دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی

اثرات زیست محیطی معدنکاری در منطقه النگ در استان گلستان

(با تاکید بر اثرات زهاب معادن بر آبهای سطحی)

پژوهش و نگارش

حمید رضا امیری مقدم

اساتید راهنما

دکتر ناصر حافظی مقدس

دکتر غلامعباس کاظمی

استاد مشاور

مهندس محمود شکیبا

زمستان ۱۳۸۶

بسمه تعالی

تاریخ : ۸۶/۱۲/۱۱
شماره : ۱۴۵۵۱۹
پیوست :
کد : FR/EA/14
شمارة

فرم شمارهٔ 11 ـ فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه
تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تاییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم / آقای حمید رضا امیری مقدم رشته زمین شناسی گرایش زیست محیطی

که در تاریخ۸۶/۱۲/۱۳با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

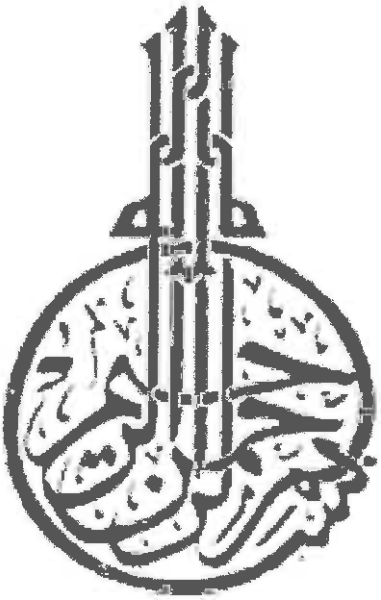
☐ قبول (با درجه : خوب امتیاز (۱۷/۷۱) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود

1ـ عالی (20 ـ 18)
2ـ بسیار خوب (17/99 ـ 16)
3ـ خوب (15/99 ـ 14)
4ـ قابل قبول (13/99 ـ 12)

عضو هیات داوران	نام ونام خانوادگی	رتبهٔ علمی	امضاء
1ـ استادراهنما ی اول ۲ـ استاد راهنمای دوم	ناصر حافظی مقدس	دکتری	
2ـ استاد مشاور	مهندس محمود شکیبا	فوق لیسانس	
3ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	غلامحسین کرمی	دکتری	
4ـ استاد ممتحن	فرج الله فردوست	دکتری	
5 ـ استاد ممتحن	فرهنگ سرشکی	دکتری	

تایید رئیس دانشکده :

دکتر غلامحسین کرمی



تقدیم به

آنان که دلسوزانه در جهت پیشرفت میهن

اسلامی تلاش می کنند.

سپاسگزاری

سپاس به درگاه ایزد منان که به لطف و مرحمت خود به مخلوقاتش قدرت تفحص بخشید و راه ترقی را فراسوی آنان گشود و با اعطای برکات خود توفیق چیدن خوشه ای از خرمن علم و معرفت را به بنده اش عطا فرمود.

سپاس شایسته خداوندی است که موهبت بیکرانی به بنده ارزانی داشت تا از محضر اساتید گرانمایه بر خوردار شوم. از این رو وظیفه خود می دانم که صمیمانه ترین مراتب سپاس و محبت خود را تقدیم محضر اساتید فرزانه و بزرگوارم جناب آقای دکتر ناصر حافظی مقدس و جناب آقای دکتر غلامعباس کاظمی نمایم. اساتید ارجمندی که مسئولیت گران راهنمائی این پایان نامه را تقبل فرمودند و در تمامی مراحل آن از هیچ کوششی دریغ نورزیدند و همواره اینجانب را از رهنمودهای علمی و نیز حسن خلق بی نظیرشان بهره مند فرمودند.

از جناب آقای مهندس محمود شکیبا استاد محترم مشاور که قبول زحمت نمودند نیز سپاسگزارم . از اساتید گروه زمین شناسی دانشگاه صنعتی شاهرود و کارشناسان محترم گروه زمین شناسی، همچنین آقایان دکتر مصطفی رقیمی و مهندس آرش امینی اساتید محترم دانشگاه منابع طبیعی گلستان و مدیریت عامل شرکت آب و فاضلاب روستائی استان گلستان جناب آقای مهندس علیر ضا خواستار و کارشناسان آزمایشگاه شرکت، مدیریت و کارشناسان گروهGIS آبخیز داری استان گلستان و مدیریت عامل شرکت زغالسنگ البرز شرقی جناب آقای مهندس جهانگیری و کارکنان زحمت کش معدن رضی بویژه جناب آقای مهندس قنبری نیز به خاطر مساعدت هایشان کمال تشکر را دارم. از همکاری و فراهم نمودن امکانات رفت و آمد به منطقه معدنی توسط مدیریت سازمان آموزش و پرورش گلستان جناب آقای نوروزی و مدیریت آموزش و پرورش رامیان جناب آقای منتظری متشکرم.

همچنین ازدوستان و همکلاسی های عزیزم آقایان: خسروجردی، زارع، طباطبائی، بنی اسدی، حسینی، رحیمی، رخشانی، امیری، شهرکی، کهساری، ملائی نیا، ولی زاده، قزلسفلو و فولادوند و خانم ها: حاج ملک ، نعیمی فر و هدایتی که یاریم دادند سپاسگزارم. از زحمات بی دریغ پدر و مادرم، همسر مهربانم و تمامی بزرگوارانی که مرا به نحوی از انحاء یاری رساندند نهایت تشکر و قدر دانی را به جا آورده و از حضرت حق تعالی سلامت و توفیق روز افزون آنها را مسئلت دارم.

چکیده:

معادن زغالسنگ النگ در حوضه آبریز قره‌چای در فاصله ۱۰۰-۱۳۰ کیلومتری از گرگان و در ۲۰ کیلومتری جنوب رامیان قرار دارند. در مطالعه حاضر اثرات زیست محیطی معدنکاری در این منطقه شامل آلودگی منابع آب و خاک، ناپایداری‌های دامنه‌ها و نیز فرسایش رودخانه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا لغزشهای منطقه بر داشت شده و به نقشه در آمده و دلایل وقوع آنها بررسی شده است. نتایج بررسی های بعمل آمده نشان می دهد که فراوانی لغزشها در محدودهای معدنی بیشتر است و عامل انسانی در کنار عوامل ذاتی و طبیعی نظیر زمین شناسی، اقلیم و هیدرولوژی در وقوع لغزشها نقش داشته است.

جهت ارزیابی اثر زهاب معادن و آلودگی‌های سطحی، تعداد ۳۴ نمونه در دو فصل بهار و تابستان از بالا دست و پائین دست زهاب تونلها و آبراهه ها گرفته شد و آنالیزهای کیفی انجام گردید. نتایج نشان داد که زهاب معادن باعث افزایش شوری و مواد آلی رودخانه شده ولی تغییر قابل توجهی در میزان فلزات سنگین و سایر پارامتر ها دیده نمی شود. از بین نمونه‌ها بیشترین آلودگی مربوط به آبراهه های مجاور باطله های معدنی می‌باشد. بعبارت 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 می باشد. لذا با دفن صحیح باطله‌ها و رها سازی صحیح زهاب معدن می توان عوارض زیست محیطی معدنکاری در این منطقه را به حد اقل رساند.

واژگان کلیدی: اثرات زیست محیطی-معدنکاری-النگ-استان گلستان

عنوان | فهرست مطالب | صفحه

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه..... ۱
۱-۳- اهداف و ضرورت تحقیق تحقیق..... ۲
۱-۳- جغرافیای منطقه..... ۳
۱-۴- پستی و بلندی..... ۳
۱-۵- آب و هوای منطقه..... ۳
۱-۶- هیدرولوژی حوضه قره‌چای..... ۶
۱-۷- پوشش گیاهی..... ۷
۱-۸- نیروی انسانی موجود در منطقه..... ۱۰

فصل دوم

زمین شناسی منطقه النگ

۲-۱- چینه شناسی و سنگ شناسی..... ۱۲
۲-۲- چینه شناسی بخش زغالدار در منطقه النگ ۱۳
۲-۳- زمین شناسی ساختمانی..... ۱۵
۲-۴-ذغالخیزی..... ۱۸
۲-۵- مواد غیرآلی موجود در ذغالها..... ۲۲
۲-۶-دگرگونی..... ۲۲
۲-۷- خصوصیات کیفی لایه‌های ذغالی..... ۲۳
۲-۸- گازخیزی..... ۲۵
۲-۸-۱- ترکیبات کیفی زغالها..... ۲۶

فصل سوم

اثرات زیست محیطی معدنکاری زغالسنگ

۳-۱- مقدمه..... ۲۸
۳-۲- ژئوشیمی و کانی‌شناسی زغالسنگ..... ۲۹
۳-۲-۱- ژئوشیمی زغالسنگ..... ۲۹
۳-۲-۲- کانی‌شناسی زغالسنگ..... ۳۲
۳-۳- مروری بر مطالعات اثرات زیست محیطی زغالسنگ..... ۳۲
۳-۳-۱- زهاب اسیدی معدن (AMD)..... ۳۷
۳-۳-۲- مطالعات لغزش..... ۳۲
۳-۳-۳- نشست معدن..... ۳۸
۳-۳-۴- باطله‌های معدن..... ۳۹
۳-۳-۵- تولید زهاب اسیدی..... ۴۲
۳-۳-۶- فرآیند خنثی سازی زهاب اسیدی معدن..... ۴۳

۳-۳-۷- تصفیه زهاب اسیدی معدن..... ۴۴
۳-۴- مشکلات جانبی معدنکاری..... ۴۶
۳-۴-۱- خطر انفجارگاز..... ۴۶
۳-۴-۲- خطر خود سازی زغال..... ۴۷
۳-۴-۳- مسائل اجتماعی..... ۴۹
۳-۴-۴- تغییر مورفولوژی..... ۵۰
۳-۴-۵- بیماری کارگران..... ۵۰
۳-۵- اثرات زیست محیطی تغییرات ژ ئوشیمیایی عناصر موجوددر زغال سنگ..... ۵۱
۳-۶- اثرهای مضر زیست محیطی عناصر کمیاب زغالسنگ..... ۵۱
۳-۷- اثرات زیست محیطی فرآوری زغالسنگها..... ۵۳
۳-۸- اثرات زیست محیطی سوزاندن زغالسنگها..... ۵۴
۳-۹- استانداردها..... ۵۶

فصل چهارم

ارزیابی اثرات زیست محیطی معدنکاری در منطقه النگ

۴-۱- مقدمه..... ۵۸
۴-۲- آلودگی منابع آب..... ۵۸
۴-۲-۱- نمونه برداری از آب..... ۵۹
۴-۲-۲- مکانهای نمونه برداری..... ۶۱
۴-۲-۳- ارزیابی نتایج..... ۶۲
۴-۲-۴- EC..... ۶۴
۴-۲-۵- pH..... ۶۵
۴-۲-۶- BOD5..... ۶۶
٤-۲-۷-COD..... ۶۷
۴-۲-۸- فسفات..... ۶۸
۴-۲-۹- نیترات..... ۶۹
۴-۲-۱۰- سولفات..... ۷۰
۴-۲-۱۱- کدورت..... ۷۱
۴-۳- فلزات سنگین..... ۷۲
۴-۳-۱- آهن..... ۷۴
۴-۳-۲- نیکل..... ۷۶
۴-۳-۳- کروم..... ۷۷
۴-۳-۴- مس..... ۷۸
۴-۳-۵- روی..... ۷۹
۴-۳-۶- آرسنیک..... ۸۰
۴-۴- آلودگی میکروبی..... ۸۱

۴-۵- فلزات سنگین در خاک..... ۸۵
۴-۶- ناپایداری شیبی در منطقه..... ۸۷
۴-۶-۱- نقش معدنکاری در بروز لغزشهای منطقه..... ۸۹
۴-۶-۲- عوامل طبیعی موثر در وقوع لغزشها..... ۹۰

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری..... ۹۸
۵-۲- پیشنهادات..... ۹۹
چکیده انگلیسی..... ۱۰۰
منابع..... ۱۰۱

عنوان

صفحه

فهرست نقشه ها

نقشه ۱-۱ موقعیت کلی منطقه..... ۴

نقشه ۲-۱ زمین شناسی منطقه النگ..... ۱۵

نقشه ۲-۲ ریز چین های منطقه ذغالی اولنگ ۱۷

نقشه ۴-۱ محلهای نمونه برداری..... ۶۱

نقشه ۴-۲ موقعیت لغزشهای منطقه النگ..... ۸۹

نقشه ۴-۳ زمین شناسی و رابطه آن با لغزشها ۹۲

نقشه ۴-۴ ارتباط آبراهه ها و لغزش در حوضه ۹۴

فهرست نمودارها

نمودار ۴-۱ تغییرات EC در فروردین و مرداد..... ۶۴

نمودار ۴-۲ تغییرات pH در فروردین و مرداد ۶۵

نمودار ۴-۳ تغییرات BOD_5 در فروردین و مرداد ۶۶

نمودار ۴-۴ تغییرات COD در فروردین و مرداد..... ۶۷

نمودار ۴-۵ تغییرات po_4 در فروردین و مرداد ۶۸

نمودار ۴- ۶ تغییرات نیترات در فروردین و مرداد ۶۹

نمودار ۴- ۷ تغییرات سولفات در فروردین و مرداد ۷۰

نمودار ۴- ۸ تغییرات کدورت در فروردین و مرداد ۷۱

نمودار ۴-۹ تغییرات آهن در فروردین و مرداد ۷۴

نمودار ۴-۱۰ تغییرات نیکل در فروردین و مرداد ۷۶

نمودار ۴-۱۱ تغییرات کروم در فروردین و مرداد ۷۷

نمودار ۴-۱۲ تغییرات مس در فروردین و مرداد ۷۸

نمودار ۴-۱۳ تغییرات روی در فروردین و مرداد ۷۹

نمودار ۴-۱۴ تغییرات آرسنیک در فروردین و مرداد ۸۰

نمودار ۴- ۱۵ تغییرات کلی فورمهای مدفوعی در فروردین و مرداد ۸۴

نمودار ۴ - ۱۶ تغییرات فلزات سنگین در رسوبات بستر رودخانه و مزرعه ۸۶

فهرست جداول

جدول۱- ۱ پارامترهای اقلیمی حوضه قره چای..... ۶

جدول۱-۲ تعداد و رتبه آبراهه ها به روش استرالر (Strahler) ۶۷

جدول۱-۳ متوسط دبی ماهانه و سالانه ۷

جدول ۲-۱ سازند های زمین شناسی حوضه آبخیز قره چای..... ۱۴

جدول ۲-۲ مشخصات معادن منطقه النگ..... ۱۹

جدول ۲-۳ طبقه بندی زغالها..... ۲۳

جدول ۲-۴ طبقه بندی زغالها بر مبنای خاکستر..... ۲۴

جدول۲-۵ درصد اکسیدهای اصلی در زغالها..... ۲۴

جدول۳-۱ مهمترین معادن زغالسنگ ایران و ذخیره آنها..... ۲۸

جدول ۳-۲ طبقه بندی اثرات معدنکاری..... ۳۴
جدول ۳-۳ مقادیر عناصر کمیاب زغالسنگها..... ۵۲
جدول ۳-۴ مقادیر عناصر کمیاب مورد توجه از نظر زیست محیطی در زغالسنگها..... ۵۳
جدول ۳-۵ میزان مجاز پارامترها در آب ۶۵
جدول ۳-۶ میزان مجاز فلزات سنگین در اب..... ۵۶
جدول ۴-۱ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب در معادن زغال سنگ النگ مرحله اول..... ۶۲
جدول ۴-۲ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب در معادن زغال سنگ النگ مرحله دوم..... ۶۳
جدول ۴-۳ غلظت عناصر سنگین در ابهای منطقه معدنی النگ مرحله اول..... ۷۲
جدول ۴-۴ غلظت عناصر سنگین در ابهای منطقه معدنی النگ مرحله دوم..... ۷۳
جدول ۴-۵ نتایج میکروبی مرحله اول ۸۲
جدول ۴-۶ نتایج میکروبی مرحله دوم..... ۸۳
جدول ۴-۷ نتایج آنالیز خاک..... ۸۵
جدول ۴-۸ مشخصات زمین لغزشهای حوضهٔ آبخیز قورچای..... ۸۷

فهرست شکلها

شکل۲-۱ رابطه ریزچین ها با چین خوردگی اصلی ۱۶
شکل ۳-۲ ساختمان شیمیایی زغالسنگ..... ۳۱
شکل ۴-۱ تغییرات آهن بر اثر عبور زهاب یا آب رودخانه از بین یا کنار باطله ها ۷۵

فهرست عکسها

عکس۱-۱ منظره ای از النگ..... ۱۰
عکس۲-۱ معدن جوز چال..... ۲۰
عکس ۲-۲ معدن جوز چال لایه K_6..... ۲۰
عکس ۳-۱ تونل ۳ معدن رضی..... ۴۲
عکس ۳-۲ استفاده از باطله ها و خاکستر..... ۵۵
عکس۴-۱ نمونه برداری ازآبراهه ها..... ۶۰
عکس ۴-۲ نمونه برداری از فاضلاب حمام معدن رضی..... ۶۰
عکس ۴-۳ آزمایشات میکروبی..... ۸۱
عکس۴-۴ نمونه برداری از رسوبات..... ۸۶
عکس ۴-۵ لغزش جدید درنزدیکی معدن ملچ آرام..... ۹۵
عکس ۴-۶ لغزش جدید درنزدیکی معدن ملچ آرام..... ۹۶
عکس ۴-۷ ریزش در جاده النگ..... ۹۶

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

معدنکاری سابقه طولانی به قدمت تاریخ بشری دارد. از گذشته دور انسان نیازهای خود را به طرق مختلف از زمین تامین نموده است و عملیات معدنکاری نیز همراه با توسعه جوامع بشری به تکامل رسیده است. معدنکاری امروز یک دانش پیشرفته است و میزان مواد برداشت شده از زمین در هر سال از حجم کل رسوباتی که توسط رودخانه ها حمل می‌شود بیشتر است. بر داشت این حجم عظیم مواد پیامدهای متعددی در محیط زیست خواهد داشت و اگر تمهیدات دقیقی صورت نگیرد توسعه پایدار را با مشکل مواجه می‌سازد.

عملیات استخراج زغالسنگها نیز مشابه سایر مواد معدنی اثرات مخرب زیست محیطی متعددی بهمراه دارد که لازم است در جهت کاهش آثار منفی آنها تلاش کرد تا ضمن تامین انرژی و مواد مورد نیاز محیط زیست سالم و مطلوبی داشته باشیم. معدنکاری زغالسنگ توام با تولید مواد باطله، انفجارات مختلف، ایجاد گودالهای وسیع، راهسازی، رفت و آمد ماشین آلات معدنی، افزایش جمعیت و همچنین برهم خوردن تعادل اکولوژیکی و احتمال شیوع بیماریهای مختلف در بین کارگران است. همچنین احداث ده ها کیلومتر راه جهت اکتشاف و استخراج زغال که اغلب در بین سنگهای سست نظیر شیلها صورت می‌گیرد احتمال وقوع حرکات توده‌ای سنگ و خاک را افزایش می‌دهد.

زهاب معادن زغالسنگ و آبهای مصرف شده برای فرآوری زغالسنگها (زغالشویی) اغلب اسیدی و حاوی فلزات سنگین مختلف می‌باشد، که باعث از بین رفتن آبزیان و سبب ایجاد انواع سرطان در انسان می‌شوند. درصد بالایی از زغالسنگها برای تولید انرژی در نیروگاهها بکار می‌رود. سوزاندن زغالسنگها نیز موجب تولید دود و گازهای سمی نظیر SO_2, F, Cl و آرسنیک در هوا می‌شوند که همگی برای سلامتی انسان مضر هستند و بعضا باعث تشدید اثر گلخانه‌ای شده و به لایه ازن آسیب می‌رسانند.

زغالسنگ ارزان قیمت و در طبیعت فراوان می‌باشد از اینرو سوخت غالب در گذشته و حال حاضر می‌باشد و ما ناچار به استفاده از آن هستیم، لذا بایستی قبل از شروع به استخراج با بررسی اثرات

زیست محیطی معدنکاری اثرات نامطلوب آنرا به حداقل برسانیم تا ضمن عمل به تعهدات ملی و بین المللی از جمله پیمان کیوتو خود نیز از مزایای این ماده انرژی زا و فراوان بهره مند شویم.

۱-۲- اهداف و ضرورت تحقیق:

معادن النگ در سازند شمشک و در البرز شرقی واقع هستند. مهمترین معدن این منطقه رضی نام دارد که توسط بخش دولتی اداره می‌شود. حدود ۴۰۰ نفر کارگر در حال حاضر در این معدن مشغول به کار هستند و قریب به ۱۵ سال است که استخراج زغالسنگ از آن صورت می‌گیرد. برای ارتباط زمینی منطقه معدنی با روستاهای اطراف و حمل و نقل زغالسنگ قریب به ۱۵۰ کیلومتر راهسازی در این محدوده صورت گرفته است. عملیات اکتشافی، احداث جاده‌های دسترسی و استخراج این معادن با اثرات زیست محیطی مختلفی نظیر لغزش، فرسایش و تخریب جنگلها و پوشش گیاهی (به علت احداث جاده و تولید باطله) و ورود آبهای اسیدی و آلودگی منابع آب سطحی و زیر زمینی همراه می‌باشد.

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی اثرات زیست محیطی استخراج از معادن زغالسنگ منطقه شامل آلودگی منابع آب و خاک، فرسایش و تولید رسوب، ناپایداری شیبی و نیز خطرات زیست محیطی احتمالی معادن متروکه می‌باشد.

در منطقه مطالعاتی تعداد زیادی لغزش مشاهده می‌گردد که تاکنون خسارات زیادی به پوشش جنگلی و زمینهای کشاورزی وارد نموده است. وقوع لغزش همچنین هر از گاهی موجب قطع راههای ارتباطی و آسیب رساندن به مناطق روستائی می‌گردد.

از طرفی در پائین دست منطقه معدنی جمعیت زیادی زندگی می‌کنند که از آب رودخانه استفاده می‌کنند و آلودگی آب می‌تواند اثرات مخربی را در پائین دست داشته باشد. لذا بررسی دقیق تر موارد فوق و اتخاذ تصمیمات مناسب جهت کاهش اثرات معدنکاری در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

۱-۳ جغرافیای منطقه

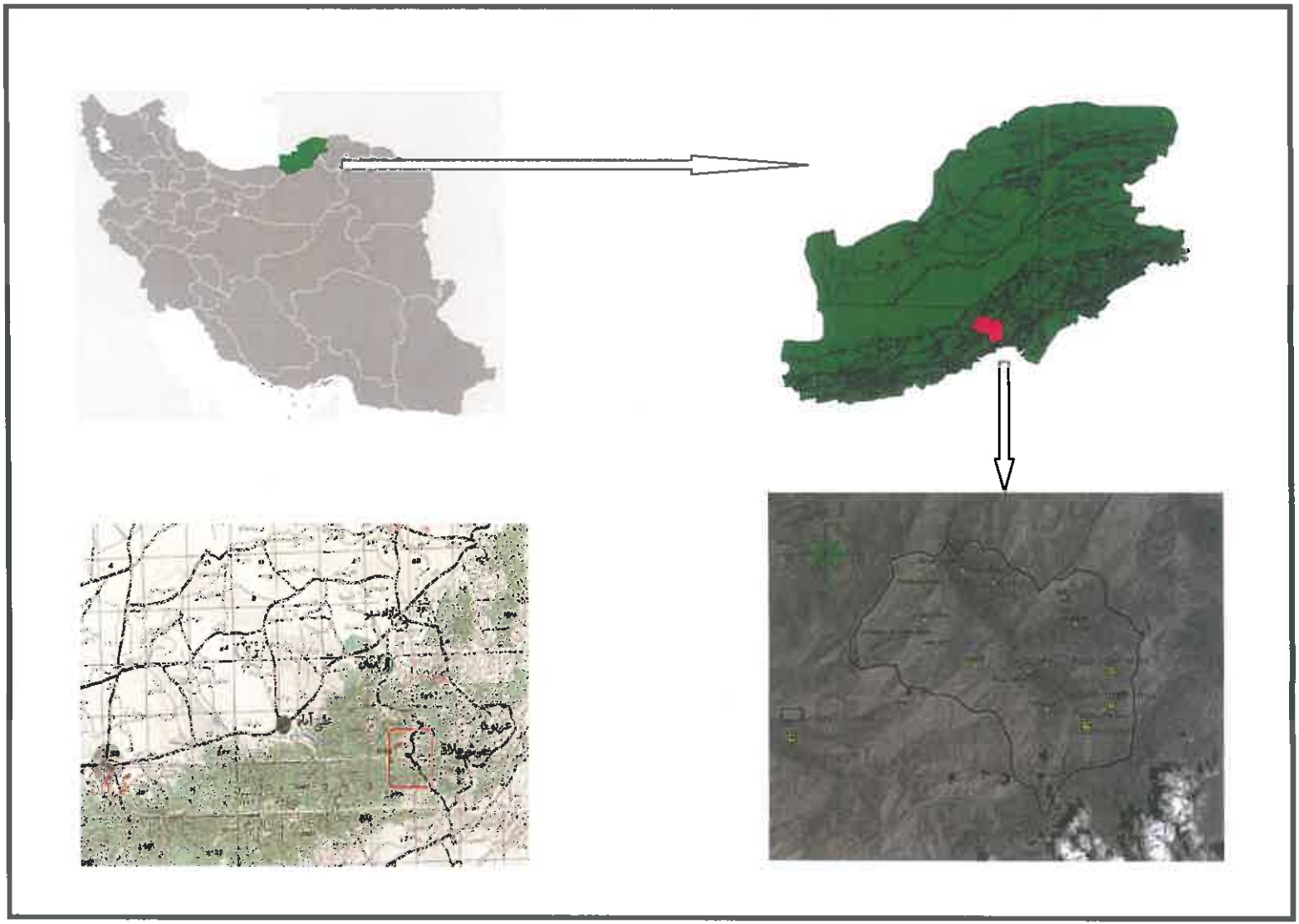
منطقه النگ در محدوده عرض جغرافیایی $^{//}۲۶ \ ^{/}۴۸ \ ^{0}۳۶$ تا $^{//}۰۵ \ ^{/}۰۳ \ ^{0}۳۷$ شمالی و طول جغرافیایی $^{//}۲۴ \ ^{/}۰۲ \ ^{0}۵۵$ تا $^{//}۴۷ \ ^{/}۱۶ \ ^{0}۵۵$ شرقی واقع بوده و در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال شرق شاهرود قرار دارد و جاده اختصاصی منطقه النگ از کیلومتر ۵۵ جاده آسفالته شاهرود – آزادشهر جدا شده و بوسیله جاده شوسه بطول ۲۵ کیلومتر به مرکز پایگاه النگ متصل میگردد و همچنین فاصله آن از شهر رامیان از توابع استان گلستان حدود ۳۱ کیلو متر است (نقشه ۱-۱). از نظرلغوی النگ به معنای چمن زار و یا سبزه زار می‌باشد

۱-۴ پستی و بلندی منطقه

روند توپوگرافی در ناحیه مورد مطالعه به تبعیت از روند چین خوردگی ها شمال شرقی ـ جنوب غربی است و به جز در مسیر رود رامیان و خروجی آن، مناطق هموار بندرت به چشم می خورد و سراسر حوضه به صورت کاملا کوهستانی است، که در جهت جنوب به ارتفاع آن افزوده می‌گردد . پست ترین نقطه با ارتفاع ۱۵۰ متر در منتهی الیه شمال حوضه و مرتفع ترین مکان آن، قله کوه النگ با ۲۸۵۰ متر در جنوب حوضه واقع شده‌اند. بدین ترتیب اختلاف ارتفاع بین پست‌ترین و بلندترین نقاط ۲۷۰۰ متر می‌باشد. میانگین ارتفاع ۱۴۰۱/۳ متر می‌باشد و کوه قطار چشمه با ارتفاع ۲۲۳۶ متر، حاجی کوه با ۱۸۲۶ متر و یورت گل گلی با ۱۸۷۲ متر قله های مهم دیگر منطقه هستند.

۱-۵- آب و هوای منطقه

حوضه آبریز قره چای رامیان که در دامنه‌های شمالی البرز شرقی قرار گرفته است، به جهت اثرات دریای خزر، ارتفاع از سطح دریا و اثرات سیکلون‌های مدیترانه‌ای دارای ویژگیهای خاص آب و هوایی می‌باشد و پوشش گیاهی که آئینه تمام نمای شرایط آب و هوایی است نشانگر تنوع و تغییرات آب و هوایی منطقه می‌باشد.



نقشه ۱-۱ تصویر موقعیت کلی منطقه

متوسط بارندگی سالانه منطقه مورد مطالعه در طی دوره چهل ساله (۱۳۴۴-۱۳۸۴)، ۶۷۸/۴ میلی متر اندازه گیری شده است. حداکثر بارندگی سالانه رامیان در طول دوره آماری فوق، ۱۱۲۵ میلی متر بوده که در سال آبی ۷۱ ـ ۷۰ رخ داده است. بیشترین تمرکز فصلی بارش در زمستان با حدود ۳۶/۴ درصد بارش سالانه می‌باشد که عمدتاً ناشی از جابجایی مرکز پرفشار جنب حاره‌ای به سمت استوا، رود بادهای غربی و تشکیل سیکلونهاست. تابستان خشک ترین فصل سال به حساب می‌آید و فقط ۱۵/۳ درصد بارش سالانه را به خود اختصاص داده است (بانک اطلاعات سازمان آب منطقه ای استان گلستان، ۱۳۸۶).

نوسانات دمایی در حوضه مورد مطالعه در جدول ۱-۱ ارائه شده است. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۲/۳ درجه سانتیگراد است. متوسط درجه حرارت ماهانه از مهر لغایت بهمن کاهش می‌یابد. کمترین درجه حرارت ۵/۰ درجه سانتیگراد است که مربوط به بهمن ماه بوده و افزایش تدریجی حرارت با ۱۹/۸ درجه در مرداد ماه به حداکثر خود می‌رسد. دامنه نوسان درجه حرارت بین سردترین و گرمترین ماههای سال حدود ۱۴/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. در این فصول کمترین درجه حرارت را زمستان و بیشترین دما را تابستان داراست.

بر اساس طبقه بندی اقلیمی کوپن[1]، نوع اقلیم حوضه آبریز قره‌چای رامیان اقلیم مدیترانه‌ای با زمستانهای سرد و مرطوب و تابستانهای گرم و خشک(scb) می‌باشد. اختلاف میانگین دمای گرمترین و سردترین ماه سال (۱۸-۳) بیش از ۱۰ درجه است، بنابر این در طبقه C قرار می‌گیرد و از آنجا که بارش در خشک‌ترین ماه تابستان (۱۹/۱۴) کمتر از $\frac{۱}{۳}$ بارش در مرطوبترین ماه زمستان است (۹۲/۴۲) در طبقه ثانوی s قرار می‌گیرد و چون دمای گرمترین ماه سال ۱۹/۸ درجه سانتی گراد بوده و کمتر از ۲۲ درجه می‌باشد طبقه ثالث آن b خواهد بود. (علیخانی و کاویانی، ۱۳۷۹)

۱-Copen

جدول (۱-۱) پارامترهای اقلیمی منطقه طی دورهٔ آماری (۱۳۸۴ ـ ۱۳۴۴)

سازمان آب منطقه ای استان گلستان(۱۳۸۶)

ماه/ فصل	بارش mm	دما C^0
مهر	۴۳ / ۳۶	۱۴ / ۴
ابان	۵۶ / ۲۲	۱۰ / ۹
اذر	۷۴ / ۴۱	۷ / ۵
دی	۶۹ / ۴۹	۵ / ۹
بهمن	۸۴ / ۵۲	۵
اسفند	۹۲ / ۴۲	۶ / ۶
فروردین	۷۱ / ۲۷	۹ /۸
اردیبهشت	۵۷ /۶۰	۱۳ / ۶
خرداد	۲۵ / ۰۶	۱۷/۱
تیر	۱۹ /۱۴	۱۹/۲
مرداد	۳۴	۱۹/۸
شهریور	۵۰ / ۸۹	۱۸
پائیز	۱۷۳	۲۲/۸
زمستان	۲۴۶	۱۷/۵
بهار	۱۵۳	۴۰/۵
تابستان	۱۰۴	۵۶
میانگین	۶۷۸ /۴	۱۲/۳
اقلیم	مدیترانه ای Scb	

۱-۶- هیدرولوژی حوضه قره چای

حوضه مورد مطالعه از نظر شبکه زهکشی عمدتاً دارای الگوی شاخه درختی و موازی می‌باشد.

خصوصیات شبکه آبراهه‌ای در جدول ۱-۲ آمده است.

جدول ۱- ۲ تعداد و رتبه آبراهه ها به روش استرالر (Strahler)

درجه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	مجموع
تعداد	۵۳۵	۲۴۹	۱۳۷	۳۸	۲	۱	۹۶۱
طول آبراهه km	۱۸۵/۵۰	۷۴/۷۷	۳۹	۱۱/۱۱	۴/۸	۲۸/۳	۳۱۵/۱۸

طول رودخانه اصلی حدود ۳۹ کیلومتر بوده که از ارتفاعات النگ و جوزچال سرچشمه گرفته و از شمال حوضه خارج می‌گردد. شیب متوسط وزنی آبراهه ۷/۵۳ درصد، و ضریب گراولیوس ۱/۶۲ می باشد. شکل حوضه با توجه به اینکه ضریب گراولیوس از ۱/۱۲ بیشتر است، کشیده به حساب می‌آید، که دارای امتداد شرقی و غربی است. در حدود ۳۰ درصد مساحت حوضه در محدوده ۱۱۰۰ متر تا ۱۵۰۰ متر واقع گردیده است. ۲۵ درصد اراضی دارای شیبی بیش از ۵۰ درصد است . شیب متوسط کل حوضه ۴۰/۷۹ درصد، جهت غالب شیب، شمال - شمال غرب، زمان تمرکز در حدود ۸/۱۵ ساعت و متوسط دبی سالانه ۱/۲۴ متر مکعب در ثانیه می‌باشد، (جدول۱-۳).

جدول ۱-۳ متوسط دبی ماهانه و سالانه بر حسب متر مکعب بر ثانیه (سازمان آب منطقه ای استان گلستان، ۱۳۸۶) .

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	میانگین
۰/۴۷	۰/۷۷	۰/۹۲	۰/۹۵	۱/۰۸	۳/۱۲	۴/۷۴	۴/۰۶	۱/۶۵	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۵۳	۱/۲۴

۱-۷- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی جدا از تأثیر مثبت بر تلطیف و اعتدال هوا ، نقش موثری در جلوگیری از بروز سیلاب، زمین لغزش، فرسایش خاک و از دست رفتن رطوبت خاک دارد. حوضه قره چای از لحاظ پوشش گیاهی به ۳ بخش تقسیم می‌شود (بانک اطلاعاتی ابخیز داری جهاد کشاورزی استان گلستان) :

۱ـ **مراتع**، مراتع از لحاظ موقعیت مکانی بیشتر در منتهی الیه جنوبی حوضه قرار دارند. مراتع ۱۱/۷ درصد از مساحت کل حوضه را به خود اختصاص داده اند. گونه‌های غالب در مراتع از نوع درختچه و علفزار با بوته‌های پراکنده بالشتی است. وضعیت مراتع موجود در طبقه متوسط قرار دارد.

۲ـ **جنگل**، جنگل بـا ۷۰/۴۴ درصـد بیـشترین سـطح حوضـه را اشـغال نمـوده اسـت (عکـس ۱-۱). ویژگیهای اقلیمی ناحیه، سبب می‌شود که جنگلهای حوضه مورد نظر در طبقه جنگلهای هیرکا نی قرار گیرد، از ویژگیهای این جنگلها میتوان موارد زیر را نام برد (رهنمایی، م ۱۳۷۰) :

الف) تنوع زیاد گونه‌های درختی و بوته‌های همراه با پیچک

ب) ویژگیهای دوگانه باتلاقی و جنگلی

ج) شباهت قدرت رویش این جنگلها به گیاهان حاره‌ای

د) حساسیت در مقابل سرما

هـ) اشکال بومی و بقایای پوشش گیاهی متعلق به دوران سوم (که فقط در سواحل دریای خزر می‌رویند)

توده رستنی مورد نظر بین ارتفاعات ۱۶۰۰-۱۵۰متر از دریا را در دامنه های رو به شمال می‌پوشاند، که شامل درختان پهن برگ بوده و در برخی نقاط زربین طبیعی (۲/۱۴ درصد) با قطر حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر و بعضاً در مراحل نهایی به ارتفاع حدود ۲ متر با کیفیت متوسط به صورت گروه‌های پراکنده به توده مزبور اضافه می‌گردد. در ارتفاعات پائین‌تر جنگل‌کاری سنواتی از پهن برگها و سوزنی برگها حدوداً به مساحت ۲۱۹ هکتار صورت گرفته است که ۰/۳۲ درصد آن را زربین های دست کاشت و گردو تشکیل می‌دهد، که در حال حاضر در مراحل قطری مختلف با کیفیت متوسط تا نسبتاً خوب می‌باشد. درختان در تمام کلاسه های قطری با فرم دانه زاد و بعضاً شاخه زاد متشکل از گونه های ممرز، بلوط، توسکا، انجیلی و افرا قرار دارند.

درصد گونه‌های اصلی در بیشتر سطح جنگل بلوط (۲۶/۷)، ممرز (۲۶/۷) همراه با گونه‌های صنعتی (۸ درصد)، گونه‌های غیرصنعتی (۲۹/۷) و توسکا (۰/۷) است. کیفیت کلی درختان متوسط و پائین و جنگل درجه ۳ و ۴ می‌باشد. در ارتفاعات پائین و نقاط قابل دسترس به علت دخالتهای بی‌رویه و مستمر گذشته، فراوانی ممرز در توده ها قابل توجه بوده و در روی یالها و دامنه‌های آفتابگیر آن گونه

۱-۸- نیروی انسانی موجود در منطقه

جمعاً نه روستا با جمعیت متفاوت در منطقه معدنی قرار دارد که عبارتند از:

۱-روستای رضی ۲- روستای کشکک ۳- روستای ویرو ۴-روستای شش آب ۵- روستای پل آرام ۶- روستای الهادی ۷- روستای باقر آباد ۸- روستای قورچای ۹- روستای سید کلا

عکس ۱-۱ منظره ای از منطقه النگ (دید به سمت جنوب)

فصل دوم

زمین شناسی منطقه

۲-۱- چینه شناسی و سنگ شناسی

کشور ایران از نظر زمین شناسی، ساختمان یکنواخت نداشته و به مناطق یا زون های مختلف تقسیم شده است که منطقه النگ در زون البرز شرقی و مرز کپه داغ قرار دارد. در اثر کوهزایی بایکالین یا کاتانگایی (Katangan) پی سنگ (Basement) پرکامبرین ایران بصورت پلاتفرم نسبتاً پایدار همراه با حرکات خفیف خشکی زایی در آمده و دریای کم عمقی آنرا می‌پوشانده است. ما سه سنگهای لالون در منطقه مورد بررسی در همین دریای کم عمق رسوب کرده است. (نتایج اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹) .

بعد از تشکیلات لالون در این منطقه فقدان اردویسین و سیلورین دیده می‌شود که این نبود در اثر کوهزایی کالدونین حاصل شده است.

بعد از این کوهزایی پیشروی دریای کم عمق در دونین شروع شده است که در نواحی خوش ییلاق سری کاملی از این رسوبات دیده می‌شود که از قدیم به جدید شامل تشکیلات پادهات (دونین زیرین) بوده که در مرحله بعدی با پسروی موقت دریا و هیاتوس ایفلین پیشروی دوباره دریا دیده می‌شود و سازند خوش ییلاق که بعنوان مقطع تیپ دونین میانی و بالایی در البرز شرقی است بصورت دگرشیبی (Disconformity)بر روی پادهات گذاشته شده است. این سازند از یک کنگلومرا بضخامت ۱۴ متر و با سن کووینین (Couvinian) شروع و توسط آهک های کربونیفر اشکوب تورنزین پوشیده می‌شود.

بعد از رسوب گذاری تشکیلات مبارک و خوش ییلاق تحت تأثیر فاز پسروی دریا و یا اپیروژنز مثبت (ویزین میانی) این منطقه مثل سایر مناطق ایران از آب خارج شده و تنها در منطقه نوده کربونیفر فوقانی رسوبگذاری شده است که با توجه به فرامینیفرهای آن سن مسکووین (Moscovian) را دارا می‌باشد.

پس از نفوذ کربونیفر فوقانی دریا مجدداً در این منطقه پیشروی کرده و آهکهای پرمین را در منطقه اولنگ بر جا گذاشته است که بصورت ستیغ های آهکی نمایان می‌باشد. روی آهک پرمین وجود آرژیل

قرمز رنگ (لاتریت) در منطقه اولنگ و یا (بوکسیت قشلاق) مبین پسروی مجدد دریا در این منطقه بوده و یک فاز فرسایشی قاره ای را نشان می‌دهد. در اینجا بدلیل وضعیت تکتونیکی خاص رسوبات تریاس زیرین و میانی که در منطقه قشلاق و قرق وجود دارد بر روی این فاز فرسایشی قاره ای دیده نمی‌شود. بر روی این مجموعه رسوبات مربوط به تریاس فوقانی (رسین) و ژوراسیک بر جای گذاشته شده است. بخش زغالدار (سازند شمشک) در این زمان نهشته شده است. رسوبات زغالدار از پائین به آهک دولومیتی سازند الیکا و از بالا به آهکهای ضخیم لایه سازند لار محدود می‌شود.

سازند شمشک در البرز شرقی شامل بخش‌های متعددی به نامهای اکراسر، لله بند، کلاریز، آلاشت، شیرین دشت، کوانسار و دانسریت می‌باشد که عمدتا آواری بوده و رخساره های دریایی، مردابی و دلتایی را نشان می‌دهد.

۲-۲- چینه شناسی بخش زغالدار منطقه اولنگ

بخش زغالدار النگ در یال جنوبی سنکلینال بزرگ قشلاق قرار دارد. سنکلینال فوق دارای محور شمالشرقی – جنوبغربی می‌باشد

رسوبات ذغالدار اولنگ که سنی معادل رسین – تا ژوراسیک تحتانی را دارا می‌باشد بوسیله سازندهای قدیمی تر (آهکهای پرموتریاس) احاطه شده است.

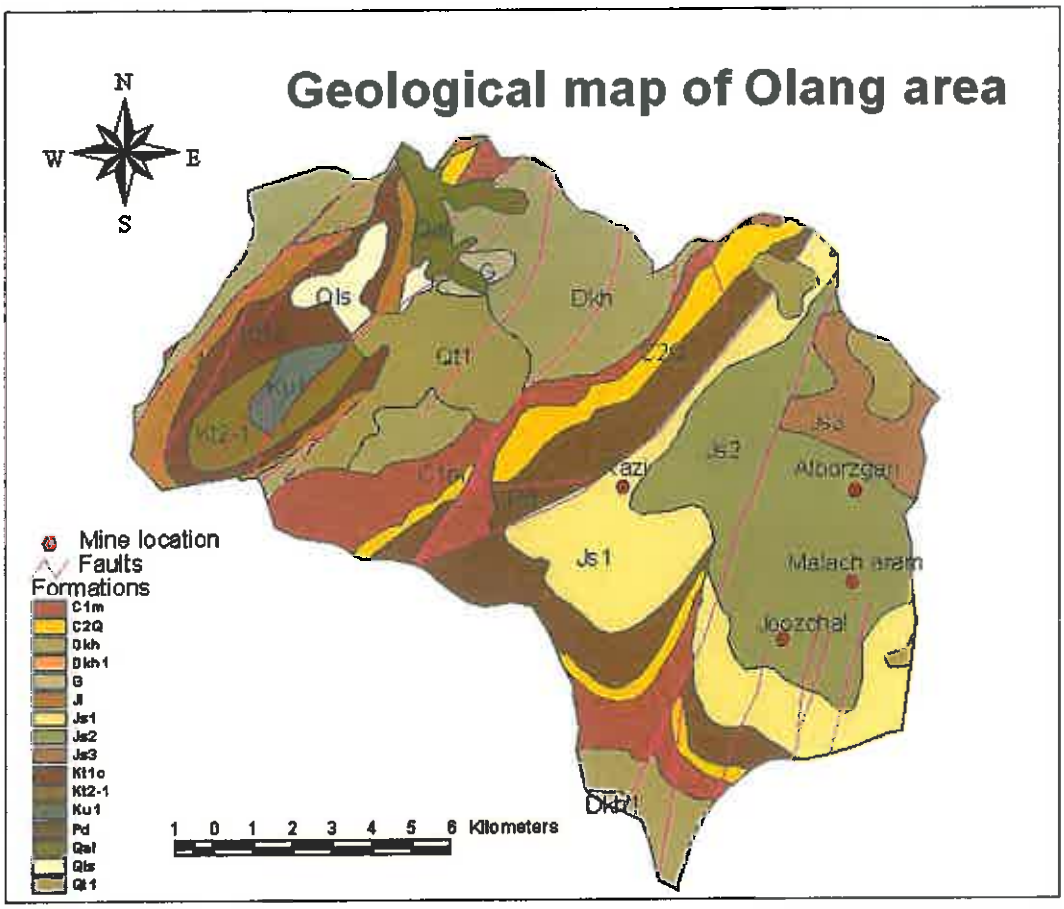
با توجه به تقسیمات چینه شناسی البرز شرقی، سازند شمشک در منطقه اولنگ از پایین به بالا شامل بخشهای اکراسر، لله بند و کلاریز می‌باشد و بقیه بخشهای ذغالدار در این منطقه به اثبات نرسیده است. ضخامت کل سازند شمشک در اولنگ حدود ۱۸۵۰ متر تخمین زده می‌شود که حدود ۳۵۰ متر مربوط به اکراسر و حدود ۴۰۰ متر آن مربوط به لله بند و مابقی که حدود ۱۱۰۰ متر است که مربوط به سری زغالدار کلاریز می‌باشد(نتایج اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹). ضخامت بخش زغالدار کلاریز تقریباً ۱۱۰۰ متر می‌باشد. حد پائین این بخش با بخش لله‌بند یک لایه کوارتزیتی به ضخامت حدود یک متر می‌باشد، که این بخش را از بخش زیرین لله‌بند متمایزمی‌سازد.

این بخش از طبقات ماسه سنگی، سیلتستون، گراولیت، کنگلومرا و آرژیل و لایه های زغالی و لنزهای سیدریتی کربنات آهن که غالباً بصورت کنکرسیون دیده می‌شوند تشکیل شده است. در داخل رگه‌های زغالی منطقه گاهی پیریت نیز دیده می‌شود. بطور کلی این بخش شامل ۵۳ لایه زغالی می-باشد که از این تعداد پنج لایه زغالی آن اقتصادی و قابل استخراج است. (نتایج اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹).

رسوبات کرتاسه در منطقه معدنی دیده نشده و بعد از آن کنگلومرای پالئوژن معادل فجن، کنگلومرای نئوژن و نهایتا روی آن رسوبات کواترنر گذاشته شده است. و کل این رسوبات در طی کوهزایی آلپین چین خوردگی پیدا کرده‌اند. سازندهای زمین شناسی حوضه به شرح جدول و نقشه ۲-۱ می‌باشد.

جدول ۲-۱ سازند های زمین شناسی حوضه آبخیز قره چای (نقشه زمین شناسی گرگان، ۱۳۶۹)

ردیف	دوران	دوره	نوع سازند	لیتو لوژی	علامت
۱	کواتر نر	عهد حاضر	رسوبات رودخانه ای	آبرفتهای جوان بستر رودخانه ای	Q^{al}
۲		عهد حاضر	رسوبات مخروط افکنه	رسوبات واریزه ای	Q^{sc}
۳		عهد حاضر	رسوبات مخروط افکنه	پادگانه های قدیمی	Q^{tl}
۴		عهد حاضر	رسوبات مخروط افکنه	رسوبات مخروط افکنه ای آبرفتی جدید	Q^{t2}
۵	مزوزوئیک	کرتاسه	شوریجه	آهک مارنی، مارن آهکی	K^{sh}
۶		کرتاسه	تیرگان	آهک ضخیم لایه	K^{tr}
۷		کرتاسه	آبدراز	آهک اینو سراموس دار	K^{u}
۸		کرتاسه	مزدوران	آهک، دولومیت قهوه ای	J^{mz}
۹		ژوراسیک فوقانی	شمشک	کنگلومرا،ماسه سنگ	J^{s3}
۱۰		ژوراسیک میانی	شمشک	شیل، شیل زغالدار، زغالسنگ	Js^{2}
۱۱		ژوراسیک زیرین	شمشک	ماسه سنگ، شیل	Js^{1}
۱۲	پالئو زوئیک	پرمین میانی	روته	آهک خاکستری رنگ	Pr
		پرمین زیرین	درود	ماسه سنگ، آهک فوزولین دار	Pd
۱۳		کربونیفر	باقر اباد	آهک، آهک ماسه ای، آهک خاکستری روشن	C^{b}
۱۴		کربونیفر	مبارک	آهک، شیل خاکستری	C^{m}
۱۵		دونین	خوش ییلاق	مارن، شیل، ماسه سنگ، سنگ آهن	D^{kh}

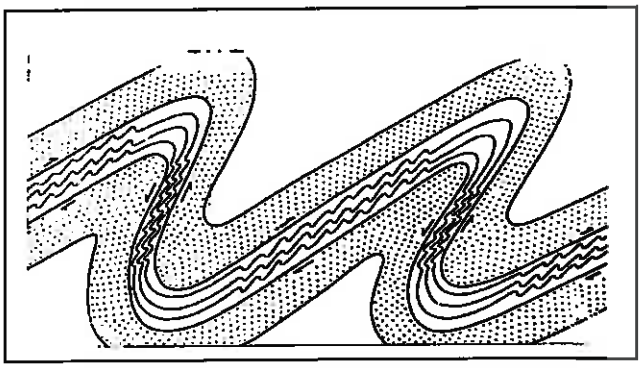


نقشه ۲-۱ زمین شناسی منطقه النگ (نقشه زمین شناسی گرگان، سازمان زمین شناسی کشور ۱۳۶۹)

۲-۳- زمین شناسی ساختمانی

روند چین خوردگی ها در منطقه النگ شمال شرقی ـ جنوب غربی است و با مطالعات به عمل آمده موارد زیر مشخص شده است:

ـ بدلیل وجود تشکیلات سخت کربناته پرموتریاس در زیر تشکیلات متناوب نرم و سخت شمشک و همچنین وجود تشکیلات سخت کربناته ژوراسیک میانی و فوقانی در قسمت فوقانی آن عملکرد فازهای تکتونیکی بصورت کوپل(copulate) نیرو بوده است. بطوری که در اثر لغزش طبقات بر روی هم در یالهای بزرگ ناودیس، ریز چین ها (Drag Folds) همراه با گسلهای متعدد از نوع نرمال و معکوس ایجاد شده اند (نتایج اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹).



شکل۲-۱ رابطه ریزچین ها با چین خوردگی اصلی

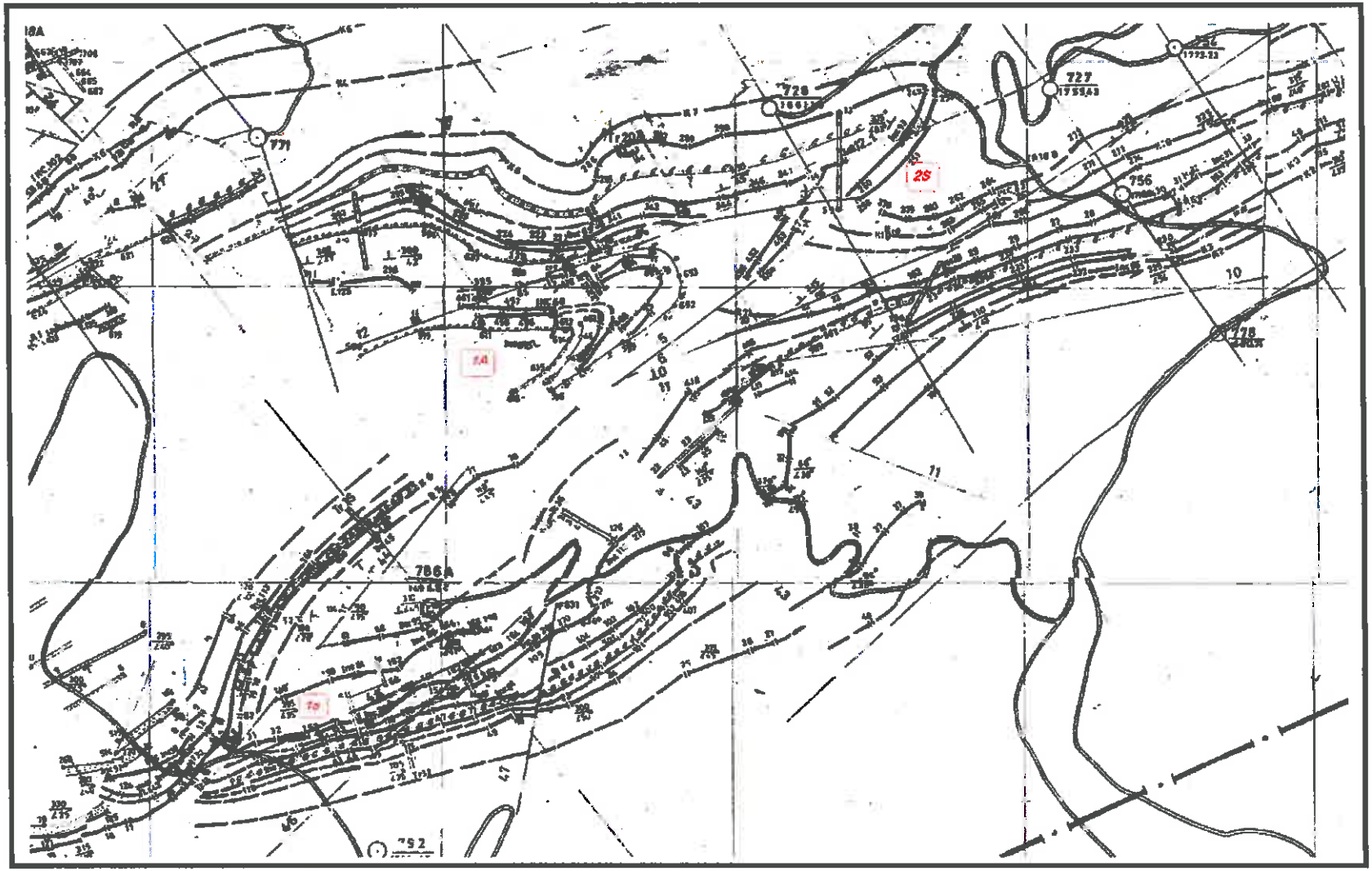
ریز چین‌ها عموماً موازی چین اصلی و بصورت چین‌های نامتقارن (Asymmetrical folds) از نوع خوابیده و برگشته می‌باشند. همچنین گسلهای اصلی عموماً موازی محور چین اصلی بوده و بدلیل وجود نیروهای نامتقارن در اکثر مواقع محور ریز چین‌ها گسلی است و یالهای آنها بصورت روراندگی بر روی هم لغزیده‌اند. در نقشه زمین‌شناسی منطقه اولنگ (نقشه ۲-۲)وجود سه چین 1A,2S 1S از این نوع مشخص است.

ـ تغییر شکل در یالهای چین بصورت گسلهای متعدد از نوع نرمال و معکوس بوده که باعث تغییر ضخامت در لایه‌هائی که شکنندگی کمتری دارند (لایه‌های زغالی شیلی) می‌شود. همچنین توده‌های نفوذی بشکل سیل (Sill) و دایک (Dike) رخنمون دارند. این پدیده احتمالاً ناشی از رها شدن فشار حاصل از جریان کنوکسیون (Convection) بوده که در اثر آن مواد مذاب داخل زمین بالا می‌آیند. به همین دلیل عموماً در زونهای گسلی تزریق شده‌اند.

ـ با توجه به گزارش (Esatamphile,1978) و کارهای زمین‌شناسی سطحی در روی سنیکلینال اولنگ – قشلاق دو گسل اصلی بزرگ زیر در منطقه مشخص است.

الف ـ گسل جوزچال – رضی :

این گسل دارای روند شمال شرقی – جنوب غربی است و تقریباً بموازات محور سنیکلینال اولنگ قشلاق از منطقه غرب جوزچال، رضی، کشکک، ویرو گذشته و در شمال بطرف سوسرا امتداد دارد. جابجائی این گسل احتمالاً بیش از ۲۰۰ متر بوده و در امتداد آن زون خرد شده مشاهده می‌شود.



نقشه ۲- ۲ ریز چین های منطقه زغالی اولنگ (شرکت زغالسنگ البرز شرقی،۱۳۶۹)

ب – گسل جوزچال – قشلاق (گسل F۱)

این گسل دارای روند شمال شرقی – جنوب غربی بوده و بموازات گسل جوزچال – رضی در بخش تحتانی یال جنوبی سینکلین اولنگ – قشلاق قرار دارد و احتمالاً در قسمت جنوب غربی با گسل جوزچال – رضی برخورد داشته و در بخش شمال شرقی از بین لایه های زغالی منطقه اولنگ گذشته بطرف قشلاق امتداد دارد. این گسل بطور معکوس عمل کرده و جابجائی بیش از ۳۰۰ متر در بین لایه‌های زغالی یال جنوبی ناودیس اولنگ – قشلاق بوجود آورده و دو بلوک زغالی ملچ آرام تحتانی و ملچ آرام فوقانی را جابجا کرده است.

از آنجا که در بسیاری از موارد گسلهای رانده (Thrust faults) و معکوس (Reverse) همراه با چین خوردگیها بوجود می‌آیند، طبقات قدیمی بر روی طبقات جوانتر رانده می‌شوند به همین دلیل با توجه به عملیات زمین شناسی سطحی و حفاری در منطقه اولنگ چنین استنباط می‌شود که بلوک ملچ آرام فوقانی بعنوان فرادیواره (Hanging wall) نسبت به بلوک ملچ آرام تحتانی فرو دیواره (Foot wall) بطرف بالا حرکت کرده است. ضمن حرکت بلوک بالائی ملچ آرام بطرف بالا، لایه‌های زغالی دگرگونی بیشتری را تحمل کرده و دارای کیفیت بهتری از نوع k و kx شده‌اند. علاوه بر دو گسل بزرگ فوق گسلهای دیگری توسط بازدیدهای زمین شناسی یا عملیات حفاری مشخص شده است که پس از تطابق (correlation) لایه‌های زغالی، مقدار جابجائی و عملکرد آنها در سطح نامگذاری شده است.

۲-۴- زغالخیزی

با مطالعه و بررسی عملیات انجام شده در منطقه اولنگ (ترانشه ها – اوکلونها و حفاریها) مشخص شده است که اکثر زغالهای این منطقه مربوط به تریاس فوقانی (کلاریز) می‌باشد و ضخامت زون زغالدار منطقه بطور کلی ۱۱۰۰ متر و تعداد کل لایه‌های زغالی در آن حدود ۵۳ لایه می‌باشد. در حال حاضر چهار شرکت معدنی در این منطقه مشغول به استخراج می‌باشند که مشخصات آنها درجدول ۲-۲ آمده است

جدول ۲-۲ مشخصات معادن منطقه النگ (سازمان محیط زیست استان گلستان، ۱۳۸۴).

نام معدن	شرکت بهره بردار	تعداد کل تونل	تونل فعال	تونل غیر فعال	طول جاده (کیلو متر)	سطح جاده (هکتار)	سطح جاده (هکتار)	سطح تاسیسات (هکتار)	سطح کل (هکتار)	میزان تولید (تن/سال)	تعداد پرسنل
رضی	البرز شرقی	۵	۳	۲	۳	۲/۴	۰/۴	۵/۰۸	۷/۸۸	۴۸۰۰۰	۳۶۷
ملچ آرام فوقانی ۱	البرزگان	۴	۴	-	۳/۸	۳/۰۴	۰/۹	-	۳/۹۴	۹۰۰۰	۳۸
ملچ آرام فوقانی۲	البرزگان	۴	۲	۲	۵/۱	۴/۰۸	۱/۶	۰/۱	۵/۷۸	۸۰۰۰	۴۲
ملچ آرام تحتانی	شمال شرق	۳	۳	-	۲/۶	۲/۰۸	۲/۷	-	۴/۷۸	۱۲۰۰۰	۳۳
جوز چال	گرانیت	۳	۳	-	۱	۰/۸	۰/۸	۳	۴/۶	۱۰۰۰۰	۳۵
جمع کل		۱۹	۱۵	۴	۱۵/۵	۱۲/۴	۶/۴	۸/۱۸	۲۶/۹۸	۷۸۰۰۰	۵۱۲

مجموع ضخامت لایه‌های زغالی در منطقه بطور متوسط ۱۹/۶۸ متر و ضریب زغالخیزی آن ۱/۷۹ درصد میباشد. تعداد لایه‌های اقتصادی قابل کار پنج لایه زغالی بوده که ضخامت کل این لایه‌ها، بطور متوسط ۳/۷۳ متر و ضریب زغالخیزی آن ۰/۵۳ درصد است.

در مجموع ۹ لایه اقتصادی در منطقه وجود دارد که فقط دو لایه در سراسر منطقه گسترش دارند و بقیه لایه‌ها بعلت تکتونیک، پوشش گیاهی فشرده و آبرفت زیاد در بعضی قسمتها، بخشی از لایه‌ها در سطح تعقیب نشده‌اند ولی در بیشتر حفاریهای انجام شده در منطقه لایه‌های زغالی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

عکس ۲-۱ معدن جوزچال

عکس ۲-۲ معدن جوزچال لایه K_6

با توجه به تکتونیک نسبتاً شدید منطقه تطابق لایه‌های زغالی با استفاده از مقاطع حفاری، لیتولوژی، استراتیگرافی و همچنین مشخصات لایه‌های زغالی صورت گرفته است. مهمترین لایه‌های کلیدی رسوبات زغالدار منطقه اولنگ که به تطابق لایه‌های زغالی کمک نموده‌اند عبارتند از:

۱- باند کوارتزیتی با ضخامت حدود ۰/۵۰ تا ۱/۵ متر که حد فاصل سازند کلاریز با سازند اکراسر للـه بند می‌باشد و کلیه لایه‌های زغالی قابل کار بالای این باند کوارتزیتی قرار گرفته‌اند.

۲- گراولیت با ضخامت حدود ۲۰-۱۰ سانتیمتر در زیر باند ماسه‌سنگی با ضخامت حدود ۱۵ متر که لایه $K_۲$ بالای آن قرار گرفته است.

۳- فسیل پنتاکرینوس همراه با فسیل دو کفه ای زیر باند ماسه سـنگی لایـه زغـالی K۶ کـه سـن آن تریاس مشخص شده است.

لایه‌های زغالی منطقه از لحاظ ضخامت به گروههای نازک لایه و متوسط لایه تقسیم می‌گردند.

مطالعه ترکیبات پتروگرافی زغالهای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که این زغالها طبق طبقه بندی اولیه تیپ پتروگرافی زغالهای ایران، اولترا کلارن، کلارن، دورن کلارن و بندرت کلارن دورن و در طبقه بندی بین المللی ویتریت و ویترنیرتیت می‌باشد.

ویترینیت زغالها از ۳۴ تا ۹۵ درصد و اجزائ ریز غیر قابل پخت (فوزینیت) ۵۸-۳ درصد در نوسان بوده که اکثراً بصورت فوزینیت، سمی فوزینیت و بندرت میکرینیت و اسکلرتینیت مشاهده شده‌اند. در لایه‌های بالایی درصد لیپ تینیت به ۵ درصد نیز رسیده و در لایه‌های پائین بندرت مشاهده می‌شود.

منشإ زغالها بافتهای لیگنین – سلولزی گیاهان عالی و لایه‌های بالایی که دگرگونی کمتری را متحمل شده‌اند تلنیت با ساختمان x مشخص بوده است. پارامترهای فیزیکی – شیمیایی و پتروگرافی در لایه $K_{۱۳}$ (اکلون ۱۰۴) در مقایسه با سایر لایه‌های قابل کار مطالعه شده تغییرات زیادی می‌نمایند. زغالها از پایین به بالا متعلق به تیپ های پتروگرافی کلارن – دورن و کلارن بوده در حالیکه شعبات زغالی در

برخی لایه‌ها از ثبات بیشتری برخوردار است. (گزارش اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹)

۲-۵- مواد غیر آلی موجود در زغالها

مواد غیر آلی موجود در لایه‌های زغالی بیشتر آواری می‌باشد. این مواد به دو دسته رسوبات تری ژن و اوتی ژن تقسیم می‌شوند. از رسوبات تری ژن رسها با ۲۶-۰ درصد و متوسط ۱۶-۷ درصد در اکثریت بوده و کوارتز در کلیه شعبات زغالی، حداکثر تا ۲ درصد مشاهده شده است. از مینرالهای اوتی ژن می‌توان از بی سولفیدهای آهن که بیشتر بصورت پیریت مشاهده شده‌اند با ۷-۰ درصد و متوسط ۴-۲ درصد نام برد و کربنات‌هائی که بیشتر به صورت کلسیت و سیدریت مرحله I دیاژنز مشاهده شده‌اند حداکثر تا ۷ درصد وجود داشته ولی مقدار آنها خیلی کمتر از مقدار پیریت بوده وحداکثر متوسط آن در لایه‌های پائین به ۱ درصد می‌رسد، کربنات‌های سین ژنتیک کمتر دیده شده‌اند. (گزارش اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ، ۱۳۶۹)

۲-۶ - دگرگونی

دگرگونی زغالهای مورد مطالعه بر اساس پارامتر قابلیت انعکاسی ویترینیت (R ۱۰) تعیین شده و از پارامترهای مواد فرار بعلت تأثیر ترکیبات پتروگرافی بر روی آنها عملاً استفاده نشده‌است.

برای تعیین مراحل دگرگونی از روی قابلیت انعکاسی ویترینیت از جدول دگرگونی استاندارد ۷۶-۲۱۴۸۹ شوروی سابق استفاده شده‌است.

تحقیقات نشان داده‌اند که زغالهای ملچ آرام فوقانی به مراحل III و IV دگرگونی متعلق بوده و قابلیت انعکاسی ویترینیت از ۸۸ تا ۹۸ درصد در نوسان بوده و بطور متوسط ۹۵-۸۸ درصد می‌باشد.

بطور کلی دگرگونی در این بخش از قانون هیلت تبعیت کرده و با افزایش عمق استراتیگرافی میزان قابلیت انعکاسی افزایش یافته که این خود نشان دهنده دگرگونی از نوع ناحیه‌ای می‌باشد. لیکن بعلت

وجود دایکها و سیل‌های متعدد در این بخش، زغالها دگرگونی مجاورتی را نیز تحمل کرده و حتی در بعضی نقاط (حفاریها و یا اکلونها و تونلها) بصورت کک طبیعی ظاهر شده‌اند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که لایه‌های تحتانی زغالهای رضی و ملچ‌آرام فوقانی با یکدیگر متفاوت بوده و عکس یکدیگر می‌باشند. مثلاً روند تغییرات ویترینیت در ملچ‌آرام فوقانی در جهت کاهش بوده در حالیکه این تغییرات در بخش رضی در جهت افزایش بوده است.

۲-۷- خصوصیات کیفی لایه‌های زغالی

مطالعه خصوصیات کیفی لایه‌های زغالی از روی پارامترهای اصلی مواد فرار، خاکستر، فسفر، گوگرد، خواص تکنولوژی (ضخامت لایه پلاستیسیته، کک شویی، مراحل تغلیظ) انجام شده‌است. بعلاوه از سایر اطلاعات مانند ترکیبات شیمیایی زغالها، خاکستر، انواع و مقدار گوگرد و رطوبت نیز استفاده شده است. از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود:

I – رطوبت: رطوبت زغالها بین ۰/۴-۱/۴ درصد بوده و بطور متوسط ۰/۶-۱/۲ درصد می‌باشد که در زغالهای اکسیده به ۱۳ درصد نیز میرسد.

II – خاکستر : در جدول ۲-۳ و ۲-۴ نحوه طبقه بندی زغالسنگ ها بر اساس در صد خاکستر نشان داده شده است (شرکت زغالسنگ البرز شرقی،۱۳۶۱).

جدول ۲-۳ تقسیم بندی زغالها (شرکت زغالسنگ البرز شرقی، ۱۳۶۱)

نوع زغال	زغال	زغال کثیف	زغال آرژیل	آرژیل
درصد خاکستر	۴۵- ۰	۵۰- ۴۵	۷۵ - ۵۱	بیشتر از ۷۶

جدول ۲-۴ طبقه بندی زغالها بر مبنای خاکستر (شرکت زغالسنگ البرز شرقی، ۱۳۶۱)

گروه	توصیف	درصد خاکستر
I	خاکسترکم	کمتر از ۱۲/۵ درصد
II	خاکستر متوسط	۲۰-۱۲/۶ درصد
III	خاکستر زیاد	۳۱/۵-۲۰/۱ درصد
IV	خاکستر خیلی زیاد	بیشتر از ۳۱/۵ درصد
V		

طبق طبقه بندی فوق لایه‌های زغالی منطقه مورد مطالعه بطور متوسط در گروه III (خاکستر زیاد) و IV (خاکستر خیلی زیاد) قرار می‌گیرد. خاکستر متوسط لایه‌ها ۴۱/۵-۲۶/۵ درصد می‌باشد.

ترکیبات شیمیائی زغالها آلوموسیلیکاتی بوده و مقدار اکسیدهای اصلی در لایه‌ها بطور متوسط به شرح جدول ۲-۵ می‌باشد.

جدول ۲-۵ در صد اکسیدهای اصلی در زغالهای منطقه النگ (شرکت زغالسنگ البرز شرقی)

ترکیب	SO_3	TiO_2	Fe_2O_3	MgO	CaO	Al_2O_3	SiO_2
درصد	٪ ۹۶-۰/۱۷	٪ ۱/۳۳-۰/۸۸	٪ ۱۷/۷۱-۵/۰۹	٪ ۲/۵-۱/۶۴	۲/۸-۱/۰۷	٪ ۳۰/۵۳-۳۳/۷	٪ ۵۶/۸-۴۷/۷

تغییرات گوگرد: مقدار گوگرد در لایه‌های زغالی از ۲/۷۳-۰/۳۹ درصد بوده و بطور متوسط ۱/۵-۰/۷۶ درصد است.

مقادیر فسفر: مقدار فسفر بطور متوسط در لایه‌ها ۰/۱۰ – ۰/۰۳۴ درصد و مقدار ماکزیمم آن در لایه k_7 ۰/۲۳ درصد بوده و در لایه‌های دیگر از این مقدار کمتر است و بین ۰۰۱۳/ ۰تا ۰/۱۱ درصد در نوسان می‌باشد.

مقدارکربن: مقدارکربن در لایه‌ها از ۸۲/۲۰ تا ۹۰/۱۸ درصد در نوسان بوده و بطور متوسط ۸۸/۵۴-۸۴/۳۹ درصد است.

ارزش حرارتی: ارزش حرارتی لایه‌های زغالی بطور متوسط (kcal/kg)۸۶۶۱-۸۵۹۳ است و حداقل (kcal/kg)۸۳۶۶ تا حد اکثر(kcal/kg)۸۷۷۳ در نوسان است.

تعیین خروج مواد فرار: بعنوان یک پارامتر اصلی برای طبقه‌بندی زغالها و پیش بینی خواص تکنولوژی آنها انجام گرفته و مقدار آن بطور متوسط ۳۳/۲ درصد بوده که از ۱۹/۷ تا ۳۴/۹ درصد در نوسان بوده است.

ضخامت لایه پلاستیکی: ضخامت لایه پلاستیکی انواع زغالهای مورد مطالعه از ۱۵ تا ۲۵ میلیمتر در نوسان بوده است.

نوع زغال: تعیین مارک زغالها بر اساس طبق بندی زغالهای صنعتی ایران انجام گرفته است. لایه‌های زغالی $K_{۳۰}$ به نوع گازی چرب و کک شو چرب تعلق داشته و لایه‌های زغالی $k_{۲۳}$ $K_{۲۱}$ و $k_{۱۳}$ به زغالهای کک شو چرب و چرب و لایه $K_{۷}$ به کک شوچرب و چرب و بندرت کک شو و لایه $k_{۴}$ به کک شو و بندرت به کک شو چرب تعلق دارند. لازم به تذکر است که در تعیین مارک و مارک تکنولوژی از پارامترهای مواد فرار و R^a ۱۰و ضخامت لایه پلاستیکی استفاده شده و در صورت نبودن ضخامت لایه پلاستیکی فقط نوع مشخص گردیده است.

۲-۸- گازخیزی

هدف از بررسی گاز خیزی معادن زغال، تعیین تقریبی گازخیزی طبیعی معادن زغال، وجود و یا عدم وجود گاز متان در لایه‌های زغالی تا عمقی که در محاسبه ذخایر زغال منظور گردیده و تعیین تقریبی گسترش آن می‌باشد. تعیین گاز خیزی لایه‌های زغالی و لایه‌های در برگیرنده آن در مراحل اکتشاف اجباری است.

در مرحله پی جوئی اطلاعات مربوط به گاز خیزی معادن زغالدار منطقه جمع آوری و ترکیبات کیفی گازهای طبیعی در لایه‌های زغالی و لایه‌های در برگیرنده از طریق روش نمونه‌برداری با استکان بدون منفذ و نمونه‌برداری بوسیلهٔ بطری انجام می‌گیرد.

از نمونه‌های برداشت شده در آزمایشگاه دگازاسیون بعمل آمده‌است. دگازاسیون نمونه‌ها در وان آب با حرارت ۹۰-۶۰ درجه سانتیگراد تحت فشار ۱۰ تا ۵ میلیمتر جیوه انجام گردیده‌است. گازهای خارج شده از نمونه جمع‌آوری و توسط دستگاه گاز کروماتوگراف آزمایش و سپس درصد اجزاء گاز موجود در نمونه تعیین شده‌است.

۲-۸-۱- ترکیبات کیفی گازها

گازهای لایه‌های زغالی با توجه به آنالیز آنها شامل، ازت، گاز کربنیک، متان، اتان، پروپان، بوتان، هیدروژن، ندرتاً پنتان می‌باشد. مقدار گازهای فوق بستگی به عمق نمونه‌گیری دارد. در عمقهای کم گاز ازت و گازکربنیک زیاد بوده و با افزایش عمق هیدروکربونها شروع به افزایش نموده و از میزان گاز ازت و گازکربنیک کاسته می‌شود. گازهای موجود در لایه‌های دربرگیرنده زغال دارای همان ترکیبات فوق بوده ولی مقدار هیدروکربن های موجود در آنها کمتر می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که سنگها قابلیت جذب گاز کمتری را دارا هستند.

با توجه به آزمایشات انجام شده، جمع بندی زیر را در مورد محنوی گازهای لایه‌های زغال دار منطقه می‌توان بیان داشت:

۱- گازخیزی منطقه بالاتر از نرمال می‌باشد.

۲-مقدار گازخیزی سنگهای در برگیرنده زغال بین ۰/۱ تا ۲ متر مکعب بر تن سنگ است.

فصل سوم

اثرات زیست محیطی معدنکاری

۳-۱- مقدمه

زغالسنگ را بدلیل اینکه از نظر میزان ذخایر و قدرت حرارتی نسبت به سایر سوختهای فسیلی برتر است سوخت گذشته و آینده می‌دانند. درقرون ۱۸-۱۹ وحتی اوایل قرن ۲۰ انرژی مورد نیاز برای حرکت چرخهای صنایع جهان از سوخت زغالسنگ تامین می‌شد و گرچه در قرن بیستم نفت تا حدی جای آن راگرفت، ولی به نظر می‌رسد با کاهش ذخایر نفت جهان در نیمه اول قرن ۲۱، مجددا استفاده از زغالسنگ افزایش یابد. مقدار ذخایر قابل استحصال زغالسنگ جهان ۱/۱ تریلیون تن برآورد شده است (Photovise,1979). درجدول ۳-۱ حجم منابع و ذخایر زغالسنگ ایران درج شده است.

جدول ۳-۱ مهمترین معادن زغالسنگ ایران و ذخیره آنها (عبدلی، ۱۳۷۶)

ناحیه	شرح	مقدار ذخایر (میلیون تن)
۱	کرمان - نایبند	۶۵۷۰
۲	البرز	۳۷۱۷
۳	شمال شرق خراسان	۷۵۰
۴	کاشان – اصفهان	۱۰۰
۵	مراغه - آذربایجان	۱۵۰
جمع		۱۱۲۸۷

طبق برآورد سازمان ملل متحد تعداد کل نیروی کاری جهان در صنعت زغالسنگ ۹/۴ میلیون نفراست، که ۵/۴ میلیون در چین مشغول به کارند. در این کشور سالانه حدود ۱۱۰۰۰ نفر کارگر در اثر حوادث ناشی از کار در معادن زغالسنگ کشته می‌شوند.

زغالسنگ از تغییرات بقایای گیاهان عالی (بویژه سلولز و لیگنین تشکیل دهنده‌ی چوب) در داخل رسوبات حاصل میشود. بقایای گیاهی در ابتدا در محیط‌های باتلاقی به ماده ی آلی سبک و متخلخل و حاوی مقدار زیادی مواد فرار تبدیل می‌شوند که تورب نام دارد. با گذشت زمان و افزایش عمق دفن

شدگی، تحت تاثیر افزایش فشار و درجه حرارت محیط، تغییراتی نظیر خروج آب و گازها از تورب(Torbanite) صورت می‌گیرد که به آن زغالی شدن (coalification) می‌گویند. در اثر زغالی شدن ابتدا لیگنیت، سپس زغالسنگ نیمه بیتومینه (sub bituminous)، زغاسنگ بیتومینه و سرانجام آنتراسیت حاصل می‌شود که بیشترین درصد کربن را دارد و مقدار آب و گاز آن بسیار نا چیز می‌باشد.

۳-۲- ژئوشیمی وکانی شناسی زغالسنگ

۳-۲-۱- ژئوشیمی زغالسنگ

اخیراً تحقیقات زیادی در ارتباط با محتویات عناصر بخش ارگانیکی و غیر ارگانیکی در زغالسنگ صورت گرفته است. پراکندگی شدید عناصر جزئی در زغالسنگ های مختلف جهان در دوره های زمانی مختلف بیانگر آن است که شرایط ژئو مورفولوژی، بیوشیمی وهیدروشیمی مراحل زغالی شدن واجزا ارگانیکی در تمرکز این عناصر نقش مهمی ایفا می‌کند (Christanis, et. al, 1998).

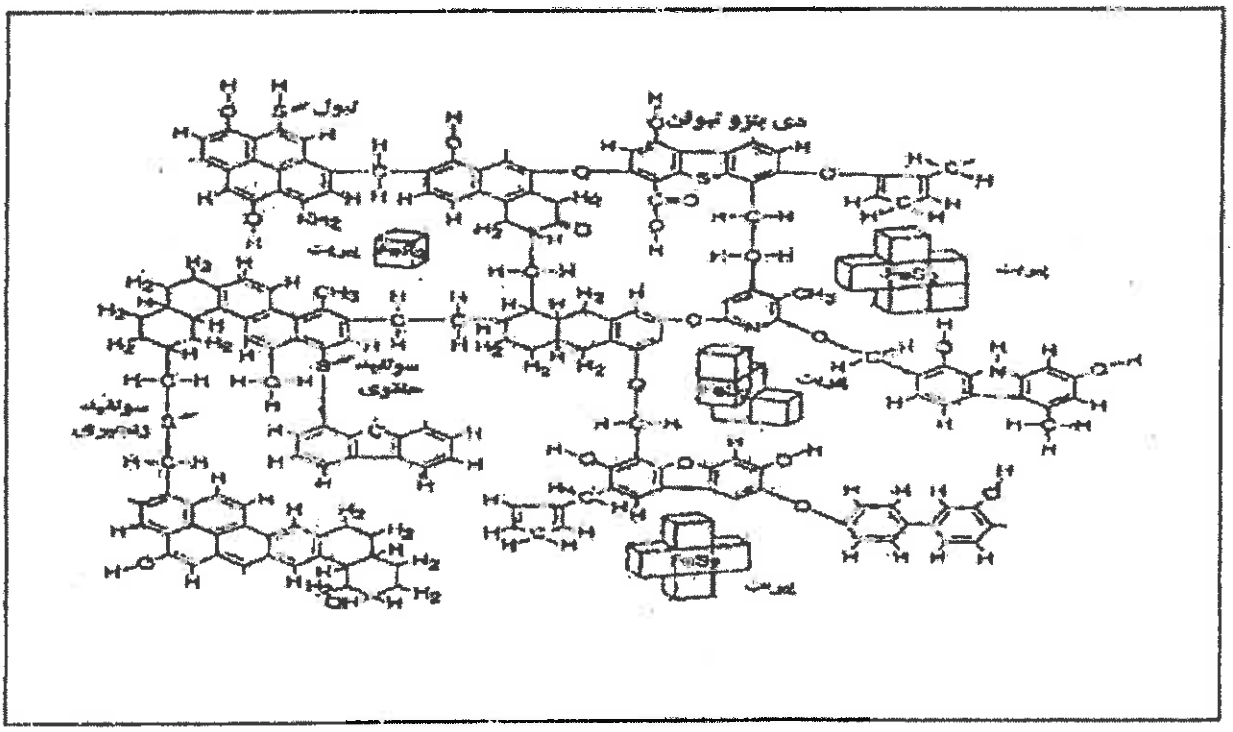
عناصر اصلی در زغالسنگ شامل Si, Fe, Mg, Ca, A1 می‌باشد. این عناصر غالبا در بخش های غیر ارگانیکی ودر درز وشکاف های موجود در زغالسنگ قرار می‌گیرد و با کانی‌های رسی، کربنات ها وسولفیدها در ارتباط می‌باشد (Alexandra, 2004, Christanis, et al, 1998). برای مثال بخش اصلی کانی‌های موجود در زغالسنگ حوزه سیلیسا راکانی های رسی و کربنات ها تشکیل می‌دهد (Bojarska & Bzowski, 1995) تاکنون ۷۹ عنصر در زغالسنگ های آمریکا گزارش شده است (Popovic et al, 2001) تمرکز عناصر جزئی بین ppm ۱۰۰۰۰ - ۱۰۰۰وعناصر نادر کمتر از ppm ۱۰۰ متغیر می‌باشد (Christanis, et al,1998) . میزان پراکندگی این عناصر در زغالسنگ در حوضه های زغالی مختلف جهان بسیار متغیر می‌باشد. به عنوان مثال مقادیر Se در زغالسنگ‌های فنلاند برابر با ppm ۱۸ می‌باشد، در صورتی که این مقدار برای نهشته‌های کانادا ppm ۰/۷۵ است. یا میزان As در زغال‌های فنلاند ppm ۳۴۰ می‌باشد، در حالی که میانگین آن برای زغال‌های آمریکا

ppm ۲۴ است (Swain, & Ren, 1999). همچنین Kreshtapova در ۱۹۹۳ گزارش نمود، مقدار Cr, Cu, Mo, Pb, Ti, Zn و به طور محلی Sc, Y,Sn در زغال‌های روسیه غنی شدگی نشان می‌دهد.

۳-۲-۲- کانی شنا سی زغالسنگ

ترکیبات معدنی در زغالسنگ عمدتا شامل کانی‌های رسی، کربنات‌ها، سولفیدها، و سیلیس می‌باشد (Christanis, K et al1998) ، (Ren,et al1999, Alexandra, Paul 2004) . کوارتز، کائولینت و لایه‌های مخلوط رسی به عنوان ذرات آواری هستند، سولفیدها و کربنات‌ها تا حد زیادی منشاء ثانویه دارند که در مرداب های زغالی تشکیل می‌شوند(Merritt,1990, Ward, 1980). گوگرد موجود در زغالسنگ به صورت ترکیبات آلی و معدنی یافت می‌شود . گوگرد آلی حدود ۵۰ درصد گوگرد کل زغال را به خود اختصاص می‌دهد (Morrison, 1981) . گوگرد آلی دارای پیوند شیمیایی کوالانسی با اجزاء ساختمانی زغال به شکل کربن – گوگرد، هیدروژن – گوگرد، کربن – گوگرد – کربن، گوگرد- اکسیژن – کربن و معمولا به اشکال تیول‌های زنجیری یا حلقوی (مرکاپتان و تیوفنول)، سولفیدهای حلقوی، زنجیری و یا ترکیبی آنها (تیوواترها)، دی سولفیدهای حلقوی، زنجیری ویا ترکیب آنها (دی تیوواترها) و ترکیبات پیچیده با بنیان تیفون (دی بنزو تیفون و بنزوتیفون) یافت می‌شود (Klein, et al, 1994) . گوگرد معدنی قسمتی از مواد معدنی موجود در زغالسنگ بوده و عمدتاً به صورت پیریت (FeS_2) و به مقدار کمتر مارکاسیت (FeS) ، سولفید های سرب و روی (PbS, ZnS) آرسنوپیریت (FeAsS)، کالکوپیریت ($CuFeS_2$)، ژیپس ($CaSO_4 . 2H_2O$)، سولفات فریک $Fe_2 (SO_4)_3$، سولفات باریم ($BasO_4$) و اندکی نیز به شکل گوگرد عنصری یافت می‌شود (Calkins, 1994) شکل (۲-۲) ساختمان شیمیایی زغالسنگ و نحوه توزیع پیریت و گوگرد آلی را نشان می‌دهد. بخش قابل توجه‌ای از مواد معدنی شامل کانی‌های رسی، کربنات‌ها و کوارتز همراه با پیریت های ماکروسکوپی با روش‌های شناوری زغالسنگ قابل جداسازی است. در حالی که پیریت های میکروسکوپی از طریق روش‌های مکانیکی قابل جدا سازی نیست (Smith & Liu, 1978) از آنجا که وجود پیریت در زغالسنگ باعث

افزایش چگالی زغال می‌شود، جدا سازی آن به روش شناوری منجر به هدر رفتن زغالسنگ مـی‌گـردد (Tasi, 1982) . چنانچه مقدار گوگرد زغالسنگ از حدود ۱/۵ درصد تجاوز کنـد، دیگـر قابـل اسـتفاده برای کک سازی نمی‌باشد، زیرا باعث تردی و گسستگی چدن شده و در نتیجه خاصیت چکش خواری و تورق را کاهش می‌دهد (احسانی،۱۳۸۰).



شکل (۳-۲) ساختمان شیمیایی زغالسنگ (Calkins, 1994)

۳-۳- مروری بر مطالعات اثرات زیست محیطی زغالسنگ

استخراج مواد معدنی کم و بیش با اثرات زیست محیطی همراه است ولی از این میان زغالسنگ جایگاه خاصی دارد. این سوخت فسیلی در صدر فهرست مواد معدنی دارای اثرات زیست محیطی فراوان قرار می‌گیرد.

اثرات کلیدیی که در هنگام استخراج مواد معدنی و همچنین پس از آن به طور معمول به وجود می‌آید، عبارت است از:۱- نشست معدن و ناپایداری دامنه‌ها ۲- مشکلات همراه با دور ریختن و مدیریت باطله‌ها و پسماندهای معدنی ۳- زهاب اسیدی معدن ۴- عملیات معدنی مانند انفجار، خسارت زمین، سر و صدا، مشکلات رفت و آمد و آسیب به گونه‌های گیاهی و جانوری ۵- اثرهای زیست محیطی تغییرات ژئوشیمیایی عناصر موجود در زغالسنگ ۶- اثرات زیست محیطی فرآوری زغالسنگها ۷- اثرات زیست محیطی سوزاندن زغالسنگها ۸- مسائل اجتماعی ناشی از فعالیتهای معدنی.

اثرات معدنکاری متعدد است ولی آنچه چشمگیرتر است اثرات زهاب معادن بر آبهای سطحی و زیر زمینی، تشدید فرسایش، لغزش و از بین رفتن پوشش گیاهی است که در ادامه به اختصار شرح داده شده است.

۳-۳-۱- زهاب اسیدی معدن

در سالهای اخیر مسائل مرتبط با اکسیداسیون سولفیدها خصوصا پیریت، زهاب اسیدی معدن و نیز فرآیندهای انحلال و رسوبگذاری فلزات و کانی‌های زیست محیطی تحقیقات گسترده‌ای را به خود اختصاص داده‌است. 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 گردد. خیلی از فلزات انباشته شده در زون های هوازده متحرک و قابل دسترسی برای موجودات زنده می‌باشد (Ravengai et. al, 2005). سرانجام آلودگی آب‌های زیرزمینی منجر به توسعه این

آلاینده‌ها می‌گردد، اگر چه زوال کیفیت آبهای زیرزمینی عمدتاً مرتبط با محل معدن کاری است و در مقیاس ناحیه‌ای تأثیر کمتری دارد (Kim et. al, 2001) اما در صورت نبود یک مدیریت صحیح می‌تواند منجر به تخریب منطقه وسیعی گردد که برای چندین دهه پایدار باشد (Kambole, 2003, Lupankwa, 2004) و مشکلات چندگانه‌ای (بطورمستقیم و غیرمستقیم) بر روی موجودات زنده مرتبط با ساختارهای اجتماعی یک اکوسیستم بگذارد. این اثرات به طور غیر مرتبط به عنوان اثرات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و اکولوژیکی طبقه بندی می‌شوند (جدول ۳-۲).

بر این اساس مهم ترین فاکتورهای زهاب اسیدی معدن شامل اسیدیته، شوری، سمیت فلزات و فرآیند رسوبگذاری می‌باشد که بر چرخه غذایی و پایداری اکولوژیکی تأثیر می‌گذارد.

اسیدی شدن آبها بی‌درنگ تأثیر زیان آوری بر روی اکوسیستم دارد، در pH کمتر از ۴/۲ همه کربنات‌ها و بی‌کربنات‌ها به اسیدکربنیک تبدیل می‌شود. خیلی از ارگانیزم‌های فتوسنتز کننده از بی‌کربنات به عنوان منبع کربن غیر آلی استفاده می‌کنند. کاهش بی‌کربنات و افزایش هیدروکسیدهای آهن در محیط منجر به محدود شدن فعالیت فتوسنتزی این ارگانیزم‌ها می‌گردد (Ravengai, 2005). این فشار علاوه بر گونه‌های حساس بر روی گونه‌های شکاری آنها نیز تأثیر می‌گذارد. در نتیجه این فشار منجر به حذف گونه‌های شکارچی آنها می‌گردد (Gary , 1997, Bortnikova , 2001).

Gary & devil. در سال ۱۹۹۴ مراحل اصلی بررسی زهاب اسیدی را در پنج مرحله طبقه‌بندی کردند که شامل تشخیص ناحیهٔ منشأ آلوده شده، ناحیه غیر آلوده، نتیجه‌گیری مقدماتی از اثرات و توصیف کامل منطقه طبقه‌بندی می‌باشد.

Butter و همکاران در سال ۱۹۹۴ با مطالعه بر روی معادن زغالسنگ ولیز در ایالت ولشی به این نتیجه دست یافتند که بعد از تعطیل شدن معادن در سال ۱۹۹۲ و عدم کنترل فاضلاب‌های معدنی ورودی زهاب اسیدی با pH = ۴/۲ به درون کانال نیت[1] منجر به نابودی تمام حیات آبی تا شعاع ۱۲کیلومتری

۱-Neath River

گردید.

جدول ۳-۲ طبقه بندی اثرات معدنکاری (Gary, 1997)

اکولوژیکی	بیولوژیکی	فیزیکی	شیمیایی
- تغییر زیستگاه	- رفتاری	- تغییرات بستری	- افزایش اسیدیته
- فقدان مکان مناسب	- تنفس	- افزایش دبی رودخانه	- تخریب سیستم بیکربنات
- ذخیره آلی در داخل	- تولید مثل	- کدورت	بافری
چرخه غذایی	- تنظیم اسمزی	- رسوبگذاری	- افزایش غلظت فلزات محلول
- کاهش منبع غذایی	- سمیت شدید مزمن	- جذب فلزات توسط	
یا صید	- مرگ گونه های حساس	رسوبات	
- کاهش حاصلخیزی	- بهم خوردن تعادل اسید	- کاهش نفوذ نور	
اولیه	و باز موجودات زنده		
- تغییر چرخهٔ غذایی	- مهاجرت یا کناره گیری		

Gary در سال ۱۹۹۷ آبهای اسیدی حاصل از باطله‌ها و معادن متروک مس در آمریکا را به عنوان مهمترین فاکتور آلوده‌کننده رودخانه آوکا معرفی‌کرد. که به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی اکوسیستم آبی تأثیر می‌گذارند.Williams & smith در سال ۲۰۰۰، pH =۰/۵۲ را به عنوان یک رکورد برای زهاب اسیدی در معدن آهن دوک گزارش کردند. همچنین نتایج این مطالعات گویای آن بود که آبهای زهکشی شده از معدن عمدتا فوق اشباع از Fe وSO_4^{2-} و حاوی غلظت بالایی از عناصر محلول Cd , Al , Zn , Cu , Co , Ni , V , Cr می‌باشد. شبیه سازی کامپیوتری نشان دادکه شاخص درجه اشباع شدگی برای کانی‌های آهن دار در آبهای فوق اشباع با نهشته‌های کانی های ثانویه سولفات و هیدروکسید آهن تطابق داشته است.

Zilberchmidt و همکاران در سال ۲۰۰۴ با مطالعه بر روی باطله‌های معادن زغالسنگ حوزه زغالی مسکو نتیجه‌گرفتند که اسیدی با pH کمتر از ۴ تشکیل شده‌است. غلظت بالای سولفات‌ها، عناصر Fe, M, Al, Sr, Zn, Ni, Be, Se, Cr, V و رادیو اکتیو همراه با TDS بسیار زیاد در زهابهای اسیدی باعث آلودگی آب‌های سطحی و خاک گردید.

دوراندیش (۱۳۸۱) با مطالعه بر روی اثرات زیست محیطی زهاب اسیدی معادن کرمان به این نتایج دست‌یافت که در معدن مس سرچشمه، زهاب اسیدی در آبراهه پله ۲۵۰۰ و انبوه ۱۱ با pH کمتر از ۴/۵ همراه با غلظت بالای فلزات سنگین و رسوب کانی‌های ثانویه آهن تشکیل شده است. بررسی‌های نمودار پراکنش نشان داد که اکثر کمیتها دارای ارتباط مثبت با یکدیگر می‌باشند به جزء ارتباط اسیدیته و بی‌کربنات که با سایر کمیت‌ها ارتباط منفی دارد. به طوری که با کاهش pH غلظت فلزات سنگین افزایش و میزان بی‌کربنات کاهش می‌یابد و همچنین مطالعات وی نشان داد که در معدن سنگ آهن گل گوهر زهاب اسیدی تشکیل نگردیده‌است. به اعتقاد وی این امر ناشی از عدم تماس آب با کانی‌های سولفیدی بر اثر پمپاژ مداوم و خنثی سازی اسید حاصل توسط کانی‌های قلیایی و قلیایی خاکی موجود در آبهای سطحی و زیر زمینی می‌باشد. دوراندیش و همکاران در مطالعه دیگری نیز بر روی زهاب اسیدی معادن زغالسنگ کرمان و تجزیه شیمیایی به این نتیجه رسیدند که تنها در تونل ۴ معدن هجدک زهاب اسیدی تشکیل شده است که به علت عدم تحرک آب و تماس طولانی آب با سنگ می‌باشد.

سهرابی و همکاران (۱۳۸۳) ضمن بررسی باطله‌های کارخانه زغالشویی البرز شرقی عنوان نمودند که باطله‌های قدیمی جیک در محدوده تولید اسید قرار گرفته است، در حالی که باطله‌های جدید جیک از نظر تولید اسید در محدوده نامشخص قراردارد. زیرا آنها دارای پتانسیل خنثی سازی بالاتر نسبت به باطله‌های قدیمی جیک می‌باشند.

کشاورز و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه بر روی زهاب اسیدی معدن مس پورفیری در دره زار به این نتایج دست‌یافتند که زهاب اسیدی با pH کمتر از ۳/۵ همراه با غلظت بالایی از SO_4^{2-} و فلزات سنگین Cr, Pb, Ni, Mn, Fe, Cu, Zn در برخی از تونل‌ها ، چشمه‌ها و حوضچه‌های محدوده معدن منجر به آلودگی رودخانه دره‌زار و سفره‌های آب زیرزمینی منطقه گردیده‌است. بررسی نمودارهای پراکنش pH و SO_4^{2-} با عناصر سنگین نشان داد که با کاهش pH ، افزایش Ec و SO_4^{2-} و عناصر سنگین افزایش یافته‌است.

قلی‌پور و همکاران (۱۳۸۵) با مطالعه بر روی باطله‌های کارخانه زغالشویی زیر آب به این نتیجه رسیدند که کانیهای سولفیدی موجود در باطله‌ها تحت عمل اکسایش قرارگرفته و کاهش شدید SO_3 و Fe_2O_3 در خاکستر باطله‌ها نسبت به خوراک کارخانه زغالشویی بیانگر انجام اکسیداسیون پیریت و تشکیل محیط اسیدی است.

در ایران اولین‌بار (V.abramov &.Govorov, 1984)عنوان کردند که اغلب مناطق و ذخایر زغالسنگ البرز محتوی اکسید تیتانیوم و احتمالا فلزات نادر و عناصر جزئی می‌باشد (صباغی، ۱۳۸۲) .

شیروانی و غفوریان(۱۳۷۹) با مطالعه بر روی خاکستر زغالسنگ زیر آب (البرز مرکزی) به این نتایج دست یافتند که درصد وزنی اکسیدهای Na_2O، K_2O، TiO_2، SiO_2 و AL_2O3 با درصد وزنی خاکستر رابطه خطی دارد و چنین رابطه‌ای برای اکسیدهای SO_3، MgO، CaO، Fe_2O_3 وجود ندارد.

صباغی و همکاران (۱۳۸۲) با مطالعه بر روی خاکستر و باطله‌های معادن زغالسنگ استان گلستان به این نتایج دست یافتند که اکسیدهای نظیر K_2O، TiO_2، SiO_2 و AL_2O_3 و میزان عناصر Cr، B و V نسبت به سایر اکسیدها و عناصر بالاتر است. به طور کلی کانی‌های کربناته، سولفیدی و سولفاته در این سنگها بسیار ناچیز می‌باشد که این نکته از مقدار کم اکسیدهای SO_3، MgO و CaO قابل اثبات است ، به همین دلیل مقدار عناصر جزئی و نادر مانند Sb ، MO ، Au ، Ag و Be ناچیز می‌باشد.

یزدی و اسماعیل‌نیا (۲۰۰۳) در تحقیقات خود به این نکته پی‌بردند که در زغالسنگ‌های شاهرود (البرز شرقی) بین اکسیدهای K_2O+Na_2O، TiO_2، SiO_2 و AL_2O_3 با درصد خاکسترهمبستگی بالایی وجود دارد، بر این اساس اکسیدهای آلومینیم و سیلیس بیشترین بخش خاکستر را به خود اختصاص می‌دهند که مرتبط با کانی‌های رسی و کوارتزهای آواری است.

یزدی و اسماعیل‌نیا (۲۰۰۴) با بررسی خصوصیات ژئوشیمی زغالسنگهای حوزه لوشان (البرزغربی) دریافتند که اکسیدهای CaO، $SIO_2- AL_2O_3- Na_2O+ K_2O- TiO_2$، MgO و $Fe_2O_3- SO_3$ به ترتیب با آلومینو سیلیکاتها ، کربناتها و سولفیدها مرتبط می‌باشند که نقش مهمی در تمرکز عناصر جزئی در این زغالها ایفا می‌کنند. این زغالها از نظر میانگین برخی از عناصر اصلی و جزئی مانند V، BA، Sr، Mn، Mg، Si، Cr نسبت به سایر زغالسنگهای جهان غنی‌شدگی بیشتری نشان می‌دهد.

۳-۳-۲- مطالعات لغزش

زمین لغزشها یکی از مخاطرات طبیعی می‌باشند که همه ساله باعث وارد آمدن خسارات مالی و جانی زیادی بر ساکنین نقاط مختلف جهان و از جمله ایران می‌گردند.

در حوضهٔ مورد مطالعه با توجه به اهمیت اقتصادی و اجتماعی و شرایط ژئومورفولوژیکی تحقیقات زیر صورت گرفته است:

۱ـ طی سالهای ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ در ۲ مرحله مطالعات توجیهی و اجرای حوضه‌های قره‌چای ـ شش‌آب و پاقلعه منطقهٔ رامیان توسط ادارهٔ منابع طبیعی استان گلستان بخش آبخیزداری صورت گرفته و در سال ۱۳۷۴ وارد فاز اجرا شده است و تا پایان سال ۱۳۸۲ نیز ادامه داشته است.

۲ـ کارهای اجرایی برای جلوگیری از سیل و احداث سازه های فنی و مهندسی جهت کنترل سیلاب و آبراهه‌ها توسط مهندسین مشاور جهاد سازندگی استان گلستان (۱۳۸۰).

۳ـ طرحهای جنگل‌کاری و حفاظت از آن توسط مهندسین سازمان جنگلها (۱۳۸۱)

۴ـ یعقوبی و همکاران در سال ۱۳۷۲ به بررسی ناپایداری دامنه‌های جنگلی در حاشیه جاده شاهرود رامیان پرداختند طی مطالعات انجام شده توسط این گروه پهنه‌بندی خطر از روش نیلسن برای این منطقه صورت گرفت و مناطق با پتانسیل بالا معرفی شدند. زمین‌لغزه‌های ایجاد شده در منطقه بیشتر به خاطر احداث جادهٔ شاهرود ـ رامیان می‌باشد بیشتر زمین‌لغزه های مطالعه شده هنوز در مرحلهٔ شروع هستند و باید منتظر حرکات بعدی این زمین لغزش ها باشیم (یعقوبی و همکاران ۱۳۷۵).

۵ـ عطاپورفرد و حسینی، ۱۳۷۵ به بررسی زمین لغزه روستای ملچ آرام شهرستان رامیان پرداختند و زمین‌لغزه ملچ‌آرام را از نوع چرخشی ـ انتقالی پیش رونده است که خاکی به حجم $۵/۶\times۱۰^{۷}\ m^3$ توسط آن جابجا گردیده است و با توجه به ضریب اطمینان‌های تعیین شده مشخص شد که زمین‌لغزه هنوز حرکت نهایی خود را نشان نداده است و باید توسط روش‌های مناسبی نظیر ایجاد زهکشی عمود بر شیب توپوگرافی و کاشت گیاهان و . . . آن را پایدار نمود.

۶- حافظی مقدس و مهدیزاده (۱۳۷۵) مطالعات پهنه بندی خطر لغزش در منطقه النگ را انجام دادند.

۷ ـ چوبینه در سال ۱۳۷۹ به مطالعهٔ نقش مطالعات ژئومورفولوژیکی در مدیریت بلایای طبیعی در حوضهٔ آبخیز رودخانهٔ رامیان پرداخته است و او در این مطالعه دلیل اصلی لغزش‌ها را مدیریت بد کاربری می‌داند.

۳-۳- ۳- نشست معدن

نشست معدن پیامد مستقیم برداشت مواد زیرزمینی است و ممکن است به صورت کنترل شده یا کنترل نشده رخ دهد. در روش دیواره بلند، نشست کنترل شده یا برنامه ریزی شده بخشی از فعالیت معدنکاری به شمار می‌آید. بر عکس، در روش اتاق و پایه، این اتفاق می‌تواند زمان درازی پس از متروک شدن یک معدن رخ دهد. پدیده نشست، می‌تواند موجب پایین رفتن سطح زمین شود یا از سوی دیگر، در صورتی که معدن نزدیک سطح زمین باشد، فرورفتگی گرد یا چاله‌ای تاجی شکل ایجاد

کند. فرو ریختن پایه های چند گانه در معادنی که به روش اتاق و پایه استخراج شده‌اند، می‌تواند همراه با نشست ناحیه‌ای منجر به ایجاد ساختارهای شبیه دولین‌ها شود. خواص مواد معدنی و ژرفای سطح ایستابی، بر ماهیت فروریختگی موثر است. پدیده نشست، ناحیه‌ای بزرگتر از آنچه را که فقط بر بالای کانسار معدنی یا رگه زغالسنگ استخراج شده قرار دارد، تحت تاثیر قرار می‌دهد، و پهنای ناحیه نشست، که جام نشست نامیده می‌شود تابعی از ژرفای کانسار استخراج شده است. پارامترهای بحرانی که اندازه و شکل جام نشست را تعیین می‌کنند عبارتند از ژرفای واحد کار، پهنای ماده معدنی استخراج شده و ضخامتی که استخراج شده است. به طور کلی، اثرات نشست زمین با ژرفای واحد معدنی کاهش می‌یابد و در صورتیکه ژرفای معدن از ۵۰ متر افزایش یابد به کمینه می‌رسد، مگر آنکه ضخامت کانسار یا رگه استخراج شده، بسیار زیاد باشد. بیشترین خسارت زمین در منطقه‌ای اتفاق می‌افتد که کج شدن آن به حد اکثر برسد. عبور موج نشست که در اثر پیشروی در یک معدن دیواره بلند پیش می‌آید نیز با تغییرشکل نسبی زمین، ابتدا انقباض و سپس انبساط همراه است، که در تخریب زیر ساختهای زیر سطحی مانند خطوط لوله، اهمیت ویژه‌ای دارد. زمین لرزه های کوچک نیز ممکن است رخ داده و باعث تخریب با نوسان کوچک شوند.

نشست زمین، نه تنها در اثر استخراج مواد معدنی همچون زغالسنگ و کانسنگهای فلزی بلکه می‌تواند به دنبال شوراب دهی و بیرون کشیدن فراورده هایی مانند گاز و نفت نیز رخ دهد.

۳-۳-۴- باطله های معدن

مواد باطله در دو مرحله در هنگام استخراج مواد معدنی تولید می‌شود. نخست در هنگام معدنکاری که ممکن است سنگ ناخواسته تولید شود و دوم در هنگام فرآوری معدنی یا تغلیظ (پرعیار سازی) ، که مجموعه ای از پسماندهای معدنی تولید می‌شود. ماهیت باطله‌های معدنی متغییرمی‌باشد. و به طور معمول مقدار کمی ماده معدنی را همراه دارد. اغلب درشت دانه با اندازه‌های متغییر است و به طور معمول خشک است. بر عکس پسماندهای که از فرآوری معدنی بدست می‌آید، ممکن است ماده

معدنی بیشتری داشته باشد و به دلیل آسیاب شدن، اندازه دانه های آن یکنواخت و ریز باشد. همچنین پسماندها را مشخصا به صورت یک ماده سیال انتقال می‌دهند که ممکن است سرشار از مواد شیمیایی باشد که در فرایند جدا سازی از آن استفاده شده است. مقدار نسبی ضایعات خشک به پسماندهای مرطوب حاصل از یک عملیات معدنکاری زغالسنگ، ۸۰٪ ضایعات خشک است، در حالیکه برای فلزهای غیرآهنی، این در صد بسیار کمتر است. دور ریختن پسماندهای مرطوب، به ویژه حاصل از استحصال فلزهای غیرآهنی، به طور معمول مشکلات بزرگتری دارد. زیرا غلظت فلزهای سمی در آنها زیاد است، گرچه فرآوری امروزی که در استحصال کانی مورد نظر کارآمدتر است ، این دشواری را کاسته است.

باطله‌های معدن باید در نزدیکی محل معدن دور ریخته شوند، اگر چه می توان پسماندهای مرطوب را با استفاده از گرانش به نقاط مناسبتر انتقال داد. در بیشتر موارد، ضایعات خشک را به صورت کومه‌های سرباره یا دپوی مواد زائد، در نزدیکی ورودی معدن رها می‌کنند. برای کانسنگ‌های کم عیار که در هر تن آنها به طور نمونه فقط چند گرم فلز اقتصادی وجود دارد، مشکل دور ریختن باطله‌های معدن حتی از این هم بزرگتر است. عملیات معدنی ممکن است شامل معدنکاری بیش از ۱۰۰۰۰۰ تن در روز بوده و همراه با فرآوری و استحصال این حجم سنگ، مشکل بالقوه عظیمی را در ارتباط با زباله‌های شیمیایی به وجود آورد.

انتخاب دقیق محل دفع مواد زائد برای جلوگیری از مشکلات ناپایداری، امری اساسی است. بـه عنـوان مثال در سال ۱۹۶۶ در آبرفن[۱] در ویلز جنوبی، واریزه‌های یک دپوی ضایعات، مسافت ۶۱۰ متری را در یک شیب ۳۳ درجه طی کرده و به سمت پایین سرازیر شـد، و در نتیجـه آن ۱۲ دانـش آمـوز کـشته شدند. دلیل گسیختگی دپوی ضایعات، احداث آن در بالای یک چشمه طبیعی بود که باعث شد مـواد زائد معدن زغالسنگ از آب اشباع شوند. تاثیر زیبائی شناختی سرباره در انتخاب محل نیز نگرانیهای

۱-Abrophen

روز افزونی را دامن زده است.

ذخیره سازی و دفع پسماندهای مرطوب، به طور معمول در پشت نوعی سد بازدارنده انجام می‌شود، که در آنجا ته نشینی می‌تواند رخ دهد. در جایی که امکان داشته باشد، بهترین شیوه دفع ضایعات، دور ریختن آنها در دره های باریک و ژرف است که مقدار خسارت را کمینه کرده ودر عین حال، اثرات نامناسب زیبایی شناختی آنرا محدود می‌کند. به دلیل خطر بالقوه گسیختگی و ایجاد جریانهای گلی سیال، و همچنین بروز آلودگی، باید ایمنی سدهای باطله‌ای به دقت مورد توجه قرار گیرد. برای جلوگیری از آغشتگی کنترل نشده آبهای زیرزمینی و سطحی، مهار سیال‌های پسماندها امری اساسی به شمار می‌رود. در بسیاری از موارد، در فرآوری معدنی، یا برای مرطوب کردن غبار جاده‌ها و کومه های سرباره، آب معدن را بازیابی می‌کنند. بخشی از آب زائد حاصل از فعالیت معدنکاری، به رغم استفاده گسترده‌ای که از آنها می‌شود در نهایت باید دور ریخته شوند. میزان سمی بودن شیرابه پسماندها، برای یک معدن خاص و مواد شیمیایی مورد استفاده آن بسیار اختصاصی است. نگهداری و تصفیه شیرابه‌های بسیار سمی، می‌تواند مسئله‌ای اساسی باشد و در بسیاری از معادن قدیمی‌تر، شیرابه‌های پسماندها به سادگی در حوضچه‌های دارای پوشش ناتراوا یا درزگیر انبار شده و یا تبخیر می‌شود. به هر حال، این امر باعث به وجود آمدن یک نقطه داغ سمی می‌شود که ممکن است بعدها در هنگام باز سازی معدن، اداره آن دشوار باشد. یکی از روشهای کاهش این خطر رقیق کردن و تخلیه فاضلابهای سمی در منابع آب مجاور یا در دریاهاست. این کار همیشه از نظر زیست محیطی حساسیت زا نیست و در صورت وجود بستگی به ارزش انسانی توده آبی دارد که فاضلاب به آن می-ریزد. پیش از تخلیه فاضلابها باید آنها را تصفیه کرد. این کار ممکن است شامل استحصال فلزهای سنگین مانند آرسنیک، تعدیل آب و رفع نمکهای نخواسته و نیتراتها باشد. یکی از اجزای تصفیه نیز می‌تواند بهبود بخشیدن به آشفتگی آب باشد.

مواد زائدی که در هوای آزاد قرار دارند نیز در معرض فرسایش باد و از آن مهمتر آب هستند. با مرطوب کردن کومه‌های مواد زائد، می‌توان فرسایش باد را کمینه کرد. اما کنترل فرسایش آب دشوار است و بویژه در مورد باطله‌های حاصل از فرآوری معدنی چشمگیر است چرا که اندازه دانه‌های آنها یکنواخت و ریز است و در نتیجه به دلیل نبود پوشش گیاهی بسیار آسان فرسایش می‌یابند. در اینجا دو معضل وجود دارد:۱) جاری شدن رواناب از دپوهای معدن که بسیار گل‌آلود و به بیانی سرشار از رسوب معلق خواهد بود و این می تواند برای منابع آب مجاور مشکلاتی ایجاد کند(عکس ۳-۱).

۲) رواناب، به ویژه در جایی که ذخایر غنی از پیریت یا زغالسنگ پر گوگرد کار می‌شود ممکن است اسیدی باشد زیرا اکسیداسیون این ذخایر منجر به تولید اسید سولفوریک می‌شود که خود فلزهای سمی را از سولفیدهای اولیه آزاد کرده و می‌تواند فلزهای سمی بیشتری را از مواد زائد فرو شوید.

عکس ۳-۱ تونل ۳ معدن رضی

۳-۳-۵- تولید زهاب اسیدی

با وجود کانی ها سولفیدی متعدد در طبیعت تنها کانی پیریت عامل اصلی تولید زهاب اسیدی در اکثر نقاط دنیا می‌باشد (Blowes & Jambor, 1998) . پیریت به دو صورت بیولوژیکی و الکتروشیمیایی

اکسید می‌شود، سرعت واکنش تابع، pH، فشار بخشی گاز اکسیژن، سطح ویژه، شکل و اندازه ذرات، وجود سولفیدهای متفاوت در تماس با یکدیگر، فعالیت باکتری، وجود کانی‌های کربناته و رسی و شرایط هیدروشیمی محیط است (Gary,1997, Dold, 2000) . در واکنش‌های زیر مراحل مختلف اکسیداسیون پیریت و کانی‌های ثانویه‌ای که ممکن است به عنوان محصول هوازدگی تشکیل شود نشان داده شده است (Rose & Cravott، 1998) . با توجه به واکنش ها می توان نتیجه گرفت که O_2 و Fe^{3+} اکسید کننده، اصلی پیریت در طبیعت می‌باشند.

واکنش کلی $Fes_2 + 7/2\,O_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 4H^+$

$$Fes_2 + 7/2\,O_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 4H^+ \quad (۱-۳)$$

$$Fe^{2+} + 1/4\,O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 1/2\,H_2O \quad (۲-۳)$$

$$FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O \rightarrow 15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+ \quad (۳-۳)$$

$$Fe^{3+} + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+ \quad (۴-۳)$$

$$Fe^{3+} + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+ \quad (۵-۳)$$

$$4Fe^{3+} + Fe^{2+} + 6SO_4^{2-} + 22H_2O \rightarrow Fe^{''}Fe^{'''}(SO_4)_6(OH)_2 2H_2O + H^+ \quad (۶-۳)$$

$$3Fe^{3+} + k^+ + 2SO_4^{2-} + 6H_2O \rightarrow KFe^{'''}(SO_4)_2(OH)_6 + 6H^+ \quad (۷-۳)$$

$$8Fe^{3+} + 14H_2O \rightarrow Fe_8O_8(OH)_6(SO_4) + 22H^+ \quad (۸-۳)$$

۳-۳-۶- فرآیند خنثی سازی زهاب اسیدی معدن :

در اغلب موارد اسید تولید شده در باطله‌های سولفیدی با کانی‌های موجود در باطله‌ها واکنش داده و خنثی می‌شود. چنانچه مقدار اسید تولید شده از قابلیت خنثی سازی سنگ میزبان باشد، اسید اضافی نشان دهنده قابلیت تولید اسید خالص از باطله‌های معدنی خواهد بود. از مهمترین کانی‌های خنثی کننده می‌توان به کلسیت، دولومیت، منیزیت و انکریت اشاره کرد.

Tomas در سال ۲۰۰۰ واکنش چگونگی خنثی‌سازی اسید توسط کلسیت و دولومیت را بصورت زیر نشان می‌دهد:

$$CaCo_3 + H^+ \rightarrow Ca^{2+} + HCO_3^-$$
$$CaMg(Co_3)_2 + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + Mg^{2+} + HCO_3^- \quad (۳-۹)$$

نرخ انحلال در همه کانی‌ها یکنواخت نیست. بطور کلی افزایش شرایط اسیدی از نظر ژئوشیمیایی افزایش سرعت از هم‌پاشی کانی‌های سولفیدی، کربنات‌ها، کانی‌های رسی و فلدسپارها را به دنبال خواهد (Wisotzky, 1998).

۳-۳-۷- تصفیه زهاب اسیدی معدن

تصفیه زهاب اسیدی معدن به دو روش کلی تقسیم می شود :

روشهای تصفیه فعال زهاب اسیدی و روشهای تصفیه غیر فعال زهاب اسیدی تقسیم می‌شود.

الف ـ روشهای تصفیه فعال زهاب اسیدی:

- روشهای فعال تصفیه زهاب اسیدی برای جداسازی فلزات و رفع اسیدیته، اغلب پرهزینه است و از مهمترین روش‌های تصفیه فعال زهاب اسیدی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (دوراندیش، ۱۳۸۱).
- رسوبگذاری، هیدروکسید فلز، فسفات فلز، سولفید فلز، سیلیکات فلز و کمپلکس آلی فلزی
- اکسیداسیون و احیا (آهن و منگنز، آرسنیک و سلنیوم)
- روش پیشرفته (اسمز، الکترودیالیز، تبادل یونی، الکترولیز و عصاره‌گیری به صورت محلول)

الف- روش های تصفیه غیر فعال زهاب اسیدی

روشهای تصفیه غیر فعال زهاب اسیدی نیاز به مصرف مواد شیمیایی ندارند ، بلکه شامل فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی طبیعی می‌باشند که با هزینه کمتر، زهاب اسیدی را به فلزات و اسیدیته تصفیه می‌کنند، معمولاً انجام این روشها زمان بر و طولانی است. مهمترین روشهای آن عبارت است از:

۱ـ زمین‌های باتلاقی مصنوعی

۲ـ زهکشی آهکی غیراکسیدان

۳ـ سیستم‌های متوالی تولید مواد قلیایی

۴ـ حوضچه‌های آهکی

۵ـ کانال‌های باز آهکی

انتخاب سیستم غیرفعال مناسب بر اساس شیمی‌آب، نرخ‌جریان، توپوگرافی عملی و ویژگی‌های محل استوار است. بطور کلی می‌توان گفت که از روش‌های زمین‌های باتلاقی هوازی می‌توان در تصفیه آبهای قلیایی خالص استفاده کرد و از زهکش‌های آبکی غیراکسیدان در تصفیه آبهایی با غلظت پایین Fe^{3+} و Al^{3-} و DO می‌توان سود برد. همچنین روشهای باتلاقهای غیرهوازی می‌تواند آبهای اسیدی خالص با Fe^{3+} و Al^{3-} و DO با غلظت بالاتر را تصفیه نماید (Hedin et. al., 1994).

مدیریت سنگ‌باطله و باطله‌های معدنی پس از تعطیلی کار معدن نیز می‌تواند یک معضل ویژه به شمار آید. امروزه، براساس مقررات زیست محیطی، نوعی مدیریت دائم و یا بازسازی نواحی باطله الزامی است. سنگ باطله یا ضایعات خشک به طور معمول در پشته‌ها و کومه‌های سر باره یافت می‌شود. راهبردهای متعددی برای دفع ضایعات می‌توان به کار گرفت، که عبارتند از:

۱- مصرف در پروژه های مهندسی عمران به عنوان پرکننده ۲- مصرف به صورت مصالح دانه‌ای ۳- دفع به صورت دفن خنثی ۴- پر کردن محل گودالهای محل معادن روباز یا زیر زمینی ۵- بازگرداندن زمین به حالت طبیعی و ایجاد پوشش گیاهی.

مناسب‌ترین راه حل بازسازی شکل محل دفع ضایعات و ایجاد پوشش گیاهی در آنها است. در نقاطی که تفاوت اندازه‌های مواد زائد بسیار زیاد باشد ممکن است به مواد پوشش دهنده هم نیاز باشد. در بیشتر موارد، نواحی مورد نظر به ظاهر آنقدر بزرگ است که پوشش سطح بالایی آنها با خاک صرفه اقتصادی ندارد. در نقاطی که محلهای معادن بازسازی شده بعدها برای ساختمان سازی مورد استفاده

قرار می‌گیرد ممکن است مشکلاتی همچون فشردگی تفریقی و نشست رخ دهد. برای پسماندهای ریزتر حاصل از فراوری معدنی، به ویژه حاصل از استحصال فلزات غیر آهنی، معضل بازسازی بسیار بزرگتر است. در هنگام عملیات معدن، به طور معمول روی این پسماندها را به وسیله فاظلاب معدنی می‌پوشانند و به همین دلیل، نخستین مرحله بازسازی معدن آبزدایی این پسماندهاست. چون اکسیداسیون پیریت و دیگر کانیهای غنی از سولفید اسید سولفوریک به وجود می‌آورد، آبزدایی مواد باطله بر عکس ممکن است، باعث سمی‌شدن پسماندها شود به دلیل کارایی روز افزون استحصال مواد معدنی پسماندهای قدیمی تر بسیار سمی‌تر از پسماندهای هستند که امروز تولید می‌شوند. به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی نامطلوب پسماندها، احیای پسماندهای معدنی اغلب کار دشوار است. اندازه یکنواخت ذرات، مشخصا در رس یا بخش ماسه ریز دانه، می‌تواند باعث چگالی کلی بالا و تراوایی ضعیف پسماند شده و آنها را مستعد فرسایش نماید. از نظر شیمیایی، پسماندها ممکن است دارای مقادیر سمی فلز های مورد نظر اولیه و نیز مقادیر افزایش یافته‌ای از فلزهایی مانند آرسنیک و کادمیم باشد.

۳-۴-مشکلات جانبی معدنکاری

ممکن است همراه با عملیات واقعی معدنکاری زیرزمینی یا رو باز مشکلات بسیار متنوعی پیش آید. برای مثال، آتشباری در معادن رو باز می‌تواند موجب لرزش نواحی مجاور شود و در برخی مناطق با افزایش ریزش سنگ و لغزش زمین ربط داده شده است. اما در عمل، تعیین این رابطه و بنابر این مسئولیت‌پذیری آن غالبا دشوار است. دیگر مشکلات عملیاتی عبارت است از غبار و صدا که می‌تواند به طور مستقیم با معدن رو باز و نیز با افزایش رفت و آمد حاصل از فعالیت معادن در ارتباط باشد.

۳-۴-۱- خطر انفجار گاز

یکی از اثرات زیست محیطی استخراج خطر انفجار معدن در اثر احتراق ناگهانی گاز متان جمع شده در معدن است. در حین تحولات ماده آلی در رسوب و تبدیل آن به زغالسنگ مقداری متان تولید

می‌شود. در هنگام استخراج زغالسنگ، گاز متان که بی‌رنگ و بی‌بوست در تونل و سایر فضاهای زیر زمینی جمع شده و امکان انفجار آن در اثر جرقه وجود خواهد داشت. راه مبارزه با این خطر تهویه معدن برای پائین نگه داشتن غلظت گاز متان تا زیر حد انفجار است.

اگر غلظت متان در هوا در حد ۵ تا ۱۵ در صد باشد می‌تواند به طور ناگهانی منفجر شود. زغالسنگ دارای شکستگی‌های میکروسکوپی فراوانی است که محل تجمع متان در آن می‌باشند. مقدار متان در زغالسنگ گاهی به PPt ۳۰ هم می‌رسد. متانی که از طریق تهویه از معدن خارج می‌شود وارد هوا شده و به عنوان گاز گلخانه‌ای در گرم شدن کره زمین موثر است. از اکسید شدن تدریجی آن در جو زمین CO_2 تولید می‌شود که موثرترین گاز گلخانه‌ای است.

علیرغم اینکه در حین معدنکاری نکات ایمنی رعایت می‌شود، معذالک همه ساله شاهد کشته شدن هزاران نفر کارگر در معادن زغالسنگ دنیا هستیم. متوسط تلفات کشور چین به تنهایی در این زمینه ۱۰۰۰۰ نفر در سال است.

۳-۴-۲- خطر خود سوزی زغال

در صورتی که با تهویه مناسب در معادن زغالسنگ حرارت داخل تونلها پائین نگهداشته نشود، به علت تماس زغال با هوای راکد و اکسید شدن آن، درجه حرارت بالا رفته و زغالسنگ محترق و مشتعل می‌گردد. در این حالت باید هزینه هنگفتی صرف مهار آن شود. در بعضی موارد هم بشر نتوانسته است خودسوزی معادن زغالسنگ را مهار کند و دهها سال است که در حال سوختن می‌باشد و تا زمانی که زغال آنها تمام نشده است ادامه خواهد داشت. معدن معروف سنترالیا واقع در ایالت پنسیلوانیای آمریکا نمونه‌ای از این معادن می‌باشد. خودسوزی معادن زغالسنگ هم به لحاظ ایمنی و هم به لحاظ اقتصادی یکی از خطرهای عمده معدنکاری است. در اثر خودسوزی جبهه‌کار تعطیل می‌شود و به علت تولید گاز CO کارگران در معرض مسمومیت قرار می‌گیرند. زغالسنگهای نیمه بیتومینه مستعدتر از انواع

بیتومینه می‌باشند. زیاد بودن درصد اگزینیت (نوعی ماسرال که بیشتر از کوتیکول و اسپورهای گیاهی تشکیل شده است) میزان خطر را افزایش می‌دهد.

بعلاوه عوامل دیگری نظیر رطوبت ذاتی و سطح تماس زغالسنگ، شرایط معدنکاری و تهویه نیز مهم‌اند. طراحی معدن مهمترین روش پیشگیری از گرم شدن خود بخود است. باید سینه کارها بگونه‌ای طراحی شوند که هر بخش بدون تاثیرگذاری بر تولید سایر بخشها تفکیک شود. در هر حال اگر لایه‌ها نسبت به خود سوزی مستعد باشند باید میزان نفوذ هوا هم تحت کنترل باشد. استفاده از پوششهای هوابند، تزریق بتن در درزه‌ها و شکافها و هوابندی راهروهای ورودی در کاهش نفوذ هوا موثرند. پاشیدن محلول برات یا پودر مونتان (Montan) در فضای استخراج یا تزریق آنها به افق‌های دارای زغالسنگ کم عیار احتمال خود سوزی را کاهش می‌دهد.

لازم است معدن زغالسنگ در حین استخراج از نظر احتمال خودسوزی تحت مراقبت باشد. بدین لحاظ سنجش تغییر غلظت گازهای CO_2 ,CO و بخار آب بسیار مفید است. اصولا اگر میزان نسبت گاز CO به گاز O_2 در معدن روند صعودی نشان دهد. به معنی گرم شدن معدن و افزایش احتمال خودسوزی است. در یک سیستم دیده‌بانی ، هوا بوسیله لوله‌های از نقاط حساس داخل معدن مکیده شده و در آزمایشگاههای سطحی از نظر CH_4, CO_2, CO و O_2 مورد سنجش قرار می‌گیرد.

از سیستمهای نور سنجی نیز می‌توان برای دیده‌بانی استفاده کرد زیرا با گرم شدن محیط میزان تولید نور مادون قرمز افزایش می‌یابد.

خاطر نشان می‌سازد که زغالسنگ در حین انبار سازی و انتقال نیز در معرض خطر خود سوزی قرار دارد. محیط انبارسازی آن یا باید دارای تهویه کافی باشد تا حرارت زغالسنگ بالا نرود و یا تماس آنرا کاملا با هوا قطع کرد تا اکسید نشود. به منظور مهار کردن معادنی که دچار خود سوزی شده‌اند باید در ابتدا با احداث دیواره حائل از ورود هوا به داخل معدن جلوگیری کرد و در مرحله بعد اگر گازهایی نظیر ازت و CO_2 تزریق شوند امکان مهار خود سوزی افزایش می‌یابد.

در طی سالهای ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۴ سه مورد خود سوزی در لایه d_2 باب نیزوی کرمان صورت گرفته است (عبدلی، ۱۳۷۶) .در زیر عوامل موثر بر خود سوزی درج شده است:

۱- خواص فیزیکو مکانیکی زغالها و لایه‌های کمر با لا و کمر پائین.

۲- ترکیب پتروگرافی، درجه دگرگونی و مقدار گوگرد.

۳- دپوی زغال در کارگاههای استخراج.

۴- بر جای گذاشتن پایه های محافظ معدن.

۵- شرایط تهویه کارگاهها.

۳-۴-۳- مسائل اجتماعی

سایر فعالیتهای جنبی معدنکاری نظیر ساخت راه، ایجاد واحدهای مسکونی، ایجاد تاسیسات رفاهی، رفت و آمد ماشین آلات معدنی، افزایش جمعیت و .... همگی باعث بر هم زدن تعادل حیات حیوانات در محیط زیست و حتی از بین رفتن حیات وحش در آن محل می‌شود. **گاهی** به دلیل قرار گرفتن بخشی از یک معدن در زیر جنگل و حتی نقاط مسکونی مجبور به از بین بردن جنگل یا روستا و شهر هستند. به عنوان نمونه در سال ۱۹۷۵ در شمال جمهوری چک به دلیل واقع شدن شهر قدیمی بر روی بخشی از معدن بزرگ زغالسنگ آن محل به نام هراباک اقدام به تخریب شهر نمودند و در عوض شهر جدیدی در مجاورت معدن برای مردم دو باره بنا نمودند. انتقال این شهر از محل معدن و ایجاد یک شهر جدید باعث به هم خوردن ترکیب جمعیتی و قومی و بروز مسائل زیست‌محیطی و حتی مسائل اجتماعی و سیاسی در آن منطقه شد. از نکات جالب این جابجائی، انتقال کلیسای باستانی این شهر است. در آن زمان مردم منطقه و گروههای مذهبی از سایر نقاط کشور با تخریب این کلیسای باستانی به شدت مخالفت کردند. در نهایت شرکت بهره بردار با یک عملیات مهندسی فوق العاده و سخت، کلیسا رابه صورت سالم حدود ۸۰۰ متر با سرعت ۲ سانتی متر در دقیقه جابجا نمود آنها با ایجاد یک خط ریلی و بستن قسمتهای مختلف کلیسا با بستهای محکم، توسط یک واگن کششی

بزرگ و به صورت بسیار آرام به محل جدیدی که قبلا زیرسازی شده بود انتقال دادند و آنرا مستقر کردند (یزدی، ۱۳۸۱) .

۳-۴-۴- تغییر مورفولوژی

یکی دیگر از مسائل زیست محیطی مهم معدن‌کاری زغال‌سنگ، ایجاد گودال پس از برداشت مواد معدنی است. حتی تونل های معادن زیرزمینی پس از رهاسازی معمولا تخریب و باعث ایجاد گودال در محل معدن می‌شوند. از این میان فقط معادن زغال سنگ نواری است که به محیط زیست آسیب کمتری می‌رسانند. زیرا معادن نواری زغال سنگ به صورت رو باز استخراج می‌شوند. محل این معادن را پس از استخراج پر و سطح زمین را باز سازی می‌کنند که از نظر زیست محیطی بدون اشکال محسوب می‌شود.

۳-۴-۵- بیماری کارگران

آسیب دیدگی ریوی معدن کاران یکی دیگر از مشکلات زیست محیطی شاخص معادن زغال‌سنگ است. معمولا یکی از بیماری‌های رایج در بین معدن کاران معادن زغال سنگ بیماری ریه‌ی سیاه (آنتراکوسیس) است که در اثر استنشاق غبار زغال سنگ آلوده می‌شوند. این بیماری یک مسئله ی بزرگ بهداشتی در معدن کاری زغال سنگ است، به طوری که حدود ۵-۱۰ درصد کارگران به این بیماری آلوده هستند. امروزه در کشورهای مثل امریکا قوانین سخت‌گیرانه ای جهت نصب دستگاه‌های مخصوص تهویه‌ی معدن برای کاهش مقدار گرد و غبار در معادن وجود دارد (مر و همکاران، ۱۳۷۵). معمولا غلظت حدود ۱-۷ میلی گرم در متر مکعب هوا از این غبارها بیماری‌هایی نظیر شش زغالی (سیاه شش)، سرطان ریه، معده، پروستات و سیکلوسیس را باعث می‌شود (آفتابی، ۱۳۷۸) . به این دلیل قوانین سخت‌گیرانه جهت حفظ سلامتی معدن کاران ضروری است.

۳-۵- اثرات زیست محیطی تغییرات ژ ئوشیمیایی عناصر موجود در زغال سنگ

یکی از مهمترین اثرات زیست محیطی زغالسنگ ها، تغییرات ژئو شیمیایی عناصر موجود در زغالسنگ و انتقال آن‌ها به خاک، هوا و آب‌های یک منطقه است. برخی از این عناصر از طریق هوا، آب و مواد غذائی وارد بدن انسان، گیاهان یا دامها می‌شوند و به سلامتی انسانها آسیب می‌رسانند. معمولا در هنگام یا پس از تشکیل زغالسنگ و تحت تاثیر دیاژنز یا آبهای زیرزمینی مقدار عناصر موجود در زغالسنگ می‌تواند کاهش یا افزایش یابد. مثلا وقتی زغالسنگ در جایی ذخیره می‌شود در اثر ترکیب با اکسیژن خود به خود شروع به سوختن می‌کند. در این حالت برخی از عناصر از یک ظرفیت به ظرفیت دیگری تغییر می‌کند. در چنین فرایندی مثلا عنصر وانادیم از ظرفیت V^{+3} به ظرفیت V^{+5} تغییر می‌کند. این چنین فرآیندهایی باعث تغییر یا مهاجرت عناصر موجود در زغالسنگ می‌شود. در اثر انتقال این عناصر توسط آبهای زیرزمینی و سطحی، آلودگی محیط زیست افزایش می‌یابد. این عناصر می‌توانند توسط حیوانات و حتی حشرات در محیط زیست انتقال یابند. در مورد انتقال عناصر از زغال سنگ به چرخه محیط زیست توسط حشرات، در کشور جمهوری چک (سال ۱۹۹۳) بر روی عسل مطالعاتی از نظر میزان عناصر کمیاب و نادر خاکی انجام شد. هدف مطالعات آن بود که میزان انتقال عناصر را از گیاه به زنبور عسل و سپس به شیره عسل اندازه گیری کنند. عسل برداشت شده از ناحیه‌ای بود که در آنجا معادن بزرگ زغالسنگ وجود داشت. در این زغالسنگ‌ها میزان ژرمانیوم قابل توجه است. بررسی‌ها نشان داد که این عنصر در عسل های آن منطقه نیز یافت می‌شود (یزدی، ۱۳۸۲).

۳-۶- اثرهای مضر زیست محیطی عناصر کمیاب زغالسنگ

عناصر کمیاب موجود در زغالسنگها نیز دارای اثرات مضر زیست محیطی هستند. عناصر کمیاب موجود در زغالسنگها را که از نظر محیط زیست اثرهای مضر دارند، می‌توان به ترتیب اهمیت به صورت زیر گروه بندی کرد (Swaine, 1990) :

۱) As, Cd, Cr, Hg, Se

۲) B, Cl, F, Mn, Mo, Ni, Pb

۳) Be, Cu, P, Th, U, V, zr

۴) Ba, Co, I, Sb, Sn, Ti

مقدار متوسط این عناصر در زغالسنگها تغییر می‌کند. مقادیر متوسط عناصر مختلف در زغالسنگها در جداول ۳-۲ و ۳-۳ ارائه شده است.

این عناصر تحت تاثیر فرآیندهای مختلف می‌توانند از ترکیب زغالسنگها آزاد و وارد چرخه محیط زیست شوند. در مورد نحوه آزاد شدن عناصر اصلی و چگونگی ورود آنها به چرخه محیط زیست در بخشهای فوق توضیح داده شد. ورود عناصر کمیاب به چرخه محیط زیست مشابه چنین فرایندهای

جدول شماره ۳-۳ مقادیر عناصر کمیاب زغالسنگها (Swaine & Goodarzi,1995)

عنصر	غلظت به ppm	عنصر	غلظت به ppm	عنصر	غلظت به ppm
آرسنیک	۳۰-۰/۵	سرب	۳۰-۲	فلوئور	۱۰۰-۲۰
جیوه	۱-۰/۲	منگنز	۳۰۰-۵	مس	۵۰-۰/۵
آنتیموان	۱-۰/۵	سلنیم	۱۰-۰/۲	کادمیوم	۳-۰/۱
بریلیم	۱۵-۰/۱	بور	۴۰۰-۵	مولیبدن	۱۰-۰/۱
توریم	۱۰-۰/۵	اورانیوم	۱۰-۰/۵	روی	۳۰۰-۵
وانادیم	۱۰۰-۲				

جدول شماره۳-۴ مقادیر عناصر کمیاب مورد توجه از نظر زیست محیطی در زغالسنگها (دانش،۱۳۷۴)

عنصر	غلظت به ppm	عنصر	غلظت به ppm	عنصر	غلظت به ppm
بریلیم	۰/۰-۳۱	سرب	۴-۲۱۸	مس	۲-۱۸۵
جیوه	۰/۱-۱۶	منگنز	۶-۱۸۱	کادمیم	۰/۱-۶۵
ایریدیم	۰/۱-۵۹	سلنیم	۴-۸	آرسنیک	۰/۵-۱۰۶
روی	۱۰-۶۰۰۰	نیکل	۰/۴-۱۰۴		

انجام می‌شوند. نحوه تاثیرات این عناصر در محیط زیست و سلامتی انسانها تفاوت می‌کند. مثلا عناصری مثل Mn, Zn, Pb, S, Cl در تولید گازهای سمی تاثیر دارند. از میان عناصر فوق عناصری مثل se, Mo, Pb, Cd, Hg, As, F, V, U, Cr, Cu, Ni, Zn از نظر سلامتی انسان قابل توجه هستند. مثلا جذب سلنیم توسط ریه یا اعضای دیگر بدن باعث مریضی انسان می‌شود.

۳-۷- اثرات زیست محیطی فرآوری زغالسنگ

زغالسنگها معمولا دارای مقداری خاکستر هستند که باید قبل از تبدیل به کک جدا سازی شود. لذا برای کاهش مقدار خاکستر، زغالسنگها را پس از استخراج توسط آب و محلولهای دیگر زغالشویی می‌کنند. در اثر تماس آب و این محلولها با زغالسنگ، برخی از عناصر موجود در زغالسنگ به صورت محلول در می‌آیند و سپس در محیط آزاد می‌شوند. عناصر آزاد شده از طریق آبهای سطحی و زیر زمینی می‌توانند وارد چرخه محیط زیست شوند. امروزه بیشتر آبهایی را که برای شستشو به کار می‌روند دو باره به کار می‌گیرند. اما رسوبات حاصل از زغالشویی را باید به درستی به کارگیری کرد. در غیر این صورت موجب آلودگی محیط زیست خواهند شد.

در طی عملیات زغالشویی اکثر مواد معدنی و سایر ترکیبات زغال از آن جدا می‌شود و در باطله‌ها تمرکز می‌یابد. وقتی باطله‌ها در تماس با آب و هوا قرار می‌گیرند هوازده می‌شود. اکسایش پیریت منجر به تشکیل محیط اسیدی می‌گردد و افزایش غلظت آهن و سولفات را در زهاب معدنی به همراه دارد (Banks & Banks, 2001, Shon & Hwang, 2000) . تجمع پیریت در باطله‌ها و اکسایش بعدی آن در اثر نفوذ آب که منجر به تشکیل محیط اسیدی می‌شود و همچنین انباشت ناقص باطله نیز عناصر کمیاب و مضر موجود در مواد معدنی را در آبهای سطحی و زیر زمینی آزاد می‌نماید (Janses, 1990 .(Kelly, 1991, Thomas, 2002،

کاهش شدید SO_3 و Fe_2O_3 در باطله‌ها و لجن حوضچه‌ها نسبت به زغالسنگ همگن (خوراک کارخانه زغالشویی) بیانگر اکسیداسیون پیریت می‌باشد که منجر به تمرکز SO_4 در پسابهای کارخانه و آبهای تراوش شده از روی باطله‌ها می‌گردد (قلی پور، ۲۰۰۵) .

۳-۸- اثرات زیست محیطی سوزاندن زغالسنگ

مصرف زغالسنگ به عنوان سوخت، بیشترین اثر را در آلودگی محیط زیست به خصوص هوا دارد. مهمترین اثر زیست محیطی زعالسنگ تولید دود است. امروزه اثرهای نامطلوب سوزاندن زغالسنگ در بعضی شهرها به یک مشکل خطرناک بدل شده است. مثلا یکی از مسائل زیست محیطی شهر استانبول ترکیه آلودگی ناشی از استفاده از لیگنیت‌های با کیفیت نا مطلوب به عنوان سوخت منازل و تاسیسات است. این زغالسنگها حاوی مواد فرار، رطوبت و سولفور زیاد هستند که منشاء اصلی این آلودگی‌ها می‌باشد (Pesek et. Al., 1995) .یکی دیگر از گازهای مضری که به هنگام سوزاندن زغالسنگ تولید می‌شود، گاز SO_2 است. گوگرد موجود در زغالسنگ، در اثر سوختن با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود و گاز SO_2 بوجود می‌آورد. این گاز هم به کوره نیروگاه آسیب می‌رساند هم باعث آلودگی هوا می‌شود. برای جلوگیری به محیط کوره پودر کلسیم اضافه می‌کنند تا دی اکسید گوگرد به انیدریت تبدیل شود ولی روش فوق هزینه زیادی دارد و از راندمان کوره نیز می‌کاهد.

کلر یکی دیگر از عناصر مضر اصلی در زغالسنگهاست که در هنگام تهیه کک و سوزاندن زغالسنگ باعث تولید اسید کلریدریک می‌شود. این اسید در از بین رفتن دیواره داخل کوره ها و دیگهای بخار نیرو گاهها تاثیر دارد. از طرفی این گاز به صورت ترکیبات گازی وارد هوا می‌شود و موجب آلودگی آن می‌گردد.

به عنوان یک مثال بارز زیست محیطی سوزاندن زغالسنگ می‌توان به نمونه هایی از کشور چین و هند اشاره کرد. زغالسنگهای هند حاوی فلوئور و کلر زیادی هستند. نیرو گاههای که از این زغالسنگها استفاده می‌کنند موجب تولید کربنات فلوئور و کلر در هوا می‌شوند که این ترکیبات برای لایه ازن، پوست انسان و تنفس مضر هستند. همچنین در این کشور خاکستر زغالسنگ برای کشاورزی به کار می‌رود. در خاکستر این زغالسنگها مقدار آرسنیک(As) زیاد است. این عنصر از خاکهای کشاورزی به گیاهان منتقل و در نهایت وارد چرخه غذائی مردم می‌شود. عنصر آرسنیک سرطان زا است (یزدی، ۱۳۸۴).

عکس۳-۲ استفاده از باطله ها و خاکستر کوره های کک سازی در کشاورزی (قشلاق)

۳-۹- استانداردها

جهت ارزیابی آلودگی آب و خاک ناشی از عناصر فلزی و غیر فلزی معمولا از استانداردهای WHO و EPA استفاده می‌گردد که در جدول ۳-۵ آورده شده است.

جدول شماره ۳-۵ میزان مجاز پارامترها در آب

Standard	BOD ppm	COD ppm	NO3 ppm	SO4 ppm	PO4 ppm	pH	EC (μs)	Muddines NTU
WHO	-	-	۵۰	۴۰۰	-	-	۲۵۰	۵۰
EPA	-	-	-	-	-	-	-	-
Other	۳۰	۶۰	۱۰	۲۵۰۰	۶	۵-۹	۲۵۰	۵۰

جدول شماره ۳-۶ میزان مجاز فلزات سنگین در آب

standard	Fe ppm	Ni ppm	Cr ppm	Cu ppm	Zn ppm	AS ppm
WHO	۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۲	۳	۰/۰۱
EPA	-	۰/۰۴	۰/۱	-	-	۰/۰۵
Other	۳	۱ OSHA	-	۱/۳OSHA	۲ OSHA ۵ NIOSH	۰/۰۱OSHA

فصل چهارم

ارزیابی اثرات زیست محیطی معدنکاری در منطقه النگ

۴-۱- مقدمه

در این فصل اثرات زیست محیطی معدنکاری در منطقه النگ شامل آلودگی منابع آب، خاک و همچنین ناپایداری دامنه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور اقدام به نمونه‌گیری از منابع آب و خاک در دو بازه زمانی (بهار و تابستان) شده است و همچنین ناپایداریهای موجود در منطقه بر روی نقشه پیاده شده و ارتباط آن با معدنکاری مورد بررسی قرار می‌گیرد

۴-۲- آلودگی منابع آب

جهت بررسی کیفی آبهای منطقه در دو نوبت با توجه به حداکثر و حداقل دبی ماهانه در طی ۴۰ سال اخیر ماههای فروردین و مرداد جهت نمونه برداری انتخاب شدند (جدول ۲-۲).

پارامترهای شیمیایی مورد نظر با توجه به کارهای انجام شده، نوع کانسار و موارد مطرح شده در استاندارد ایزو ۱۴۰۰۱ مشخص شد که شامل COD, BOD_5, PO_4, No_3, SO_4, pH, EC و کدورت می‌باشد. در ضمن تعداد ۶ فلز سنگین نیز شامل As, Zn, Cu, Cr, Ni, Fe برای تجزیه شیمیایی در نظر گرفته شد.

با توجه به وجود تاسیسات، آزمایشات میکروبی نیز به پارامترهای مورد نظر اضافه شد زیرا معادن فوق دارای سلف سرویس و حمام جهت استفاده کارگران می‌باشند.

آزمایشات شیمیایی و میکروبی فوق در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب روستایی استان گلستان انجام شد ولی آزمایشات مربوط به تعیین فلزات سنگین به علت آماده نبودن دستگاه در آزمایشگاههای سازمان زمین‌شناسی کشور صورت پذیرفت. تعیین میزان همه فلزات توسط دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer 2100) انجام شد به استثنای As که به روش فلوئورسانس اتمی که دقت بیشتری دارد تعیین گردید.

۴-۲-۱- نمونه برداری از آب

با رعایت اصول و استاندارد نمونه برداری، ۳۴ نمونه آب از زهاب معادن و آبراهه‌ها بر داشت گردید. با استفاده از GPS موقعیت نقاط برداشت نمونه مشخص گردیده است.

جهت نمونه‌گیری از ظروف پلاستیک پلی اتیلنی با حجم ۱۰۰۰-۵۰۰ میلی لیتر استفاده شده است.

نمونه‌گیری و آماده سازی نمونه‌ها بصورت زیر انجام شده است:

۱- استفاده از دستکش‌های یکبار مصرف.

۲- شستن ظروف نمونه برداری و درب آن حداقل سه بار در آب آبراهه.

۳- پر کردن دو سری ظرف از آب تا زمانیکه تمامی حباب های هوا خارج شوند و بستن درب آن در زیر آب.

۴- اضافه کردن اسیدنیتریک به تعدادی از بطری‌ها به ازای ۱۰۰۰ cc، ۱۰cc اسید برای نگهداری آب‌ها تا زمان آنالیز کاتیون‌ها وعناصر کمیاب.

۵- شماره‌گذاری و مشخص نمودن نمونه بر اساس کیفیت نمونه و محل نمونه برداری.

۶- نگهداری بطری‌ها در سایه و جای خنک تا رساندن به آزمایشگاه.

۷- نمونه برداری به گونه‌ای انجام شد که مواد خارجی وارد ظروف نمونه برداری نشود.

۸- در هر مرحله نمونه برداری یک سری از هر نمونه با اسید نیتریک ۰/۱ درصد برای آنالیز کاتیون‌ها اسیدی شده وسری دیگر بدون اسیدی شدن به منظور آنالیز آنیونی در نظر گرفته شده است. یک سری نمونه جداگانه نیز در ظروف شیشه‌ای مخصوص برای آزمایشات میکروبی برداشت گردید.

۹- در سری اول(بهار) از برفهای منطقه نمونه برداری گردید و در سری دوم (مرداد) آب باران به عنوان نمونه شاهد نمونه برداری شد.

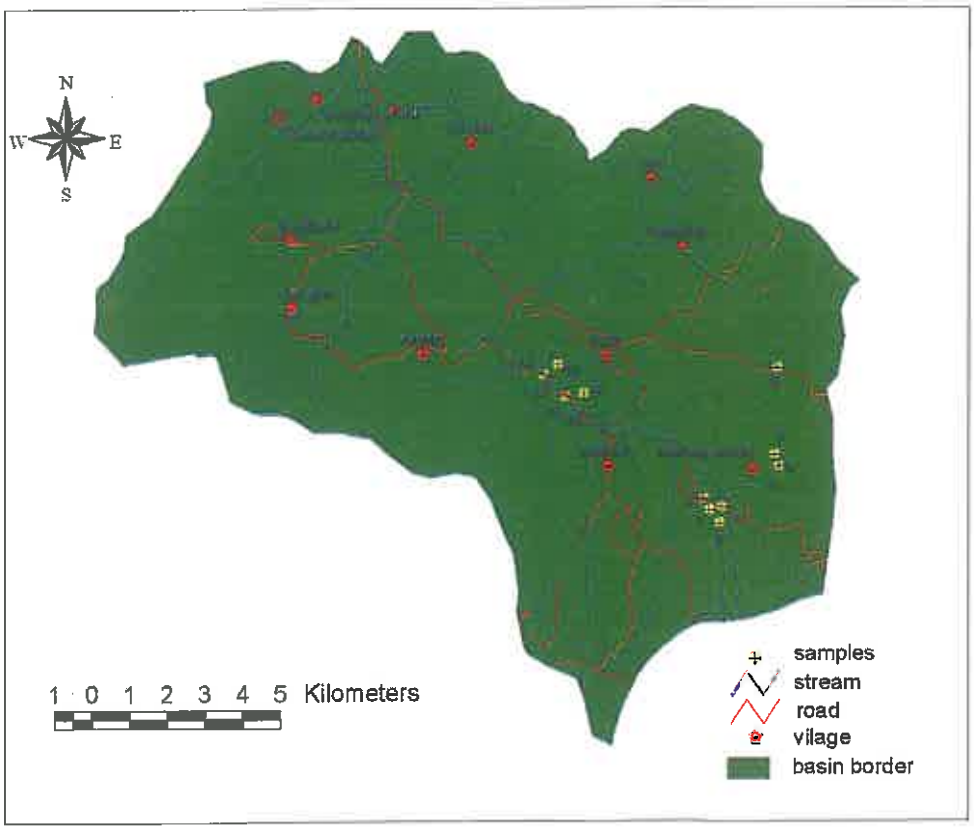
۱۰- بعضی از پارامترهای آب معدن (مانند pH، دما، هدایت الکتریکی) در محل اندازه گیری شدند زیرا در طی زمان نمونه برداری به سرعت قابل تغییر هستند.

عکس ۴-۱ نمونه برداری از آبراهه‌ها

عکس ۴-۲ نمونه برداری از فاضلاب حمام معدن رضی

۴-۲-۲- مکانهای نمونه برداری

در نقشه ۴-۱ مکانهای نمونه برداری مشخص گردیده است. نمونه برداری از زهاب تونلهای معادن رضی، ملچ آرام، البرزگان و گرانیت (جوزچال) و بالا دست و پائین دست محلهای پیوستن زهاب به اولین آبراهه صورت پذیرفته است. همچنین از زهاب تاسیسات معدن رضی و فاضلاب روستای رضی ومحلهای پیوستن این منابع به رودخانه قره چای نیز نمونه برداری گردید.



نقشه ۴-۱- محلهای نمونه برداری

۴-۲-۳- ارزیابی نتایج

در جداول ۴-۱و ۴-۲ نتایج آزمایشات شیمیایی مربوط به دو مرحله نمونه برداری در فروردین (سری اول) و مرداد (سری دوم) ۱۳۸۵آمده است.

جدول ۴-۱ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب در معادن زغال سنگ النگ مرحله اول

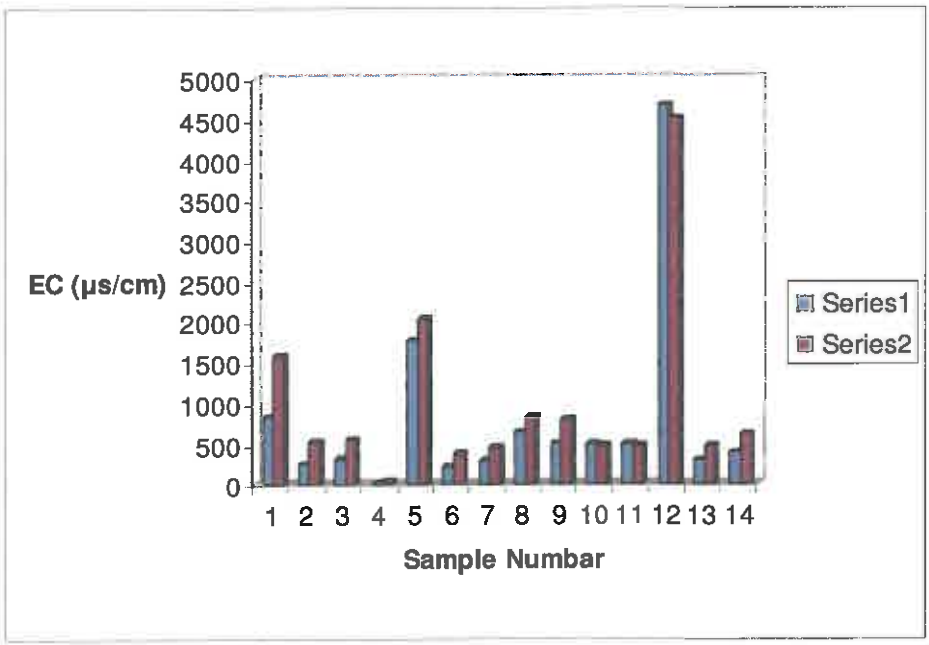
شماره نمونه	محل نمونه برداری	BOD_5 Mg/Li)	NO_3 (Mg/li)	SO_4 (Mg/li)	COD (Mg/li)	PO_4 (Mg/li)	Turbidity (NTU)	pH	EC (µs/cm)
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	۱۰	۰	۲۱۰	۰	۰/۳۳	۲۴/۹	۷/۸۴	۸۳۱
۲	بالا دست تونل ۱ جوزچال	۰	۱/۳۳	۲۱	۱۴	۰/۲۴	۳۷۸	۷/۹۷	۲۵۷
۳	پائین دست تونل ۱ جوزچال	۰	۰	۲۹	۸۷	۰/۱۴	۷۵۵	۷/۹	۳۱۳
۴	برف	۱۰	۰/۸۸	۶	۰	۰/۱۵	۶/۲۳	۶/۶۱	۹
۵	تونل ۱ ملچ آرام	۱۰	۰/۸۸	۳۷۴	۱۶۵	۰	۱۵۴۳	۸/۲۱	۱۷۷۴
۶	بالا دست تونل ۱ ملچ آرام	۰	۰	۱۴	۰	۰/۱	۷/۲۹	۷/۶۶	۲۲۰
۷	پائین دست تونل ۱ ملچ آرام	۰	۰/۸۸	۲۹	۰	۰/۱۱	۹/۷۱	۷/۸۳	۲۸۵
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	۱۰	۰	۲۰	۱۰۲	۰/۲۴	۲۸۱	۷/۷۱	۶۴۵
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۵۰	۰/۴۴	۷۰	۱۰	۰/۹۱	۳/۱۶	۷/۴۳	۵۰۸
۱۰	بالا دست فاضلاب حمام معدن رضی	۱۰	۰	۵۴	۲۹۴	۰/۵۸	۵۷۶	۸/۱۶	۴۹۵
۱۱	پائین دست فاضلاب حمام معدن رضی	۳۰	۰	۵۱	۳۲۴	۰/۲۹	۶۱۰	۸/۱۶	۵۰۰
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	۷۰	۳/۵۴	۵۸۳	۱۴۶۰۰	۰/۲۹	۱۰۰۰۰<	۸/۴	۴۶۸۰
۱۳	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	۴۰	۴/۸۷	۳۲	۴۰۹	۰/۰۸	۱۰۰۰۰<	۷/۶۹	۳۰۳
۱۴	پائین دست تونل۳ معدن رضی	۵۰	۰	۴۲	۴۱۴	۰/۰۴	۱۰۰۰۰<	۷/۸۵	۳۹۶

جدول ۴-۲ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های آب در معادن زغال سنگ النگ مرحله دوم

شماره نمونه	محل نمونه برداری	BOD Mg/li	NO_3 Mg/li	SO_4 Mg/li	COD Mg/li	PO_4 Mg/li	Turbidity NTU	pH	EC µS/cm
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	–	۱/۳۳	۳۰۶	۹	۰/۲۶	۶/۵۴	۷/۵۸	۱۵۷۸
۲	بالا دست تونل۱ جوزچال	–	۰	۲۲	۴۵	۰/۱	۲۲۸	۸/۰۱	۵۲۰
۳	پائین دست تونل ۱ جوزچال	–	۰	۴۱	۱۵	۰/۱	۲۱۱	۷/۸۹	۵۵۲
۴	باران	۰	۰/۸۹	۲	۲۶	۰/۳۹	۶/۶۴	۶/۵۱	۳۵/۵
۵	تونل ۱ ملج آرام	–	۰	۳۵۲	۱۳	۰/۱۲	۹۸/۵	۷/۸	۲۰۴۰
۶	بالا دست تونل ۱ ملج آرام	–	۲/۲۱	۱۶	۰	۰/۱۴	۳۲	۷/۹۲	۳۷۶
۷	پائین دست تونل ۱ ملج آرام	–	۱/۳۳	۳۷	۱۴	۰/۰۵	۳۲/۳	۸/۰۸	۴۵۴
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	–	۶/۶۴	۷۲	۱۵۴	۰/۰۸	۲۳۳	۸/۰۵	۸۴۶
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۶۳۰	۰/۸۹	۶۳	۳۵۸۰	۱/۲۸	۱۶۵۰	۶/۷۷	۷۹۵
۱۰	بالا دست فاضلاب حمام معدن رضی	۱۰	۱/۳۳	۶۱	۱۵۰	۰/۰۸	۷۴۸	۷/۹۶	۴۷۷
۱۱	پائین دست فاضلاب حمام معدن رضی	۱۰	۰/۸۹	۵۵	۲۱۹	۰/۰۵	۸۸۶	۷/۹۹	۴۷۵
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	۳۰	۴/۸۷	۳۱۰	۰/۴۲		۵۲۱	۸/۴۱	۴۵۲۰
۱۳	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	۱۰	۷/۹۷	۴۸	۱۷۱	۰/۰۶	۸۹۹	۸/۰۶	۴۷۲
۱۴	پائین دست تونل۳ معدن رضی	۱۰	۱/۷۷	۷۴	۸۴	۰/۰۷	۸۴۱	۸/۲۶	۶۲۵
۱۵	بالا دست تونل ۱ معدن البرزگان	۳۱/۲	۰	۱۹۵	۱۲۶	۰/۰۶	۲۹۰	۸/۱	۸۷۹
۱۶	پائین دست تونل ۱ معدن البرزگان	۴۴	۴/۴۳	۱۵۵	۲۰۶	۰/۱۱	۴۹۶	۸/۰۲	۸۷۳
۱۷	فاضلاب روستای رضی	–	۶/۲	۸۴	۵۲	۱/۵۲	۲۱۳	۸/۳۹	۹۴۳
۱۸	بالا دست فاضلاب روستای رضی	۳۰	۲/۲۱	۴۸	۵۶	۰/۰۲	۲۵۴۳	۸/۱۵	۵۰۹
۱۹	پائین دست فاضلاب روستای رضی	–	۰/۸۹	۴۶	۶۳	۰/۰۶	۲۲۲۰	۸/۰۹	۵۱۲

EC -۴-۲-۴

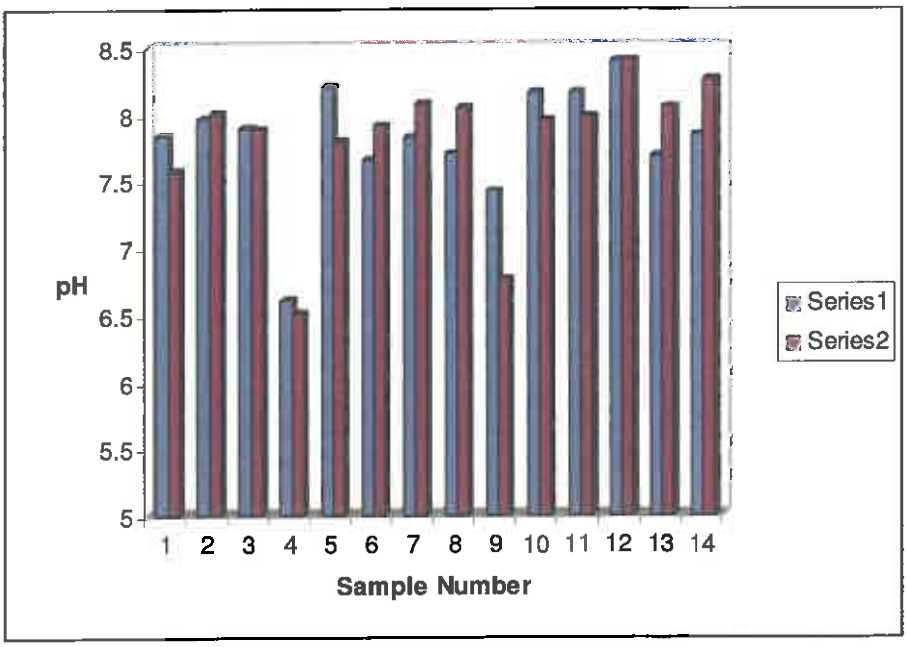
هدایت الکتریکی آب به میزان املاح موجود در آن بستگی دارد و رابطه مستقیمی بین این دو وجود دارد. همانطور که نمودار ۴-۱ نشان می‌دهد EC زهاب همه معادن بیشتر از استاندارد (250 µS/cm) می‌باشد و همچنین در همه موارد باعث افزایش EC آبهای سطحی شده است. البته لازم به ذکر است که Ec آبراهه ها قبل از ورود زهاب معدن نیز به صورت طبیعی بالاتر از حد استاندارد می‌باشد.



نمودار ۴-۱ تغییرات EC در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

pH-۵-۲-۴

pH نشان دهنده اسیدی یا بازی بودن محیط است. در منطقه مطالعاتی با توجه به اکسیداسیون پیریت بخصوص در معادنی که استخراج در زیر سطح افق صورت می‌گیرد، نظیر معدن رضی انتظار زهاب اسیدی وجود دارد اما نتایج حاصله حاکی از قلیایی بودن زهاب منطقه می‌باشد. دلیل احتمالی آن درصد کم گوگرد، فراوانی مواد آلی و احاطه شدن سازند شمشک توسط رخنمون‌های کربناته (نقشه۴-۳) می‌باشد. از طرفی جاری بودن آب بعلت شیب زیاد منطقه و مدت تماس کوتاه آب با رخنمون های زغالدار و باطله‌های معدنی از دلایل دیگر پایین بودن خاصیت اسیدیته زهاب معدنی می‌باشد.

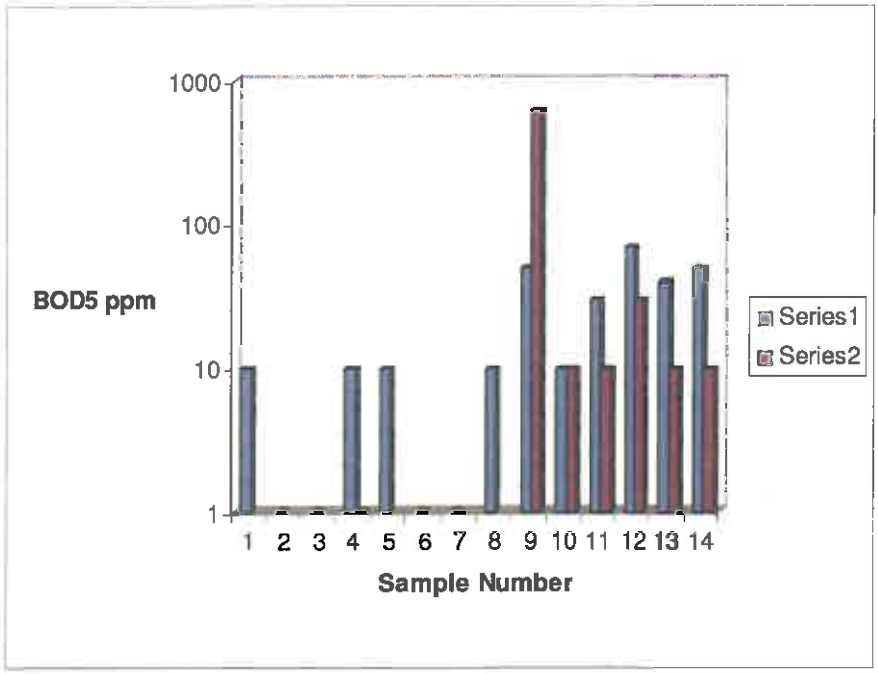


نمودار شماره ۴-۲ تغییرات pH در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

BOD_5 -۶-۲-۴

BOD_5 یک نمونه آب عبارت از میزان اکسیژن مورد نیاز میکرو ارگانیسمها در اکسیداسیون بیوشیمیایی مواد آلی موجود در آن است. در حقیقت BOD تعیین کننده مقدار اکسیژن مورد لزوم برای تثبیت بیولوژیکی مواد آلی نمونه مورد نظر خواهد بود.

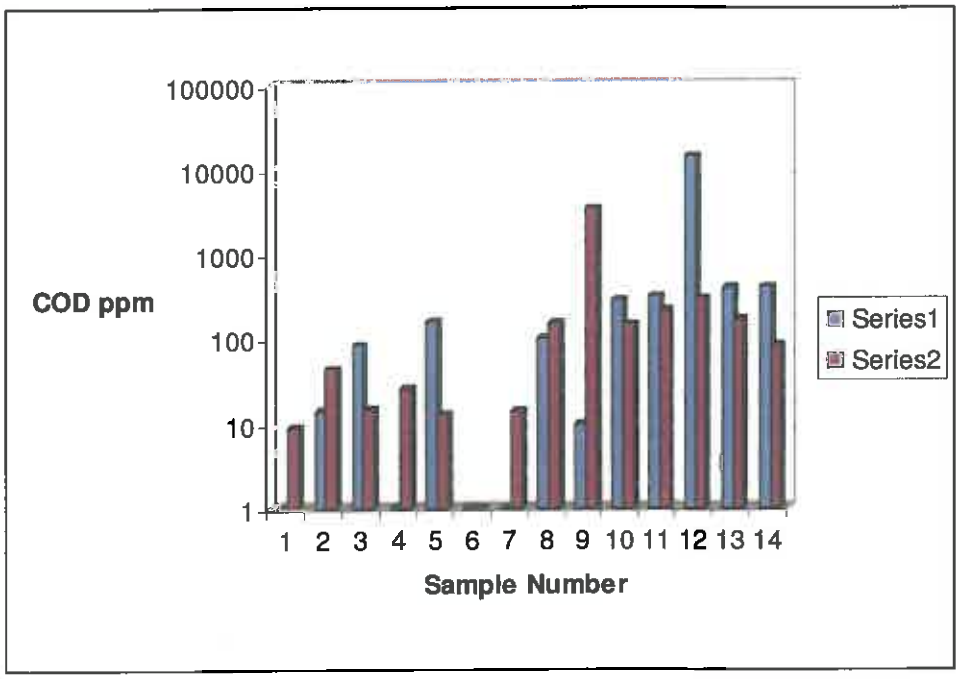
در بین معادن منطقه، فاضلاب حمام معدن(۹) و معدن رضی(۱۲) مقادیر بالاتر از حد استاندارد (30ppm) دارند و باعث افزایش BOD_5 رودخانه قره چای در پائین دست محل ورود به آن شده‌اند ولی در فصل تابستان در BOD_5 رودخانه تاثیری نداشته‌اند. این امر به افزایش فعالیت بیولوژیک در فصل تابستان مربوط می‌شود. فاضلاب حمام و تاسیسات معدن بعد از خروج در شیب دامنه در کف جنگل پخش و مواد آلی آن توسط جلبکها تجزیه و در واقع BOD_5 آبی که به رودخانه می‌ریزد خیلی کمتر از منشاء است.



نمودار ۴-۳ تغییرات BOD_5 در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

COD-۷-۲-٤

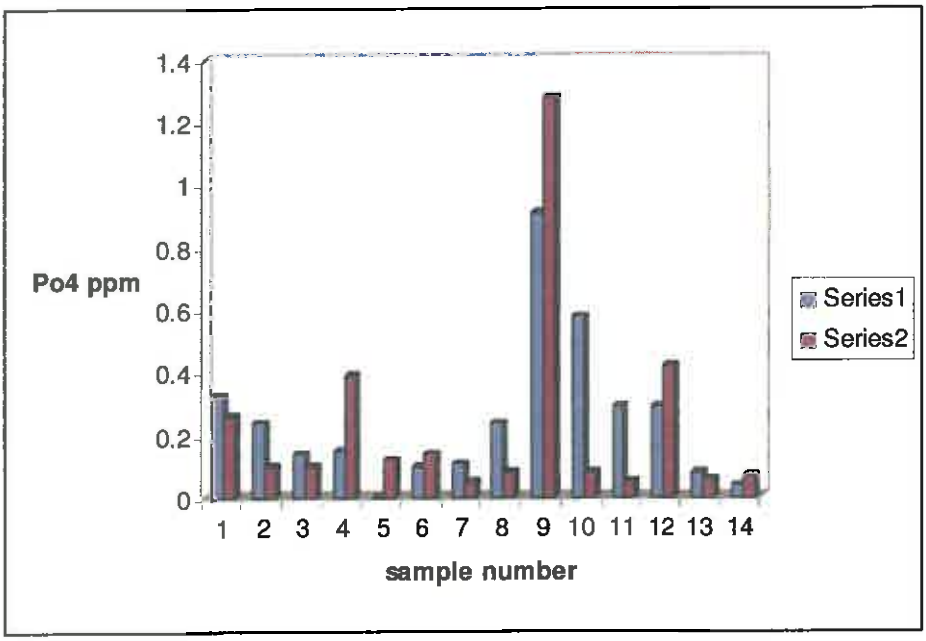
COD یک فاضلاب، پساب و یا آب آلوده ، عبارت از میزان اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون مواد اکسید شونده موجود در آن است. مقدار COD معمولا با استفاده از یک عامل اکسید کننده قوی در محیط اسیدی قابل اندازه گیری است. میزان COD معادن ملچ آرام، البرزگان، رضی و فاضلاب حمام معدن بیشتر از حد استاندارد (60ppm) می‌باشد ولی باعث افزایش قابل توجه COD آبراهه‌ها نشده‌اند. به نظر می‌رسد اگر زهاب در یک مسیر با شیب تند جریان یافته و بشدت آشفته شود COD آن قبل از ورود با آبهای جاری کاهش شدید خواهد داشت. در ضمن میزان این پارامتر در تابستان کاهش نشان می‌دهد. زیرا کاهش دبی باعث کاهش انحلال کربن از منابع مختلف می‌شود.



نمودار ۴-۴ تغییرات COD در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۲-۸- فسفات

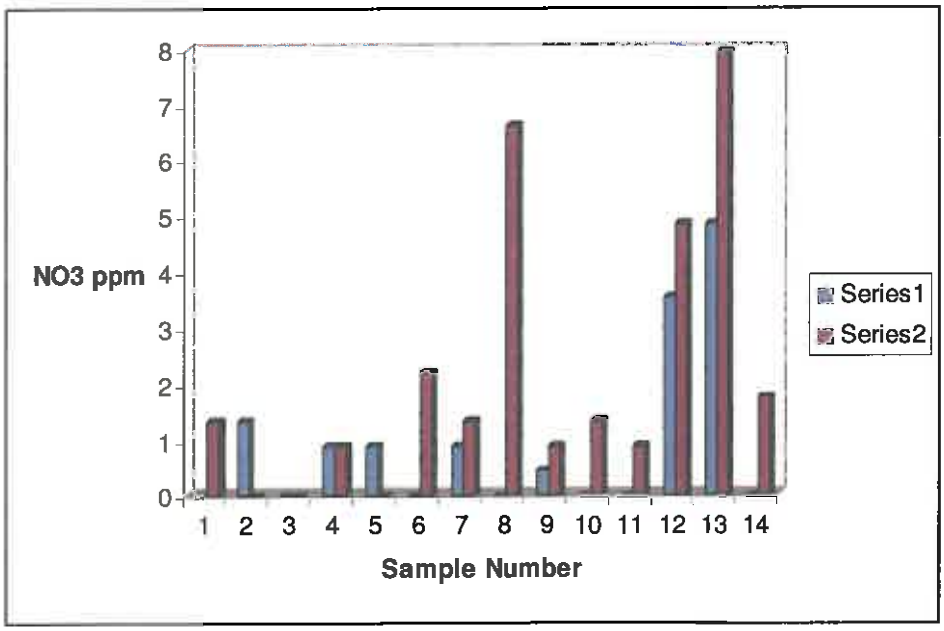
میزان فسفات در هیچکدام از منابع بیش از حد مجاز (6ppm) نیست. همچنین با توجه به نمودار ۴-۵ مقدار فسفات در تابستان کاهش نشان می‌دهد. در تابستان هوا گرمتر شده وجلبکها رشد بیشتری می‌کنند و با مصرف فسفر باعث کاهش یافتن آن در آبها می‌شوند. همانطور که مشاهده می‌شود فاضلاب تاسیسات معدن (نمونه ۹) بیشترین فسفات را دارد که به علت استفاده از شوینده ها و مواد آلی مصرفی در آشپزخانه می‌باشد ولی با این وجود در میزان فسفات رودخانه تاثیر چندانی ندارد.



نمودار شماره ۴-۵ تغییرات فسفات در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۲-۹- نیترات

میزان نیترات در هیچکدام از نمونه ها به بالاتر از حد مجاز (10ppm) نمی‌رسد. فقط میزان نیترات در نمونه های شماره ۸، ۱۲ و ۱۳ بیشتر است که در مورد نمونه های شماره ۸ و ۱۲ که به ترتیب مربوط به معادن البرزگان و رضی هستند بالا بودن نیترات مربوط به فعالیت میکروبی بالا در آنها است، ولی در مورد بالادست معدن رضی (شماره۱۳) ، چون رودخانه اصلی است فعالیت میکروبی و همچنین پسماندهای کشاورزی می‌تواند باعث افزایش نیترات بشود.

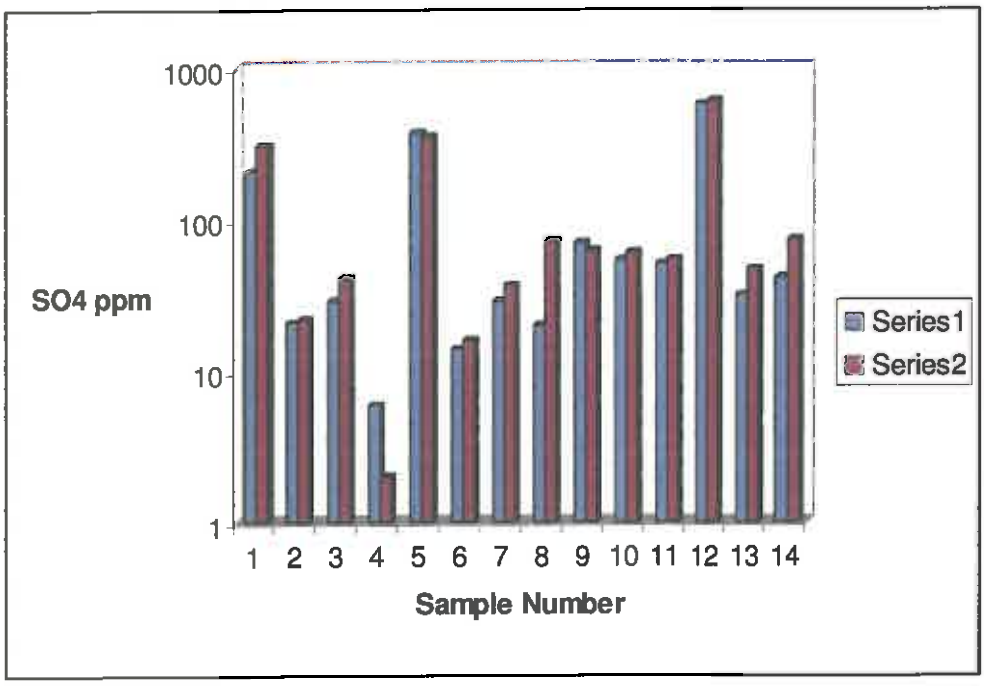


نمودار ۴- ۶ تغییرات نیترات در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۲-۱۰- سولفات

میزان سولفات موجود در زهاب معادن جوز چال، ملچ آرام و رضی بیشتر از حد استاندارد (400ppm) است ولی باعث تغییر محسوسی در آبراهه ها نشده است به نظر می‌رسد دبی کم زهاب تونلها در مقایسه با آبراهه‌ها علت این امر باشد

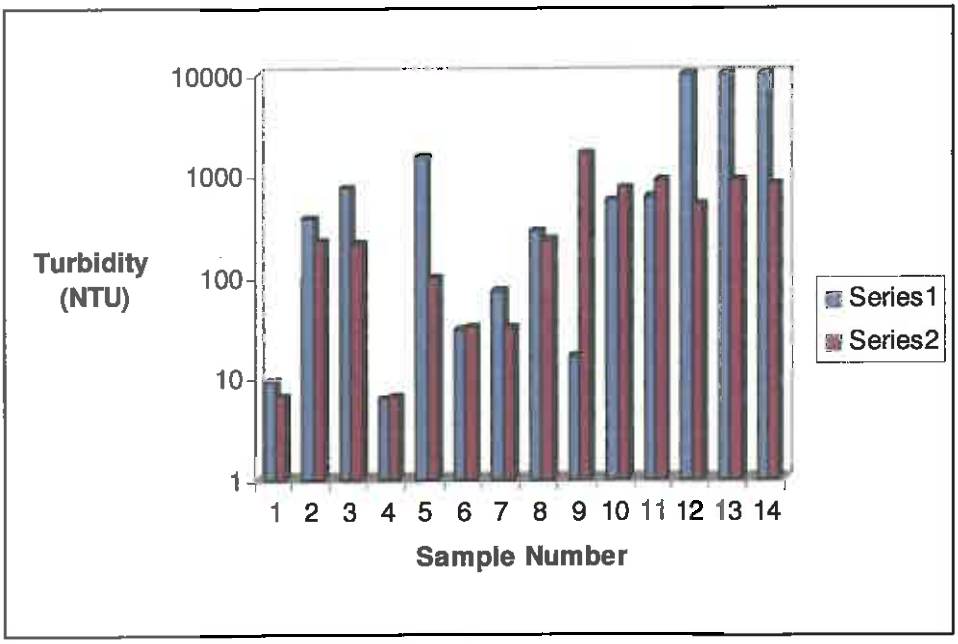
میزان سولفات معدن ملچ آرام در مقایسه با معدن البرزگان بیشتر است زیرا جریان زهاب در معدن ملچ آرام خیلی آهسته‌تر از معدن البرزگان است. به همین صورت میزان آن در معدن رضی خیلی بیشتر است زیرا مدت توقف آب در مخزن اکلون معدن به مراتب طولانی تر است. بنابر این عامل اصلی در افزایش سولفات مدت تماس آب با سنگ می‌باشد. همچنین میزان SO_4 در تابستان در اغلب موارد افزایش داشته است که به علت کاهش دبی و تاثیر دما بر میزان انحلال یون سولفات در آب است. لذا در کل مشکلی از جهت ورود سولفات بیشتر از میزان استاندارد به آبهای جاری وجود ندارد.



نمودار ۴- ۷ تغییرات SO_4 در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۲-۱۱- کدورت

کدورت آبهای منطقه بسیار متغیر است و به عواملی چون میزان مواد معلق، میزان مواد آلی، عناصر رنگی نظیر آهن و منگنز و غیره بستگی دارد. در کل کدورت زهاب معادن ملچ آرام، البرزگان، رضی و فاضلاب حمام معدن رضی بالاتر ازحد مجاز (50 NTU) است ولی تاثیر به سزایی در کدورت آبهای جاری ندارند، مگر در مواردی که اتفاق خاصی افتاده است مثلا زهاب از بین باطله‌ها عبور و سپس به آبراهه ملحق شده است. میزان کدورت با توجه به فصول مختلف بسیار متغیر است.نمونه‌های شماره ۱۲، ۱۳ و ۱۴ در فصل پر آبی به علت افزایش مواد معلق کدورت افزایش یافته است و در فصل خشک کاهش نشان می‌دهد.



نمودار ۴- ۸ تغییرات کدورت در فروردین – مرداد ۱۳۸۶

۴-۳- فلزات سنگین

میزان فلزات سنگین Fe, Ni, Cr, Cu, Zn, As در ۳۴ نمونه تعیین شده است که نتایج آن در جداول ۴-۳ و ۴-۴ آمده است.

جدول ۴-۳ نتایج غلظت عناصر سنگین در آبهای منطقه معدنی بر حسبppm درمرحله اول

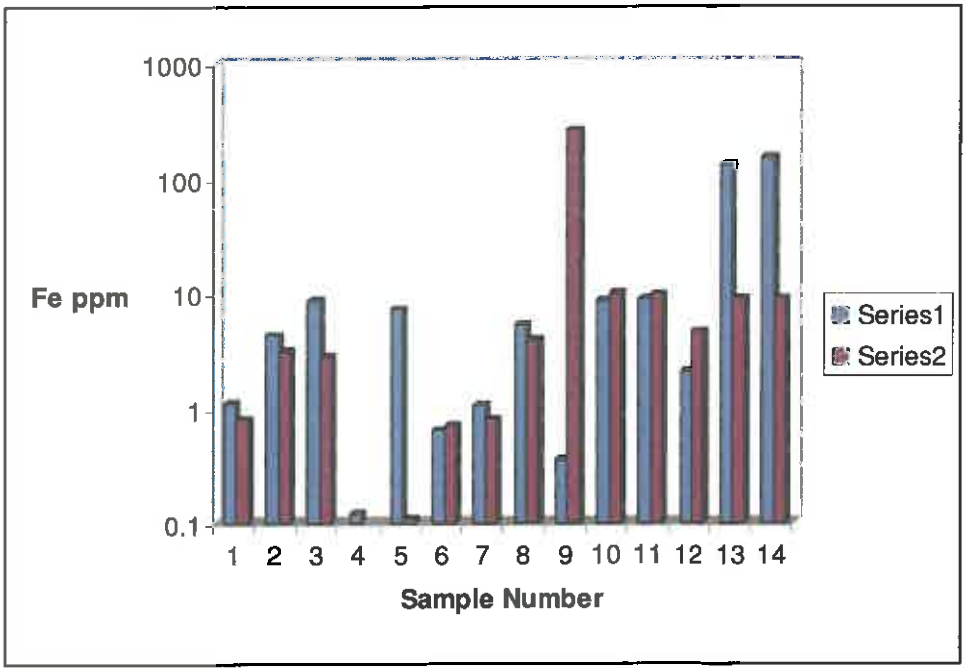
Number	Location	Fe	Ni	Cr	Cu	Zn	As
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	۱/۱۱	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰۵	<۱
۲	بالا دست تونل جوزچال	٤/۳۳	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	<۱
۳	پائین دست تونل جوزچال	۸/۵۱	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰۵	<۱
۴	برف	۰/۱۲	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰۲۵	<۱
۵	تونل ۱ ملج آرام	۷/۳۲	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٦	۲/٦
۶	بالا دست تونل ۱ ملج آرام	۰/٦٤	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰۳	<۱
۷	پائین دست تونل ۱ ملچ آرام	۱/۰٦	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰۳	<۱
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	۵/۲۸	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	۱/۵
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۰/۳٦	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	<۱
۱۰	بالا دست فاضلاب حمام معدن	۸/٦۲	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٦	<۱
۱۱	پائین دست فاضلاب حمام معدن	۹/۰۰	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٦	<۱
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	۲/۱	۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	۱۸/۹
۱۳	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	۱۳۳	۰/۳۹	<۰/۱	۰/۲۲	۰/٤	۲/۹
۱۴	پائین دست تونل۳ معدن رضی	۱۵۳	۰/٤۱	<۰/۱	۰/۲٤	۰/٤۵	۵/۳
۱۵	انجیلو چشمه	<۰/۱	<۰/۱۵	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	<۱
۱۶	تونل متروک	۰/۷	۰/۱٦	<۰/۱	<۰/۱	۰/۰٤	۱/۱
Standard		۳	۰/۱	۰/۱	۱/۳	۵-۲	ppb۱۰

جدول ۴-۴نتایج غلظت عناصر سنگین در آبهای منطقه معدنی بر حسب ppmدر مرحله دوم

شماره نمونه	محل نمونه برداری	Fe	Ni	Cr	Cu	Zn	As
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	۰/۸	<۰/۱۴	۰/۱۵	<۰/۰۸	۰/۰۶	۱۵
۲	بالا دست تونل جوزچال	۳/۱۰	<۰/۱۴	۱۱/۰	<۰/۰۸	۰/۰۵	۱۶
۳	پائین دست تونل جوزچال	۲/۸۰	<۰/۱۴	۰/۱۸	<۰/۰۸	۰/۰۵	<۱۰
۴	باران	-	-	-	-	-	-
۵	تونل ۱ ملچ آرام	۰/۱۱	<۰/۰۱۴	۰/۱۳	<۰/۰۸	۰/۰۵	<۱۰
۶	بالا دست تونل ۱ ملچ آرام	۰/۷۰	<۰/۰۱۴	۰/۱۵	<۰/۰۸	۰/۰۵	<۱۰
۷	پائین دست تونل ۱ ملچ آرام	۰/۸۰	<۰/۰۱۴	۰/۱۵	<۰/۰۸	۰/۰۵	۱۰
۸	تونل ۱ معدن البرزگان	۳/۹۵	<۰/۰۱۴	۰/۱۹	<۰/۰۸	۰/۰۵	<۱۰
۹	فاضلاب حمام معدن رضی	۲۶۵	۰/۴۴	۰/۳۵	<۰/۰۸	۱/۵۶	۱۱
۱۰	بالا دست فاضلاب حمام معدن	۹/۹۵	۰/۱۴	۰/۱۰	<۰/۰۸	۰/۰۶	۲۰
۱۱	پائین دست فاضلاب حمام معدن	۹/۸۰	<۰/۰۱۴	۰/۱۸	<۰/۰۸	۰/۰۶	۱۲
۱۲	تونل ۳ معدن رضی	٤/٦٥	<۰/۰۱۴	۰/۲۰	<۰/۰۸	۰/۰۷	۱۱
۱۳	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	۹/۱۰	<۰/۰۱۴	۰/۱۵	<۰/۰۸	۰/۰۷	۱۳
۱۴	پائین دست تونل۳ معدن رضی	۹/۰۶	<۰/۰۱۴	۰/۱۸	<۰/۰۸	۰/۰۷	۱۸
۱۵	بالا دست تونل ۱ البرزگان	۳/۷۷	<۰/۰۱۴	۰/۲۱	<۰/۰۸	۰/۰۵	<۱۰
۱۶	پائین دست تونل ۱ البرزگان	۵/۹۰	<۰/۰۱۴	۰/۲۵	<۰/۰۸	۰/۰٤	۱۷
۱۷	فاضلاب روستای رضی	۲/۱۵	<۰/۰۱۴	۰/۱۶	<۰/۰۸	۰/۰۶	۱۲
۱۸	بالا دست فاضلاب روستای رضی	۱۸/۰۵	<۰/۰۱۴	۰/۱۹	<۰/۰۸	۰/۱۰	۲۲
۱۹	پائین دست فاضلاب روستای رضی	۱۹/۲۵	<۰/۰۱۴	۰/۱۶	<۰/۰۸	۰/۱۰	۱۹
Standard		۰/۳	۰/۱	۰/۱	۱/۳	۵-۲	۱۰ppb

۴-۳-۱- آهن

با توجه به جداول ۴-۳ و ۴-۴ معادن ملچ آرام، البرزگان و رضی در فصل بهار و تمام منابع در تابستان آهن بیشتر از حد استاندارد (0.3ppm) دارند. در مواردی هم که زهاب از بین باطله‌ها گذشته مقدار آن به شدت افزایش داشته است.

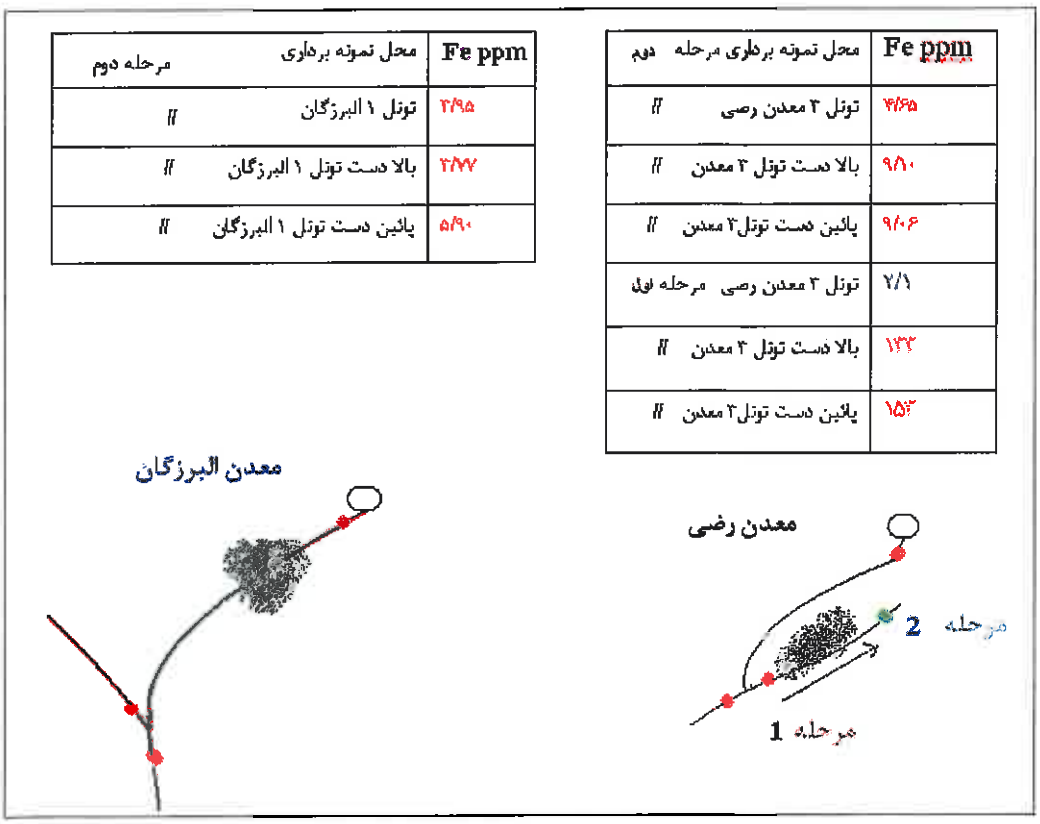


نمودار شماره ۴- ۹ تغییرات آهن در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

همانطور که در شکل دیده می‌شود در مرحله اول معدن رضی ۲/۱ میلی گرم بر لیتر آهن دارد در صورتی که آبراهه در بالا دست محل الحاق ۱۳۳ و در پائین دست ۱۵۳ میلی گرم بر لیتر آهن دارد. در مرحله دوم در همین مکانها به ترتیب ۴/۶۵، ۹/۱۰ و ۹/۰۶ آهن وجود دارد. علت این مسئله بر می‌گردد به اینکه در مرحله دوم، محل نمونه برداری از بالا دست به بالاتر از باطله‌ها (نقطه سبز) منتقل شد و از این داده‌ها نتیجه گیری می‌شود که آهن زیادی که در مرحله اول وجود دارد بر اثر شستشوی باطله‌ها حین بالا بودن سطح آب حمل شده است. در معدن البرزگان نیز در مرحله دوم مشاهده می‌شود در زهاب ۳/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر آهن وجود در بالا دست محل الحاق به آبراهه ۳/۷۷ و در پایین دست ۵/۹۰ این امر نیز به سبب عبور زهاب از بین باطله‌هاست.

Fe ppm	محل نمونه برداری مرحله دوم
۴/۶۵	تونل ۳ معدن رضی //
۹/۱۰	بالا دست تونل ۳ معدن //
۹/۰۶	پائین دست تونل۳ معدن //
۲/۱	تونل ۳ معدن رضی مرحله اول
۱۳۳	بالا دست تونل ۳ معدن //
۱۵۳	پائین دست تونل۳ معدن //

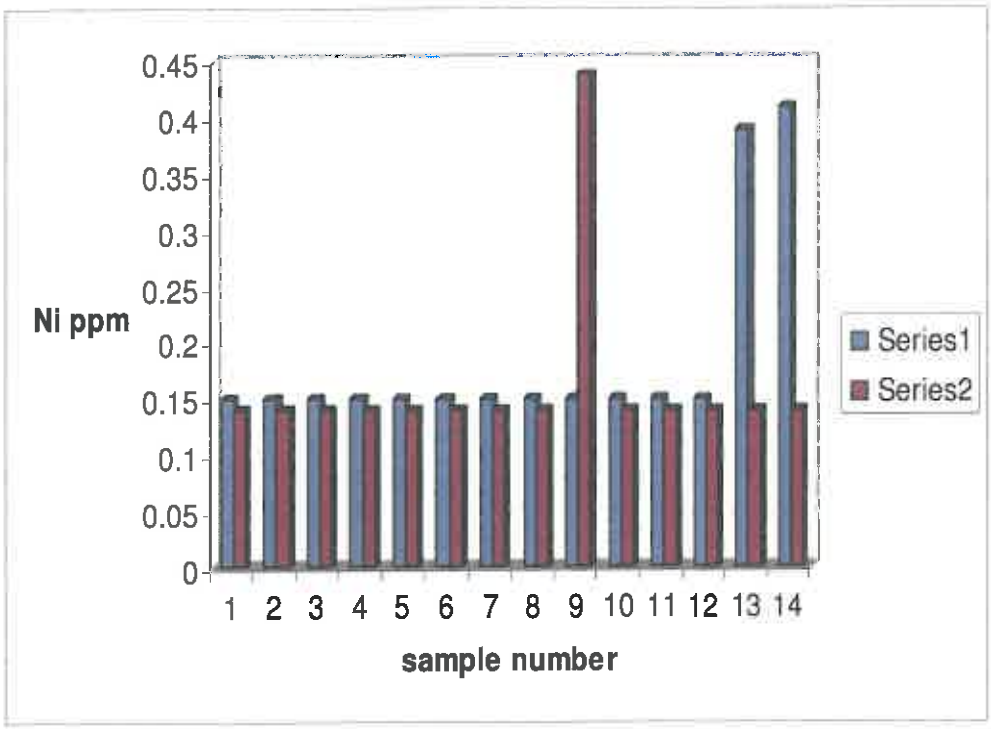
Fe ppm	محل نمونه برداری	مرحله دوم
۳/۹۵	تونل ۱ البرزگان	//
۳/۷۷	بالا دست تونل ۱ البرزگان	//
۵/۹۰	پائین دست تونل ۱ البرزگان	//



شکل ۴-۱ تغییرات آهن بر اثر عبور زهاب یا آب رودخانه از بین یا کنار باطله‌ها

۴-۳-۲- نیکل

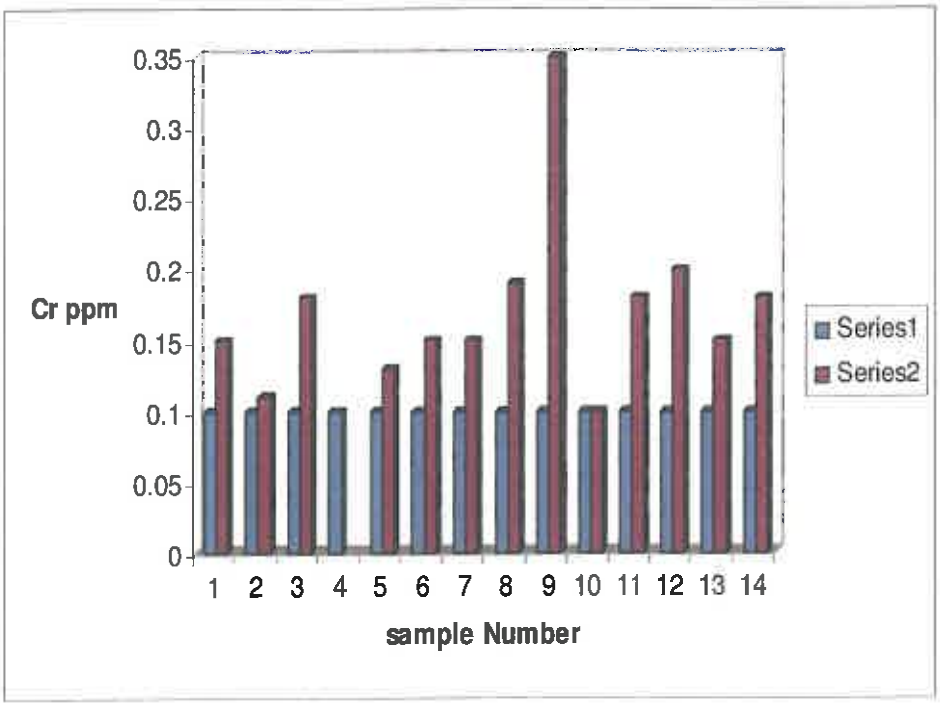
تنها در دو مورد میزان نیکل بیشتر از حد دقت دستگاه بوده است.یک مورد معدن رضی در فصل بهار و دیگری فاضلاب حمام معدن در فصل تابستان است که باعث افزایش مقدار نیکل به بالاتر از حد استاندارد (0.07 ppm) در رودخانه قره چای شده است. در عین حال بیشتر بودن میزان نیکل در بالا دست و پائین دست رودخانه قره چای نسبت به زهاب تونل ۳، همانند آهن مربوط به شستشوی آن از باطله‌های دپو شده در حاشیه رودخانه می‌باشد.



نمودار ۴-۱۰ تغییرات نیکل در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۳-۳- کروم

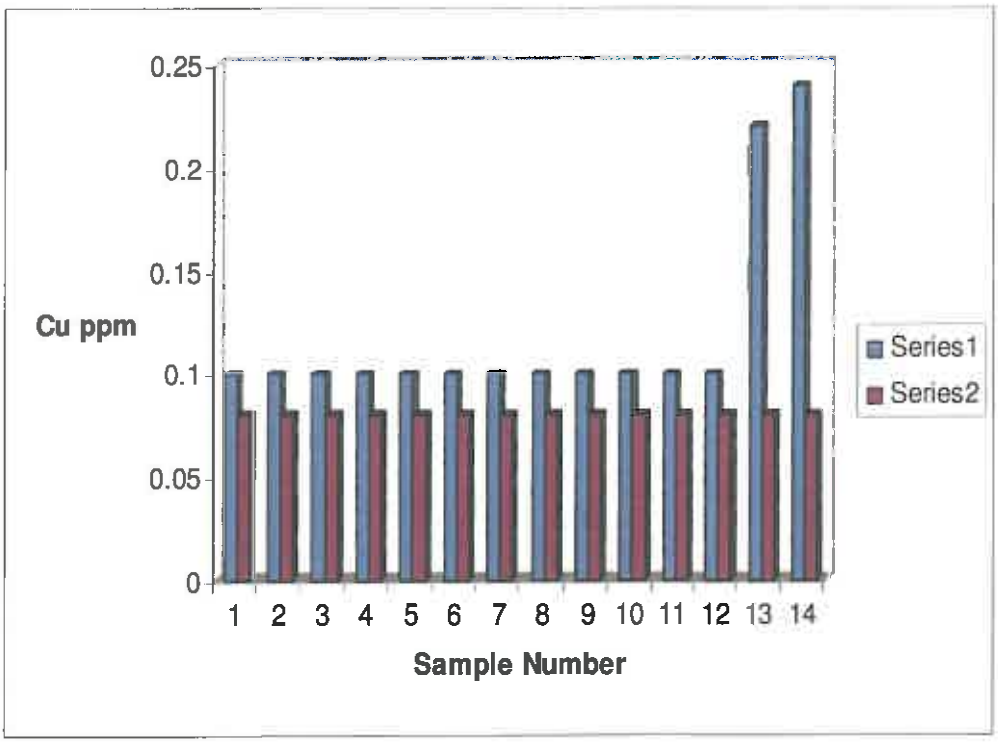
میزان آن در بهار در هیچکدام از منابع و آبراهه‌ها بیشتر از حد استاندارد نیست و فقط در تابستان افزایش نشان می‌دهد. در تابستان میزان کرم در همه معادن و فاضلاب تاسیسات بیشتر از حد مجاز (0.05ppm) بوده و باعث افزایش آن در آبراهه ها می‌شوند. میزان این فلز سنگین در فاضلاب تاسیسات معدن رضی بیشتر از همه جاست که منشاء معدنی و تاسیساتی دارد (پساب استحمام و آشپزخانه مقدار زیادی کروم وارد آب می‌کنند).



نمودار شماره ۴-۱۱ تغییرات کروم در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۳-۴- مس

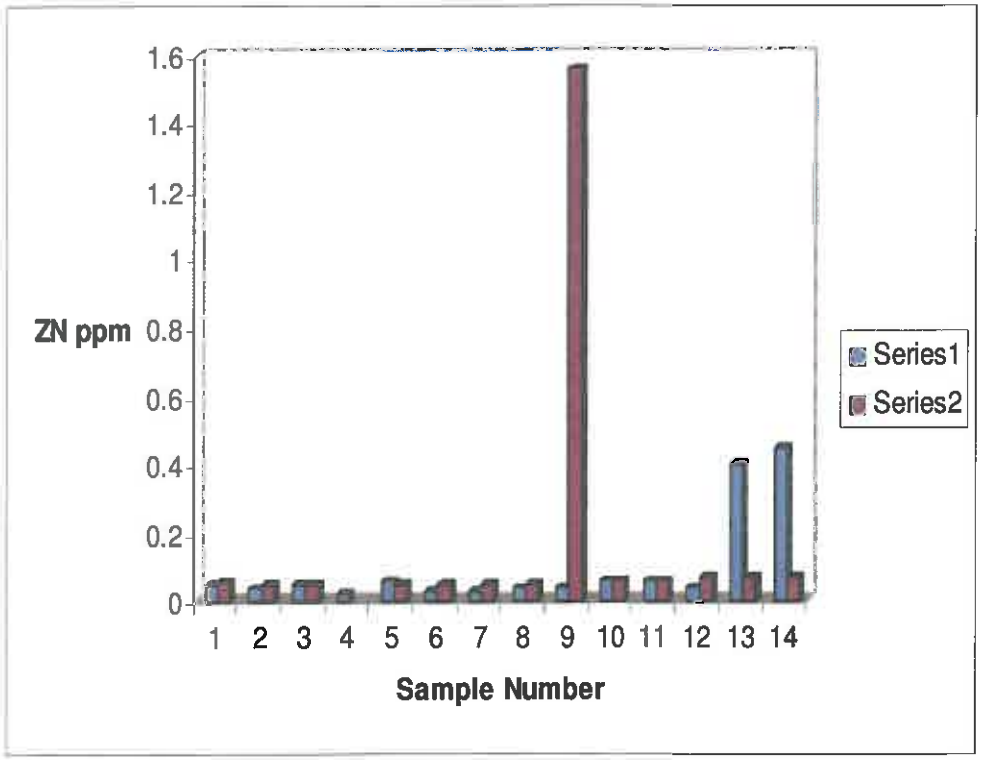
میزان آن در هیچکدام از منابع و آبراهه ها بیشتر از حد استاندارد (2 ppm) نیست و فقط میزان آن در مورد معدن رضی در بهار بیشتر از حد دقت دستگاه بوده است که ناشی از عبور رودخانه از کنار باطله‌ها می‌باشد.



نمودار ۴-۱۲ تغییرات مس در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۳-۵- روی

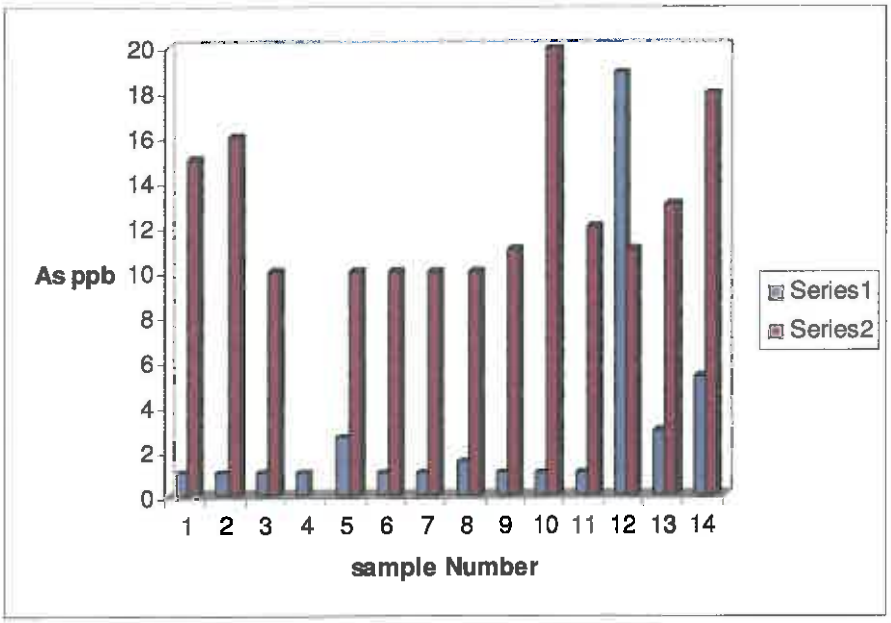
میزان روی در هیچکدام از منابع و آبراهه ها بیشتر از حد استاندارد (3 ppm) نیست و فقط در تابستان افزایش نشان می‌دهد.



نمودار ۴-۱۳ تغییرات روی در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۳-۶- آرسنیک

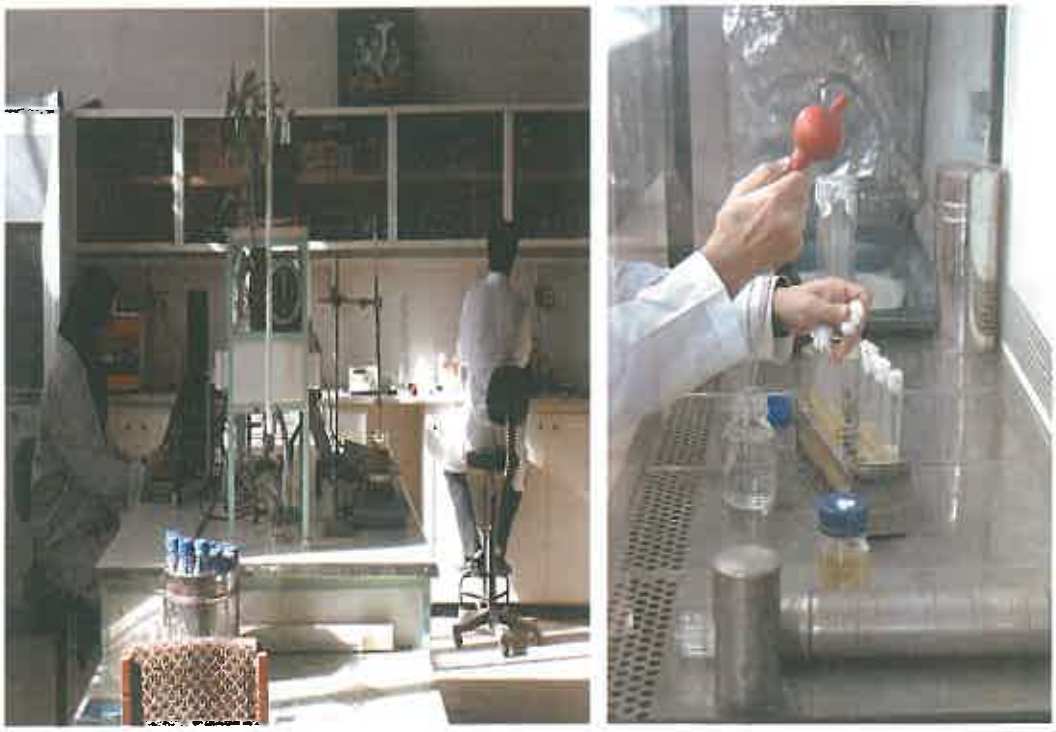
در بهار میزان آرسنیک فقط در معدن رضی بالاتر از حد استاندارد (10 ppb) است ولی در تابستان معادن جوزچال، رضی و فاضلاب معدن بیشتر از حد استاندارد آرسنیک دارند. البته همانطور که مشاهده می‌شود آبراهه ها در بالا دست محل الحاق زهاب معادن نیز مقادیر بیشتر از حد استاندارد آرسنیک دارند و با توجه به آنالیز خاک در خروجی حوضه (میزان آرسنیک در نمونه شاهد 55 ppm) می‌توان نتیجه گرفت که بطور کلی میزان آرسنیک در سنگ و خاک منطقه بالاست و عملیات معدنکاری فقط نقش تشدید کننده در افزایش آرسنیک آبها دارد.



نمودار ۴-۱۴ تغییرات آرسنیک در فروردین و مرداد ۱۳۸۶

۴-۴- آلودگی میکروبی

با توجه به وجود تاسیسات بهداشتی آزمایشات میکروبی نیز به پارامترهای مورد نظر اضافه شد. آزمایشات میکروبی بر روی ۳۴ نمونه آب صورت گرفته است. در تعیین آلودگی میکروبی به ترتیب تست احتمالی، تائیدی و تکمیلی انجام می‌شود و چنانچه بار میکروبی زیاد باشد باید رقیق سازی انجام شود. نتایج تست میکروبی مرحله اول و دوم در جداول ۴-۵ و ۴-۶ آمده است.آزمایشات میکروبی نیز در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب روستائی استان گلستان انجام شده است.



عکس ۴-۳ آزمایشات میکروبی

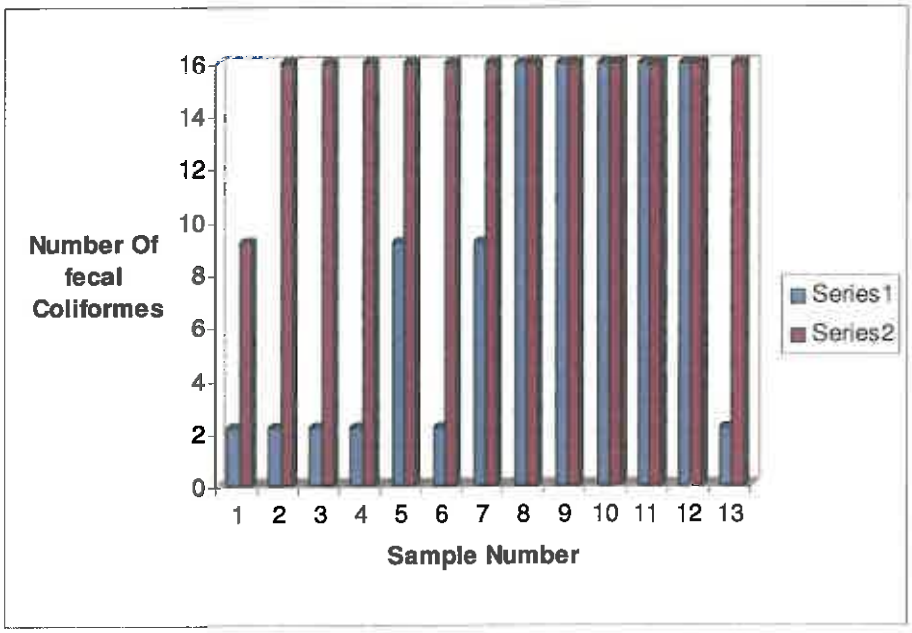
جدول ۴-۵ نتایج میکروبی آبهای منطقه معدنی در مرحله اول

Number sample	Location	HPC CFU/ml	EC Fecal Coliform	BGLB Coliform	Total (MPN)	turbidity (Ntu)
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	TNTS	2.2	16	>16	23.3
۲	بالا دست تونل ۱ جوزچال	TNTS	<2.2	5.1	>16	134
۳	پائین دست تونل ۱ جوزچال	TNTS	<2.2	<2.2	>16	273
۴	تونل ۱ معدن البرزگان	SPR	>16	>16	>16	65.5
۵	تونل ۱ ملج آرام	TNTS	9.2	16	>16	1569
۶	بالا دست تونل ۱ ملج آرام	TNTS	2.2	16	>16	52.1
۷	پائین دست تونل ۱ ملج آرام	TNTS	9.2	>16	>16	90.3
۸	فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	16	16	>16	1377
۹	بالا دست فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	16	16	>16	986
۱۰	پائین دست فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	>16	>16	>16	>10000
۱۱	تونل ۳ معدن رضی	TNTS	>16	>16	>16	>10000
۱۲	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	TNTS	2.2	2.2	>16	>10000
۱۳	پائین دست تونل ۳ معدن رضی	TNTS	2.2	2.2	>16	>10000
۱۴	برف	TNTS	<2.2	<2.2	>16	492
۱۵	انجیلو چشمه	100	<2.2	16	>16	1.73

جدول ۴-۶ نتایج میکروبی آبهای منطقه معدنی در مرحله دوم

Number	Location	HPC CFU/ml	Fecal coliform	Total Coliform
۱	تونل ۱ معدن جوزچال	TNTS	۹,۲	>۱۶
۲	بالا دست تونل ۱ جوزچال	TNTS	>۱۶	>۱۶
۳	پائین دست تونل ۱ جوزچال	TNTS	>۱۶	>۱۶
۴	تونل ۱ معدن البرزگان	TNTS	>۱۶	>۱۶
۵	تونل ۱ ملچ آرام	TNTS	>۱۶	>۱۶
۶	بالا دست تونل ۱ ملچ آرام	TNTS	>۱۶	>۱۶
۷	پائین دست تونل ۱ ملچ آرام	TNTS	>۱۶	>۱۶
۸	فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۹	بالا دست فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۰	پائین دست فاضلاب حمام معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۱	تونل ۳ معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۲	بالا دست تونل ۳ معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۳	پائین دست تونل ۳ معدن رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۴	رودخانه قره چای (اردوگاه)	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۵	انجیلو چشمه	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۶	فاضلاب روستای رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۷	فاضلاب روستای رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶
۱۸	فاضلاب روستای رضی	TNTS	>۱۶	>۱۶

در بررسی و کشت نمونه‌ها مشخص شد که تمام آبراهه‌ها و زهاب معادن کم و بیش حاوی کلی‌فرمهای مدفوعی هستند. حتی انجیلو چشمه که منبع آبی اردوگاه آموزش و پرورش است حاوی کلی‌فورم مدفوعی به تعداد کم است. دلیل این امر وجود احشام و ورود فاضلاب خانگی به آبهای زیر زمینی و سطحی می‌باشد. بیشترین آلودگی مربوط به فاضلاب تاسیسات معدن رضی می‌باشد. البته فاضلاب سایر معادن و همچنین روستای رضی نیز که مستقیماً وارد رودخانه می‌شود در آلودگی آن نقش مهمی دارند. میزان آلودگی در تابستان با توجه به کاهش دبی رودخانه و گرما افزوده می‌شود.



نمودار شماره ۴- ۱۵ تغییرات کلی‌فورمهای مدفوعی بر اثر ورود زهاب معادن در مرحله اول و دوم ۱۳۸۶

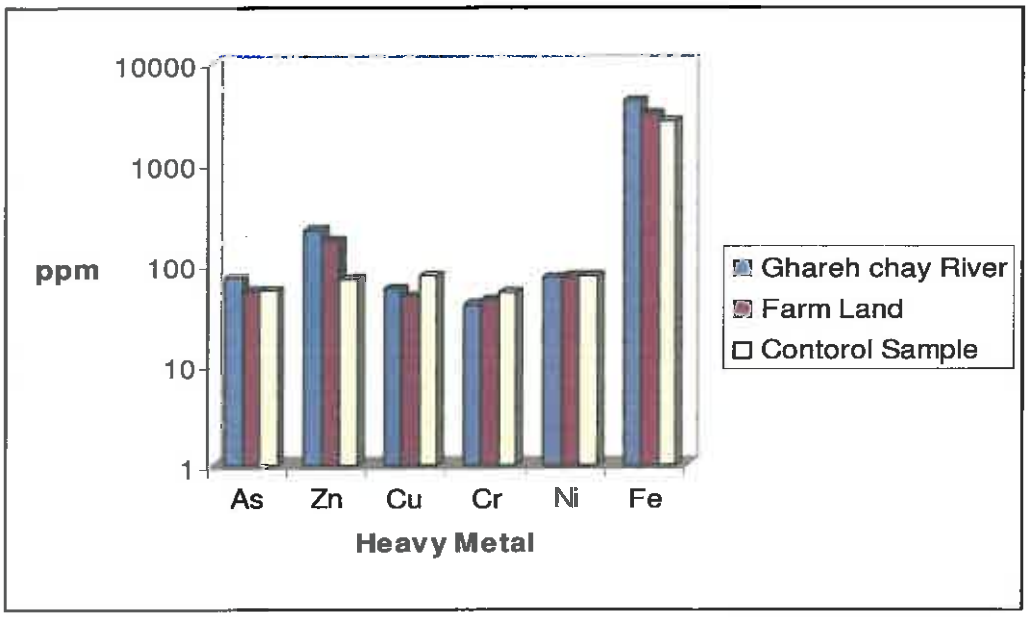
۴-۵- فلزات سنگین در خاک

در این مطالعه تعداد محدودی نمونه خاک از پائین دست رودخانه قره جای برداشت گردید و میزان فلزات سنگین آن شامل آهن، نیکل، کروم، مس، روی و آرسنیک بررسی گردید که نتایج آن در جدول ۴-۸ آمده است.

جدول ۴-۷ نتایج آزمایش خاک

شماره نمونه	محل نمونه برداری	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
۱	بستر رودخانه قره چای	۴۳۳۰	۷۴	۴۰	۵۷/۵	۲۲۰	۷۵
۲	مزرعه آبیاری شده با آب رودخانه	۳۱۵۰	۷۶	۴۴	۴۸/۵	۱۷۶	۵۴
۳	نمونه شاهد	۲۶۳۰	۷۸	۵۲	۷۸	۷۲	۵۵
حد اصلاح خاک			۵۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۳۰۰۰	۵۰
حد مجاز برای سلامتی			۱۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۵۰۰	۳۰
میزان مناسب در خاک		۲۰۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۲۰۰	۲۰

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان آهن بسیار بیشتر از حد مورد نیاز گیاهان بوده و مسمومیت زاست. نیکل اندکی بیشتر از حد مناسب در خاک موجود است و روی، مس و کرم به حد کافی در خاک وجود ندارد. آرسنیک نیز بیشتر از حد مجاز می‌باشد گر چه مقدار آن در نمونه شاهد و خاک زراعی تفاوت چندانی ندارد (نمودار ۴-۱۶).



نمودار ۴ – ۱۶ تغییرات فلزات سنگین در رسوبات بستر رودخانه و مزرعه ۱۳۸۶

عکس۴ – ۴ نمونه برداری از رسوبات

۴-۶- ناپایداری شیبی در منطقه

وجود سازندهای حساس به لغزش و فرسایش (شمشک)، بارندگی زیاد، وهمچنین عوامل انسانی نظیر احداث جاده ،از بین بردن جنگلها و معدنکاری سبب وقوع تعداد قابل توجهی لغزش در این منطقه شده است. وقوع لغزشها باعث از بین رفتن اراضی، مسدود شدن راهها و متروک شدن روستاها و بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی متعددی شده است.

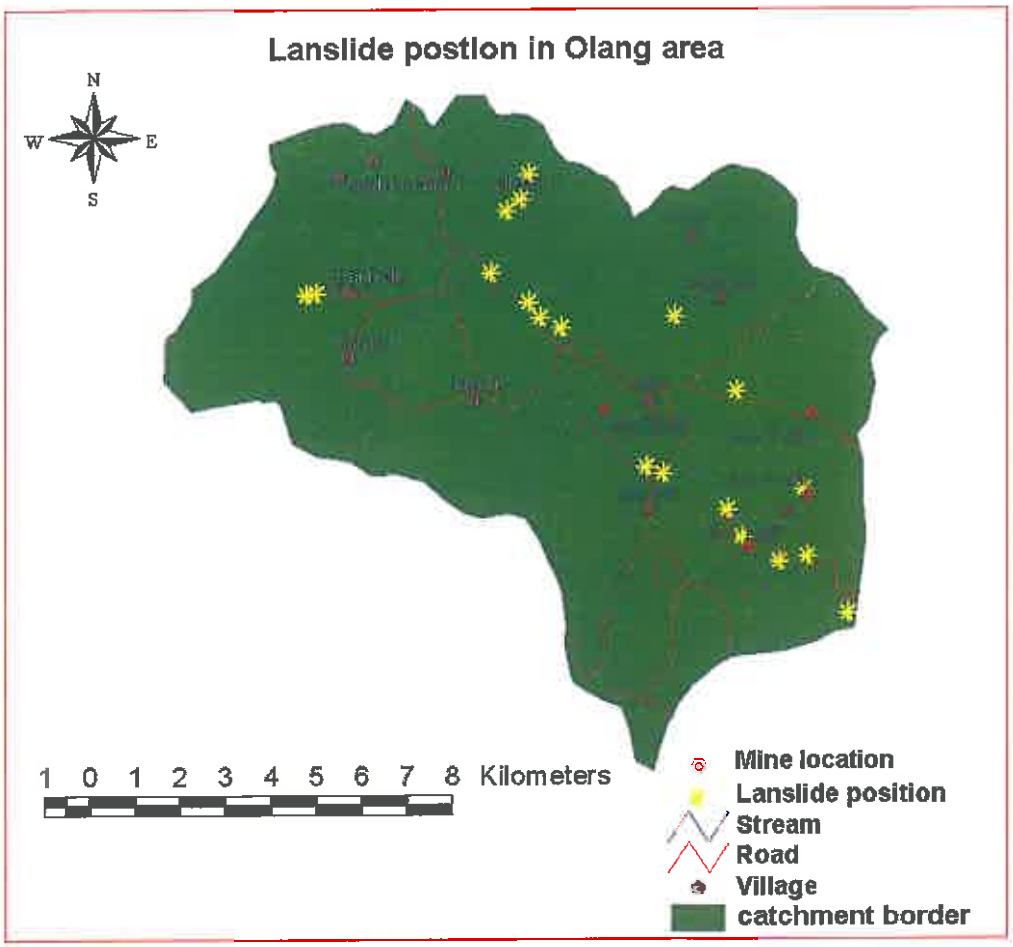
موقعیت لغزشهای منطقه از بانک اطلاعاتی بخش آبخیزداری جهاد کشاورزی استان گلستان استخراج و پس از اصلاح با بازدید میدانی در جدول ۴-۹ درج شده و در روی نقشه۴-۲ مشخص گردیده است.

جدول ۴-۸ موقعیت لغزشهای منطقه النگ (آبخیز داری جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۶)

نام لغزش	کاربری	نوع سازند	جنس مصالح	نوع حرکت	طول کلی لغزش (متر)	عرض لغزش (متر)	عمق لغزش (متر)	نوع فعالیت
قورچای	زراعت دیم	رسوبات مخروط افکنه	خاک رس	چرخشی، جریانی	۶۰۰	۲۸۰	۱۰	گسترش یابنده
شش آب(۱)	جاده سازی، معدن	خوش ییلاق	خاک جنگل ، مارن ، آهک ، شیل	چرخشی، ریزشی	۲۰۰	۵۰	۲	پس رونده
شش آب(۲)	زمین زراعی	خوش ییلاق	خاک جنگل ، مارن ، آهک ، شیل	چرخشی	۲۰	۱۵	۰/۵	گسترش یابنده
شش آب(۳)	جنگل	رسوبات رودخانه ای	خاکجنگل ، خاک رس و سیلت	انتقالی	۸۰	۷۵	۳	پس رونده
شش آب(٤)	جاده سازی	خوش ییلاق	خاک جنگل ،مارن آهکی، شیل	ریزشی	٦۵	۵۰	۳	پس رونده

ادامه جدول ۴-۸ موقعیت لغزشهای منطقه النگ (آبخیز داری جهاد کشاورزی استان گلستان، ۱۳۸۶)

نام لغزش	کاربری	نوع سازند	جنس مصالح	نوع حرکت	طول کلی لغزش	عرض لغزش	عمق لغزش	نوع فعالیت
رضی (۱)	جاده سازی	رسوبات رودخانه ای	خاک جنگل ، خاک سیلتی	انتقالی	۲۸	۲۲	۳	پس رونده
رضی(۲)	جنگل مخروبه	باقر آباد	شیل زغالی	انتقالی	۵۰	۵۰	۳	پس رونده
پاقلعه(۱)	زراعت دیم	رسوبات واریزهای	خاک جنگل	انتقالی	۸۰	۳۵	۳	بزرگ شونده
پاقلعه(۲)	مرتع	رسوبات واریزهای	خاک جنگل	خزش	٦۱	۷۰	۲	بزرگ شونده
رضی(۳)	زمین زراعی	شمشک	خاک جنگل، خاک رسی	خزش	۸۰	٤۰	۱	پس رونده
ملچ آرام(۱)	جنگل	شمشک	تناوبی از ماسه سنگ و زغال سنگ	خزش	۱۰	۲۰	۱/۵	پس رونده
ملچ آرام(۲)	جنگل	شمشک	زغال	انتقالی	۵۰	۱۱۰	۱	پس رونده
جوزچال	جاده سازی	شمشک	تناوبی از ماسه سنگ و زغال سنگ	چرخشی	٤۸	۵۰	۱/۵	بزرگ شونده
ملچ آرام(۳)	جنگل ، جاده سازی	شمشک	شیل زغالی	انتقالی	۲۹	۲۰	۱/۵	بزرگ شونده
ملچ ارام(٤)	جنگل ، جاده سازی	شمشک	شیل زغالی	انتقالی	۲۹	۱۱۰	۱/۵	بزرگ شونده
ملچ ارام(۵)	جنگل	شمشک	زغال سنگ	انتقالی، جریانی	۷۲	۳۵۰	۲	پس رونده
ملچ ارام(٦)	معدن زغال سنگ	شمشک	زغال سنگ	انتقالی، جریانی	۱۱۰	۱۰۰	۱	گسترش یابنده
ملچ ارام(۷)	جاده سازی	درود	سنگ آهک مارنی	انتقالی،	٦۲	۱۰۰	۱/۵	بزرگ شونده



نقشه ۴-۲ موقعیت لغزشهای منطقه النگ

۴-۶-۱- نقش معدنکاری در بروز ناپایداری شیبی در منطقه

در بررسی دلایل وقوع لغزشها مشخص گردید که احداث جاده‌ها برای بهره برداری از معادن موجود در منطقه نقش مهمی در بروز ناپایداری داشته است. بخصوص در منطقه ملچ آرام این عامل بیشتر نمود دارد. بطوریکه یکی از دلایل اصلی وقوع لغزش ۱۳۷۲ ملچ آرام احداث جاده معدن النگ شناخته شده است. احداث این جاده از چند جهت موجب ایجاد لغزش های منطقه می‌گردد :

۱ـ در قسمت بالادست جاده، خاکبرداری از پای شیب صورت گرفته، و در قسمت پائین‌دست جاده بارگذاری در راس دامنه صورت گرفته است.

۲ـ حرکت کامیونهای سنگین معدن باعث تحریک زمین لغزش‌های این منطقه گردید (یعقوبی، کمالی، پناهی، ۱۳۷۲)

همچنین از بین بردن پوشش گیاهی نیز باعث تسریع وقوع ریزش و لغزش می‌شود. ریشه درختان در زون هوازده نفوذ کرده و در روی سنگ پی پخش شده است. گسترش ریشه‌ها بطور متوسط حدود ۶ متر بوده و با توجه به فاصله متوسط درختان از یکدیگر (حدود ۶/۶ متر) می‌توان گفت که ریشه درختان مجاور در یکدیگر نفوذ کرده و خاک سطحی منطقه را بطور یکپارچه مسلح کرده است. این مورد فقط برای لغزش‌های سطحی موثر است و در لغزش‌هایی که عمق آن بیشتر از عمق نفوذ ریشه است، تاثیری ندارد، در چنین مسئله‌ای وزن گیاه پیش می‌آید، که در شیبهای کم نقش تثبیت کننده و در شیبهای زیاد نقش تحریک کننده دارند. و از بین بردن پوشش گیاهی منطقه باعث از بین رفتن نقش پایدار کننده گیاهان شده است (عطاپور فرد و حسینی، ۱۳۷۵) .

آتشباری در معادن نیز گاهی باعث ریزش می‌شود چنانچه در سال ۱۳۸۴ آتشباری در معدن رضی باعث ریزش در بلوک معدنی مجاور و کشته شدن تعدادی از کارگران گردید.

۴-۶-۲- عوامل طبیعی موثر در وقوع لغزشها

عواملی هستند که مربوط به ذات طبیعت فیزیکی یک مکان جغرافیایی می‌باشند و تغییر شکل آنها غیر ممکن است که مهمترین آنها عبارتند از :

۴-۶-۲-۱- شرایط اقلیمی

از جمله عوامل عمده موثر در ناپایداری شیب‌ها شرایط اقلیمی می‌باشد که منجر به فراوانی وقوع زمین لغزش‌ها در مناطق پر باران و دارای آب و هوای مرطوب می‌گردد.

بارش به صورت مداوم و طولانی یا کوتاه مدت و شدید مهمترین عامل اقلیمی ایجاد کننده زمین لغزش‌هاست. علاوه بر آن درجه حرارت و تغییرات آن (یخبندان و ذوب بهاری) موجب خزش‌های سطحی در پوشش خاکی زمین‌های شیب‌دار می‌شود. با توجه به دلایل فوق شرایط آب و هوایی حوضه

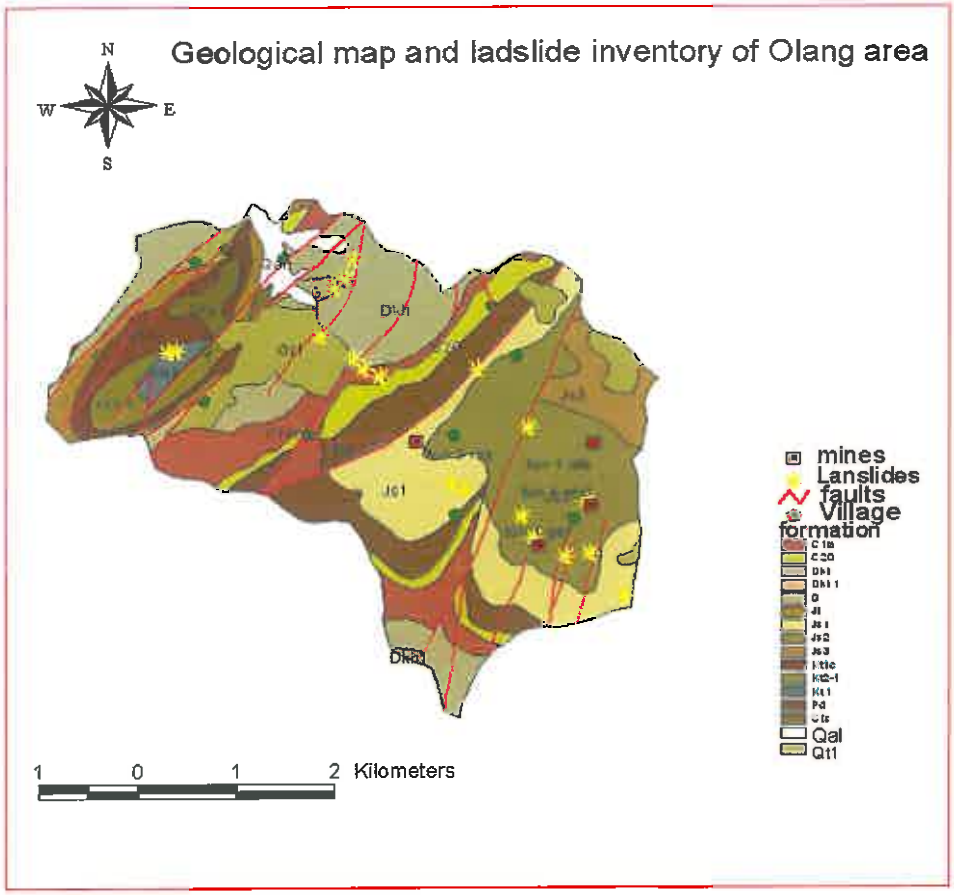
مورد مطالعه زمینه لازم برای وقوع زمین لغزش‌ها را دارا می‌باشد. به طوری که میزان متوسط بارندگی سالیانه ۶۷۸/۴ میلی متر بوده و بخش قابل توجهی از ریزش‌های جوی به صورت باران است. این امر سبب سنگین شدن خاک در اثر جذب آب باران شده و همچنین بارش سبب افزایش فشار آب منفذی شده و کاهش چسبندگی در خاک را سبب می‌گردد .

۴-۶-۲-۲- ساختار و سنگ شناسی

تاثیر منفی عامل لیتولوژی در وقوع ناپایداری و گسیختگی شیب‌ها در این حوزه را به وضوح می‌توان مشاهده کرد. به طوری که وجود شیل و ماسه‌سنگ در منطقه و قدرت جذب آب بسیار بالای آن و همچنین نفوذناپذیری آن سبب سنگین شدن خاک منطقه شده، توده شیل دارای میان لایه‌های زغال خاکستری نیز می‌باشد. که تشکیل سطوح ضعیف را داده‌اند . وجود گسل‌های اصلی و فرعی بیشمار و درز و شکاف‌های فراوان نیز زمینه وقوع لغزش‌ها را بیشتر مهیا و فراهم می‌کند .

سازند شمشک که تناوبی از شیل، ماسه سنگ و زغال سنگ می‌باشد از هر جهت مستعد لغزش است. شیلها آب را جذب می‌کنند، ابتدا به صورت خمیری سفت در می‌آیند و تغییر شکل آغاز می‌شود و با ادامه عمل آبگیری بصورت خمیر شکل در آمده و جابجا می‌شود و پتانسیل بالای جهت وقوع لغزشهای چرخشی را فراهم می‌آورند. حدود ۵۰٪ لغزشهای اتفاق افتاده در سنگهای شیلی اتفاق افتاده‌اند یا محل تناوبی از شیل و ماسه سنگ بوده است.

حرکات تکتونیکی هم در هر منطقه می تواند باعث افزایش زاویه شیب شده و در دراز مدت به ایجاد لغزشها کمک کند. در منطقه دو گسل اصلی (جوزچال-رضی و جوزچال قشلاق) وجود دارد و در حدود ۴۰ گسل فرعی دیگر در حوضه قابل شناسایی است. تقریبا ۵۰٪ لغزشها در مجاورت گسلها اتفاق افتاده‌اند.



نقشه ۴-۳ زمین شناسی و رابطه آن با لغزشها

۴-۶-۲-۳- شیب و ارتفاع دامنه

در یک واحد لیتولوژیکی و در شرایط ثابت، دامنه های که پر شیب تر است استعداد لغزش و ناپایداری آن بیشتر خواهد بود. در این حوضه مناطق دارای شیب متوسط (۱۲-۴۰ درصد) بسیار قابل توجه بوده و بخش زیادی از دامنه ها را به خود اختصاص می دهد (بای،۱۳۸۶).

جهت شیب غالب در حوضه شمال و شمالغرب است و بیشترین لغزشها در همین جهت اتفاق افتاده است. در شیبهای آفتابگیر نیز مقدار مواد آلی کمتر و چسبندگی خاک هم کاسته شده و دامنه مستعد

لغزش می‌شود (رفاهی، ۱۳۷۷) .البته نقاط با شیب زیاد نیز وجود دارند که لغزش در آنها رخ نداده است مثلا در سازندهای آهکی لذا عملکرد شیب دامنه در ارتباط با عوامل دیگر است.

۴-۶-۲-۴- فرسایش

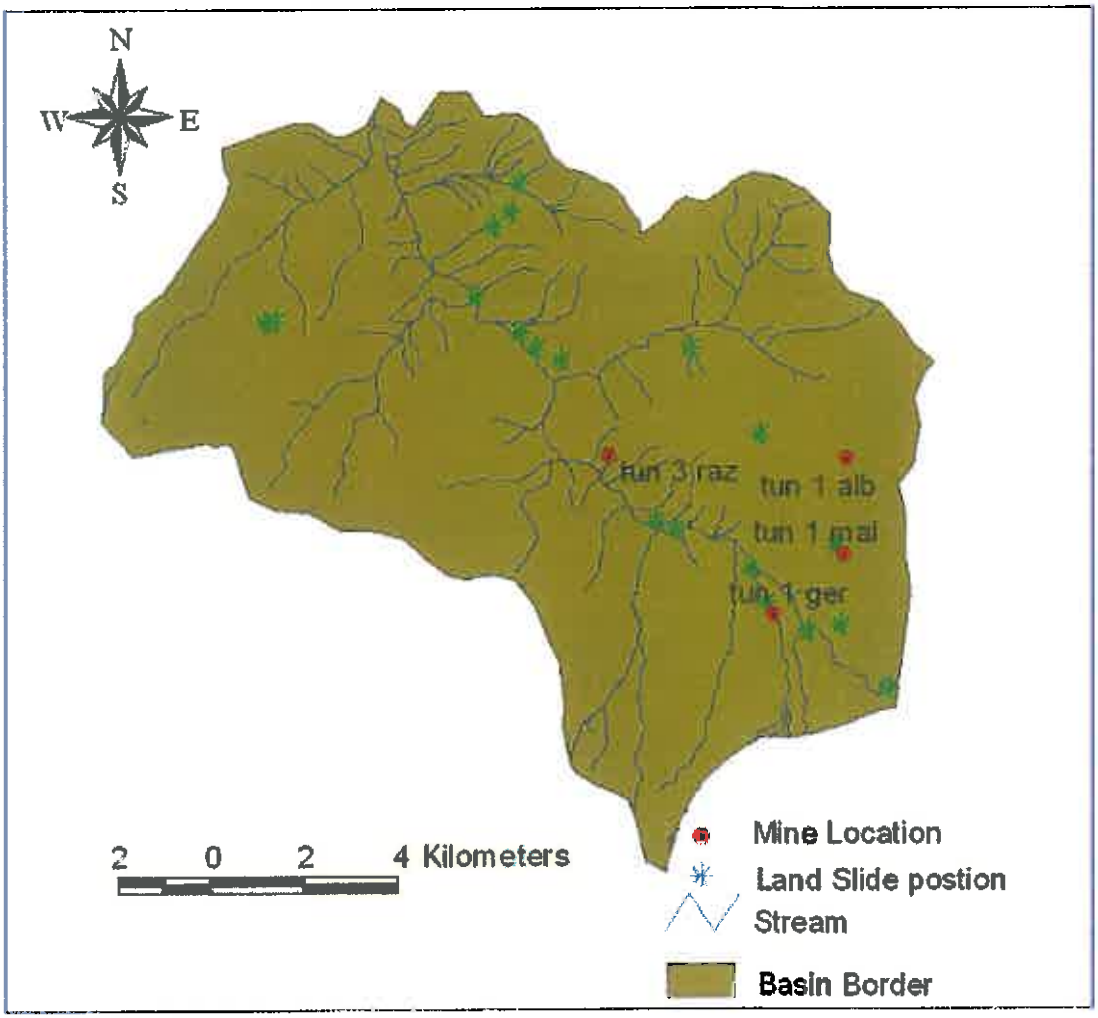
فرسایش و زیرشویی شیب و دامنه‌ها بوسیله جریان‌های پر سرعت سیلابی یا رواناب‌های سطحی و یا جریان‌های رودخانه‌ای فرایندی است که عامل بسیاری از پدیده‌های لغزشی است. فرسایش پای شیب به مرور زمان و توسط جریان‌های آبی و عمدتاً سیلابی باعث بهم خوردن نیروهای متعادل‌کننده دامنه می‌شود. این عمل تاثیر نیروهای برشی مخرب را افزایش داده و در نهایت ناپایداری شیب را باعث می‌گردد. شروع ناپایداری معمولاً با بروز یک سری ترک‌های کششی در بالای دامنه آغاز می‌گردد و به مرور به سقوط یا لغزش منتهی می‌شود.

تاثیر بارز زیر شوئی شیب‌ها به وضوع در حوزه مورد مطالعه مشاهده می‌شود (نقشه ۴-۴) به طوری که نیمی از لغزش‌های اتفاق افتاده دقیقاً در دامنه‌های منتهی به رودخانه‌ها به وقوع پیوسته‌اند و حجم قابل توجهی از مواد لغزشی مستقیماً وارد جریان سیل یا رودخانه‌ها می‌شود. تراکم زیاد شبکه زهکشی نشانه وجود سنگهای نفوذ ناپذیر، بارش شدید باران، پوشش گیاهی کم و کندو کاو فعال رودخانه‌ای استکه همگی ممکن است احتمال وقوع لغزش را افزایش دهند (نیک اندیش، ۱۳۷۳)

۴-۶-۲-۵- آب های زیر زمینی

آب زیرزمینی یکی از مهمترین عوامل تسریع‌کننده حرکات دامنه‌هاست، افزایش آب به معنی افزایش وزن دامنه یا چگالی ظاهری آن است که خود می‌تواند نقش منفی در پایداری داشته باشد. آب زیرزمینی نیروهای مقاوم در طول سطح گسیختگی را کاهش داده و نیروهای رانشی را در درزها و شکاف‌ها افزایش می‌دهد. به طور کلی فشار آب منفذی باعث کاهش تنش عمودی موثر بر سطح گسیختگی شده به عبارت دیگر باعث کاهش مقاومت برشی مواد دامنه می‌گردد. در سنگ‌های درز و شکاف‌دار عامل ناپایداری نه مقدار آب بلکه میزان فشار آن است. از این رو حتی مقدار کمی آب موجود

در یک درزه قائم می‌تواند فشار رانشی زیادی ایجاد کند. در خاک ها نیز فشار آب نقش مهمتری در مقایسه با مقدار آب دارد. از این رو گسیختگی ها و حرکات بعد از بارندگی شدید را نباید محصول عمل لغزنده کنندگی آب، که بیشتر به دلیل بالا رفتن فشار آب منفذی دانست. وجود درزه و شکاف های فراوان در محل وقوع لغزش‌ها بویژه بالادست آنها موجب نفوذ میزان زیادی از بارندگی شده و فشار زیادی را ایجاد می‌کند که یکی از دلایل وقوع لغزش ها در منطقه می‌باشد.



نقشه ۴-۴ ارتباط آبراهه‌ها و لغزش در حوضه

۴-۶-۲-۶- کاربرد اراضی

کاربری اراضی نقش مهمی در پایداری یا عدم پایداری دامنه‌ها دارد. در این حوضه زمینها و نواحی شیب دار مرتعی و جنگلی زیادی به زمینهای کشاورزی تبدیل شده است. ریشه گیاهان مرتعی موجب افزایش مقاومت برشی توده شیب‌دار می.گردد. قطع آنها و کشت گیاهان یکساله و آبیاری آنها منجر به کاهش مقاومت برشی توده و نهایتا افزایش ناپایداری می‌شود. وقوع لغزشهای متعددی در مناطق روستائی و یا کنار جاده‌های ارتباطی نشانگر اهمیت فعالیتهای انسان در بر هم زدن محیطهای با ریخت شناسی پایدار و وقوع حرکات دامنه‌ای است. بسیاری از زمین لغزشهای حوضه در نتیجه مدیریت بد کاربری از جمله قطع جنگلها و فعالیتهای ساختمان سازی می‌باشد (چوبینه، ۱۳۷۹).

عکس ۴-۵ یکی از لغزشهای بزرگ در نزدیکی معدن ملچ آرام که در سال ۱۳۸۵ به وقوع پیوسته است

عکس ۴-۶ یکی از لغزشهای بزرگ در نزدیکی معدن ملج ارام که در سال ۱۳۸۵ به وقوع پیوسته است

عکس ۴-۷ ریزش در جاده النگ

فصل پنجم

نتیجه گیری

وپیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری

۱- مهمترین اثر معدنکاری در النگ مربوط به باطله‌ها و ورود زهاب معادن به آبهای سطحی می‌باشد که موجب افزایش مقادیر Ec, SO_4, Fe, Cr, As گردیده است. علت اصلی افزایش این عوامل دفع نادرست باطله‌ها می باشد. زهاب معادن به همراه بخش عمده باطله‌ها روانه رودخانه‌ها می‌شود که اثرات زیست محیطی متعددی را بهمراه دارد. ورود زهاب معادن باعث افزایش شوری و مواد آلی موجود در آبهای سطحی شده و کیفیت آب جهت مصارف آشامیدنی و کشاورزی کاهش می‌یابد. همچنین بر اثر نفوذ آب، فلزات سنگین موجود نظیر آرسنیک، کروم و ... آزاد شده و باعث ایجاد بیماریهای مختلف در انسان می‌گردد.

۲- بررسی آنالیز میکروبی نمونه‌های اخذ شده از منابع مختلف نشان می‌دهد که زهاب معادن و تاسیسات به شدت از نظر میکروبی آلوده بوده و حاوی کلی‌فورمهای مدفوعی است و از آنجا که قبل از تصفیه وارد آبهای جاری می‌شوند، باعث غیر قابل شرب شدن آبهای منطقه گردیده است. این آلودگی از زهاب معادن، تاسیسات، سلف سرویسها و زباله‌های تولید شده ناشی می‌شود. بیشترین آلودگی مربوط به فاضلاب حمام معدن و معدن رضی می باشد، البته یکی از عوامل آلاینده مهم آب رودخانه فاضلاب روستای رضی است که قبل از تصفیه وارد رودخانه می‌شود.

۳- در محدوده معدنی جمعا ۱۰ لغزش شناسایی شده است. لغزشها در حاشیه رودخانه، حاشیه جاده‌ها ومجاور معادن واقع شده‌اند. دلیل وقوع تعدادی از لغزشها احداث جاده معدنی می‌باشد.

این ریزشها و لغزشها باعث مسدود شدن راههای ارتباطی و اشکال در رفت وآمد می‌شوند همچنین باعث بروز مشکلات اجتماعی نظیر متروک شدن روستاها وکوچ مردم به شهرها و حاشیه‌نشینی گردیده‌اند پدیده‌ای که اکنون در رامیان دیده می‌شود.(ایجاد شهرک ملچ آرام در جنوب شهر رامیان).

۵-۲- پیشنهادات:

۱- با توجه به اینکه باطله‌ها عامل اصلی افزایش غلظت پارامترهای COD, SO_4، و فلزات سنگین می‌باشند، جهت کاهش آلودگی لازم است که نسبت به دفن صحیح باطله‌ها اقدام شود. استفاده از آنها جهت پر کردن کارگاهها و یا پوشانیدن آنها توسط لایه‌های از رس و یا پر نمودن چاله‌های ناشی از استخراج شن وماسه با مکان یابی مناسب به عنوان راهکار پیشنهاد می‌گردد.

۲- توصیه می‌گردد که زهاب معدن را ابتدا وارد سپتیک کرده و پس از گندزدائی در یک مسیر پرپیچ و خم و پلکانی به سمت رودخانه هدایت نمایند. استفاده از زهاب جهت مرطوب نمودن زغالسنگ نیز مطلوب به نظر می‌رسد زیرا هم از ایجاد غبار و آلودگی هوا جلوگیری می‌شود و هم مقدار خیلی کمی از آن به رودخانه نفوذ می‌کند.

۳- برای جلوگیری از ایجاد زهاب اسیدی پس از بستن معادن لازم است پمپاژ آب اکلونها ادامه یابد و بخصوص رفتارنگاری زهاب بطور پیوسته انجام شود.

۴- باتوجه به استخراج و بهره برداری از معادن پیشنهاد می‌گردد شرکتهای معدنی نسبت به ترمیم پوشش گیاهی که بر اثر عملیات اکتشاف و استخراج آسیب دیده اند اقدام نمایند. کاشتن درختان در جاده‌های که به سکوهای حفاری قدیمی منتهی می‌شوند ضروری است، زیرا با وجود گذشت سالها به علت نبود لایه روی خاک درختی در این مسیرها نمی‌روید. در ارتباط با عملیات معدنکاری فعلی نیز با هرگونه توسعه راهها در مورد معدن ملچ آرام با حساسیت خاص برخورد شود زیرا در این منطقه معدنی همه ساله لغزشهای بزرگی رخ می‌دهد که به نظر می‌رسد خسارت زیست محیطی ناشی از این لغزشها بیش از ارزش زغالسنگ استخراجی باشد.

۵- نسبت به پایدارسازی لغزشهای موجود اقدام گردد و مانع از گسترش لغزش شوند. زهکشی آب سطحی و جلوگیری از ورود آب به توده لغزشی و دامنه‌های مستعد ناپایداری راهکار مناسبی می‌باشد.

Abstract

Olang coal mines are located 100-130 km to the south of Gorgan and 20 km from Ramian, in Ghareh Chay catchment. In this study, the environmental effects of mining in this area including slope instability, surface water pollution (including microbiological pollutants) and erosion problems have been evaluated. To undertake this research, all slides were mapped and the probable causes assessed. The result of the study show that the frequency of slides in mining area is more than the other locations and the human activity together with the suitable natural conditions such as geology, climate, hydrology have led to instability.

For the assessment of surface water pollution, 34 samples were taken from the drainage lines, upstream and downstream of mining tunnels. The results of water quality tests show that the mine drainage increases salinity and organic content of surface waters, but do not significantly change the concentration of heavy metal.

Keywords: Environmental effect, Mining, Olang, Golestan province

منابع:

- احسانی، م. (۱۳۸۰) گوگردزائی زغالسنگ به روش استخراج محلول آبی سدیم هیدروکسید (Mcl) نشریه شیمی و مهندسی شیمی، سال ۲۰، شماره ۱، ص ۳۱-۳۸

- آر یو.کوک و جی شی دور کمپ.(۱۳۷۷) ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، ترجمه شاهپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت، جلد اول.

- آفتابی، ع. (۱۳۷۸) زمین شناسی زیست محیطی، غبار کانی‌ها، سنگ‌ها و موادمعدنی، فصلنامه معدن و فلزات شماره ۶۶، ص۴۲

- بانک اطلاعات مدیریت آبخیزداری جهاد کشاورزی استان گلستان (۱۳۸۶) سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

- بای، ا. (۱۳۸۶) پهنه‌بندی لغزش در حوضه آبخیز قره‌چای با استفاده از مدل AHP پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تربیت معلم سبزوار.

- جباری، ا. (۱۳۸۴) تحلیلی بر محدودیت های پهنه‌بندی مناطق حساس به حرکات توده‌ای مطالعه موردی، غرب و جنئب غرب، شهرستان ارومیه. نشریه جغرافیا و توسعه، پائیز و زمستان ۱۳۸۴

- حافظی، ن و مهدیزاده، ح (۱۳۷۵) پهنه بندی خطر لغزش در منطقه النگ، طرح پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود (۱۳۷۵).

- چوبینه، م. (۱۳۷۹) نقش مطالعات ژئومورفولوژیکی در بلایای طبیعی مطالعه موردی حوضه آبخیز رودخانه رامیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، پایان نامه دکتری جغرافیای طبیعی

- دانش، م. (۱۳۷۴) اکتشاف زغالسنگ، انتشارات صنعت فولاد، ص ۳۲۰.

- دور اندیش، م و شهاب پور، ج (۱۳۸۱) بررسی اثرات زیست محیطی زهاب اسیدی معدن در معادن زغالسنگ کرمان. مجموعه مقالات پنجمین همایش انجمن زمین شناسی ایران- دانشگاه تهران ص ۲۰۳ - ۲۰۸.

- رفاهی، ح. (۱۳۷۷) فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ سوم دانشگاه تهران.

- رهنمایی، م. (۱۳۷۰) توانهای محیطی ایران. مرکز مطالعات شهرسازی و مسکن تهران، ص۲۳۶.

- سازمان محیط زیست استان گلستان (۱۳۸۴) آمار و اطلاعات معادن زغالسنگ شمال کشور، سازمان محیط زیست استان گلستان (۱۳۸۴).

- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰ :۱ منطقه النگ

- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۶۹) نقشه ۲۵۰۰۰۰ : ۱زمین شناسی گرگان.

- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور(۱۳۸۴) نقشه ۱۰۰۰۰۰ :۱ زمین شناسی خوش ییلاق.

- سلمانیان، ح (۱۳۸۵) بررسی عوامل موثر در وقوع زمین لغزشهای حوضه آبی صفا رود شهرستان رامسر با کمک GIS، دانشگاه تربیت معلم سبزوار، پایان نامه کارشناسی ارشد.

- سهرابی، و. قادری، م. سالاری راد، م. (۱۳۸۳). .بررسی پتانسیل تولید زهاب اسیدی از باطله‌های کارخانه زغالشویی البرز شرقی با استفاده از آزمایش ABA اصلاح شده، مجموعه مقالات کنفرانس مهندسی معدن ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۱۴۱۱-۱۴۲۶.

- شرکت زغالسنگ البرز شرقی (۱۳۷۲) نقشه ۵۰۰۰:۱زمین شناسی منطقه النگ

- شریفی، ر و دریا باری، ج. (۱۳۷۵) بررسی زمین لغزه روستای ملچ آرام شهرستان رامیان، چهارمین کنفرانس دانشجویی عمران، دانشگاه علم و صنعت،ص۷۹-۷۳.

- شیروانی، ع. غفوریان، ح (۱۳۷۹) بررسی و اندازه‌گیری در صد خاکستر زغالسنگ و ترکیبات آلی با روشهای هسته‌ای، نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران، سال ۱۹ ، شماره ۲ ، ص۷۲-۷۸ .

- صباغی، ع. خزائی، ع. پاکراه، ک. حسینی نسب، ر (۱۳۸۲) بررسی اقتصادی خاکستر و باطله‌های معادن زغالسنگ استان گلستان، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گلستان، شماره ۱۲۶، ص۲۳۸.

- طرحهای جنگل‌کاری و حفاظت از آن توسط مهندسین سازمان جنگلها (۱۳۸۱)

- عبدالامیر، ک (۱۳۸۳) کاربرد مدل ترکیب خطی وزین(WLC) در پهنه‌بندی پتانسیل وقوع زمین-لغزش مطالعه موردی، منطقی سرخون در استان چهار محال وبختیاری، نشریه جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان ۱۳۸۳.

- عطار پور فرد، ع. حسینی، ع (۱۳۷۵) بررسی زمین لغزش روستای ملج آرام شهرستان رامیان، چهارمین کنفرانس دانشجویی عمران، دانشگاه علم و صنعت، ص ۷۳-۷۹

- علیجانی، ب و کاویانی، م (۱۳۷۹) مبانی آب و هواشناسی، تهران، انتشارات سمت ص ۳۷۸-۳۵۹

- فرهادی نژاد، ط، قیومی، ج، شریعت جعفری، م، ویسکرمی، ا .(۱۳۸۳) ارزیابی روشهایی پهنه بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه سرخاب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک آبخیزداری

- قلی پور، م، مظاهری، ا، رقیمی، م (۱۳۸۵) مطالعه کانی‌شناسی سطحی باطله‌های کارخانه زغالشویی زیرآب، البرز مرکزی استان مازندران.

- کشاورز، ب. شهابپور، ج. شفیعی، ب. ناصح، ر. ۱۳۸۵ .بررسی اثرات زیست محیطی زهاب اسیدی معدن(AMD) ، در معادن زغالسنگ کرمان مجموعه مقالات پنجمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تهران ص ۲۰۳-۲۰۸ .

- مبرا، م (۱۳۷۵) بررسی پدیده زمین‌لغزش در جنگل واز، پایان‌نامه کارشناسی ارشدجنگلداری، دانشگاه تهران.

- مر، ف، هرمزی، ا و یعقوب‌پور، ع، ۱۳۷۵، منابع معدنی از دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی، انتشارات ویژه نشر، ص ۵۸۰.

- گزارش اکتشافات مقدماتی بخش زغالدار منطقه النگ و ملج آرام فوقانی(۱۳۶۹)، شرکت زغالسنگ البرز شرقی اسفند (۱۳۶۹).

- نیک اندیش، ن (۱۳۷۷) نگرشی بر اهمیت حرکات توده‌ای زمین در ایران، مجموعه مقالات سمینار ملی بررسی سیاست‌ها و روشهای بهره برداری بهینه از اراضی، نشر جهاد سازندگی، شماره ۱۵۵.

- یزدی، م. (۱۳۸۲) زغالسنگ از منشاء تا اثرات زیست محیطی، جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، ص ۲۵۰-۲۳۷.

- یعقوبی، ع، کمالی، م، پناهی، ا (۱۳۷۵) ، بررسی ناپایداری دامنه‌های جنگلی در حاشیه جاده شاهرود-رامیان، چهارمین کنفرانس دانشجوی عمران، دانشگاه علم و صنعت، ص ۹۲-۸۶.

-Alexandra, N.G. Paul, F.C.(2004) Hanges in geochemistry and mineralogy of thermally altered coal, Upper Hunter Vally, Australia Coal Geology. 51: p. 197-210.

-Banks, S.B, Banks, D. (2001) Abandoned mines drainage impact assessment and mitigation of discharges from coal mine in the uk. Engineering geology. 60; p.31-37.

-Bojarska, K. Bzowski, Z.(1995) Major chemical components and mineralogical character of the inorganic matter of energetic coal from the east part of upper Silesia coal basin (Poland). Proc 12°' Annu mt Pittsburgh coal conf. Pittsburgh. P. 6-511.

-Bortnikova, S.B. Smolyakova, N.V. (2001) Geochemical consequences of acid mine drainage into a natural reservoir: inorganic precipitation and effects onplancton activity.j.geochem.explor.74.p.127-139.

-Butter, D,Mills,M.Davise, G.Bourn, G.Foolchand, D.(1994) A survey of ferruginous mine water impact in the welsh office contravt no,wep/138/11, nra. Welsh region report ,p.41.

-Calkins, W.H(1994) The chemical forms of sulfur in coal: areview fuel jour vol 43, p. 345.

-Christanis, K., Georgako Poulos, A., Freandez Turiel , J.L., Bouzinos, A., (1998) Geological factors influencing the concentration of trace element in the Philppi peatland, eastern Macedonia, Greece. Coal geology 36. p. 295-3 13.

-Dold, B.(2000) Basic concepts in environmental geochemistry of sulfide mine-wast, unescoy society of economic geology (seg).

-Gary, N.F. (1997). Environmental impact and remediation of acid mine drainage; a management problem. Environ.geol.30:p.62-71.

-Hedin, R.S. noirn, R.W. Kleinmenn, R.L.P.(1994) Passive treatment of coal mine drainage, u.s. bureau of mines information circular ic 9389, Pittsburgh,pa

-Jambor, J.L. Blowes, D.W.(1998) Theory and applications of mineralogy in environmental studies- bearing mine waste. In: cabri, l.j. and Vaughan, d.j. 9eds) modern approaches to ore and environmental mineralogy, mineralogical association of Canada, nepean, vol27; p.367-401.

-James, G. (1990) Environmental technology. Handbook, applied engg. Tech. series, p.71-104.

-Kambole, M.S. (2003) Managing the water quality of the kafue river.phys.chem.earth 28: p.1105-1109.

-Kelly, M. (1991) Mining and the freshwater environment.elsivier pub. P 33-99.

-Kim, J.J, Kim, S.M, Tazaki, K. (2002) Mineralogical characterization of microbial ferrihdrite and schwertmannite, and mon- boiogenic al-sulfat precipitates from acid mine drange in the donghae mine area, korea, environmental geology, vol42:p.19-31.

-Klein, J. et al (1994) Microbial desulfurization of coal and oil,fuel processing tech, vol 40: p. 297-310.

-Kreshtapova, v., (1993) Trace Elements in Peat Soils and Peat Landscapes of the European Russia. Rossel Khozizdat, Moscow, p. 148.

-Lupankwa, K.Love, D. Mapani, B.S. and Mseka, S. (2004) A. Impact of a base metal slimes dam on water seytems. Madziwa mine, Zimbabwe. phys. chem earth 29: p. 1145-1151.

-Merritt, R.D.(1990) Thermal alteration and rank variation of coals in the Matanuska field, south-centpal Alaska. International Journal of Coal Geology, 14, p. 255- 276.

-Morrison, G.F.(1981) Chemical Desulfurization of coal . lEA Coal Resrch. London.

-Pesek, J. S. Oplustiil, J. Peskova and Skocek (1995) Procceding of European coal conference.pprague, pp.11-78.

-Popovic, A. Djordjevic, D. Polic, P. Zool Trace and major element pollution originating from coal ash suspension and transport processes, Environmental International, Vol, 26: p. 251-255.

-Ravengai, D.Love, D.Love, I. Gratwicke, B. Mandingaisa, O. and Owen, r.J.S. (2005) Impact of iron duke pyrite mine on water chemistry aquatic life mazowe vally, Zimbabwe. p. 219-228.

-Ren, D., Zhao, f., Wang, Y., Yang, S.(1999) Distribution of minor and trance element in Chinese Coal. Coal Geology. 40: p.109-118.

-Rose, A.W. Cravotta, CA., C. (1998) Geochemistry of coal mine drrainge, in coal mine drainage predication and prevention in pensilvania. Brady, b.c.smith, m.w. schueck,j. (eds) Pennsylvania dept environm protection, Harrisburg.pa.p.1-22.

-Smith, G.V, and Liu, J.H.(1978) Mossbaur Speciesian Coal. Fuel. p 57-562.

-Swaine, D.J.,(1990) Trace Elements in Coal. Butterworths, London. p278

-Swaine, D.J and Goodarzi, F. (1995) Environmental aspect of trace elements in coal. kluwer academic pub, pp.250.

-Tasi, S.C(1982) Fundamental of coal Beneficiation and Utilization, Elsevier scientific publishing company. New York.

-Tomas, L.(2002) Coal geology. John wiley and Sons ltd p 285-311.

-Ward, C.R.(1980) Rewiew of mineral matter in coal Australian Coal Geology. 6: p. 87-110.

-Williams, T.M.Smith, B.(2000) Hydrochemical characterization of acute and mine drainage at Iran duke mine, mazowe, Zimbabwe, environmental geology, vol 39;272-278.

-Wisotzky, F. (1998) Chemical reactions in aquifers influenced by sulfide oxidation and in sulfide oxidation zone. Walter, g. helot, k. wim, s. in acidic mining lakes. Springr.p.223-2360

-Yazdi, m. Esmaelnia, S.A. (2003). Dual-energy gama-ray technique for quantitative measurement of coal ash in thhe shahrood min,Iran coal geology,55:p.151-156

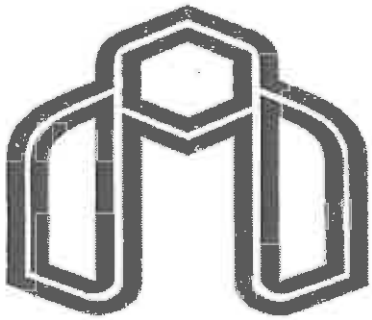
-Yazdi, m. Esmailnia, S.A. (2004). geochemical properties of coal in the Lushan coalfield or Iran, Coal geology, 60:p.73-79

-Zilberchmidt, M.Shpirt,M.kominitsas, K. paspaliaris, I. (2004) Feasility of thermal treatment of high sulfur coal wastes, minerals engineering, vol. 17:p.175-182.

-www.Ngdir.ir

-www.WHO.int/en

-www.EPA.gov



Shahrood University of Thechnology
Faculty of Earth Sciences

Environmental impact of mining in Olang area of Golestan province

(With special reference to the impacts of mine drainage on surface waters)

A thesis submited for the partial fulfillment
of the Degree of Master of Science

By
H.R. Amiri Moghadam

Supervisors
Dr N.Hafezi Moghadas
Dr G.A.Kazemi

Advisor
M. Shakiyba

Winter 2008