Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم ـ شماره دوم ـ خرداد - تیر ۱۳۸٤
www.magiran.com/jasnr

بررسی آلودگی نیترات و منشأیابی آن در آب‌های زیرزمینی دشت مشهد

مسعود لطیف[۱]، سید فرهاد موسوی[۲]، مجید افیونی[۲] و سعداله ولایتی[۳]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، [۲]اعضای هیات علمی گروه آبیاری و خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، [۳]استاد جغرافیا، دانشکده ادبیات، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۲/۷/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۹/۹

چکیده

دشت‌های زیادی در ایران، از جمله دشت مشهد، به آب زیرزمینی وابسته‌اند. با رشد روزافزون جمعیت و افزایش فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، آب‌های زیرزمینی در معرض خطر آلودگی قرار می‌گیرند. در این میان، نیترات یکی از مهم‌ترین آلوده‌کننده‌های آب‌های زیرزمینی است. هدف از انجام این پژوهش، تعیین میزان آلودگی به نیترات آب‌های زیرزمینی در دشت مشهد و مشخص کردن علل و منشأ آلودگی می‌باشد. تعداد ٤٠ حلقه چاه آب دایر در محدوده دشت مشهد و در مناطق مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی انتخاب گردید. نمونه‌برداری از آب این چاه‌ها در شش مرحله (تیر تا آذرماه ۱۳۸۰) و با فواصل زمانی یک ماه انجام شد. مقدار نیترات، EC، pH، TDS، کربنات، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، BOD، COD و تعداد کلیفرم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج به‌دست آمده با استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی مقایسه گردید. نتایج نشان داد که غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی برخی مناطق مورد مطالعه از حد استاندارد (٤٥ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر است. دامنه تغییرات میانگین غلظت نیترات در مدت مطالعه در آب چاه‌های مختلف از ۵/۳ تا ۷٤/٤ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی مربوط به مناطق شهری و پرجمعیت شهر مشهد بود و آب چاه‌های موجود در مناطق کشاورزی و صنعتی از کیفیت مطلوبی برخوردار بود. میانگین EC آب چاه‌ها از ۰/٤ تا ۳/۲ دسی‌زیمنس بر متر، TDS از ۲۳۰ تا ۱۹۹۵ میلی‌گرم در لیتر و سختی کل از ۱۵۲ تا ۱۰۳۷ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. بیشترین غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی مربوط به مناطق میدان جمهوری، سیدی و ششصد دستگاه و به ترتیب ۷٤/٤، ٦٨/٥ و ٤٩ میلی‌گرم در لیتر بود که منشأ این آلودگی نشت فاضلاب خانگی به داخل آب‌های زیرزمینی است.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، مشهد، کیفیت آب، آلودگی نیترات، فاضلاب

مقدمه

در سال‌های اخیر، بیشتر تحقیقات در کشورهای صنعتی از مسئله بهره برداری و تأمین آب‌های زیرزمینی به مسئله کیفیت آب زیرزمینی تغییر یافته است (فریز و چری، ۱۹۷۹). بطورکلی آب‌های زیرزمینی کم عمق بیشتر و زودتر از آب‌های عمیق در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. مسائل کیفی آب‌های زیرزمینی ناشی از موارد زیر است (آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، ۱۹۹۰): الف – مسائلی که روی سطح زمین ایجاد می‌شوند مانند دفع مواد جامد و مایع، پخش نمک، کودها و سموم مصرفی در کشاورزی و دفع لجن تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب، ب- مسائلی که منشأ آنها در بالای سطح

www.SID.ir

Archive of SID

ایستابی است نظیر انبار کردن مواد زاید و نشت از مخازن ذخیره و ج- مسائلی که منشأ آنها در زیر سطح ایستابی است نظیر دفع فضولات در چاه‌های عمیق، هجوم آب شور دریا و عبور آب از گنبدهای نمکی به خاطر برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی.

آلودگی منابع آب در ایران در چارچوب مطالعات و پژوهش‌های پایه تا حدودی در دوایر و مراکز پژوهشی، بویژه دانشگاه‌های سراسرکشور، بررسی شده است ولی پژوهش‌های منسجمی در این مورد برنامه‌ریزی نشده و به مرحله اجرا در نیامده است. در سایر کشورهای جهان، بویژه در کشورهای اروپایی و ایالات متحده آمریکا، استرالیا، کانادا و برخی از کشورهای آفریقایی پژوهش‌های دامنه‌داری انجام شده است و در قالب برنامه‌های توسعه محیط زیست سازمان ملل متحد نیز این گونه پژوهش‌ها مطرح شده‌اند (بهراملو، ۱۳۷٦).

جعفری ملک‌آبادی (۱۳۸۱) تعداد ۱۷۵ حلقه چاه نیمه عمیق و عمیق را در مراکز مهم کشاورزی، صنعتی و شهری مناطق اصفهان، نجف آباد، نطنز، کاشان، شهرضا و حاشیه زاینده‌رود انتخاب کرد و پارامترهای مختلف شیمیایی را از دی ماه ۱۳۷۹ تا اردیبهشت ۱۳۸۰ با فاصله زمانی یک ماه اندازه گرفت. نتایج نشان داد که میانگین غلظت نیترات در مدت مطالعه از ۱/۰۳ تا ۵۰/۷۸ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. بیشترین آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی اکثر نواحی مربوط به مناطق کشاورزی بود و مناطق صنعتی و شهری در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

موسوی (۱۳۷٦) با انتخاب ۲٤ حلقه چاه آب دایر در اطراف زاینده‌رود و اندازه‌گیری پارامترهای مختلف شیمیایی در اواخر سال ۱۳۷٤، به این نتیجه رسید که پس از وارد شدن فاضلاب‌ها و پساب‌ها به داخل زاینده‌رود، pH آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. حداکثر میزان نیترات در آب این چاه‌ها ۲۹/۷۱ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد.

نتایج بررسی‌های لشکری پور و غفوری (۱۳۸۱) روی نمونه‌های آب‌های زیرزمینی در نقاط مختلف شهر مشهد نشان داد که در سال‌های اخیر غلظت نیترات در چاه‌های آب افزایش یافته و در برخی نقاط به بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. این افزایش بیشتر مربوط به نشت فاضلاب‌های خانگی به داخل آب‌های زیرزمینی می‌باشد. علاوه بر این، در چاه‌هایی که در حاشیه آنها فعالیت‌های کشاورزی صورت می‌گیرد نیز میزان غلظت نیترات زیاد بوده که منبع آلودگی، کودهای شیمیایی است.

قهرمان و همکاران (۱۳۸۲) کفایت شبکه چاه‌های آب شرب مشهد در ردیابی نیترات و هدایت الکتریکی را با استفاده از کریجینگ انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که به طور کلی نیترات از تغییرپذیری بالاتری نسبت به هدایت الکتریکی برخوردار است.

مهدی‌نیا و نیک‌روش (۱۳۸۱) گزارش کردند که میزان نیترات در شبکه آب شرب شهر دامغان در حد ٦/٤۳ میلی‌گرم در لیتر است و مشکلی از این بابت وجود ندارد.

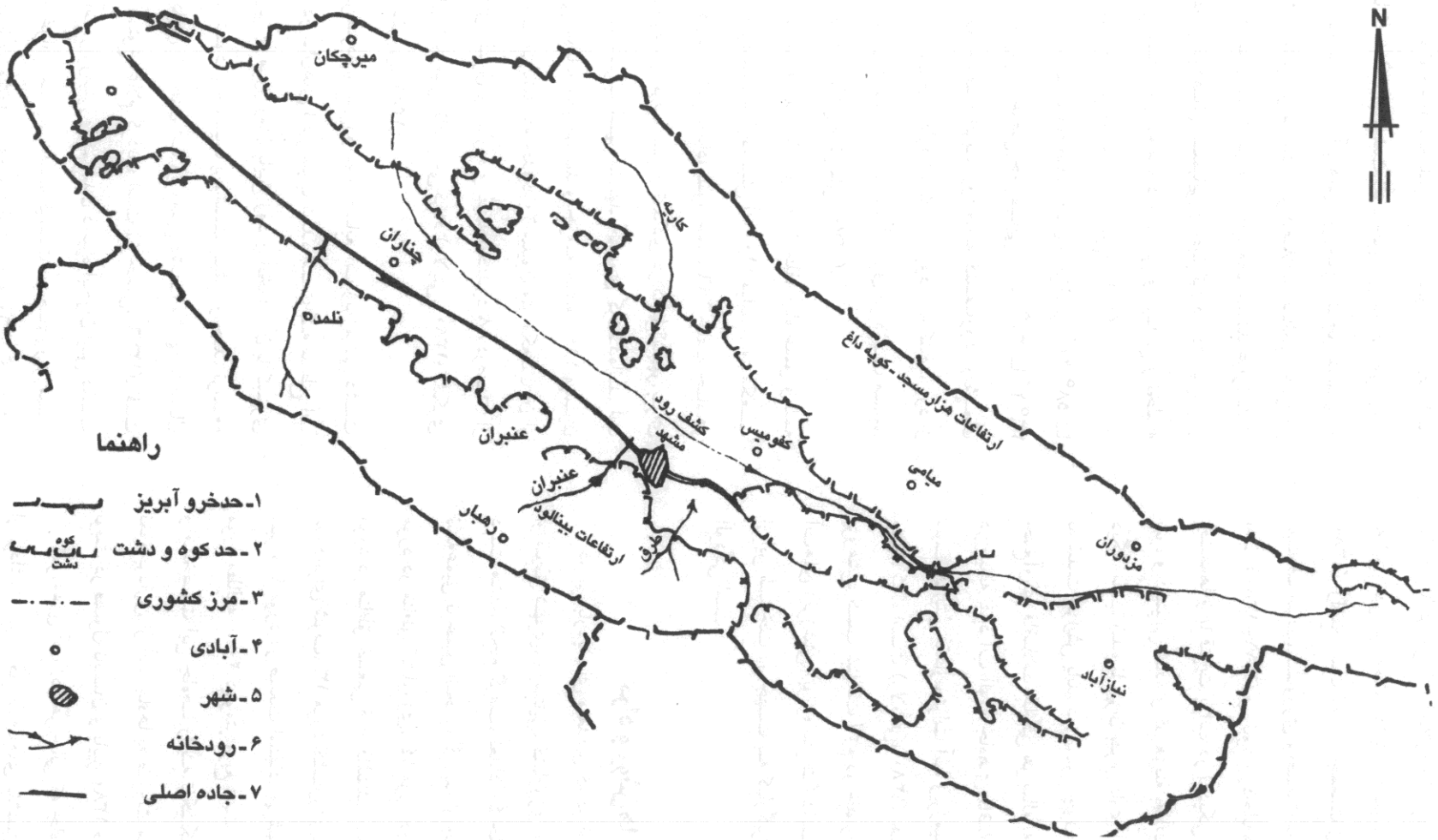
در مطالعه‌ای که توسط کلاسیوس و همکاران (۱۹۸۸) انجام گردید مقادیر بیش از حد نیترات و آفت‌کش‌ها به ترتیب در ٤۳ و ۳۳ درصد از حدود ۵۰۰ چاه مورد آزمایش در مینسوتا گزارش شد. بر اساس این بررسی، غلظت نیترات از دهه ۱۹٦۰ همواره رو به افزایش بوده و در بعضی چاه‌ها از حد استاندارد برای آب شرب (٤۵ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر شده است.

لوسی و گولسبی (۱۹۹۳) در مطالعه خود در مورد اثرات تغییرات آب‌وهوایی طی ۱۱ سال بر غلظت نیترات در ایالت آیوا نتیجه گرفتند که در دوران خشکی یا کمبود بارندگی، نیترات در خاک تجمع می‌یابد که علت آن کاهش انتقال نیترات، عدم جذب نیترات توسط گیاهان و افزایش ضخامت منطقه غیراشباع در بالای سطح ایستابی می‌باشد.

در ایران که آب‌های زیرزمینی سهم بسیار مهمی در تأمین آب آشامیدنی اکثر شهرها دارد (در حدود ٦۰ درصد)، مطالعات دقیق و جامعی در مورد آلودگی نیترات در منابع آب به عمل نیامده است (ولایتی، ۱۳۸۰)، ولی با توجه به دفع سنتی فاضلاب شهری در چاه‌های جذبی با

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- حوزه آبریز رودخانه کشف رود (محدوده دشت مشهد)

www.SID.ir

Archive of SID

عمق ۱۵ تا ۲۰ متر و انباره‌ای به حجم ۲۰ متر مکعب یا بیشتر، و با توجه به دانه‌بندی رسوبات دیواره و کف این چاه‌ها که اغلب از قابلیت نفوذ خوبی برخوردار می‌باشند، باید انتظار داشت که آب‌های زیرزمینی مناطق شهری از فاضلاب متأثر گردد. علاوه بر فاضلاب خانگی، عواملی که در افزایش نیترات در منابع آب مهم هستند عبارتند از استفاده از کودهای شیمیایی و حیوانی در کشاورزی و فضای سبز، تجزیه مواد حیوانی و گیاهی و تخلیه پساب‌های صنعتی (سلف و وسکوم، ۱۹۹۲).

دشت مشهد با مختصات طول جغرافیایی ′۲۰ °۵۸ تا ′۸ °۶۰ شرقی و عرض جغرافیایی ′۴۰ °۳۵ تا ′۳ °۳۶ شمالی در حوضه آبریز رودخانه کشف‌رود در شمال استان خراسان قرار دارد (شکل ۱). رودخانه کشف رود از جهت شمال غرب به سمت شمال شرق در دشت مشهد جریان دارد (ولایتی و توسلی، ۱۳۷۰).

در دشت مشهد بیش از ۲۰۰۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق با برداشت سالیانه بیش از ۱۱۰۰ میلیون مترمکعب وجود دارد. از این تعداد، بطور عمده ۲۹۶ حلقه چاه در شمال غرب و غرب شهر و تعدادی در داخل شهر برای تأمین آب شرب شهر مشهد حفاری گردیده‌اند. آب مصرفی سالیانه شهر مشهد و حومه حدود ۱۶۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که حدود ۲۰ میلیون متر مکعب آن از سدهای طرق و کارده و بقیه (حدود ۸۸ درصد) از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد (ولایتی، ۱۳۸۰؛ لشکری پور و غفوری، ۱۳۸۱).

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت مشهد در سال‌های اخیر سبب شده است که سطح آب زیرزمینی به مرور زمان پایین رود و آبخوان آن با کسری مواجه شود. به سبب برداشت بیش از حد، توسعه بهره‌برداری از مخزن آب زیرزمینی دشت مشهد از سال ۱۳۴۸ ممنوع اعلام گردیده است (ترحمی، ۱۳۷۶). افت سطح آب زیرزمینی و کم شدن ذخیره آبخوان این دشت یکی از عوامل مهم در افت کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد. شهر مشهد بویژه از اوایل دهه ۱۳۶۰ گسترش سریعی داشته و اکنون در این شهر حدود ۲/۵ میلیون نفر جمعیت ساکن و نزدیک به ۸ میلیون نفر جمعیت غیر ساکن زندگی می‌کنند. علاوه بر این، مهاجرت روستاییان به این شهر نیز باعث افزایش جمعیت شده است (ولایتی، ۱۳۸۰). واضح است که این جمعیت زیاد نیاز به آب برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت دارد. خشکسالی‌های اخیر (۱۳۸۰-۱۳۷۷) و نبود رودخانه‌های پرآب دائمی، چشمه‌ها و یا قنوات پرآب در نزدیکی شهر مشهد از یک سو، و دستیابی ساده و کم هزینه به آب زیرزمینی از سوی دیگر، سبب شده تا میزان بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی به شدت افزایش یابد. در ضمن، چون احداث کانال‌های جمع‌آوری فاضلاب خانگی هر ساله به تعویق افتاده است، در نتیجه نفوذ آب آلوده چاه‌های فاضلاب خانگی بیشتر سبب افزایش مقدار نیترات آب زیرزمینی در محدوده شهر مشهد شده است (ولایتی، ۱۳۸۰). هدف از انجام این پژوهش، کسب شناخت لازم در خصوص میزان آلودگی آب‌های زیرزمینی (بویژه نیترات) دشت مشهد و استفاده از این شناخت در جهت به کارگیری اقدامات کنترل آلودگی است.

مواد و روش‌ها

در پی بازدیدهای متعددی که در اوایل تابستان ۱۳۸۰ از مناطق شهری، روستایی، کشاورزی و صنعتی محدوده دشت مشهد انجام گرفت، تعداد ۴۰ حلقه چاه آب دایر نیمه‌عمیق تا عمیق انتخاب گردید. از چاه‌های انتخابی ۱۹ مورد در مناطق کشاورزی، ۱۴ مورد در مناطق شهری و ۷ مورد در مناطق صنعتی قرار داشتند. آب این چاه‌ها در ۱۲ مورد برای شرب، ۱۳ مورد کشاورزی، ۱۱ مورد فضای سبز و ۴ مورد در صنعت استفاده می‌شود. وسعت منطقه مورد مطالعه ۲۰۰۰ کیلومتر مربع است. جدول ۱ موقعیت و مشخصات این چاه‌ها را به تفکیک نشان می‌دهد. نمونه‌برداری از آب چاه‌ها به صورت ماهیانه و در شش نوبت در فصول تابستان و پاییز ۱۳۸۰ صورت گرفت.

نمونه‌های آب (در هر حالی که چاه پمپاژ می‌شد) پس از برداشت، در داخل ظرف‌های پلاستیکی چهار لیتری ریخته می‌شد و فقط درجه حرارت آب در محل چاه

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری می‌گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه سازمان آب منطقه‌ای خراسان منتقل می‌شد. سپس به منظور شناخت کیفیت آب چاه‌های مورد نمونه‌برداری، پارامترهای زیر در این آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت: EC ، pH، TDS، کربنات، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم، سختی کل بر حسب کربنات کلسیم، نیترات، نسبت جذب سدیم، BOD، COD و تست کلیفرم مدفوعی. جزییات روش‌های اندازه‌گیری پارامترها در لطیف (۱۳۸۱) ذکر شده است. پس از اندازه‌گیری‌های مورد نظر، محاسبات لازم انجام شد و برای رسم منحنی‌های هم‌نیترات از نرم‌افزار سورفر[1] استفاده گردید.

نتایج و بحث

الف) تجزیه شیمیایی آب چاه‌های انتخابی: نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه‌های انتخابی دشت مشهد، که میانگین شش نوبت اندازه‌گیری است، نشان می‌دهد که میانگین غلظت نیترات از ۵/۳ تا ۷٤/٤ میلی‌گرم در لیتر، EC از ۰/٤ تا ۳/۲ سی‌زیمنس بر متر، TDS از ۲۳۰ تا ۱۹۹۵ میلی‌گرم در لیتر و سختی کل از ۱۵۲ تا ۱۰۳۷ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. مقادیر سایر پارامترها در لطیف (۱۳۸۱) ارائه شده است. چاه‌هایی که در مناطق با تراکم جمعیت زیاد قرار دارند آلوده به نیترات بوده و دارای غلظت بیش از حد مجاز ٤۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشند و از نظر سایر پارامترهای شیمیایی نیز از کیفیت مطلوبی برخوردار نیستند. محدوده سیدی (چاه شماره ۱۰)، ششصد دستگاه (چاه شماره ۱) و میدان جمهوری (چاه شماره ۹) از جمله نقاطی هستند که میزان نیترات آنها زیاد است و به بیش از ٤۵ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد.

بالا بودن غلظت نیترات در این محدوده‌ها را می‌توان بدین صورت توجیه نمود که این مناطق روی مخروط افکنه‌ای واقع گردیده‌اند که دارای نفوذپذیری بالا می‌باشد، در نتیجه آب‌های سطحی و چاه‌های فاضلاب جذبی به آسانی و بدون تصفیه به آب‌های زیرزمینی می‌رسند. علاوه بر این، منطقه سیدی دارای بیشترین تراکم جمعیت در سطح شهر مشهد است که این عامل در افزایش نیترات ناشی از آلودگی فاضلاب نقش مهمی ایفا می‌کند.

کمترین مقدار نیترات در دشت مشهد در قسمت غربی دشت اندازه‌گیری شده است. در این محدوده که در ورودی آبخوان است، سطح آب زیرزمینی در اعماق پایین‌تر قرار دارد و تراکم جمعیت کمتر از قسمت مرکزی دشت می‌باشد. با توجه به توسعه سریع محدوده شهری در قسمت غربی دشت مشهد و ساخت شهرک‌های جدید در این قسمت، در آینده در این محدوده هم با افزایش نیترات مواجه خواهند شد. کمترین مقدار نیترات مشاهده شده در این محدوده ۵/۳ میلی‌گرم در لیتر و مربوط به روستای قهقهه (چاه شماره ۲۹) می‌باشد.

نشت فاضلاب‌های خانگی به آب‌های زیرزمینی از مهمترین علل افزایش نیترات در آب زیرزمینی شهر مشهد در سال‌های اخیر است (لشکری پور و غفوری، ۱۳۸۱، ولایتی، ۱۳۸۰)، زیرا با توجه به این که جهت حرکت آب‌های زیرزمینی از جنوب غربی به شمال شرقی می‌باشد، لیتولوژی (ترکیب سنگ‌ها) در سمت غرب فیلیت و در شرق مارن و ماسه سنگ است و تغییرات لیتولوژی مهمی در نقاط مختلف دشت دیده نمی‌شود، در نتیجه ارتباط زیاد بودن غلظت نیترات با لیتولوژی منتفی می‌باشد. منشأ اصلی بالا بودن میزان نیترات در نقاط شهری مانند سیدی، میدان جمهوری و ششصد دستگاه با توجه به این که در منطقه کشاورزی واقع نشده‌اند، آلودگی فاضلاب‌های خانگی و یا منابع غیر کود شیمیایی است. علاوه بر این، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی شهر سبب گردیده تا بخشی از ذخایر ثابت آبخوان تخلیه شده و سطح آب افت نماید. این عامل باعث شده تا کیفیت شیمیایی آب، بخصوص در نقاطی که از تغذیه خوبی برخوردار نمی‌باشند، به مرور کاهش یابد و بر میزان نیترات افزوده گردد. مقادیر سایر پارامترهای شیمیایی مانند EC، TDS، سولفات، سدیم و سختی کل نیز در چاه‌های این مناطق بسیار زیادتر از بقیه چاه‌ها است.

1- Surfer

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ـ موقعیت و مشخصات چاه‌های تعیین شده برای نمونه‌برداری.

شماره	موقعیت چـــاه	* U. T. M	نوع منطقه	نوع مصرف	عمق چاه (m)	دبی چاه (L/s)
۱	منطقه مسکونی ششصد دستگاه	D_{59}-۴۰۲۰-۷۳۰	شهری	فضای سبز	۷۰	۲۰
۲	میدان بار جدید	D_{21}-۴۰۲۵-۷۳۰	شهری	فضای سبز	۱۳۰	۴۰
۳	میدان امام حسین	D_{3}-۴۰۲۰-۷۳۵	شهری	فضای سبز	۱۲۰	۳۵
۴	روستای عوضی	D_{10}-۴۰۲۵-۷۳۵	کشاورزی	کشاورزی	۹۰	۵
۵	روستای عبدل‌آباد	D_{11}-۴۰۴۵-۷۰۰	کشاورزی	کشاورزی	۸۰	۱۸
۶	کلات شیخ‌ها	D_{18}-۴۰۵۰-۶۹۵	کشاورزی	شرب	۱۱۰	۲۷
۷	قلعه ساختمان- روستای هدایت‌آباد	D_{43}-۴۰۱۵-۷۳۵	شهری	فضای سبز	۱۲۰	۴۳
۸	پنج‌تن- روستای محمدآباد	D_{124}-۴۰۲۰-۷۴۰	شهری	شرب	۱۰	۲۵
۹	میدان جمهوری-مرکز فنی حرفه‌ای	D_{4}-۴۰۱۵-۷۲۵	شهری	فضای سبز	۱۰۰	۱۳
۱۰	سیدی- سازمان موتوری شهرداری	D_{19}-۴۰۱۵-۷۳۰	شهری	فضای سبز	۱۴۰	۴۰
۱۱	طرق- سردخانه ثامن	D_{3}-۴۰۰۵-۷۳۵	صنعتی	فضای سبز	۱۵۰	۲۵
۱۲	طرق – ۱۰ قند شیرین	D_{5}-۴۰۱۰-۷۴۰	کشاورزی	کشاورزی	۱۲۰	۲۸
۱۳	دانشگاه فردوسی	D_{9}-۴۰۲۰-۷۲۵	شهری	فضای سبز	۱۲۵	۲
۱۴	وکیل‌آباد – اراضی پاچنار	D_{68}-۴۰۲۰-۷۲۰	شهری	کشاورزی	۱۶۵	۳۰
۱۵	شاندیز – شرکت لینا	D_{4}-۴۰۲۵-۷۱۵	صنعتی	صنعت	۱۴۰	۳۱
۱۶	جاده طرقبه – سردخانه طوس	D_{60}-۴۰۲۵-۷۱۵	صنعتی	صنعت	۸۶	۲
۱۷	طرقبه – خانه فرهنگیان	D_{113}-۴۰۲۵-۷۱۵	کشاورزی	کشاورزی	۱۶۰	۱۳
۱۸	میدان قائم – ۳ آستان قدس	D_{136}-۴۰۲۵-۷۲۵	کشاورزی	کشاورزی	۱۱۰	۳۰
۱۹	سه راه فردوسی – آستان قدس	D_{31}-۴۰۳۰-۷۱۵	کشاورزی	شرب	۹۰	۲۰
۲۰	روستای ناظریه	D_{8}-۴۰۳۵-۷۱۰	کشاورزی	شرب	۱۳۸	۸
۲۱	شهرک اتوبوسرانی	D_{15}-۴۰۲۵-۷۲۰	شهری	شرب	۸۵	۱
۲۲	اراضی خرابه امین	D_{92}-۴۰۴۰-۷۱۰	کشاورزی	شرب	۷۴	۸
۲۳	روستای کلات باقر – مرغداری	D_{25}-۴۰۴۵-۷۱۰	کشاورزی	کشاورزی	۱۱۰	۲
۲۴	اراضی چهارطاقی – ۲ آستان قدس	D_{29}-۴۰۴۵-۷۰۵	صنعتی	صنعت	۵۰	۱
۲۵	اراضی کاهو – گاوداری	D_{15}-۴۰۴۰-۷۰۵	کشاورزی	شرب	۱۳۰	۶
۲۶	شهرک راوند مشهد	D_{4}-۴۰۳۰-۷۱۵	صنعتی	صنعت	۱۵۰	۸
۲۷	روستای چاهشک	D_{22}-۴۰۳۰-۷۱۵	کشاورزی	شرب	۱۸۰	۲۰
۲۸	روستای کشف رود	D_{12}-۴۰۲۵-۷۳۰	کشاورزی	کشاورزی	۱۶۰	۱۸
۲۹	روستای قهقهه	D_{38}-۴۰۳۰-۷۲۵	کشاورزی	شرب	۷۰	۵
۳۰	جاده فردوسی- چهار برج	D_{45}-۴۰۳۵-۷۲۰	کشاورزی	شرب	۷۰	۴
۳۱	پلیس را ه قوچان	D_{87}-۴۰۲۵-۷۲۵	شهری	فضای سبز	۱۳۰	۸
۳۲	گاز اکسیژن ملائکه	D_{118}-۴۰۳۰-۷۲۰	صنعتی	شرب	۱۰۰	۵
۳۳	روستای قلعه سیاه	D_{30}-۴۰۳۵-۷۱۵	کشاورزی	کشاورزی	۸۰	۲۰
۳۴	روستای عشق‌آباد	D_{13}-۴۰۴۰-۷۱۵	کشاورزی	کشاورزی	۱۰۰	۲۵
۳۵	روستای محمدآباد ایلخان	D_{144}-۴۰۴۰-۷۲۰	کشاورزی	کشاورزی	۹۰	۱۰
۳۶	روستای زهاب	D_{28}-۴۰۵۵-۶۹۵	کشاورزی	کشاورزی	۱۱۰	۳۵
۳۷	شهرک گلبهار	D_{37}-۴۰۵۰-۶۹۰	شهری	شرب	۱۰۲	۴۳
۳۸	سه راه فردوسی – میدان چمن	D_{3}-۴۰۲۵-۷۲۰	صنعتی	کشاورزی	۱۵۰	۳۰
۳۹	عدل خمینی	D_{11}-۴۰۱۵-۷۳۰	شهری	فضای سبز	۱۳۲	۱۸
۴۰	شهرداری چناران	D_{41}-۴۰۵۵-۶۸۵	شهری	فضای سبز	۱۲۰	۲۰

* مختصات U.T.M یکی از روش‌های تبدیل مختصات کروی نقاط روی کرهٔ زمین بر حسب ϕ و θ به مختصات روی نقشه بر حسب x و y است.

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات غلظت نیترات در مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی دشت مشهد در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این جدول، بالا بودن غلظت نیترات در مناطق شهری نسبت به مناطق صنعتی و کشاورزی نشان‌دهنده نقش موثر فاضلاب‌های خانگی نسبت به فاضلاب‌های صنعتی و کودهای شیمیایی در آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت مشهد می‌باشد.

ب) BOD و COD آب چاه‌های انتخابی: با توجه به این که مقادیر BOD و COD در چاه‌هایی که نیترات بالایی دارند بیشتر است و همچنین به دلیل هزینه زیاد آزمایش‌های مذکور، چاه‌هایی که دارای نیترات زیاد بودند انتخاب شدند و آب آنها برای تعیین BOD و COD تجزیه شد. نتایج حاصله در جدول ۳ ارائه شده است. چنانچه BOD و COD آبی به ترتیب از ۲۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر باشد باید این چنین آبی تصفیه شود (عودی، ۱۳۷۳). با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌شود که BOD یا COD چاه‌های شماره ۱، ۹ و ۱۹ بیشتر از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی است. هم‌چنین، پساب کارخانه‌های قند شیرین و نان رضوی که بدون تصفیه در زمین‌های کشاورزی اطراف رها می‌شد نیز مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج آنها در جدول ۵ آمده است. علت انتخاب پساب این کارخانه‌ها برای تجزیه، مجاورت آنها با چاه‌های شماره ۱۸ و ۱۹ بود. به‌دلیل عمق زیاد چاه‌های ۱۸ و ۱۹ (جدول ۱)، پساب رها شده از این دو کارخانه تأثیری آنی بر کیفیت آب چاه‌ها ندارد ولی مسلماً در درازمدت موجب تغییر کیفیت آنها خواهند شد.

ج) نتایج تجزیه میکروبی آب چاه‌های انتخابی: برای انجام تست کلیفرم مدفوعی، چاه‌هایی که مقدار نیترات آنها زیاد بود (جدول ٤) انتخاب شدند و آب آنها مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج حاصله در جدول ٤ آمده است. تقسیم‌بندی آب‌ها بر اساس تعداد کلیفرم مدفوعی در یک نمونه ۱۰۰ میلی‌لیتری (MPN[1]) صورت می‌گیرد و با شمارش کلیفرم‌های مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر کیفیت باکتریولوژیک آب تعیین می‌شود. چنانچه این عدد بیشتر از ۲۰۰۰ باشد آن آب نباید به مصرف آشامیدن برسد و باید تصفیه شود (عودی، ۱۳۷۳). با توجه به جدول ٤ ملاحظه می‌شود که چاه‌های شماره ۷، ۹، ۱۳ و ۱۹ دارای آلودگی میکروبی می‌باشند و باید آب آنها تصفیه شود.

د) منحنی‌های هم نیترات دشت مشهد در مدت مطالعه: منحنی‌های هم‌نیترات با استفاده از داده‌های غلظت نیترات (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) در آب‌های زیرزمینی چاه‌های مورد مطالعه رسم شدند (شکل ۲). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در بیشتر مناطق، مقدار نیترات در آب‌های زیر زمینی کمتر ا ز ٤٥ میلی‌گرم در لیتر است.

جدول ۲- تغییرات غلظت نیترات در مناطق مختلف دشت مشهد در مدت مطالعه.

نوع منطقه	غلظت نیترات (mg/L)		
	حداقل	حداکثر	میانگین
شهری	۱۱/۹	۷٤/٤	۳۱/٥
صنعتی	۷/۲	۲۲/۲	۱۲/٥
کشاورزی	٥/۳	۱۲/۹	۸/٦

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ـ مقادیر BOD و COD چاه‌های با مقدار نیترات زیاد.

شماره	موقعیت چاه	نیترات (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)
۹	میدان جمهوری – مرکز فنی حرفه‌ای	۷٤/٤	۸۰	۱۵
۱۰	سیدی- سازمان موتوری شهرداری	٦۸/۵	٤۰	۱۸
۱	منطقه مسکونی ششصد دستگاه	٤۹	۵۰	۲۱
۳۹	عدل خمینی	۳٦/۳	٤۰	۱۷
۷	قلعه ساختمان- روستای هدایت‌آباد	۳٤/۵	۰	۰
۳۱	پلیس راه قوچان	۳۳	۳۰	۰
۱۳	دانشگاه فردوسی مشهد	۳۰/۳	۷	۳
۳	میدان امام حسین	۲٦	۲۳	۹
۱۹	سه راه فردوسی – میدان چمن	۲۲/۲	۲۰۰	۱۲۳
	پساب کارخانه قند شیرین سه راه فردوسی	۸٤	۱۰۵۰	۸۲۵
	پساب کارخانه نان رضوی میدان قائم	٦۵/۱	۵۰۰	۲۲۵

جدول٤- نتایج تجزیه میکروبی چاه‌های با مقدار نیترات زیاد.

شماره	موقعیت چاه	MPN	تعداد کل در میلی‌لیتر	میکروارگانیسم‌های شناسایی شده
۱۹	سه راه فردوسی میدان چمن	۸	۲۰۲۵	باکتری‌های باسیلی شکل گرم منفی از نوع اشرشیا کلی، کوکسی‌های گرم مثبت از نوع استافیلوکوک و میکروکوک، باسیل‌های گرم مثبت مولد هاگ از نوع باسیلوس، باسیل‌های گرم مثبت و گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل
۳۱	پلیس راه قوچان	۰	۲۱۰	کوکسی‌های گرم مثبت از نوع استافیلوکوک و میکروکوک، باسیل‌های گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل، قارچ آسپرزیلوس
۱۳	دانشگاه فردوسی	۰	۲۹۲۵	کلیفرم‌های غیر مدفوعی از نوع اروباکتر، باسیل‌های گرم مثبت از نوع کلستریدیوم، باسیل‌های گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل
۹	میدان جمهوری	۰	۱٤٤۰۰	کوکسی‌های گرم مثبت از نوع دیپلوکوک، باسیل‌های گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل، باسیل‌های گرم مثبت از نوع کلستریدیوم
۱۰	سیدی- سازمان موتوری شهرداری	۰	۳۰	کوکسی‌های گرم مثبت از نوع استافیلوکوک، باسیل‌های گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل، باسیل‌های گرم مثبت مولد هاگ از نوع باسیلوس
۷	روستای هدایت آباد	۰	۳۸۲۵	کوکسی‌های گرم مثبت از جنس استافیلوکوک، باسیل‌های گرم مثبت مولد هاگ از نوع باسیلوس، باسیل‌های گرم مثبت و گرم متغیر از نوع لاکتوباسیل
۱	ششصد دستگاه	۰	۱۰۰	کوکسی‌های گرم مثبت از نوع دیپلوکوک

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲ ـ میانگین منحنی‌های هم نیترات (میلی گرم در لیتر) دشت مشهد در فصول تابستان و پاییز ۱۳۸۰

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین آلودگی نیترات در شرق و جنوب شرقی دشت مشهد رخ داده است. این مناطق عمدتاً پرجمعیت می‌باشند. منشأ این آلودگی، فاضلاب‌های خانگی است. در محدوده غرب دشت مشهد غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی بسیار کم بوده و دارای مطلوب ترین منابع آب نسبت به سایر مناطق این دشت می‌باشد. مطالعات لشکری پور و غفوری (۱۳۸۱) از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ نیز نشان داد که میزان نیترات از ۰/۱۱ تا ٤٨٦ میلی‌گرم در لیتر تغییر کرده و در برخی نقاط شهری که در منطقه کشاورزی واقع نشده‌اند، آلودگی نیترات دارای منشأ فاضلاب خانگی و یا منابع غیرکود شیمیایی است.

نتیجه‌گیری

امروزه با افزایش جمعیت و پیشرفت زندگی صنعتی، مصرف آب به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته و منابع آب موجود در معرض آلودگی قرار دارند. از این رو جلوگیری از آلودگی زیست محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

آب زیرزمینی به عنوان مهم‌ترین منبع تأمین آب دشت مشهد در سال‌های اخیر در معرض آلودگی قرار گرفته است. نتایج تجزیه شیمیایی روی نمونه‌های آب زیرزمینی محدوده دشت مشهد تغییرات چشم‌گیری را در غلظت نیترات نشان می‌دهد. میزان تغییرات نیترات در نمونه‌های آزمایش شده از ۵/۳ تا ۷٤/٤ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است. زیاد بودن میزان نیترات در برخی نقاط شهری با توجه به این که در منطقه کشاورزی واقع نشده‌اند، دارای منشأ فاضلاب خانگی می‌باشد. میزان نیترات در محدوده‌هایی از دشت مشهد که سطح آب زیرزمینی بالا و تراکم جمعیت زیاد دارند و در خروجی آبخوان شهر مشهد واقع گردیده‌اند، زیاد است. با توجه به مخاطرات ناشی از افزایش غلظت نیترات در برخی از مناطق آبخوان دشت مشهد لزوم اجرای طرح‌های پیش‌گیری از آلودگی آب در چنین نقاطی ضروری است، بخصوص برای نقاطی که سطح آب زیرزمینی بالا است.

روش‌های پیشنهادی برای جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی دشت مشهد عبارتند از:

۱- ایجاد شبکه جمع‌آوری فاضلاب و احداث تصفیه خانه فاضلاب در شهر مشهد و شهرک‌های اقماری

۲- ایجاد شبکه جمع‌آوری فاضلاب و احداث تأسیسات تصفیه پساب صنعتی در کارخانه‌ها و یا انتقال کارخانه‌های قدیمی و احداث کارخانه‌های جدید در پائین‌دست مشهد (انتهای مسیر جریان آب زیرزمینی).

۳- حفر چاه‌های اکتشافی برای شناخت عمق و ضخامت لایه‌های آبدار و اقدامات ایمنی که بتواند از انتقال آلودگی آبخوان‌های مختلف به یکدیگر جلوگیری نماید. هم‌چنین تغییر محل دفن زباله‌ها، ایجاد حریم‌های لازم برای چاه‌های آب شرب و کاهش بهره‌برداری از آبخوان‌ها، جملگی از بار آلودگی آبخوان دشت مشهد می‌کاهد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از سازمان آب منطقه‌ای خراسان و دانشگاه صنعتی اصفهان به خاطر تأمین بودجه و امکانات اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱.بهراملو، ر. ۱۳۷٦. مدل ریاضی تعیین حریم چاه از آلو سازهای نقطه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۲۰۰ صفحه.

۲.ترحمی، ا. ۱۳۷٦. اثرات اقتصادی و اجتماعی افت سطح آب و نشست زمین بر اثر تخلیه بی‌رویه آب زیرزمینی در دشت مشهد. آب و توسعه ۱٦: ٥٤-٥٩.

www.SID.ir

Archive of SID

۳.جعفری ملک آبادی، ع. ۱۳۸۱. بررسی آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی استان اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱٤۷ صفحه.

٤.خزاعی، ا. ۱۳۸۰. تأثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیرزمینی زاهدان. آب و فاضلاب ۳۷: ۳۱-۳۷.

۵.عودی، ق. ۱۳۷۳. کیفیت آب آشامیدنی، انتشارات محقق، مشهد، ۱٤۷ صفحه.

٦.قهرمان، ب.، س. م. حسینی و ح. ر. عسگری. ۱۳۸۲. کاربرد زمین آمار در ارزیابی شبکه‌های پایش کیفی آب زیرزمینی. امیر کبیر، سال چهاردهم، شمارهٔ ۵۵: ۹۷۱-۹۸۱.

۷.لشکری پور، غ. و م. غفوری. ۱۳۸۱. بررسی وضعیت نیترات در آب‌های زیرزمینی مشهد. آب و فاضلاب ٤۱: ۲-۷.

۸.لطیف، م. ۱۳۸۱. بررسی آلودگی نیترات و منشأیابی آن در آب‌های زیرزمینی دشت مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷ صفحه.

۹.موسوی، س. ف. ۱۳۷٦. مطالعه آلودگی آب‌های زیرزمینی حاشیه رودخانه زاینده رود. آب و فاضلاب ۲٤: ۹-۲۱.

۱۰.مهدی نیا، س. م. و ش. نیک روش. ۱۳۸۱. بررسی میزان آلودگی شبکه توزیع آب شرب شهر دامغان به نیترات در بهار ۱۳۸۰. آب و فاضلاب ٤۳: ٦۰-٦۱.

۱۱.ولایتی، س. ۱۳۸۰. مطالعه کیفی بخش عمیق آبخوان دشت مشهد. گزارش پژوهشی، سازمان آب و فاضلاب مشهد، ۲۷۰ صفحه.

۱۲.ولایتی، س. و س. توسلی. ۱۳۷۰. منابع و مسائل آب استان خراسان. انتشارات آستان قدس رضوی، ۲۷۹ صفحه.

13.Freeze, R. A. and J. A. Cherry. 1979. Groundwater. Prentice-Hall, Inc., Englwood Cliffs, N. J., USA, 604 p.

14.Klaseus, T. G., G. C. Buzicky, and E. C. Schneider. 1988. Pesticides in groundwater: survey of selected wells. Minnesota Dept. of Health, Minneapolis, MN, USA, 95 p.

15.Lucey, K.J., and Goolsby, D.A. 1993. Effects of climatic variations over 11 years on nitrate-nitrogen concentrations in the Raccoon River, Iowa. J. Environ. Qual. 22: 38-46.

16.Self, J. R., and R. M. Waskom. 1992. Nitrates in drinking water. Service in Action, No. 0.517, Colorado State University Co-operative Extension, 5 p.

17.USEPA. 1990. Ground Water, Volume I: Ground Water and Contamination. Office of Research and Development, Washington, DC, USA, 144 p.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(2), June - July 2005
www.magiran.com/jasnr

Investigation of Nitrate pollution and sources in groundwater in Mashhad Plain

M. Latif[1], S. F. Mousavi[2], M. Afyuni[2] and S. Velayati[3]
[1]Former Graduate Student, [2]Faculty members, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. [3]Academic member, College of Literature, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

Abstract

Groundwater is the main source of water supply in many plains in Iran, including Mashhad plain. With increasing population and urban, industrial and agricultural activities, groundwater is exposed to pollution. Nitrate is one of the main contaminants in groundwater. The purpose of this study was to determine the nitrate pollution level and its origin in Mashhad plain. Fourty water wells were selected in different agricultural, industrial and urban regions of Mashhad plain. Sampling was performed monthly, for six months of July – December 2001. NO_3^-, EC, pH, TDS, CO_3^{-2}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{-2}, Ca, Mg, Na, K, BOD, COD and Coliforms were measured and compared with different standard limits. The results showed that nitrate concentration in some parts of the studied area was more than the maximum permissible level (45 mg/L). Mean nitrate concentration varied between 5.3 to 74.4 mg/L. Highest nitrate pollution was in urban and populated parts of city of Mashhad. Water wells in agricultural and industrial areas had desirable quality. Mean EC of water samples varied from 0.4 to 3.2 dS/m, TDS from 230 to 1995 mg/L and total hardness from 152 to 1037 mg/L. Nitrate concentration in Jomhori square, Seyedi and Sheshsad-dastgah areas were 74.4, 68.5 and 49 mg/L, respectively, and its origin was due to leakage of domestic wastewater into the groundwater.

Keywords: Ground water; Mashhad; Water quality; Nitrate pollution; Wastewater

www.SID.ir