

ارزیابی آلودگی شیمیایی آبهای زیر زمینی و آبهای سطحی مناطق پایین دست محل قدیمی دفن زباله شهرستان ساری

در سال ۱۳۸۵

ناهید حیدریان دانا^۱

Nahid_arash64@yahoo.com

دکتر عبدالرحیم پرورش^۲

Dr.parvaresh@yahoo.com

دکتر مهدی خیادانی^۳

Haji khiadani @html.Mui.ac.ir

^۱ ناهید حیدریان دانا کارشناس ارشد بهداشت محیط معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی مازندران

^۲ عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

^۳ عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

مقدمه:

در مطالعات مدیریت منابع آبهای سطحی و زیرزمینی، بررسی آلودگی و گسترش آنها در مناطق تحت تاثیر منبع آلاینده از موضوعات بسیار مهم می باشد. آبخوانهای آبرفتی منابع منحصر به فرد تامین آب جهت مصارف مختلف شرب، صنعت و کشاورزی می باشند و چنانچه در معرض آلودگی های مختلف، خصوصا شیرابه های محل دفن زباله قرار گیرند دچار تغییر کیفیت می شوند و در صورتیکه مطالعات لازم با توجه به خصوصیات آبخوان انجام نپذیرد از آلودگی جلوگیری نشود خسارات جبران ناپذیری به منابع آب و خاک وارد می نماید.

امروزه در کشور ما به ویژه در مناطق شمالی به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی مسأله دفع زباله ها و اثرات حاصل از ورود شیرابه های آنها به آبخوان های آبرفتی و آلودگی سفره های زیرزمینی پائین دست بر اساس ضخامت هیدرودینامیکی آنها در مسیر حرکت آب زیرزمینی بسیار مورد توجه می باشد که باعث گردیده است، با ورود حجم قابل توجهی از این آلودگی ها (نیترات، فلزات سنگین و ...) به منابع آب زیرزمینی مورد استفاده جهت مصارف شرب و کشاورزی، در دراز مدت به صورت یک معضل اجتماعی درآید. محل قدیمی دفن انواع زباله های شهری، صنعتی و کشاورزی شهرستان ساری و توابع آن در منطقه سمسکنده ساری واقع در شرق رودخانه تجن است که در روز ۳۵۰ تن زباله به محل دفن حمل می گردید و متوسط حجم شیرابه های سطحی در ماههای مختلف ۱۱/۵ الی ۲/۵ لیتر در ثانیه اندازه گیری شده بود. غنی بودن آبخوانهای آبرفتی بخشهای پائین دست محل دفن زباله سبب گردیده است که با توجه به افزایش جمعیت و توسعه صنعتی، افزایش حفر چاههای عمیق و نیمه عمیق جهت تامین آب گسترش یا بند که با توجه به جهت حرکت آبهای زیرزمینی و زهکشهای سطحی منطقه مورد مطالعه، امکان نفوذ و افزایش غلظت آلاینده در آب زیر زمینی وجود دارد. لذا شناخت نوع منبع آلاینده و کنترل عناصر آلاینده بسیار مهم میباشد که چنانچه این عوامل آلودگی شناسایی و کنترل نگردد ممکن است عواقب جبران ناپذیری را به سفره های آب زیر زمینی و روان آبهای سطحی وارد آورده و نیز انواع بیماریهای منتقله از آب را موجب گردد.

مواد و روشها:

این تحقیق به مدت ۶ ماه (از مهر تا اسفند سال ۸۵) بر روی آبهای زیرزمینی و سطحی محل قدیمی دفن زباله انجام گرفت. برای این منظور تعداد ۳۲ نمونه (۲۴ نمونه از آبهای زیرزمینی، ۶ نمونه از آبهای سطحی و ۲ نمونه از شیرابه محل دفن) از ایستگاه های مورد مطالعه برداشت گردید که پس از انتقال به آزمایشگاه طبق روشهای استاندارد متد آنالیز گردید. در این تحقیق پارامترهایی مانند pH, TDS, EC, NO₂, NO₃, CL, آمونیاک، فلزات سنگین (کادمیوم- کروم- سرب- روی- آهن- منگنز)، توتال کلیرفم اندازه گیری شد. میزان نفوذ پذیری خاک پوششی محل قدیمی دفن و نیز میزان رواناب سطحی در پایین دست حوزه آبریز محل قدیمی دفن زباله ساری متعاقب سه بارندگی در دو هفته متوالی در دی ماه اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل نتایج از طریق برنامه نرم افزاری SPSS و رسم نمودارهای مربوطه از طریق برنامه نرم افزاری EXCELL انجام گرفت و جهت مقایسه میانگین هر کدام از آیتها با استانداردهای آب آشامیدنی و کشاورزی از آزمون مقایسه میا نگین با عدد ثابت (T-) (TEST) استفاده شده است.

یافته ها:

نتایج این تحقیق دامنه تغییرات میانگین پارامترهای مورد اندازه گیری در چاههای مورد مطالعه را به این صورت نشان میدهد: COD بین 0.15-33.7 mg/l، NO₂ بین 0.01-0.12 mg/l، NO₃ بین 3.4-13.9 mg/l، NH₃ بین 0.061-0.1 mg/l، Cr بین 0.03-0.1 mg/l، Mn بین 0.09-0.28 mg/l، Pb بین 0.12-0.367 mg/l، Zn بین 0.16-0.68 mg/l، Fe بین 0.03-0.1 mg/l، میزان نفوذ پذیری خاک پوششی محل دفن ۹/۶ میلی متر در ساعت بدست آمد که جزو خاکهای با سرعت نفوذ پذیری متوسط طبقه بندی می شود.

بحث و نتیجه گیری:

نتایج آنالیز آبهای سطحی منطقه نیز موید این نکته است که حجم عظیمی از شیرابه منابع آب و خاک را در پایین دست منطقه آلوده می نماید که با ورود به آبندان سبب تجمع فلزات سنگین در آبزیان و گیاهان خواهد شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که چاههای شماره یک و دو تحت تاثیر شیرابه محل دفن زباله قرار گرفته اند و مقدار اکثر پارامترهای مورد مطالعه در آب این چاهها از مقدار آن در نمونه شاهد و استانداردهای آب آشامیدنی بیشتر است. بنابراین با توجه به اینکه تصفیه آبهای زیر زمینی و سطحی مستلزم هزینه بالا و تکنولوژیهای پیشرفته است، لذا پایش آبهای زیر زمینی و سطحی و جلوگیری از پیشرفت آلودگی در منابع آب بسیار مهم و اساسی می باشد.

کلید واژه ها:

آبهای زیر زمینی، آبهای سطحی، آلودگی شیمیایی، فلزات سنگین، محل دفن زباله.

مقدمه:

توجه به آلودگی های محیط و مقابله با آن از طریق برنامه های مختلف زیست محیطی از جمله مدیریت مواد زائد جامد، اکنون به صورت گسترده ای در بهداشت و اقتصاد جهان مطرح است. استفاده از ۴۸۰۰۰ ماده شیمیایی در زندگی روزمره که تاکنون تنها خاصیت سرطان زایی ۵۰۰ نوع آن به اثبات رسیده نوعی تهدید جدی برای محیط زیست و سلامت انسان به شمار می رود. یک مطالعه محلی توسط W.H.O موید این نکته است که عدم توجه به جمع آوری و دفع صحیح مواد زائد می تواند ۳۲ مشکل زیست محیطی را که مقابله با آنها به سادگی امکان پذیر نیست، به وجود آورد [۱].

کیفیت منابع آب هر منطقه تحت تاثیر عواملی با منشأ طبیعی یا مصنوعی دچار تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می شود. این تغییرات محدودیت های جدی برای بهره برداری از منابع آب به عنوان منشأ حیات به وجود می آورند. فرآیند توسعه در کشورها از جمله ایران، مسائل گسترده ای از آلودگی آب را ایجاد کرده است و این مسئله زمانی اهمیت خود را نشان می دهد که بیش از ۵۲٪ از مصرف آب کشور از طریق منابع آب های زیرزمینی است. در میان منابع آلاینده آب های زیرزمینی، دفع مواد زائد جامد به روش دفن در زمین از منابع عمده آلاینده می باشد و به صراحت می توان گفت که همه کشورهای توسعه نیافته، در حال توسعه و توسعه یافته، با آن مواجهند. در جهان این روش ۹۲٪ دفع مواد زائد جامد شهری را به خود اختصاص می دهد [۳].

مسئله آلودگی آب های زیرزمینی در اثر نفوذ شیرابه زباله یکی از عمده ترین مشکلات مراکز دفن زباله است. شیرابه را می توان مایع تراوش شده از زباله و مشتمل بر مواد معلق و محلول تعریف نمود که شامل مواد تجزیه شده حاصله از مواد زائد و مایعات حاصله از زهکشی سطحی، بارش، آب های زیرزمینی و چشمه است [۲]. شیرابه سبب آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی می گردد که یکی از عمده ترین مشکلات مراکز دفن زباله مسئله آلودگی آب های زیرزمینی در اثر نفوذ شیرابه است [۱].

فلزات سنگین از جمله سرب، کادمیم و کروم و روی به آن دسته از عناصر شیمیایی اطلاق می شود که دارای دانسیته بیش از ۳ تا ۵ گرم بر سانتی مترمکعب هستند [۳۳]. این عناصر یکی از مهمترین آلاینده های محیط زیست محسوب می شوند. از خصوصیات این فلزات می توان به پایداری آنها اشاره کرد که نمی توانند مانند اغلب مواد آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی و زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از نتایج مهم این پایداری تغلیظ و تجمع این فلزات در مواد غذایی و یا بافت های جاندارانی است که از این مواد غذایی استفاده می کنند [۳۴].

مقدار آب موجود در مراکز دفن بین ۱ تا ۴۰٪ بارش متوسط سالیانه تخمین زده می شود که حد متوسط آن ۰/۳۷ لیتر در ثانیه در هکتار می باشد. میزان نشت آبهای محل دفن زباله به مقدار، میزان و نحوه بارندگی، هدایت هیدرولیکی، پوشش خاک، تبخیر از پوشش سطحی خاک، یخبندان و ذوب برف بستگی دارد. Huges و دیگر محققین تخمین زده اند که بعضی از محل های دفن زباله پس از گذشت ۴ الی ۷ سال شروع به ایجاد نشت آب می نمایند. زباله های حاوی آرسنیک مدفون شده در آیوا (IOWA)، سبب

گردیده است تا غلظت این یون در آب های زیرزمینی منطقه دفن زباله به بیش از 175 mg/lit برسد. در مجاورت یک ناحیه بزرگ دفن زباله در Delaware آمریکا که زباله های شهری و صنعتی در آن دفن گردیده ، باعث آلودگی سفره آب های زیرزمینی گردیده است [۲].

مواد و روشها:

روش اجراء در این مطالعه ، روش توصیفی تحلیلی است که بصورت Cross sectional (مقطعی) مورد بررسی قرار گرفته است . جمعیت مورد مطالعه آب ۳ حلقه چاه در پایین دست محل دفن و آب یک حلقه چاه شاهد در بالادست محل دفن زباله ، شیرابه و آبهای سطحی محل دفن میباشد . تعداد دفعات نمونه برداری ۶ بار میباشد. که با انجام ۶ بار نمونه برداری از روان آبهای سطحی متعاقب دو دوره بارندگی در دو هفته جداگانه و ۲ نمونه برداری از شیرابه ؛ مجموعاً " ۳۲ نمونه مطابق روشهای استاندارد متد برداشت و آزمایشات لازم انجام شد.

نمونه برداری از مهرماه لغایت اسفند ماه ۸۵ انجام شد و بدین منظور از ظروف پلی اتیلن تیره رنگ به حجم ۱/۵ لیتر استفاده شد. به منظور حفاظت نمونه های آب جهت فلزات سنگین $1/5 \text{ ml}$ اسید نیتریک غلیظ به هر لیتر نمونه افزوده تا pH نمونه به کمتر از ۲ برسد و در مورد شیرابه و آبهای سطحی طبق روش استاندارد متد توسط اسید نیتریک هضم صورت گرفت و در یخچال ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. آزمایشات فلزات سنگین (Cr, Cd, Pb, Zn, Fe, Mn) توسط دستگاه اتمیک ابزوربشن ، پارامترهای نیتريت ، نترات ، آمونیاک و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی توسط دستگاه DR-2000 و کل جامدات محلول توسط روش گراویمتری، pH با دستگاه pH متر دیجیتال در محل نمونه برداری ، قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج، کلور به روش MOHR ، توتال کلیفرم به روش ۹ لوله ای MPN/100ml اندازه گیری شد.

اندازه گیری میزان نفوذ پذیری خاک پوششی محل دفن با استفاده از دستورالعمل اندازه گیری سرعت نفوذ آب در خاک به روش استوانه مضاعف در دو مکان مختلف صورت گرفت. جهت تعیین میزان رواناب سطحی ، سرعت متوسط رواناب (V) به روش اندازه گیری سرعت با جسم شناور بین دو نقطه مشخص از مسیر رواناب در کانال مستطیل شکل (X) در زمان مشخص (t) بدست آمده همزمان عمق آب (H) با اشل اندازه گیری گردید. سپس با استفاده از رابطه پیوستگی جریان ($Q = A.V$) میزان دبی محاسبه و منحنی تغییرات آن نسبت به زمان رسم شد [۳۲]. پس از انجام آزمایشات و ثبت داده ها میانگین غلظت و میزان پارامترهای فوق مشخص و سپس با مقایسه نتایج با استانداردهای آب شرب و کشاورزی و نمونه شاهد میزان آلودگی شیمیایی ناشی از نفوذ شیرابه زباله به منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. ضمناً خصوصیات شیمیایی و باکتریولوژیکی شیرابه زباله و آبهای سطحی محل قدیمی دفن نیز مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده ها از طریق نرم افزار SPSS و جهت مقایسه میانگین هر کدام از آیتم ها با استانداردهای آب شرب و کشاورزی و نتایج قبلی از آزمون مقایسه میانگین با عدد ثابت (T- Test) استفاده گردید.

یافته های پژوهش:

نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی و باکتریولوژیکی نمونه ها به تفکیک ایستگاههای مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است .

جدول ۱- میانگین غلظت پارامترهای مورد مطالعه در ایستگاههای نمونه برداری

ردیف	پارامتر	چاه ۱	چاه ۲	چاه ۳	میانگین (چاه های نمونه برداری)	چاه شاهد	شیرابه	آبهای سطحی	استاندارد آب شرب	استاندارد آب جهت مصارف آبیاری
۱	عمق (m)	۹۰	۱۵۰	۲۰	-	۵۰	-	-	-	-
۲	PH	۷/۸۲	۷/۵۵	۷/۶۳	۷/۶۷	۷/۲	۸/۴۷	۸/۴۲	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵
۳	EC (µs/cm)	۱۱۶ ۱۰۱۳	۸۳۹/۳۳	۸۹۵	۹۱۵/۸۳	۷۵۵/۳	۳۳۳۷	۵۶۴۶	۱۵۰۰	۲۰۰۰
۴	TDS(mg/l)	۶۵۸/۳	۵۴۵/۵	۵۸۱/۷	۵۹۵	۴۹۰/۷	۱۴۴۵	۲۵۴۴	۵۰۰	۲۰۰۰
۵	COD(mg/l)	۳۳/۷	۲۵/۲۵	۵/۳۱	۲۱/۴۲	۸/۸	۲۳۵۲	۷۳۶/۵	-	۲۰۰
۶	CL(mg/l)	۷۷	۲۴	۳۳/۸	۴۸/۳۶	۱۰/۹	۸۱۷	۸۲۷/۱۶	۲۵۰	۶۰۰
۷	NO ₃ (mg/l)	۱۲/۹۸	۸/۳۱	۲/۴۸	۸/۵۷	۲/۵۵	۸۳/۲	۴۱/۳۸	۵۰	-
۸	NO ₂ (mg/l)	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۷	۰/۰۱۱	۱/۷	۱/۹۲	۳	-
۹	NH ₃ (mg/l)	۰/۱	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۵/۸۵	۱/۵۸	۱/۵	-
۱۰	Cr(mg/l)	۰/۳۳	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱
۱۱	Cd(mg/l)	ND	ND	ND	ND	ND	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱
۱۲	pb(mg/l)	۰/۲۸	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۹۱	۰/۶۳	صفر	۵
۱۳	Zn(mg/l)	۰/۳۶	۰/۲۵	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۰۹۶	۱/۸	۰/۷۳	۵	۲
۱۴	Fe(mg/l)	۰/۶۸	۰/۳۹۱	۰/۱۶	۰/۳۸	۰/۰۹۵	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۳	۵
۱۵	Mn(mg/l)	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۰۵	۰/۶۴	۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۲
۱۶	توتال کلیفرم (MPN)	۱۱/۵	۶/۷	۱۲/۵	۱۰/۲۲	۱/۱۶	۳۰۵	۳۵/۸	صفر	۱۰۰۰
۱۷	BOD ₅ (mg/l)	-	-	-	-	-	۴۰۳	-	-	۱۰۰

ND=Non Detected

بحث و نتیجه گیری :

مطابق جدول شماره یک مقادیر pH آب چاههای مورد مطالعه در حد طبیعی بوده و در محدوده $۸/۵ - ۶/۵$ قرار دارد و محدودیتی از نظر مصارف شرب و کشاورزی طبق استانداردهای آب آشامیدنی و کشاورزی EPA ندارد. غلظت یون هیدروژن در منابع آب برای مصارف مختلف از نظر مزه، خوردندگی حائز اهمیت بوده و بر روی فرآیندهای تصفیه آب و مصارف صنعتی اثرگذار می باشد.

بر اساس استانداردهای EPA آبی که دارای TDS بیشتر از ۵۰۰ mg/lit و EC بیشتر از $۱۵۰۰ \mu\text{S/cm}$ باشد جهت شرب و استفاده در صنعت مناسب نیست و نیز آبهایی که دارای TDS بیشتر از ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر و EC بیشتر از $۳۰۰۰ \mu\text{S/cm}$ باشد برای مصارف آبیاری چندان مناسب نمی باشد. میانگین مقدار EC چاههای نمونه برداری $۹۱۵ \mu\text{S/cm}$ و چاه شاهد $۷۵۵ \mu\text{S/cm}$ بوده است. همچنین میانگین مقدار TDS برای چاههای نمونه برداری ۵۹۵ mg/lit و چاه شاهد ۴۹۱ mg/lit بدست آمده است. نتایج آنالیز آماری مقادیر EC بین چاههای نمونه برداری با چاه شاهد و استانداردهای آب شرب و کشاورزی اختلاف معنی داری را نشان می دهد ($P < ۰/۰۵$). به عبارت دیگر مقادیر EC چاههای نمونه برداری با چاه شاهد متفاوت بوده و بطور معنی داری از استانداردهای آب شرب و کشاورزی کمتر میباشد. نتایج آنالیز آماری مقادیر TDS بین چاههای نمونه برداری با چاه شاهد و استانداردهای آب شرب و کشاورزی اختلاف معنی داری را نشان می دهد ($P < ۰/۰۵$). به عبارت دیگر مقادیر TDS چاههای نمونه برداری با چاه شاهد متفاوت بوده و بطور معنی داری از استاندارد آب شرب بیشتر میباشد.

میانگین غلظت کلرور در آب چاههای پائین دست محل قدیمی دفن زباله ساری از حداقل مقدار ۳۳ میلی گرم در لیتر تا حداکثر ۷۷ میلی گرم در لیتر بر حسب یون کلرور متفاوت است. مقایسه میانگین مقادیر حاصله با میزان کلرور آب چاه شاهد اختلاف معنی داری ($P < ۰/۰۵$) را نشان می دهد. آب کلیه چاههای نمونه برداری و چاه شاهد از نظر کلرور مطابق استاندارد (EPA) برای مصارف آبیاری و کشاورزی مناسب می باشد.

میانگین مقدار COD در چاههای نمونه برداری برابر $۲۱/۴$ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد برابر $۸/۸$ میلی گرم در لیتر بوده است. با انجام آزمون آماری بین این دو میانگین ملاحظه شده که این تفاوت معنی دار است ($P < ۰/۰۵$) به عبارت دیگر مقادیر COD چاههای نمونه برداری با چاه شاهد متفاوت می باشد. سازمان حفاظت محیط زیست ایران و سازمان خواروبار جهانی میزان COD آب را برای مصارف آبیاری و کشاورزی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اعلام نموده است، لذا استفاده از آب چاههای نمونه برداری در حال حاضر جهت مصارف کشاورزی و آبیاری محدودیتی ندارد.

میانگین مقدار آمونیاک در چاههای نمونه برداری $۰/۰۷۷$ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد $۰/۰۰۴$ میلی گرم در لیتر می باشد و از نظر آماری اختلاف معنی دار بین این دو گروه و استانداردهای آب شرب وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). بالاترین مقدار آمونیاک در آب چاههای مورد مطالعه $۰/۲۵ \text{ mg/lit}$ مربوط به چاه شماره (۲) و کمترین مقدار آمونیاک $۰/۰۱۱$ مربوط به چاه شماره یک می باشد. WHO حد مجاز آمونیاک را در آب شرب $۱/۵ \text{ mg/lit}$ بر حسب آمونیاک اعلام نموده است لذا آب کلیه چاهها برای استفاده در شرب مناسب می باشد.

میانگین مقدار نیتريت در چاههای نمونه برداری $۰/۰۷$ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد $۰/۰۱۱۵$ میلی گرم در لیتر می باشد. این اختلاف قابل ملاحظه بوده و از نظر آماری نیز اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). حد استاندارد توصیه شده (EPA) برای پارامتر نیتريت جهت مصارف شرب ۱ mg/lit بر حسب ازت است و طبق توصیه WHO ۳ میلی گرم در لیتر بر حسب یون نیتريت است که با توجه به استاندارد مقادیر نیتريت کلیه چاهها از حد توصیه شده کمتر می باشد. ضمناً مجموع نسبتهای غلظت نیتريت و نیتريت به مقادیر رهنمودی مربوطه از یک بیشتر نشده است.

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{1} \leq 1$$

میانگین مقدار نیتريت در چاههای نمونه برداری $۸/۵ \text{ mg/lit}$ و در چاه شاهد $۲/۵ \text{ mg/lit}$ می باشد و از نظر مقایسه آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین مقدار $NO3$ در آب چاههای مورد مطالعه ۳۰ mg/lit و کمترین مقدار آن $۰/۰۳ \text{ mg/lit}$ بدست آمده است. طبق استاندارد (EPA) حد استاندارد توصیه شده پارامتر نیتريت جهت مصارف شرب ۱۰ mg/lit بر حسب ازت است و WHO میزان نیتريت بر حسب یون نیتريت را ۵۰ mg/lit توصیه نموده است. بنابراین در کلیه چاههای نمونه برداری شده مقدار نیتريت از حد استاندارد آب شرب میباشد.

میانگین غلظت کروم در چاههای نمونه برداری ۰/۲۱۶ میلی گرم در لیتر در چاه شاهد ۵۳ ۰/۰ میلی گرم در لیتر می باشد که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$).

بالاترین مقدار Cr در آب چاههای مورد مطالعه ۰/۴۲ میلی گرم در لیتر در چاه شماره یک و کمترین مقدار آن ۰/۰۴ میلی گرم در لیتر در چاه شماره سه است. حد استاندارد توصیه شده EPA برای کروم در آب شرب و آبیاری ۰/۱ میلی گرم در لیتر می باشد. از نظر مقایسه آماری اختلاف معنی داری با استانداردهای آب شرب و آبیاری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) و آب چاههای مورد نظر از نظر شرب و آبیاری مناسب نمی باشند.

میانگین مقدار سرب در چاههای مورد مطالعه ۰/۱۷ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر می باشد که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). طبق توصیه (EPA)، حد استاندارد سرب در آب شرب صفر و جهت مصارف آبیاری و کشاورزی ۵ میلی گرم در لیتر تعیین گردیده است و از نظر مقایسه آماری اختلاف معنی داری با استانداردهای آب شرب و آبیاری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). لذا آب چاههای مورد مطالعه از لحاظ پارامتر سرب جهت مصارف شرب مناسب نبوده ولی جهت مصارف آبیاری و کشاورزی محدودیتی ندارد.

میانگین مقدار روی در چاههای نمونه برداری ۰/۲۴۶ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد ۰/۰۹۶ میلی گرم در لیتر می باشد. لذا از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) بالاترین مقدار روی در آب چاههای مورد مطالعه ۰/۴۸۸ میلی گرم در لیتر مربوط به چاه شماره یک و کمترین آن ۰/۰۹۸ میلی گرم در لیتر مربوط به چاه شماره سه می باشد. حد استاندارد توصیه شده (EPA) فلز روی در آب آشامیدنی ۵ میلی گرم در لیتر و جهت مصارف آبیاری و کشاورزی ۲ میلی گرم می باشد و از نظر مقایسه آماری اختلاف معنی داری با استانداردهای آب شرب و آبیاری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) به عبارتی بطور معنی داری از استانداردهای آب شرب و آبیاری کمتر است، بنابراین آب چاههای مورد مطالعه از لحاظ پارامتر روی جهت مصارف شرب و آبیاری محدودیتی ندارد.

میانگین مقدار آهن در چاههای نمونه برداری ۰/۳۷۷ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد ۰/۰۹۵ میلی گرم در لیتر می باشد که از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) بیشترین مقدار آهن در آب چاههای مورد مطالعه ۰/۱۸۶ (مربوط به چاه شماره یک) و کمترین مقدار ۰/۱۱ (مربوط به چاه شماره ۳) می باشد. حد استاندارد EPA برای آهن در آب شرب ۰/۳ میلی گرم در لیتر و جهت مصارف آبیاری و کشاورزی ۵ میلی گرم در لیتر میباشد. لذا آب چاه شماره یک از نظر استاندارد آب شرب جهت آهن مناسب نیست ولی آب کلیه چاههای مورد مطالعه از لحاظ پارامتر آهن جهت مصارف آبیاری و کشاورزی محدودیتی ندارد.

میانگین مقدار منگنز در چاههای نمونه برداری ۰/۰۶۸ میلی گرم در لیتر و در چاه شاهد ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر بدست آمده است که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$). بالاترین مقدار Mn در آب چاههای مورد مطالعه ۰/۱۸ میلیگرم در لیتر (مربوط به چاه شماره یک) و کمترین مقدار آن ۰/۰۱۱ میلی گرم در لیتر (مربوط به چاه شماره یک) بدست آمده است. حد استاندارد EPA برای منگنز در آب شرب ۰/۰۵ میلیگرم در لیتر و جهت مصارف کشاورزی و آبیاری ۰/۲ میلی گرم در لیتر می باشد. از نظر مقایسه آماری اختلاف معنی داری با استانداردهای آب شرب وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$). آب چاه شماره یک و دوازده از نظر استاندارد آب شرب مناسب نمی باشد ولی آب کلیه چاهها از نظر استانداردهای آبیاری محدودیتی ندارد.

میانگین توتال کلیفرم در چاههای نمونه برداری $MPN/100ml$ ۱۰/۲ و در چاه شاهد $MPN/100ml$ ۱/۱ می باشد. لذا از نظر آماری اختلاف معنی داری بین این دو گروه وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). بالاترین تعداد توتال کلیفرم در آب چاههای مورد مطالعه ۲۳ (مربوط به چاه ۱ و ۳) و کمترین آن ۳ (مربوط به چاه ۲) بدست آمده است. EPA حد استاندارد توتال کلیفرم در آب شرب را صفر اعلام کرده است و نیز حد استاندارد توصیه شده برای آبیاری و کشاورزی $MPN/100ml$ ۱۰۰۰ می باشد. لذا آب کلیه چاههای مورد مطالعه جهت شرب مناسب نبوده ولی از نظر مصارف آبیاری و کشاورزی محدودیتی ندارند.

pH شیرابه از ۸/۲ تا ۸/۷ متغیر و میانگین آن ۸/۴ می باشد. میزان TDS ، EC به ترتیب برابر است با ۳۳۲۷ میکرو زیمنس بر سانتی متر و ۱۴۴۵ میلیگرم بر لیتر، لذا در مقایسه با استاندارد پساب جهت تخلیه به آبهای سطحی، هدایت الکتریکی بالاتر از حد مجاز است. نسبت BOD_5 / COD محل قدیمی دفن زباله (۰/۱۷) بدست آمده که می توان نتیجه گرفت منطقه دفن در مرحله متان زایی قرار دارد و اسیدهای فولویک و هیومیک تولید شده اند که به آسانی قابل تجزیه بیولوژیکی نیستند. مقایسه غلظت فلزات سنگین شیرابه با استاندارد دفع پساب سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی و آبیاری نشان میدهد که غلظت کروم ۱/۴ برابر، کادمیوم ۸/۵ برابر و منگنز ۳/۲ برابر بیش از حد مجاز می باشند و فقط آهن و روی و سرب کمی کمتر از حد مجاز می باشند. از نظر

غلظت روی دارای بیشترین غلظت (۱/۸ میلی گرم در لیتر) و کادمیوم دارای کمترین غلظت (۰/۰۸۵ میلی گرم در لیتر) می باشد که از نظر مقدار غلظت به ترتیب $Zn > Pb > Mn > Cr > Fe > Cd$ در شیرابه موجود می باشند .

میانگین pH آبهای سطحی ۸/۴ با استاندارد تخلیه پساب برای مصارف کشاورزی و آبیاری مقایسه گردید و در حد مجاز می باشد . از نظر غلظت فلزات سنگین چنانچه با استاندارد دفع پساب سازمان حفاظت محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی و آبیاری مقایسه گردد مشاهده می شود که غلظت کادمیوم ۵ برابر بیش از حد مجاز می باشد و کروم ، سرب ، روی ، آهن و منگنز زیر حد مجاز می باشند . میانگین غلظت COD آبهای سطحی نیز ۷۳۶/۵ میلی گرم در لیتر بدست آمده است که در مقایسه با استاندارد پساب خروجی جهت مصارف کشاورزی و آبیاری تقریباً ۳/۶ برابر حد مجاز بوده و برای مصرف مناسب نمی باشد . میزان توتال کلیرم آبهای سطحی ۳۵/۸ می باشد که در مقایسه با استاندارد تخلیه پساب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری مناسب می باشد . میانگین غلظت کلرور آبهای سطحی ۸۲۷/۲ میلی گرم در لیتر بدست آمد که در مقایسه با استاندارد محیط زیست ایران جهت مصارف کشاورزی و آبیاری (600 mg/lit) مناسب نمی باشد .

سرعت نفوذ پایه خاک پوششی محل دفن برابر ۹/۶ میلی متر در ساعت محاسبه گردید که با توجه به طبقه بندی توصیفی نفوذپذیری ، خاک پوششی محل دفن زباله در رده متوسط طبقه بندی می گردد .

ماکزیمم پیک دبی در سه بارندگی به ترتیب ۳/۸ ، ۳/۱ و ۳/۲ لیتر در ثانیه بدست آمده است که با توجه به اینکه رواناب های سطحی در نهایت به آب بندان تخلیه می گردد ، لذا بار آلودگی زیادی از نظر غلظت فلزات سنگین و مواد مغذی (NO_3) وارد آب بندان خواهد شد که عواقب سوء زیست محیطی را در پی خواهد داشت .

مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعه قبلی نشان میدهد که برخی پارامترهای شیمیایی مشترک در آب چاههای مورد مطالعه بیش از حد مجاز بوده و آلودگی آبهای زیر زمینی خصوصاً در مناطق نزدیک به محل دفن قابل ملاحظه و محرز می باشد و مقایسه میانگین آب چاهها با عدد ثابت در موارد TDS ، COD ، Cr ، Cd ، Mn کاهش معنی داری داشته است ($P < 0.05$) و در مورد pH افزایش معنی داری داشته است و در بقیه موارد اختلاف معنی دار نیست .

نتیجه گیری کلی :

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت پارامترهای مورد مطالعه نظیر pH ، EC ، TDS ، NO_2 ، NO_3 ، CL ، آمونیاک ، فلزات سنگین (کروم -سرب -روی -آهن -منگنز) ، توتال کلیرم در آب چاههای مورد مطالعه در مقایسه با آب چاه شاهد اختلاف معنی داری داشته یا عبارتی بطور معنی داری از چاه شاهد کمتر می باشد و میانگین غلظت TDS ، Fe ، MN ، Cr ، Pb در آب چاههای مورد مطالعه بیشتر از مقدار استانداردهای آب شرب و میانگین غلظت Cr در آب چاههای مورد مطالعه بیشتر از استاندارد آب جهت مصارف آبیاری و کشاورزی می باشد.

فهرست منابع :

- ۱- عمرانی . قاسمعلی ؛ مواد زائد جامد ؛ چاپ اول ، تهران : دانشگاه آزاد اسلامی ، ۱۳۷۳
- ۲- عمادی . سید مهدی ؛ بررسی آلودگی آب زیر زمینی در اثر ورود شیرابه های زباله و راههای کنترل آن (سمسکنده ساری) ؛ سازمان مدیریت و برنامه ریزی مازندران ، ۱۳۸۳
- ۳- عابدی کوبایی . جهانگیر ؛ تاثير لند فيل مشهد بر آلودگی منابع آب زیر زمینی ؛ مجموعه مقالات چهارمین همایش کشوری بهداشت محیط ، ۱۳۸۰ ، ص ۷۱۴ تا ۷۲۰ .
- ۴- عودی . قاسم ؛ کیفیت آب آشامیدنی ؛ انتشارات محقق مشهد ، ۱۳۷۳ ، ص ۱۵ .
- ۵- پوی . س و همکاران ؛ مهندسی محیط زیست ؛ ترجمه ترکیان . ۱ ، انتشارات کنکا ش ، چاپ اول ، ۱۳۷۴ .
- ۶- شریعت پناهی . م ؛ اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب ؛ انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ پنجم تابستان ۱۳۷۷ .
- ۷- هرمان باوئر ؛ هیدرولوژی آبهای زیرزمینی ؛ ترجمه لطفی صدیق . ۱ ، انتشارات دانشگاه صنعتی سهند ، چاپ اول ، تبریز ۱۳۷۴ .
- ۸- دیوید کیت تاد ؛ هیدرولوژی آب های زیرزمینی ؛ ترجمه رازقی . ع . قدرت نما . ق . انتشارات فرانکلین ، چاپ اول ، تهران ۱۳۵۳ .
- ۹- غفوری . محمد رضا ، مرتضوی . رضا ؛ آب شناسی ؛ انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ دوم ، ۱۳۶۴ ، ص ۳۱ و ۳۲ .
- ۱۰- کردوانی . پرویز ؛ ژئو هیدرولوژی استخرهای تغذیه آب های زیرزمینی ؛ انتشارات دانشگاه تهران ، ۱۳۷۰ ، ص ۲۲ و ۲۳ .
- ۱۱- منزوی . م ؛ آبرسانی شهری ؛ انتشارات دانشگاه تهران چاپ دهم پاییز ۱۳۷۸ .
- ۱۲- ندافی . ک ، یزدانبخش . ا ؛ کنترل کیفی آب آشامیدنی در اجتماعات کوچک ؛ انتشارات جهاد دانشگاهی ، چاپ اول ، ۱۳۶۹ .
- ۱۳- نوری سپهر . محمد ؛ رهنمودهایی در خصوص آب آشامیدنی ؛ جلد دوم ، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی سمنان ، ۱۳۷۳ .
- ۱۴- نبی زاده نودهی . رامین ، فائزی رازی . دادمهر ؛ رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی ؛ جلد اول ، انتشارات نص ، زمستان ، ۱۳۷۵ .

- ۱۵- ژیلبرت، کاستانی؛ شناخت آب سالم، ویژه آب های زیرزمینی و آلودگی آنها؛ ترجمه محمدی فتیده م.، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ دوم، ۱۳۶۶.
- ۱۶- عاشوری.؛ مهندسی محیط زیست؛ انتشارات کوشک، چاپ اول، تابستان ۱۳۸۰.
- ۱۷- پور مقدس ج.؛ بررسی کیفیت آب زیرزمینی لنجان اصفهان؛ مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، سال اول، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۱.
- ۱۸- چالکش امیری م.؛ اصول تصفیه آب؛ انتشارات ارکان، زمستان ۱۳۷۸.
- ۱۹- حسینیان. مرتضی؛ مصارف مجدد فاضلاب تصفیه شده؛ انتشارات علوم روز، چاپ اول، تهران ۱۳۸۱.
- ۲۰- علیزاده. امین؛ اصول هیدرولوژی کاربردی؛ انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، چاپ دهم مشهد، ۱۳۷۷.
- ۲۱- جان. آبلک؛ تکنولوژی آبهای آلوده؛ ترجمه بنزاده ماهانی. م.، سمناشاد ع.، انتشارات جهاد دانشگاهی، بهار ۱۳۶۴.
- ۲۲- حاجی زاده. ی.؛ بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی تبریز و ارائه روش های کنترل آن؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، ۱۳۷۸.
- ۲۳- وزارت نیرو، راهنمای حفاظت کمی و کیفی سفره ها و منابع آب زیرزمینی و تاسیسات بهره برداری از آنها؛ نشریه شماره ۱۵۰ الف، ۱۳۷۴.
- ۲۴- آرمافر. ف.؛ تعیین آلودگی آبهای زیرزمینی منطقه صنعتی تبریز؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده بهداشت، ۱۳۷۶.
- ۲۵- یغمائیان. کامیار؛ تجزیه مواد زائد جامد؛ مدیریت پسماند ها، سال اول، شماره: ۱۳۸۲، ص ۴ تا ۷.
- ۲۶- قهرمانی. آ.؛ کنترل شیرابه؛ مجموعه مقالات همایش دفن مهندسی - بهداشتی مواد زائد جامد، گروه مهندسی عمران دانشکده فنی - دانشگاه تهران، ۱۳۷۹، ص ۳ تا ۴۷.
- ۲۷- عبدی م.؛ مدیریت مواد زائد جامد شهری از دیدگاه ژئوتکنیک زیست محیطی؛ سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده عمران دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۷۹.
- ۲۸- رقیمی. م.؛ ضرورت استاندارد سازی سیستم مدیریت مواد زائد شهری؛ نخستین کنفرانس توسعه و ترویج استاندارد، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ص ۲۹۲-۲۸۹ و ۱۳۷۹.
- ۲۹- ززولی. محمد علی؛ بررسی غلظت فلزات سنگین شیرابه زباله شهری اصفهان و روش کاهش آنها؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده بهداشت، ۱۳۷۹.
- ۳۰- رقیمی. مصطفی، خادمی. سید محمد؛ بررسی آلودگی آب های زیرزمینی مجاور محل دفن مواد زائد جامد شهری استان گلستان؛ مجله آب و محیط زیست، ۸۱.
- ۳۱- دانشگاه ارومیه، دانشکده ی کشاورزی، روند تغییرات کیفی آب های زیرزمینی تحت تاثیر ضایعات شهری در مناطق فعال استان آذربایجان غربی، ۱۳۷۷.
- ۳۲- وزارت نیرو؛ دستورالعمل اندازه گیری سرعت نفوذ آب به خاک به روش استوانه؛ نشریه شماره ۸۴ الف-۱۳۷۴.

33- Masterson w, slowink I. Chemical principles. fifth editon ; 1981

pp(317-330).

- 34- Peetty G . Irrigation with reclaimed municipal wastewater a guidance manual. University of California: California stat water resoures control board 1998 ; PP (3-2),(13-1),(13-2).
- 35-Thomas,Davis"Groundwater Quality and Groundwater Pollution", Division of Agricultural and Natural Resources (ANR) California ,2003.
- 36- Dezuane. J," Drinking water Quality", 2nd edit,International Thomson publishing Company , US, 1997.
- 37- Lee, D.j.,and c.s. Kim," Non – Point Source Groundwater Pollution and Endogenous Regulatory Policies", Water Resourece. Res.,vol.38,NO.12,USA 2002.
- 38 – Hammer M.j, "Water and Wastewater Technology", 2nd edit , Prentice – Hall International Edition , US , 1986.
- 39- Rail D.Groundwater Contamination.Technical Publication, Company , Newyork , 1989.
- 40- B.Jamnik,B. B. Zeleznik 1, J. Urbanc "Diffuse Pollution of water Protection Zones in Ljubljana , Slovenia ", Diffuse pollution Conference Dublin, 2003.
- 41- Maticic B, The impact of Agriculture on Groundwater Quality in Slovenia : Standard and Strategy .Elsevier Science B.V. all rights Reserved. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Center for Agriculture water Management and Engineering .Slovenia 1999.Pp.235-247.
- 42- Crosson P."Trends in Agriculture and Possible Environment Futures", Agricultural Management and water Quality , Edited by F.W. Schaller and G.W.Bailey , Lowa State University Press , AMES , 1983 . Pp.425-452.
- 43- Ground Water and Non-point Source Pollution (NPS):
<http://www.dnr.state.oh.us/water/maptechs/npsrpts/npsrpts.htm>.
- 44- Alley M. W, Regional Groundwater Quality" Newyork , 1993.
- 45- Freeze R.A,Cherry A.J,"Groundwater",Prentice –Hall International, Englewood Cliffs , NJ07632.INC, 1979.

- 46- Christensen T.H Attenuation of leachate pollutants in groundwater . landfilling of waste :leachate , chapman and hall , 1992.
- 47- Cartwright K , McComes M "Geophysical Surveys in the vicinity of Sanitary Landfills in mortheastern " Illinois , 1968.
- 48- Back W. Hydrochemical Kfacies of Ground water flow pattern in northern part of Atlantic Coastal plain U.S.Geol .Surv.Prof.Pp 498,1966. .
- 48- Abu –Rukah Y, Osama A" The assessment of the effect of landfill leachate on ground water quality – a case study EI-A kader land fill site north"Jordan .journal of Arid environmental . 46:615-630,2001.
- 50- jose F" simultaneouse use of geochemical and geophysical methods to characterise abandoned landfill" jornal of Environmental Geology .41:898-905, 2002.
- 51- American public Health Association "Standard methods for the Examination of water and wastewater ", Washington DC,1995.
- 52-Ernest R.Blatchley,III and Jone E.Tompson"Ground water contamination" Hand book 2000
- 53-Liu D.H and Liptak B.G (2000) , " Groundwater and surface water Pollution",CRC Peress LLC (pp 52) .
- 54-Janssen.G, and Mato.r, " Groundwater Pollution in Dar-es Salaam City Tanzania: Assessing Vulnerability and Protection Priorities" Tanzania Got , June 2002.
- 55-Guyen van Dan and Nguyan Thi Dzung, "Groundwater Pollution in the Hanvi Area", Vietnam,2000.