مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ دوره پانزدهم/ پائیز ۱۳۸۹/ ۹۸-۸۹

# ارزیابی آلودگی شیمیایی منابع آب زیر زمینی مناطق پایین دست محل دفن زباله شهر سنندج

رضا رضایی[۱]، افشین ملکی[۲]، مهدی صفری[۳]، عبدا... قوامی[٤]

۱- مربی گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۲- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۳- مربی گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران (مؤلف مسؤول) تلفن: ۶۶۲۵۱۳۲- ۰۸۷۱ safari.m.eng@gmail.com

٤- رئیس سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری سنندج، سنندج، ایران

## چکیده

***زمینه و هدف:*** در جایگاههای دفن زباله، نشت و نفوذ شیرابه که حاوی ترکیبات و آلاینده‌های گوناگون می‌باشد، باعث آلودگی آبهای زیر زمینی گردیده و مسائل بهداشتی و زیست محیطی عدیده‌ای را ایجاد می‌نماید. هدف از این تحقیق ارزیابی آلودگی شیمیایی منابع آب زیر زمینی مناطق پایین دست محل دفن زباله شهر سنندج می‌باشد.

***روش بررسی:*** در این مطالعه ۵ حلقه چاه در مجاورت لندفیل انتخاب گردید، و پس از ۶ مرحله نمونه‌برداری ماهیانه طی دو فصل بهار و تابستان پارامترهای مختلف از جمله سختی، قلیائیت، کدورت، فسفات، $COD$ ,$Cl^-$, $NO_3$,$TDS$ ,$pH$ و $EC$ به روش استاندارد مورد سنجش قرار گرفته و نتایج بدست آمده با چاه شاهد و استانداردهای آب شرب و کشاورزی مقایسه گردید.

***یافته‌ها:*** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه در مقایسه با آب چاه شاهد و استانداردهای آب شرب، از لحاظ اکثر پارامترهای شیمیایی مورد بررسی، دارای مقادیر بالاتر بوده و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند ($p<۰/۰۵$). اما اکثر مقادیر این پارامترها درآب چاه‌های مورد مطالعه کمتر از استانداردهای آب آبیاری می‌باشند.

***نتیجه‌گیری:*** آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه به دلیل بالا بودن مقادیر اکثر پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده، قابل شرب نمی‌باشند، ولی از لحاظ استفاده در کشاورزی و آبیاری محدودیتی ندارند. لذا پایش مداوم و اصولی (monitoring) آبهای زیرزمینی این منطقه، جهت جلوگیری از آلودگی منابع آب و خاک بسیار ضروری و حیاتی می‌باشد.

***کلید واژه‌ها:*** زبالهٔ شهری، محل دفن، شیرابه، آلودگی آبهای زیر زمینی، سنندج

وصول مقاله: ۸۹/۳/۱۸ اصلاحیه نهایی: ۸۹/۶/۲۸ پذیرش مقاله: ۸۹/۷/۱۰

## مقدمه

آبهای زیرزمینی یکی از منابع مهم تأمین آب در همه کشورها دنیا محسوب می‌گردند و استفاده از آنها چه در آبیاری و کشاورزی و چه در مصارف شهری و صنعتی رو به تزاید است. استفاده بیش از حد از منابع طبیعی و تولید فراوان محصولات زائد در جامعه مدرن، غالباً آبهای زیرزمینی را مورد تهدید قرار داده و سبب آلودگی های زیادی می‌گردد. بعلت اینکه حرکت آب های زیرزمینی بسیار کند می‌باشد بعد از شروع آلودگی باید سالها بگذرد تا آب، تحت تأثیر قرار گرفته و آلودگی در چاهی ظاهر شود. اگر فضای زیرزمینی آلوده شود مشاهده آن مشکل‌تر و لذا نگرانی آن نیز بیشتر است. از بین بردن آلودگی یک آبخانه، زمانبر و مشکل بوده و هرگز نمی‌توان آنرا بطور کامل انجام داد. بر این اساس سالهای زیادی طول می‌کشد تا یک لایه آبدار آلوده شده، پس از حذف منبع آلودگی به حالت

[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

نخستین برگردد و اگر اقدام جدی در این خصوص بعمل نیاید کیفیت آبهای زیرزمینی روز به روز بدتر خواهدشد (۱). فرآیند توسعه کشورها از جمله ایران، مسائل گسترده‌ای از آلودگی آب را ایجاد کرده است و این مسئله موقعی اهمیت خود را نشان می‌دهد که بدانیم بیش از ۵۲ درصد از مصرف آب کشور به آبهای زیرزمینی متکی است. در میان منابع آلاینده آبهای زیرزمینی دفع مواد زائد جامد به روش دفن در زمین (لندفیل) از منابع عمده آلاینده می‌باشد چرا که به صراحت می‌توان گفت که همه کشورهای توسعه نیافته، در حال توسعه و توسعه یافته، با آن مواجهند. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهدکه در جهان این روش ۹۲٪ دفع مواد زائد جامد شهری را به خود اختصاص می‌دهد (۲).

مواد زائد جامد شهری دفن شده در زمین خود حاوی درصد بالایی آب هستند، چنانچه آبهای سطحی نیز به درون آن نفوذ یابد در اثر فعل و انفعالات شیمیایی و بیولوژیکی که در درون لندفیل رخ می‌دهد نهایتاً شیرابه آلوده‌ای تولید می‌گردد که حاوی انواع عناصر سمی می‌باشد. طبیعت و قدرت آلایندگی این شیرابه به ترکیب مواد زائد جامد، مدت زمان تماس زائدات با آب و حجم آن بستگی دارد. نفوذ این شیرابه آلوده، می‌تواند تهدیدی جدی برای آلودگی آب و خاک مناطق اطراف لندفیل بشمار آید. شیرابه زباله حاوی ترکیبات و آلایندهای گوناگون از جمله فلزات سنگین می‌باشد، این عناصر یکی از مهمترین آلایندهای محیط زیست محسوب می‌شوند. از خصوصیات این فلزات می‌توان به پایداری آنها اشاره کرد که نمی‌توانند مانند اغلب مواد آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی و زیستی در طبیعت تجزیه شوند. یکی از نتایج مهم این پایداری، تغلیظ و یا تجمع این فلزات در مواد غذایی و یا بافتهای جاندارانی است که از این مواد غذایی استفاده می‌کنند (۳). بعضی از ترکیبات سمی همانند آرسنیک، سیانید و کروم ممکن است در آبهای زیر زمینی در غلظتهایی یافت شوند که این آبها را جهت مصارف آشامیدن و آبیاری نامطلوب نمایند (٤). جهت بررسی تأثیر شیرابه زباله بر روی آبهای زیر زمینی یک منطقه معمولاً از پارامترهای کیفی آب همچون سختی، قلیائیت، کدورت، pH ، EC ، COD، TDS، $NO_3$، CL ، TOC و ... استفاده می‌گردد، که البته ارتباط بین پارامترهای فوق‌الذکر نیز مهم می‌باشد، به عنوان نمونه هرگاه افزایش کلرایدها با افزایش نیتریت و آمونیاک همراه باشد آلودگی آب قطعی است (۵).

در مطالعه‌ای که در مورد ارزیابی اثرات شیرآبه محل دفن زباله و فاضلاب بر روی کیفیت آبهای زیر زمینی کشور اردن در سال ۱۹۹۹ صورت گرفت، ورود شیرابه به محیط‌های آبی یک تهدید بسیار جدی شناخته شد (۶). همچنین در مطالعات انجام شده بر روی منابع آب زیر زمینی مناطق مجاور لندفیل چندکلان شهر کشور اسپانیا مشخص گردید pH، هدایت الکتریکی و غلظت عناصر کمیاب افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند (۷). در ایران نیز به دلیل استاندارد نبودن محل دفن مواد زائد در اغلب نقاط شهری کشور، شیرابه تولیدی موجبات آلودگی آب و خاک را فراهم نموده است (۸). در شهر سنندج با جمعیتی بالغ بر ۳۳۰۰۰۰ نفر و دارا بودن چهار منطقه شهری، روزانه بیش از ۲۸۰ تن انواع زباله بهداشتی تولید می‌گردد. این زباله‌ها بعد از جمع‌آوری به محل دفن زباله شهری واقع در ۲۰ کیلومتری جاده سنندج -کامیاران در محلی به نام کیلک حمل و در آنجا به صورت روزانه با پوششی از خاک به



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

روش دره‌ای(Ravine) دفن نسبتاً بهداشتی می‌گردند، در پایین دست محل دفن اراضی کشاورزی قرار دارند که عمدتاً با آب چاه آبیاری می‌شوند (۹).

این منطقه دارای رطوبت سالیانه ۵۰ درصد، متوسط بارندگی سالیانه ۵۱۷ میلی‌متر و ۱۰۶ روز یخبندان کامل در سال می‌باشد. هدف از این تحقیق ارزیابی آلودگی شیمیایی منابع آب زمینی پایین دست محل دفن زباله شهر سنندج در سال ۱۳۸۷ بوده است.

## روش بررسی

این مطالعه به صورت مقطعی مورد بررسی قرار گرفته است و جامعه مورد مطالعه آن ۵ حلقه چاه (۴ حلقه در پایین دست محل دفن و در محدوده اراضی کشاورزی و یک حلقه در بالا دست محل دفن زباله به عنوان شاهد) می‌باشد (شکل ۱). انتخاب چاه شاهد بر اساس جهت حرکت آبهای زیر زمینی منطقه مورد مطالعه بر اساس منحنی‌های همتراز اخذ شده از آب منطقه‌ای استان و موقعیت محل دفن زباله تعیین گردیده است. تعداد مراحل نمونه برداری از هر چاه ۶ مرتبه بوده است. این تحقیق در مدت ۲ فصل بهار و تابستان ۸۷ بر روی آبهای زیر زمینی پایین دست لندفیل سنندج صورت گرفته است. بدین منظور تعداد ۳۰ نمونه بصورت ماهانه (جمعاً ۱۸۰ نمونه) از ایستگاههای مورد مطالعه برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه پارامترهای، سختی، قلیائیت،کدورت، فسفات، EC ،pH، TDS، $NO_3$، CL و COD بر اساس روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب (کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵) آنالیز گردید (۱۰).

pH با استفاده از دستگاه pH متر Jenway مدل ۳۵۱۰، کدورت با استفاده از دستگاه کدورت سنج Hanna مدل ۹۳۷۰۳، EC با استفاده از دستگاه هدایت سنج Jenway مدل ۴۵۱۰، TDS با استفاده از روش اندازه‌گیری باقیمانده خشک، COD، $NO_3$ و فسفات از روش اسپکتروفتومتری با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل T80 UV/VIS Spectrometer ساخت کمپانی PG انگلستان، کلرور به روش مور (تیتراسیون با نیترات نقره)، سختی و قلیائیت به روش تیتراسیون تعیین مقدار گردیدند. جهت تجزیه و تحلیل نتایج و مقایسه مقادیر پارامترهای مورد نظر در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده با نمونه‌های چاه شاهد و استانداردها آب آشامیدنی و کشاورزی از آزمون T-student استفاده گردیده و از نرم افزار SPSS و EXCEL بهره گرفته شده است.

## یافته‌ها

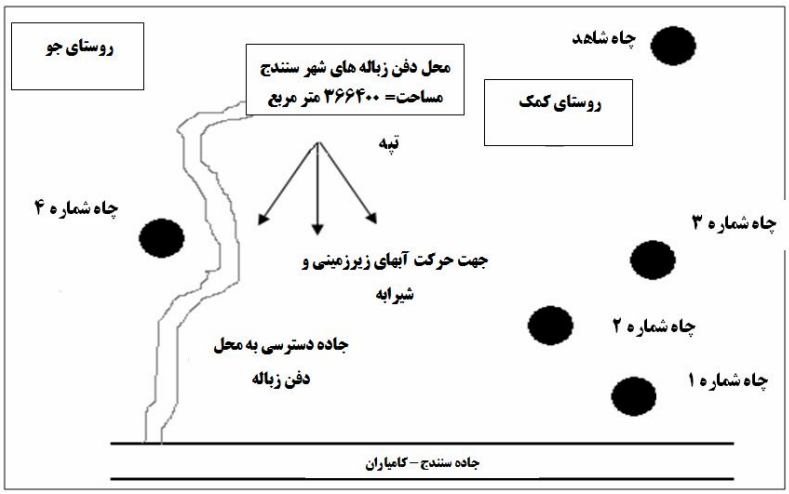
میانگین یافته‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها به تفکیک ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۱، و نمودارهای ۱ تا ۳ ارائه گردیده است.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

**جدول ۱: میانگین غلظت پارامترهای مورد مطالعه در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری**

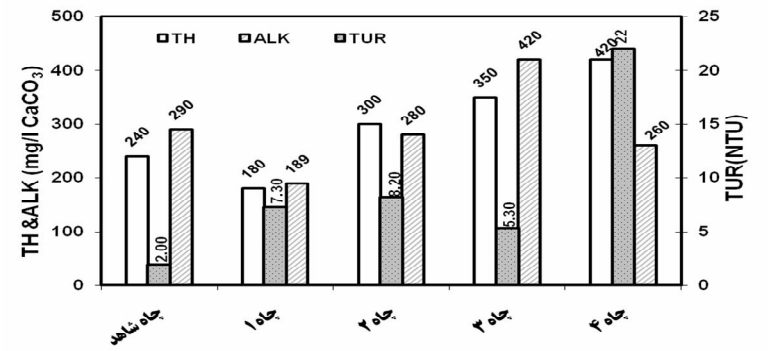
| ردیف | پارامتر | ایستگاه چاه ۱ | چاه ۲ | چاه ۳ | چاه ۴ | میانگین (چاه‌های پایین دست) | انحراف معیار (چاه‌های پایین دست) | چاه شاهد | ارزش آماری (مقدار p) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | عمق چاه (m) | ۲۰ | ۱۲ | ۱۸/۵ | ۳۰ | ۲۰/۱۲۵ | ۷/۴۴ | ۱۵ | <0.01 |
| ۲ | pH | ۶/۷ | ۶/۵۱ | ۶/۵۴ | ۶/۸۷ | ۶/۶۵ | ۰/۱۶ | ۷/۲ | <0.02 |
| ۳ | EC (µs/cm) | ۶۰۳ | ۷۵۸ | ۱۱۹۲ | ۱۴۱۳ | ۹۹۱/۵ | ۳۷۵/۶۴ | ۴۶۴ | <0.002 |
| ۴ | TDS (mg/l) | ۳۵۹ | ۴۹۹ | ۷۱۳ | ۸۹۰ | ۶۱۵/۲۵ | ۲۳۴ | ۲۵۹ | <0.001 |
| ۵ | COD (mg/l) | ۸۰ | ۸۶ | ۱۱۶ | ۱٦٤ | ۱۱۱/۵ | ۳۸/۳۷ | ۴۹ | <0.002 |
| ٦ | $Cl^-$ (mg/l) | /۴۹ ۱۱۸ | ۲۹۹/۹۹ | ۲۳۴/۹۸ | ۱۴۹/۹ | ۱۸۳/۳۴ | ۸۲/۳۸ | ۶۵ | <0.001 |
| ۷ | $NO_3^-$ -N (mg/l) | ۱۱/۶ | ۳۱/۵ | ۳۱/۴ | ۱۰/۴ | ۲۱/۲۲۵ | ۱۱/۸۱ | ۸/۷۵ | <0.002 |
| ۸ | $PO_4^-$ (mg/l) | ۰/۰۱ | ۰/۱۹ | ۰/۱۲ | ۰/۰۹ | ۰/۱۰ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ | <0.011 |
| ۹ | سختی کل (mg/l $CaCO_3$) | ۱۸۰ | ۳۰۰ | ۳۵۰ | ۴۲۰ | ۳۱۲/۵ | ۱۰۱/۱۱ | ۲۴۰ | <0.01 |
| ۱۰ | قلیائیت (mg/l $CaCO_3$) | ۱۸۹ | ۲۸۰ | ۴۲۰ | ۲۶۰ | ۲۸۷/۲۵ | ۹۶/۷۳ | ۲۹۰ | 0.15 |
| ۱۱ | کدورت(NTU) | ۷/۳ | ۸/۲ | ۵/۳ | ۲۲ | ۱۰/۷ | ۷/۶۳ | ۲ | <0.001 |



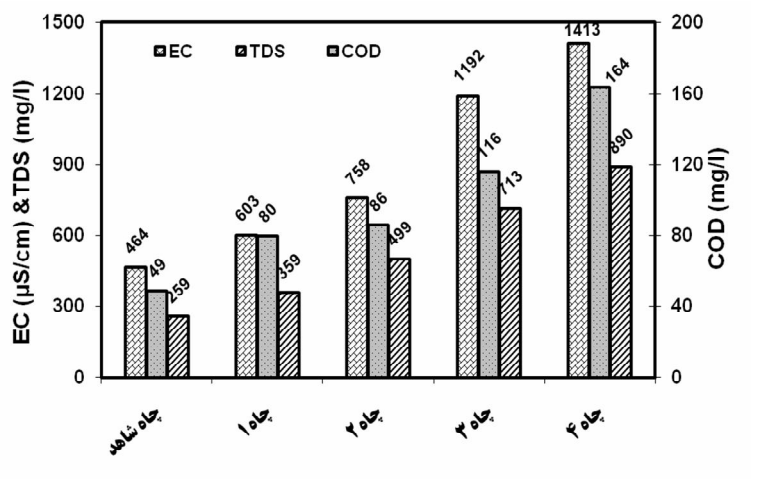

**شکل ۱: نقشه محل و موقعیت چاه‌های مورد مطالعه**



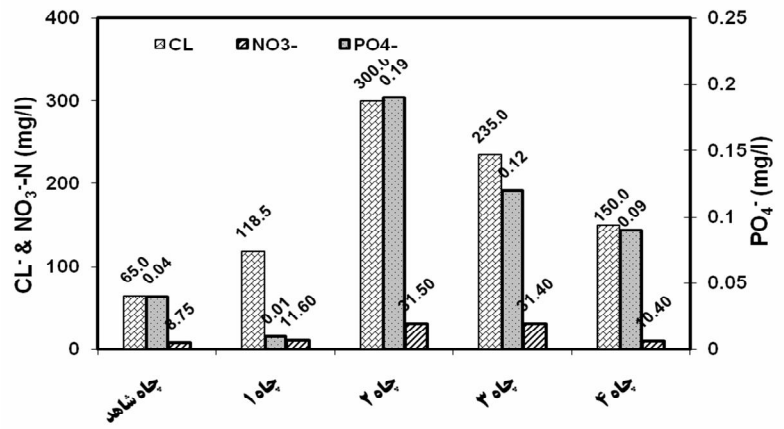
[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]




**نمودار ۱: میانگین مقادیر سختی کل(TH)، قلیائیت(ALK) و کدورت(TUR) در ایستگاه های مورد مطالعه**




**نمودار۲: میانگین مقادیر EC، TDS و COD در ایستگاه های مورد مطالعه**




**نمودار۳: میانگین مقادیر کلرور($CL^-$)، نیترات($NO_3^-$) و فسفات($PO_4^-$) در ایستگاه های مورد مطالعه**



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

## بحث

همانطور که نتایج آزمایشات نشان می‌دهند، میانگین pH آب چاههای پایین دست ۶/۶۵ و چاه شاهد ۷/۲ می‌باشد. بر اساس پیشنهاد EPA، WHO، مجمع اروپایی و سازمان محیط زیست ایران pH بهینه جهت مصارف شرب، آبیاری و کشاورزی در محدوده ۶/۵ تا ۸/۵ می‌باشد. بنابراین pH آب کلیه چاههای فوق‌الذکر در حد طبیعی بوده و محدودیتی از نظر مصارف شرب و کشاورزی ایجاد نمی‌نماید. از جمله علل اصلی تفاوت pH آب چاههای پایین دست با چاه بالا دست را می‌توان به تولید اسیدهای چرب فرار در شیرابه زباله دانست. مطالعات مشابه انجام شده توسط Longe و همکاران نیز کاهش pH آب زیر زمینی را در اطراف محل دفن زباله نشان می‌دهد (۱۱).

سختی مقدار کاتیونهای فلزی دو ظرفیتی درآب است که بر حسب ($mg/l\ CaCo_3$) بیان می‌شود. این کاتیونها شامل کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز و ... می‌باشند. عوامل اصلی سختی $Mg^{+2}$, $Ca^{+2}$ هستند و به همین دلیل سختی کل مجموع یونهای کلسیم و منیزیم می‌باشد. وجود سختی زیاد در آب می‌تواند اثرات زیان‌آوری را بخصوص در بخش صنعت به دنبال داشته باشد. معمولاً جهت مصارف شرب، سختی کمتر از ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم مناسب می‌باشد. استاندارد خدمات بهداشت عمومی مقدار حداکثر mg/l ۵۰۰ سختی را درآب آشامیدنی توصیه می‌نماید. همچنین در ارتباط با مقدار سختی آب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری برای اکثر محصولات محدودیت خاصی تعیین نگردیده است. همانطور که از نتایج پیداست، میانگین سختی آب چاه‌های نمونه‌برداری شده ۳۱۲/۵ و سختی آب چاه شاهد ۲۴۰ میلی‌گرم بر لیتر برحسب کربنات کلسیم می‌باشد، بنابراین اختلاف معنی‌داری بین چاههای پایین دست محل دفن با چاه شاهد وجود دارد ($P<0.05$). ولیکن سختی آب منطقه مورد مطالعه کمتر از استانداردهای آب آشامیدنی و کشاورزی می‌باشد. در یک مطالعه موردی مشابه که توسط Khitoliyal و همکاران انجام شد، مشخص گردیدکه مقدار سختی در تمامی منابع آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه پایین دست محل دفن زباله کمتر از حد استاندارد آب شرب و کشاورزی می‌باشد (۱۲).

مقدار میانگین کدورت آب چاههای پایین دست محل دفن NTU ۱۰/۷ و مقدار کدورت چاه شاهد NTU ۲ بوده است. EPA حداکثر مقدار مجاز کدورت جهت مصارف شرب را NTU ۵ اعلام کرده است، همانطور که در یافته‌های این تحقیق نشان داده شده است میزان کدورت آب چاههای پایین دست محل دفن نسبت به چاه شاهد و استاندارد آب شرب بیشتر بوده و نتایج آزمون آماری نیز اختلاف معنی‌داری بین آنها نشان می‌دهد ($P<0.05$). در مطالعه مشابهی که رقیمی و همکاران بر روی آب زیر زمینی مناطق اطراف لندفیل زباله‌های شهری گرگان انجام دادند مشخص شد که کدورت در فصول پر باران بالا رفته و به NTU ۱۲/۶ نیز رسیده است (۱۳).

بر اساس استانداردهای مصرف آب شرب، آبی که دارای TDS بیشتر از ۵۰۰Mg/l و EC بیشتر از µs/cm ۱۵۰۰ باشد، جهت شرب و استفاده درصنعت مناسب نیست. بر اساس EPA همچنین آبهائی که دارای TDS بیشتر از Mg/l ۲۰۰۰ و EC بیشتر از µs/cm ۳۰۰۰ باشند، برای مصارف آبیاری چندان مناسب نمی‌باشند. نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد مقادیر EC آب چاههای پایین دست محل دفن بیشتر از چاه شاهد بوده و در این زمینه



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

با هم اختلاف معنی‌داری دارند (P<0.05). همچنین مقادیر هدایت الکتریکی کلیه چاه‌ها در مقایسه با استانداردهای شرب و آبیاری کمتر می‌باشند و اختلاف معنی‌داری دارند (P<0.05).

بنابراین آب منطقه مورد مطالعه از لحاظ هدایت الکتریکی هیچ محدودیتی جهت شرب و کشاورزی ندارد، اما از لحاظ TDS بین چاههای پایین دست محل دفن با چاه شاهد و استانداردهای آب شرب اختلاف معنی‌داری وجود داشته ولیکن از لحاظ استفاده جهت آبیاری محدودیتی ندارد. مطالعات انجام شده بر روی منابع آب زیر زمینی مناطق مجاور لندفیل چند کلان شهر درکشور اسپانیا نشان داد که هدایت الکتریکی در چاههای پایین دست محل دفن نسبت به چاه‌های شاهد افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است (۷). همچنین موحدیان و همکاران در مطالعه مشابهی بر روی منابع آب زیرزمینی محل دفن زباله اصفهان، نشان دادند که مقدار TDS درآب چاههای مورد مطالعه در مقایسه با آب چاه شاهد افزایش یافته است (١٤).

نتایج مربوط به اکسیژن مورد نیاز شیمیایی COD درآب چاههای پایین دست محل دفن نشان می‌دهد که میانگین مقدار COD در این چاه‌ها ۱۱۱/۵Mg/lو در چاه شاهد ۴۹ Mg/l می‌باشد، حد استاندارد توصیه شده (FAO-1987) جهت پارامتر COD , برای استفاده آب در کشاورزی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. بنابر این در کلیه چاههای پایین دست و چاه شاهد، COD اندازه‌گیری شده نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد بوده و جهت مصارف کشاورزی و آبیاری محدویتی ندارد ولیکن با توجه به نتایج بدست آمده و اختلاف معنی‌دار بین چاههای پایین دست با چاه شاهد (P<0.05) به نظر می‌رسد آب این چاههای تحت تأثیر لندفیل قرار گرفته باشند.

در مطالعات اخیری که بر روی منابع آب زیر زمینی پایین دست محل دفن زباله‌های بهداشتی یکی از شهرهای کشور یمن در سال ۲۰۰۹ انجام شد، COD از جمله پارامترهای مورد بررسی بود که نتایج آن نشان داد که در اغلب چاههای مورد مطالعه، غلظت این پارامتر بالاتر ازسطح استانداردهای قابل قبول تعیین شده توسط وزارت آب و محیط زیست کشور یمن و همچنین استانداردهای جهانی است و علت آن را نشت شیرابه از محل دفن به آبهای زیر زمینی تشخیص داده‌اند (۱۵).

بر اساس نتایج بدست آمده میانگین غلظت کلرور درآب چاه‌های پایین دست لندفیل از حداقل مقدار ۱۱۸/۴۹ تا حداکثر ۲۹۹/۹۹ میلی‌گرم در لیتر بر حسب یون کلرو متفاوت است. همچنین بر اساس این نتایج میانگین مقدار کلرور در آب چاههای نمونه برداری ۱۸۳/۳۴ میلی‌گرم در لیتر بوده است. این مقادیر در مقایسه با میزان کلرور در آب چاه شاهد (۶۵ میلی‌گرم در لیتر) با در نظر گرفتن سطح آماری ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. حداکثر مقدار مجاز کلرور درآب آشامیدنی مطابق استاندارد WHO ،۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب یون کلر تعیین مقدار شده است. لذا آب کلیه چاه‌های نمونه‌برداری (بجز چاه شماره ۲) از نظر کلرور برای مصارف شرب مشکل خاصی ندارند. حداکثر مقدار مجاز کلرور جهت مصارف کشاورزی و آبیاری مطابق استاندارد محیط زیست ایران ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. بنابراین آب کلیه چاه‌های نمونه‌برداری و چاه شاهد از نظر کلرور برای مصارف آبیاری و کشاورزی محدودیتی ندارند.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۹ بر روی آبهای زیرزمینی مجاور لندفیل دو شهر کشور هندوستان انجام شد، پارامترهای شیمیایی (از جمله کلرور) مورد بررسی قرار گرفت. که نتایج این تحقیق حاکی از افزایش قابل توجه غلظت این پارامترها و در نتیجه آلودگی قطعی نمونه‌های آب به شیرابه می‌باشد (۱۲).

طبق نتایج بدست آمده میانگین مقدار نیترات در چاههای پایین دست ۲۱/۲۳ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیتروژن و در چاه شاهد ۸/۷۵ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیتروژن می‌باشد. بر اساس این نتایج مشاهده می‌گردد که مقدار نیترات در چاه شاهد و چاه‌های نمونه‌برداری دارای تفاوت قابل ملاحظه بوده و از نظر آماری نیز اختلاف معنی‌داری بین این دو وجود دارد. حد استاندارد توصیه (EPA) پارامتر نیترات جهت مصارف شرب ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب ازت می‌باشد. بنابراین در کلیه چاههای پایین دست مقدار نیترات اندازه‌گیری شده بیشتر از استاندارد آب شرب بوده و آزمون آماری نیز اختلاف معنی‌داری را بین آنها نشان می‌دهد ($P<0.05$)، لذا آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از لحاظ پارامتر نیترات جهت مصارف آشامیدنی مناسب نمی‌باشد. ولیکن جهت مصارف آبیاری محدودیتی ندارد. در بررسی آلودگی آبهای زیر زمینی محل دفن مواد زائد جامد بهداشتی شهر گرگان در سال ۱۳۸۳ رقیمی و همکاران مشخص نمودند که در آبهای زیر زمینی منطقه مجاور محل دفن شهر گرگان، در برخی از چاه‌های مورد مطالعه مقدار نیترات به ۱۴۵/۲ میلی‌گرم بر لیتر رسیده است (۱۳).

همچنین نتایج حاصل از مطالعه مشابه دیگر، نشان داد که غلظت اغلب پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده از جمله نیترات در چاه‌های مورد مطالعه پایین دست محل دفن زباله بالاتر از سطح استانداردهای قابل قبول آب شرب بوده است (۱۵).

با توجه به میانگین مقادیر فسفات مربوط به هر کدام از ایستگاههای نمونه‌برداری، مشاهده می‌گردد که میانگین مقدار این پارامتر در چاههای پایین دست ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر و در چاه شاهد ۰/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر تعیین شده است. استاندارد توصیه شده پارامتر فسفات جهت آب آشامیدنی ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. ولی در ارتباط با آب کشاورزی محدودیتی در این زمینه تعریف نشده است.

با توجه به این نتایج ملاحظه می‌گردد که مقادیر فسفات کلیه چاههای مورد مطالعه با استاندارهای وضع شده آب شرب و کشاورزی مطابقت دارند. بنابراین آب کلیه چاههای مورد مطالعه از نظر پارامتر فسفات محدودیتی از نظر مصارف شرب و کشاورزی ندارد. در مطالعه موردی که Kumar Singh و همکاران در سال ۲۰۰۸ در کشور هند بر روی ارزیابی اثر محل دفن زباله بر کیفیت آبهای زیرزمینی انجام دادند مقدار فسفات را در آبهای زیرزمینی پایین دست محل دفن زباله ۰/۱۸ تا ۰/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر تعیین نمودند (۱۶).

## نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که غلظت اکثر آلاینده‌ها مورد بررسی در آب چاههای محدوده پایین دست لندفیل سنندج بیشتر از چاه شاهد بوده و آنالیز آماری نیز اختلاف معنی‌داری را در این زمینه نشان می‌دهد. همچنین مقدار اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب چاههای پایین دست بیشتر از مقدار آن در استانداردهای توصیه شده آب شرب می‌باشد و جهت مصارف آشامیدنی و شرب با



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

محدودیت‌هایی همراه است. اما اکثر این پارامترها در حد استانداردهای توصیه شده آب کشاورزی بوده و آب منطقه مورد مطالعه محدودیت خاصی جهت استفاده در آبیاری ندارد. علت اختلاف بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در چاههای پایین دست در مقایسه با چاه شاهد و استانداردها را در درجه اول می‌توان به نشت شیرابه ناشی از لندفیل نسبت داد. زیرا با توجه به شرایط آب و هوایی و عدم استفاده از روشهای صحیح دفن زباله، شیرابه در مقادیر بالا تولید شده و به واسطه شرایط زمین شناسی، خاکشناسی و ژئوهیدرولوژیکی خاص منطقه، نفوذپذیری شیرابه امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این بخشی از آلودگی چاههای مورد مطالعه می‌تواند به دلیل کم عمق بودن این چاهها و تأثیر آلاینده‌های سطحی بر روی آنها باشد.

لذا پایش مداوم و اصولی (monitoring) آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، جهت جلوگیری از آلودگی منابع ارزشمند آب و خاک بسیار ضروری و حیاتی به نظر می‌رسد. همچنین پیشنهاد می‌گردد طرح جامع مدیریت پسماند شهر سنندج بر طبق اصول و موازین تعیین شده در قانون مدیریت پسماند اجرا و مکان یابی و ارزیابی زیست محیطی محل دفن جدید صورت پذیرد و مناسب‌ترین گزینه دفع زباله با تاکید بر مدیریت صحیح شیرابه تولیدی اتخاذ گردد.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مدیریت محترم پژوهشی دانشگاه، ریاست محترم دانشکده بهداشت و گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان که با حمایتهای بی‌دریغشان ما را در این مطالعه یاری نمودند تقدیر و تشکر می‌نماییم.

**References**

1. Pishkar Dehkordi AR. Survey the possible effects of industrial wastewater disposal lagoon steel on groundwater chemical quality of the surrounding. Master Thesis, School of health, Isfahan University of Medical Sciences, 2004.
2. Abedi Kohpayi J. Impact of Mashhad Landfill on ground water contamination. Fourth National Conference on Environmental Health. Yazd, 2001, pp 714-720.
3. Bouma j. Irrigation with reclaimed municipal wastewater-A guidance manual. Agricultural Water Management 2003; 12: 255-256.
4. http://anrcatalog.ucdavis.edu/Items/8084.aspxDivision, Groundwater Quality and Groundwater Pollution. University of California. 2003, pp 1-5.
5. Sawyer C, Mccarty P, Parkin G. Chemistry for environmental engineering and science.4th ed. Mc Graw Hill companies: New York. 2003. pp 141-178.
6. Abu-Rukah Y and Osama A .The assessment of the effect of landfill leachate on ground - water quality-a case study: El-A kader land fill site-north Jordan. J Arid nvironmental 2001; 49: 615-630.
7. Jose F. Simultaneous use of agrochemical and geophysical methods to characterize abandoned landfill. J Environmental Geology 2002; 41: 898-905.
8. Raghimi M. Need for standardization of urban waste management system. The first conference to promote the development and standard, Institute of Iran Standards and Industrial Research. 2000: 289-292.
9. Ghavami A, Moshir panahi M, Shahmoradi B. Solid waste leachate effects on quality of ground water resources in the landfill Sanandaj. Fourth National Conference on Waste Management. Mashhad, 2008.
10. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington DC. 2005.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]

11. Longe EO, Balogun MR. Groundwater quality assessment near a municipal, lagos, Nigeria. Res J Appl Eng Technol 2010; 2: 39-44.
12. Khitoliyal RK, Arora Sh, Jaitley S. Ground water contamination by municipal solid wase landfill: Acase study: Proceedings of international conference on energy and environment. 2009.
13. Raghimi M, Shahpasandzadeh M, Khademi M. Survey of chemical quality of groundwater in the vicinity of solid waste landfill in Gorgan. Journal of Environmental Studies 1383; 35: pp 74-77.
14. Movahedian Atar H. Rezaee R. The assessment of ground water chemical microbial pollution on down stream of Isfahan landfill site in 2004. Research Projects of Isfahan University of Medical Sciences; 2004.
15. Al Sabahi E, Abdul Rahim S, Wan Zuhairi WY, Al Nozaily F, Alshaebi F. The charactristis of leachate and groundwater pollution at municipal solid waste landfill of Ibb city, Yemen. American Journal of environmental Sciences 2009; 5: 256-266.
16. Kumar Singh U, Kumar M. Assissment of the impact of landfill on groundwater quality: A case study of the Pirana sits in western India. Environ Monit Assess 2008; 141: 309-321.

[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-06-28 ]