Assessment of Groundwater Contamination from Nitrate in Mashad City

Lashkaripour, G.R. (Ph.D), Ghafoori**, M. (Ph.D)*
**University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, IRAN*
*** University of Ferdowsi Mashad, IRAN*

Abstract

Groundwater is one of the major sources in providing water supply for central and country side of many cities. Groundwater provide as much as 88% of total water consumption in Mashad. Nitrate contamination in groundwater resources originates mainly from excessive fertilizers and uncontrolled land discharges of treated wastewater. Nitrate can cause potential health hazards for infants and pregnant women, thus limiting the direct use of groundwater resources for human consumption in several parts of the world. The purpose of this study was to evaluate nitrate occurrence in groundwater sources of Mashad. The results of this study on different groundwater samples in different parts of the city showed that nitrate has increased in recent years and its value in some parts is more than 50mg/l. The nitrate pollution of groundwater was due to sanitary and industrial wastewater. This study showed that nitrate levels in groundwater over vast agricultural areas can be correlated with use of nitrogenous fertilizers.

بررسی وضعیت نیترات در آب‌های زیرزمینی مشهد

(دریافت ۸۰/۱۰/۵ پذیرش ۸۱/۲/۵)

غلامرضا لشکری پور* محمد غفوری**

چکیده

آب‌های زیرزمینی برای تأمین آب شرب و صنعتی در مناطق شهری از اهمیت زیادی برخوردارند. در شهر مشهد و حومه آن، مقدار قابل توجهی از آب مورد نیاز از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود. از حدود ۱۶۰ میلیون مترمکعب آب مصرفی این شهر در سال کمی بیش از ۱۴۰ میلیون مترمکعب و یا به عبارتی حدود ۸۸ درصد آن از آب‌های زیرزمینی استحصال می‌گردد. در سال‌های اخیر در بسیاری از شهرهای بزرگ به دلیل استفاده روزافزون از مواد شیمیایی محلول و هم‌چنین نشت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی به داخل سفره‌های آب زیرزمینی کیفیت آب‌های زیرزمینی به شدت کاهش یافته است. هدف از این تحقیق بررسی وضعیت نیترات به عنوان یک آلاینده مضر برای انسان در آب‌های زیرزمینی شهر مشهد می‌باشد. در این مقاله نتیجه بررسی‌های آزمایشگاهی روی نمونه‌های مختلف آب‌های زیرزمینی در نقاط مختلف شهر مشهد ارائه شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر غلظت نیترات در چاه‌های آب حفر شده در سفره آب زیرزمینی مشهد افزایش یافته و در برخی نقاط به بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. این افزایش عمدتاً 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 آن‌ها کودهای شیمیایی است.

مقدمه

رشد سریع شهر مشهد به عنوان یک قطب زیارتی، توریستی، صنعتی و دانشگاهی در سال‌های اخیر سبب گسترش و توسعه سریع این شهر روی سفره آزاد آن گردیده است. گسترش شهرها بر روی سفره‌های آزاد باعث ایجاد شرایط جدیدی می‌گردد. این شرایط شامل نشت فاضلاب‌های شهری به داخل سفره، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، تبدیل قسمت‌هایی از سطح زمین به سطوح نفوذناپذیر و تغییر سیستم طبیعی آبراهه‌ها می‌باشد. نتیجتاً این که گسترش شهرها کیفیت آب در آبخوان زیرین آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. میزان این تأثیرات به شرایط اقلیمی، هیدرولوژی، هیدروژئولوژی و شرایط اقتصادی ساکنان شهرها بستگی دارد [۱]. به طوری که گسترش شهری ممکن است باعث تغییر اساسی در کیفیت آب زیرزمینی مانند افزایش میزان شوری، ترکیبات ازت و فسفر و آلوده شدن میکروبی سفره گردد [۶ و ۷].

امروزه در خیلی از شهرهای کشورهای پیشرفته از منابع آب زیرزمینی آن‌ها به دلیل آلودگی ناشی از نفوذ فاضلاب خانگی و صنعتی استفاده نمی‌شود. عدم استحصال این آب‌ها و هم‌چنین تغذیه زیاد این آبخوان‌ها از منابع شهری سبب بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در این شهرها و ایجاد مشکلاتی برای سازه‌های شهری گردیده است [۸].

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در ارتباط با آلودگی آب زیرزمینی شهرهای ایران صورت گرفته است [۲ و ۳]. علاوه بر این، تأثیر گسترش شهری بر فرایند نیترات‌سازی مورد توجه قرار گرفته است [۴ و ۵]. علی‌رغم کوشش‌های نسبی که در چند ساله اخیر برای حفاظت منابع آب به عمل آمده است، به دلیل افزایش جمعیت و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی، توفیق چندانی در این راه حاصل نشده است. در این مقاله وضعیت نیترات آب‌های زیرزمینی آبخوان مشهد که متأثر از توسعه سریع شهر بر روی این آبخوان است مورد بررسی قرار می‌گیرد.

* گروه زمین‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

** گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

موقعیت و آب و هوای منطقه

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. رودخانه کشف‌رود از جهت شمال غرب به سمت جنوب شرق در دشت مشهد جریان دارد. در شکل ۱ حوضه آبریز کشف‌رود و موقعیت دشت مشهد نشان داده شده است. این حوضه از شمال به ارتفاعات هزار مسجد، از جنوب به ارتفاعات بینالود، از شرق به دشت نریمانی و از غرب به حوضه آبریز رودخانه اترک محدود می‌گردد. وسعت حوضه تا محل ایستگاه هیدرومتری النگ اسدی ۹۰۷۴ کیلومتر مربع می‌باشد که ۳۳۰۰ کیلومتر مربع آن دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه حوضه به ارتفاع ۳۰۹۲ متر به نام کوه گورزرد در ارتفاعات بینالود و پست‌ترین نقطه آن در محل خروجی دشت در ایستگاه النگ اسدی به ارتفاع ۸۸۰ متر قرار دارد.

آب و هوای منطقه بری و متنوع با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نسبتاً سرد می‌باشد. میزان نزولات جوی در ارتفاعات و در سطح شهر مشهد متفاوت می‌باشد. با استفاده از آمار ایستگاه‌های موجود، میزان متوسط بارندگی در ارتفاعات ۳۲۰ میلی‌متر و در سطح شهر مشهد ۲۵۶ میلی‌متر در سال برآورد گردیده است. میانگین نزولات جوی در حوضه آبریز کشف‌رود تا ایستگاه النگ اسدی ۲۹۴ میلی‌متر در سال تخمین زده شده است. ضمناً در طول دوره آماربرداری میزان تغییرات دمای شهر مشهد از حداقل ۲۸- سانتی‌گراد تا حداکثر ۴۳/۴ سانتی‌گراد در نوسان بوده است. متوسط تعداد روزهای یخبندان شهر مشهد ۱۰۴ روز و متوسط رطوبت نسبی ۵۶ درصد گزارش گردیده است.

منابع آب زیرزمینی

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 ۲۹۶ حلقه چاه عمدتاً در شمال غرب و غرب شهر و تعدادی در داخل شهر برای تأمین آب شرب شهر مشهد حفاری گردیده‌اند. از این چاه‌ها حدود ۱۴۰ میلیون مترمکعب آب در سال استحصال می‌گردد. در سال‌های خشکسالی میزان استحصال آب‌های زیرزمینی به دلیل کاهش آب ذخیره شده پشت سدهای کارده و طرق به حدود ۱۴۵ میلیون مترمکعب می‌رسد. لازم به یادآوری است که میزان آب مصرفی سالیانه شهر مشهد و حومه حدود ۱۶۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که حدود ۲۰ میلیون آن از سدهای طرق و کارده و بقیه از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌گردد.

شکل ۱- موقعیت دشت مشهد در حوضه آبریز کشف‌رود.

بررسی‌های ژئوفیزیک و حفاری‌های اکتشافی نشان دهنده تغییرات زیادی از نظر کمی و کیفی در سفره آب زیرزمینی مشهد می‌باشد. دلیل آن نوع رسوباتی است که از ارتفاعات شمالی و جنوبی دشت مشهد وارد آن می‌شود. در شمال، ارتفاعات آهکی و ماسه سنگی است و در جنوب سازندها عمدتاً از نوع آذرین شامل گرانیت مشهد و دگرگونی می‌باشند. بررسی‌ها نشان دهنده کیفیت بهتر آب‌های زیرزمینی در دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی و شمال شرقی است. شیب سفره از جنوب غرب به طرف شمال شرق است. با نزدیک شدن به شهر از عمق سطح آب زیرزمینی کاسته می‌شود. به طوری که سطح آب زیرزمینی در دامنه ارتفاعات جنوبی حدود ۱۵۰ متر و در حاشیه کشف‌رود به حدود ٦ الی ۷ متر کاهش می‌یابد. ضخامت لایه آبدار هم در محدوده دشت مشهد متغیر است و دامنه تغییرات آن از ۲۰ متر تا ۱۵۰ متر می‌باشد و به طور کلی هر چقدر از رودخانه کشف‌رود به طرف ارتفاعات کشیده شود این میزان کاهش می‌یابد. قابل ذکر است که در محدوده شهر مشهد این ضخامت بین ۲۰ تا ۱۰۰ متر متغیر است و این افزایش از سمت جنوب به طرف شمال دشت می‌باشد.

بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی دشت مشهد در سال‌های اخیر سبب شده است که سطح آب زیرزمینی به مرور پایین رود و مخزن با کسری مواجه شود. بیشترین افت سطح آب زیرزمینی در اراضی منزل‌آباد، قاسم‌آباد و طرق مشاهده گردیده است. افت سطح آب زیرزمینی و کم شدن ذخیره آبخوان این شهر یکی از عوامل مهم در افت کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

بررسی وضعیت نیترات در آب‌های زیرزمینی

نیتریت و نیترات یون‌هایی هستند که به عنوان بخشی از چرخه طبیعی ازت وجود دارند. بیش از نیم قرن از انتشار اولین گزارش‌های علمی در رابطه با اثرات بیماری‌زایی و مسمومیت نیترات آب‌های آشامیدنی می‌گذرد [۵]. امروزه هم‌چنان روند افزایش غلظت این آلاینده در منابع آب بسیاری از شهرها و جوامع صنعتی و نیمه صنعتی ادامه دارد.

مقدار نیترات به طور طبیعی در آب‌های زیرزمینی عموماً در حد چند میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. منابع آب با نیترات بیش از ۵۰ میلی‌گرم از نظر استانداردهای بهداشتی قابل شرب نمی‌باشند. وقتی مقادیر نیترات در آب آشامیدنی از ٤۵ میلی‌گرم در لیتر تجاوز کند آب آشامیدنی منبع اصلی تأمین نیترات بدن خواهد بود. در جاهایی که مقدار نیترات در آب آشامیدنی کم باشد سبزی‌ها منبع اصلی تأمین نیترات مورد نیاز بدن می‌باشند.

وجود آلاینده نیترات در آب‌های زیرزمینی می‌تواند از منابع مختلفی نظیر کودهای شیمیایی، رواناب‌های سطحی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری باشد [۹]. افزایش نیترات در آب‌های زیرزمینی به دلیل افزایش مصرف کودهای شیمیایی در بسیاری از نقاط جهان در سال‌های اخیر گزارش گردیده است [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱٤]. علاوه بر منابع آلاینده مصنوعی، نوع نهشته‌های زمین‌شناسی نیترات‌دار منطقه مانند لس‌های پلئستوسن که هرگز کود به آن‌ها اضافه نشده است هم می‌توانند در افزایش نیترات آب‌های زیرزمینی نقش داشته باشند [۱۵ و ۱٦]. به طور کلی منابع افزایش دهنده نیترات در آب‌های زیرزمینی را می‌توان به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود:

۱- کودهای شیمیایی
۲- چاه‌های فاضلاب خانگی
۳- دفع غیربهداشتی مواد زائد شهری
٤- نوع نهشته‌های زمین‌شناسی

از میان این چهار عامل منابع آلاینده کودهای شیمیایی، چاه‌های فاضلاب خانگی و عدم دفع بهداشتی مواد زائد شهری در سال‌های اخیر به دلیل افزایش جمعیت و استفاده از مواد شیمیایی به شدت افزایش یافته است.

مخاطرات ناشی از غلظت زیاد نیترات در آب آشامیدنی عبارتنداز : ابتلا به بیماری متموگلوبینمیا[1] [۱۷]، دیابت کودکان [۱۸]، احتمال تشکیل نیتروز آمین‌ها [۱۹] و سقط جنین در انسان و حیوان [۲۰]. علاوه بر این، ارتباط بین سرطان دستگاه گوارش و مثانه و میزان بالای نیترات در آب‌های مصرفی گزارش گردیده است. سیکدار و همکاران [۲۱] گزارش نمودند که آب‌های دارای نیترات و آلوده، برای انسان و حیوانات مضر بوده و نه تنها سبب متموگلوبینمیا می‌شوند بلکه ریسک ابتلا به سرطان را در انسان افزایش می‌دهند.

[1] Methemoglobinemia

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری نیترات آب‌های زیرزمینی در نقاط مختلف دشت مشهد.

شماره نمونه	محل نمونه‌برداری	منبع نمونه‌برداری	تاریخ نمونه‌برداری	نیترات (میلی‌گرم)
۱	حرم مطهر	شبکه	۸۰/۱/۲۸	۱٤/۷۵
۲	خیابان آبکوه	شبکه	۸۰/۱/۲۸	۸/٤۹
۳	لشکر ۷۷	چاه	۷۹/۸/۱۱	٦۲/۲
٤	پایگاه شهید کاوه	شبکه لوله‌کشی	۷۹/۸/۲۱	۱۷/۷۵
۵	روستای همت‌آباد	چاه	۷۹/۹/۱۵	۲۸/٦٦
٦	بیمارستان ۱۷ شهریور	ابتدای منبع	۷۹/۹/۱٦	۲۳/۱
۷	انبار نفت	چاه	۷۹/۹/۱۷	۱۵/۳٦
۸	کارخانه نان قدس رضوی	چاه	۷۹/۹/۱۹	۷/۲٦
۹	کارخانه کارتن مشهد	چاه	۷۹/۹/۲۳	۱۱/۱
۱۰	جاده قوچان- کنسرو رضوی	چاه	۷۹/۹/۲۹	۲٤/۱۵
۱۱	جاده قوچان- سه راه فردوسی	چاه رضا نخ	۷۹/۱۰/۵	۱٤/۲۱
۱۲	جاده شاندیز- مشهد نخ	چاه	۷۹/۱۰/۱۲	۲۹/٦۳
۱۳	جاده قوچان- سه راه فردوسی	چاه	۷۹/۱۰/۱۰	۲۳/۰۲
۱٤	جاده قوچان- چاه فرش	چاه	۷۹/۱۰/۱۲	۲۰/۳
۱۵	جاده شاندیز- مشهد نخ	چاه	۷۹/۱۰/۱٤	۲٤/۲
۱٦	شرکت خوشگوار	چاه	۷۹/۱۰/۱۰	۱۱/۱۳
۱۷	جاده شاندیز- کارخانه شناب	چاه	۷۹/۱۰/۱۷	۱۹/٤
۱۸	جاده قوچان- صنایع دفاع	چاه	۷۹/۱۰/۱۸	٤۲/۳۹
۱۹	جاده شاندیز- کارخانه ذوب فلزات	چاه	۷۹/۱۰/۲٤	۲۱/۱٤
۲۰	جاده کلات نرسیده به کارده	چاه	۷۹/۱۰/۲۵	۲۲/٦۲
۲۱	صنایع بسته بندی	چاه	۷۹/۱۱/٤	۲٦/٦
۲۲	کولر سازی امین- صنایع دفاع	چاه	۷۹/۱۱/۵	۵۹/٦۲
۲۳	شرکت منیزیت ایران	شبکه لوله‌کشی	۷۹/۱۱/۱۵	۱۵/۷۵
۲٤	نیروگاه طوس	چاه	۷۹/۱۱/۲۷	٦/۸٤
۲۵	شرکت خوشگوار	چشمه	۷۹/۱۲/۱٤	۰/۱۳
۲٦	کارخانه دوغ گازدار	شبکه	۷۹/۱۲/۲۲	۰/۱۱
۲۷	بیمارستان فاطمیه	چاه	۷۸/۱/۳۰	۸۹/۲
۲۸	کارخانه آرد با برکت	چاه	۷۸/۱/۳۱	۸۳/۸
۲۹	شهرک صنعتی سنگ بست	چاه عمیق	۷۸/۲/۱۵	۸۸/٤
۳۰	باغ وحش وکیل‌آباد	چاه	۷۸/۲/۲۵	۸۸/۷
۳۱	یخ سازی شرق- بلوار سازمان آب	چاه	۷۸/۳/۱۹	۱۱٤/۹
۳۲	بلوار دوم طبرسی- خیابان ۳۳	چاه	۷۸/۵/۲۱	۵۷/۷
۳۳	سیدی	چاه صنایع دفاع	۷۸/۸/۲	۱۰۱/۳
۳٤	کارخانه آرد رضا- جاده فریمان	چاه	۷۸/۹/۱۳	٤۸٦
۳۵	راه‌آهن	چاه منزل	۷۸/۱۰/۲۸	۷۰/٤
۳٦	جاده سنتو- مرکز تلفن ثامن‌الائمه ناجا	چاه	۷۸/۱۱/۱۳	۵۸/۹
۳۷	آب شرب بیمارستان هاشمی‌نژاد	شبکه لوله‌کشی	۷۷/۱/۱۸	۵۰/۵
۳۸	آب شرب کارخانه ظریف	چاه	۷۷/۲/۲۹	۵۸/٤
۳۹	آب شبکه شهرک انقلاب	چاه	۷۷/٤/۱	۵۷/۸
٤۰	شهرک انقلاب	چاه	۷۷/٤/۱٤	۵۷/۸
٤۱	چاه شماره ۱ نیروگاه مشهد	چاه	۷۷/۵/۱٤	۷۸
٤۲	چاه شماره ٦ نیروگاه مشهد	چاه	۷۷/۵/۱٤	٦۲/۲
٤۳	کارخانه آرد با برکت- جاده سنگ بست	چاه		۷۸/٤
٤٤	شبکه لوله‌کشی میدان بار رضوی	چاه	۷۷/۷/۲۷	۸۳/۸
٤۵	چاه آب سیدی	چاه	۷۷/۸/۵	۱۰۱/۲

نتایج و بحث

برای بررسی وضعیت نیترات آب زیرزمینی مشهد، روی ٤۵ نمونه از آب‌های زیرزمینی این شهر در نقاط مختلف اندازه‌گیری نیترات صورت گرفته است. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج این بررسی نشان داد که در چاه‌هایی که در محدوده زمین‌های کشاورزی واقع شده‌اند افزایش مقدار نیترات به دلیل توسعه فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد. از آن جمله می‌توان به چاه کارخانه آرد رضا در جاده فریمان با میزان نیترات ٤۸٦ میلی‌گرم در لیتر اشاره نمود. بالا بودن غلظت نیترات

در چنین چاه‌هایی و هم‌چنین پایین بودن نسبت Cl/NO_3 در این چاه‌ها تأیید کننده منشأ آلودگی توسط کودهای شیمیایی است.

مکلی و همکاران [۱۴] ضمن تحقیقاتی در سال ۲۰۰۱ در کشور نیوزیلند در ارتباط با تأثیر زمین‌های کشاورزی که در آن‌ها از کودهای شیمیایی استفاده شده روی آب‌های زیرزمینی به این نتیجه رسیدند که این تأثیرات بیشتر بر روی سفره‌های آب زیرزمینی سطحی است. بیشترین تأثیر را بر کیفیت آب‌های زیرزمینی نقاطی مشاهده نمودند که سطح آب زیرزمینی در کمتر از ۳۰ متر از سطح زمین قرار داشت. در محدوده شهر مشهد هم این موضوع کاملاً محسوس می‌باشد. مثلاً در محدوده بیمارستان فاطمیه که در نزدیک کشف‌رود و خروجی آب زیرزمینی شهر قرار دارد و سطح آب زیرزمینی در این محدوده بین ۲۰ تا ۲۵ متر می‌باشد، میزان نیترات ۸۹/۲ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است (جدول ۱).

محدوده سیدی در سطح شهر مشهد نیز از جمله نقاطی است که میزان نیترات آن بالا بوده و به بیش از ۱۰۰mg/l می‌رسد (جدول ۱). بالا بودن میزان نیترات در این محدوده را می‌توان بدین صورت توجیه نمود که منطقه سیدی بر روی مخروطه افکنه‌ای واقع گردیده است که دارای نفوذپذیری بالا می‌باشد. لذا 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 می‌باشد که این عامل در افزایش نیترات ناشی از آلودگی فاضلاب نقش مهمی ایفا می‌نماید.

کمترین مقدار نیترات در دشت مشهد در قسمت غربی دشت اندازه‌گیری گردیده است. در این محدوده که در ورودی آبخوان قرار دارد، 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 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 ۰/۱۱mg/l مربوط به آب کارخانه دوغ گازدار در جاده شاندیز می‌باشد (جدول ۱).

لذا از مهمترین علل افزایش نیترات در سال‌های اخیر در آب زیرزمینی مشهد می‌توان به نشت فاضلاب‌های خانگی به آب‌های زیرزمینی و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی اشاره نمود. زیرا با توجه به این که جهت حرکت آب‌های زیرزمینی از غرب به شرق می‌باشد و لیتولوژی در سمت غرب فیلیت و در شرق مارن و ماسه سنگ است و تغییرات لیتولوژی مهمی در نقاط مختلف شهر دیده نمی‌شود، لذا ارتباط فراوانی غلظت نیترات با لیتولوژی منتفی می‌باشد. آلودگی نیترات با منشأ کود شیمیایی بیشتر در حاشیه شهر و در زمین‌های کشاورزی مشاهده می‌گردد. در صورتی که منشأ اصلی بالا بودن میزان نیترات در برخی نقاط شهر مانند سیدی و بلوار سازمان آب با توجه به این که در منطقه کشاورزی واقع نشده‌اند، آلودگی فاضلاب 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 سبب گردیده تا کیفیت شیمیایی، خصوصاً در نقاطی که از تغذیه خوبی برخوردار نمی‌باشد، به مرور کاهش یابد و بر میزان نیترات افزوده گردد.

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 همین رو جلوگیری از آلودگی زیست محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

آب زیرزمینی به عنوان مهمترین منبع تأمین آب شهر مشهد و حومه در سال‌های اخیر در معرض آلودگی شیمیایی قرار گرفته است. نتایج تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌های آب زیرزمینی محدوده مورد مطالعه تغییرات قابل ملاحظه‌ای در غلظت نیترات را نشان می‌دهد. میزان تغییرات نیترات در نمونه‌های آزمایش شده از ۰/۱۱ تا ۴۸۶ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شده است.

با توجه به تغییرات کم لیتولوژی در دشت مشهد، ارتباط فراوانی غلظت نیترات در آب‌های زیرزمینی با لیتولوژی منتفی می‌باشد. بالا بودن میزان نیترات در برخی نقاط شهری با توجه به این که در منطقه کشاورزی واقع نشده‌اند، دارای منشأ آلودگی فاضلاب خانگی و یا منابع غیر کود شیمیایی هستند. بالا بودن میزان نیترات در محدوده‌هایی از شهر مشاهده شده که سطح آب زیرزمینی بالا، تراکم جمعیت زیاد و در موقعیت خروجی آب زیرزمینی شهر واقع گردیده‌اند.

بالا بودن غلظت نیترات در برخی چاه‌ها که در زمین‌های کشاورزی حاشیه شهر قرار دارند و هم‌چنین پایین بودن نسبت Cl/NO_3 در این چاه‌ها نشان دهنده منشأ آلودگی توسط کودهای شیمیایی است.

با توجه به مخاطرات ناشی از افزایش غلظت‌های زیاد نیترات در برخی از مناطق سفره زیرزمینی مشهد لزوم اجرای طرح‌های پیش‌گیری از آلودگی آب در چنین نقاطی ضروری است، خصوصاً برای نقاطی که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و بیشتر در معرض آلودگی قرار دارند.

منابع و مراجع

۱- خزایی، ا. (۱۳۸۰)، " تأثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیرزمینی زاهدان"، مجله آب و فاضلاب شماره ۳۸، صفحات ۳۷-۳۱.

۲- رقیمی، م. و سید خاتمی، س.م. (۱۳۸۰)، " بررسی میزان نیترات و کلراید در آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: شهر گرگان)". مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحات ۷۴۲-۷۲۳.

۳- رخشنده‌رو، غ. و بشارت‌نیا، آ. (۱۳۸۰). " بررسی پارامترهای پخش آلودگی در آب‌های زیرزمینی، مطالعه موردی محل دفن زباله شیراز"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحات ۶۴۸-۶۳۹.

۴- غنی‌زاده، ق. و یزدانبخش، ا.ر. (۱۳۷۹). " تأثیر عوامل محیطی و کیفیت فاضلاب بر فرآیند نیترات سازی"، مجموعه مقالات سومین همایش کشوری بهداشت محیط، جلد دوم، صفحات ۶۵۴-۶۴۵.

۵- ترابیان، ع.، غفارزاده، م. و امین‌زاده، ب. (۱۳۷۹). " دنیتریفیکاسیون آب آشامیدنی با استفاده از راکتورهای بیولوژیک با بستر ثابت و جریان رو به بالا"، آب و فاضلاب، شماره ۳۶، صفحات ۱۷-۱۲.

6- Foster, S.S.D., Morris, B.L. and Chilton, P.J. (1999). *" Groundwater in Urban Development : A Review of Linkage and Concerns"*, IAHS Publication, No. 259.

7- Foster, S.S.D., (2001). *" The Interdependence of Groundwater and Urbanisation in Rapidly Developing Cities"*, Journal of Urban Water, 3:209-215.

8- Lemer, D.N. (2001). *"Urban Groundwater- an Asset for the Sustainable City"*, Journal of European Water Pollution Control, 6:43-51.

9- Canter, L. (1997). *" Nitrates in Ground Water"*, CRC Press Inc.

10- Townsend, M. A., Sleezer, R. O., and Macko, S.A. (1996). *" Effects of Agricultural Practices and Vadose Zone Stratigraphy on Nitrate Concentration in Ground Water in Kansas, USA"*, Journal of Water Science and Technology, 33:219-226.

11-Gross, M.J., Barry, D.A.J. and Rudolph, D.L. (1998). *"Contamination in Ontario Farmstead Domestic Wells and its Association with Agriculture : 1. Results from Drinking Water Wells"*, Journal of Contaminant Hydrology, 32:267-293.

12- Agrawal, G.D., Lunkad, S.K. and Malkhed, T. (1999). *"Diffuse Agriculture Nitrate Pollution in India"*, Journal of Water Science and Technology, 39: 67-75.

13- Hudak, P.F. (2000). *"Regional Trends in Nitrate Content of Texas Groundwater"*, Journal of Hydrology, 228:37-47.

14-McLay, C.D.A., Dragten, R., Sparling, G. and Selvarajah, N. (2001). *"Predicting Groundwater Nitrate Concentrations in a Region of Mixed Agricultural land use: a Comparison of three Approaches"*, Journal of Environmental Pollution, 115:191-204.

15-Boyce, J.S., Muir, J., Edwards, A.P., Seim, E.C. and Olson, R.A. (1976). *"Nitrogen on Pleistocence Loeses of Nebraska"*, J. Envir. Qual. 5:93-96.

16- Follett, R.F., Gupta, S.C. and Hunt, P.G. (1987). *"Relation to the Management of plant Nutrients for Crop Production"*, Soil Science Society of America, Special Publication, No. 19,51p.

17- Walton, G. (1951). *" Survey of Literature of Infant Methemoglobinemia due to Nitrate Contaminated Water"*, Am. Journal Publ. Health 41:1989-1999.

18- Parslow, R.G., McKinne, Y.P.A., Law, G.R., Staines, A., William, S.A. and Bondansky, H.J. (1997). *"Incidence of Childhood Diabets Mellinus in Yourk Shire Northern England is Associated with Nitrate in Drinking Water, an Ecological Analysis"*, Diabetologia, 40:550-556.

19- APS, T. (1990). *"Health Hazard of Nitrate in Drinking Water"*, SA, 17:1-77.

20- MMWR Morb Mortal Wkly Rep. (1996). *"Spontaneous Absorbtions Possibly Related to Ingestion of Nitrate Contaminated Well Water, LaGrange Indiana 1991-1994, County"*, 45:569-572.

21- Sikdar, P.K., Sarkar, S.S. and Palchoudhury, S. (2001). *"Geotechnical Evaluation of Groundwater in the Quaternary Aquifer of Calcutta and Howrah, India"*, Journal of Asian Earth Sciences, 19:579-594.