

نقش توسعه شهری بر آلودگی سفره آب زیرزمینی شهر مشهد

علی جعفری قریه‌علی^۱، ناصر حافظی مقدس^۲، غلامعباس کاظمی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آشناسی دانشگاه صنعتی شاهرود

۲و۳- استادیار دانشکده علوم دانشگاه صنعتی شاهرود

Email: alijafari_84@yahoo.com

چکیده:

افزایش سریع وسعت و جمعیت شهر مشهد در طی چند دهه گذشته از یک طرف سبب برداشت زیاد از منابع آب زیرزمینی شده و از طرف دیگر تخلیه فاضلاب شهری به سفره آب زیرزمینی آلودگی سفره آبرفتی زیر شهر مشهد را به همراه داشته است. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که غلظت نیترات در برخی از قسمتهای شهر به خصوص در مناطق با بافت خاک درشت‌دانه به چند برابر حد مجاز رسیده است. همچنین غلظت یونهای فسفات حداکثر به ۲/۷۲ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد که نشان‌دهنده آلودگی سفره آب زیرزمینی با فاضلاب خانگی می‌باشد. نتایج تجزیه میکروبی نیز نشان‌دهنده افزایش میزان کلیفورم به حداکثر ۱۷۰ کلیفورم مدفوعی در صد میلی‌لیتر می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر چاههای آلوده در محدوده گسترش شهر در طی سالهای ۱۳۶۵-۱۳۶۵ قرار دارند به نظر می‌رسد آلودگی سفره از سال ۱۳۶۵ به بعد تشدید شده است.

واژگان کلیدی: فاضلاب شهری، مشهد، بافت خاک، غلظت نیترات، فسفات، کلیفورم مدفوعی

مقدمه

آلودگی آب زیرزمینی در نواحی شهری از منابع مختلف ترکیبات شیمیایی آلی و غیرآلی از منابع مختلف برای مثال هوای آلوده، بارش و نشت از آسفالت خیابانها، روشهای نادرست در دفع مواد زائد، سرب خارج شده از اکروز اتومبیلها، دفع نادرست صنایع داخلی و مکانهای صنعتی و تجاری (Novonty, 1998). همچنین آفت‌کش شهری یک مسئله مهم در آلودگی می‌باشد (Grier, 1981-1982). در نواحی شهری نشت فاضلاب شهری عامل اصلی در آلودگی سفره‌های زیر شهرها می‌باشد (Owe, et al. 1982). اثرات ناشی از شهرسازی بر منابع آبهای زیرزمینی یکی از موضوعات مهم زیست‌محیطی و مورد علاقه تحقیق در سالهای اخیر می‌باشد (Cronin et al, 2003, Morris et al. 1994; McFarlane 1984). مشکل آلودگی آب زیرزمینی در شهرهای واقع بر سفره‌های آبرفتی شدیدتر می‌باشد. بطور طبیعی سفره‌های آبرفتی آلودگی وارده به سفره را کاهش می‌دهند اما در صورتی که حجم آلودگی وارده بیش از ظرفیت تصفیه طبیعی خاک باشد، موجب آلودگی منابع آب زیرزمینی خواهد شد. قدرت تصفیه خاک به نفوذپذیری خاک، دبی فاضلاب ورودی، ضخامت منطقه غیراشباع، شدت آلودگی و غیره خواهد داشت. در شهرهایی که فاقد شبکه گردآوری فاضلاب می‌باشند و پساب خانگی مستقیماً به آبرفت وارد می‌شود و به مرور زمان قدرت تصفیه‌کنندگی خاک کاهش یافته و آب آلوده به سفره آب زیرزمینی وارد خواهد شد. افزایش سطح آب و کاهش ضخامت منطقه غیر اشباع از جمله دلایل دیگر گسترش سریع آلودگی می‌باشد. آلودگی با منشأ فاضلاب خانگی سبب افزایش غلظت یون فسفات، کلراید، نیترات و نیتريت و باکتریهای کلیفورم در آب زیرزمینی خواهد شد. در مناطق شهری کشتارگاهها، قبرستانهای قدیمی و محلهای قبلی دپوی زباله از جمله مناطق شدید آلوده می‌باشد. در اطراف قبرستانها معمولاً غلظت یون فسفات خیلی بیشتر از سایر مناطق شهر می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی علت آلودگی سفره آب زیرزمینی شهر مشهد می‌باشد. از آنجایی که تعداد قابل توجهی از چاههای آب شرب شهری در داخل محدوده شهر مشهد هستند آلودگی تدریجی



آب زیرزمینی، چاههای آب شرب شهری را که در داخل شهر هستند، تهدید می‌کند. میزان آب مصرفی شهر مشهد و حومه حدود ۱۸۰ میلیون متر مکعب می‌باشد که حدود ۲۰ میلیون آن از سدهای طرق و کارده و بقیه از آبهای زیرزمینی تأمین می‌شود.

سفره آب زیرزمینی شهر مشهد و جمعیت شهری

شهر مشهد به عنوان مرکز استان خراسان رضوی مابین رشته کوه هزار مسجد و بینالود در منتهی الیه دشت مشهد در ارتفاع حدود ۹۶۰-۱۱۱۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. وسعت این شهر حدود ۲۰۰ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۹۸۰ متر است. همچنین شهر مشهد از نظر هیدرولوژیکی جزء دشت مشهد و حوضه آبریز رودخانه کشف رود می‌باشد. آب و هوای منطقه بری و متنوع با تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای نسبتاً سرد می‌باشد. شهر مشهد با جمعیتی در حدود ۲,۲ میلیون نفر و ۱۳ میلیون زائر و مسافر در سال دومین شهر پر جمعیت ایران است. نتایج آزمایش‌های پمپاژ ۳۹ حلقه چاه نشان می‌دهد که قابلیت انتقال (T) آبخوان از ۲۶ تا ۲۲۶۱ متر مربع در روز تغییر می‌کند. ضریب ذخیره (S) نیز از ۰/۲ تا ۱۱ درصد متفاوت است. تغییرات ضرایب هیدرودینامیکی سبب تغییرات آبدهی چاهها می‌گردد. به طوری که دبی چاههای عمیق در نقاط مختلف از ۲۵ تا ۱۱۰ لیتر در ثانیه متفاوت است (لطیف، ۱۳۸۱).

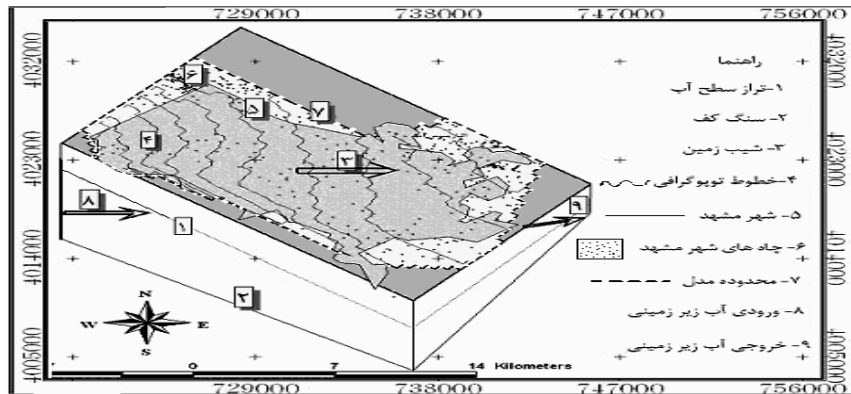
جهت جریان آب زیر زمینی عمدتاً از جهت جریانهای سطحی و شیب توپوگرافی تبعیت نموده و بر همین اساس جهت جریان آب زیرزمینی در شهر مشهد مانند دشت مشهد از غرب به شرق است. شیب سفره در دشت مشهد از جنوب غرب به طرف شمال شرق است و با نزدیک شدن به شهر از عمق سطح آب زیرزمینی کاسته می‌شود. در شکل ۱- شماتیکی از آبخوان شهر مشهد آمده است، محدوده شهری و چاههای موجود در شهر مشخص شده است.

اولین سرشماری رسمی مشهد در سال ۱۳۱۹ به عمل آمد که جمعیت مشهد در آن زمان ۱۷۶۴۷۱ نفر اعلام شد. جمعیت شهر در سال ۱۳۳۵ به ۲۴۱۹۸۹ نفر رسید. شهر مشهد از دهه ۱۳۴۰ وارد مرحله شهر نشینی سریع شده است. به نحوی که در هر ده سال جمعیت آن نزدیک به دو برابر شده است. سرشماری سال ۱۳۶۵ نشان می‌دهد که جمعیت شهر به ۱۴۶۳۵۰۸ نفر رسیده است. در این دهه شهر به لحاظ کالبدی توسعه چشمگیری پیدا کرده و دو شهرک گلشهر و ساختمان همراه با ۳۱ آبادی و کارگاه به محدوده شهر پیوستند. طبق آمار اخذ شده، جمعیت مشترکان شرکت آب و فاضلاب مشهد در سال ۱۳۸۳ بیش از دو میلیون و چهارصد هزار نفر برآورد می‌شود. مهمترین عواملی که این تغییرات را باعث گردید عبارتند از:

۱- هجوم روستائیان به سوی شهر

۲- سرازیر شدن سیل مهاجران از داخل و خارج کشور بخاطر موقعیت خاص آن

۳- عدم اجرای سیاستهای کنترل جمعیت و در بعضی موارد اجرای سیاستهای تشویقی.



شکل ۱) بلوک دیاگرام شماتیکی آبخوان شهر مشهد (علیزاده، ۱۳۸۳)

تجزیه و تحلیل نتایج

غلظت نیترات

نیترژن عنصر اصلی برای همه ارگانسیم ها است (Green and Shelef, 1993) و منشأ اصلی آن از نیترژن اتمسفر می باشد. آلودگی نیترا ته توسط فعالیتهای بشری رخ می دهند (Levallois, 1998 and Williams et al., 1998). زائده های صنعتی و شهری منشأ اصلی بوجود آورنده ترکیبات نیترژن در آب هستند (Staver and Brinsfield, 1998). الگو و شکل و هیدرولوژی سفره فاکتورهایی که باعث توسعه آلودگی در سفره می شوند. نیتريت (NO_2) و نیترات (NO_3) بر حسب میلی گرم در لیتر بر حسب ازت بیان می شود. کل ازت اکسید شده برابر با ازت نیتريت و نیترات است. نیتريت مرحله میانی اکسایش ازت در اکسید شدن بیوشیمیایی آمونیاک و تبدیل آن به نیترات است. غلظت نیترات در این نمونه ها در محدوده ۲۰۲-۲۰ متغیر می باشد. بیشترین میزان آن در چاههای شماره ۱ و ۲ و ۴ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۳ و ۱۵ و ۱۶ و ۲۳ و ۲۶ و ۲۷ می باشد، که بیشتر این چاهها در محدوده توسعه شهر از سال ۱۳۶۵ به بعد وجود دارند چاه شماره ۲۳ در نزدیک قبرستان قدیمی واقع شده لذا به این علت میزان نیترات آن بالا می باشد. غلظت نیترات در دشت مشهد تا ۴۸۶ میلی گرم در لیتر گزارش شده است. میزان نیترات در سد کارده که یکی از منابع تأمین آب مشهد ۵/۸ می باشد و مبنای مقایسه در نظر گرفته شده است.



جدول ۱) نتایج تجزیه شیمیائی آب زیرزمینی شهر مشهد

شماره چاه	دما (°C)	EC	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₃ /Cl	SO ₄ /Cl
۱	۱۶/۲	۱۷۵۶	۸	۳۶۰	۱۲۷	۴۰۸	۸۴	۸۷	۱۴۷	۰/۵۷	۱۶۰	۱/۲۵	۳/۲
۲	۱۵/۶	۲۶۳۰	۸/۲	۱۵۸	۲۶۶	۷۹۶	۱۶۶	۸۶	۲۵۵	۰/۶۷	۱۰۹	۰/۴۱	۳
۳	۱۷/۶	۱۹۸۰	۷/۸	۵۳۶	۲۸۰	۱۷۲	۱۵۰	۶۵	۱۶۸	۰/۱۸	۷۰	۰/۲۵	۰/۶
۴	۱۶	۵۷۹۰	۸	۳۳۵	۴۹۰	۱۸۸۶	۵۹۰	۱۶۸	۳۱۰	۰/۴۱	۱۳۸	۰/۲۸	۳/۸
۵	۱۵/۹	۱۲۱۶	۸/۲	۳۴۷	۱۲۴	۱۵۸	۴۰	۳۲	۱۷۷	۰/۸۹	۳۴	۰/۲۷	۱/۳
۶	۱۷	۶۲۷	۸/۳	۲۰۷	۵۳	۷۲	۶۰	۲۴	۳۴	۰/۳	۴۱	۰/۷۷	۱/۴
۷	۱۸	۵۷۸	۸/۱	۲۱۳	۴۶	۶۷	۴۲	۱۴	۶۴	۰/۴۲	۲۴	۰/۵۳	۱/۴
۸	۱۵	۲۲۰۰	۷/۷	۱۶۴	۲۶۶	۶۱۴	۱۵۸	۷۳	۲۱۱	۰/۳۸	۱۵۲	۰/۵۷	۲/۳
۹	۱۴	۳۲۰۰	۷/۹	۲۵۶	۳۸۷	۸۴۵	۲۲۰	۹۶	۳۱۰	۰/۵۲	۷۸	۰/۲۰	۲/۲
۱۰	۱۷/۱	۴۳۵۰	۷/۹	۲۰۱	۳۱۶	۱۵۲۶	۲۹۰	۱۵۶	۳۵۶	۰/۲۲	۲۰۲	۰/۶۴	۴/۸
۱۱	۱۸/۲	۱۶۰۲	۷/۷	۴۲۷	۱۲۷	۲۷۸	۱۰۰	۶۰	۱۴۵	۱/۵۴	۱۳۱	۱/۰۳	۲/۲
۱۲	۱۹	۱۱۷۹	۷/۵	۳۱۷	۱۵۶	۱۰۱	۱۰۶	۲۶	۱۰۱	۲/۷۲	۴۵	۰/۲۹	۰/۶
۱۳	۱۵	۱۰۸۳	۷/۳	۳۳۵	۸۸	۱۴۴	۹۴	۲۲	۱۰۱	۱/۷۷	۶۸	۰/۷۷	۱/۶
۱۴	۱۶	۱۶۷۲	۷	۶۵۸	۱۸۱	۵۳	۱۱۸	۵۶	۱۴۵	۲/۰۶	۴۱	۰/۲۳	۰/۲۹
۱۵	۱۷	۱۳۵۵	۷/۳	۲۹۹	۱۲۴	۲۵۴	۱۰۸	۴۸	۹۷	۰/۸	۶۵	۰/۵۲	۲/۱
۱۶	۱۶/۷	۱۶۰۵	۷/۳	۳۵۳	۱۶۳	۲۸۸	۱۵۲	۳۴	۱۳۶	۰/۷۵	۱۶۱	۰/۹۹	۱/۸
۱۷	۱۵/۹	۱۰۲۷	۷/۵	۳۵۴	۶۴	۱۲۹	۵۸	۳۱	۱۱۳	۰/۸۹	۳۹	۰/۶۱	۲/۲
۱۸	۱۴	۸۶۲	۷/۱	۳۳۵	۶۴	۷۷	۸۰	۳۰	۵۳	۱/۰۲	۳۴	۰/۵۳	۱/۲
۱۹	۱۴/۹	۶۸۶	۷/۹	۲۳۱	۵۷	۷۷	۵۴	۱۹	۶۰	۱/۰۸	۲۶	۰/۴۷	۱/۳
۲۰	۲۱	۷۰۸	۷/۷	۲۵۰	۵۷	۸۲	۵۸	۱۶	۷۱	۰/۹۸	۲۰	۰/۳۶	۱/۴
۲۱	۱۷	۱۳۷۱	۷/۱	۴۲۰	۱۴۲	۱۴۹	۱۲۸	۱۴	۱۴۵	۰/۷۲	۲۲	۰/۱۶	۱/۱
۲۲	۱۷/۶	۱۷۲۷	۷/۱	۴۶۳	۱۸۸	۲۲۱	۱۶۲	۲۸	۱۶۱	۱/۰۳	۹۹	۰/۵۳	۱/۱
۲۳	۲۰	۱۹۶۰	۷	۵۸۵	۲۰۲	۲۲۵	۱۶۰	۵۰	۱۷۷	۱/۲۷	۱۰۹	۰/۵۴	۱/۲
۲۴	۱۹	۱۱۶۰	۷/۵	۲۶۲	۱۳۱	۱۷۷	۱۱۰	۳۰	۸۳	۱/۰۹	۵۱	۰/۳۹	۱/۳
۲۵	۱۸	۱۰۱۵	۷/۸	۱۶۵	۱۱۴	۲۲۵	۹۴	۴۰	۶۲	۰/۲۲	۲۷	۰/۲۴	۲/۱
۲۶	۱۷/۸	۱۹۶۷	۸/۱۰	۱۴۰	۱۵۶	۶۳۸	۱۴۶	۴۷	۲۰۰	۰/۹۹	۱۱۰	۰/۷	۴/۱
۲۷	۱۷	۳۰۱۰	۷/۶۰	۱۳۴	۲۰۹	۱۰۸۹	۲۲۸	۸۰	۲۸۷	۰/۱۶	۱۱۶	۰/۵۵	۵/۲
۲۸	۱۸	۲۱۰۰	۷	۳۳۵	۱۶۷	۵۴۲	۱۶۶	۶۲	۱۸۱	۰/۲۷	۳۹	۰/۲۳	۳/۲
۲۹	۱۷	۲۱۴۳	۸/۱۰	۱۱۶	۸۲	۳۲۶	۴۲	۳۷	۱۳۱	۰/۱۹	۶۳	۰/۷۷	۴
۳۰	۱۸	۱۸۸۴	۷	۵۴۹	۱۸۱	۲۵۹	۱۰۰	۵۲	۲۳۰	۰/۱۹	۲۲	۰/۱۲	۱/۴
ورودی سد کارده یکی از منابع تامین آب مشهد											۰/۱۹	۵/۸	

(واحد ها بر حسب mg/l می باشند بجز EC که بر حسب $\mu\text{S}/\text{cm}$ می باشد.)

غلظت کلراید

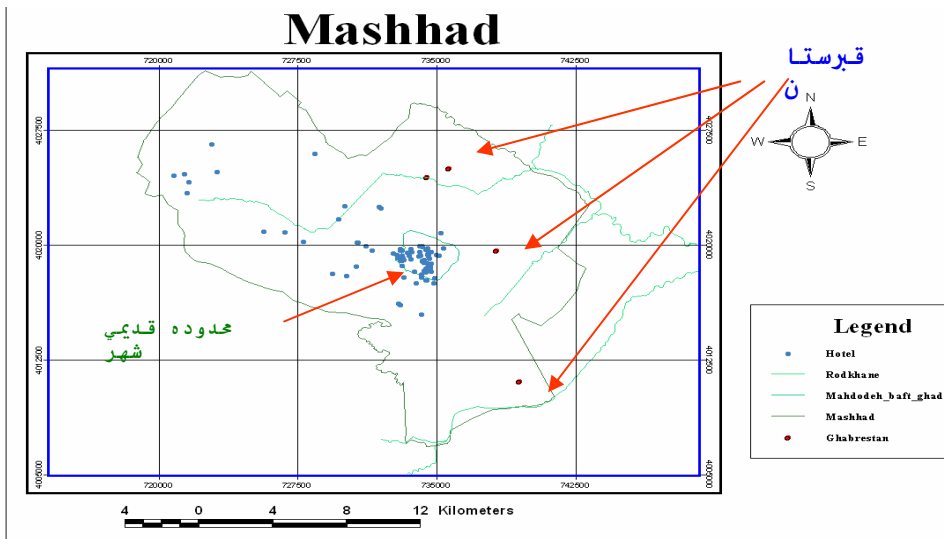
کلراید یک یون محافظه کار است و منبع آن از فاضلاب خانگی است. همچنین میزان کلراید در محدوده ۴۹۰-۴۶ متغیر می باشد که بیشترین میزان کلراید در چاههای شماره ۲ و ۳ و ۴ و ۸ و ۹ و ۱۰ می باشد. در حالیکه میزان استاندارد آن باید ۲۵۰ میلی گرم در لیتر باشد. بیشتر چاههای با کلراید بالا در محدوده گسترش شهری بعد از سال ۱۳۶۵ قرار گرفته اند.

غلظت سولفات

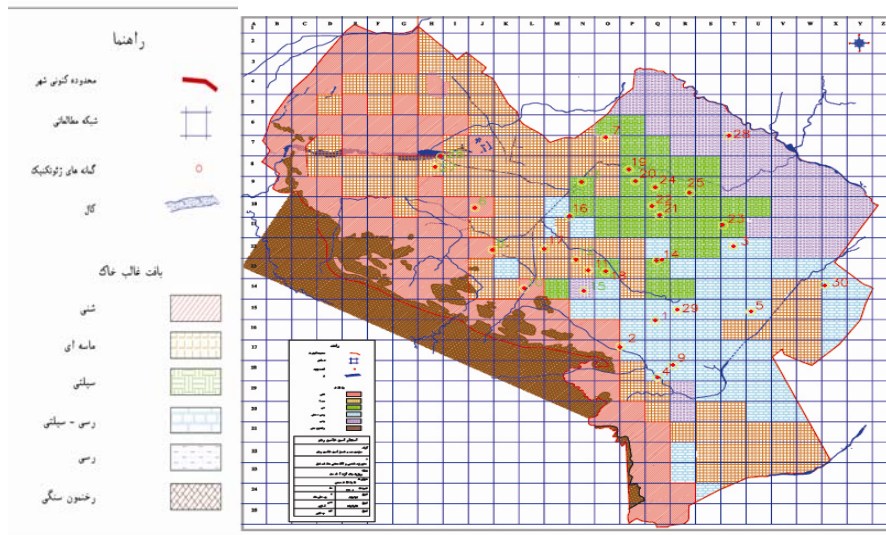
همچنین میزان سولفات در محدوده ۱۸۸۶-۵۳ متغیر می باشد بیشترین میزان سولفات در چاههای شماره ۱ و ۲ و ۴ و ۹ و ۱۰ و ۲۶ و ۲۷ است. تمامی این چاههای آلوده در محدوده شهری بعد از سال ۱۳۶۵ قرار دارند. با توجه به این که این مواد از شونده ها و فاضلابها منشا می گیرد که می توان گفت مهمترین علت آلودگی سفره آب زیرزمینی شهر مشهد نشت فاضلابی می باشد. بالا بودن نیتريت، آمونیاک و کلرور در آب زیرزمینی شهر مشهد نشانه ای از آمیختگی آب با فاضلاب شهری است.

میزان فسفات

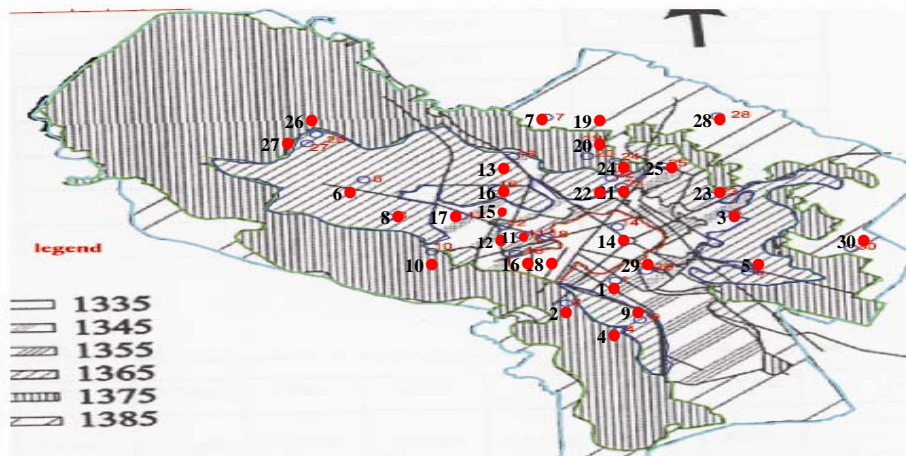
میزان فسفات در محدوده ۲/۷۲ - ۰/۱۶ میلی گرم در لیتر متغیر می باشد از آنجایی که میزان فسفات در فاضلاب خانگی بین ۴ تا ۱۵ میلی گرم در لیتر می باشد و منشأ آن از طریق مواد دفعی انسان (عمدتاً ادرار) و شوینده ها (۵۰ تا ۶۰ درصد) می باشد (خزائی، ۱۳۸۰). منبع طبیعی ترکیبات فسفر در آب، هوازدگی سنگ های فسفردار و تجزیه مواد آلی می باشد. مقدار متوسط ترکیبات فسفر در آب های زیرزمینی طبیعی در حدود ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر بر حسب فسفر می باشد (خزائی، ۱۳۸۰). بنابراین می توان غلظت بالای آن را در چاه های محدوده شهری به آلودگی فاضلابی نسبت داد.



شکل ۲) محل قرار گرفتن قبرستان و محدوده قبلی شهر در مشهد



شکل ۳) بافت خاک موقعیت چاه های مورد مطالعه در شهر مشهد



۴) توسعه شهر در طی سالهای مختلف و موقعیت چاههای مورد مطالعه در شهر مشهد

بررسی هدایت الکتریکی و دما و pH و میزان کاتیونها و آنیونها

هدایت الکتریکی محدوده ۵۷۹۰-۵۷۸ میکروموس بر سانتیمتر متغیر می باشد و بیشترین آن در محدوده جنوب شرق می باشد میزان آن در چاههای آلوده بالا می باشد. میزان دما در چاههای آلوده نسبت به غیر آلوده تقریباً پایین تر می باشد. pH آبهای آلوده به طرف اسیدی شدن میل می کند. در صورتی که در آبهای مشهد این حالت دیده نمی شود. اگر آبها شامل مواد آلی باشد، این مواد باعث کاهش در پتانسیل ردوکس تغذیه شهری می گردد و باعث حل دی اکسیدکربن می شود، و در کاهش pH موثر می باشد. pH یکی از عواملی است که نحوه حضور کربن اکسید شده را در آب کنترل می کند. pH آب زیرزمینی مشهد در محدوده ۷ تا ۸/۳ می باشد، علت اصلی اسیدی نبودن pH آبهای زیرزمینی مشهد وجود بی کربنات است. در اکثر نمونه ها در میزان کاتیونها $Na > Ca > Mg$ و آنیونها در نمونه های غیر آلوده به صورت زیر می باشد.

اما در نمونه های آلوده $HCO_3 > SO_4 > Cl$ می باشد.

آلودگی میکروبی

کیفیت میکروبی منابع آب معمولاً بر اساس تعداد و تکرار انواع خاصی از باکتریها تعیین می گردد. کلیفورمها به عنوان عمده ترین شاخص کیفیت میکروبی منابع آب می باشد که به وفور در مدفوع انسان و سایر حیوانات خون گرم یافت می شود. متداولترین باکتری در گروه کلیفورم را اشتريشياکلی تشکیل می دهد که شاخص آلودگی مدفوعی آب است (خزائی، ۱۳۸۰). از تمام باکتریهای که در آبها یافت می شوند تنها تعداد کمی برای سلامتی انسان مضر می باشند و از آنجا که شناخت باکتریهای بیماریزا از باکتریهای بی ضرر نیاز به آزمایشهای دقیق دارد و از سوی دیگر وجود یک باکتری حتی اگر خطرناک نباشد می تواند نشاندهنده وجود باکتریهای دیگر و از آنجمله باکتریها و یا میکروبهای بیماریزا باشد لذا در آب مورد استفاده برای آبرسانی باید تعداد موجودهای ذره بینی بی ضرر نیز از حد معینی بیشتر نگردد. به عبارت دیگر وجود تعداد زیادی باکتری در آب احتمال وجود باکتریهای بیماریزا از قبیل میکروبهای بیماریزایی مانند حصبه و وبا را نیز بالا می برد. آبهایی که با مدفوع انسان و یا حیوان آلوده می گردند ممکن است دارای باکتریهایی باشند که موجب بیماریهای رودهای مانند اسهال خونی و تب- روده و نظایر آن گردند. اگر در آب محیط مناسبی برای رشد این باکتریها نباشد در برابر نور خورشید و جریان آب و در نتیجه

یک تصفیه طبیعی کم کم از بین می‌روند. معروفترین و سر دسته باکتریهای موجود در مدفوع اشرشیاکلی و کلی فورمها می‌باشند که زودتر از باکتریهای دیگر شناخته می‌شوند.

نمونه‌گیری از چاههای با غلظت نترات بالا نشان می‌دهد که میزان کلیفورم مدفوعی در چاههای مشهد نسبتاً بالا است که آلودگی توسط فاضلاب مهمترین علت آن می‌باشد. البته در بعضی چاهها به علت کلرزنی میزان آلودگی میکروبی منفی می‌باشد. نمونه شماره ۲۵ بر روی بافت ریزدانه قرار گرفته و میزان کلیفورم آن پایین می‌باشد. اما نمونه‌های شماره ۲ و ۲۶ که دارای کلیفورم زیاد است در محدوده جدید شهری و بافت درشت دانه قرار گرفته است.

جدول ۲) نتایج تجزیه میکروبی چاهها در تیر ماه ۱۳۸۶

شماره نمونه	Total Count	M.P.N(Total Coli form) در ۱۰۰ ml	کلیفورم مدفوعی(MPN) در ۱۰۰ ml
۲	۱۵۰۰	۱۶۵	۱۵۵
۲۵	۱۰۰	۲۲۰	۱۵
۲۶	۳۳۰۰	۲۷۰	۱۷۰

نتیجه گیری

نتایج آزمایشات کیفی بر روی ۳۰ نمونه اخذ شده از بخشهای مختلف شهر مشهد در سال ۱۳۸۶ حاکی از بالا بودن میزان یون نترات، فسفات، کلراید می‌باشد. بالا بودن نسبت NO_3/Cl و SO_4/Cl و نتایج آنالیز میکروبی آب مهمترین عامل آلودگی را فاضلابهای خانگی بیان می‌کند. با توجه به اینکه اکثر چاههای آلوده در محدوده گسترش شهر مشهد از سال ۱۳۶۵ قرار دارند نشان می‌دهد که آلودگی سفره آب زیرزمینی مشهد از این سال به بعد شروع شده است. شدت آلودگی در مناطق با بافت درشت‌دانه که فاضلاب ورودی به زمین فرصت کمتری برای تصفیه دارد بیشتر است. از آنجا که بخشی از چاههای آب شرب مشهد در این مناطق واقع شده‌اند این چاهها را در معرض آلودگی قرار می‌دهد. اکثر چاههای آلوده در قسمتهای جنوبی شهر (بافت شنی خاک) و در محدوده بافت قدیمی شهر قرار گرفته‌اند. وجود قناتها در بافت قدیمی باعث انتقال آسان آلاینده‌ها به قسمتهای عمیق سفره می‌شوند. منشأ سولفات خیلی بالا در سفره آب زیرزمینی شهر مشهد از فاضلابهای خانگی و همچنین وجود سازندهای گچی در منطقه رضاشهر می‌باشد. یک راه مهم برای جلوگیری از آلودگی بیشتر شهر مشهد احداث شبکه فاضلاب مرکزی در شهر و هدایت این آبها بر روی سطح زمین در زمینهای خارج شهر است که مانع از آلودگی آبهای زیرزمینی می‌شود. همچنین می‌توان از این آبها برای کشاورزی استفاده کرد.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از همکاریهای صمیمانه شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی جهت در اختیار گذاشتن بعضی از اطلاعات مورد نیاز تشکر نمایند.

منابع و مآخذ

- ادوین صفری و کریستین بارونیان (۱۳۷۷)، استفاده از روشهای ژئوفیزیکی در تعیین گستره آلودگی آبهای زیرزمینی هفدهمین گردهمایی علوم زمین، تهران - بهمن ماه ۷۷.
- حافظی مقدس، ن، ۱۳۸۵، گزارش زمین شناسی مهندسی پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای شهر مشهد، سازمان مسکن و شهر سازی خراسان رضوی



- خزائی، ا. (۱۳۸۰). تاثیر گسترش شهر سازی بر کیفیت آب زیرزمینی در زاهدان. آب و فاضلاب، ۳۷، ۳۱-۳۷.
- سیادتی مقدم، س.م.ج.، (۱۳۸۳) بررسی مدل کمی و کیفی دشت مشهد، مجموعه مقالات ۲۳ همین گرد همائی علوم زمین ، ۱۳۸۳
- علیزاده، ا. (۱۳۸۳) استفاده از آبهای غیر متعارف (فاضلاب) در دشت مشهد، (ستیز مطالعات و تاثیر کمی و کیفی بر آبخان شهر مشهد)، تحقیقات آب و منطقه ای خراسان
- لشکری پور، غ و غفوری، م. (۱۳۸۱). بررسی وضعیت نیترات در آب زیر زمینی مشهد. آب و فاضلاب، ۴۱، ۲-۷.
- لطیف، م. (۱۳۸۱) بررسی آلودگی نیترات و منشایابی آن آن در آبهای زیرزمینی دشت مشهد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷ صفحه.
- 8- Cronin, A.A., Taylor, R.G., Powell, K.L., Barrett, M.H., Trowsdale, S. A., and Lerner, D.N. (2003). Temporal variations in the depth-specific hydrochemistry and sewage-related microbiology of an urban sandstone aquifer, Nottingham, United Kingdom. *Hydrogeology Journal*, 11, 205-216.
- 9- Green, M. and G. Shelef. (1993), "Treatment of Nitrate-Contaminated Groundwater for Drinking Purposes," in *Groundwater Contamination and Control*, U. Zoller, ed., New York: Marcel Dekker, Inc..
- 10- Grier, N. (1981-1982), "Backyardbpoison: A Look at Urban pesticide use", Northwest Coalition Alternatives to pesticide news, 3(1): 50-51.
- 11- Klimas, A.A. (1995). Impacts of urbanization and protection of water resources in the Vilnius District, Lithuania. *Hydrogeology Journal*, 3, 24-35.
- 12- Levallois, P., (1998), "Groundwater Contamination in by nitrates Associated with Intensive potato Culture in Quebec," *Science of the Total Environment*, 217(1-2):91-101.
- 13- Marin, L. A. , 1983- Nitrogen- isotope analysis of groundwater nitrate in carbonate aquifers: natural sources versus human pollution. *Journal of hydrology*, 61: 285-301
- 14- McFarlane, D.J. (1984). The effect of urbanisation on groundwater quantity and quality in Perth, Western Australia. PhD thesis, University of Western Australia, Australia.
- 15- Morris, B.L., Lawrence, A.R., and Stuart, M. (1994). Impact of urbanization on groundwater quality project summary report. Report WC/94/56, Prepared for the Overseas Development Administration Project 91/13. British Geological Survey, Keyworth, Nottingham.
- 16-Murry-Rust, H.R. and Mamanpoush, A.R.,(2000). "Analysis of Inflows into Chadegan Reservoir", IAERI-IWMINResearch Report(in press)
- 17- Novotny, V. (1998), "Nonpoint pollution and Urban Stromwater Management". Lancaster, PA: Technomic Publishing Co., Inc
- 18- Owe, M. P. J. and Craul, P. J.and H. G. Halverson (1982), "Contamination Levels in precipitation and Urban Surface Runoff," *Water Resources Bulletin*, 18:863-868.
- 19- PRB (2005). Population reference bureau. www.prb.org.
- 20- Pacheco A. J. & Cabera A. A. , 1997- Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan pensula, Mexico. *Hydrogeological Journal*, 5: 47- 53.
- 21- Staver, K. W. and R. B. Brinsfield. (1998), "Using Winter Cover Crops to Reduce Groundwater Nitrate Contamination," *Journal of Soil and Water Conservation* 53(3): 230.
- 22- Williams, A. E., Lund, L. J. Johnson, J. A. and Z. J. kabala. (1998), "Natural and Anthropogenic Nitrate Contamination of groundwater in Rural-Community, California," *Environmental Science and Technology*, 32(1): 32-39.