

## بررسی اثرات تخریبی زیست محیطی معدن زغال سنگ گلند رود و کارخانه زغال شویی چمستان

رضا ارجمندی<sup>۱</sup>

امیر حسام حسنی<sup>۱</sup>

ابراهیم سلطانی لرگانی<sup>۲\*</sup>

[m\\_soltani1361@yahoo.com](mailto:m_soltani1361@yahoo.com)

### چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات تخریبی زیست محیطی معدن زغال سنگ گلند رود در دامنه شمالی البرز، شهرستان نوشهر و کارخانه زغال شویی چمستان واقع در شهرستان نور می باشد. بنابراین، نمونه برداری در ۲۰ نقطه از آب و خاک مناطق مذکور انجام گرفت که شامل: معدن، ۲ چشمه در بالا و پایین دست معدن، کارخانه زغال شویی، ۳ باغ در اطراف کارخانه و رودخانه های کنار معدن و کارخانه می باشند. با توجه به موضوع، به تعیین مقدار pH، COD و میزان فلزات سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در نمونه های آب و خاک پرداخته شد. نمونه برداریها در دو فصل بهار و پاییز ( فروردین و آذر) انجام شد. آزمایشهای انجام شده مقدار pH را در حد خنثی، بین عدد ۶-۷ و مقدار COD را نیز در اکثر نمونه ها در یک محدوده متوسط (۲۴-۹) نشان داده که در ۲ نمونه مقدار COD بین اعداد ۸۲-۷۲ (خروجی معدن و زغال شویی) می باشد که البته این مقدار از حد استاندارد خارج نمی باشد. مقدار فلزات سنگین در آب و خاک این مناطق نیز آلودگی خاصی به همراه نداشته است. البته بالا بودن مقدار فلزات کادمیوم و نیکل (کمی خارج از حد استاندارد) در خاک معدن، ممکن است به علت معدنی بودن منطقه، وجود زغال سنگ و کودهای گیاهی موجود از درختان باشد. معدن و زغال شویی مورد مطالعه از نظر آلودگی آب، آلاینده های خاص و حادی را نشان نداده اند، اما باید به آثار سوء رهاسازی باطله های موجود در محدوده معدن و همچنین انباشت باطله ها در اطراف کارخانه زغال شویی اشاره نمود، که این عوامل باعث ایجاد مناظر ناخوشایند و تأثیر بر اکوسیستم و تنوع زیستی محدوده مورد مطالعه گردیده است.

**کلمات کلیدی:** گلند رود، زغال سنگ، چمستان، آلاینده های فلزات سنگین

۱- استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

۲- کارشناس ارشد علوم محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران (مسئول مکاتبات).

## مقدمه

بشر از آغاز پیدایش، پیوسته برای ادامه زندگی به دنبال انرژی موجود در که زمین بوده است تا بتواند نیازهای گوناگون زندگی خود را برطرف کند. این انرژی بیشتر از سوخته‌های فسیلی مانند زغال سنگ و نفت به دست آمده و علی‌رغم پیشرفت در تکنولوژی هسته‌ای، خورشیدی، بادی و ... تمایل بر ادامه استفاده از این نوع انرژیها به قوت خود باقی است و احتمالاً در آینده نیز این چنین خواهد بود (۱).

از میان منابع سوخته‌های فسیلی مصرفی در نیروگاهها، زغال سنگ به سبب ایجاد معضلات زیست‌محیطی فراوان، کمتر مورد استفاده قرار می‌گرفت. با توجه به محدود بودن ذخایر نفت و گاز طبیعی در جهان، با در نظر گرفتن عمر کوتاه ذخایر مذکور نیز فراوانی ذخایر زغال سنگ نسبت به نفت و گاز، اخیراً استفاده از منابع زغال سنگ موجود برای تأمین سوخت نیروگاهها مدنظر قرار گرفته است (۲).

استخراج و فرآوری مواد معدنی نقش مهمی در تخریب و آلودگی محیط زیست دارد. تخلیه مواد باطله و زهابهای اسیدی حاوی فلزات سنگینی از این معادن بدون رعایت استانداردهای زیست‌محیطی باعث آلودگی هوا، آب، خاک، گیاهان و محصولات زراعی در اطراف معادن شده و از این طریق آلاینده‌های فلزی به زنجیره غذایی انسان و حیوان انتقال می‌یابند (۳ و ۴).

جنگل یکی از بس‌ترهای اولیه صنعتی شدن و مستمر جهان غرب در امر علوم و فنون جدید قرار گرفت و به دلایل نقش اقتصادی جنگل در جوامع مختلف، استفاده از جنگلها بی‌رویه صورت می‌گیرد. همچنین استفاده از عرصه‌های جنگلی به عنوان چراگاه، زغال‌گیری، سوخت روستایی و استفاده از چوب در منابع مختلف از جمله مواردی هستند که باعث انهدام جنگل گشته‌اند. همان گونه که اکوسیستمهای طبیعی، شرایط مناسب و مورد نیاز زیست آدمی را فراهم می‌کنند، انسان نیز می‌تواند با حفظ و نگهداری و احترام به آنها نه تنها آینده زیستی طبیعت را تأمین کند، بلکه زندگی خود را بر این کره زمین تداوم بخشد (۵).

به طوری که تحقیقات گذشته نشان می‌دهد گرد و غبار حاصل از زغال سنگ و سیلیس در کارگران معادن زغال سنگ موجب بیماری زایی (آنتراکوز) می‌گردد (۶). اثرات تخریبی معادن زغال در جنگلهای شمال کشور که با تخریباتی نظیر: لغزش و ریزش توده های خاک، رانش زمین، قطع اشجار جهت احداث جاده و تأسیسات، پرتاب سنگ در اثر انفجار و صدمه به درختان، خاک‌برداری و خاک‌ریزی در حفر تونلها در مناطق شیبدار، رها کردن باطله های زغال سنگ در جنگل و ... همراه بوده است (۷).

در آفریقای جنوبی بازگشایی و استفاده مجدد معدنچیان و افراد دیگر به طور غیرقانونی از معادن بسته شده و یا استفاده نامناسب کشاورزان از زمینهای احیا شده بعد از معدن کاری مشکلات زیادی به بار می‌آورد از جمله آلوده نمودن آبهای سطحی و زیرزمینی، احتراق ناگهانی و خطرات بهداشتی و ... (۸). در نیجریه نیز تأثیر زغال سنگ و رسوبات آن در رودخانه آکولا در آنوگو به همراه تمرکز فلزات سنگین، آلودگی آبهای تأثیر بر صنعت و کشاورزی اشاره شده است (۹).

مناطق مورد مطالعه در این تحقیق، معدن زغال سنگ گلندرود در دامنه شمالی البرز واقع در شهرستان نوشهر، شهر رویان و کارخانه زغال شویی چمستان در شهرستان نور می‌باشند و این مهم به منظور بررسی آثار سوء زیست محیطی به جهت آگاهی از مقدار و میزان آلاینده‌های زیستی در آب و خاک منطقه جهت حفاظت زیست محیطی بیشتر و دقیقتر انجام گرفته است.

رسانه‌های عمومی و دستگاههای اجرایی می‌توانند با فعالیت بیشتر، فرهنگ محیط‌زیست را به معارف عمومی جامعه تبدیل کنند. محققان و نویسندگان نیز با نوشتن مقاله و کتاب می‌توانند اطلاعات علمی دانشجویان و دانش‌پژوهان را افزایش دهند. نتیجه این فعالیتها افزایش آگاهی مردم است که آنها را مصمم به برخورداری از هوای پاک، آب سالم و مناظر و چشم‌اندازهای زیبا می‌کند (۳ و ۶).

## مواد و روشها

کانسار گلندرود در دامنه شمالی رشته کوههای البرز با مختصات جغرافیایی در مدار عرض  $36^{\circ}15'$  در جنوب شرقی و  $30^{\circ}34'$  تا  $30^{\circ}36'$  در شمال غرب و در طول جغرافیایی  $30^{\circ}19'$  تا  $31^{\circ}$  قرار دارد. گسترش طولی رخنمون رسوبات زغالی از سجادرود آمل تا رودخانه چالوس حدود ۱۰۰ کیلومتر می باشد که در تقسیم بندی حوضه های رسوب گذاری البرز جزو حوضه بزرگ رسوب گذاری زغالی شمالی البرز قرار دارد.

رودخانه های مهم منطقه کجور، گلندرود، سولدژولویج، کلات و سلاخ می باشند. منطقه زغال دار مورد نظر کوهستانی است که حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۰۰-۱۵۰۰ متر و

حداقل آن ۶۰۰-۵۰۰ متر می باشد. سطح زمین از درختان جنگلی پهن برگ، مانند درخت بلوط، راش، گورکی و غیره پوشیده شده است و رخنمونهای زغال به علت این پوشش جنگلی به ندرت مشاهده می شود. پرجمعیت ترین روستاها در اطراف کانسار شامل روستای گلندرود، پیمود، وازک، لاشکنار، میان رودبار می باشد. معدن گلندرود از نظر موقعیت مکانی در جنگلهای شهرستان نوشهر (رویان) و در سری ۱۲ از حوضه شماره ۴۸ که تحت نظارت استحقاظی منابع طبیعی غرب مازندران- نوشهر می باشد، قرار دارد. شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیایی معدن گلندرود را در دامنه شمالی البرز نشان می دهد (۱۱ و ۱۰).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی معدن گلندرود (۱۰)

دانه بندی زغال سنگ آغاز نمود و نظر به احساس نیاز کنسانتره زغال سنگ به عنوان مواد اولیه کربنی جهت کارخانه های فروسیلیس سمنان و فروآلیاژ آژنا و ... و نظر به این که کارخانه فراوری زغال سنگ حرارتی در ایران وجو نداشت مدیریت شرکت تصمیم به احداث کارخانه زغال شویی جهت رفع نیاز کارخانجات مذکور نمود و با تلاش مستمر موفق به احداث کارخانه زغال شویی و تولید کنسانتره های زغال سنگ مورد نیاز

شرکت فراوری زغال سنگ واقع در شهر چمستان، تنها واحد فراوری بخش خصوصی است که فعالیت خود را از سال ۱۳۷۵ آغاز نموده است. این شرکت در ۲۰ کیلومتری غرب آمل و در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی نور بر روی آبرفتهای سخت شده حاصل از رسوبات پرکننده دره ها که مشتمل بر مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، سنگ آهک و شیل می باشد واقع گردیده است. در شروع کار، این شرکت فعالیت خود را به صورت

آب ۱۰ عدد و نمونه‌های خاک نیز ۱۰ عدد بوده است. تعیین مکان و تعداد نمونه‌ها برحسب مطالعات و بررسیهای انجام شده در منطقه صورت گرفته است. در جداول شماره‌های ۱ و ۲ نام و شماره ایستگاههای نمونه برداری آب و خاک مشخص می‌باشد.

دو کارخانه مذکور با کیفیت استانداردهای جهانی شده است (۱۲). جهت کسب مطالب و نتایج به جمع‌آوری اطلاعات از مکانهای مورد تحقیق به صورت بازدیدهای میدانی پرداختیم. همراه با بازدیدهای میدانی نمونه‌برداریها در فصل بهار و پاییز و در تاریخهای ۸۶/۹/۱۵ و ۸۷/۱/۱۸ انجام شد. تعداد نمونه‌های

جدول ۱- نام و شماره ایستگاههای نمونه برداری آب

شماره ایستگاه	نام ایستگاه
W <sub>۱</sub>	خروجی تونل معدن
W <sub>۲</sub>	چشمه بالادست معدن
W <sub>۳</sub>	چشمه پایین‌دست معدن
W <sub>۴</sub>	بالادست رودخانه گلندرود
W <sub>۵</sub>	میان‌دست رودخانه گلندرود
W <sub>۶</sub>	پایین‌دست رودخانه گلندرود
W <sub>۷</sub>	خروجی کارخانه زغال شویی
W <sub>۸</sub>	بالادست رودخانه وازرود
W <sub>۹</sub>	میان‌دست رودخانه وازرود
W <sub>۱۰</sub>	پایین‌دست رودخانه وازرود

جدول ۲- نام و شماره ایستگاههای نمونه برداری خاک

سطح نمونه برداری	شماره ایستگاه	نام ایستگاه
سطح E <sub>۱-۱</sub>	E <sub>۱</sub>	باغ ۱
عمق E <sub>۱-۲</sub>		
سطح E <sub>۲-۱</sub>	E <sub>۲</sub>	باغ ۲
عمق E <sub>۲-۲</sub>		
سطح E <sub>۳-۱</sub>	E <sub>۳</sub>	باغ ۳
عمق E <sub>۳-۲</sub>		
سطح E <sub>۴-۱</sub>	E <sub>۴</sub>	باغ شاهد
عمق E <sub>۴-۲</sub>		
سطح E <sub>۵-۱</sub>	E <sub>۵</sub>	خاک معدن
عمق E <sub>۵-۲</sub>		

سپس به وسیله یک الک با مش ۵۰، آنها را الک کرده و در ظروف در بسته ریخته شد. جهت آماده سازی نمونه های خاک و تعیین مقدار فلزات سنگین، از کتاب *Standard methods* بخش ۳، کد ۳۰۳۰، ص ۶-۳ استفاده شد و سپس نمونه ها را به دستگاه جذب اتمی با مدل *spectrAA.200* و مارک *varian* منتقل شد.

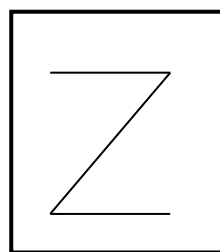
جهت نمونه برداری از آب ابتدا ظروف نمونه را کاملاً تمیز کرده و توسط آب مقطر شستشو داده می شود، در محل نمونه برداری ظرف را از آب پر و خالی کرده تا کاملاً به نمونه آغشته گردد. سپس نمونه اصلی را پر کرده و جهت انجام آزمایشهای اولیه اقدام می شود. اندازه گیری pH در همان محل نمونه برداری توسط کاغذ تورنسل انجام می شود. پس از اندازه گیری، به جهت ثابت ماندن نمونه ها در pH ۲، چند قطره اسید سولفوریک ( $H_2SO_4$ ) به نمونه اضافه نموده سپس درب ظرف را محکم بسته و همراه با برچسب نمایش اطلاعات جهت انتقال به آزمایشگاه آماده می شود.

جهت تعیین مقدار فلزات سنگین نمونه های آب نیز مانند نمونه های خاک طبق روش مذکور عمل می شود. برای تعیین مقدار COD نمونه های آب نیز از کتاب *Standard methods* بخش ۵، کد ۵۲۲۰، ص ۶-۵ استفاده می شود که در آن از محلولهای دی کرومات پتاسیم ( $K_2Cr_2O_7$ ) و محلول سولفات فروآمونیم استاندارد ( $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) هم استفاده گردیده است. بعد از آماده سازی نمونه ها، آنها به جهت تعیین مقدار اکسیژن محلول به دستگاه مخصوص تعیین COD منتقل می شود (۱۳).

#### یافته ها

- نتایج آزمایشهای pH آب: آزمایش pH در دو مرحله در تاریخهای ۸۶/۹/۱۵ و ۸۷/۱/۱۸ انجام شد. جدول شماره ۳ نتایج آزمایشهای pH آب در دو مرحله نمونه برداری را نشان می دهد.

نمونه برداریهایی جهت آزمایشهای اندازه گیری میزان pH، COD و فلزات سنگین (Cd, Pb, Ni) انجام گرفت. پس از مشخص شدن مکانهای نمونه برداری جهت نمونه گیری و آزمایش نمونه های خاک و آب به صورت زیر عمل شد. در نمونه برداری خاک از روش Z استفاده شده است، به این صورت که باغهای اطراف زغال شویی به شکل هندسی منظم بوده و طبق شکل زیر از سطح و عمق خاک نمونه برداری شد. وسعتی از منطقه معدن را که برای نمونه برداری انتخاب شده به شکل هندسی تقریباً منظمی درآورده و مانند باغها نمونه برداری انجام شد. سطح خاک فاصله زمین تا عمق ۳۰ cm و عمق خاک از ۳۰ cm تا ۶۰ cm را تشکیل می دهد.



نمونه سطح ۳۰-۰ cm

نمونه عمق ۳۰-۶۰ cm

با وسایل مناسب تا عمق تعیین شده زمین را حفر نموده، تمامی نمونه های سطح را بر روی یک روزنامه مخلوط نموده و حدود ۱ kg جدا کرده، سپس تمامی نمونه های عمق را مخلوط و از آن هم حدود ۱ kg جدا می شود. در مورد تمامی باغهای اطراف زغال شویی همراه با زمین شاهد و خاک نمونه معدن این مراحل را انجام داده و به این ترتیب از هر مکان نمونه گیری شده یک نمونه از سطح خاک (عمق ۰-۳۰ cm) و یک نمونه از عمق خاک (عمق ۳۰-۶۰ cm) به دست آمد. نمونه ها درون ظرف در بسته ریخته شده و بر روی هر کدام یک برچسب اطلاعاتی نصب گردید.

پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه جهت آزمایش تعیین فلزات سنگین در ابتدا با ریختن نمونه ها در ظروف چینی، آنها را به مدت ۷۲ ساعت در دستگاه آون (Oven) با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک گردید. پس از این که خاک کاملاً خشک شد به وسیله هاون خاکها را کاملاً کوبیده و خرد شد،

## جدول ۳- نتایج آزمایشهای pH آب در دو مرحله نمونه برداری

شماره ایستگاه	W <sub>۱</sub>	W <sub>۲</sub>	W <sub>۳</sub>	W <sub>۴</sub>	W <sub>۵</sub>	W <sub>۶</sub>	W <sub>۷</sub>	W <sub>۸</sub>	W <sub>۹</sub>	W <sub>۱۰</sub>
pH1 (۸۶/۹/۱۵)	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷
pH2 (۸۷/۱/۱۸)	۷-۸	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۶-۷	۷-۸	۶-۷	۶-۷	۶-۷

- نتایج آزمایشهای COD (اکسیژن محلول شیمیایی): نمونه های آب جهت آزمایش COD در محل نمونه برداری توسط اسید سولفوریک (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل شدند، نتایج آزمایش در جدول شماره ۴ مشخص می باشد.

با توجه به نتیجه آزمایش و این که به وسیله کاغذ تورنسل گرفته شده است، نتایج در اکثر نمونه ها ( چشمه ها و رودخانه ها غیر از W<sub>۷</sub> و W<sub>۲</sub>) بین عدد ۶-۷ متغیر بوده، تغییرات قابل ملاحظه ای نداشته و در حد خنثی می باشد و هیچ گونه علایم اسیدی یا قلیایی بودن در آنها مشاهده نمی شود. این اعداد و ارقام از حد استاندارد (جدول شماره ۷) خارج نمی باشد و آلاینده های آب را نیز به همراه ندارد.

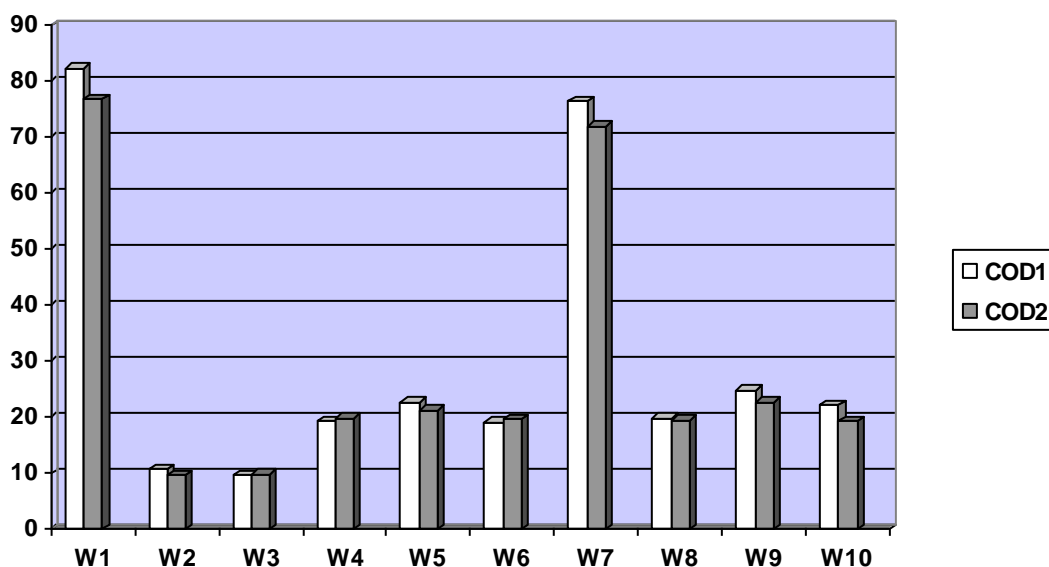
## جدول ۴- نتایج آزمایشهای COD آب در دو مرحله نمونه برداری (mg/L)

شماره ایستگاه	W <sub>۱</sub>	W <sub>۲</sub>	W <sub>۳</sub>	W <sub>۴</sub>	W <sub>۵</sub>	W <sub>۶</sub>	W <sub>۷</sub>	W <sub>۸</sub>	W <sub>۹</sub>	W <sub>۱۰</sub>
COD1- ۸۶/۹/۱۵	۸۲/۴	۱۰/۶	۹/۶	۱۹/۲	۲۲/۶	۱۹	۷۶/۴	۱۹/۸	۲۴/۸	۲۲/۲
COD2- ۸۷/۱/۱۸	۷۶/۸	۹/۵	۹/۸	۱۹/۸	۲۱/۲	۱۹/۶	۷۲	۱۹/۴	۲۲/۶	۱۹/۲

قسمت باشد که توسط شستشو در اثر باران به رودخانه سرازیر و باعث کدورت، افزایش مواد معلق در آب و بالارفتن COD می گردد.

مقدار COD در نمونه های W<sub>۱</sub> و W<sub>۷</sub> در سطح بالاتری تغییر یافته اند، که مربوط به خروجی تونل معدن و خروجی کارخانه زغال شویی می باشد. با توجه به نتایج کلی آزمایش COD و جدول استاندارد (جدول شماره ۷) می توان گفت که مقدار COD در ایستگاهها از حد استاندارد خارج نشده است. علت بالا بودن COD می تواند مربوط به مواد و کانیهای استخراجی از معدن و باطله های معلق همراه آن باشد. نتایج آزمایش COD در نمودار شماره ۱ نیز مشخص می باشد.

نمونه برداری جهت آزمایش COD، همزمان با نمونه های pH در همان تاریخ و ایستگاههای نمونه برداری انجام گرفت. با توجه به این که اعداد و ارقام به دست آمده از نتایج آزمایش، مقدار COD در ایستگاههای W<sub>۲</sub> و W<sub>۳</sub> (چشمه های بالا و پایین دست معدن) تقریباً یکسان و نزدیک به هم می باشد، البته در ایستگاههای W<sub>۴</sub> و W<sub>۵</sub> و W<sub>۶</sub> و W<sub>۸</sub> و W<sub>۹</sub> و W<sub>۱۰</sub> که بالا میان و پایین دست رودخانه های گلند رود و وازرود را نشان می دهد، نیز اعداد نزدیک به هم بوده و تغییرات زیادی دیده نمی شود، البته در ایستگاه شماره W<sub>۹</sub> که میان دست رودخانه وازرود در قسمت شرقی کارخانه زغال شویی می باشد، مقدار COD کمی بالاتر است، که این امر می تواند به دلیل انباشت باطله ها و شلام کنار رودخانه در آن



نمودار ۱ - نتایج آزمایش COD آب

جذب اتمی توسط دستگاه مربوط نتایج مشخص در جدول شماره ۵ را ارائه نمودند.

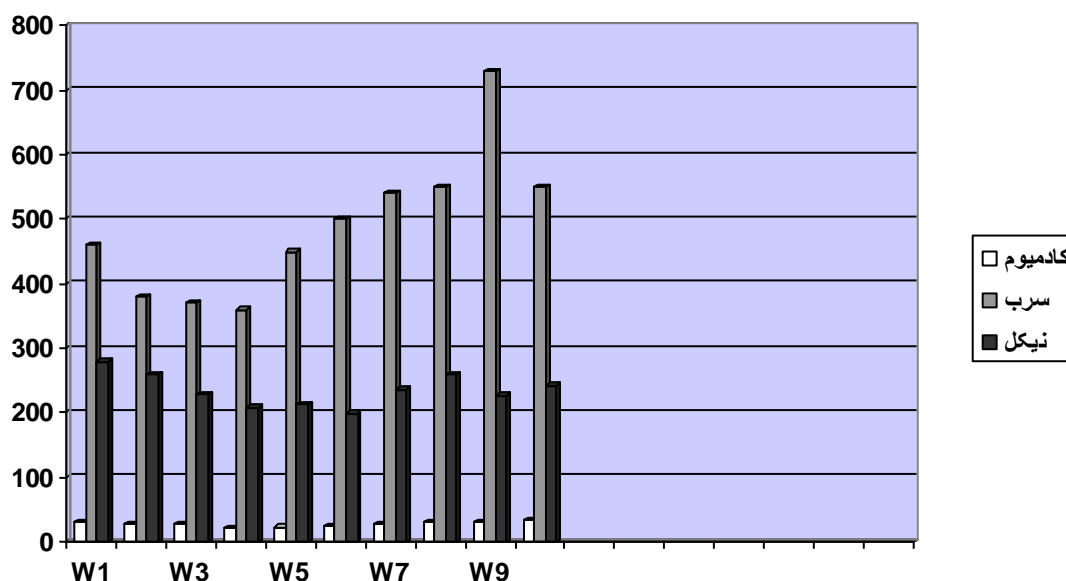
- نتایج آزمایش فلزات سنگین آب: نمونه های گرفته شده از ایستگاههای نمونه برداری در طی تحقیق پس از هضم و

جدول ۵- مقدار فلزات سنگین در نمونه های آب ( $\mu\text{g/L}$ )

شماره ایستگاه	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
کادمیوم (Cd)	۳۰	۲۷	۲۷	۲۱	۲۲	۲۴	۲۸	۳۱	۳۰	۳۳
سرب (Pb)	۴۶۰	۳۸۰	۳۷۰	۳۶۰	۴۵۰	۵۰۰	۵۴۰	۵۵۰	۷۳۰	۵۵۰
نیکل (Ni)	۲۸۰	۲۵۹	۲۲۹	۲۰۸	۲۱۳	۱۹۹	۲۳۶	۲۶۰	۲۲۷	۲۴۲

مشخص و مشابه بوده و هیچ گونه میزان اختلافی در آنها دیده نشده و از حد استاندارد نیز خارج نشده اند که این امر به نوبه خود عدم آلودگی نمونه های آب و در نتیجه آب منطقه را از نظر فلزات سنگین نشان می دهد.

همان طور که مشخص می باشد، این آزمایش بر روی سه فلز سنگین کادمیوم (Cd)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) انجام گرفت و طبق نتایج حاصل و جدول استاندارد (جدول ۷) میزان فلزات سنگین در ایستگاههای نمونه برداری در یک محدوده تقریباً



نمودار ۲- نتایج آزمایش فلزات سنگین آب (µg/L)

(mg/L) می باشد و چون آزمایش مربوط به نمونه های خاک می باشد و نتایج باید با غلظت میلی گرم بر کیلو گرم (mg/kg) عنوان شود، تمامی اعداد به دست آمده از نتایج به غلظت mg/kg تبدیل شد.

- نتایج آزمایش فلزات سنگین خاک: نمونه های خاک نیز پس از آماده سازی و انتقال به دستگاه جذب اتمی، نتایج موجود در جدول ۶ را ارایه نمودند. با توجه به این که نتایج حاصل از دستگاه جذب اتمی بر حسب غلظت میلی گرم بر لیتر

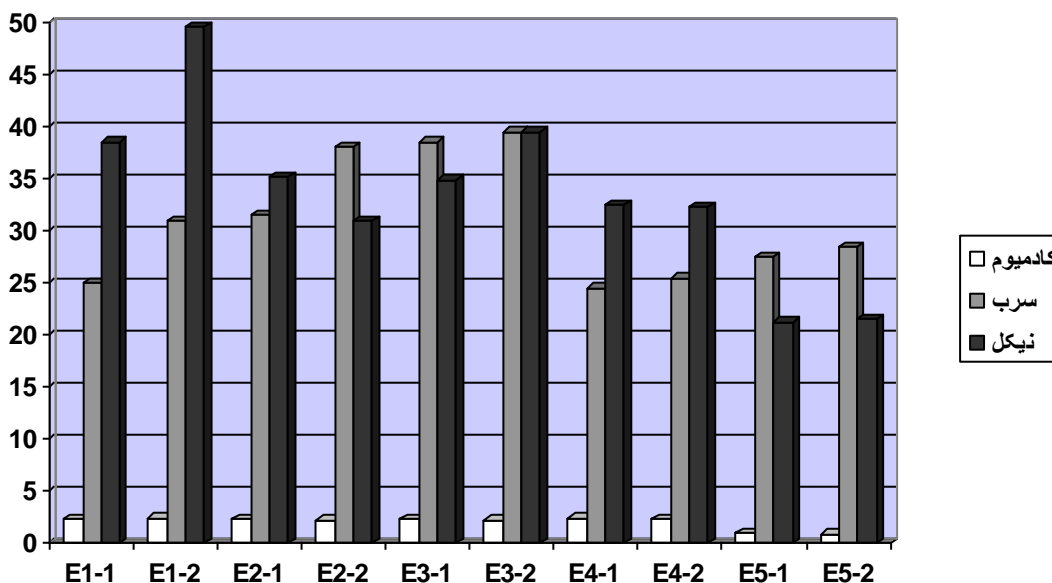
جدول ۶- مقدار فلزات سنگین در نمونه های خاک (mg/kg)

شماره ایستگاه	E1-1	E1-2	E2-1	E2-2	E3-1	E3-2	E4-1	E4-2	E5-1	E5-2
کادمیوم (Cd)	۲/۴۰	۲/۴۵	۲/۳۵	۲/۳۰	۲/۳۵	۲/۲۵	۲/۴۵	۲/۳۵	۱/۰۵	۰/۹۵
سرب (Pb)	۲۵	۳۱	۳۱/۵	۳۸	۳۸/۵	۳۹/۵	۲۴/۵	۲۵/۵	۲۷/۵	۲۸/۵
نیکل (Ni)	۳۸/۰۵	۴۹/۶۰	۳۵/۱۵	۳۰/۹۰	۳۴/۸۵	۳۹/۵۰	۳۲/۴۵	۳۲/۲۵	۲۱/۲۵	۲۱/۶۰

استاندارد بالاتر می باشد که علت آن می تواند معدنی بودن منطقه همراه با بافت زغال و ترکیبات همراه آن و همچنین کودهای گیاهی که در مناطق جنگلی از اجزای موجود در ساختمان خاک ایجاد می شود نیز باشد. نمودار ۳ نتایج آزمایش فلزات سنگین خاک را نشان می دهد.

با توجه به نتایج حاصل از مقدار فلزات سنگین در نمونه های خاک و جدول استاندارد (جدول ۸) نتایج مورد نظر نشان دهنده عدم حضور فلزات سنگین به صورت حاد در نمونه ها و منطقه مورد مطالعه می باشد. البته مقدار فلز کادمیوم نسبت به سایر فلزات در نمونه ها بالا بوده است اما از حد استاندارد خارج نشده است. در مورد فلز نیکل نیز مقدار اندازه گیری شده در نمونه های خاک معدن کمی از حد





نمودار ۳ = مقدار فلزات سنگین در نمونه های خاک (mg/kg)

می باشد. اما این زهاب حاصل از استخراج به همراه شستشوی باطله های رها شده در محیط توسط باران، باعث خشکاندن بسیاری از درختان و گیاهان اطراف معدن شده و منظره بسیار ناخوشایندی را نیز ایجاد نموده است.

- **باطله های معدنی:** باطله های معدنی حاصل از استخراج زغال در معدن بدون هیچ گونه تمهیدات زیست محیطی در محیط اطراف معدن رهاسازی می شوند، که این مورد در سایر معادن نیز بسیار دیده می شود. باطله های معدنی که شامل سنگ، چوب، مواد شیمیایی زغال و ... می باشند، در محیط رها می شوند که علاوه بر تأثیر بر چشم انداز منطقه و ایجاد منظره بسیار ناخوشایند در محیط زیست جنگلی، خشکاندن و از بین بردن علفها، بوته ها، درختان و همچنین برهم زدن اکوسیستم زیستی بسیاری از موجودات، حیوانات ریز و درشت، حشرات، مورپانه ها و ... را در محدوده معدن به همراه دارد. شستشوی این باطله ها توسط باران نیز در تولید زهاب اسیدی بی تأثیر نمی باشد که این زهاب همراه با باطله ها، ساقه و ریشه درختان را ضمن تغییرات فیزیکی و شیمیایی خشک و سست نموده و بارندگی یا باد شدید منجر به تشدید افتادگی و ریشه کنی درختان در جنگل می شود که همه عوامل فوق

- آثار سوء زیست محیطی معدن گلندرود: ضمن تحقیقات و بررسیهای انجام شده همراه با نتایج آزمایشهای آب و خاک در معدن مورد نظر، آلاینده های خاصی در منابع آب موجود در اطراف معدن و همچنین خاک محدوده معدن دیده نشده است. البته یک سری اثرات زیست محیطی در اثر استخراج و فعالیت معدن بر محیط وجود دارد که به شرح آنها می پردازیم.

- **زهاب اسیدی معدن:** زهاب اسیدی حاصل از استخراج زغال در معدن گلندرود با توجه به تعداد تونل که ۱ عدد می باشد، میزان استخراج و فعالیت ناچیز معدن، نسبت به معادن بزرگ دیگر مانند معدن زغال سنگ زیر آب، طبس، شاهرود و ... که استخراج بسیار فراوان داشته و به همان نسبت زهاب اسیدی زیاد تولید می نمایند، به چشم نمی آید. که این مورد دلیل بر عدم آلودگی در محیط نمی باشد. در هر حال زهاب اسیدی که حاصل اکسید شدن کانیهای سولفید آهن (پیریت) حاصل از استخراج زغال می باشد، هرچند در مقدار کم، بر محیط اطراف تأثیر می گذارد. در این مورد و با توجه به مقدار کم زهاب اسیدی تولید شده و فاصله بسیار زیاد سفره های آب زیرزمینی (بیش از ۱۰۰ متر) و روباز (بیش از ۱ km) از محدوده معدن مسلماً این زهاب تولیدی بر منابع آب منطقه بی تأثیر

شویی چمستان به جز در قسمت انباشت باطله که همراه با یک سری تهدیدات زیست محیطی بوده است، در بقیه موارد آلاینده‌گی خاصی مشاهده نشد.

انباشت باطله‌ها در کنار رودخانه و از رود در قسمت شرقی کارخانه صورت می‌گیرد، البته هیچ گونه زهاب یا خروجی فاضلاب از کارخانه و محیط آن به رودخانه وارد نمی‌شود. آب موجود در کارخانه به صورت یک سیکل گردش در کارخانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این کارخانه جهت شستشو از موادی مانند روغن کاج و نفت سفید یا گزوییل نیز استفاده نمی‌گردد. البته در کارخانه‌هایی مانند زیرآب از این مواد جهت جدایش ثقلی و شستشو استفاده می‌گردد که آسیبهای زیست محیطی خاص خود را به همراه دارند.

انباشت باطله علاوه بر منظره ناخوشایندی که در چشم‌انداز منطقه ایجاد نموده است، قسمتی از آن همراه با شستشو توسط باران وارد مسیر جریان آب رودخانه می‌شود، که این امر باعث ایجاد کدورت در آب و بالا رفتن COD و کاهش اکسیژن محلول آب می‌شود که البته این موارد از حد استاندارد خارج نشده است. این عوامل می‌تواند بر گیاهان آبی، آبیان پایین دست مانند ماهیها، بچه ماهیها، قورباغه‌ها، لاک پشته‌ها و ... به واسطه کاهش اکسیژن آب و مشکلات تنفسی برای موجودات و در بعضی موارد چسبندگی پره‌های آبشش ماهیها و ... توسط مواد محلول در آب ناشی از شستشوی زغال اثرگذار باشد.

در کنار هم موجب تخریب جنگل شده و تخریب محیط زیست در جنگل، تغییر اکوسیستم و تأثیر بر تنوع زیستی منطقه را به همراه دارد.

• **تأسیسات معدنی و جاده دسترسی:** احداث معدن همیشه با تأسیسات جانبی و جاده‌های دسترسی در کنار آن همراه بوده است، که در مورد معدن گلندرود نیز این طور می‌باشد. در این معدن نیز جهت استفاده کارگران و متخصصین، ساختمانهایی در محدوده معدن ایجاد شده است و همچنین جهت دسترسی به معدن که حدوداً ۱۲km با جاده اصلی فاصله دارد، یک جاده فرعی احداث شده که این موارد خود همراه با قطع اشجار و درختان، از بین بردن بوته‌ها و درختچه‌ها، برهم زدن بسیاری از لانه‌ها و آشیانه‌های حیوانات در جنگل و تخریبهایی نظیر این همراه می‌باشند. همچنین لازم به ذکر است که سر و صدا و دود حاصل از دستگاهها، ژنراتورها و سیستمهای دیگر که در انجام عملیات حفاری، تهویه و حمل و نقل به کار می‌روند نیز مزید بر علت می‌باشد و این عوامل با تأثیر سوء زیست محیطی بر محیط اطراف، وضعیت اکوسیستم منطقه را برهم زده و تخریبات زیست محیطی ایجاد می‌نمایند.

-اثر انباشت باطله در کارخانه زغال شویی چمستان: در بررسیهای انجام شده از وضعیت زیست محیطی کارخانه زغال

جدول ۷- حد استاندارد عوامل آلاینده آب در ایران (۱۴)

ردیف	عوامل آلاینده	حد مجاز تخلیه mg/lit		
		به آبهای سطحی	به آبهای زیرزمینی	مصرف کشاورزی
۱	COD	۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰
۲	pH	۶/۵ - ۸/۵	۵ - ۹	۶ - ۵/۸
۳	سرب	۱	۰/۱	۱
۴	کادمیوم	۰/۲	۰/۲	۰/۰۵
۵	نیکل	۲	۲	۲

جدول ۸- غلظت عناصر جزئی و اصلی در خاک، خاک کشاورزی و پوسته زمین (mg/kg)(۱۵)

عنصر	پوسته زمین	غلظت در خاک کشاورزی	میانگین غلظت در خاک
سرب	۱۶	۳-۱۸۹	۳۲
نیکل	۱۰۰	۰/۲ - ۴۵۰	۲۰
کادمیوم	۰/۲	۰/۰۱ - ۲/۵	۰/۰۶ - ۱/۱

### بحث و نتیجه‌گیری

بسیاری از گیاهان (درختان، بوته‌ها، علفها) و از بین رفتن آشیانه‌های حیوانات در این مسیر شده است. باطله‌های معدنی که همراه زغال سنگ توسط واگنها به بیرون از تونل حمل شده و در محیط رها می‌شوند باعث ایجاد مناظر ناخوشایند و همچنین تأثیر در خشکاندن درختان و گیاهان و از بین رفتن ریشه‌های آنها و تشدید باد افتادگی و افزایش ریشه‌کنی و فرسایش در محدوده شده است که این تخریبها بدون شک آثار تخریبی در اکوسیستم و حیات وحش و همچنین تنوع زیستی منطقه را به دنبال خواهد داشت.

سر و صدا و دودزایی ناشی از دستگاهها، ژنراتورها، ماشینهای حمل و نقل و بارگیری و ... در محیط نیز مسلماً بی تأثیر بر حیات وحش و گیاهان منطقه نمی‌باشد. حمل و نقل از معدن تا زغال شویی نیز با ایجاد سر و صدا، حمل گل و لای به سطح راهها و گاهی پخش مواد زغالی در مسیر باعث ایجاد مناظر ناخوشایند و آلودگی محیط می‌گردد.

مسئله دیگری که در مورد معادن زیرزمینی می‌توان به آن اشاره نمود، نشست زمین است که در اثر حفاری ایجاد می‌گردد و این مورد خصوصاً در مجاورت مناطق مسکونی و یا منطقه جنگلی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار خواهد بود. برای جلوگیری و یا حداقل نشست زمین می‌بایست پس از استخراج مواد معدنی کارگاههای استخراج را با مواد باطله ثانویه که معمولاً از پیشروی تونلها و ... به دست می‌آید پر نمود. البته معدن مذکور با مناطق مسکونی اطراف فاصله بسیار زیاد داشته و تاکنون با چنین مسئله‌ای برخورد نکرده است.

با توجه به نمونه‌گیریها و آزمایشهای انجام شده بر روی نمونه‌های آب و خاک همان گونه که در بخش یافته‌ها مشاهده شده است، آلاینده‌های خاص و حادی از نظر تأثیر سوء بر محیط زیست و شواهدی در جهت آثار زیست محیطی مخرب مشاهده نشده است. کارگران از آب چشمه بالادست استفاده‌های شرب، شستشو و نظافت می‌نمایند. همچنین آب چشمه پایین دست نیز مورد مصرف حیات وحش موجود در منطقه قرار می‌گیرد. در رابطه با رودخانه گلندرد نکته قابل توجهی از آلودگی و آلاینده‌های موجود نیست و آب خروجی تونل و زهاب حاصل از رهاسازی باطله‌ها نیز با فاصله بسیار زیاد از رودخانه قرار دارد که هرگز نمی‌تواند وارد جریان آب رودخانه و آلودگی آن شود. در نمونه‌های خاک گرفته شده از معدن مقدار بالای فلز کادمیوم وجود دارد که البته از حد استاندارد خارج نشده است و همچنین فلز نیکل که مقدار آن کمی از حد استاندارد میانگین خاک بیشتر بوده است و دلایل این امر می‌تواند نوع خاک منطقه باشد که با توجه به وجود معدن زغال سنگ و مواد و کانیهای موجود، این موارد می‌تواند طبیعی باشد و همچنین کودهای گیاهی که از اجزای درختان حاصل می‌شود نیز در این مورد بی‌تأثیر نمی‌باشد.

در تحقیقات و آزمایشها، به نتایج سوء آلودگی و آلاینده‌های در نمونه‌های گرفته شده برخورد نشده است و علی‌رغم بالا بودن بعضی از اعداد و ارقام در نمونه‌ها آلودگی حاد و خارج از استاندارد را در محیط شاهد نمی‌باشیم. اما در مورد چشم انداز طبیعی و آثار تخریبی در جنگل می‌توان به ایجاد جاده دسترسی به معدن مربوط اشاره نمود که باعث قطع

در ارتباط با نمونه های خاک و آزمایشهای انجام شده از باغهای اطراف کارخانه زغال شویی، هیچ گونه آلاینده ای از نظر فلزات سنگین دیده نشده است و درختان که از آب پمپ شده از کارخانه آبیاری می شوند، هرساله میوه داده و مورد مصرف قرار می گیرند و مسیر طبیعی خود را سیر می نمایند.

#### منابع

۱. وقار و همکاران، ۱۳۷۸؛ «نگرشی بر تولید زغال سنگ و اثرات زیست محیطی آن»، مجموعه مقالات مباحث راهبردی، اقتصادی، آموزشی تحقیقات انرژی جلد ۱.
2. Butter worth , 1998Y treatment and use of sewage Effluent for Irrigation.
۳. یزدی، محمد، ۱۳۸۲؛ «زغال سنگ (از منشا تا اثرات زیست محیطی)»، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.
۴. شکوفه، نادر، ۱۳۸۲؛ «حفاظت محیط زیست در معادن»، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
۵. قاسم زاده، رحمت، ۱۳۸۵؛ «شناسایی معادن مورد بهره برداری نیمرخ شمالی البرز و بررسی عمده ترین اثرات تخریبی آنها بر جنگل»، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه آزاد واحد چالوس.
۶. دیبائیان، سینا، ۱۳۸۵؛ «گردوغبارهای آسیب زا در معادن زغال سنگ شمال ایران»، پایان نامه کارشناسی، دانشگاه آزاد چالوس.
۷. حسینی، ابراهیم، ۱۳۸۳؛ «زغال سنگ از تشکیل تا مصرف»، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره).
8. D.limpitlaw.etal, 2005; post – mining Rehabilitation, land use and pollution at collieries in south Africa.
9. ADAIKPOH, EO etal, 2005; Heavy metal con centrationsin coal and sediments from river Ekulu in Enugu, coal city of Nigeria.
۱۰. شرکت معدنی همراه تولید – معدن گلندرود، ۱۳۸۲؛ «گزارش تفضیلی طرح اکتشاف زغال سنگ گلندرود».
۱۱. وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۰؛ «گزارش تفضیلی طرح جامع معادن زغال سنگ».

در رابطه با کارخانه زغال شویی، پس از تحقیقات و آزمایشها با توجه به شرایط و موقعیت کارخانه نتایج قابل قبولی به دست آمد. در نمونه های آب گرفته شده از ایستگاههای مشخص شده جهت نمونه برداری که شامل آب خروجی از آخرین چاه سپتیک کارخانه و آب رودخانه وازرود در قسمت شرقی کارخانه می باشد، آلاینده ای خاص و قابل توجهی دیده نشده است.

آب خروجی کارخانه، از مجموع آبهای خروجی از شلام که به صورت یک لجن سیاه رنگ در محوطه انباشته می شود و به طور کلی از آبهایی که از شستشوی محوطه کارخانه توسط باران جمع می گردد تشکیل می شود که البته قبل از پمپ در ابتدا وارد حوضچه اولیه رسوبگذاری شده و سرریز آن وارد حوضچه کناری می شود، این آب توسط مجرای وارد باغ کنار کارخانه که حوضچه رسوبگذاری ثانویه در آنجا تعبیه شده است، می شود و از آنجا توسط پمپ به قسمت بالادست کارخانه وارد یک منبع شده و به صورت آبیاری قطره ای توسط لوله کشی به نهالهای موجود در باغها می رسد که در آزمایش انجام شده هیچ گونه آلاینده ای pH , COD و یا فلز سنگین در آن مشاهده نشده است.

در مورد رودخانه وازرود و نتایج آزمایشهای حاصل می توان به بالا بودن تقریبی مقدار COD در نمونه های میان دست و پایین دست رودخانه اشاره نمود که دلیل آن انباشت باطله های خارج شده از محیط کارخانه به زمین محصور شده ای می باشد، که طرف رودخانه بدون حصار بوده و در اثر شویندگی توسط باران وارد آب رودخانه می گردد.

علت بالا بودن مقدار COD در میان دست و پایین دست رودخانه مذکور می تواند شویندگی همین باطله ها باشد که با ایجاد کدورت در آب می تواند آثار زیست محیطی دیگری نظیر کاهش اکسیژن محلول در آب جهت تنفس موجودات آبی در پایین دست نظیر قورباغه ها، ماهیها و گیاهان آبی موجود در پایین دست رودخانه و یا چسبندگی پره های آبشش در ماهیها، بچه ماهیها و ... و ایجاد منظره ناخوشایند در حریم رودخانه را نیز به همراه داشته باشد.

۱۲. مصدقی، میر عابدین. ۱۳۸۲؛ «گزارش عملکرد کارخانه زغال شویی نور»، جزوه دست نویس.
۱۳. "Standard methods for the Examination of water and waste water 18<sup>th</sup> Edition, 1992 ADH A – AWWA- WPCF"
۱۴. نبی بیدهنی، غلامرضا. اکبری، سمانه، ۱۳۸۶؛ «گزیده قوانین و مقررات زیست محیطی صنعت و معدن»، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.
۱۵. کرباسی، عبدالرضا. بیاتی، آیدا، ۱۳۸۶؛ «ژئوشیمی زیست محیطی»، انتشارات کاوش قلم.