



تأثیر محل دفن زباله‌های شهری بر تغییرات کیفیت آب زیرزمینی، مطالعه موردی آبخوان دشت بجنورد

عادل دادستان^۱، احمد خورسندی آقائی^۲، مصطفی موسوی^۳، ابوذر احمدی^۴

^۱دانشجوی دکتری دانشگاه شهید بهشتی، پردیس فنی و مهندسی شهیدعباسپور، Dadsetan.adel@yahoo.com

^۲استادیار دانشگاه شهید بهشتی، پردیس فنی و مهندسی شهیدعباسپور، khorsandi@pwut.ac.ir

^۳کارشناس ارشد دانشگاه شهید بهشتی، پردیس فنی و مهندسی شهیدعباسپور، Mostafa.Mousavi@mail.sbu.ac.ir

^۴کارشناس ارشد دانشگاه شهید بهشتی، پردیس فنی و مهندسی شهیدعباسپور، aboozarahmadi@gmail.com

چکیده

آب‌های زیرزمینی به عنوان یکی از منابع مهم تأمین آب همواره در معرض تهدید آلودگی قرار دارند. یکی از منابع آلوده‌کننده آب زیرزمینی شیرابه محل دفن زباله‌های شهری (لندفیل) می‌باشد. جهت بررسی تأثیر شیرابه زباله بر روی آب‌های زیرزمینی یک منطقه معمولاً از پارامترهای کیفی آب همچون EC، TDS، CI و ... استفاده می‌گردد. شهرستان بجنورد بعنوان مرکز استان خراسان شمالی تولیدکننده روزانه ۱۵۰ تن زباله می‌باشد که عمده این زباله تولیدی در تنها مکان دفن زباله شهر بجنورد، واقع در شمال شرق شهرستان دفن می‌گردد. نمونه‌برداری آب زیرزمینی آبخوان بجنورد از چندین حلقه چاه در سرتاسر آبخوان طی سال‌های ۹۲-۱۳۷۶ انجام و سپس تغییرات پارامترهای ذکرشده در نقشه پهنه‌بندی آبخوان و بویژه مناطق تحت تأثیر لندفیل مورد بررسی قرار گرفت. در تمامی این نقشه‌ها به خوبی تأثیر لندفیل بر آبخوان با مشاهده میزان زیاد EC، TDS و کلراید در حومه آن مشخص می‌باشد. ضمناً مشاهده نمودار تغییرات و روند صعودی این سه پارامتر در چاه W3 در نزدیکی لندفیل دلیلی دیگر بر تأثیر منفی لندفیل زباله بر کیفیت آب زیرزمینی بویژه در مناطق پایین‌دست می‌باشد.

واژه های کلیدی

آبخوان بجنورد، لندفیل، TDS، کلراید، هدایت الکتریکی



مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع مهم تأمین آب در بسیاری از کشورهای محسوب می‌گردند. استفاده بیش از حد از این منابع و تولید زیاد زباله شهری در جامعه مدرن کیفیت آب‌های زیرزمینی را مورد تهدید قرار داده است و سبب آلودگی آن می‌گردد. افزایش روزافزون جمعیت و رشد شهرنشینی باعث افزایش تولید زباله و مواد آلاینده گردیده است، بطوریکه جمع‌آوری و دفن این مواد به صورت یک معضل زیست‌محیطی درآمده است. [۱]

زباله‌های شهری دفن‌شده در زمین حاوی درصد بالایی آب هستند، چنانچه آب‌های سطحی نیز به درون آن نفوذ یابند، در اثر فعل‌وانفعالات شیمیایی و بیولوژیکی که درون لندفیل (محل دفن زباله) رخ می‌دهد نهایتاً زه‌آب (شیرابه) آلوده‌ای تولید می‌شود که حاوی عناصر سمی می‌باشد. طبیعت و قدرت آلاینده‌گی شیرابه زباله، به ترکیبات زباله، مدت زمان تماس زباله و آب و حجم آن بستگی دارد. نفوذ شیرابه می‌تواند تهدیدی جدی برای آلودگی آب و خاک منطقه اطراف لندفیل به شمار آید. [۲]

شیرابه زباله در کف لندفیل روی هم انباشته شده و حجم عظیمی از این مایع بسیار خطرناک در تماس با خاک بستر لندفیل قرار می‌گیرد. این شیرابه جمع‌شده تحت اثر مکانیزم‌های مختلف شروع به نفوذ و حرکت در میان لایه‌های خاک زیرین کرده و پس از طی مسیری به سفره آب زیرزمینی تحتانی وارد می‌شود. افزایش غلظت شیرابه در آب زیرزمینی ممکن است به حدی برسد که از استانداردهای مجاز تجاوز کرده و آب زیرزمینی آلوده شود. [۳]

جهت بررسی تأثیر شیرابه زباله بر روی آب‌های زیرزمینی یک منطقه معمولاً از پارامترهای کیفی آب همچون سختی، کلیاتیت، کدورت، pH، میزان هدایت الکتریکی (EC)، کل جامدات محلول (TDS)، میزان کلراید (Cl⁻) و ... استفاده می‌گردد و البته ارتباط این پارامترها نیز مهم می‌باشد. [۴] در نتیجه مطالعاتی که در مورد ارزیابی اثرات شیرابه محل دفن زباله و فاضلاب بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی کشور اردن در سال ۱۹۹۹ صورت گرفت، ورود شیرابه به محیط‌های آبی یک تهدید بسیار جدی شناخته شد. [۵] همچنین در مطالعات انجام‌شده بر روی منابع آب زیرزمینی مناطق مجاور لندفیل چند کلان‌شهر کشور اسپانیا مشخص گردید pH، هدایت الکتریکی و غلظت عناصر کمیاب افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته‌اند. [۶] در ایران نیز به دلیل استاندارد نبودن محل دفن زباله در اکثر شهرها، شیرابه تولیدی باعث آلودگی خاک و آب زیرزمینی شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی آلودگی شیمیایی آب‌های زیرزمینی بویژه در پایین‌دست محل دفن زباله شهر بجنورد می‌باشد.

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر بجنورد با جمعیتی بالغ بر ۲۰۰ هزار نفر مرکز استان خراسان شمالی در شمال شرق ایران می‌باشد. مساحت این شهر ۶۱۵۷ کیلومترمربع بوده و حدود ۲۲ درصد مساحت استان را دربر گرفته است. ساکنین این شهر تولیدکننده روزانه ۱۵۰ تن زباله می‌باشند که بخش عمده آن در تنها مکان دفن زباله شهر بجنورد، واقع در شمال شرق شهرستان، روزانه و با پوششی از خاک به روش دره‌ای-گودالی دفن می‌گردد. در پایین‌دست محل دفن اراضی کشاورزی قرار دارند که عمدتاً با آب چاه آبیاری می‌شوند. این منطقه دارای متوسط بارندگی ۲۶۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. [۷]

آب‌های سطحی و زیرزمینی

آبخوان دشت بجنورد با مساحت حدود ۹۰ کیلومترمربع بصورت آزاد، تک لایه و آبرفتی است که توسط ارتفاعات حاشیه دشت احاطه شده و شکل هندسی مخزن آن بصورت یک ناودیس کوچک می‌باشد. سنگ کف منطقه را رسوبات رسی ماری تشکیل می‌دهند. دشت بجنورد دارای دو رودخانه دائمی است که از جنوب دشت وارد شده و پس از پیوستن به یکدیگر و تغذیه آبخوان، از بخش جنوب شرقی دشت خارج می‌شوند. مرزهای اصلی ورودی و خروجی آب‌های زیرزمینی آبخوان دشت بجنورد منطبق بر ورودی و خروجی رودخانه است. [۸]

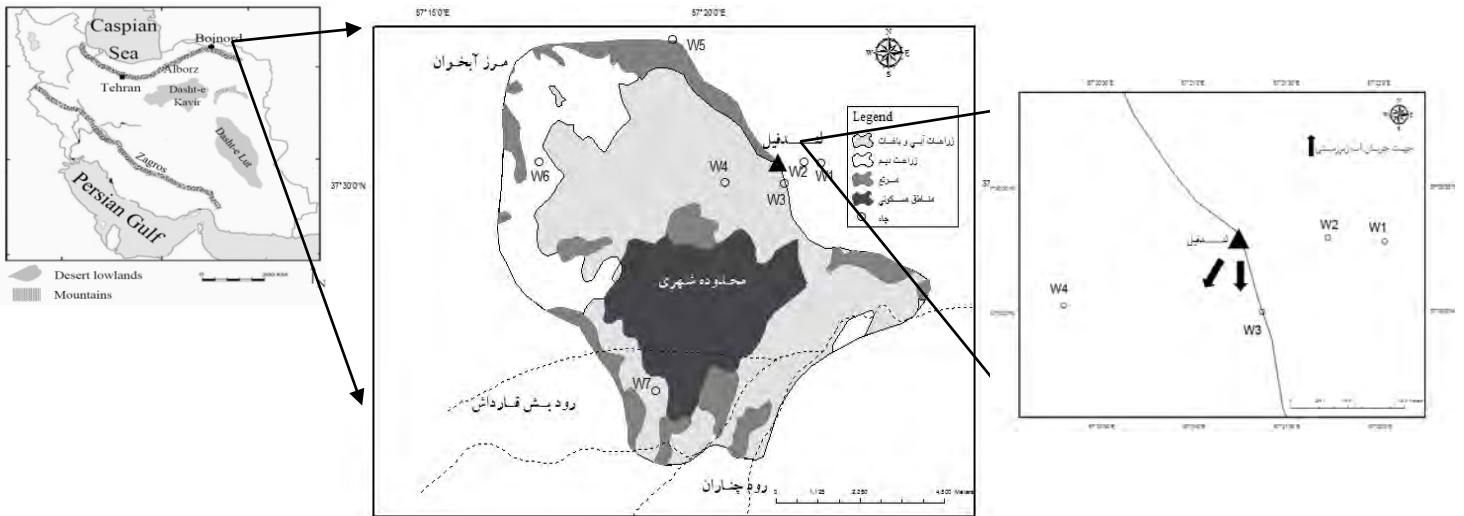
بخش اعظم ارتفاعات محدوده مطالعاتی بجنورد را تشکیلات آهکی با پتاز سیل آبی مناسب شکل داده است. تغذیه مناسب آبخوان (خصوصاً از ارتفاعات جنوبی)، ضخامت و قابلیت آبرفت، باعث شده تا در سال‌های اخیر شاهد افزایش ارتفاع سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت بجنورد باشیم. جهت جریان آب زیرزمینی به طور کلی به سمت شرق و شمال شرق بوده و شیب هیدرولیکی نیز به سمت شرق افزایش می‌یابد. (جهت آب زیرزمینی از عوامل مهم و تأثیرگذار در چگونگی انتشار آلودگی در آب زیرزمینی است. [۹] به طور کلی عمق آب زیرزمینی در سطح دشت بجنورد اندک بوده و بخش وسیعی از سطح دشت (از جمله شهر بجنورد) دارای عمق کمتر از ۱۵ متر می‌باشد. به دلیل گسترش زیاد سازندهای آهکی در این محدوده، سهم عمده‌ای از تخلیه منابع آب زیرزمینی توسط چاه‌ها



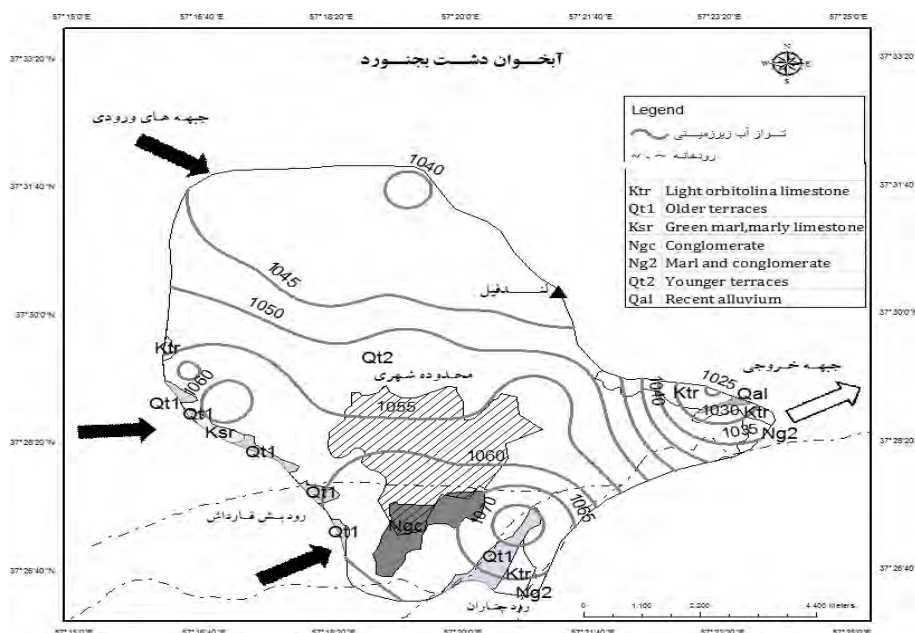
صورت می‌گیرد. به لحاظ مصرف آب استحصالی از چشمه‌ها در بخش‌های گوناگون، بیش از ۹۷ درصد آب برداشتی از چشمه‌ها جهت کشاورزی مصرف شده و کمتر از ۳ درصد نیز به منظور شرب اهالی منطقه مصرف می‌شود. [۸]

لندفیل زباله بجنورد

محل فعلی لندفیل زباله بجنورد در حریم مصوب شهر و در فاصله یک کیلومتری از مناطق مسکونی و جاده اصلی می‌باشد. لندفیل بجنورد در فاصله بیش از دو کیلومتر از منابع آب سطحی و رودخانه‌های اطراف قرار دارد. نوع سازند زمین در این منطقه سازند تیرگان (Kt)، شامل لایه ماسیو اولوویی و لایه‌های مارن و رسوبات آبرفتی است و شیب زمین در حدود ۱۰ درجه می‌باشد. عمق آب زیرزمینی در محدوده لندفیل زباله بجنورد حدود ۱۰ متر بوده و با توجه به جهت جریان آب زیرزمینی در این منطقه (که به سمت جنوب و جنوب‌غربی است) و افزایش جهت شیب هیدرولیکی به این مکان، می‌توان تأثیرات مستقیم لندفیل زباله را بر کیفیت آب‌های زیرزمینی بویژه در مناطق پایین‌دست پیش‌بینی نمود. [۱]



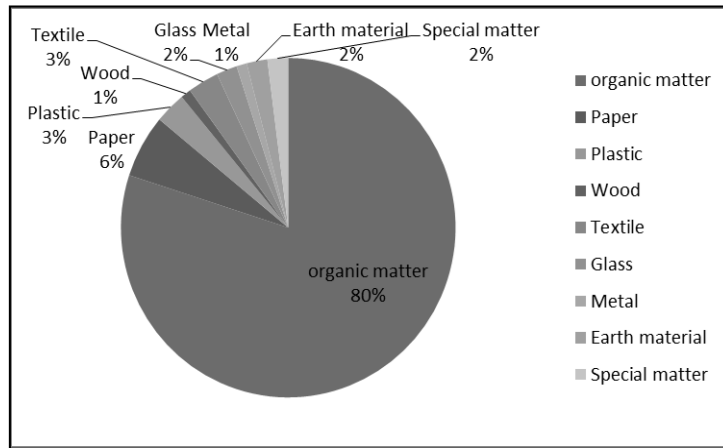
شکل ۱- موقعیت آبخوان بجنورد و کاربری اراضی نقاط مختلف دشت و چاه‌های مطالعاتی انتخابی



شکل ۲- آبخوان دشت بجنورد، جبهه‌های تخلیه و تغذیه و تراز آب زیرزمینی



تعیین مواد تشکیل دهنده زباله‌های شهری به علت متجانس بودن نوع زباله، کار ساده‌ای نیست، بنابراین انجام روش آماری دقیق مشکلات ویژه‌ای را دربردارد. روش رایجی که برای تعیین ترکیب زباله استفاده می‌شود، روش انتخاب تصادفی نمونه است. نتایج بررسی‌های انجام شده برای تعیین درصد ترکیب فیزیکی زباله لندفیل بجنورد در شکل ذیل آورده شده است: [۱۰]



شکل 1- میانگین درصد وزنی اجزای فیزیکی موجود در زباله شهر بجنورد [۱۰]

برآورد حجم شیرابه تولیدی

محاسبه و پیش‌بینی دقیق میزان شیرابه در یک محل دفن بسیار پیچیده است و در بسیاری از موارد تخمین مقدار دقیق آن امکان پذیر نمی‌باشد. تخمین میزان شیرابه تولیدی در بسیاری از موارد با استفاده از روابط تجربی صورت می‌گیرد. این روابط معمولاً بر اساس زباله تولیدی روزانه و مقدار بارش می‌باشند. به طور مثال طبق یک رابطه به ازای هر تن زباله ۱۵۰ تا ۲۰۰ لیتر شیرابه تولید می‌شود. [۱] بنابراین حجم شیرابه لندفیل بجنورد حدود ۸۰۰۰ مترمکعب در سال تخمین زده می‌شود. (با فرض زباله تولیدی روزانه ۱۵۰ تن)

$$150 \text{ ton/day} \times 150 \text{ lit/ton} = 22500 \text{ lit/day} \approx 8000 \text{ m}^3/\text{year} \quad (1)$$

مواد و روش‌ها

مطالب ذکر شده در بخش‌های قبل و به ویژه سهم منابع آب زیرزمینی در مصارف شرب و کشاورزی نشان‌دهنده ضرورت انجام مطالعات علمی در خصوص کیفیت آب استحصالی از چاه‌ها و چشمه‌ها و تأثیرپذیری آن‌ها از نشت شیرابه حاصل از دفن زباله شهری در لندفیل بجنورد می‌باشد. در این تحقیق آلودگی شیمیایی آب‌های زیرزمینی بویژه در پایین‌دست محل لندفیل زباله شهر بجنورد بررسی می‌شود. جهت توزیع پارامترهای کیفی آب زیرزمینی از روش درونیایی IDW در سیستم GIS استفاده شده است. در این روش با مشخص کردن روند تغییرات پارامترهای موردنظر (EC، TDS، CI و محیط آبخوان به بخش‌هایی که از لحاظ هیدروژئوشیمیایی شرایط مشابهی دارند پهنه‌بندی می‌شود. [۶] نمونه‌برداری آب زیرزمینی آبخوان بجنورد از چندین حلقه چاه در سرتاسر آبخوان طی سال‌های ۹۲-۱۳۷۶ انجام گرفته است و سپس تغییرات پارامترهای ذکر شده در نقشه پهنه‌بندی آبخوان و بویژه مناطق تحت تأثیر لندفیل مورد بررسی قرار می‌گیرد. نمونه‌گیری‌های شیمیایی در ظروف پلاستیکی صورت گرفته و تعیین میزان کلراید به روش مور (تیتراسیون نترات نقره)، TDS به روش اندازه‌گیری باقیمانده خشک و هدایت الکتریکی نیز در محل و بوسیله دستگاه هدایت‌سنج انجام شده است.

این مطالعه توصیفی و از نوع مورد شاهدهی می‌باشد و در ادامه آن ۴ حلقه چاه (۲ حلقه در پایین‌دست محل دفن و در محدوده اراضی کشاورزی و ۲ حلقه در بالادست لندفیل زباله به عنوان شاهد) انتخاب شده است. انتخاب چاه‌های شاهد بر اساس جهت حرکت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه و محل لندفیل زباله تعیین شده است. در هر سال دو نمونه‌برداری در دو فصل بهار و پاییز انجام شده و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه بر اساس روش‌های استاندارد آنالیز شده‌اند.

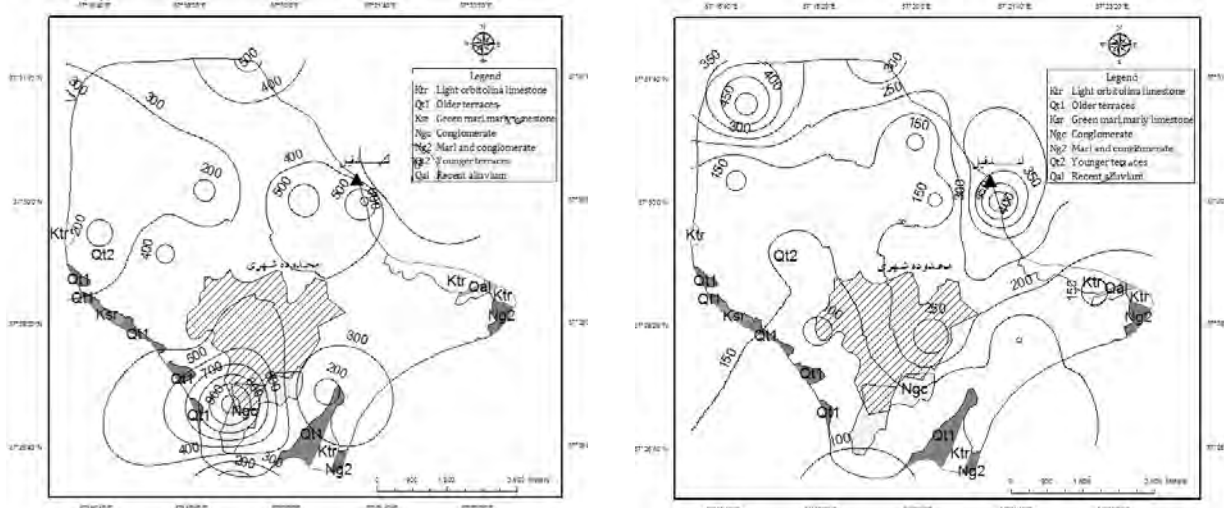
¹Case control



بحث و نتایج

نتایج نمونه برداری از آب زیرزمینی دشت بجنورد طی سال های ۹۲-۱۳۷۶ به صورت نقشه های توزیع کلراید، هدایت الکتریکی و TDS در ذیل آمده است:

نقشه تغییرات کلراید در آب زیرزمینی



(ب)

(الف)

شکل ۴- نقشه تغییرات کلراید در آبخوان بجنورد در سال های ۱۳۷۶ (شکل الف) و ۱۳۹۲ (شکل ب)

همان طور که در نقشه توزیع کلراید در سال ۱۳۷۶ مشخص است مقدار این یون در آب زیرزمینی بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر متغیر است. مقدار مینیمم کلراید در حدود ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در بخش های میانی و جنوبی دشت دیده می شود و مقدار ماکزیمم آن در حدود ۴۰۰ یا ۴۵۰ میلی گرم بر لیتر در بخش شرقی آبخوان (حومه لندفیل زباله) و در گوشه شمال غربی آن مشاهده می شود.

با توجه به نقشه توزیع کلراید آبخوان در سال ۱۳۹۲ ملاحظه می شود که به طور کل کیفیت آب زیرزمینی از نظر میزان این یون کاهش یافته و مقادیر کلراید در اکثر نقاط افزایش یافته است، بطوریکه میزان یون کلراید بین مقادیر ۲۰۰ تا ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر متغیر است. مقدار مینیمم ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر در بخش های میانی و غربی آبخوان و مقدار ماکزیمم ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر در جنوب محدوده شهری دیده می شود. در بخش شرقی آبخوان و نزدیکی لندفیل مقدار کلراید تقریباً به ۶۵۰ میلی گرم بر لیتر می رسد که افزایش حدود ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر را نسبت به سال ۱۳۷۶ نشان می دهد و این بیانگر تأثیر منفی لندفیل زباله بر کیفیت آب زیرزمینی از نظر افزایش میزان کلراید آن می باشد. تغییرات و افزایش شدید کلراید در جنوب شهر را نیز می توان ناشی از احداث تصفیه خانه فاضلاب و تخلیه پساب های آن در این منطقه دانست.

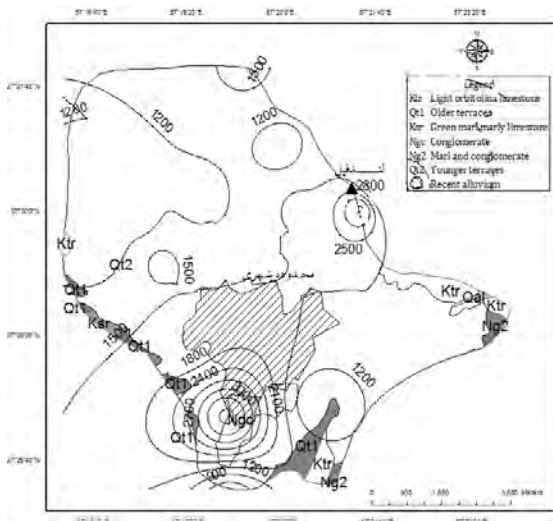
حداکثر مقدار مجاز کلراید در آب آشامیدنی مطابق استاندارد WHO ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر است و با توجه به نقشه توزیع کلراید در آب زیرزمینی مشخص می شود که اکثر نقاط آبخوان دارای آب زیرزمینی با کیفیت پایین تر نسبت به میزان استاندارد می باشند و این بیانگر وضعیت کیفی نگران کننده آب زیرزمینی دشت بجنورد می باشد.

نقشه تغییرات TDS در آب زیرزمینی

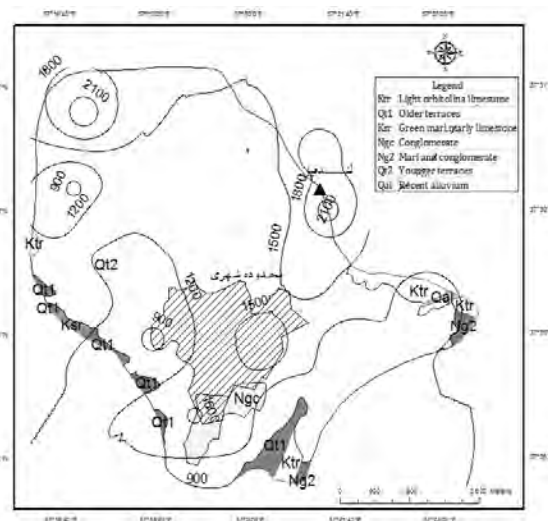
TDS (کل جامدات محلول) شامل مجموع مواد جامدی است که در آب محلول می باشد، ولی شامل رسوبات معلق، کلوئیدها و گازهای محلول نمی شود. هر چه غلظت نمک های محلول در آب بیشتر باشد، میزان هدایت الکتریکی و سختی آب افزایش پیدا می کند. [۴] با توجه به نقشه توزیع TDS در سال ۱۳۷۶ مشاهده می شود که در نزدیکی لندفیل مقدار TDS تقریباً ۱۸۰۰ میلی گرم بر لیتر است. تأثیرات منفی لندفیل در این منطقه و نیز عمق کم آب زیرزمینی (۱۰ متر) که نفوذ شیرابه زباله به درون خاک و آبخوان را تسهیل می نماید باعث بالا رفتن مقدار TDS و کیفیت پایین آب زیرزمینی شده است. مقادیر مینیمم TDS آبخوان بجنورد در سال ۱۳۷۶ حدود ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر است و در نواحی غربی و جنوبی آبخوان دیده می شود. نواحی شرقی (اطراف لندفیل) و شمال غربی آبخوان هم دارای مقادیر ماکزیمم ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰ میلی گرم بر لیتر TDS می باشند.



در سال ۱۳۹۲ مقدار TDS در نزدیکی لندفیل زباله به حدود ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر رسیده است که بیانگر افزایش مقدار تقریبی ۷۰۰ میلی گرم بر لیتر نسبت به سال ۱۳۷۶ می باشد. (افزایش ۳۵ درصدی) تنزل کیفیت آب زیرزمینی و افزایش TDS در این منطقه را می توان ناشی از لندفیل زباله و افزایش انباشت زباله ها در آن و در نتیجه افزایش حجم شیرابه تولیدی و نفوذی به آب زیرزمینی دانست. مقادیر TDS آب زیرزمینی بجنورد در سال ۱۳۹۲ بین مینیمم ۱۲۰۰ میلی گرم بر لیتر (در نواحی میانی و غربی آبخوان) و ماکزیمم حدود ۳۰۰۰ میلی گرم بر لیتر (در جنوب محدوده شهری) متغیر است. لازم به ذکر است که عمق زیاد آب زیرزمینی در نواحی غربی و شمال غربی آبخوان از عوامل مهم و تأثیرگذار در کیفیت مطلوب آب زیرزمینی نسبت به سایر نقاط می باشد. استاندارد آب آشامیدنی WHO حداکثر مقدار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر را برای TDS مجاز می داند که با توجه به آن می توان گفت که کیفیت آب زیرزمینی از نظر TDS در هیچ یک از نقاط آبخوان برای شرب مناسب نیست.



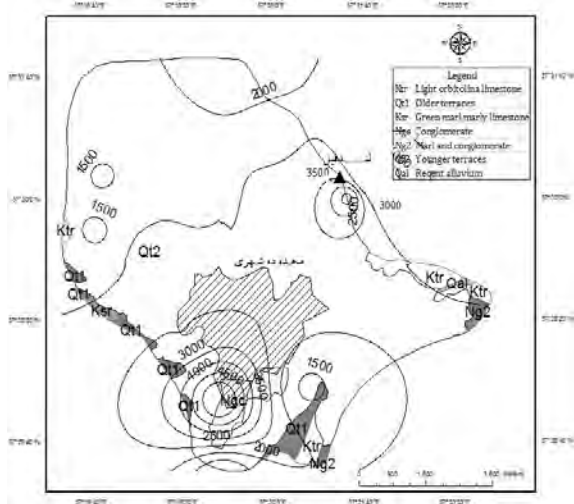
(ب)



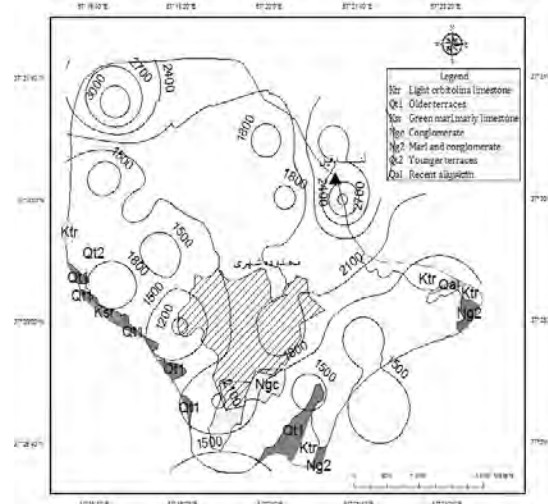
(الف)

شکل ۵- نقشه تغییرات TDS در آبخوان بجنورد در سال های ۱۳۷۶ (شکل الف) و ۱۳۹۲ (شکل ب)

نقشه تغییرات EC در آب زیرزمینی



(ب)



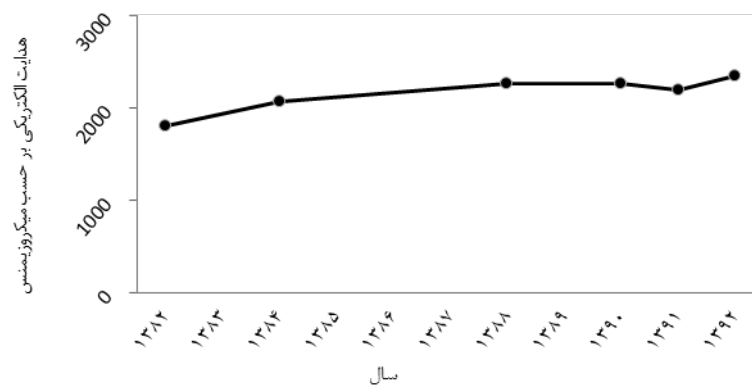
(الف)

شکل ۶- نقشه تغییرات EC در آبخوان بجنورد در سال های ۱۳۷۶ (شکل الف) و ۱۳۹۲ (شکل ب)



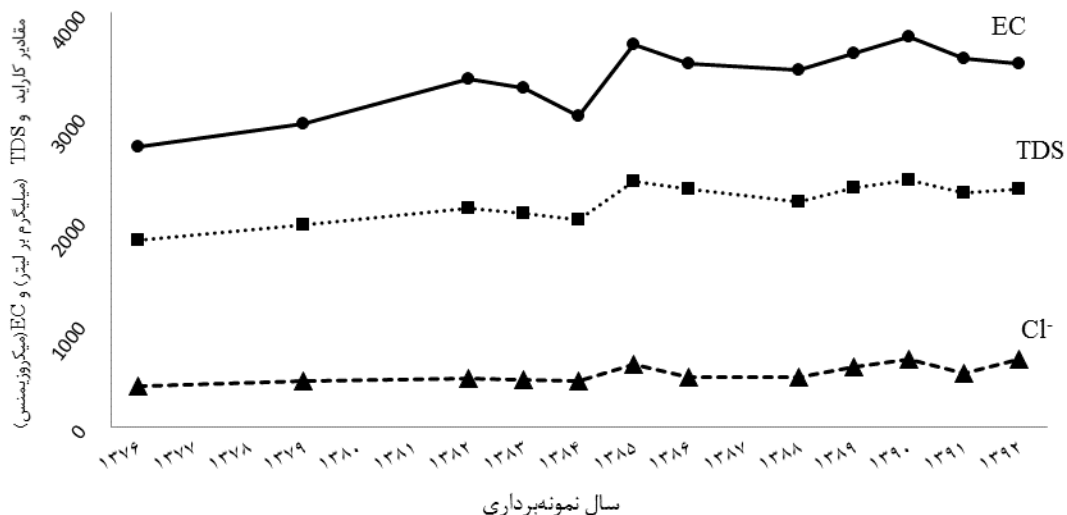
با دقت به نقشه تغییرات هدایت الکتریکی در سال ۱۳۷۶ درمی یابیم که تغییرات آن بین مقادیر ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میکروزیمنس است. در نزدیکی لندفیل زباله نیز مقدار EC تقریباً ۲۷۰۰ میکروزیمنس است. با گذشت زمان و رسیدن به سال ۱۳۹۲ مقدار EC آب زیرزمینی در نزدیکی لندفیل به حدود ۳۵۰۰ میکروزیمنس رسیده است. (افزایش ۳۰ درصدی) در سایر نقاط آبخوان شاهد مقادیر مینیمم ۱۵۰۰ (در نواحی غربی) و ماکزیمم ۴۵۰۰ (جنوب محدوده شهری) میکروزیمنس هدایت الکتریکی آب زیرزمینی هستیم. همان طور که قبلاً ذکر شد مشاهده می شود که روند تغییرات EC و TDS با یکدیگر متناسب هستند.

مشخصه معرف آب زیرزمینی برای پردازش داده های کیفی آبخوان شوری میانگین آب می باشد. کموگراف (متوسط هدایت الکتریکی) آبخوان بجنورد نشان می دهد که مقدار EC طی سال های ۹۲-۱۳۸۲ روند صعودی داشته و در سال ۱۳۹۲ به حدود ۲۳۰۰ میکروزیمنس رسیده است. با مقایسه این عدد و مقدار EC در همین سال در نزدیکی لندفیل زباله (که حدود ۳۵۰۰ میکروزیمنس می باشد) و تفاوت آشکار آن می توان به تأثیرات منفی لندفیل بر کیفیت آب زیرزمینی پی برد. [۱۲]



شکل ۷- کموگراف آبخوان بجنورد

به منظور بررسی و مقایسه دقیقتر تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت بجنورد، نمودار تغییرات کلراید، هدایت الکتریکی و TDS چاه های W3 (واقع در شرق آبخوان و نزدیک لندفیل زباله)، W5 (شمال آبخوان)، W6 (غرب آبخوان) و W7 (جنوب محدوده شهری) طی سال های ۹۲-۱۳۷۶ در ذیل آورده شده است:

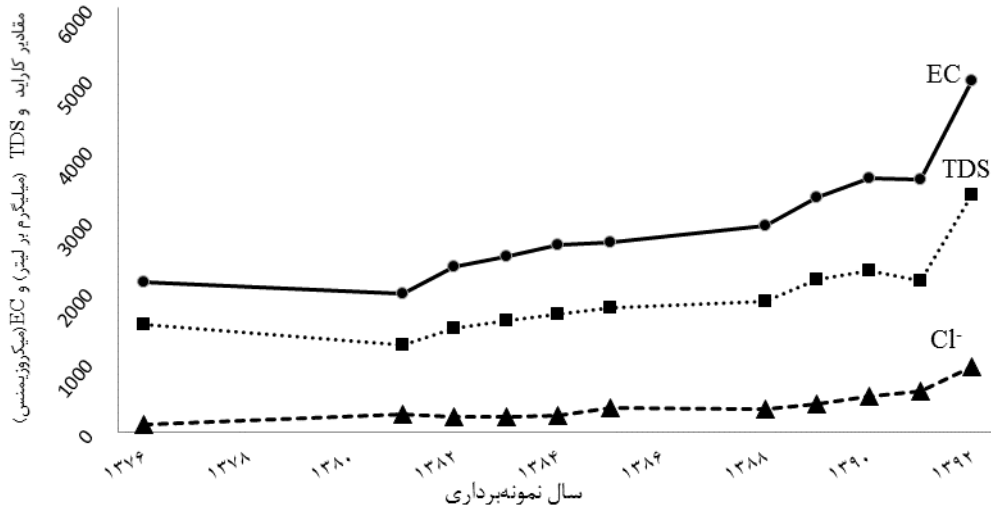


شکل ۸- نمودار تغییرات EC، TDS و کلراید آبخوان بجنورد در چاه W3 (نزدیک لندفیل زباله)

چاه ۳ نزدیک ترین چاه به لندفیل زباله است و بیشترین تأثیرات لندفیل در این چاه نمایان است. همان طور که قبلاً اشاره شد و در این نمودار هم مشاهده می شود تأثیرات منفی لندفیل بر کیفیت آب زیرزمینی باعث شده تا مقادیر کلراید، هدایت الکتریکی و TDS در این



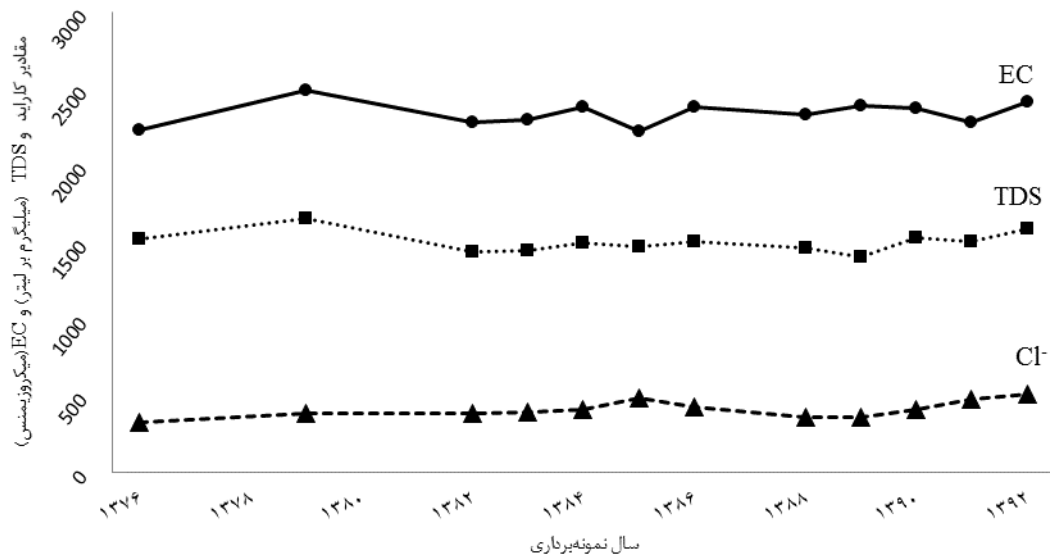
چاه طی دوره مطالعاتی افزایش قابل توجهی داشته باشد. می‌توان گفت که متوسط افزایش TDS در هر سال حدود ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر، کلراید ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر و هدایت الکتریکی تقریباً ۵۰ میکروزیمنس بوده است.



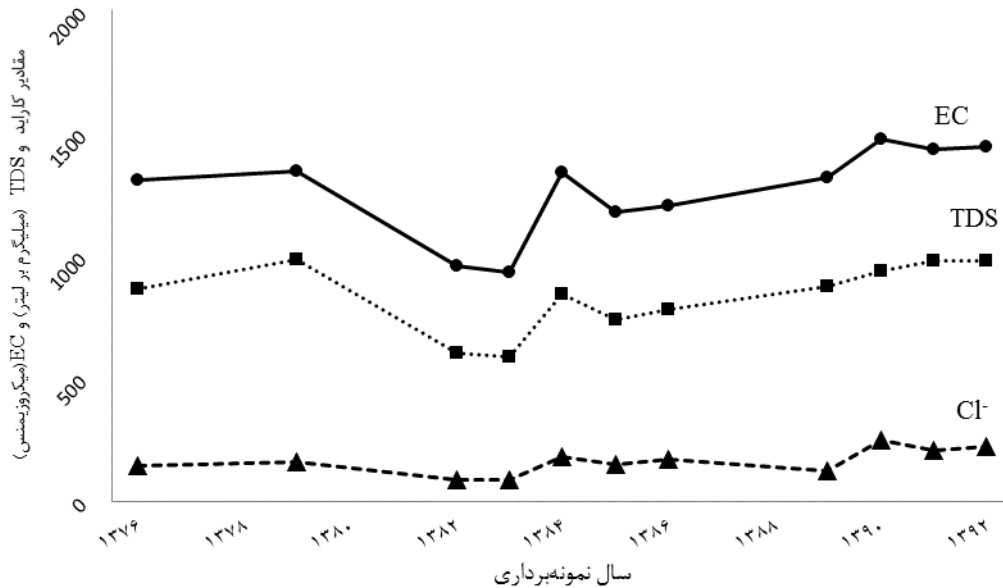
شکل ۹- نمودار تغییرات EC، TDS و کلراید آبخوان بجنورد در چاه W7 (جنوب محدوده شهری)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقادیر هر سه پارامتر در این چاه نسبت به سایر نقاط دشت بیشتر هستند و ضمناً در طی دوره مطالعاتی افزایش چشمگیری داشته‌اند که می‌توان آن را ناشی از احداث تصفیه خانه فاضلاب و در نتیجه تخلیه پساب‌های آن در این منطقه از دشت دانست. افزایش فاضلاب ورودی به تصفیه خانه در اثر افزایش جمعیت و تخلیه بیشتر پساب‌ها در این منطقه باعث کاهش تنزل شدید کیفیت آب زیرزمینی شده است.

با توجه به اشکال ۱۰ و ۱۱ ملاحظه می‌شود که کیفیت آب زیرزمینی در بخش‌های شمالی و غربی آبخوان بهتر از بخش شرقی و نزدیکی لندفیل زباله است. هم‌چنین روند تغییرات EC، TDS و کلراید در این مناطق که منبع آلاینده مثل لندفیل زباله یا تصفیه‌خانه فاضلاب وجود ندارد تقریباً ثابت است یا با شیب بسیار ملایم‌تر نسبت به چاه W3 افزایش می‌یابد.

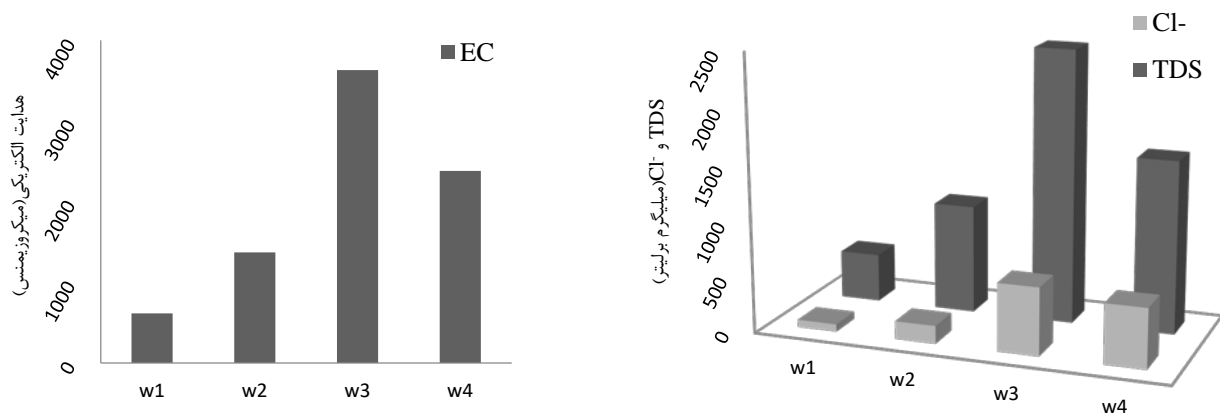


شکل ۱۰- نمودار تغییرات EC، TDS و کلراید آبخوان بجنورد در چاه W5 (شمال آبخوان)



شکل ۱۱- نمودار تغییرات EC, TDS, و کلراید آبخوان بجنورد در چاه W6 (غرب آبخوان)

میزان انتشار شیرابه زباله در آبخوان انتقال آلودگی معمولاً به طریقه فرارفت، انتشار مولکولی، پراکنش مکانیکی و ترکیبی از دو مکانیزم فرارفت و انتشار مولکولی اتفاق می‌افتد. در روش انتقال فرارفت، حرکت آب از نقطه با پتانسیل بالاتر به نقطه پتانسیل کمتر باعث انتشار آلودگی می‌شود. بنابراین جهت جریان آب زیرزمینی در میزان انتشار شیرابه زباله مؤثر است. [۹] برای بررسی چگونگی این تأثیر میزان تغییرات EC, TDS, و کلراید در چاه‌های W1 تا W4 در سال ۱۳۹۲ بررسی شده است.



شکل ۱۲- نمودار تغییرات EC, TDS, و کلراید در چاه‌های اطراف لندفیل زباله

همان‌طور که ملاحظه می‌شود و انتظار هم می‌رفت مقادیر TDS, کلراید و هدایت الکتریکی در چاه ۳ از سایر چاه‌ها بیشتر است. چاه ۳ در فاصله یک کیلومتری نسبت به لندفیل زباله و هم‌جهت با جریان آب زیرزمینی قرار دارد و طبیعی است که تأثیرات لندفیل بر آن بیش‌تر باشد. در چاه شماره ۴ به دلیل فاصله بیش‌تر (حدود ۲/۵ کیلومتر) نسبت به لندفیل شاهد مقادیر کمتر آلودگی هستیم. انتخاب چاه‌های ۱ و ۲ و مقادیر بسیار کمتر آلودگی در این چاه‌ها، به خوبی تأثیرات جهت آب زیرزمینی بر انتشار آلودگی ناشی از شیرابه زباله را در آبخوان نشان می‌دهد.



جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به طور کلی کیفیت آب زیرزمینی آبخوان بجنورد پایین بوده و در حد استانداردهای توصیه شده برای آب آشامیدنی نیست. هم‌چنین بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که بیش‌ترین آلودگی و تنزل کیفیت آب زیرزمینی مربوط به بخش شرقی آبخوان و جنوب محدوده شهر می‌باشد. انتخاب چاه‌های اطراف لندفیل با توجه به جهت جریان آب زیرزمینی انجام شد و نشان داد که بیش‌ترین تأثیرات لندفیل بر چاه شماره ۳ می‌باشد که هم‌جهت با جریان آب زیرزمینی و نزدیک لندفیل زباله قرار گرفته است. هر چند نقش لندفیل زباله در آلوده کردن آب زیرزمینی در بخش شرقی آبخوان و چاه‌های این منطقه انکارناپذیر است، اما نمی‌توان این آلودگی را صرفاً به لندفیل زباله نسبت داد، بلکه عمق کم چاه‌ها و امکان آلوده شدن بوسیله جریان‌ات سطحی، تخلیه پساب‌های کشاورزی، تأثیرات سازند و انحلال رسوبات در آب زیرزمینی و سایر عواملی هستند که ممکن است بر کیفیت آب زیرزمینی تأثیر نامطلوب بگذارند. [۱۲]



مراجع

- [1]. دبیری، مینو، ۱۳۸۷. "آلودگی محیط زیست". انتشارات آیلار، تهران.
- [2]. T.H.Christensen, R.Cossu, 1992. "Landfilling of waste: Leachate". ELSEVIER SCIENCE Publishers, UK.
- [3]. Lee, Annejones, Lee, Gfred, 2000. "Appropriate Use of MSW Leachate Recycling in Municipal Solid Waste Landfilling". Presented at Air and Waste Association National Meeting, Saltcity, UT.
- [4]. سایر، م، ۱۳۷۸. "شیمی مهندسی محیط زیست". ترجمه صادقی، م. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران، چاپ اول.
- [5]. Abu-Rukah, Y. Osama, A, 2001. "The assessment of the effect of Landfill Leachate on groundwater quality- a case study El-A kader landfill site-north Jordan." J. Arid environmental, 49,615-630.
- [6]. Jose, F, 2002. "simultaneous use of agrochemical and geophysical methods to characterize abandoned landfill." J.Environmental Geology. 41,898-905.
- [7]. سالنامه آماری استان خراسان شمالی، ۱۳۹۰. معاونت برنامه ریزی استانداری خراسان شمالی، صفحات ۳۵ و ۷۰.
- [8]. دفتر مطالعات پایه، شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی، گزارش تمدید ممنوعیت بهره، ۱۳۸۸، صفحات ۲-۳۵.
- [9]. King, K.S. Quigley, R.M. Fernandez, F. Reades, D.W and Bacopoulos, A, 1992. "Hydraulic Conductivity and Diffusion Monitoring of the Keel Valley Landfill Liner, Maple, Ontario, Canada". Canadian Geotechnical Journal, Vol.30, pp.124.
- [10]. وطن پرست، مهدی. رضائی، حمیده. ۱۳۹۰. "بررسی میزان انطباق مکان دفن پسماندهای شهری بجنورد با استانداردهای زیست محیطی". پنجمین همایش ملی مهندسی محیط زیست.
- [11]. Agamuthu P., (2001). Solid Waste: Principles and Management. University of Malaya Press, Kuala Lumpur
- [12]. Khoursand, A, 2010. "Changes in Groundwater Quality by Urban Area Development. Case study of Aquifers in Tehran Plain, Iran". Studia Universitatis Babes-Bolyai, Geographia, LV,1,2010.



Effect of municipal landfill site on quality variations of ground water: Case study of Bojnourd aquifer, Iran

Adel Dadsetan¹, Ahmad Khorsandi Aghai², Mostafa Mousavi³, aboozar Ahmadi⁴

¹Phd student, Shahid Abbaspour Technical and Engineering Campus, Shahid Beheshti University

²Assistant professor, Shahid Abbaspour Technical and Engineering Campus, Shahid Beheshti University

³MSc, Shahid Abbaspour Technical and Engineering Campus, Shahid Beheshti University

⁴MSc, Shahid Abbaspour Technical and Engineering Campus, Shahid Beheshti University

Abstract

Ground waters are one of the important water supply resources that are constantly subjected to contamination. One of the factors contaminating ground water is leachate of municipal landfill sites. In order to investigate the effect of leachate on ground water in an area, qualitative parameters including EC, TDS, Cl⁻, etc. are usually used. City of Bojnourd as the capital city of North Khorasan Province produces 150 tons of solid waste every day. A major part of this solid waste is buried in Bojnourd's only landfill site located in the northeast area of the city. Ground water sampling from several wells in Bojnourd aquifer was made during 1997-2013 and then variations of the above-mentioned parameters were investigated on the zoned map, especially areas influenced by the landfill site. In all of these maps, effect of landfill site on the aquifer was determined by observing a high amount of TDS, EC, and chloride around the studied area. Also, observing the variation curve and increasing trend of these three parameters in well 3 near the landfill can be other reasons which suggest the negative effect of landfill site on the ground water quality, especially in downstream regions.

Keywords: Bojnourd aquifer, landfill, TDS, chloride, electrical conductivity