

# اثرات زیست محیطی معدن کاری در منطقه اولنگ استان گلستان (جنوب رامیان)

ناصر حافظی مقدس<sup>۱\*</sup>، غلامعباس کاظمی<sup>۱</sup>، حمید رضا امیری مقدم<sup>۱</sup>، رضا سنجولی<sup>۲</sup> و فاطمه سادات حجازی نژاد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

<sup>۲</sup>شرکت آب و فاضلاب روستایی، گلستان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۶/۰۴

## چکیده

معدن زغال سنگ اولنگ در حوضه آبریز قره چای در فاصله ۱۳۰-۱۰۰ کیلومتری از گرگان و در ۲۰ کیلومتری جنوب رامیان قرار دارند. در مطالعه حاضر اثرات زیست محیطی این معدن در منطقه شامل آلودگی منابع آب و خاک، ناپایداری‌های دامنه‌ها و نیز فرسایش بستر رودخانه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. برای ارزیابی اثر زهاب معدن و آلودگی‌های سطحی، ۳۴ نمونه آب در دو فصل بهار و تابستان از زهاب تونل‌ها و همچنین از بالا دست و پایین دست محل ورودی زهاب به آبراهه‌ها برداشت و تجزیه‌های کیفی انجام شد. نتایج نشان داد که زهاب معدن باعث افزایش شوری و مواد آلی آبراهه‌ها شده اما تغییر قابل توجهی در میزان فلزات سنگین و دیگر پارامترها ایجاد نکرده است. از بین نمونه‌ها بیشترین آلودگی، مربوط به آبراهه‌های مجاور باطله‌های معدنی است. به عبارت دیگر دفن و پوشش نامناسب باطله‌های معدنی با توجه به گستردگی که در منطقه دارند، عامل اصلی آلودگی منابع آب و خاک در این منطقه است. برای ارزیابی اثرات معدن کاری بر ناپایداری دامنه‌ها، لغزش‌های منطقه برداشت و به نقشه درآمده و دلایل رخداد آنها بررسی شد. نتایج بررسی‌های به عمل آمده، نشان می‌دهد که فراوانی لغزش‌ها در محدوده‌های معدنی بیشتر است و عامل انسانی در کنار عوامل ذاتی و طبیعی مانند زمین‌شناسی، اقلیم و آب‌شناسی در رخداد لغزش‌ها نقش داشته است.

## کلیدواژه‌ها: اثرات زیست محیطی، معدن کاری، اولنگ، استان گلستان

\*نویسنده مسئول: ناصر حافظی مقدس

## ۱- مقدمه

می‌یابند. تماس باطله‌ها با آب و هوا منجر به اکسایش پیریت و تشکیل محیط اسیدی می‌شود که افزایش غلظت آهن و سولفات در زهاب معدنی را به همراه دارد (Banks & Banks, 2001; Shon & Hwang, 2000). استفاده از زغال سنگ به عنوان سوخت نیز موجب تولید گازهای سمی مانند  $Cl_2$ ،  $F_2$ ،  $SO_2$  و آرسنیک در هوا می‌شود که همگی برای سلامت انسان مضر هستند و همچنین باعث تشدید اثر گلخانه‌ای شده و به لایه ازن آسیب می‌رسانند (Pesek et al., 1995).

معدن اولنگ در سازند شمشک در البرز خاوری واقع هستند. مهم‌ترین معدن این منطقه رضی نام دارد که توسط بخش دولتی اداره می‌شود. در حال حاضر حدود ۳۷۰ نفر کارگر در این معدن مشغول به کار هستند و نزدیک به ۱۵ سال است که استخراج زغال سنگ از آن صورت می‌گیرد. برای ارتباط زمینی منطقه معدنی با روستاهای اطراف و حمل و نقل زغال سنگ، حدود ۱۵۰ کیلومتر جاده در این محدوده احداث شده است. عملیات اکتشافی، احداث جاده‌های دسترسی و استخراج این معدن همراه با پدیده‌های مخربی مانند لغزش، فرسایش زمین، تخریب جنگل و پوشش گیاهی و ورود آب‌های اسیدی و آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی همراه است. هدف از نوشتار حاضر، ارزیابی اثرات زیست محیطی استخراج از معدن زغال سنگ منطقه شامل آلودگی منابع آب و خاک، فرسایش و تولید رسوب، ناپایداری شیبی و نیز خطرات زیست محیطی احتمالی معدن متروکه است.

## ۲- جغرافیا و شرایط طبیعی منطقه مطالعاتی

منطقه اولنگ در محدوده عرض جغرافیایی  $26^{\circ} 48' 36''$  تا  $27^{\circ} 03' 05''$  شمالی و طول جغرافیایی  $24^{\circ} 24' 55''$  تا  $27^{\circ} 47' 16''$  خاوری واقع است و در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال خاور شاهرود و حدود ۲۰ کیلومتری از شهر رامیان از توابع استان گلستان قرار دارد. جاده اختصاصی منطقه اولنگ در ۵۵ کیلومتر جاده آسفالتی شاهرود-آزادشهر جدا شده و به وسیله جاده شوسه به طول ۲۵ کیلومتر به ابتدای معدن یاد شده می‌رسد (شکل ۱). از نظر آب‌شناختی معدن زغال سنگ منطقه در حوضه آبریز قره چای واقع شده‌اند. روند توپوگرافی در این ناحیه به پیروی از روند

معدن کاری، در تاریخ بشری سابقه طولانی دارد. انسان از گذشته‌های دور نیازهای خود را به روش‌های مختلف از زمین تأمین می‌نموده است و معدن کاری نیز همراه با توسعه جوامع بشری به تکامل رسیده است. معدن کاری امروز یک دانش پیشرفته است و میزان مواد برداشت شده از زمین در هر سال از حجم کل رسوباتی که توسط رودخانه‌ها حمل می‌شود بیشتر است. برداشت این حجم عظیم مواد پیامدهای متعددی در محیط زیست داشته و اگر تمهیدات دقیقی صورت نگیرد معضلاتی را ایجاد می‌نماید.

زغال سنگ را به دلیل این که از نظر میزان ذخایر و قدرت حرارتی نسبت به دیگر سوخت‌های فسیلی برتر است، سوخت گذشته و آینده می‌دانند. در قرون ۱۹-۱۸ و حتی اوایل قرن ۲۰ انرژی مورد نیاز برای حرکت چرخ‌های صنایع جهان از سوخت زغال سنگ تأمین می‌شد و گرچه در قرن بیستم نفت تا حدی جای آن را گرفت، اما به نظر می‌رسد با کاهش ذخایر نفت جهان در نیمه اول قرن ۲۱، دوباره استفاده از زغال سنگ افزایش یابد.

معدن کاری زغال سنگ با تولید مواد باطله، انفجارات، ایجاد گودال‌های وسیع، راه‌سازی، رفت و آمد ماشین‌آلات معدنی، برهم خوردن تعادل بوم‌شناختی و احتمال شیوع بیماری‌های مختلف در بین کارگران همراه است. همچنین احداث ده‌ها کیلومتر راه برای اکتشاف و استخراج زغال سنگ که بیشتر در بین سنگ‌های سست مانند شیل‌ها صورت می‌گیرد، احتمال رویداد حرکات توده‌ای سنگی و خاکی را افزایش می‌دهد. زهاب معدن زغال سنگ و پساب فرایند زغال‌شویی بیشتر اسیدی و حاوی فلزات سنگین مختلف است، که باعث از بین رفتن آبزیان و سبب ایجاد انواع سرطان در انسان می‌شود. زهاب اسیدی معدن می‌تواند منجر به افزایش اسیدیته و انباشت فلزات و شبه فلزات (شامل عناصر با سمیت زیاد مثل آرسنیک) و سولفات‌ها در زون‌های هوازده در زیر باطله‌های معدنی شود. بسیاری از فلزات انباشته شده در زون‌های هوازده متحرک و قابل دسترسی برای موجودات زنده هستند (Ravengai et al., 2005). در طی عملیات زغال‌شویی بیشتر مواد معدنی و ترکیبات زغال از آن جدا شده و در باطله‌ها تمرکز

پارامترهای مورد بررسی از هر نمونه شامل EC, pH, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, BOD<sub>5</sub>, COD و کدورت است. به علاوه، ۶ نمونه برای تجزیه فلزات سنگین (Fe, Ni, Cr, Cu, Zn, As) انتخاب شد و بر روی ۲۹ نمونه آزمایش‌های میکروبی صورت گرفت. از برف و باران هم هر کدام یک نمونه برای شاهد برداشت و مورد آزمایش‌های مشابه قرار گرفت. در شکل ۲ مکان‌های نمونه‌برداری مشخص شده است.

#### ۴-۲. ارزیابی نتایج

در جداول ۲ و ۳ نتایج آزمایش‌های شیمیایی مربوط به دو مرحله نمونه‌برداری در فروردین ماه (سری اول) و مرداد ماه (سری دوم) ۱۳۸۶ آمده است. در ادامه وضعیت بعضی از پارامترها به تفکیک بررسی می‌شود.

**EC-:** هدایت الکتریکی آب رابطه مستقیمی با میزان املاح آن دارد و حد استاندارد آن برای آب آشامیدنی ۵۰۰ μs/cm است. همان‌طور که شکل ۳ نشان می‌دهد، EC زهاب همه معادن بیشتر از استاندارد است و همچنین در همه موارد زهاب معدن باعث افزایش EC آب‌های سطحی شده است.

**- اسیدیته:** در منطقه مطالعاتی با توجه به اکسایش پیریت بویژه در معادنی که به صورت زیرزمینی استخراج می‌شوند، مانند معدن رضی انتظار زهاب اسیدی وجود دارد اما نتایج حاصل حاکی از قلیایی بودن زهاب منطقه است (شکل ۴). دلیل احتمالی آن درصد کم گوگرد، فراوانی مواد آلی و احاطه شدن سازند شمشک توسط رخنمون‌های کربناتی است.

**- سولفات:** میزان سولفات موجود در زهاب معادن جوزچال، ملج آرام و رضی بیشتر از حد استاندارد (۴۰۰ ppm) است اما دبی کم زهاب تونل‌ها در مقایسه با آبراهه‌ها باعث شده که تغییر محسوسی در آبراهه‌ها دیده نشود (شکل ۵). عامل اصلی در افزایش سولفات، مدت تماس آب با سنگ است، به همین دلیل میزان سولفات معدن رضی به علت توقف طولانی مدت آب در مخزن اکولون بیشتر از دیگر معادن است. همچنین غلظت سولفات در تابستان در بیشتر موارد افزایش داشته است که به علت کاهش دبی و تأثیر دما بر میزان انحلال یون سولفات در آب است. به‌طور کلی به نظر می‌رسد مشکل حادی از نظر ورود سولفات به آب‌های جاری وجود ندارد.

**- فلزات سنگین در نمونه‌های آب:** میزان فلزات سنگین Fe, Ni, Cr, Cu, Zn, As در ۳۴ نمونه، نشان می‌دهد که میزان آهن، کروم و آرسنیک در زهاب معادن بیش از حد مجاز است (شکل ۶). در مواردی هم که زهاب از بین باطله‌ها عبور نموده، مقدار این عناصر به شدت افزایش داشته است. همان‌طور که در شکل ۷ دیده می‌شود در مرحله اول نمونه‌برداری غلظت آهن در زهاب معدن رضی ۲/۱ میلی‌گرم بر لیتر است، در صورتی که در نمونه گرفته شده از بالا دست محل اتصال به آبراهه ۱۳۳ و در پایین دست ۱۵۳ میلی‌گرم بر لیتر آهن دارد. مقدار بسیار بالای آهن در این نمونه‌ها به دلیل نشت از باطله‌های معدنی در بالا دست معدن است. در مرحله دوم، مکان نمونه‌برداری به بالاتر از باطله‌ها تغییر یافته و دیده می‌شود که میزان آهن کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد. (شرایط مشابهی در معدن البرزگان دیده می‌شود). غلظت آهن در نمونه زهاب این معدن ۳/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر است در حالی که در بالا دست محل اتصال به آبراهه ۳/۷۷ و در پایین دست که آبراهه از بین باطله‌ها عبور می‌کند ۵/۹۰ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شده است.

#### ۴-۳. فلزات سنگین در خاک

نتیجه آزمایش‌ها بر روی سه نمونه خاک که از خروجی حوزه آبریز رودخانه برداشته شده، نشان می‌دهد که غلظت آهن ۳۱۵۰ ppm است که بسیار بیشتر از حد مورد نیاز گیاهان بوده و مسمومیت زاست (شکل ۸). همچنین غلظت نیکل ۱۷۶ ppm است که اندکی بیشتر از حد مناسب خاک برای کشاورزی است. مقادیر عناصر روی، مس و کروم پایین‌تر از مقدار مطلوب برای کشاورزی است. میزان آرسنیک ۵۴ ppm اندازه‌گیری شده که

چین‌خوردگی‌ها شمال خاوری - جنوب باختری است و بجز در مسیر رودخانه رامیان و خروجی آن، مناطق هموار به ندرت به چشم می‌خورد و سراسر حوضه به‌طور کامل کوهستانی بوده و در جهت جنوب به ارتفاع آن افزوده می‌شود.

بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، اقلیم این حوضه مدیترانه‌ای با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است. (علیچانی و کاویانی، ۱۳۷۹). حوضه آبریز قره‌چای از نظر شبکه زهکشی به‌طور عمده دارای الگوی شاخه درختی و موازی است. طول رودخانه اصلی حدود ۳۹ کیلومتر بوده که از ارتفاعات اولنگ و جوزچال سرچشمه گرفته و از شمال حوضه خارج می‌شود. میانگین دبی سالانه آن ۱/۲۴ متر مکعب در ثانیه است. پوشش گیاهی در این منطقه به نسبت متراکم و شامل مراتع، جنگل، باغات و مزارع است (سازمان آب منطقه‌ای استان گلستان، ۱۳۸۶).

مراتع از لحاظ موقعیت مکانی بیشتر در بخش انتهایی جنوبی حوضه قرار دارند و حدود ۱۱/۷ درصد از مساحت کل حوضه را به خود اختصاص داده‌اند. پوشش جنگل با ۷۰/۴۴ درصد بیشترین سطح حوضه را تشکیل داده است. جنگل‌های حوضه مورد نظر در طبقه جنگل‌های هیرکانی قرار می‌گیرند. مزارع و باغات بیشتر در اطراف آبادی‌ها و روستاهای حوضه و در ارتفاع کمتر از ۳۰۰ متر دیده می‌شوند و به‌طور عمده از تخریب جنگل پدید آمده‌اند.

#### ۳- چینه‌شناسی بخش زغال‌دار منطقه اولنگ

بخش زغال‌دار اولنگ در یال جنوبی ناودیس بزرگ قشلاق قرار دارد. این نهشته‌ها وابسته به سازند شمشک بوده و به وسیله آهک‌های پرموتریاس احاطه شده است. سن این واحدهای زغالی معادل رسین تا ژوراسیک پیشین در نظر گرفته می‌شود. در منطقه اولنگ بخش‌های زغال‌دار سازند شمشک، از پایین به بالا شامل بخش‌های اکراسر، لله‌بند و کلاریز است.

ستبرای کل سازند شمشک در اولنگ حدود ۱۸۵۰ متر برآورد می‌شود که حدود ۳۵۰ متر مربوط به اکراسر، حدود ۴۰۰ متر مربوط به لله‌بند و بقیه که حدود ۱۱۰۰ متر است به سری زغال‌دار کلاریز تعلق دارد. مهم‌ترین بخش زغال‌دار شمشک در این ناحیه بخش کلاریز است. در قاعده کلاریز یک لایه کوارتزیته به ستبرای حدود یک متر وجود دارد، که این بخش را از لله‌بند متمایز می‌سازد. بخش کلاریز از طبقات ماسه‌سنگی، سیلتستون، گراولیت، کنگلومرا و آرژیل و لایه‌های زغالی و عدسی‌های سیدریتی کربنات آهن، که بیشتر به صورت کنکرسیون دیده می‌شوند، تشکیل شده است. در درون رگه‌های زغالی منطقه گاه پیریت نیز دیده می‌شود. به‌طور کلی این بخش شامل ۵۳ لایه زغالی است که از این تعداد، پنج لایه زغالی آن اقتصادی و قابل استخراج است (نتایج اکتشافات مقدماتی بخش زغال‌دار منطقه اولنگ، ۱۳۶۹). در حال حاضر چهار شرکت معدنی در این منطقه مشغول به استخراج هستند که ویژگی‌های آنها در جدول ۱ آمده است.

#### ۴- ارزیابی اثرات زیست‌محیطی معدن‌کاری در منطقه اولنگ

##### ۴-۱. آلودگی منابع آب

برای بررسی اثرات معدن‌کاری بر کیفیت منابع آب در دو نوبت فروردین و مرداد ۱۳۸۶ از منطقه نمونه‌برداری شد. با توجه به آمار ۴۰ ساله دبی رودخانه فروردین و مرداد ماه، به ترتیب بیشترین و کمترین دبی ماهانه را دارند. در مرحله اول ۱۴ نمونه و در مرحله دوم ۱۹ نمونه از بخش‌های مختلف شامل تونل‌های معادن رضی، ملج آرام، البرزگان و گرانیب (جوزچال) و بالا دست و پایین دست محل پیوستن زهاب به اولین آبراهه برداشته شده است. همچنین از زهاب تأسیسات معدن رضی و فاضلاب روستای رضی و محل‌های پیوستن این منابع به رودخانه قره‌چای نیز نمونه‌برداری شد.

۳- از بین بردن پوشش گیاهی نیز باعث تسریع رخداد ریزش و لغزش می شود. ریشه درختان در زون هوازده نفوذ کرده و در روی سنگ پی پخش شده است. بررسی آماری بر روی گسترش ریشه درختان در این منطقه نشان می دهد که میانگین گسترش ریشه درختان حدود ۶ متر و میانگین فاصله درختان از هم حدود ۶/۶ متر است. بنابراین در حالت عادی ریشه درختان مجاور در یکدیگر نفوذ کرده و خاک سطحی منطقه را به طور یکپارچه مسلح کرده و مانع از بروز لغزش های سطحی می شود. با قطع درختان در عملیات معدن کاری، لغزش های سطحی ابتدا از حاشیه جاده ها شروع شده و به طرف بالادست و پایین دست دامنه گسترش می یابد.

۴- آتشیاری در معدن نیز می تواند سبب ریزش یا تحریک لغزش ها شود برای مثال در سال ۱۳۸۴ آتشیاری در معدن رضی باعث ریزش در بلوک معدنی مجاور و کشته شدن تعدادی از کارگران شد.

### ۵- نتیجه گیری

- مهم ترین اثر معدن کاری در اولنگ مربوط به باطله ها و ورود زهاب معدن به آب های سطحی است که موجب افزایش مقادیر Fe, Cr, As, SO<sub>4</sub>, EC شده است. علت اصلی افزایش این عوامل، دفع نادرست باطله ها است. ورود زهاب معدن باعث افزایش شوری و مواد آلی موجود در آب های سطحی شده و کیفیت آب برای مصارف آشامیدنی و کشاورزی کاهش می یابد. همچنین بر اثر نفوذ آب، فلزات سنگین موجود مانند آرسنیک، کروم و ... آزاد شده و باعث ایجاد بیماری های مختلف در انسان می شود. بنابراین برای کاهش آلودگی لازم است که نسبت به دفن صحیح باطله ها اقدام شود.

- بررسی تجزیه میکروبی نمونه های گرفته شده از منابع مختلف نشان می دهد که زهاب معدن و تأسیسات به شدت از نظر میکروبی آلوده بوده و حاوی کلی فرم های مدفوعی است و از آنجا که پیش از تصفیه وارد آب های جاری می شوند، باعث غیر قابل آشامیدن شدن آب های منطقه شده است. این آلودگی از زهاب معدن، تأسیسات، سلف سرویس ها و زباله های تولید شده ناشی می شود. بیشترین آلودگی مربوط به فاضلاب حمام معدن و معدن رضی است، البته یکی از عوامل آلاینده مهم آب رودخانه فاضلاب روستای رضی است که پیش از تصفیه وارد رودخانه می شود. - در محدوده معدنی ۱۳ لغزش شناسایی شده است. لغزش ها در حاشیه رودخانه، حاشیه جاده ها و نزدیک معدن واقع شده اند. دلیل رخداد تعدادی از لغزش ها احداث جاده معدنی است.

### سپاسگزاری

نوشتار حاضر با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام پذیرفته است و از معاونت و مدیریت محترم پژوهشی وقت دانشگاه آقایان دکتر پویان و دکتر رضائی و مجموعه کارشناسان محترم این حوزه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

جدول ۱ - ویژگی های معدن منطقه اولنگ (سازمان محیط زیست استان گلستان، ۱۳۸۴).

نام معدن	شرکت بهره بردار	تعداد کل تونل	طول جاده (کیلومتر)	سطح جاده (هکتار)	سطح تأسیسات (هکتار)	میزان تولید (تن/سال)	تعداد پرسنل
رضی	البرز خاوری	۵	۳	۲/۴	۵/۰۸	۴۸۰۰۰	۳۶۷
ملج آرام بالای ۱	البرزگان	۴	۳/۸	۳/۰۴	-	۹۰۰۰	۳۸
ملج آرام بالای ۲	البرزگان	۴	۵/۱	۴/۰۸	۰/۱	۸۰۰۰	۴۲
ملج آرام پایینی	شمال خاور	۳	۲/۶	۲/۰۸	-	۱۲۰۰۰	۳۳
جوز چال	گرانیت	۳	۱	۰/۸	۳	۱۰۰۰۰	۳۵
جمع کل		۱۹	۱۵/۵	۱۲/۴	۸/۱۸	۷۸۰۰۰	۵۱۲

تقریباً مشابه با مقدار آرسنیک در نمونه شاهد و خاک زراعی یعنی ۵۵ ppm است.

### ۴-۴ آلودگی میکروبی

در بررسی و کشت نمونه ها مشخص شد که تمام آبراهه ها و زهاب معدن کم و بیش حاوی کلی فرم های مدفوعی هستند. حتی انجیلو چشمه که منبع آبی اردوگاه آموزش و پرورش است به تعداد کم، حاوی کلی فرم مدفوعی است. دلیل این امر، وجود احشام و ورود فاضلاب خانگی به آب های زیر زمینی و سطحی است. بیشترین آلودگی مربوط به فاضلاب تأسیسات معدن رضی است. البته فاضلاب دیگر معدن و همچنین روستای رضی نیز که به طور مستقیم وارد رودخانه می شود، در آلودگی آن نقش مهمی دارند. میزان آلودگی در تابستان با توجه به کاهش دبی رودخانه و گرما افزوده می شود. -BOD<sub>5</sub>: اکسیژن خواهی زیست شناختی، میزان اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم ها برای اکسایش بیوشیمیایی مواد آلی موجود در نمونه و در حقیقت میزان مواد آلی نمونه آب را نشان می دهد. در بین معدن منطقه، فاضلاب حمام معدن (نمونه ۹) و معدن رضی (نمونه ۱۲) مقادیر بالاتر از حد استاندارد (۳۰ ppm) دارند و باعث افزایش BOD<sub>5</sub> رودخانه قره چای در پایین دست محل ورود به آن شده اند اما در فصل تابستان در BOD<sub>5</sub> رودخانه، تأثیری نداشته اند (شکل ۹). این امر به افزایش فعالیت زیست شناختی در فصل تابستان مربوط می شود. فاضلاب حمام و تأسیسات معدن پس از خروج در شیب دامنه در کف جنگل پخش و مواد آلی آن توسط جلبک ها تجزیه و در واقع میزان مواد آلی آبی که به رودخانه می ریزد خیلی کمتر از منشأ است.

-COD: COD یک پساب و یا آب آلوده، میزان اکسیژن مورد نیاز برای اکسایش مواد اکسید شونده موجود در آن است. مقدار COD به طور معمول با استفاده از یک عامل اکسید کننده قوی در محیط اسیدی، قابل اندازه گیری است. میزان COD معدن ملج آرام، البرزگان، رضی و فاضلاب حمام معدن بیشتر از حد استاندارد (۶۰ ppm) است اما باعث افزایش قابل توجه COD آبراهه ها نشده اند. به نظر می رسد اگر زهاب در یک مسیر با شیب تند جریان یافته و به شدت آشفته شود به علت هواگیری COD آن پیش از ورود با آب های جاری به شدت کاهش خواهد داشت. در ضمن میزان این پارامتر در تابستان رو به کاهش می رود. زیرا کاهش دبی باعث کاهش انحلال کربن از منابع مختلف می شود. در شکل ۹، میزان COD نمونه های فروردین و مردادماه با هم مقایسه شده اند.

### ۴-۵ ناپایداری شیبی در منطقه

وجود سازند شمشک که در برابر لغزش و فرسایش حساس است، همراه با بارندگی زیاد و تغییرات گسترده در طبیعت، مانند احداث جاده، از بین بردن جنگل ها و معدن کاری سبب رخداد تعداد قابل توجهی لغزش در این منطقه و تخریب جنگل، مسدود شدن راه ها و متروکه شدن روستاها و بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی فراوانی شده است. مهم ترین لغزش منطقه، لغزش مشرف به روستای ملج آرام است که در سال ۱۳۶۹ اتفاق افتاده و به خاطر آن روستای یاد شده تخلیه شده است. در شکل ۱۱ موقعیت لغزش های منطقه که به کمک عکس های هوایی و بازدید میدانی تهیه شده، نشان داده شده است. در شکل ۱۲ نیز نمایی از لغزش روستای ملج آرام دیده می شود. در بررسی دلایل رخداد لغزش ها مشخص شد که احداث جاده ها برای بهره برداری از معدن موجود در منطقه نقش مهمی در بروز ناپایداری داشته است. بویژه در منطقه ملج آرام این عامل نمود بیشتری دارد، به طوری که یکی از دلایل اصلی رخداد لغزش یاد شده احداث جاده معدن اولنگ شناخته شده است (حافظی مقدس، ۱۳۷۵).

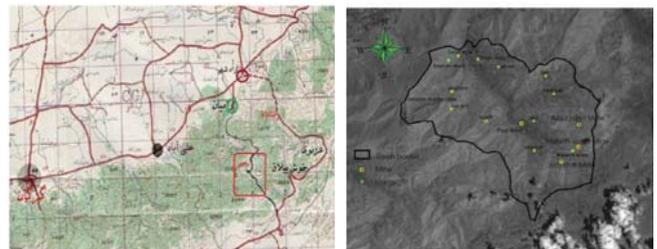
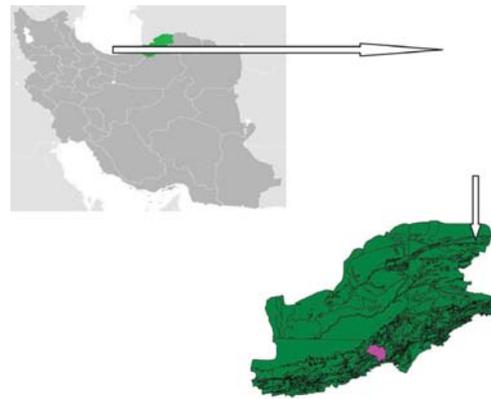
احداث این جاده از چند جهت موجب ایجاد لغزش منطقه می شود:

- ۱- در بخش بالادست جاده، خاک برداری از پای شیب و در بخش پایین دست بارگذاری در رأس دامنه صورت گرفته است.
- ۲- حرکت کامیون های سنگین معدن در تحریک زمین لغزش های این منطقه نقش

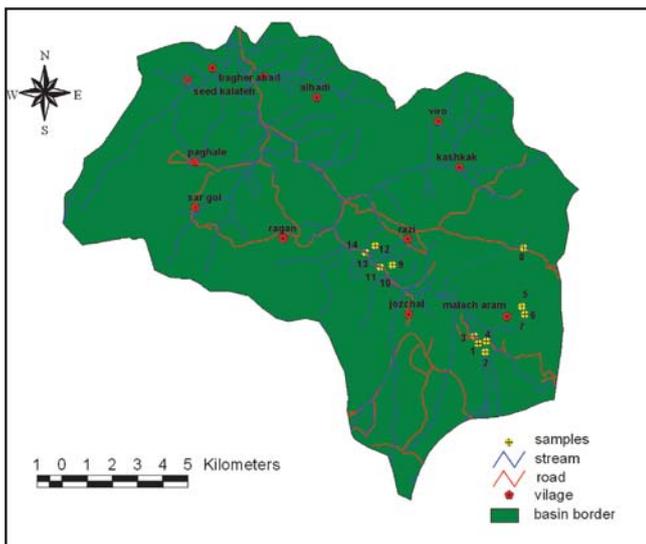
داشته اند.

جدول ۲- نتایج آزمایش‌های شیمیایی نمونه‌های آب در معادن زغال‌سنگ اولنگ مرحله اول (فروردین ماه ۱۳۸۶).

شماره نمونه	محل نمونه برداری	EC (µs/cm)	pH	Turbidity (NTU)	PO <sub>4</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	COD mg/l	BOD <sub>5</sub> mg/l
۱	برف	۹	۶/۶۱	۶/۲۳	۰/۱۵	۶	۰/۸۸	۰	۱۰
۲	تونل ۱ معدن جوزچال	۸۳۱	۷/۸۴	۲۴/۹	۰/۳۳	۲۱۰	۰	۰	۱۰
۳	بالادست تونل ۱ جوزچال	۲۵۷	۷/۹۷	۳۷۸	۰/۲۴	۲۱	۱/۳۳	۱۴	۰
۴	پایین دست تونل ۱ جوزچال	۳۱۳	۷/۹	۷۵۵	۰/۱۴	۲۹	۰	۸۷	۰
۵	تونل ۱ ملج آرام	۱۷۷۴	۸/۲۱	۱۵۴۳	۰	۳۷۴	۰/۸۸	۱۶۵	۱۰
۶	بالادست تونل ۱ ملج آرام	۲۲۰	۷/۶۶	۷/۲۹	۰/۱	۱۴	۰	۰	۰
۷	پایین دست تونل ۱ ملج آرام	۲۸۵	۹/۸۳	۹/۷۱	۰/۱۱	۲۷	۰/۸۸	۰	۰
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	۶۴۵	۷/۷۱	۲۸۱	۰/۲۴	۲۰	۰	۱۰۲	۱۰
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۵۰۸	۷/۴۳	۳/۱۶	۰/۹۱	۷۰	۰/۴۴	۱۰	۵۰
۱۰	بالادست فاضلاب حمام معدن رضی	۴۹۵	۸/۱۶	۵۷۶	۰/۵۸	۵۴	۰	۲۹۴	۱۰
۱۱	پایین دست فاضلاب حمام معدن رضی	۵۰۰	۸/۱۶	۶۱۰	۰/۲۹	۵۱	۰	۳۲۴	۳۰
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	۴۶۸۰	۸/۴	۱۰۰۰۰	۰/۲۹	۵۸۳	۳/۵۴	۱۴۶۰۰	۷۰
۱۳	بالادست تونل ۳ معدن رضی	۳۰۳	۷/۶۹	۱۰۰۰۰	۰/۸	۳۲	۴/۸۷	۴۰۹	۴۰
۱۴	پایین دست تونل ۳ معدن رضی	۳۹۶	۷/۸۵	۱۰۰۰۰	۰/۴	۴۲	۰	۴۱۴	۵۰



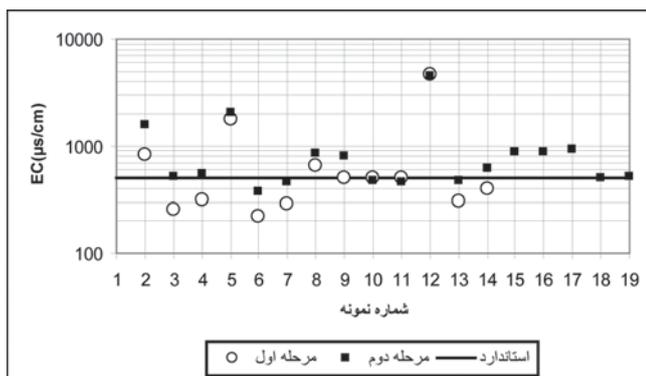
شکل ۱- موقعیت کلی منطقه



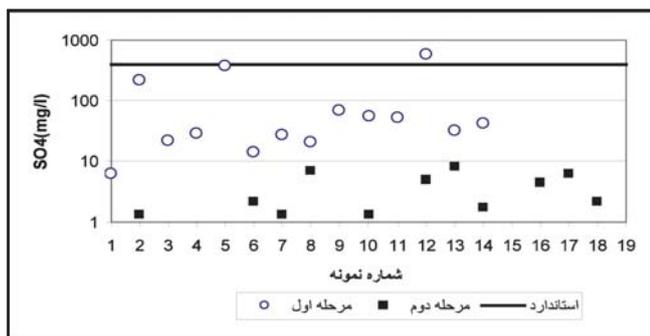
شکل ۲- محل‌های نمونه برداری

جدول ۳- نتایج آزمایش‌های شیمیایی نمونه‌های آب در معادن زغال‌سنگ اولنگ مرحله دوم (مرداد ماه ۱۳۸۶).

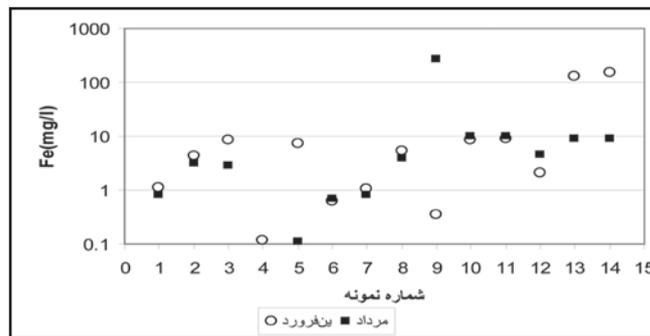
شماره نمونه	محل نمونه برداری	pH	EC µs/cm	Turbidity NTU	PO <sub>4</sub> mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	COD mg/l	BOD <sub>5</sub> mg/l
۱	پاران	۶/۵۱	۳۵/۵	۶/۶۴	۰/۳۹	۲	۰/۸۹	۲۶	۰
۲	تونل ۱ معدن جوزچال	۷/۵۸	۱۵۷۸	۶/۲۴	۰/۲۶	۳۰۶	۱/۳۳	۹	۰
۳	بالادست تونل ۱ جوزچال	۸/۰۱	۵۲۰	۲۲۸	۰/۱	۲۲	۰	۴۵	۰
۴	پایین دست تونل ۱ جوزچال	۷/۸۹	۵۵۲	۲۱۱	۰/۱	۴۱	۰	۱۵	۰
۵	تونل ۱ ملج آرام	۷/۸	۲۰۴۰	۹۸/۵	۰/۱۲	۳۵۲	۰	۱۳	۰
۶	بالادست تونل ۱ ملج آرام	۷/۹۲	۳۷۶	۳۲	۰/۱۴	۱۶	۲/۲۱	۰	۰
۷	پایین دست تونل ۱ ملج آرام	۸/۰۸	۴۵۴	۳۲/۳	۰/۰۵	۳۷	۱/۳۳	۱۴	۰
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	۸/۰۵	۸۶۶	۲۳۳	۰/۰۸	۷۲	۶/۶۴	۱۵۴	۰
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۶/۷۷	۷۹۵	۱۶۵۰	۱/۲۸	۶۳	۰/۸۹	۳۵۸۰	۶۳۰
۱۰	بالادست فاضلاب حمام معدن رضی	۷/۹۶	۴۷۷	۴۷۸	۰/۰۸	۶۱	۱/۳۳	۱۵۰	۱۰
۱۱	پایین دست فاضلاب حمام معدن رضی	۷/۹۹	۴۵۷	۸۸۶	۰/۰۵	۵۵	۰/۸۹	۲۱۹	۱۰
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	۸/۴۱	۴۵۲۰	۵۲۱	۰/۴۲	۶۱۲	۴/۸۷	۳۱۰	۳۰
۱۳	بالادست تونل ۳ معدن رضی	۸/۰۶	۴۷۲	۸۹۹	۰/۰۶	۴۸	۷/۹۷	۱۷۱	۱۰
۱۴	پایین دست تونل ۳ معدن رضی	۸/۲۶	۶۲۵	۸۴۱	۰/۰۷	۷۴	۱/۷۷	۸۴	۱۰
۱۵	بالادست تونل ۱ معدن البرزگان	۸/۱	۸۷۹	۲۹۰	۰/۰۶	۱۹۵	۰	۱۲۶	۳۱/۲
۱۶	پایین دست تونل ۱ معدن البرزگان	۸/۰۲	۸۷۳	۴۹۶	۰/۱۱	۱۵۵	۴/۴۳	۲۰۶	۴۴
۱۷	فاضلاب روستای رضی	۸/۳۹	۹۴۳	۲۱۳	۱/۵۲	۸۴	۶/۲	۵۲	۰
۱۸	بالادست فاضلاب روستای رضی	۸/۱۵	۵۰۹	۲۵۴۳	۰/۰۲	۴۸	۲/۲۱	۵۶	۳۰
۱۹	پایین دست فاضلاب روستای رضی	۸/۰۹	۵۱۲	۲۲۲۰	۰/۰۶	۴۶	۰/۸۹	۶۳	۰



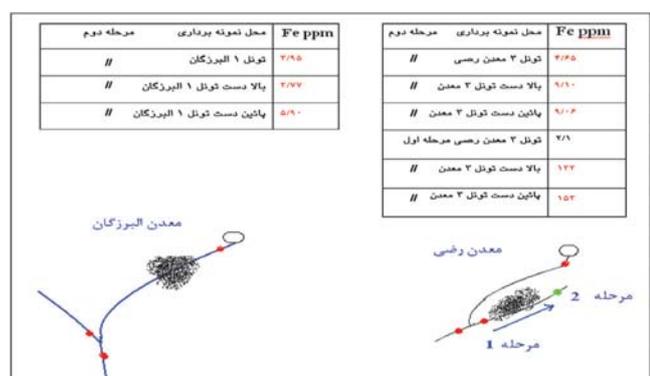
شکل ۳- تغییرات EC در فروردین و مرداد ۱۳۸۶



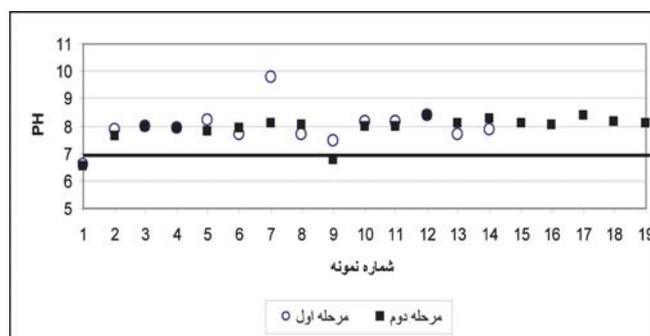
شکل ۵- تغییرات سولفات در فروردین و مرداد ۱۳۸۶



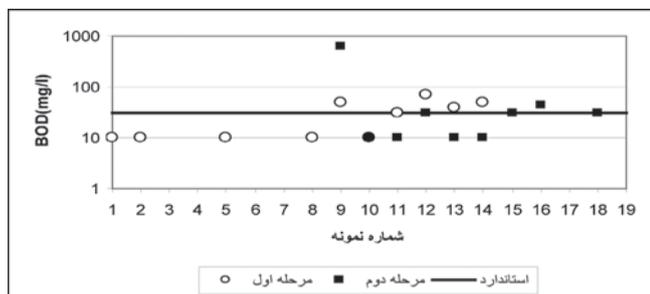
شکل ۴- تغییرات pH در فروردین و مرداد ۱۳۸۶



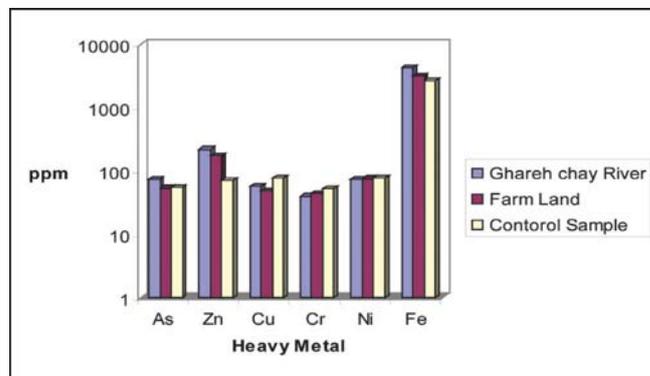
شکل ۷- تغییرات غلظت آهن بر اثر عبور زهاب یا آب رودخانه از بین یا کنار باطله ها



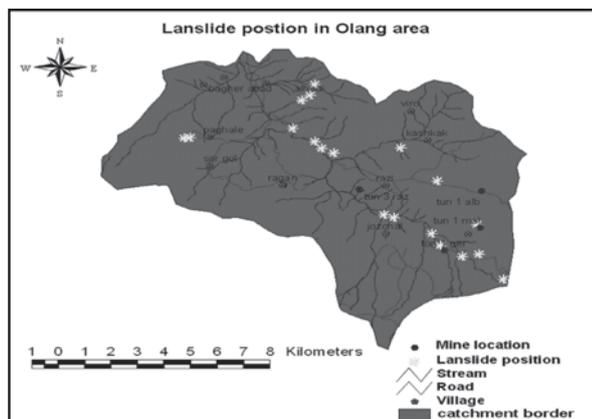
شکل ۶- غلظت آهن در نمونه های آب در مرحله اول و دوم نمونه گیری



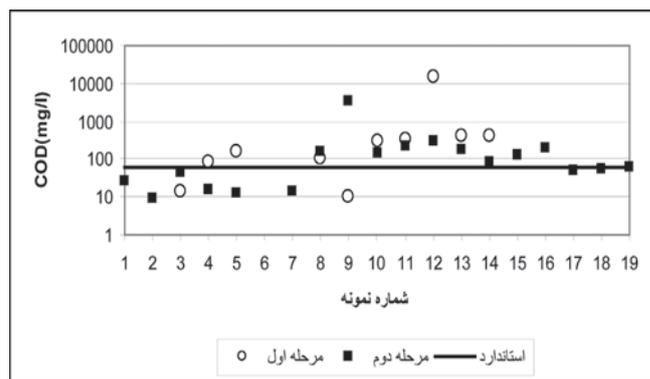
شکل ۹- تغییرات BOD<sub>5</sub> در فروردین و مرداد ۱۳۸۶



شکل ۸- تغییرات فلزات سنگین در رسوبات بستر رودخانه و مزرعه ۱۳۸۶



شکل ۱۱- موقعیت لغزش های منطقه النگ



شکل ۱۰- تغییرات COD در فروردین و مرداد ۱۳۸۶



شکل ۱۲- لغزش ملج آرام در سال ۱۳۶۹

### کتابنگاری

- اداره کل محیط زیست استان گلستان، ۱۳۸۴- آمار و اطلاعات معادن زغال‌سنگ شمال کشور.  
بانک اطلاعات مدیریت آبخیزداری جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۶ - سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.  
حافظی، ن. و مهدیزاده، ح.، ۱۳۷۵- پهنه‌بندی خطر لغزش در منطقه اولنگ، طرح پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود.  
سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه اولنگ.  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۹- نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی گرگان.  
سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۴- نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی خوش بیلاق.  
علیجانی، ب. و کاویانی، م.، ۱۳۷۹- مبانی آب و هواشناسی، تهران، انتشارات سمت ص ۳۷۸-۳۵۹.  
گزارش اکتشافات مقدماتی بخش زغال‌دار منطقه اولنگ و ملج آرام فوقانی، ۱۳۶۹- شرکت زغال‌سنگ البرز شرقی.

### References

- Banks, S. B. & Banks, D., 2001-Abandoned mines drainage impact assessment and mitigation of discharges from coal mine in the UK. Engineering Geology. 60; pp 31-37.  
Pesek, J., Oplustil, S., Peskova, J. & Skocek, S., 1995-European Coal Conference'95, Czech Republic, Prague, June 26-July 1, 1995, pp.11-78.  
Ravengai, D., Love, D., Love, I., Gratwicke, B., Mandingaisa, O. & Owen, R. J. S., 2005-Impact of Iron Duke Pyrite mine on water chemistry aquatic life, Mazowe valley, Zimbabwe. Water SA, 31 (2); pp. 219-228.

For Persian Version see pages 95 to 102

\* Corresponding author: A. Rajabi-Harsini; E-mail: arh7948@yahoo.com

## The Environmental Impacts of Mining in Olang Area, Golestan Province (South Ramian)

N. Hafezi Moghaddas<sup>1</sup>, G. A. Kazemi<sup>1</sup>, H. R. Amiri Moghaddam<sup>1</sup>, R. Sanchooli<sup>2</sup> & F. S. Hejazi Nejad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

<sup>2</sup>Rural Water and Wastewater Company, Golestan, Iran.

Received: 2008 August 25

Accepted: 2009 January 14

### Abstract

Olang Coal Mines in the Ghareh Chai watershed are located 100-130 km far from Gorgan and 20 km to the south of Ramian. In this research, the environmental impacts of these mines in this region including impacts on soil and water resources, slope instability and river bed erosion have been investigated. To evaluate the effects of mine drainage and surface pollutants, 34 water samples were collected in two different seasons, spring and summer. The samples were collected from mine drains and upstream and downstream of the junction points of such drains with streams, and subjected to analysis for chemical constituents. The results have shown that mine drainage has increased salinity and organic content of natural streams, but it has not significantly affected the concentration of heavy metals and other constituents. The most polluted samples are those located close to the dumps. This suggests that improper disposal of mine dumps, which are extensive in the area, is the main cause of soil and water pollution. Therefore, proper sealing of such dumps and optimum management of mine drainage is needed to minimize the negative impacts of coal mining. To evaluate the slope instability and land sliding associated with mining activities, first of all, the position of all land slides were located and mapped. The causes of each landslide were then identified. The analysis shows that land sliding is more common in the mining areas, and human activity together with natural causes such as geology, climate and hydrology play important roles in the occurrence of landslides.

**Keywords:** Environmental effects, Mining, Olang, Golestan Province

For Persian Version see pages 103 to 108

\*Corresponding author: N. Hafezi Moghaddas; E-mail: nhafezi@shahroodut.ac.ir

## Dynamic Fracture Process of Bam Earthquake

M. Eskandari<sup>1</sup> & M. R. Gheitanchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Tehran, Institute of Geophysics, Tehran, Iran.

Received: 2008 September 13

Accepted: 2009 January 14

### Abstract

In this article, we studied the dynamic fracture process of Bam earthquake. In two presented models stress heterogeneity on the fault plain was modeled as barrier or asperity and friction included as slip-weakening relationship. Results of models were constrained by near field ground motion recorded in Bam station. In the first model, fracture starts from a weak asperity which its waves surround the neighbor barrier and break it down. In the second model, another asperity is included in southern part of the fault. Breaking barrier releases two fracture fronts traveling in two different regimes. One of them travels faster than shear waves and goes to the intersonic velocity. The other front travels with 0.74 shear wave velocity and makes the largest pulse of the record. Both models predict the slip rate successfully, but the second model is more consistent with the real data.

**Key words:** Dynamic Fracture, Bam earthquake, Fracture front, Stress heterogeneity

For Persian Version see pages 109 to 114

\*Corresponding author: M. Eskandari; E-mail: eskandary@nt.ac.ir