشتهٔ کلیفرم‌های ترموتلورنت و اشریشیاکلی به عنوان معیارهای میکربی کیفیت آب استفاده شده است و اخیرا سازمان بهداشت جهانی بر مقادیر آنها به عنوان شاخص‌های میکربی آب شرب تاکید کرده است (Naclerio, et al., 2008). شناسایی منشاء آلودگی می‌تواند کمک بزرگی باشد، زیرا دیدی کلی از آسیب پذیری منبع تأمین آب را نشان می‌دهد (Cimenti, et al., 2005).

نفوذ آب سطحی که فضولات حیوانی و فاضلاب را با خود به چاههای بهره‌برداری حمل می‌کنند ممکن است باعث بیماری‌های دستگاه گوارش شود (Schijven, et al., 2010) . برای مثال فضولات مدفوعی ممکن است حاوی انواعی از میکرب‌های بیماریزا باشند. در کشورهای توسعه یافته معمولی‌ترین عوامل مسبب بیماری‌های گوارشی که توسط آب شیوع پیدا می‌کنند عبارتند از: نوروویروس، کمپیلوباکتر، ژیاردیا، اشریشیاکلی، (Hrudey and Hrudey 2007). و با درجهٔ کمتر شیگلا، هپاتیت A، سالمونلا و تاکسوپلاسما (Pitkanen, et al., 2010).

خصوصیات فیزیکی منطقه مورد مطالعه

محدوده و اقلیم

دشت سیاه‌منصور با مساحتی حدود ۵۱۸ کیلومترمربع در شمال غرب استان خوزستان و بین طول جغرافیایی ´۱۵ °۴۸ تا ´۰۰ °۴۹ شرقی و عرض جغرافیایی ´۰۰ °۳۲ تا ´۳۰ °۳۲ شمالی قرار گرفته است. این دشت از شمال به کنگلومرای بختیاری، از شرق به گلال کهنک، از جنوب‌غرب به نهر عجیروب و از شمال‌غرب به رودخانه دز محدود می‌شود. رودخانهٔ فصلی سیاه‌منصور در بخش میانی دشت از شمال به جنوب در جریان است. آب این رودخانه از زهکشی آبهای زیرزمینی، سطحی و جریان‌های برگشتی از کشاورزی تأمین می‌شود، آب نهر عجیروب، نیز علاوه بر موارد ذکر شده از رودخانهٔ دز، تأمین می‌شود. متوسط درجهٔ حرارت، بارندگی و تبخیر و تعرق سالانه این منطقه به ترتیب برابر ^{o}C ۲۳/۹۶، mm ۳۴۳/۵ و ۲۲۶/۹mm است که از لحاظ اقلیمی در محدودهٔ بیابانی گرم میانه قرار دارد.

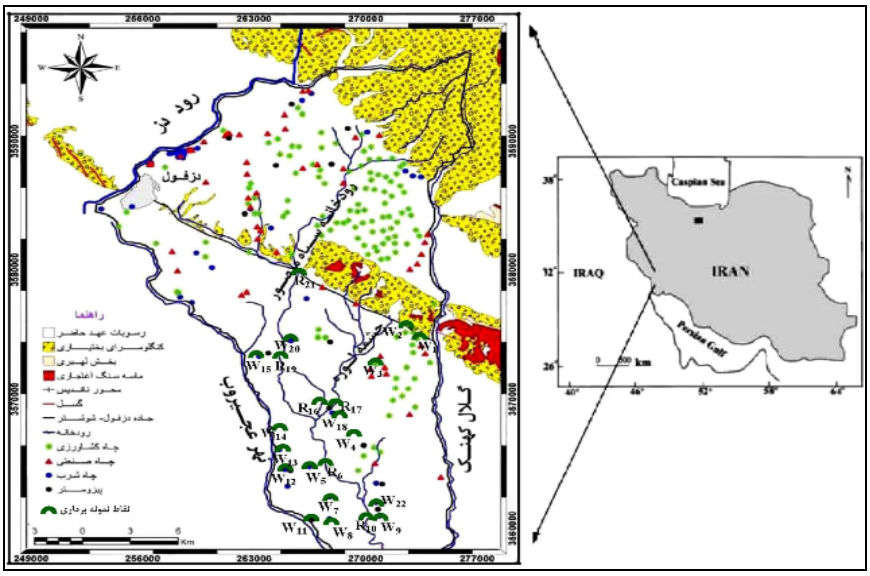
زمین‌شناسی

دشت سیاه‌منصور از نظر زمین‌شناسی در محدودهٔ دشت خوزستان (یکی از واحدهای ریخت‌شناسی زاگرس) و فروافتادگی دزفول واقع شده است. قسمت اعظم منطقه از آبرفت و مساحت کمتری توسط سازند بختیاری و بخش لهبری پوشیده شده است. آبرفت‌های محدودهٔ مورد مطالعه دارای دو منشأ عمده هستند:

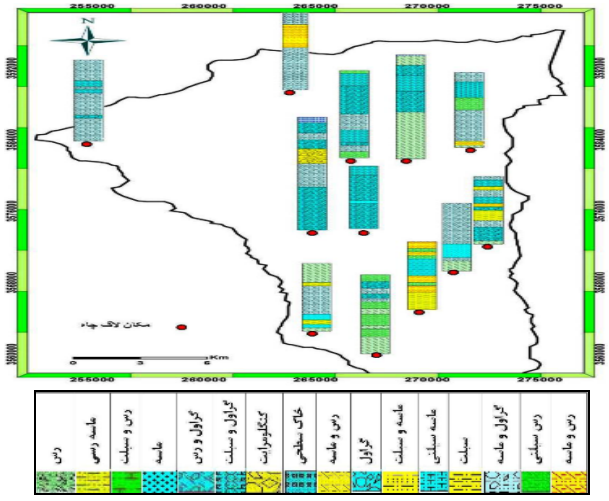
آبرفت‌هایی که منشأ آنها کنگلومرای بختیاری است، قسمت اعظم شمال و بخش میانی دشت سیاه‌منصور را فرا می‌گیرد. این آبرفت‌ها متشکل از قلوه، ریگ، شن و ماسه یا همان اجزایی است که در کنگلومرای بختیاری دیده می‌شود. آبرفت‌هایی که منشأ آنها از رسوبات لهبری است شامل رسوبات دانه ریز رسی و سیلتی و گاهی شن و ماسه‌ای، یا مخلوطی از اینهاست. این نوع آبرفت‌ها بیشتر در قسمت جنوب و شرق دشت گسترش دارند. سازند بختیاری و رسوبات ناشی از فرسایش آن اغلب تأثیری بر تخریب کیفیت آبهای زیرزمینی ندارند، در صورتی‌که بخش لهبری و رسوبات ناشی از آن به علت دارا بودن مقدار کمی از رسوبات تبخیری اغلب اثر مخربی دارند. شیب دشت مورد مطالعه تقریباً ملایم و روند آن شمال شرق به سمت جنوب و جنوب غرب است.

هیدروژئولوژی

برای مطالعه هیدورژئولوژیکی منابع آب زیرزمینی محدوده سیاه‌منصور تمام اطلاعات موجود زمین‌شناسی، هیدورلوژی، برداشت‌های مقاطع زیرزمینی (لاگ‌های چاههای اکتشافی، پیزومترها و چاههای عمیق و کم عمق)، اطلاعات کمی و کیفی چاهها، قنات و چشمه‌ها جمع‌آوری شد و بازدیدهای صحرایی نیز صورت گرفته است. بررسی‌ها نشانگر وجود ۲۳۲ حلقه چاه در منطقه است که حدود ۱۳۲ حلقه به بخش کشاورزی، ۵۱ حلقه به بخش آب و فاضلاب شهری و روستایی و ۴۹ حلقه به بخش صنعت تعلق دارد (شکل شمارهٔ ۱). همچنین با توجه به لاگ چاههای موجود در منطقه افق‌های متناوبی از مواد تحکیم نیافته (شن و ماسه همراه با سیلت و رس) وجود دارد. لاگ اکثر چاهها دارای گراول است که بخصوص در بخش میانی و شمالی منطقه مشاهده می‌شود (شکل شمارهٔ ۲). روند کلی جهت جریان آب زیرزمینی منطقه در شکل شمارهٔ (۳ الف) نشان داده شده است. جهت جریان آب زیرزمینی به تبعیت از وضعیت توپوگرافی منطقه بیشتر از شمال و شمال شرق به سمت جنوب و جنوب غرب دشت است. میزان شیب هیدورلیکی در مناطق تغذیه بیشترین و در بخش میانی و بخش جنوبی دشت کمترین است. از منابع تغذیه‌کننده علاوه بر ریزش‌های جوّی، می‌توان به رودخانهٔ کهنک در ابتدای مسیر (۶ کیلومتر ابتدای مسیر)، رودخانه دز به مقدار کم از بخش شمال غرب، تغذیه با کنگلومرای بختیاری در شمال شرق منطقه، پساب برگشتی از آبیاری و پساب ناشی از چاههای شرب و صنعتی اشاره کرد. از منابع تخلیه‌کننده سفره آبدار می‌توان به تخلیه بخش جنوبی گلال کهنک، زهکش عجیروب، رودخانه فصلی سیاه‌منصور، چشمه لوره، برداشت آب بوسیلهٔ چاههای کشاورزی، شرب، صنعتی و تبخیر از سطح ایستابی در بخش‌های جنوبی دشت که سطح ایستابی نزدیک سطح زمین است (۳–۷ m)، اشاره کرد.



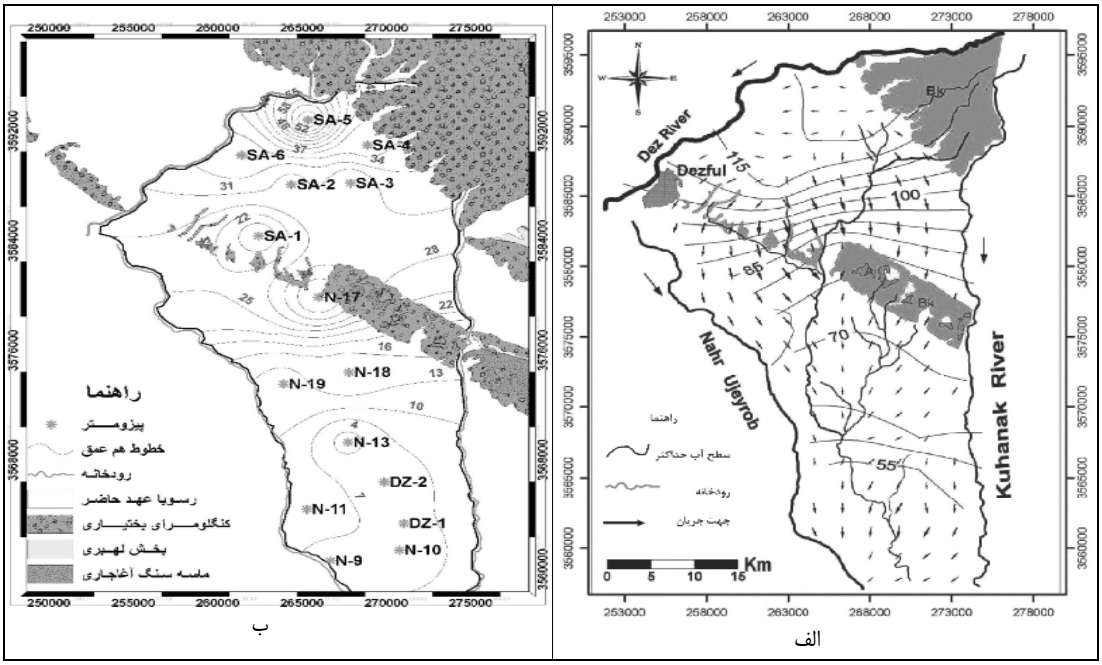
شکل شمارهٔ (۱): موقعیت، هیدروژئولوژی و ایستگاههای نمونه‌برداری محدوده سیاه منصور



شکل شمارهٔ (۲): موقعیت مکانی لاگ چاههای منطقه

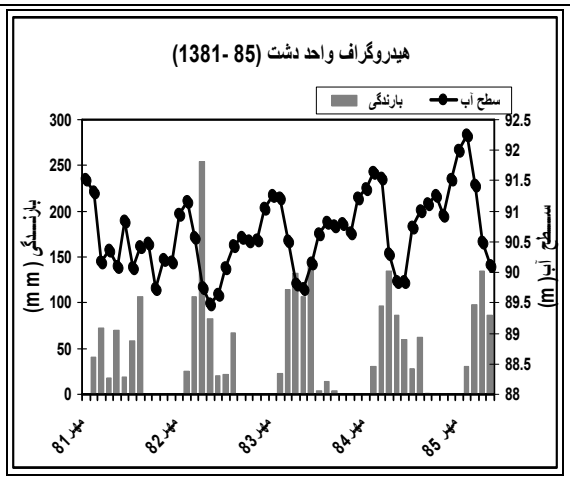
نقشه‌های هم‌عمق آب زیرزمینی نشان می‌دهد که عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی در منطقه از ۶۲ تا ۳ متر متغیراست (شکل شمارهٔ ۳ ب). بیشترین عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی در بخش شمالی دشت به علت اثر افزایش توپوگرافی و تراکم چاههای بهره‌برداری است.

کمترین عمق برخورد به آب زیرزمینی در بخش جنوبی دشت می باشد، پایین بودن عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی در بخش جنوبی دشت ناشی از تراکم بسیار اندک چاههای بهره‌برداری در این مناطق و گسترش کانال‌های آبیاری، جنس رسوبات و توپوگرافی بسیار پست این نواحی است.



شکل شمارهٔ (۳): الف– نقشهٔ جهت جریان آب زیرزمینی منطقه ب– نقشهٔ هم عمق آب زیرزمینی منطقهٔ مورد مطالعه

هیدروگراف واحد دشت از مهرماه ۸۱ لغایت بهمن ۸۵ ترسیم شده است. بر این اساس حداکثر تراز سطح آب (ارتفاع مطلق سطح آب) در آبان‌ماه ۱۳۸۵ و حداقل سطح آب در بهمن‌ماه ۸۵ است که به ترتیب برابر ۹۲/۲۶ و ۹۰/۱۱۵ متر است (شکل شمارهٔ ۴). با توجه به شکل شمارهٔ (۴)، روند کلی تغییرات سطح آب زیرزمینی منطقه بدین گونه است که حداکثر خیز آب در اواسط پاییز است و بعد از طی روندی نزولی در زمستان مجدداً در بهار سطح آب افزایش نشان می‌دهد. در اوایل تابستان تقریباً روند ثابتی را طی می‌کند و در مرداد ماه دوباره روند افزایشی شروع می‌شود. حداکثر افت مشاهده‌ای در اواسط زمستان است. خیز به‌وجود آمده در اواسط پاییز ناشی از آب برگشتی و نفوذی از زمینهای کشاورزی است، زیرا در تابستان، منطقه به‌صورت گسترده زیر کشت می‌رود و آب برگشتی زیادی موجب تغذیهٔ سفرهٔ آبدار می‌شود که پس از زمان تأخیر باعث بالا آمدن سطح آب زیرزمینی می‌شود. خیز به‌وجود آمده در بهار ناشی از ریزش نزولات جوی است. عامل افت سطح آب در منطقه ناشی از قطع، یا کاسته شدن آبیاری زمینهای زیر کشت و عدم تغذیه کافی از نزولات جوی و افزایش بهره‌برداری از منابع و کاهش تغذیه از روخانه دز است (کلانتری و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل شمارهٔ (۴): هیدروگراف واحد دشت مورد مطالعه

مواد و روشها

برای ارزیابی کیفیت شیمیایی و میکربی منابع آب موجود در منطقه، ایستگاههای نمونه‌برداری انتخاب شد (شکل شمارهٔ ۱). نمونه‌برداری برای بررسی هیدروشیمیایی در دو نوبت (قبل و بعد از بارندگی) انجام شد. غلظت یون‌های عمده (Ca^{+2}، Na^{+}، Mg^{+2}، HCO^{-3}، CO_3^{-2}، Cl^{-} ، SO_4^{-2} و NO^{3-}) در آزمایشگاه سازمان آب و برق خوزستان اندازه‌گیری شد. مشخصه‌هایی نظیر هدایت الکتریکی، pH و درجه حرارت سرزمین مورد سنجش قرار گرفت. در جدول شمارهٔ (۱) نتایج آزمایش فیریکوشیمیایی بعضی نمونه‌ها ارائه شده است.

جدول شمارهٔ (۱): نتایج سنجش مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی منابع آب منطقهٔ مورد مطالعه (آبان ۸۵)

شناسه	مکان نمونه برداری	EC µmohs/cm	T°c	TDS mg/l	pH	Ca	K	Na	Mg	Cation	CO_3	SO_4	Cl	HCO_3	Anion	NO_3 mg/l	S.A.R
						meq/l											
* W۱	بنه قیصر	۳۷۹۰	۲۵	۳۳۵۱	۸	۱۵/۳۵	۰/۱۲	۲۳/۵۵	۱۱/۵۱	۵۰/۵۳	۲/۸	۲۸/۰۶	۱۹/۴	۲/۸	۵۰/۲۶	-	۶/۴
W۲	مجاور کهنک	۳۴۳۰	۲۸/۵	۳۰۵۵	۸/۱	۱۴/۸۲	۰/۱۴	۲۲/۲	۹/۷۶	۴۶/۹۲	۲	۲۵/۵۶	۱۹/۱	۲	۴۶/۶۶	-	۶/۶
W۳	فضیلی	۱۴۶۰	۲۵	۱۳۲۲	۸/۲	۴/۷۱	۰/۰۶	۹/۴۰	۳/۸۲	۱۷/۹۹	۳/۱	۸/۰۶	۶/۷	۳/۱	۱۷/۸۶	۱۸/۳۴	۴/۶
W۴	چغامیش دولتی	۷۸۰	۲۳/۷	۵۷۷	۸/۶	۲/۱۴	۰/۰۶	۵/۲۶	۲/۳۸	۹/۸۴	۳/۶۶	۲/۸۳	۲/۷	۳/۶۶	۹/۶۳	۲۳/۴۲	۳/۵
W۵	بلادیه	۱۳۱۰	۲۵/۳	۹۲۹	۸/۲	۳/۵	۰/۰۶	۷/۸۳	۳/۶	۱۴/۹۹	۳/۴	۳/۶۴	۷/۹	۳/۴	۱۴/۹۴	۷/۷۱	۴/۲
R۶	سطحی	۸۰۰	۲۳/۸	۵۷۲	۸/۲	۳/۴۱	۰/۰۵	۳/۹۵	۲/۰۹	۹/۴۶	۳/۸	۲/۴۶	۳	۳/۸	۹/۲۶	۲۲/۳۹	۲/۴
W۷	بنه عیسی	۸۸۰	۲۶/۲	۶۳۱	۸/۲	۲/۸۷	۰/۰۷	۴/۵۸	۲/۷۳	۱۰/۲۵	۴/۰۸	۲/۷۷	۳/۲	۴/۰۸	۱۰/۰۵	۳/۲۹	۲/۷
W۸	خیبر	۸۹۰	۲۴/۹	۵۶۴	۸/۲	۴/۰۲	۰/۰۴	۴/۱۵	۲/۷۵	۹۶/۱۰	۵/۲۶	۲/۶۶	۳	۵/۲۶	۱۰/۹۲	۱۲/۱۳	۲/۳
W۹	بدیلیان	۳۴۰۰	۲۵	۲۹۸۰	۸/۲	۱۲/۰۲	۰/۱۱	۲۱/۵۵	۸/۷۹	۴۲/۵۳	۲/۶۶	۲۴/۴۲	۱۵/۲	۲/۶۶	۴۲/۲۷	۶/۳۴	۶/۷
R۱۰	سطحی	۹۱۰	۲۳/۸	۶۴۲	۸/۲	۳/۳۶	۰/۰۵	۴/۸۵	۲/۳۴	۱۰/۶	۴/۰۲	۳/۰۷	۳/۳	۴/۰۲	۱۰/۳۹	۱۰/۹۴	۲/۹
W۱۱	شنگربالا	۷۱۰	۲۴/۳	۴۵۱	۷/۸	۲/۵۳	۰/۰۴	۴/۰۴	۲/۰۵	۸/۶۶	۴/۴۹	۱/۷۷	۲/۲	۴/۴۹	۸/۴۶	۲۰/۹۵	۲/۷
W۱۲	سید عنایت	۶۸۰	۲۴/۳	۴۲۶	۸	۲/۹	۰/۳	۲/۸۷	۱/۸۴	۷/۶۴	۴/۱۴	۱/۲	۲/۱	۴/۱۴	۷/۴۴	۹/۸۴	۱/۹
W۱۳	صیف آباد	۱۰۲۰	۲۴/۳	۶۹۸	۸/۲	۳/۰۴	۰/۰۵	۵/۶۶	۱/۷۱	۱۰/۴۶	۳/۳۴	۱/۶	۵/۳۱	۳/۳۴	۱۰/۲۵	۱۱/۱۱	۳/۷
W۱۴	بنوت پایین	۶۶۰	۲۳/۶	۴۰۷	۸/۶	۳/۳۷	۰/۰۳	۱/۹۹	۲/۱	۷/۴۹	۳/۸۷	۱/۳۷	۱/۵۵	۳/۸۷	۷/۲۹	۱۰/۹۶	۱/۲
W۱۵	چغاسبز	۶۹۰	۲۳/۳	۴۱۲	۸/۲	۳/۸۷	۰/۰۳	۱/۵۷	۲/۳۶	۷/۸۴	۴/۸۱	۲/۰۱	۱/۴۴	۴/۱۸	۷/۶۳	۳۵/۸۹	۰/۹
R۱۶	سطحی	۷۳۰	۲۴/۳	۵۷۶	۸/۲	۴/۰۶	۰/۰۴	۱/۹۹	۲/۴۲	۸/۵۱	۳/۷۴	۲/۸۹	۱/۶۸	۳/۷۴	۸/۳۱	۲۸/۱	۱
R۱۷	سطحی	۷۶۰	۲۳/۶	۳۹۱	۸/۵	۳/۲۹	۰/۰۸	۲/۰۷	۱/۵۵	۶/۹۹	۳	۱/۴۶	۲/۰۵	۳	۶/۸۷	۲۰/۶۹	۱/۴
W۱۸	قلعه خلیل	۱۱۴۰	۲۵/۴	۹۷۲	۸/۵	۳/۰۴	۰/۰۵	۷/۳۴	۲/۵	۱۲/۹۳	۲/۶	۵/۴۱	۴/۴۷	۲/۶	۱۲/۷۲	۱۳/۱۷	۴/۴
R۱۹	سطحی	۵۷۰	۲۳	۳۵۳	۸/۵	۳/۳۱	۰/۱۷	۱/۷۷	۱/۱۹	۶/۴۴	۲/۸۶	۱/۱۸	۱/۷۴	۲/۸۶	۶/۲۴	-	۱/۲
W۲۰	شهید کریمی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R۲۱	سطحی	۸۸۰	۲۳/۴	۳۸۰	۸/۲	۲/۵۷	۰/۰۲	۱/۹۱	۲/۰۹	۶/۵۹	۳/۰۹	۱/۲۵	۲/۰۵	۳/۰۹	۶/۳۹	۲۲/۱۹	۱/۳
W۲۲	نهضت	۲۸۰۰	۲۶/۲	۱۹۵۵	۸/۲	۲/۸۹	۰/۱	۱۷/۱	۶/۲۲	۳۱/۳۱	۲/۷	۸/۵۴	۱۹/۸۲	۲/۷	۳۱/۰۶	-	۶/۴

(* W : نمونه‌های آب زیرزمینی R :نمونه‌های آب سطحی)

در آزمایش‌های باکتریایی از ارلن ۲ لیتری، پیت‌های ۵ و ۱۰ سی‌سی، پیپتور، pH متر، لوپ، لام، پتری دیش، میکروسکوپ، اینکوباتور، مگنیت، بهم‌زن الکتریکی، فیلتراسیون، کاغذ فیلتراسیون ۰/۲۲µm الکترون میکروسکوپ، مواد شیمیایی اکسید آهن، آلومینیوم کلراید، اسید کلریدریک ۲ نرمال، کازئین، محیط‌های نیاز کشت باکتری‌ها همچون بلاداگار، EMB[1]، محیط Maconkey، تهیه محیط TSI[2] ، محیط سیمونز سیترات[3] ، محیط اوره، محیط لیزین[4] ، محیط مالونیت[5] ، محیط پپتون[6] ، محیط TCBS[7] و محیط کمپیلوباکتر[8] استفاده شد.

در این آزمایش‌ها همچنین کلیهٔ وسایل شیشه‌ای چون پیپت، ارلن، پتری‌دیش، مگنیت در دستگاه اتوکلاو در دمای ۱۲۰° c در فشار ۱۵ پوند برای مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند.

برای آزمایش باکتریایی میزان دو لیتر از هر نمونه آب به ارلن‌های استریل شده وارد شد و از هر نمونه آب دو نوع نمونهٔ کشت باکتریایی مورد مطالعه قرار گرفت. در روش مستقیم میزان ۰/۱ سی‌سی از هر نمونه وارد محیط کشت بلاد آگار شد و کلنی‌های نمونه‌های کشت شده بعد از ۲۴ ساعت شمارش شد. در روش دوم برای تشخیص باکتریایی بیماریزا از دو لیتر آب تغلیظ شده طبق آزمایش‌های Menlick & Rao استفاده شد. با استفاده از این روش غلظت میکرب‌ها و ویروس‌های موجود در آب به میزان ۱۰۰ الی ۲۰۰ برابر شد.

اساس این روش بدین ترتیب است که با پایین آوردن pH آب و اضافه کردن اکسید آهن به نمونه کلیه عوامل عفونی میکربی به اکسید آهن جذب می‌شوند، با اضافه کردن کازوئین ۲٪ کلیهٔ عوامل میکربی جذب شده به اکسید آهن آزاد می‌شوند و می‌توان عوامل باکتریایی، ویروسی و حتی انگل‌های موجود در آب را جداسازی کرد. انجام این روش بر این اساس است که ابتدا pH محیط آب با اسید کلریدریک یک نرمال در pH=۳/۵ تنظیم شد، سپس میزان ۰/۰۰۰۵ مولار کلرید آلومینیم ($AlCl_3$) به نمونه آب اضافه شده و برای مدت ۳۰ دقیقه محلول توسط به‌هم‌زن الکتریکی هم زده شد. میزان ۵۰۰ میلی گرم اکسید آهن (Fe_2O_3) به نمونه آب اضافه شد و با یک میله شیشه‌ای استریل شده برای مدت ۳۰ دقیقه بهم زده شد. بعد از گذشت یک ساعت که مواد اکسید آهن در کف ارلن ته‌نشین شد، مایع رویی را بیرون ریخته و به رسوب حاصل میزان ۱۰ سی سی کازئین ۲٪ (pH=۹/۶) اضافه شد. بدین ترتیب از مایع رویی نمونه‌گیری انجام شد سپس میزان ۰/۰۱ سی سی نمونه برای کشت باکتریایی وارد محیط کشت بلاد آگار شد و بعد از ۲۴ ساعت تعداد کلنی‌های تشکیل شده بر روی محیط کشت شمارش شد.

بحث

ارزیابی شیمیایی

منحنی های هم میزان

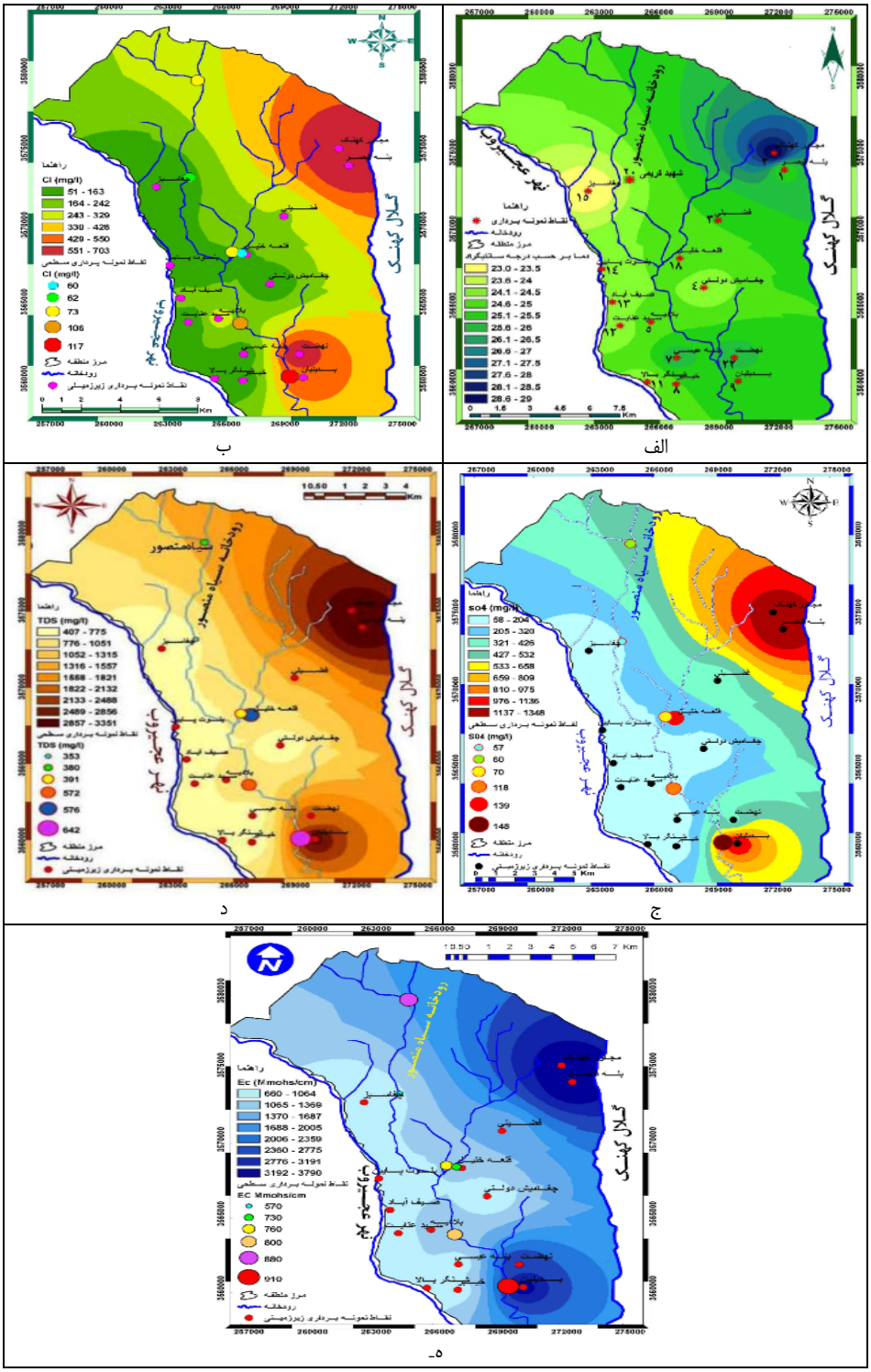
به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب منطقه نقشه‌های هم‌میزان ترسیم شده است. با توجه به نقشه‌های هم میزان ارائه شده (شکل شمارهٔ ۵ الف تا ه)، حداکثر میزان دما، هدایت الکتریکی (EC)[9]، کلر، سولفات و مجموع املاح جامد محلول (TDS)[10] در روستاهای بدیلیان، نهضت و بنه‌قیصر یعنی بخش شمال شرقی و جنوبی منطقه است. همان‌گونه که در شکل شمارهٔ (۵ – الف) نشان داده شده است کاهش دما در حوالی نهر عجیروب می‌تواند نشان‌دهنده تغذیه از این نهر باشد.

شکل شمارهٔ (۵ – ب) تغییرات میزان کلر در منطقه را نشان می‌دهد. آب مناطقی که میزان کلر آن بالای ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شور مزه است در بخش شمال شرقی و جنوبی منطقه واقع شده. میزان غلظت سولفات بیش از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر،آب را تلخ کرده و باعث اسهال می‌شود. همان‌گونه‌که در شکل شمارهٔ (۵ – ج) مشخص شده است، در روستای بدیلیان، نهضت و بنه‌قیصر میزان سولفات به بیش از ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر رسیده است، دلیل این موضوع در روستای بدیلیان و نهضت سیر تکاملی آب زیرزمینی و فاصله بیشتر نسبت به نهر عجیروب و کم بودن عمق آب زیرزمینی است.

دلیل افزایش مقدار سولفات در نزدیکی روستای بنه‌قیصر می‌تواند ناشی از تغذیه آب زیرزمینی از رودخانه گلال کهنک و زمان ماندگاری بیشتر آب زیرزمینی باشد؛ زیرا گلال کهنک از سازندهای گچساران سرچشمه می‌گیرد.

شکل شمارهٔ (۵ – د) نقشه مجموع املاح جامد محلول (TDS) منطقه را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار TDS منطقه در نزدیکی روستای کهنک و بدیلیان و نهضت است. عواملی که در افزایش مقدار مجموع املاح آب زیرزمینی سفره آبدار سیاه‌منصور مؤثرند عبارتند از: عبور جریان آب از میان کانی‌های قابل حل، ورود آلاینده‌های ناشی از پساب فاضلاب‌ها و زه‌آب کشاورزی و تبخیر از سفره آبدار در مناطقی که سطح ایستابی در نزدیکی سطح زمینی وجود دارد. کاهش میزان TDS در روستای بنوت پایین می‌تواند دال بر افزایش میزان تغذیه سفره آبدار باشد. به طور کلی هدایت

الکتریکی (EC) منابع آب روندی مشابه با مجموع املاح محلول (TDS) دارد. در منطقهٔ مورد مطالعه نیز این دو مشخصه روندی مشابه دارند (شکل شمارهٔ ۵ – ه). کم بودن مقدار هدایت الکتریکی در نزدیکی نهر عجیروب، به دلیل آبیاری زمین‌های مجاور توسط آب این نهر است، زیرا این نهر از رودخانه دز سرچشمه می‌گیرد که دارای هدایت الکتریکی کمی است.

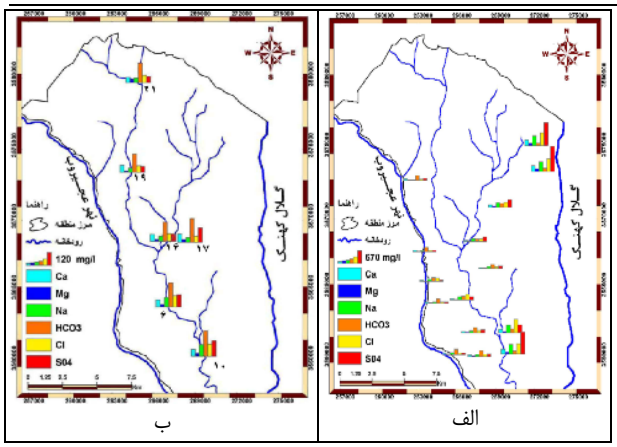


شکل شمارهٔ (۵) : نقشه‌های هم میزان آب منطقهٔ آبان ماه ۸۵ .الف– دما، ب– کلر، ج– سولفات، د– مجموع املاح جامد محلول و ه– هدایت الکتریکی

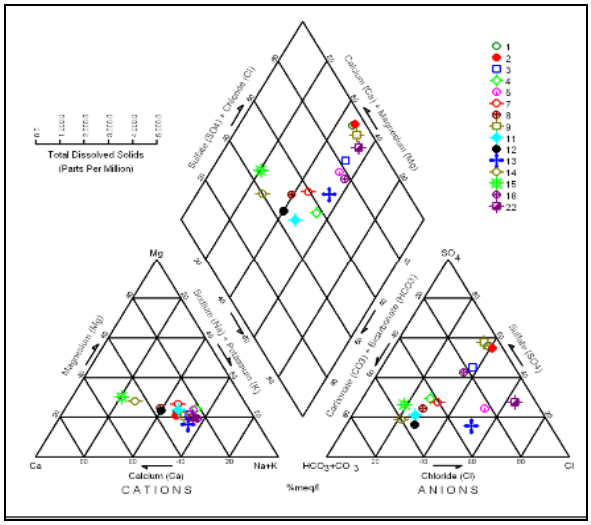
نمودار های هیدروشیمیایی

جهت تفسیر داده‌های شیمیایی منابع آب دشت سیاه‌منصور و تعیین رخساره و نوع آب در نقاط مختلف دشت از نمودارهای ستونی و پایپر استفاده شده است. نمودار ستونی شکل شمارهٔ (۶) نشان می‌دهد که میزان سولفات، کلر، سدیم و کلسیم در نیمه شرقی دشت مورد مطالعه بیشتر از نیمه غربی است. بیشترین غلظت این عناصر در نزدیکی روستای کهنک، بنه‌قیصر، بدیلیان و نهضت مشاهده می‌شود. در حالی که به موازات نهر عجیروب در نیمه غربی دشت در اکثر نقاط میزان بی‌کربنات نسبت به عناصر دیگر بیشتر است. دلیل این مسئله نزدیکی به نهر و شبکه آبیاری عجیروب است. طبق نمودار پایپر شکل شمارهٔ (۷) آبهای زیرزمینی منطقه، بیشتر از نوع ترکیبی و شور مزه هستند. نقشه تغییرات رخساره‌های آب زیرزمینی که بر روی نقشه خاک منطقه ترسیم شده در شکل شمارهٔ (۸) نشان داده شده است.

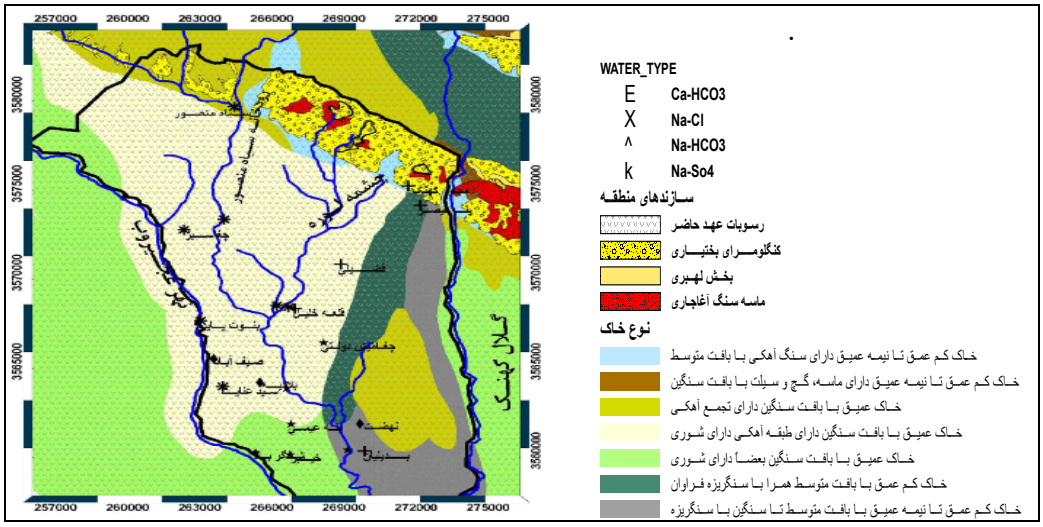
غالب بودن کاتیون سدیم در اکثر نقاط نمونه‌برداری منطقه، می‌تواند ناشی از تبادلات یونی باشد که سدیم جانشین کلسیم لایه‌های آهکی خاک شده است، یا به دلیل وجود لایه‌های شور در خاک و انحلال کانی‌های موجود در سفرهٔ آبدار است. بی‌کربناته بودن آب در برخی روستاهای منطقه، مبین جوان بودن آب در این مناطق و ورود سریع آب ناشی از تغذیه بارندگی به سفره آبدار است. سولفاته بودن آب در برخی روستاهای بخش شرقی رودخانه سیاه‌منصور نظیر بنه‌قیصر و قلعه خلیل ناشی از وجود خاک‌های حاوی گچ در بخش شمال شرقی این روستاها و ادامه روند تکاملی آنیونی در مسیر آبهای زیرزمینی است.



شکل شمارهٔ (۶): نمودارهای ستونی نمونه‌های آب (آبان ۸۵)
(الف – آب زیرزمینی، ب – آب سطحی)



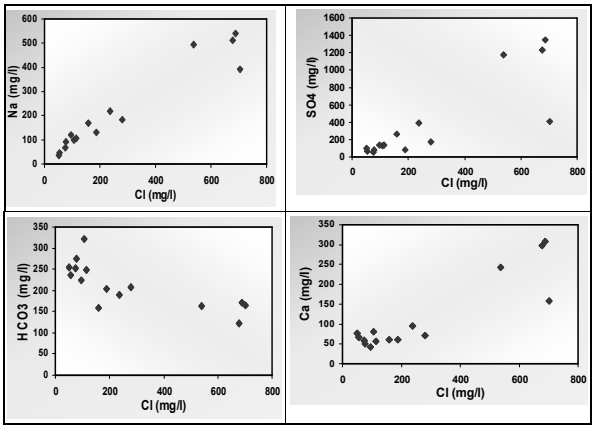
شکل شمارهٔ (۷): نمودار پایپر نمونه‌های آب منطقه، آبان ۸۵



شکل شمارهٔ (۸): نوع رخساره آبهای سطحی و زیرزمینی منطقهٔ مورد مطالعه (آبان ۸۵)

نمودارهای ترکیبی

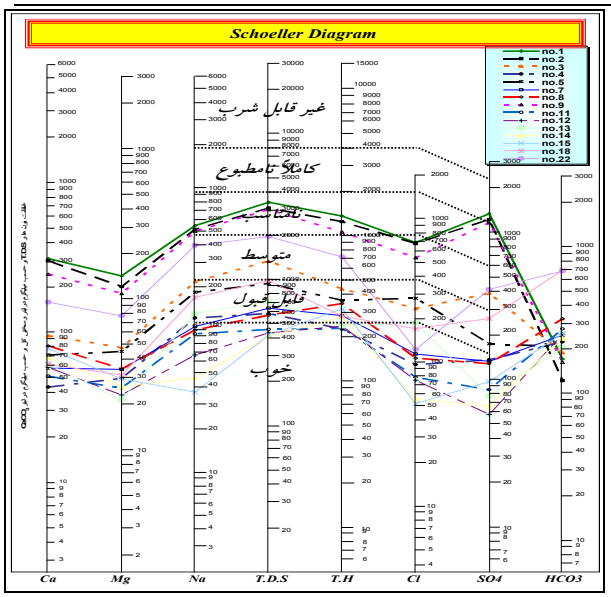
رابطهٔ بین یون کلر با یون‌های سدیم، کلسیم، سولفات و بی‌کربنات در شکل شمارهٔ (۹) نشان داده شده است. رابطه خطی بین یون کلر و سدیم در نمودارهای ترکیبی منطقه، می‌تواند نشان‌دهندهٔ نفوذ آب شور حاصل از انحلال نمک طعام باشد. (Ward, 1961). نمودار آنیون سولفات نسبت به کلر، نموداری است که در تعیین منشاء شوری مهم است. رابطهٔ خطی بین این دو یون، مبین انحلال یکسان ژیپس و هالیت در نقاط مختلف دشت است. نمودار بیکربنات در مقابل یون کلر نشان‌دهندهٔ این مطلب است که در برخی نقاط میزان بی‌کربنات زیاد و مقدار کلر کم است که این نقاط منطبق بر نقاط تغذیه بوده و مؤید سیر تکاملی و کاهش بی‌کربنات، افزایش کلر در مسیر حرکت آب زیرزمینی است.



شکل شمارهٔ (۹): رابطهٔ بین یون کلر با یون‌های سدیم، کلسیم، سولفات و بی‌کربنات در سفرهٔ آبدار سیاه‌منصور (آبان ۸۵)

ارزیابی کیفیت شیمیایی منابع آب از نظر شرب

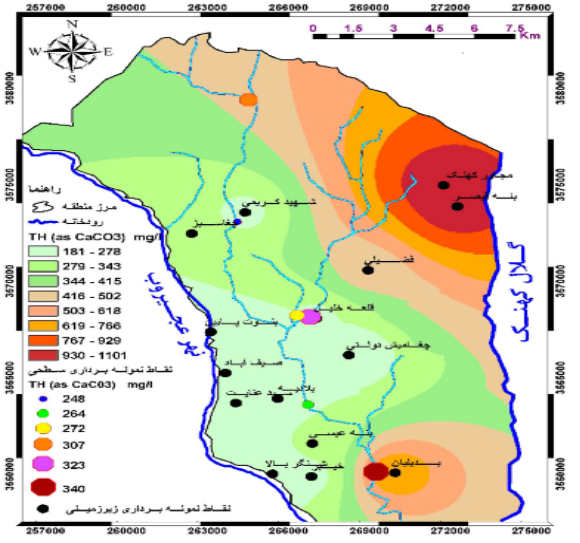
ارزیابی کیفیت شیمیایی آب از لحاظ شرب با نمودار شولر صورت می گیرد. از نظر توانایی شرب آبهای زیرزمینی منطقه بر طبق نموار شولر، شکل شمارهٔ (۱۰) و جدول‌های شمارهٔ (۲ و ۳) در رده خوب تا بد قرار می‌گیرد. بدترین کیفیت آب از لحاظ شرب مربوط به روستای بدیلیان، بنه قیصر و مجاور کهنک است، در صورتی که بهترین کیفیت آب زیرزمینی منطقه در روستاهای صیف‌آباد، بنوت است. از نظر استاندارد سختی (as $CaCO_3$ mg/l) ۵۰۰ به عنوان حداکثر غلظت مجاز) اغلب آب روستاهای منطقه در محدودهٔ قابل شرب قرار دارند، بجز روستاهای بدیلیان، بنه قیصر و مجاور کهنک که سختی بیش از این مقدار را نشان می‌دهند (شکل شمارهٔ ۱۱ و جدول شمارهٔ ۳).



شکل شمارهٔ (۱۰): نمودار شولر منابع انتخابی آب زیرزمینی سفره آبدار سیاه‌منصور (اردیبهشت ۸۵)

جدول شمارهٔ (۲): معیارهای کیفیت آب شرب از لحاظ مجموع املاح، سختی، کلر، سدیم و سولفات (mg/l)

ردیف	کیفیت آب	TDS	TH	Na	Cl	SO_4
۱	خوب	<۵۰۰	<۲۵۰	<۱۱۵	<۱۷۵	<۱۴۵
۲	قابل قبول	۱۰۰۰–۵۰۰	۵۰۰–۲۵۰	۲۳۰–۱۱۵	۳۵۰–۱۷۵	۲۸۰–۱۴۵
۳	متوسط	۲۰۰۰–۱۰۰۰	۱۰۰۰–۵۰۰	۴۶۰–۲۳۰	۷۰۰–۳۵۰	۵۸۰–۲۸۰
۴	نامناسب	۴۰۰۰–۲۰۰۰	۲۰۰۰–۱۰۰۰	۹۲۰–۴۶۰	۱۴۰۰–۷۰۰	۱۱۵۰–۵۸۰
۵	کاملاً نامطبوع در شرایط اضطراری	۸۰۰۰–۴۰۰۰	۴۰۰۰–۲۰۰۰	۱۸۴۰–۹۲۰	۲۸۰۰–۱۴۰۰	۲۲۴۰–۱۱۵۰
۶	غیر قابل شرب	>۸۰۰۰	>۴۰۰۰	>۱۸۴۰	>۲۸۰۰	>۲۲۴۰



شکل شمارهٔ(۱۱): پهنه‌بندی منطقه از نظر سختی کل (اردیبهشت ۸۵)

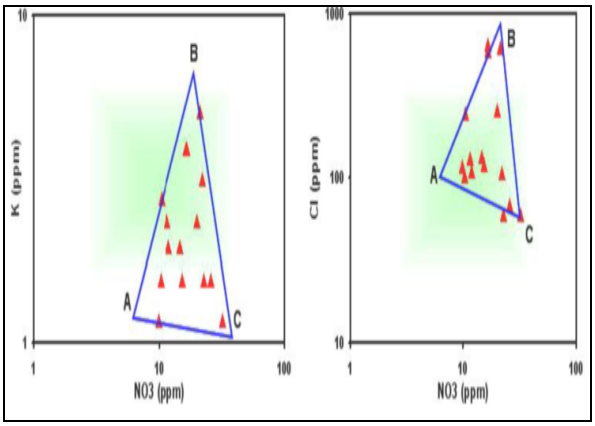
جدول شمارهٔ (۳): ارزیابی منابع آب دشت سیاه‌منصور از لحاظ شرب (اردیبهشت ۸۵)

نمونه	UTM(X)	UTM(Y)	روستا	شرب								
				Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	TDS	TH	رده آب میانگین	رده آب	سختی	
											موقت	دائم
W۱	۲۷۲۶۳۲	۳۵۷۴۱۶۴	چاه کشاورزی بنه‌قیصر	۴	۳	۴	۴	۴	۳/۸	۴	۱۸۲	۸۸۹
W۲	۲۷۲۱۱۵	۳۵۷۵۲۶۰	چاه کشاورزی کهنک	۳	۳	۴	۴	۴	۳/۶	۴	۲۸۷	۸۱۴
W۳	۲۶۹۳۱۰	۳۵۷۰۸۵۸	چاه شرب فضیلی	۲	۲	۳	۳	۲	۲/۴	۳	۳۱۵	۱۳۴
W۴	۲۶۸۶۰۱	۳۵۶۶۴۶۴	چاه شرب چغامیش	۲	۱	۱	۱	۱	۱/۲	۲	۲۰۴	۰
W۵	۲۶۵۹۵۵	۳۵۶۴۲۱۰	چاه شرب بلادیه	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱۴۹	۱۱۳
R۶	۲۶۶۶۷۴	۳۵۶۳۹۰۱	رودخانه سیاه‌منصور	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۲	۲	۲۶۴	۰
W۷	۲۶۷۲۵۰	۳۵۶۱۸۸۴	چاه شرب بنه‌عیسی	۱	۱	۲	۲	۲	۱/۶	۲	۲۹۱	۰
W۸	۲۶۷۲۱۸	۳۵۶۰۱۸۵	چاه شرب خیبر	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۲	۲	۲۵۷	۰
W۹	۲۷۰۳۱۳	۳۵۶۰۳۶۶	چاه شرب بدیلیان	۴	۳	۴	۳	۳	۳/۴	۴	۲۳۳	۵۲۱
R۱۰	۲۶۹۶۰۴	۳۵۶۰۴۲۸	گلال سیاه‌منصور	۱	۱	۲	۲	۲	۱/۶	۲	۲۷۶	۶۴
W۱۱	۲۶۵۷۷۲	۳۵۶۰۳۱۲	چاه شرب شنگربالا	۲	۱	۱	۱	۱	۱/۲	۲	۱۸۱	۰
W۱۲	۲۶۴۴۱۴	۳۵۶۳۹۷۹	چاه شرب سیدعنایت	۱	۱	۲	۲	۱	۱/۴	۲	۲۲۱	۲
W۱۳	۲۶۴۰۲۷	۳۵۶۵۵۴۱	چاه شرب صیف‌آباد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۹۶	۰
W۱۴	۲۶۳۴۸۶	۳۵۶۷۶۶۷	چاه شرب بنوت پایین	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲۲۷	۱
W۱۵	۲۶۲۷۹۲	۳۵۷۲۷۷۲	چاه شرب چغاسبز	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۲	۲	۲۸۴	۰
R۱۶	۲۶۷۱۵۷	۳۵۶۸۴۴۶	چشمه لوره	۱	۱	۲	۲	۲	۱/۶	۲	۳۲۳	۱۰۳
R۱۷	۲۶۶۶۷۹	۳۵۶۸۵۳۲	چشمه لوره	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۲	۲	۲۷۲	۱۹
W۱۸	۲۶۷۴۰۰	۳۵۶۸۳۷۱	چاه شرب قلعه‌خلیل	۲	۱	۳	۲	۲	۲	۳	۲۶۰	۰
R۱۹	۲۶۴۴۷۲	۳۵۷۳۳۷۷	گلال سیاه منصور	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲۴۸	۰
W۲۰	۲۶۴۷۶۳	۳۵۷۳۸۶۳	چاه شرب شهیدکریمی	۱	۱	۱	۱	۲	۱/۲	۲	۲۵۷	۰
R۲۱	۲۶۴۸۹۶	۳۵۷۹۶۸۹	گلال سیاه‌منصور	۱	۱	۱	۲	۲	۱/۴	۲	۳۰۷	۰

بررسی میزان نیترات

غلظت نیترات در آبهای سطحی و زیرزمینی محدودهٔ مورد مطالعه اغلب کمتر از ۳۵ میلیگرم در لیتر است (جدول شمارهٔ ۱). با توجه به حداکثر غلظت مجاز یون نیترات که ۴۵ میلیگرم درلیتراست، در حال حاضر خطر آلودگی به نیترات وجود ندارد. البته با توجه به نزدیک شدن غلظت این یون در برخی نمونه‌ها به غلظت مجاز، پایش غلظت این یون و منشاء آن در سفره آبدار ضروری به نظر می‌رسد.

به عقیده (Datta, et al., 1997) به منظور بررسی منابع نیترات آب می‌توان از نمودارهای نیترات در مقابل غلظت‌های کلر و پتاسیم استفاده کرد. با توجه به شکل شمارهٔ (۱۲) سه منبع آب با نیترات متفاوت مشخص می‌شود. آب نوع A، آب تغذیه‌ای از نهر عجیروب است که غلظت نیترات، کلر و پتاسیم کمی دارد. نمونهٔ آب روستاهای شنگر بالا، خیبر و سید عنایت در این دسته قرار می‌گیرند که در بخش جنوب‌غربی دشت در نزدیک نهر قرار گرفته‌اند. آب نوع C میزان نیترات بالاتری نسبت به پتاسیم و کلراید دارد. این آب بیشتر در بخش میانی دشت در امتداد رودخانه سیاه‌منصور دیده می‌شود. نمونه‌های آب روستاهای بنه قیصر، کهنک و بدیلیان در نزدیکی رأس B قرار گرفته‌اند که دارای غلظت هر سه یون کلر، پتاسیم و نیترات متوسطی هستند. این نوع آب احتمالاً ناشی از وجود نهشته‌های تبخیری در آبرفت دشت و وجود بخش لهبری در نزدیک روستاهای کهنک و بنه‌قیصر است.



شکل شمارهٔ (۱۲): نمودارهای لگاریتمی نشان‌دهندهٔ منشاء آب زیرزمینی بر اساس توزیع نیترات

بررسی‌های میکروبی

کلیهٔ عوامل باکتریایی بیماریزا در آب خطرناک هستند، از جمله عفونت‌های باکتریایی، عفونت‌های اسهالی شیگلا، سالمونلا (عامل بیماری حصبه و شبه‌حصبه) هستند و عفونت اسهالی خطرناک کمپیلوباکتر جوجنی که مقاوم به آنتی بیوتیک‌هاست باعث عفونت‌های اسهالی شدید در کودکان و افراد بزرگسال می‌شود. حتی برخی از باکتریای ایشریشیاکلی علاوه بر اسهال باعث بیماری‌های منتژیت در کودکان خردسال می‌شود.

این عوامل عفونت‌زای باکتریایی که معمولاً از مدفوع بیماران دفع می‌شوند و از طریق فاضلاب به رودخانه و سفرهٔ آبدار که منبع آب آشامیدنی ساکنان شهرها و روستاها هستند اضافه می‌شوند. در صورت عدم تصفیه این عوامل عفونی در حین مراحل تصفیه آب، این عوامل عفونی باعث اپیدمی در برخی از جوامع شهری و روستایی می‌شود که خسارت‌های جانی و مالی زیادی را در بر دارد.

به‌منظور مطالعهٔ آلودگی میکربی منابع آبی منطقهٔ سیاه‌منصور، در بازدیدهای صحرایی با توجه به آلاینده‌های موجود و نقاط مصارف آب (با تأکید شرب) از ۲۲ ایستگاه نمونه‌برداری شد (شکل شمارهٔ ۵ – الف). نمونه‌های R۶ ، R۱۰ ، R۱۹ و R۲۱ از منابع آب سطحی و بقیه نمونه‌ها از منابع آب زیرزمینی برداشت شده‌اند.

جدول شمارهٔ (۴) نتایج رشد کلنی باکتریایی به روش مستقیم و غلیظ شده نمونه‌های آب ایستگاههای نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. نتایج آزمایش‌ها، آلودگی باکتریایی و ویروسی آب منطقه به صورت دو نقشه جداگانه که مربوط به آبهای سطحی و زیرزمینی است در شکل شمارهٔ (۱۳) نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود کلیهٔ نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه دارای باکتری‌های بیماریزای متفاوتی هستند، ولی بیشترین موارد آلودگی باکتریایی ناشی از پروتئوس ولگاریس در نمونه‌های W۳،W۲ ، R۶، W۷، W۱۲، W۱۴، W۱۹، R۲۱، وW۲۲ است. باکترهای شیگلا دیسانتر در نمونه‌های شمارهٔ W۲،W۱ ، W۳، W۴، W۵، W۹، R۱۰، W۱۱ و W۲۰ مشخص شد. کمترین میزان آلودگی ناشی از باکتری‌های استاف آرئوس و سالمونلا پاراتیفی A است که به ترتیب در ایستگاههای W۸ و W۱۶ شناسایی شدند.

در پنج مورد آلودگی ناشی از باکتری اشریشیاکلی در ایستگاههای R۱۰،W۱ ، W۱۳، R،W۱۸ وW۲۲ جداسازی شده است. همچنین آلودگی ناشی از انتروباکتر در ایستگاههای W۵، W۹، W۱۳ ، W۱۴، W۱۷ و W۲۰ تشخیص داده شد. آلودگی ناشی از استاف اپیدرمیدیس در ایستگاههای W۱۵ و W۲۲جداسازی شدند. آلودگی ناشی سیتروباکتر در دو ایستگاه W۸ و W۱۳ شناسایی شد. کلیهٔ آزمایش‌ها برای جداسازی ویبریوکلرا و کمپیلوباکتر منفی شدند.

در برخی از ایستگاهها همچون W۲ ، W۸، W۱۳ و W۲۲ در هر ایستگاه سه نوع آلودگی‌های متفاوت مشاهده شد. آلودگی آنتروویروس‌ها در دو ایستگاه W۳ و W۵ و آلودگی ناشی از Reo like virus در ایستگاه W۲۲ با میکروسکوپ الکترونی تشخیص داده شد.

باتوجه به نتایج کشت باکتری‌ها مشاهده می‌شود که باکتری پروتئوس والگاریس و همچنین اشریشیاکلی بیشتر در نمونه‌های آب سطحی و زیرزمینی وجود دارد و یا به عبارت دیگر این نوع باکتریهای مشترک در هر دو نوع آب مشاهده می‌شود. در صورتی که در آبهای زیرزمینی علاوه بر باکتری‌های مذکور باکتری‌های بیماریزای دیگری همچون استاف آرئوس، آنتروباکتر، سیتروباکتر، استاف اپیدرمیدیس نیز مشاهده شده است.

البته به این نکته نیز باید توجه داشت که در برخی از نمونه‌های آب سطحی و زیرزمینی باکتری شیگلا دیسینتری نیز وجود دارد. باکتری سالمونلا پاراتیفی A فقط در نمونه‌های آب زیرزمینی مشاهده شده است. نظر به اینکه ارتباط هیدرولیکی بین آب سطحی و زیرزمینی وجود دارد و منابع آب سطحی آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند، بنابراین احتمال انتقال این نوع باکتری‌ها از یک محیط و یا از یک سیستم به سیستم دیگر نیز وجود دارد.

با توجه به اینکه آبهای زیرزمینی نسبت به آبهای سطحی کمتر آلوده می‌شوند پیش‌بینی می‌شود که شدت آلودگی در آبهای زیرزمینی کم باشد ولی با توجه به جدول شمارهٔ (۴) و شکل شمارهٔ (۱۳) مشاهده می‌شود که منابع آب زیرزمینی منطقه در معرض آلودگی شدیدی قرار دارند.

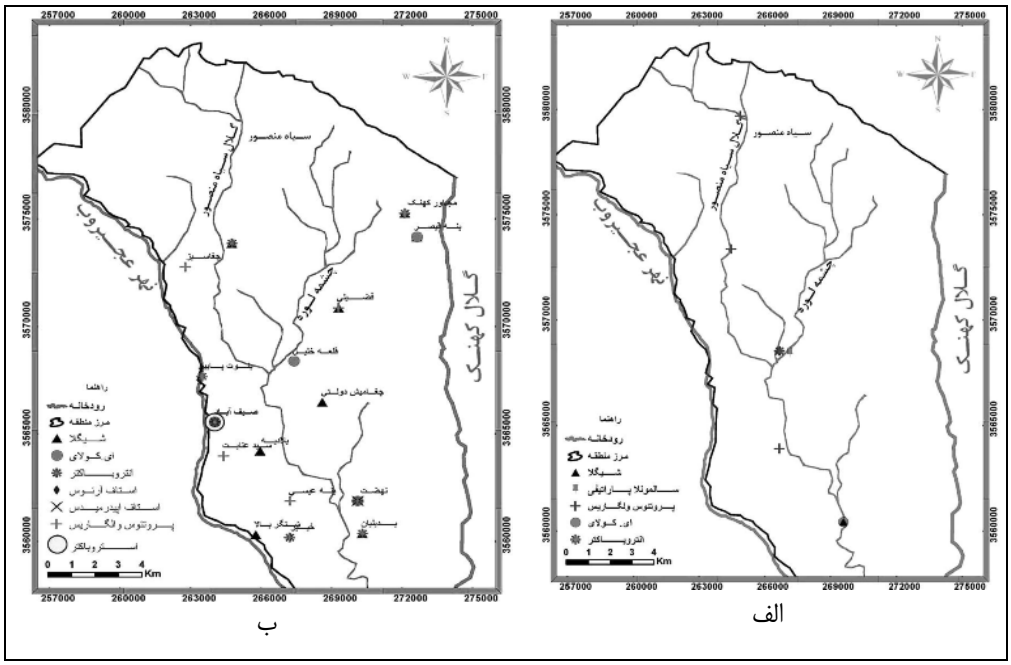
علت آلودگی منابع آب زیرزمینی قرار گرفتن موقعیت این چاهها در مجاورت آغل گوسفندان، فاضلاب روستایی و سرویس‌های بهداشتی است (شکل شمارهٔ ۱۴).

علاوه بر عوامل فوق نیروی بالای آسیب پذیری سفره آبدار به دلیل نفوذپذیری قابل توجه بخش غیراشباع و کم عمق بودن آب زیرزمینی (مانند نمونه W۵، W۷، W۸، W۹، R۱۱، وW۲۲) شرایط را برای آلودگی آبهای زیرزمینی فراهم کرده است.

جدول شمارهٔ (۴): نتایج رشد کلنی باکتریایی به روش مستقیم و غلیظ شده نمونه‌های آب

شناسه	مکان نمونه برداری	تعداد کلنی‌های باکتری در نمونه‌های مستقیم	تعداد کلنی‌های باکتری در نمونه‌های غلیظ شده
W۱	بنه قیصر	۱ شیگلا دیسانتری، ۲ اشریشیاکلی	۴۷ اشریشیاکلی ، ۲۴ شیگلا دیسانتری
W۲	مجاور کهنک	۲ انتروباکتر، ۳ پروتئوس والگاریس، ۲ شیگلا دیسانتری	۲۶ انتروباکتر، ۳۰ شیگلا دیسانتری، ۴۰ پروتئوس والگاریس
W۳	فضیلی	۲ پروتئوس والگاریس، ۱ شیگلا دیسانتری	۱۹ شیگلا دیسانتری، ۳۲ پروتئوس والگاریس
W۴	چغامیش دولتی	۱ شیگلا دیسانتری	۱۹ شیگلا دیسانتری
W۵	بلادیه	۱ شیگلا دیسانتری	۱۷ شیگلا دیسانتری
R۶	سطحی	۳ پروتئوس والگاریس	۳۹ پروتئوس والگاریس
W۷	بنه عیسی	۳ پروتئوس والگاریس	۳۸ پروتئوس والگاریس
W۸	خیبر	۳ پروتئوس والگاریس، ۱ استاف آرئوس، ۲ سیتروباکتر	۴۳ سیتروباکتر، ۲۱ استاف آرئوس، ۴۰ پروتئوس والگاریس
W۹	بدیلیان	۲ انتروباکتر، ۱ شیگلا دیسانتری	۴۴ انتروباکتر، ۱۹ شیگلا دیسانتری
R۱۰	سطحی	۲ شیگلا دیسانتری، ۱ اشریشیاکلی	۲۹ شیگلا دیسانتری، ۲۲ اشریشیاکلی
W۱۱	شنگربالا	۱ شیگلا دیسانتری	۱۸ شیگلا دیسانتری
W۱۲	سید عنایت	۱ پروتئوس والگاریس	۱۸ پروتئوس والگاریس
W۱۳	صیف‌آباد	۲ انتروباکتر ، ۱ اشریشیاکلی، ۱ سیتروباکتر	۳۳ انتروباکتر، ۲۲ اشریشیاکلی، ۱۸ سیتروباکتر
W۱۴	بنوت پایین	۲ پروتئوس والگاریس، ۲ انتروباکتر	۳۱ پروتئوس والگاریس، ۲۹ انتروباکتر
W۱۵	چغاسبز	۱ پروتئوس والگاریس	۱۷ پروتئوس والگاریس
R۱۶	سطحی	۱ سالمونلا پاراتیفی A	۱۸ سالمونلا پاراتیفی A
R۱۷	سطحی	۲ پروتئوس والگاریس، ۱ انتروباکتر	۲۹ پروتئوس والگاریس ، ۱۸ انتروباکتر
W۱۸	قلعه خلیل	۱ اشریشیاکلی	۱۷ اشریشیاکلی
R۱۹	سطحی	۱ پروتئوس والگاریس	۱۸ پروتئوس والگاریس
W۲۰	شهید کریمی	۱ شیگلا دیسانتری، ۱ انتروباکتر	۱۹ انتروباکتر، ۱۸ شیگلا دیسانتری
R۲۱	سطحی	۱ پروتئوس والگاریس	۱۹ پروتئوس والگاریس
W۲۲	نهضت	۱ پروتئوس والگاریس، ۱ استاف اپیدرمیدس، ۲ اشریشیاکلی	۱۷ پروتئوس والگاریس، ۱۷ استاف اپیدرمیدس، ۲۸

(W: نمونه‌های آب زیرزمینی R: نمونه‌های آب سطحی)



ب الف

شکل شمارهٔ (۱۳): نقشهٔ گسترش انواع باکتری‌ها در منطقه مورد مطالعهٔ (آبان ۸۶)

(الف– آبهای سطحی ب– آبهای زیرزمینی)

شکل شمارهٔ (۱۴): نزدیکی چاه فاضلاب به چاه آب شرب روستای بنه‌عیسی (فاقد دستگاه کلرزنی)

نتیجه‌گیری

رسوبات سطحی دشت سیاه‌منصور بیشتر شن، ماسه، سیلت و رس است ولی در لوگ چاهها رسوبات گراولی نیز مشاهده می‌شود. سفرهٔ آبدار سیاه‌منصور از نزولات جوی و منابع آب سطحی مجاور تغذیه می‌شود و بهره‌برداری از این سفرهٔ آبدار برای مصارف مختلف صورت می‌گیرد. عمق برخورد به سطح آب زیرزمینی از ۳ تا ۶۳ متر متغیر است. هیدروگراف سفرهٔ آبدار سیاه‌منصور تغییرات فصلی را نشان می‌دهد و به علت تغذیه مناسب روند کاهشی ممتد در سطح آب زیرزمینی مشاهده نمی‌شود. حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی آب زیرزمینی به ترتیب ۶۶۰ تا ۳۷۶۰ میکروموس متغیر است، در صورتی که تغییرات هدایت الکتریکی منابع آب سطحی به کمتر از ۴۰۰ میکروموس می‌رسد. عمده‌ترین کاتیون و آنیون‌های موجود در منابع آب سدیم، کلسیم، سولفات و کلرید است و تیپ آبها از بی کربنات کلسیم، سولفات کلسیم، سولفات سدیم تا کلرور سدیم متغیر است و بعضی نمونه‌ها وضعیت اختلاطی و ترکیبی را در دیاگرام پایپر نشان می‌دهند. با توجه به نمودار شولر مشخص شد که روستای بنوت و صیف‌آباد دارای بهترین کیفیت آب (رده خوب) از لحاظ شرب هستند. علاوه بر جنس رسوبات این بخش از دشت، تغذیه آب زیرزمینی از کانال آبیاری و زهکش عجیروب و عمق زیاد آب زیرزمینی از عوامل مؤثر در این مورد هستند. با توجه به نقشه‌های گسترش آلودگی‌های میکربی مشخص است که بخش زیادی از آب زیرزمینی منطقه به انواع مختلفی از باکتری‌ها آلوده است. آلوده شدن آب منطقه اکثراً به دلیل نزدیکی چاههای بهره‌برداری به چاهک‌های جذبی، محل دفع مواد زاید روستاها و فضولات حیوانی است. با وجود آلودگی شدید منابع آب آشامیدنی، بعضی از این منابع آبی حتی فاقد دستگاه کلرزنی‌هستند. رشد و تکثیر بعضی از باکتری‌ها مانند سالمونلا در آب شرب می‌تواند فوق‌العاده خطرناک باشد، زیرا گاهی به مرگ افراد نیز منجر می‌شود. این نوع باکتری در آب چشمه لوره مشاهده شده است و مبین آلودگی میکربی نگران‌کننده این چشمه است. یکی از دلایل این آلودگی استحمام حیواناتی نظیر گاومیش در آب این چشمه است. برای رفع این معظل باید چشمه بسترسازی و لوله‌گذاری شود و از این طریق آب برداشت شود.

تشکر و قدردانی

از دفتر تحقیقات و استانداردهای مهندسی آب سازمان آب و برق خوزستان که هزینه اجرای پروژه را تأمین کرده است سپاسگزاری می‌شود.

یادداشت‌ها

1-Eosin Methylene Blue
2-Triple Sugar
3-Simmons citrate
4-Lysin
5-Malonate
6-Pepton
7-Thiosulfate Citrate Bile Salt
8-Campylobacter Media
9- Electerical Conductivity
10- Total Dissolved Solids

منابع مورد استفاده

علیجانی، ف. ۱۳۸۱. هیدروژئوشیمی و آلودگی آبهای زیرزمینی دشت ایذه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

کلانتری، ن.، مطوری، ف.، رحیمی، م.ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر آلودگی رودخانهٔ سیاه‌منصور دزفول بر سفرهٔ آبدار مجاور، سازمان آب و برق خوزستان، ۲۳۲صفحه.

Appelo,C.A.J.,D., Postma .2005. Geochemistry, groundwater, and pollution. 2nd ed., Balkema publishers, Great Britain, p 650.

Cimenti, M., et al .2005. Evalution of microbial indicators for the determination of bacterial groundwater contamination sources, Water, Air, and Soil Pollution 168: 157–169.

Cool,G., et al .2010. Evaluation of the vulnerability to contamination of drinking water systems for rural regions in Que´bec, Canada. Journal of Environmental Planning and Management 53: 615–638.

Datta,P.S., D.L., Dab , S.K.,Tyagi .1997. Assessment of groundwater contamination from fertilizers in Delhi area based on ^{18}O, NO_3 and K composition. Journal of Contaminant Hydrology, Vol. 27, 249-262.

Hrudey,S.E., E.J.,Hrudey .2007. Published case studies of waterborne disease outbreaks-Evidence of a recurrent threat. Water Environment Research 79(3): 233–245.

Hulsmann,A. 2005. Small systems large problems-A European inventory of small water systems and associated problems. WEKNW (Web-based European Knowledge Network on Water)/Endware Report, 1 June 2005.

Joerin,F., et al .2010. Using multi-criteria decision analysis to assess the vulnerability of drinking water utilities. Environmental Monitoring and Assessment 166: 313–330.

Kalantari,N., M.,Makvandi and M.,Bojari .2007. Identification of entric bacteria by iron oxide from the Karun river, Biochemical and cell arch, Vol. 7, No.2, 299-305.

Kalantari,N., N.J.,Pawar, M. R.,Keshavarzi .2009. Water resource management in the intermountain Izeh plain, southwest of Iran. Journal of mountain science, Vol. 6, No. 1, 25-41.

Menlick,J. F. and V.C., Rao .1986. Environmental virology, pp 18-40. Van-Noostrand, Reinhold UK.

Naclerio,G., et al .2008. Influence of topsoil of pyroclastic origin on microbial contamination of groundwater in fractured carbonate aquifers, Hydrogeology Journal 16: 1057–1064.

Pitkanen,T., P.,Karinen, T.,Miehinen .2010. Microbial contamination of groundwater at small community water supplies in Finland, Royal Swedish academy of sciences, AMBIO DOI 10.1007/s13280-010-0102-8, www.kva.se/en.

Reddy,A.G.S., et al .2009. Assessment of nitrate contamination due to groundwater pollution in north eastern part of Anantapur District, Andra Prasesh, India, Environ Monit Assess 148: 463–476.

Schijven,J.F., S.M., Hassanizadehand and A.M.D.,Husman .2010. Vulnerability of unconfined aquifers to virus contamination.Water Research 44(4): 1170–1181.

Todd,D.K , L.W.,Mays .2005. Groundwater hydrology, 3nd, John wiley and sons publishers, p 636.

Ward,P.E. 1961. Geology and groundwater feature of salt springs, seeps, and plains in the Arkansas and Red River basin of western Oklahoma and adjacent to Kansas and Texas, U.S. Geological Survey, Report No.63-132, p 94.

WHO. 1997. Guidelines for drinking water quality. Volume 3: Surveillance and control of community supplies, 2nd edn. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/smallcommunity/en/index.html.