

بررسی ترکیبات ازت در آب زیرزمینی سفره زاهدان، منطقه‌ای خشک در جنوب شرق ایران

اسماعیل خزاعی^۱ و محمود حبیب نژاد روشن^۲

۱- عضو هیات علمی دانشکده مهندسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

تاریخ وصول مقاله ۸۰/۱۰/۲۵

چکیده

این مقاله به بررسی وضعیت ترکیبات ازت که از آلاینده‌های مهم آب زیرزمینی در مناطق شهری و کشاورزی می‌باشند، در سفره آب زیرزمینی زاهدان که تنها منبع تأمین آب برای مصارف مختلف شهر زاهدان است، می‌پردازد. این بررسی بر مبنای مطالعات صحرایی، کارهای آزمایشگاهی و جمع‌آوری اطلاعات موجود بنا شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در منطقه بسیار وسیعی از سفره آب زیرزمینی که شهر زاهدان بر روی آن گسترش یافته غلظت ترکیبات ازت به میزانی خیلی بالاتر از حد مجاز افزایش پیدا کرده است. به عنوان مثال در بعضی نقاط میزان غلظت نترات به بیش از ۵ برابر حد مجاز هم رسیده است. نتایج حاصل از میزان آمونیم و نیتريت دلالت بر احتمال ورود فاضلاب خانگی تازه به سفره می‌نماید. این وضعیت خود زنگ خطری است برای تسریع مسئولین در اقدامی جدی و هماهنگ در جهت حفاظت منابع آب زیرزمینی است.

واژه‌های کلیدی: آبهای زیرزمینی، ترکیبات ازت، سفره آب زیرزمینی زاهدان.

مقدمه

عمده‌ای برای کاهش آلودگیها و بهبود کیفیت آب صورت نمی‌گیرد، امکان استفاده از آب برای مصارف گوناگون تقلیل یافته و به طور طبیعی شرایط استفاده مجدد نیز محدود می‌شود (۱).

میزان آلودگی در پیکره های آبی در حال فراتر رفتن از ظرفیت خود پالایی آن شده است. چنانچه اقدامات سریع درباره رویارویی با آلودگی منابع آب

نقش آب در جامعه نظیر نقش خون در بدن انسان است و آلوده شدن آن مشابه عفونی شدن خون می‌باشد. متأسفانه قسمت اعظم منابع آبی قابل دسترس بطور فزاینده‌ای شرایط استفاده را از دست می‌دهند. در شرایطی که از یک سو بهره‌برداری از منابع آب تشدید شده و از سوی دیگر تلاشهای

و هوایی منطقه خشک بوده و متوسط بارندگی سالیانه ۸۳/۲۵ میلی‌متر برای دوره ۴۵-۱۳۴۴ تا ۷۸-۱۳۷۷ می‌باشد. این حوزه آبریز از دو قسمت کوه‌های اطراف و یک دشت مرکزی آبرفتی تشکیل شده است. در داخل دشت آبرفتی بیرون‌زدگی‌ها به صورت کوه‌های منفردی ملاحظه می‌شوند. سفره آب زیرزمینی زاهدان که قسمتی از دشت را تشکیل می‌دهد مساحتی برابر ۱۴۶ کیلومتر مربع دارد. ضخامت سفره آب زیرزمینی زاهدان در نقاط مختلف تغییر می‌کند و ممکن است در قسمت‌های مرکزی به حدود ۴۰ - ۲۰ متر برسد. عمق آب‌های زیرزمینی در این سفره از ۸۰ متر در شمال و جنوب غرب به ۱۱ متر در شمال شرق تغییر می‌کند (شکل ۱). جهت غالب جریان آب زیرزمینی در سفره زاهدان به طرف خروجی سفره یعنی شمال شرق می‌باشد.

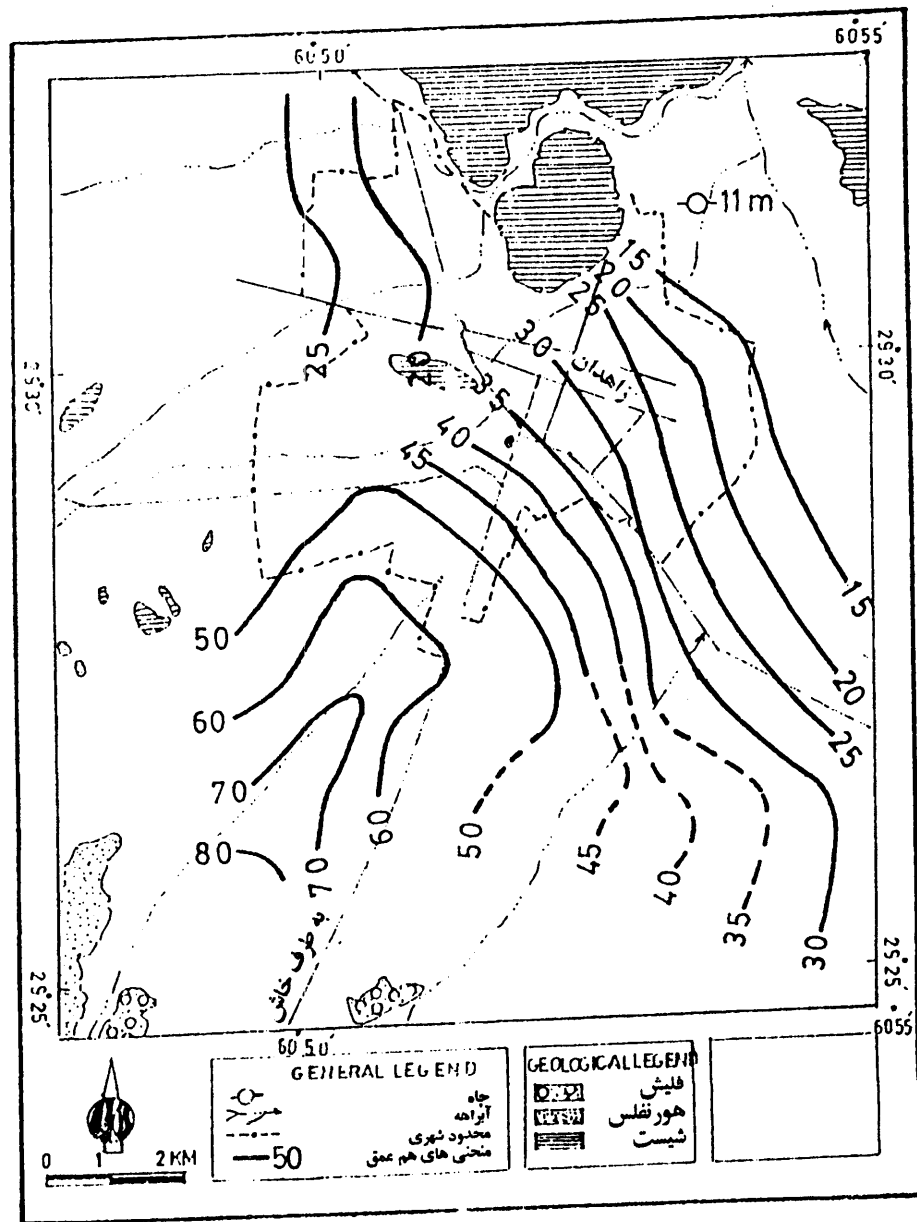
شهر زاهدان، مرکز استان سیستان و بلوچستان ایران در سال ۱۳۰۲ در پایین دشت زاهدان (قسمت‌های شمالی) ایجاد شده است. سفره آب زیرزمینی زاهدان تنها منبع تامین آب شهر بوده است. شهر زاهدان از شهرهای با رشد جمعیت سریع می‌باشد به ویژه در خلال سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵ که این رشد عددی در حدود ۱۱/۶ درصد (جمعیت از ۹۰۶۶۸ به ۲۸۱۹۳۲ نفر) را به خود اختصاص می‌دهد. رشد سریع جمعیت باعث افزایش میزان برداشت آب زیرزمینی (شکل ۲) و همچنین سبب

صورت نگیرد دیری نخواهد پایید که نه تنها منابع آب به عنوان سرچشمه حیات محسوب نخواهد شد بلکه این منبع به سرچشمه بروز بیماری‌ها و فاجعه‌های زیست محیطی و اجتماعی تبدیل خواهد شد. چنین وضعیتی را می‌توان تراژدی آبی نامید (۱).

برای جلوگیری از چنین تراژدی هر گونه تحقیق در جهت شناسایی منابع آبی آلوده، عوامل آلوده کننده و تعیین میزان آلودگی به منظور جلب توجه مسئولین سطوح بالا از ارزش بالایی برخوردار می‌باشد. این مقاله به بررسی وضعیت ترکیبات ازت که یکی از معیارهای آلودگی آب زیرزمینی است، در سفره آب زیرزمینی زاهدان می‌پردازد. این بررسی بر مبنای مطالعات صحرائی، آزمایشگاهی و اطلاعات موجود بنا شده است. در این راستا ضمن معرفی منطقه مورد مطالعه، مواد و روشها و نتایج و بحث ارائه می‌گردد.

منطقه مورد مطالعه

سفره آب زیرزمینی زاهدان در حوزه آبریز زاهدان واقع شده است. حوزه آبریز زاهدان مساحتی حدود ۱۲۸۰ کیلومتر مربع دارد و قسمتی از استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرق ایران را پوشش می‌دهد. این حوزه آبریز بین عرض‌های جغرافیایی $29^{\circ} 41' 19''$ و $29^{\circ} 43' 19''$ شمالی و طول‌های 60° و $61^{\circ} 1' 42''$ شرقی واقع شده است. از نظر آب



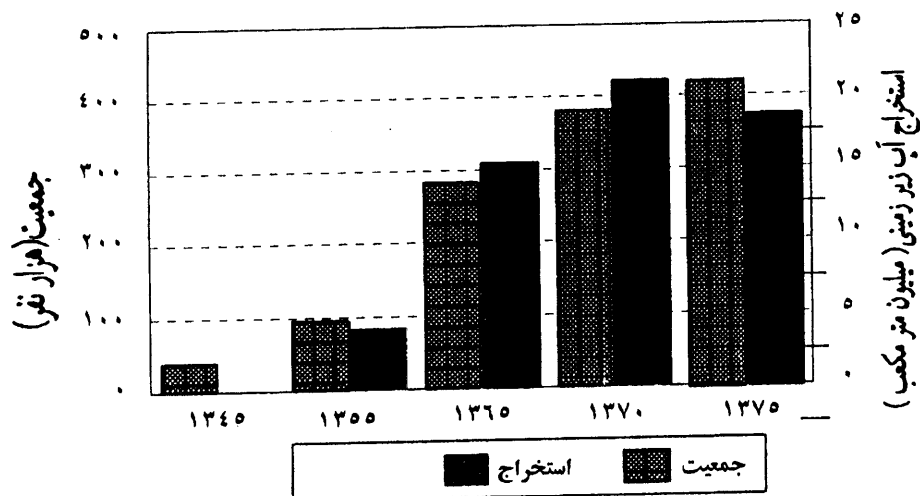
شکل ۱- نقشه منحنی‌های هم عمق سطح آب زیرزمینی (اندازه‌گیری‌های آذرماه ۱۳۷۹)

مواد و روشها

برای انجام این تحقیق ابتدا آمار و اطلاعات در مورد هواشناسی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و روند رشد جمعیت و استخراج آب زیرزمینی جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت تا شناخت

گسترش شهر بر روی سفره آبرفتی زاهدان گردیده است. از آنجاییکه برای دفع فاضلاب شهری فقط از چاه‌های جذبی استفاده می‌شود، این عامل سبب گردیده تا سفره زاهدان متأثر گردد. در محدوده سفره زاهدان فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی مهمی که بتواند بر سفره تأثیر پذیر باشد صورت نمی‌گیرد.

استخراج آب زیر زمینی با افزایش جمعیت



شکل ۲- افزایش میزان برداشت آب زیرزمینی با رشد جمعیت

نتایج و بحث

آلودگی آب زیرزمینی به ترکیبات ازت یک مسئله رو به تزاید می‌باشد و تهدید بزرگی است برای مناطقی که جهت تامین آب به آبهای زیرزمینی متکی هستند. اگر چه NO_3^- اصلی‌ترین ترکیب ازت در آبهای زیرزمینی است، ازت محلول نیز به صورت آمونیوم (NH_4^+)، آمونیاک (NH_3)، نیتريت (NO_2^-)، نیتروژن (N_2)، اکسید ازت (N_2O) و ازت آلی هم وجود دارد.

وجود ترکیبات ازت در آب زیرزمینی عموماً نشانه آلوده شدن آن به آلاینده‌های شهری و کشاورزی می‌باشد (۸ و ۹). ترکیبات ازت در آب زیرزمینی از منابع موضعی^۱ و گسترده^۲ متفاوتی ایجاد می‌شود که سماواتی (۳) آنها را به صورت جدول (۱) خلاصه نموده است.

کافی از وضعیت سفره آبرفتی زاهدان بدست

آید. از آنجاییکه داشتن اطلاعات به روز در مورد عمق آب زیرزمینی در نقاط مختلف سفره موجود نبود و این اطلاعات کمک به بررسی علل افزایش آلودگی می‌نماید، از اینرو سطح آب در ۴۰ چاه در سفره زاهدان در آذرماه ۱۳۷۹ اندازه‌گیری شد تا بر اساس آن نقشه‌های هم عمق (شکل ۱) تهیه گردد.

برای تعیین ترکیبات ازت در آبهای زیرزمینی سفره زاهدان تعداد ۳۲ نمونه آب از چاه‌هایی که پراکندگی مناسبی داشتند در آذرماه ۱۳۷۹ برداشت شد. غلظت نیترات، نیتريت و آمونیوم نمونه‌ها در آزمایشگاه آب و فاضلاب روستایی استان سیستان و بلوچستان با استفاده از دستگاه مرک مدل ۱۱۸ SQ به

روش فتومترى تعیین گردید.

۱. Point source

۲. Distributed source

جدول ۱- منابع آلوده کننده آب زیرزمینی به ترکیبات ازت

منشاء موضعی نشت ترکیبات ازت	منشاء گسترده نشت ترکیبات ازت
۱- تاسیسات فاضلاب شهری و صنعتی	۱- نشت از زمین‌های کشاورزی بر اثر مصرف کودهای شیمیایی
۲- هدایت فاضلاب خام به زمین	۲- بهره‌گیری از کودهای شیمیایی در جنگل‌های مصنوعی
۳- تجمع زباله‌های شهری و صنعتی	۳- قطع جنگل‌ها و درختان
۴- تجمع کودهای حیوانی	۴- زمین‌های باتلاقی
۵- گورستان‌ها	

اگر مقدار نترات آب از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بالاتر رود ممکن است برای انسان سرطان‌زا هم باشد. اگر مقدار نترات بیشتر از ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر باشد برای مصرف چهارپایان اهلی هم نامناسب می‌باشد (۱۰). دستورالعمل‌های مجمع اروپایی ۱۹۸۰ حداکثر غلظت مجاز نیتريت بر حسب NO_2^- در آب آشامیدنی را برابر با ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر تعیین نموده است (۴). مقدار حداکثر مجاز آمونیوم در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد اروپایی برابر ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (۷). اگر مقدار آمونیوم از این حد بالاتر رود ممکن است نشان دهنده ورود مستقیم فاضلاب به سفره آب زیرزمینی باشد (۲).

برای بررسی وضعیت نترات شکل (۳) تهیه گردید که محل برداشت تعدادی از نمونه‌ها و غلظت نترات را در هر محل نشان می‌دهد.

از منابع فوق در زاهدان هدایت فاضلاب خام به زمین (چاه‌های جذبی) نقش اساسی در آلودگی آب زیرزمینی دارد. از آنجاییکه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی در منطقه زیاد نمی‌باشد آلودگی از این دو منشاء اهمیت چندانی ندارد. به طور کلی آلودگی ناشی از بقیه عوامل جدول (۱) در سفره آب زیرزمینی زاهدان نقش قابل ذکری ندارد.

از نقطه نظر کیفیت آب غلظت بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نترات بر حسب NO_3^- برای مصرف توسط انسان نامناسب است و مقدار توصیه شده کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (۵). غلظت بالای نترات در آب آشامیدنی برای سلامتی مضر بوده و ممکن است تحت تاثیر یک فرایند شیمیایی به نیتريت تبدیل شود که باعث بیماری مت هموگلوبینی^۱ می‌گردد (۶). بنابه نظر سماواتی (۳)،

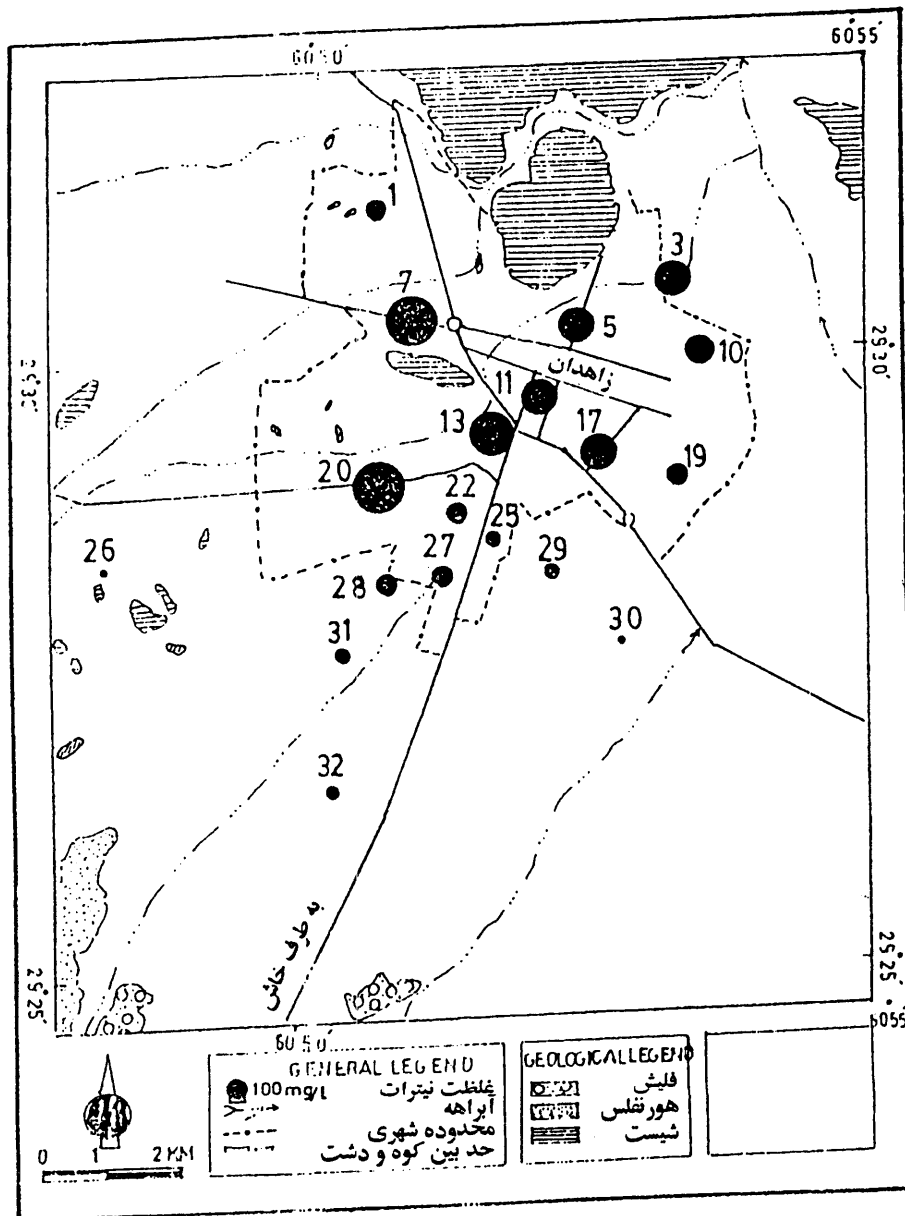
همان طوریکه در شکل (۳) مشاهده می شود، غلظت نیترات در خارج از محدوده شهری کمتر از حد مجاز بوده (محدوده چاه های شماره ۳۲-۳۰) حتی در چاه ۳۰ که بالادست آن هیچگونه ساخت و سازی وجود ندارد غلظت نیترات کمتر از ۸ میلی گرم در لیتر می باشد که قابل اندازه گیری نبود. به هر حال میزان نیترات هر چه به طرف محدوده شهری نزدیک می شویم افزایش یافته به طوریکه در اکثر نقاط واقع در محدوده شهر میزان نیترات آب سفره بیش از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر رسیده است. در قسمت شرقی شهر یعنی چاه شماره ۲۰ در شکل (۳) غلظت نیترات به ۲۹۵ میلی گرم در لیتر هم رسیده است. این محل در پایین دست زندان های زاهدان واقع شده که جمعیت بسیار زیادی را در خود جای می دهد. با وجود اینکه عمق سطح آب زیرزمینی در این محدوده حدود ۵۰ متر می باشد (مراجعه شود به شکل ۱)، ولی بالا بودن حجم فاضلاب و قابلیت نفوذ نسبتاً زیاد در آبرفت منطقه سبب افزایش غلظت نیترات شده است.

در قسمت های شمال غرب سفره چاه شماره ۷ در شکل (۳) غلظت نیترات حدود ۲۹۰ میلی گرم در لیتر است که علت آن عمق کم سطح آب زیرزمینی در این منطقه (مراجعه شود به شکل ۱) و شرایط هیدروژئولوژیکی این محدوده می باشد که گمان می رود آب زیرزمینی در این منطقه به علت شرایط

خاص سنگ بستر به قسمت های پایین دست سفره آب زیرزمینی زاهدان جریان ندارد و یا اینکه جریان بسیار کندی دارد و در نتیجه تجمع آلودگی ها در این نقطه سبب بالا رفتن غلظت نیترات شده است.

در قسمت های مرکزی شهر (محدوده چاه ۱۱ در شکل ۳) و همچنین پایین دست سفره یعنی قسمت های شمال شرقی شهر (محدوده چاه های ۳ و ۵ در شکل ۳) به علت کم بودن عمق سطح آب زیرزمینی و بالا بودن تراکم جمعیتی و همچنین هجوم آب های آلوده به نیترات از قسمت های بالا دست سبب شده است که غلظت نیترات بیش از ۲۰۰ میلی گرم در لیتر باشد.

نتایج حاصل از بررسی در مورد غلظت آمونیوم نشان می دهد که اکثر چاه های غلظتی بیش از ۰/۴ دارند. میزان غلظت آمونیوم در چاه های شماره ۲۵ و ۲۲ در شکل (۳) برابر ۰/۶ میلی گرم در لیتر است که دلالت به ورود مستقیم فاضلاب به چاه می باشد (۲). بازدید صحرایی هم تایید می نماید که این چاه ها در فاصله بسیار کمی از چاه های جذبی قرار دارند. به علاوه بررسی غلظت نیتريت هم نشان می دهد که غلظت آن در چاه ۲۵ برابر ۰/۱۶۵ می باشد که بیش از حد مجاز بوده و دلالت بر جوان بودن آلودگی آب زیرزمینی به ترکیبات ازت دارد. همچنین میزان نیتريت در چاه شماره ۱۹ در شکل



شکل ۳- محل برداشت تعدادی از نمونه‌های آب زیرزمینی و غلظت نیترات در هر محل

در شکل (۳) نیز بالا می‌باشد (برابر ۰/۲۳۱ میلی‌گرم در لیتر). بازدید محلی تایید می‌کند که این چاه در نزدیکی چاه‌های فاضلاب مسکونی قرار گرفته است. به علاوه عمق سطح آب زیرزمینی در این ناحیه زیاد نمی‌باشد و حدود ۲۵ متر است (مراجعه شود به

(۳) برابر با ۱/۲۵ میلی‌گرم در لیتر است که بسیار بالا می‌باشد. این چاه در نزدیکی مجتمع‌های مسکونی واقع شده که جمعیت زیادی را در خود جای می‌دهند و چاه مورد نظر در معرض فاضلاب خانگی این مجتمع‌ها می‌باشد. میزان نیتريت در چاه شماره ۵

هماهنگی بیشتری در جهت حفاظت سفره آب زیرزمینی که تنها منبع آب شهری می باشد به عمل آید.

سپاسگزاری

از دانشگاه سیستان و بلوچستان به خاطر تامین بودجه تحقیق و مطالعه تاثیر گسترش شهری بر روی سفره آب زیرزمینی زاهدان که مقاله حاضر بخشی از این تحقیقات می باشد صمیمانه تشکر می شود. همچنین از آقای مهندس بختیاری نسب مدیرعامل محترم شرکت آب و فاضلاب روستایی جهاد استان و سرکار خانم فدایی کارشناس آزمایشگاه این شرکت که در تجزیه نمونه های آب نهایت همکاری را داشته اند سپاسگزاری می گردد. در خاتمه از آقایان مهندس ریگی، مهندس نوشاوانی و مهندس اویسی و بقیه کارکنان سازمان آب منطقه ای که در این زمینه مرا یاری نمودند قدردانی می گردد.

شکل ۱). غلظت نیتریت در بقیه چاه ها زیر ۰/۱ میلی گرم در لیتر می باشد.

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که در اثر رشد و گسترش بی رویه شهر بر روی سفره آب زیرزمینی زاهدان و هدایت فاضلاب شهری به چاه های جذبی، سفره آب زیرزمینی زاهدان در محدوده شهری به طور نگران کننده ای به ترکیبات ازت آلوده شده است.

ملاحظه می شود که با وجود اهمیت بنیادی آب های زیرزمینی در زاهدان و اطلاع مسئولین از وضعیت بحرانی آن، متأسفانه به علت عدم هماهنگی بین سازمان های مختلف و به علاوه فقدان ضمانتهای اجرایی موثر، تصمیمات متخذه در مورد حفاظت کیفی این سفره بدون اجر باقیمانده است. به هر حال وضعیت بحرانی سفره ایجاب می نماید تا جدیت و

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. جهانی، ع. ۱۳۷۸. به سوی امنیت آبی، آب و توسعه، شماره دوم و سوم، پاییز. صفحه ۵۲-۳۳ وزارت نیرو.
۲. سماواتی، ع. ۱۳۷۲. ترکیبات نیتروژن در آب، آب و محیط زیست، شماره هفتم، آذرماه، صفحه ۱۵-۱۲، شرکت مهندسی آب و فاضلاب.
۳. سماواتی، ع. ۱۳۷۳. ترکیبات نیتروژن در آب (قسط دوم)، آب و محیط زیست، شماره نهم، مرداد ماه صفحه ۹-۱۳، شرکت مهندسی آب و فاضلاب.
۴. شریعت پناهی، م. ۱۳۷۵. اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران.
5. Applo, C. A. J. & Postma, D., 1996. Geochemistry of groundwater and pollution. Balkema.
6. Bitton, G. & Gerba C. P., 1984. Ground water pollution microbiology. John Willey & Sons.

7. Chapman, D., 1992. Water Quality Assessments. E & FN SPON.
8. El. Arabi, N., 1999. Problems of groundwater quality related to the urban environment in Greater Cairo. IAHS Publication no. 259.
9. Foster, S. S., Morris, B. L. & Chilton, P. J., 1999. Groundwater in urban development – a review of Linkage and concerns. IAHS Publication no. 259.
10. Freeze, R. A. & Cherry, J., 1979. Groundwater. Prentice Hall.

**The Presence of the Nitrogen Compounds in
Groundwater of Zahedan Aquifer,
an Arid Region in Southeastern Iran**

E. KHAZAEI¹ AND M. HABIB NEJAD ROSHAN²

**1, 2- Senior lecturer of Faculty of Civil Engineering, University of Sistan
and Baluchestan and Senior lecturer of Faculty of Natural Resources,
Mazandaran University**

Received for Publication 15 Jan. 2002

ABSTRACT

This paper investigates the nitrogen compounds in Zahedan aquifer that are important groundwater pollutants in urban and agricultural regions. The groundwater is the only source of water supply for various uses in Zahedan city. This work is based on the field study, laboratory analysis and collection of the available data. The results revealed that in a large portion of the aquifer, over which the Zahedan city has expanded, the concentration level of nitrogen compounds has increased much above the admissible limit. For example, the nitrate concentration has increased to more than 5 times of the standard level. The high concentrations of ammonium and nitrite in some places indicate the discharge of fresh domestic wastes into the aquifer. This situation is alarming to the authorities to take a serious action in order to protect the groundwater resources.

Key words: Groundwater, nitrogen compounds, Zahedan aquifer.