

جمهوری اسلامی ایران

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

# راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی

نشریه شماره ۶۱۱

وزارت صنعت، معدن و تجارت  
معاونت امور معادن و صنایع معدنی  
دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن

<http://www.mimt.gov.ir>

معاونت نظارت راهبردی  
امور نظام فنی

Nezamfanni.ir







بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۹۱/۱۰۸۵۴۱
تاریخ:	۱۳۹۱/۱۲/۱۹

موضوع: راهنمای ملاحظات زیست محیطی در فعالیتهای استخراجی

به استناد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و ماده (۶) آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲ و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (موضوع تصویب نامه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۶۱۱ امور نظام فنی، با عنوان «**راهنمای ملاحظات زیست محیطی در فعالیتهای استخراجی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می شود.

رعایت مفاد این ضابطه برای دستگاه های اجرایی، مشاوران، پیمانکاران و سایر عوامل ذی نفع نظام فنی و اجرایی، در صورت نداشتن ضوابط معتبر بهتر، از تاریخ ۱۳۹۲/۵/۱ اجباری است.

بهرروز مرادی





## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی:

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی

مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
  - ۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
  - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی‌علیشاه، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت

راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی، مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email: [info@nezamfanni.ir](mailto:info@nezamfanni.ir)

web: <http://nezamfanni.ir>





## بسمه تعالی

### پیشگفتار

نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت ۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیات وزیران) به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تاکید جدی قرار داده است و این امور به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و نظام فنی اجرایی کشور وظیفه تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای فنی طرحهای توسعه‌ای کشور را به عهده دارد. محیط زیست زنجیره‌ای در هم پیچیده از برهم‌کنش‌های فیزیکی، شیمیایی، زمین‌شناختی و زیست‌شناختی است که رابطه میان زندگی و سیاره زمین را مشخص می‌کند. مسایل و چالش‌های زیست‌محیطی در همه جا گسترده‌اند و در واقع کمتر نقطه‌ای از جهان را می‌توان یافت که عاری از این اثرات باشد.

کلیه فعالیت‌های انسانی به گونه‌ای بر محیط زیست تاثیر می‌گذارند. با توجه به این که آثار عملیات معدنی بر محیط زیست باید کمینه شوند، اما برخی از این اثرات نیز گریزناپذیرند و در هر فعالیت توسعه‌ای رخ می‌دهند که باید با مدیریت صحیح زیست‌محیطی این اثرات را به حداقل رسانید.

مسایل زیست‌محیطی که باید در مرحله استخراج مد نظر قرار گیرند، عبارتند از:

- مسایل زیبایی حفظ چشم‌اندازها و مناظر

- حفظ کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و پیشگیری از آلودگی آنها

- کمینه کردن اثرات استخراج معدن در مسایل زیست‌محیطی

نشریه «راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیتهای استخراجی»، شامل اطلاعاتی برای شناخت عملیات معدنکاری و تاثیرات آنها بر محیط زیست است. در این نشریه به انواع آلاینده‌های ناشی از فعالیتهای استخراجی و حدود مجاز آنها و عوارض زیست‌محیطی ناشی از روش‌های استخراج معادن پرداخته شده و در ادامه راهکارهای کاهش این عوارض ارایه شده است. با همه‌ی تلاش انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که ان‌شاء... کاربرد عملی و در سطح وسیع این نشریه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آنها را فراهم خواهد نمود.

در پایان، از تلاش و جدیت جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان امور نظام فنی همچنین جناب آقای مهندس وجیه‌ا... جعفری مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور در وزارت صنایع و معادن، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این نشریه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

معاون نظارت راهبردی

اسفند ۱۳۹۱



## مجری طرح

آقای وجیه‌ا... جعفری معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنایع و معادن

### اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

خانم فرزانه آقارضانعلی	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد مهندسی صنایع
آقای بهروز برنا	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس مهندسی معدن
آقای وجیه‌ا... جعفری	وزارت صنایع و معادن	کارشناس مهندسی معدن
آقای عبدالعلی حقیقی	معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای ناصر عابدیان	سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای هرمز ناصرینیا	سازمان نظام مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن

### اعضای کارگروه استخراج به ترتیب حروف الفبا

آقای کورش شهریار	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی معدن
آقای مهدی صفرزاده	کارشناس ارشد مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای مهدی عامری	کارشناس ارشد مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای هرمز ناصرینیا	سازمان نظام مهندسی معدن	کارشناس ارشد مهندسی معدن

### اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

آقای مهدی ایران‌نژاد	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی
آقای عبدالرسول زارعی	وزارت صنایع و معادن	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
آقای مصطفی شریف‌زاده	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	دکترای مهندسی مکانیک سنگ
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	کارشناس ارشد مهندسی معدن
آقای بهزاد مهرابی	دانشگاه تربیت معلم	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی

### اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی
آقای علیرضا فلسفی	کارشناس عمران امور نظام فنی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی





## فهرست

صفحه

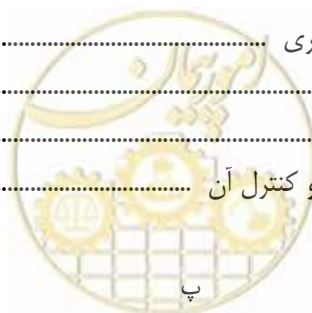
عنوان

### فصل اول - طبقه‌بندی انواع آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های استخراجی

- ۱-۱- آشنایی ..... ۳
- ۱-۲- آلودگی هوا و حدود مجاز آن ..... ۳
- ۱-۳- آلودگی آب و حدود مجاز آن ..... ۴
- ۱-۴- آلودگی خاک و حدود مجاز آن ..... ۵
- ۱-۵- آلودگی صوت و حدود مجاز آن ..... ۶

### فصل دوم - عوارض زیست‌محیطی فعالیت‌های استخراج معدن و نحوه کنترل آن‌ها

- ۱-۲- آشنایی ..... ۱۱
- ۱-۱-۲- تدوین ضوابط زیست‌محیطی ..... ۱۱
- ۲-۱-۲- کنترل مهندسی ..... ۱۱
- ۲-۲- حفاری ..... ۱۱
- ۲-۲-۱- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی هوا ..... ۱۱
- ۲-۲-۲- کنترل آلودگی ناشی از حفاری ..... ۱۲
- ۳-۲-۲- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی آب ..... ۱۳
- ۴-۲-۲- کنترل آلودگی آب ناشی از حفاری ..... ۱۳
- ۵-۲-۲- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی خاک یا زمین ..... ۱۳
- ۶-۲-۲- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی صوتی ..... ۱۴
- ۳-۲- آتشباری ..... ۱۵
- ۱-۳-۲- تاثیر عملیات آتشباری بر آلودگی هوا ..... ۱۵
- ۲-۳-۲- تاثیر عملیات آتشباری بر آلودگی آب ..... ۱۶
- ۳-۳-۲- تاثیر عملیات آتشباری بر آلودگی زمین ..... ۱۶
- ۴-۳-۲- تاثیر عملیات آتشباری بر آلودگی صوتی ..... ۱۶
- ۴-۲- بارگیری ..... ۱۷
- ۱-۴-۲- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی هوا و کنترل آن ..... ۱۷
- ۲-۴-۲- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی آب ..... ۱۷
- ۳-۴-۲- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی زمین ..... ۱۷
- ۴-۴-۲- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی صوتی و کنترل آن ..... ۱۷
- ۵-۲- باربری ..... ۱۸
- ۱-۵-۲- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی هوا ..... ۱۸
- ۲-۵-۲- کنترل آلودگی هوا ناشی از عملیات باربری ..... ۱۹
- ۳-۵-۲- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی آب ..... ۲۰
- ۴-۵-۲- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی زمین ..... ۲۰
- ۵-۵-۲- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی صوتی و کنترل آن ..... ۲۱



- ۲-۶- انباشتگاه باطله و کنترل آن ..... ۲۱
- ۲-۶-۱- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی هوا و کنترل آن ..... ۲۱
- ۲-۶-۲- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی آب و کنترل آن ..... ۲۲
- ۲-۶-۳- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی خاک یا زمین و کنترل آن ..... ۲۲
- ۲-۶-۴- روش احداث انباشتگاه باطله ..... ۲۳
- ۲-۶-۵- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی صوتی ..... ۲۴
- ۲-۷- سایر عملیات استخراج ..... ۲۴
- ۲-۷-۱- تاثیر بر آلودگی هوا ..... ۲۴
- ۲-۷-۲- تاثیر بر آلودگی آب ..... ۲۴
- ۲-۷-۳- تاثیر بر خاک ..... ۲۵
- ۲-۷-۴- تاثیر بر آلودگی صوتی ..... ۲۵

### فصل سوم- عوارض، اثرات و مشکلات زیست‌محیطی روش‌های استخراج معادن

- ۳-۱- معادن سطحی ..... ۲۹
- ۳-۲- معادن زیرزمینی ..... ۳۰

#### پیوست - تاثیرات زیست‌محیطی مواد معدنی



# فصل ۱

---

---

**طبقه‌بندی انواع آلاینده‌های ناشی از**

**فعالیت‌های استخراجی**





## ۱-۱- آشنایی

در فعالیت‌های استخراجی سنجش و کنترل آلودگی هوا، خاک، آب و صوت باید به صورت مستمر انجام گیرد. با تدوین و اجرای دستورالعمل‌های مرتبط باید اطمینان حاصل کرد که این عوامل آلوده‌کننده در حدود مجاز قرار داشته باشند و آسیبی به محیط کار و محیط زیست نرسانند.

## ۱-۲- آلودگی هوا و حدود مجاز آن

آلودگی هوا ممکن است ناشی از عملیات حفاری، آتشیاری، حمل مواد و نظایر آن‌ها باشد. در معادن سطحی مونو اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن و گوگرد طی عملیات آتشیاری و کار دستگاه‌های دیزلی به میزان ناچیزی تولید می‌شوند. مهم‌ترین عامل تولیدکننده گرد و غبار در اکثر معادن، حفاری و آتشیاری است. حدود ۸۵ درصد گرد و غبار در اثر حفر چال، ۱۰ درصد در اثر آتشیاری و ۵ درصد باقی‌مانده بر اثر سایر فعالیت‌های معدنی به وجود می‌آید. جدول ۱-۱ میزان گرد و غبار در هوا و درجه آلودگی آن، جدول ۱-۲ مقادیر مجاز ترکیب‌های مختلف گرد و غبار در معادن و جدول ۱-۳ استاندارد هوای آزاد در ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- میزان گرد و غبار در هوا و درجه آلودگی آن

کیفیت هوا	نوع هوا از نظر آلودگی	میزان گرد و غبار یا مواد آلوده کننده در هوا ( $gr/m^3$ )
خیلی خوب	بدون گرد و غبار یا آلودگی	کمتر از ۱
خوب	تقریباً بدون گرد و غبار یا آلودگی	۱-۵
متوسط	گرد و غباردار یا آلوده	۵-۱۰
بد	خیلی گرد و غباردار یا آلوده	۱۰-۲۰
خیلی بد	فوق العاده گرد و غباردار یا آلوده	بیشتر از ۲۰

جدول ۱-۲- مقادیر مجاز ترکیب‌های مختلف گرد و غبار قابل تنفس در معادن

واحد	مقدار مجاز	آلاینده
$fibr/cm^3$	۰/۵	آزبست، آموزیت
"	۲	آزبست، کریزوتیل
"	۰/۲	آزبست، کروسیدولیت
"	۲	سایر اشکال آزبست
$mg/m^3$	۲	میکا
"	۱۰	گرد و غبارهای مزاحم
"	۱۰	کربنات کلسیم
"	۱۰	پرلیت
"	۰/۰۱	آرسنیک
"	۰/۰۵	سیلیس
"	۱۰	ذرات نفتی معلق در هوا
"	۲	گرد و غبار زغال
"	۲	گرانیت طبیعی
"	۲	کائولن
"	۱	منیزیت
"	۱۰	سیمان پرتلند
"	۳	تالک

جدول ۱-۳- استاندارد حد مجاز آلایندههای هوای آزاد در ایران

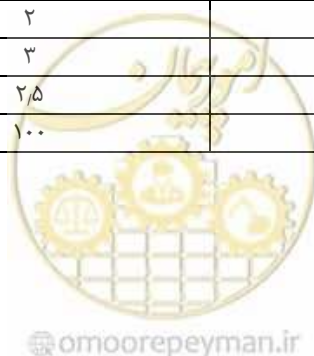
نوع آلاینده	حد مجاز (mg/m <sup>3</sup> )	زمان
ذرات معلق	۲۶۰	یک شبانه‌روز
	۷۵	یک سال
دی‌اکسید گوگرد	۳۶۵	یک شبانه‌روز
	۸۰	یک سال
دی‌اکسید ازت	۱۰۰	یک سال
ازن	۲۷۵	یک ساعت
منواکسید کربن	۴۰	یک ساعت
	۱۰	هشت ساعت
سرب	۱٫۵	یک ساعت

### ۱-۳- آلودگی آب و حدود مجاز آن

آلودگی ناشی از پساب‌های معدنی یکی از عمده‌ترین آلوده‌کننده‌های آب است و عملیات استخراج معدن تاثیر کمی در آلودگی آب دارد. بیشترین تاثیر فعالیتهای استخراجی در مسایل زیست‌محیطی آب، افت سطح ایستابی، انحراف مسیر آب‌راه‌ها و تولید زهاب اسیدی است. در جدول ۱-۴ حداکثر میزان مجاز مواد آلوده‌کننده در پساب‌های معدنی که به وسیله سازمان حفاظت محیط زیست تعیین شده، آورده شده است.

جدول ۱-۴- حداکثر میزان مجاز آلاینده‌ها در پساب‌های معدنی

ردیف	آلاینده	تخلیه به آب‌های سطحی (mg/l)	تخلیه به آب‌های زیرزمینی (چاه) (mg/l)	برای مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
۱	آلومینیم	۵	۵	۵
۲	آرسنیک	۰٫۱	۰٫۱	۰٫۱
۳	باریم	۵	۱	۱
۴	برلیوم	۰٫۱	۱	۰٫۵
۵	بورون	۲	۱	۱
۶	کادمیوم	۱	۰٫۱	۰٫۰۵
۷	کلسیم	۷۵	---	---
۸	کروم شش ظرفیتی	۰٫۵	۱	۱
۹	کروم سه ظرفیتی	۲	۲	۲
۱۰	کیالت	۱	۱	۰٫۰۵
۱۱	مس	۱	۱	۰٫۲
۱۲	سیانور	۰٫۵	۰٫۱	۰٫۱
۱۳	اکسیژن محلول	۲	---	۲
۱۴	فلورید	۲٫۵	۲	۲
۱۵	آهن	۳	۳	۳
۱۶	لیتیوم	۲٫۵	۲٫۵	۲٫۵
۱۷	منیزیم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰



ادامه جدول ۱-۴- حداکثر میزان مجاز آلاینده‌ها در پساب‌های معدنی

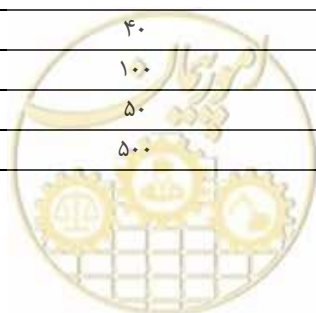
ردیف	آلاینده	تخلیه به آب های سطحی (mg/l)	تخلیه به آب های زیرزمینی (چاه) (mg/l)	برای مصارف کشاورزی و آبیاری (mg/l)
۱۸	منگنز	۱	۱	۱
۱۹	جیوه	صفر	صفر	صفر
۲۰	مولیبدیم	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۱	نیکل	۱	۲	۲
۲۲	نیتريت	۵۰	۱۰	---
۲۳	نیترات	۵۰	۱۰	---
۲۴	سرب	۱	۱	۱
۲۵	فسفر	۱	۱	---
۲۶	سلنیم	۱	۰/۱	۰/۱
۲۷	نقره	۱	۰/۱	۰/۱
۲۸	مواد جامد معلق	۳۰	-	۱۰۰
۲۹	سولفات	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰
۳۰	سولفید	۱	۳	۳
۳۱	روی	۲	۲	۲
۳۲	مواد رادیواکتیو	صفر	صفر	صفر

### ۱-۴- آلودگی خاک و حدود مجاز آن

در مورد آلودگی خاک یا زمین، دو مساله یکی آلودگی خاک در اثر ازدیات عناصر آلوده‌کننده ناشی از عملیات استخراج معدن و دیگری تغییر شکل ظاهری زمین در اثر حفر و برداشت مواد معدنی، پدیده نشست و انباشت باطله‌های معدن مورد توجه است. در مورد روش‌های مختلف استخراج معدن که منجر به نشست می‌شوند و نیز در مورد تاثیر انباشت مواد باطله در روش‌های مختلف استخراج بر محیط زیست در فصل ۲ توضیحات لازم داده شده و حد مجاز عناصر مختلف در خاک در جدول ۱-۵ درج شده است.

جدول ۱-۵- حد مجاز عناصر در خاک

عنصر	حد مناسب خاک (mg/kg)	حد مجاز برای سلامتی انسان و محیط (mg/kg)	حدی که در آن صورت بهبود وضعیت خاک ضروری است (mg/kg)
آرسنیک	۲۰	۳۰	۵۰
باریم	۲۰۰	۴۰۰	۲۰۰۰
کادمیوم	۱	۵	۲۰
کروم	۱۰۰	۲۵۰	۸۰۰
کبالت	۲۰	۵۰	۳۰۰
مس	۵۰	۱۰۰	۵۰۰
سرب	۵۰	۱۵۰	۶۰۰
جیوه	۰/۵	۲	۱۰
مولیبدن	۱۰	۴۰	۲۰۰
نیکل	۵۰	۱۰۰	۵۰۰
قلع	۲۰	۵۰	۳۰۰
روی	۲۰۰	۵۰۰	۳۰۰۰



## ۱-۵- آلودگی صوت و حدود مجاز آن

عملیات آتشباری، حفاری، حمل و نقل، بارگیری و تخلیه مواد در عملیات استخراج سر و صدا تولید می‌کنند. جدول ۱-۶ میزان متوسط صدای حاصل از تجهیزات معدنکاری آورده شده است. در جدول ۱-۷ حدود شنوایی انسان و در جدول ۱-۸ حد مجاز صدای بعضی از تجهیزات استخراجی برحسب دسی‌بل (dB) آورده شده است.

جدول ۱-۶- میزان متوسط صدای تولیدی تجهیزات معدنی

ردیف	تجهیزات	میزان صدا (dB)	محل اندازه‌گیری
۱	بادبزن‌های برقی	۹۰-۱۰۰	تا ۵ متری
۲	بادبزن‌های با هوای فشرده	تا ۱۱۰	در ۵ متری
۳	چکش بادی	۱۰۴-۱۱۲	محل متصدی
۴	مته حفاری با هوای فشرده	۱۱۰-۱۱۵	در ۱ متری
۵		۹۸	در ۱۵ متری
۶	کمپرسور بزرگ قابل حمل	۸۰	در ۷ متری
۷	دراکلاین ۷ متر مکعبی	۸۱	در ۱۵ متری
۸		۹۰-۹۲	کابین متصدی
۹	کامیون دیزلی	۷۴-۱۰۹	کابین متصدی
۱۰		۸۸	در ۱۵ متری
۱۱	بیل الکتریکی	۷۸-۱۰۱	محل متصدی
۱۲	گریدر	۷۶-۱۰۴	محل متصدی
۱۳	بولدوزر	۸۴-۱۰۷	محل متصدی
۱۴		۸۷	در ۱۵ متری
۱۵	لوکوموتیو	۷۵-۹۵	محل متصدی
۱۶	دستگاه حفاری	۷۲-۱۰۰	محل متصدی
۱۷	لودر	۸۳-۱۰۱	محل متصدی

جدول ۱-۷- حدود شنوایی انسان

میزان صوت (dB)	اثر
۶۰	حد شنوایی طبیعی
۷۵	آزار و اذیت کم
۸۵	آزار و اذیت زیاد
۱۱۵	حداکثر شدت صوت قابل تحمل انسان
۱۳۵	بسیار دردناک



جدول ۱-۸- حد اکثر صدای مجاز برای بعضی از ماشین‌آلات معدنی

ردیف	نوع ماشین	حد مجاز صوت (dB)	ردیف	نوع ماشین	حد مجاز صوت (dB)
۱	لودر	۷۵	۷	کمپرسور	۷۵
۲	بولدوزر	۷۵	۸	پرفراتور	۷۵
۳	تراکتور	۷۵	۹	ارابه چالزنی	۸۰
۴	شاول	۸۰	۱۰	ابزار پنوماتیکی	۸۰
۵	گریدر	۷۵	۱۱	زغال‌بر	۷۰
۶	دراکالاین	۷۵	۱۲	چال‌زنی پایه‌دار	۸۵





# فصل ۲

---

---

**عوارض زیست‌محیطی فعالیت‌های استخراج**

**معدن و نحوه کنترل آنها**





## ۱-۲- آشنایی

عوامل متعددی، بهداشت و سلامت افراد را تهدید می‌کنند. بعضی از این عوامل به شرح زیراند:

- قرار گرفتن در معرض گازهای سمی و گرد و غبار
- قرار گرفتن در معرض دما و رطوبت بیش از حد
- روشنایی نامناسب
- مشکلات سر و صدا و لرزش
- کمبود اکسیژن در هوا

شیوه‌های کنترل تهدیدهای زیست محیطی به شرح زیراند.

### ۱-۱-۲- تدوین ضوابط زیست محیطی

در کشورهای مختلف قوانین و ضوابطی برای فعالیت‌های مختلف تدوین شده است. با رعایت این قوانین و ضوابط می‌توان خطرات ناشی از فعالیت‌های مختلف را کاهش داد.

### ۲-۱-۲- کنترل مهندسی

در مورد فعالیت‌های استخراجی کنترل مهندسی شامل طراحی معادن، انتخاب تجهیزات مناسب، انتخاب و آموزش منابع انسانی و مدیریت این منابع برای رسیدن به اهداف ایمنی، بهداشت و تولید، است. عملیات استخراج معادن شامل عملیات حفاری، آتشیاری، بارگیری، باربری، مواد باطله، خدمات فنی (تهویه، آبکشی و نظایر آن‌ها) و سایر عملیات استخراج (تخریب کارگاه استخراج، پر کردن کارگاه استخراج و نظایر آن‌ها) است.

## ۲-۲- حفاری

### ۱-۲-۲- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی هوا

عملیات حفاری بیشترین تاثیر را بر آلودگی هوا دارد. میزان گرد و غبار تولید شده به سختی سنگ، رطوبت و فشار هوای فشرده بستگی دارد. هر چه سنگ سخت‌تر باشد با ثابت ماندن سایر شرایط، گرد و غبار حاصل ریزتر خواهد بود.

در معدنی که برای پیشروی سینه کار از آتشیاری استفاده نمی‌شود، سه عامل زیر در ایجاد و پراکندگی گرد و غبار دخالت دارند:

الف- خرد شدن سنگ در اثر اصابت مته به سنگ

ب- هوای فشرده خروجی از انتهای سرمته

پ- سقوط سنگ‌ها بر روی زمین بعد از کنده شدن



در معادنی که از ماشین‌های زغال‌بر برای استخراج استفاده می‌شود، هنگام حفر زغال‌گرد و غبار زیادی تولید می‌شود. ماشین‌های زغال‌بر کار خود را با خرد کردن فیزیکی زغال‌سنگ انجام می‌دهند. دندانه‌های برنده دستگاه که به زغال برخورد می‌کند، ضمن خرد کردن آن باعث ایجاد گرد و غبار می‌شود.

دود حاصل از موتورهای درونسوز نیز عامل آلوده‌کننده هوا است که این امر فقط در معادن زیرزمینی اهمیت دارد که با سیستم تهویه مناسب می‌توان آن را کنترل کرد. استفاده از موتورهای الکتریکی به جای موتورهای درونسوز باعث حذف این آلاینده می‌شود. به هنگام حفاری در معادن زغال‌سنگ، گاز متان و بعضی گازهای دیگر موجود در زغال‌سنگ نیز آزاد می‌شود که آلودگی هوای داخل معدن را در بر دارد. در معادن زغال‌سنگ باید سیستم تهویه مناسب برای رقیق کردن و خارج کردن گاز متان متصاعد شده، طراحی شود.

### ۲-۲-۲- کنترل آلودگی ناشی از حفاری

به منظور کنترل ناشی از حفاری، تمهیدات زیر توصیه می‌شود:

- الف- قبل از شروع عملیات حفاری، سینه‌کار و کلیه سطوح اطراف آن باید کاملاً آب‌پاشی شود.
- ب- حتی‌المقدور از ماشین‌آلات حفاری استفاده شود که به روش‌های مختلف تولید گرد و غبار حاصل را کنترل می‌کنند و یا کاهش می‌دهند (ماشین‌آلاتی مانند ماشین حفاری با سرآب‌پاش، ماشین حفاری با تغذیه آب محوری و یا استفاده از تجهیزات جذب و تصفیه گرد و غبار)
- پ- یکی از علت‌های ایجاد بیش از حد گرد و غبار استفاده از مته‌های کند است. با سرویس منظم دستگاه‌های حفاری باید آن‌ها را در شرایط خوبی نگه داشت و از مته‌های تیز استفاده کرد.
- ت- با جلوگیری از نشت هوای فشرده داخل لوله‌های انتقال هوای فشرده و دمش آن به خاک، می‌توان از پراکندگی گرد و غبار بیشتر، جلوگیری کرد.
- ث- تا حد امکان باید سرعت هوای خروجی از تجهیزات بادی مخصوص استخراج مواد معدنی را کم کرد یا هوا را به گونه‌ای تخلیه کرد که به سینه‌کار و یا کف محل برخورد نکند. به منظور منحرف کردن مسیر جریان هوا از وسایل مختلفی مانند دیسک‌ها یا روپوش‌های لاستیکی و همچنین مهره‌های آب‌بندی داخلی استفاده شود.
- ج- در معادنی که از دستگاه زغال‌بر برای استخراج استفاده می‌شود با استفاده از دستگاه‌های با تغذیه آب داخلی می‌توان ۱۳ تا ۶۰ درصد گرد و غبار قابل تنفس را کاهش داد. با استفاده از این دستگاه‌ها در معادن زغال‌سنگ از ایجاد جرقه و خطرات آتش‌سوزی احتمالی نیز جلوگیری می‌شود.

چ- طراحی سیستم تهویه مناسب به منظور خروج دود و گرد و غبار موجود در معدن

ح- برای حذف آلاینده‌های حاصل از سوخت‌های فسیلی حتی‌المقدور از ماشین‌آلات الکتریکی استفاده شود.



- خ- استفاده از سیستم آب‌پاشی برای ماشین‌آلات استخراج حفار مداوم<sup>۱</sup>
- د- هنگام استفاده از ماشین‌آلات حفاری که سیستم‌های آب‌پاشی برای کاهش گرد و غبار دارند و آب آن‌ها بازیافت می‌شود باید توجه داشت که هر چه آب کثیف‌تر باشد به همان نسبت راندمان ماشین برای کاهش گرد و غبار پایین می‌آید.
- ذ- نمونه‌گیری منظم از هوای محیط و جلوگیری از بیشتر شدن میزان گرد و غبار از حد مجاز
- ر- کنترل وسایل آب‌بندی و محل اتصالات و کنترل گرد و غبار ورودی به صافی‌ها و تخلیه به موقع محفظه‌های خروج گرد و غبار
- ز- انتخاب سرعت حفاری مناسب برای سنگ‌های مختلف برای کاهش میزان گرد و غبار.

### ۲-۲-۳- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی آب

عملیات حفاری کمترین تاثیر را در آلودگی آب دارد. هنگام عملیات حفاری و یا استخراج معدن ممکن است اجباراً مسیر آب‌های سطحی تغییر یابد و یا آب‌های زیرزمینی زهکشی شوند که هیچ کدام از حالت‌های یاد شده منجر به آلودگی آب نمی‌شوند. در مواردی ممکن است حفر گمانه یا چاه باعث سوراخ شدن سفره‌های زیرزمینی شود که در این حالت با عایق‌بندی دیواره چاه باید از نشت آب جلوگیری کرد. مهم‌ترین اثر استخراج مواد معدنی بر آب، تولید زهاب‌های اسیدی است. زهاب اسیدی معدن<sup>۲</sup> (AMD) به عنوان آلودگی شیمیایی آب در نتیجه اکسایش کانی‌های حاوی گوگرد به ویژه پیریت و پیرویت تعریف می‌شود و کانسارهای مورد توجه اصلی، کانسارهای سولفیدی هستند.

### ۲-۲-۴- کنترل آلودگی آب ناشی از حفاری

- در زمان حفاری، برای کنترل و جلوگیری از آلودگی آب موارد زیر باید مدنظر قرار گیرد:
- شناسایی آبخوان‌ها و جلوگیری از سوراخ شدن آن‌ها
  - حتی‌الامکان مسیر آب‌های سطحی تغییر داده نشود.
  - به هنگام نشت آب در معدن، با آبکشی مناسب باید آب را هر چه سریعتر تخلیه کرد.
  - در معادنی که پتانسیل تولید زهاب اسیدی وجود دارد باید برنامه کاملی برای مواجهه با آن تهیه شود. همچنین زهکشی مناسب معدن و سنگر باطله در کاهش اثرات مخرب آن موثر است.

### ۲-۲-۵- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی خاک یا زمین

حفر گمانه‌های اکتشافی، چال‌ها و سایر حفاری‌های با ابعاد محدود تاثیر چندانی بر آلودگی خاک ندارد ولی حفاری‌های بزرگ نظیر حفر تونل، چاه، کارگاه‌های استخراج مواد معدنی (روباژ یا زیرزمینی) و نظایر آن‌ها در آلودگی خاک تاثیر دارند.

1- Continuous miners  
2- Acid mine drainage



نشست و انباشت مواد حفر شده از مهم‌ترین عوارض عملیات استخراجی است که باعث تخریب سیمای طبیعی زمین می‌شود. فضاهای بزرگ ایجاد شده در معادن روباز و فضاهای خالی زیرزمینی ایجاد شده در معادن زیرزمینی اجتناب‌ناپذیر هستند و با برنامه بازسازی مناسب می‌توان اثرات این عارضه را به حداقل رساند. در معادن زیرزمینی مشخصات هندسی فضای حفر شده، چگونگی حفر و نوع نگهداری، مواد روباره و زمان، در میزان نشست سطح موثرند. خساراتی که در اثر نشست ایجاد می‌شود ممکن است باعث شکست‌های جدی در سطح زمین شود. جابه‌جایی همگن و یک شکل زمین به ندرت خسارات جدی را در بر دارد و مشکلات اکثراً در نتیجه جابه‌جایی ناهمگن ایجاد می‌شوند.

رعایت نکات زیر در کیفیت چشم‌انداز معدن موثر است:

- مصالح، رنگ و شکل ساختمان‌ها به گونه‌ای انتخاب شوند که با شرایط منطقه سازگاری داشته باشند.
  - کل ساختگاه معدن به ویژه زیربنای ساختمان‌ها به خوبی متراکم‌سازی شود تا از نشست ساختمان‌ها و ایجاد منظره زشت پیشگیری شود.
  - از ایجاد هر گونه چشم‌انداز ناموزون نسبت به منطقه اجتناب شود.
  - تا حد امکان ارتفاع ساختمان‌ها کوتاه باشد و در صورت ممکن بعضی از طبقات ساختمان در درون زمین ایجاد شوند.
  - ساختمان‌ها به گونه‌ای طراحی و تاسیس شوند که حداقل تاثیر را بر روی افق منطقه داشته باشند.
  - سیستم فاضلاب برای کلیه تاسیسات، طراحی و اجرا شود.
  - ایجاد چشم‌انداز مناسب
  - کاشت درخت، بوته و سبزه‌جات بر روی سنگ‌های باطله در صورت امکان
  - به هنگام شروع هر گونه حفاری در محدوده معدن باید تخریب پوشش گیاهی حداقل باشد.
- مشکلات ناشی از نشست زمین با استفاده از روش‌هایی قابل پیشگیری است. اگر در اطراف معدن ساختمان‌ها و تاسیسات مهمی وجود داشته باشند، باید مقداری از ماده معدنی به عنوان حریم در زیرزمین باقی بماند و یا باید با پر کردن کارگاه‌های استخراجی از نشست جلوگیری شود.

## ۲-۲-۶- تاثیر عملیات حفاری بر آلودگی صوتی

تجهیزات حفاری تجهیزات پر سر و صدایی هستند که تقریباً تمامی آن‌ها آلودگی صوتی ایجاد می‌کنند. حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات حفاری و حد مجاز آن‌ها در جدول ۲-۱ آمده است.

### الف- کنترل صدا

صدای ناشی از ماشین‌آلات حفاری باید حتی‌الامکان با استفاده از تجهیزات لازم کاهش یابد. باید با نصب کابین اپراتور برای دستگاه‌های حفاری (رو باز و زیرزمینی) اپراتور دستگاه را که به طور مداوم در معرض صدای دستگاه است از سر و صدا حفظ کرد. همچنین باید با تعمیر و نگهداری مناسب و استفاده از مته‌های حفاری تیز، سر و صدای حاصل را کاهش داد.



## ب- حفاظت از شنوایی

در صورتی که امکان کنترل صدا با روش های دیگر وجود نداشته باشد، استفاده از گوشی های محافظ و استاندارد ضروری است. مطالعات انجام شده نشان می دهد که این گوشی ها حدود ۱۵-۱۰ dB(A) از میزان صوت می کاهند.

جدول ۱-۲- حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین آلات حفاری و حد مجاز آنها

حد مجاز صوت dB(A)	میزان صدای ایجاد شده dB(A)					دستگاه
	در فاصله ۱۲۲ متری	در فاصله ۶۱ متری	در فاصله ۳۰ متری	در فاصله ۱۵ متری	حداکثر صدا (در کنار دستگاه)	
۸۰	۸۰	۸۶	۹۲	۹۸	۱۱۸	ارابه چالزنی
۷۵	۷۰	۷۶	۸۲	۸۸	۱۰۸	چالزن
۷۵	۶۷	۷۳	۷۹	۸۵	۱۰۵	ماشین حفاری
۸۵	۷۷	۸۳	۸۹	۹۵	۱۰۵	چالزن پایه دار
۷۰	۶۷	۷۳	۷۹	۸۵	۱۰۰	زغال تراش

## ۲-۳- آتشباری

## ۲-۳-۱- تاثیر عملیات آتشباری بر آلودگی هوا

آتشباری یکی از منابع مهم تولید گرد و غبار است. گرد و غبار متصاعد شده در عملیات آتشباری یک معدن به مقدار و مدت زمان استخراج بستگی دارد. در عملیات آتشباری علاوه بر گرد و غبار گازهایی چون مونواکسید کربن و دی اکسید نیتروژن نیز تولید می شوند که برای سلامتی مضر هستند.

موارد زیر برای کاهش گرد و غبار حاصله از آتشباری توصیه می شود:

الف- طراحی صحیح پارامترهای آتشباری

ب- کاهش تعداد دفعات آتشباری

پ- آب پاشی سینه کار آتشباری در صورت امکان

ت- تهیه مناسب در معادن زیرزمینی و آموزش و اطلاع رسانی در مورد مضرات دود و گاز برای پرسنل معدن

ث- انتخاب ماده منفجره مناسب، محل و طرح مناسب آتشباری و مقدار ماده منفجره مصرفی

ج- بعد از آتشباری تا زمانی که تمامی گرد و غبار و دود به طور کامل تهویه نشود، ورود به محل آتشباری ممنوع است.

چ- به هنگام شیفت کاری که کارگران در معدن مشغول به کار هستند، هر گونه آتشباری خارج از برنامه ممنوع است.

ح- مشخص کردن برنامه زمانی مناسب و دقیق (ترجیحاً آخر شیفت) برای عملیات آتشباری از خطرات احتمالی حاصل از گرد و

غبار آتشباری جلوگیری می کند.



### ۲-۳-۲- تاثیر عملیات آتشیاری بر آلودگی آب

عملیات آتشیاری تنها در مواردی که معدن آبدار است موجب آلودگی آب می‌شود که با زهکشی و طرح آبکشی مناسب می‌توان از این آلودگی جلوگیری کرد. استفاده از مواد منفجره ضد آب هم در بازده آتشیاری و هم در عدم آلودگی آب نقش بسزایی دارد.

### ۲-۳-۳- تاثیر عملیات آتشیاری بر آلودگی زمین

یکی از اثراتی که آتشیاری بر محیط زیست دارد، لرزش زمین است. انرژی ای که به هنگام آتشیاری آزاد می‌شود، صرف خرد کردن سنگ، جابه‌جایی سنگ، لرزش زمین و انفجار هوا می‌شود. اگر طراحی آتشیاری به گونه‌ای باشد که بیشتر انرژی برای خرد کردن و جابه‌جایی سنگ صرف شود، در آن صورت لرزش زمین و انفجار هوای حاصل از آن کمتر خواهد شد و اثر کمتری بر محیط زیست خواهد داشت.

برای کنترل اثرات آتشیاری بر محیط زیست موارد زیر باید مدنظر قرار گیرند:

- طراحی الگوی آتشیاری مناسب (با توجه به دستورالعمل‌ها و ضوابط)
- بازرسی دوره‌ای عملیات آتشیاری به منظور حصول اطمینان از درست انجام شدن عملیات
- شناسایی وضعیت زمین‌شناسی منطقه مورد آتشیاری
- اخطار همگانی درباره زمان آتشیاری
- پایش آتشیاری و اطلاع‌رسانی عمومی
- آموزش همگانی درباره عملیات آتشیاری

### ۲-۳-۴- تاثیر عملیات آتشیاری بر آلودگی صوتی

آلودگی صوتی آتشیاری به صورت انفجار هوا نمود پیدا می‌کند. انفجار هوا<sup>۱</sup> اصطلاحی است که برای توضیح ارتعاشات هوا در اثر عملیات آتشیاری به کار می‌رود.

به طور کلی آتشیاری بدون انفجار هوا امکان‌پذیر نیست. لرزش هوا در فرآیند آتشیاری به عوامل زیر بستگی دارد:

- طراحی الگوی آتشیاری (در کنترل طراح است)
- وضعیت زمین‌شناسی منطقه آتشیاری (در کنترل طراح نیست ولی می‌توان آن را به دست آورد)
- وضعیت آب و هوا (در کنترل طراح نیست و به راحتی هم نمی‌توان به دست آورد).

برای اطلاع بیشتر در این مورد به مقررات فنی مواد منفجره و آتشیاری در معادن نشریه شماره ۴۱۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور مراجعه شود.



## ۲-۴- بارگیری

### ۲-۴-۱- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی هوا و کنترل آن

عملیات بارگیری در معادن زیرزمینی نسبت به معادن روباز تاثیر بیشتری بر آلودگی هوا دارد که ممکن است تاثیر زیادی بر سلامتی کارگران داشته باشد. عملیات بارگیری معمولاً در محدوده چاه ورود هوا و راهروهای مربوطه انجام می‌شود و به این ترتیب، هوای ورودی و مواد معدنی در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند. در نتیجه گرد و غبار ایجاد شده، وارد کارگاه‌های استخراج می‌شود. از دیدگاه کنترل گرد و غبار بهتر آن است که ایستگاه‌های اصلی بارگیری و مسیر حمل و نقل مواد معدنی در نزدیکی چاه خروج هوا و یا راهروهای هوای برگشتی معدن احداث شوند، ولی این خواسته همیشه عملی نیست.

عامل دیگر آلوده‌کننده هوا، دود حاصل از کار دستگاه‌های بارگیری است که با موتورهای درونسوز کار می‌کنند. در معادنی که تعداد ماشین‌آلات درونسوز زیاد است، این امر به مساله مهمی تبدیل می‌شود. آلودگی‌های ناشی از دود این ماشین‌آلات با تهویه مناسب و نصب فیلترهای خاص قابل رفع است.

بهترین روش جلوگیری از ایجاد گرد و غبار هم در معادن زیرزمینی و هم در معادن روباز استفاده از آب است. آب‌پاشی مناسب، میزان گرد و غبار حاصل از بارگیری را در حد چشمگیری کاهش می‌دهد. موارد زیر در این باره توصیه می‌شود:

الف- حتی‌المقدور از ماشین‌آلات برقی یا هوای فشرده (به‌ویژه در معادن زیرزمینی) استفاده شود.

ب- طراحی سیستم تهویه مناسب برای رقیق کردن گرد و غبار و دود و گازهای دیگر

پ- پیش‌بینی فیلترهای مناسب برای نصب بر روی ماشین‌آلات دیزلی

### ۲-۴-۲- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی آب

عملیات بارگیری تاثیر خاصی بر آلودگی آب ندارد.

### ۲-۴-۳- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی زمین

عملیات بارگیری تاثیر بر آلودگی زمین ندارد.

### ۲-۴-۴- تاثیر عملیات بارگیری بر آلودگی صوتی و کنترل آن

ماشین‌آلات بارگیری در معادن سر و صدای نسبتاً زیادی تولید می‌کنند. حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات بارگیری و حد مجاز آن‌ها در جدول ۲-۲ آمده است.

برای کنترل آلودگی صوتی، موارد زیر توصیه می‌شود:

الف- سرویس و نگهداری مناسب تجهیزات بارگیری به منظور کاهش سروصدای ناشی از سایش قطعات مختلف دستگاه

ب- نصب اتاقک‌های راننده برای دستگاه‌های بارگیری (بیشتر در معادن روباز کاربرد دارد) به منظور کاهش آسیب‌های ناشی از

سر و صدا بر راننده



پ- نصب صدا خفه کن بر روی اگزوز تجهیزات بارگیری که موتور دیزلی دارند.

جدول ۲-۲- حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات بارگیری و حد مجاز آنها

حد مجاز صوت dB(A)	میزان صدای ایجاد شده dB(A)				حداکثر صدا	دستگاه
	در فاصله ۱۲۲ متری	در فاصله ۶۱ متری	در فاصله ۳۰ متری	در فاصله ۱۵ متری		
۸۰	۶۰-۷۱	۶۸-۷۷	۷۴-۸۲	۸۰-۸۹	۹۳	شاؤل
۷۵	۵۵-۷۰	۶۳-۷۶	۶۹-۸۲	۷۵-۸۳	۱۰۴	دراگالاین
۷۵	۵۵-۶۸	۶۱-۷۴	۶۷-۸۰	۷۳-۸۶	۱۰۴	لودر

## ۲-۵- باربری

### ۲-۵-۱- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی هوا

از دیدگاه تهویه در معادن، آلودگی هوای ناشی از عملیات باربری در معادن زیرزمینی نسبت به معادن سطحی اهمیت بیشتری دارد. تجهیزات باربری که در معادن زیرزمینی باعث آلودگی هوا می‌شوند به شرح زیر هستند.

#### الف- اسکریپر

این ماشین در سینه‌کارهای معادن فلزی برای حمل مواد معدنی به محل بارگیری به کار می‌رود. استفاده از این دستگاه در فواصل کوتاه ۱۵ تا ۱۸ متری به شرط آب‌پاشی کافی و تهویه مناسب، مشکلاتی از نظر افزایش گرد و غبار ایجاد نمی‌کند.

#### ب- ریزشگاه کانسنگ

انتقال مواد از طریق ریزشگاه کانسنگ، گرد و غبار زیادی تولید می‌کند. در معادن زیرزمینی از ناو زنجیری نیز استفاده می‌شود که آلودگی آن نسبت به سایر تجهیزات باربری کمتر است.

#### پ- نوارهای باربری

در سیستم باربری به وسیله نوارهای باربری، در اثر سقوط مواد در نقاط بارگیری و یا انتقال مواد معدنی از نواری به نوار باربری دیگر و یا ریختن به داخل واگن، گرد و غبار زیادی تولید می‌شود. بر اثر ارتعاش نوار در حال حرکت از روی قرقره‌ها و دور غلطک‌ها و همچنین بر اثر موانعی که درها و دریچه‌های تهویه در مقابل نوارها ایجاد می‌کنند، مقدار زیادی گرد و غبار وارد فضا می‌شود.

#### ت- واگن‌های معدنی

واگن‌ها از متداول‌ترین تجهیزات باربری در معادن زیرزمینی هستند. حمل و نقل مواد به صورت خشک، استفاده از واگن‌های معیوب و اضافه بار کردن واگن‌ها از عوامل عمده تولید گرد و غبار به وسیله این تجهیزات است.

#### ث- ماشین‌های حمل و نقل درونسوز

تجهیزات باربری که با موتورهای درونسوز کار می‌کنند، دود و گاز زیادی را در فضا پراکنده می‌سازند که به نوبه خود باعث



آلودگی هوا می‌شود، با استفاده از تجهیزات برقی و تهویه مناسب می‌توان آلودگی ایجاد شده را کاهش داد.

## ۲-۵-۲- کنترل آلودگی هوا ناشی از عملیات باربری

به هنگام استفاده از تجهیزات مختلف باربری در معادن زیرزمینی، رعایت نکات زیر برای رعایت سلامتی کارکنان معدن، کاهش گرد و غبار و کنترل آلودگی توصیه می‌شود.

### الف- اسکریپر

به هنگام استفاده از اسکریپر رعایت موارد زیر لازم است:

- مرطوب کردن موادی که جابه‌جا می‌شوند.
- هوای کثیفی که در مسیر حرکت اسکریپر پراکنده می‌شود باید به وسیله هوای تازه رقیق شده و به راهروی هوای برگشتی تخلیه شود و یا اینکه آن را تصفیه کرد.
- سرعت هوا در مسیر اسکریپر باید حدود ۰/۵ متر در ثانیه باشد.
- اسکریپر باید تقریباً در امتداد شیب لایه حرکت کند و راهروی عبوری نیز عرض کافی داشته باشد و از ضربات ناگهانی و انسداد مسیر جلوگیری شود.

### ب- ریزشگاه کانسنگ

رعایت موارد زیر در مورد ریزشگاه کانسنگ ضروری است:

- طراحی سیستم تهویه مناسب و در صورت لزوم استفاده از تهویه کمکی در ریزشگاه
- اگر به هر دلیلی مصرف آب ممکن یا مجاز نباشد توصیه می‌شود از دستگاه‌های جذب گرد و غبار استفاده شود.
- احداث سدها و تنظیم‌کننده‌های هوا به منظور جلوگیری از حرکت هوا در این محل‌ها و در نتیجه جلوگیری از پراکنده شدن گرد و غبار

### پ- نوارهای باربری

موارد زیر باید در مورد نوارهای باربری رعایت شود:

- ظرفیت نوار باید هماهنگی لازم با مقدار حداکثر تولید داشته باشد تا اضافه باری به آن تحمیل نشود و احتیاجی به ازدیاد سرعت نباشد.
- از ایجاد سد و مانع در کنار نوار نقاله‌ها اجتناب شود.
- در مکان‌هایی که سرعت زیاد نوار اجتناب‌ناپذیر است باید از سرپوش‌های مخصوص نقاله بارگیری و نوارهای کمکی با سرعت کم و برد کوتاه استفاده کرد تا مانع پرتاب مواد معدنی شود.
- برای جلوگیری از برخورد مستقیم هوا به ماده معدنی در محل ریخته شدن از نواری به نوار دیگر، باید از سپر و یا سرپوش



استفاده کرد.

- حرکت یکنواخت و آرام نوار در سراسر طول مسیر الزامی است.
- تمیز کردن نوارها و زدودن گرد و غبار چسبیده به سطح نوارها، زیر نوارها، قرقره‌ها و سایر نقاط این تجهیزات الزامی است. در معادنی که مواد معدنی به صورت مرطوب به وسیله نوار نقاله حمل می‌شوند این موضوع اهمیت بیشتری دارد زیرا مواد مرطوب بیشتر به قطعات نوار می‌چسبند.
- در معادن زغال‌سنگ، آب‌پاشی کافی قبل از استخراج و در سینه‌کار و مرطوب کردن زغال‌سنگ در طول مسیر و روی نوار نقاله در کاهش گرد و غبار حاصل بسیار موثر است.

### ت- واگن‌های معدنی

موارد زیر باید در مورد واگن‌های معدنی رعایت شود:

- استفاده از آب‌پاش‌های ثابت در طول مسیر لوکوموتیوها برای آب‌پاشی متناوب واگن‌ها و جلوگیری از ایجاد گرد و غبار
- سطح بیرونی واگن‌ها باید تمیز باشند.
- از اضافه بار کردن واگن‌ها باید جلوگیری شود.
- بهتر است کل مسیر باربری نظافت شود تا ریخت و پاش‌های مواد معدنی در کنار واگن‌ها گرد و غبار ایجاد نکند.
- واگن‌های معیوب باید تعویض شوند.
- راهروهایی که به عنوان راهرو اصلی باربری هستند. حتی‌المقدور از وجود هر گونه مانعی در مسیر آزاد باشند، در غیر این صورت موجب ازدیاد سرعت ناحیه‌ای هوا شده و گرد و غبار بیشتر می‌شود.

### ث- کامیون‌های معدنی

در مورد کامیون‌ها، رعایت موارد زیر ضروری است:

- مسیر حرکت کامیون‌ها (روباژ یا زیرزمینی) باید همواره آب‌پاشی شود تا از ایجاد گرد و غبار جلوگیری به عمل آید. در معادن زیرزمینی که مشکل رطوبت وجود دارد، استفاده از آب نمک برای آب‌پاشی باعث می‌شود که دیر به دیر به آب‌پاشی نیاز باشد.
- کامیون‌ها را نباید بیش از اندازه بارگیری کرد تا از سرریز شدن جام کامیون‌ها جلوگیری به عمل آمده و در نتیجه گرد و غبار کمتری تولید شود.

### ۲-۵-۳- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی آب

عملیات باربری تاثیر خاصی بر آلودگی آب ندارد.

### ۲-۵-۴- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی زمین

عملیات باربری تاثیر خاصی بر آلودگی زمین ندارد.



## ۲-۵-۵- تاثیر عملیات باربری بر آلودگی صوتی و کنترل آن

ماشین‌آلات باربری در معادن سر و صدای نسبتاً زیادی تولید می‌کنند. حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات باربری و حد مجاز آن‌ها در جدول ۲-۳ آمده است.

جدول ۲-۳- حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات باربری و حد مجاز آن‌ها

حد مجاز صوت dB(A)	میزان صدای ایجاد شده dB(A)					دستگاه
	در فاصله ۱۲۲ متری	در فاصله ۶۱ متری	در فاصله ۳۰ متری	در فاصله ۱۵ متری	حداکثر صدا	
۱۰۰	۷۲	۷۸	۸۴	۹۰	۹۳	اسکرپور
-	۸۰	۸۶	۹۲	۹۰	۱۰۵	قفس یا آسانسور
۹۳	۶۶-۷۱	۷۲-۷۷	۷۸-۸۳	۸۴-۸۹	۹۵	کامیون سنگین
-	۷۰	۷۶	۸۲	۸۸	۱۰۸	کامیون کمپرسی
-	-	-	-	-	۷۵-۹۵	لوکوموتیو

سر و صدای ناشی از حرکت لوکوموتیو بر روی ریل‌ها نیز یکی از منابع آلودگی صوتی در معادن زیرزمینی است. این منبع سر و صدا به عوامل مختلفی مانند نوع ریل، میزان انحنای ریل، سرعت واگن، وزن واگن، استحکام و شکل هندسی واگن، وضعیت چرخ‌ها و نظایر آن‌ها بستگی دارد. صدای ناشی از حرکت واگن‌ها بر روی ریل dB(A) ۸۰-۱۰۰ است.

برای کنترل آلودگی صوتی ناشی از عملیات باربری موارد زیر توصیه می‌شود:

- سرویس و نگهداری مناسب تجهیزات باربری
- نصب اتاقک برای راننده‌ها
- استفاده از لوکوموتیوهای برقی به جای لوکوموتیوهای دیزلی
- اجتناب از احداث خط ریل با پیچ‌هایی با شعاع انحنای کمتر از ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر
- نصب صدا خفه‌کن بر روی آگروز تجهیزات

## ۲-۶-۲- انباشتگاه باطله و کنترل آن

### ۲-۶-۲-۱- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی هوا و کنترل آن

گرد و خاکی که به هنگام تخلیه مواد در انباشتگاه‌های مواد باطله ایجاد می‌شود، آلودگی هوا را در پی دارد. برای کنترل آلودگی هوای ناشی از انباشت باطله می‌توان آن‌ها را مرطوب کرد زیرا مرطوب بودن مواد باطله، باعث می‌شود گرد و غبار حاصل از تخلیه مواد کاهش یابد.



## ۲-۶-۲- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی آب و کنترل آن

اگر مواد باطله‌ای که انباشت می‌شود، مواد شیمیایی سمی داشته باشد، موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود. در مواردی که مواد باطله در دره یا رودخانه‌ها تخلیه می‌شوند، ملاحظات زیادی باید مد نظر قرار گیرد. به منظور کنترل آلودگی آب ناشی از انباشت باطله باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف- در صورتی که مواد باطله انباشت شده دارای مواد سمی باشند، باید ضمن پراکنده نکردن مواد، در اطراف انباشتگاه زه‌کشی مناسب انجام گیرد تا آب‌هایی که به هر نحو از این انباشتگاه خارج می‌شوند، وارد آب‌های سطحی و یا زیرزمینی نشوند و موجبات آلودگی آب را فراهم نسازند.

ب- محل‌های انباشت باطله نباید در مسیر زه‌کش‌ها یا محوطه‌های تخلیه آب زیرزمینی قرار گیرد، مگر آن که زه‌کشی کافی برای انطباق با حداکثر جریان مورد انتظار فراهم شود.

پ- در پر کردن دره‌ها باید تمهیدات لازم برای جریان آب جاری از قاعده انباشتگاه در نظر گرفته شود. این کار معمولاً با استفاده از آب‌گذر انجام می‌گیرد. ظرفیت آب‌گذر باید حداقل برای جریان سیل طراحی شده کفایت کند. به منظور کارآیی، زه‌کش باید از بالای قسمت پر شده در بالا دست مسیل تا پاشنه قسمت پر شده در پایین دست مسیل امتداد داشته باشد و از قله‌سنگ‌های مقاوم که آزمایش دوام<sup>۱</sup> را گذرانده باشند، ساخته شود. مصالح سمی یا مولد اسید نباید در دره‌ها انباشته شود.

ت- زه‌کش باید از اطراف یا وسط راس دره یا انباشته‌های دامنه تپه منحرف شود.

ث- آب‌گذرها باید از سنگ یا شن محکم و غیرقابل نفوذ ساخته شوند.

## ۲-۶-۳- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی خاک یا زمین و کنترل آن

تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی زمین در معادن روباز حائز اهمیت است زیرا مقدار موادی که در معادن روباز جابه‌جا می‌شود، چندین برابر مواد جابه‌جا شده در معادن زیرزمینی است. به منظور کنترل آلودگی خاک باید موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

الف- محل‌های انباشت باطله باید شیب‌بندی یا ترازبندی شده و برای پایداری توده‌ای براساس قوانین ژئوتکنیکی طراحی شود. قبل از احداث انباشتگاه‌های بزرگ باطله، تحلیل پی یا زیرساخت و آزمایش ژئوفیزیکی در ساختگاه آن به منظور حصول اطمینان در مورد پایداری پی به ویژه در موقعیت‌هایی که انباشتگاه‌ها در دامنه تپه‌ها قرار دارند، ضرورت دارد. تاثیر شرایط آب زیرزمینی محلی و سایر عوامل آب زمین‌شناسی نیز باید در مکان‌یابی و طراحی انباشتگاه مورد توجه قرار گیرد.

ب- قرار دادن مصالح مقاوم قله‌ای در قاعده و پاشنه محل انباشت باطله، فشار منفذی سنگر را پایین می‌آورد و پایداری هیدرولوژیک بیشتری را تامین می‌کند.

پ- مصالح باطله با بافت ریزدانه که برای استفاده به عنوان واسطه رویش سازگارتر هستند، بهتر است در خارج یا در دامنه انباشتگاه باطله انباشت شوند.

1- Slake durability





ت- پله های انباشتگاه باطله باید ایمن باشد یا با عرض کافی ساخته شود تا پاسخگوی حداکثر جریان های طراحی شده باشد و از سرازیر شدن بر روی رخساره انباشتگاه در شرایط یخبندان جلوگیری کند. پله های انباشتگاه باید به گونه ای ساخته شوند که اجازه نشست توده ای انباشتگاه را بدهند.

## ۲-۶-۴- روش احداث انباشتگاه باطله

سه پیامد کلیدی زیست محیطی، کنترل فرسایش، محدود کردن آلاینده ها و بهبود منظر و جنبه های ظاهری به نحوه احداث انباشتگاه باطله بستگی دارد. اولین قدم برای احداث انباشتگاه های باطله برآورد تقریبی مقدار باطله تولیدی و وسعت منطقه مورد نیاز برای انباشت آن است. بدین ترتیب شکل نهایی انباشتگاه باطله در ابتدای امر طراحی می شود و تا حد امکان باید مطابق با منظر عمومی منطقه باشد. کنترل فرسایش و زهکشی مناسب برای جلوگیری از صدمه دیدن خاک و کاهش آلودگی آن در حین بارندگی (به ویژه مناطقی که احتمال تولید زهاب اسیدی وجود دارد) و کاهش سایر آلاینده ها ضروری است. شیب نهایی و شکل انباشتگاه باطله باید با شیب و شکل طبیعی منطقه مشابه باشد، مشروط بر این که شیب انباشتگاه باطله از ۲۰ درجه تجاوز نکند و یا در شیب های بیشتر از ۲۰ درجه، از پایداری شیب انباشتگاه باطله اطمینان حاصل شود. تاثیر میزان شیب در فرسایش و برگرداندن پوشش گیاهی در شکل ۱-۲ تشریح شده است.

خطر فرسایش بالا و ایجاد دوباره پوشش گیاهی غیرمحمول

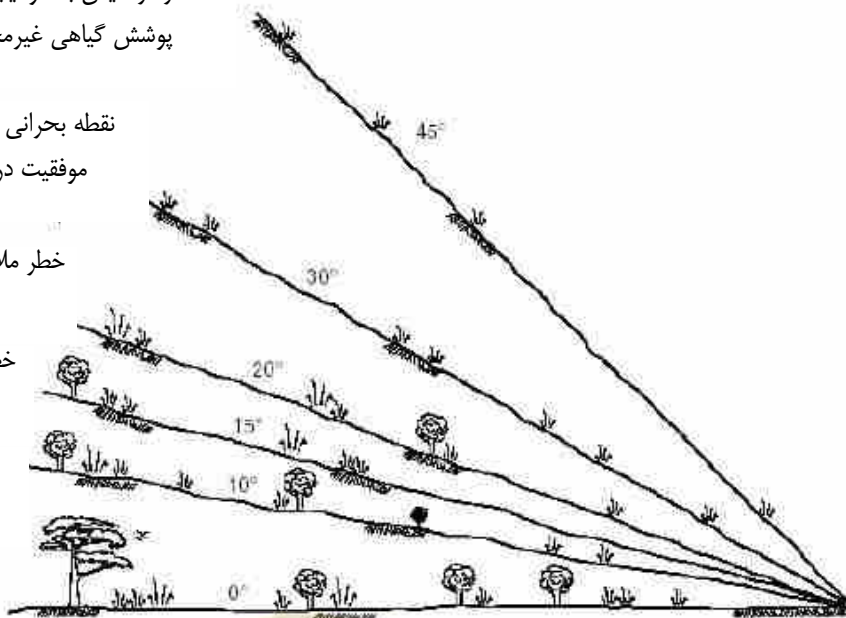
نقطه بحرانی خطر فرسایش و احتمال ضعیف موفقیت در ایجاد دوباره پوشش گیاهی

خطر ملایم فرسایش و احتمال متوسط موفقیت در ایجاد دوباره پوشش گیاهی

خطر ملایم فرسایش و احتمال بالای موفقیت در ایجاد دوباره پوشش گیاهی

خطر کم فرسایش و احتمال بسیار بالای موفقیت در ایجاد دوباره پوشش گیاهی

خطر کم فرسایش و حداقل تاثیر شیب در ایجاد دوباره پوشش گیاهی



شکل ۱-۲- تاثیر میزان شیب در فرسایش و برگرداندن پوشش گیاهی



## ۲-۶-۵- تاثیر عملیات انباشت باطله بر آلودگی صوتی

تجهیزات حمل مواد باطله و تسطیح انباشتگاه سر و صدا ایجاد می‌کنند که در مورد کنترل میزان صدای ناشی از آن‌ها مطابق بند ۲-۵-۴ عمل می‌شود.

مقایسه روش‌های استخراج از نظر دفع مواد باطله و مسایل زیست‌محیطی مربوط به آن به طور خلاصه در جدول ۲-۴ ارائه شده است.

جدول ۲-۴- مقایسه روش‌های استخراج از نظر دفع مواد باطله و مسایل زیست‌محیطی حاصل از آن

روش استخراج	چگونگی دفع (انباشت) باطله‌ها
روباز	باطله‌ها به وسیله کامیون در محلی دورتر تخلیه شده و کنترل و نظارتی روی آن‌ها اعمال نمی‌شود.
کواری	در این روش حجم باطله‌ها از روش روباز کمتر است و خرده سنگ‌های باطله، ممکن است مورد استفاده بعدی قرار گیرند.
تخریب توده‌ای	در این روش باطله‌های حاصل از استخراج در اطراف معدن رها می‌شود ولی حجم باطله کمتر از معادن روباز است.
تخریب از طبقات فرعی	مشابه روش تخریب توده‌ای است.
روش جبهه کار بلند	در این روش باطله‌های استخراجی در محیط اطراف معدن انباشت می‌شود.
کندن و آکندن	در این روش از باطله‌های استخراجی برای پر کردن کارگاه‌های استخراج استفاده می‌شود.
انبارهای	در این روش حجم زیادی از باطله‌ها برای پر کردن کارگاه‌های استخراج شده مصرف و باقیمانده به سطح منتقل می‌شود.
اتاق و پایه	در این روش باطله‌ها حجم بسیار کمی نسبت به روش‌های جبهه کار بلند و تخریبی دارد.
استخراج از طبقات فرعی	در این روش باطله‌ها برای پر کردن کارگاه‌های استخراج مورد استفاده قرار می‌گیرند و مقداری به سطح منتقل می‌شود.

## ۲-۷-۷- سایر عملیات استخراج

### ۲-۷-۱- تاثیر بر آلودگی هوا

ریزش ذرات خاک از بین تجهیزات نگهداری و همچنین عملیات پر کردن در بعضی از معادن باعث ایجاد گرد و غبار می‌شود. در معادنی که تخریب سقف انجام می‌شود نیز به هنگام تخریب سقف، گرد و غبار ایجاد می‌شود. استفاده از روش‌های مناسب خاکریزی و آب‌پاشی مستمر در کنترل آلودگی هوا و جلوگیری از ایجاد گرد و غبار بسیار موثر است. آب‌پاشی منطقه تخریب و مجزا کردن منطقه تخریب با ایجاد لایه‌ای از دیوار آب در کاهش میزان گرد و غبار حاصل از تخریب بسیار موثر است. تهویه مناسب در کاهش اثرات گرد و غبار موثر است.

### ۲-۷-۲- تاثیر بر آلودگی آب

در اکثر معادن زیرزمینی و روباز عمیق، عملیات آبکشی اجتناب‌ناپذیر است. با اجرای سیستم آبکشی، آب داخل معدن به خارج منتقل می‌شود. آب خارج شده از معادن زیرزمینی، روباز و یا معادن متروکه معمولاً به عنوان یکی از منابع آب، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آب معمولاً سالم و قابل اطمینان است. اما در بعضی موارد ممکن است به وسیله مواد شیمیایی کارخانه کانه‌آرایی، زهاب اسیدی معدن و مواد باطله آلوده شود. در این صورت آب خروجی را باید آزمایش کرد و بعد از حصول اطمینان از سالم بودن، آن را مورد استفاده قرار داد.



## ۲-۷-۳- تاثیر بر خاک

تخریب کارگاه‌های استخراج اثر خود را به صورت نشست نمایان می‌کند که در بخش‌های قبلی در مورد آن توضیحات لازم داده شده است.

## ۲-۷-۴- تاثیر بر آلودگی صوتی

از بین دستگاه‌هایی که در خدمات فنی معادن استفاده می‌شوند، کمپرسورها، بادبزن‌ها، پمپ‌ها، مولدها و موتورهای برقی آلودگی صوتی ایجاد می‌کنند. حداکثر میزان صدای ایجاد شده و حد مجاز آن برای این دستگاه‌ها، در جدول ۲-۵ درج شده است.

جدول ۲-۵- حداکثر میزان صدای ایجاد شده به وسیله ماشین‌آلات خدمات فنی و حد مجاز آن‌ها

حد مجاز صوت dB(A)	میزان صدای ایجاد شده* dB(A)				حداکثر صدا	دستگاه
	در فاصله ۱۲۲ متری	در فاصله ۶۱ متری	در فاصله ۳۰ متری	در فاصله ۱۵ متری		
۷۵	۷۰	۷۶	۸۲	۸۸	۱۰۸	کمپرسور
۷۵	۵۸	۶۴	۷۰	۷۶	۹۶	ژنراتور
۷۵	-	-	-	-	۱۱۰	بادبزن
۷۵	۵۸	۶۴	۷۰	۷۶	۹۸	پمپ

\*- تعمیر و نگهداری دوره‌ای و مناسب در کاهش سر و صدای حاصل از تجهیزات یاد شده به میزان زیادی موثر است.





# فصل ۳

---

---

**عوارض، اثرات و مشکلات زیست‌محیطی  
روش‌های استخراج معادن**





## ۱-۳- معادن سطحی

مهم ترین روش های استخراج معادن سطحی شامل روش های زیر است:

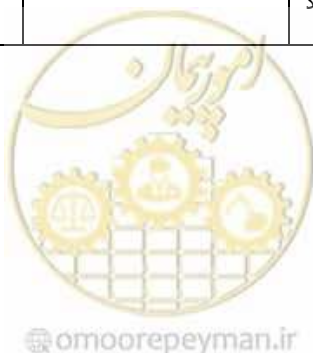
- روش روباز<sup>۱</sup>
- روش مسطحی<sup>۲</sup>
- روش کنتوری<sup>۳</sup>
- روش اصلاح شده مسطحی<sup>۴</sup>
- روش هیدرولیکی

هر یک از روش های استخراج یاد شده تاثیراتی در محیط زیست دارند که این تاثیرات در جدول ۱-۳ به تفکیک روش های مختلف آورده شده است.

جدول ۱-۳- اثرات روش های استخراج معادن سطحی بر محیط زیست

روش استخراج	آلودگی هوا	آلودگی آب	تخریب زمین	آلودگی صوتی
روباز	آلودگی هوای ناشی از این روش در اثر عملیات حفاری، آتشباری و بارگیری مواد و تخلیه آنها است.	در صورتی که عمق معدن زیاد باشد و با سطح ایستابی منطقه برخورد کند ممکن است مشکلات زیست محیطی ایجاد شود.	از عوارض زیست محیطی این روش، تخریب زمین است.	این روش به علت استفاده از مواد منفجره و حفاری های زیاد در بین روش های سطحی و زیرزمینی آلودگی صوتی نسبتاً بیشتری دارد.
مسطحی	این روش به علت حجم بسیار کم انفجار که به ندرت انجام می گیرد، آلودگی هوای ناشی از حفاری و انفجار را در پی ندارد ولی چون استخراج عمدتاً به کمک دراگ لین انجام می گیرد بنابراین استخراج و بارگیری با گرد و غبار همراه است.	اگر سطح ایستابی منطقه در نزدیکی سطح زمین قرار گرفته باشد و استخراج باعث برخورد به این سفره ها شود امکان افت سطح ایستابی به علت پمپاژ آب از طریق چاه های اطراف معدن وجود دارد.	در این روش حجم جابه جایی خاک زیاد است. باطله های حاصل از استخراج در همان قسمت انباشت شده و در نتیجه موجب آلودگی خاک منطقه دیگری نمی شوند. این روش نسبت به سایر روش های استخراج معادن سطحی آلودگی خاک و تخریب اراضی کمتری دارد، زیرا می توان محل استخراج شده را با مجموعه ای از عملیات تسطیح به حالت اول در آورد.	این روش آلودگی صوتی کمتری نسبت به روش روباز و روش کواری دارد.
کنتوری	آلودگی هوای ناشی از این روش در اثر عملیات حفاری، آتشباری و بارگیری مواد و تخلیه آنها است.	این روش در ارتفاعات و مناطق کوهستانی اجرا می شود و آلودگی آب زیرزمینی ندارد مگر این که در داخل دره ای که باطله ها را در آن می ریزند رودخانه ای وجود داشته باشد. در این حالت، در صورت وجود مواد سمی، آب رودخانه را آلوده می کند.	در این روش، سطح برداری کامل انجام نمی گیرد. بلکه فقط مواد معدنی استخراج می شوند و تخریب زمین شدید نیست.	به علت فعالیت ماشین آلات آلودگی صوتی وجود دارد ولی میزان آن زیاد نیست.
کنتوری اصلاح شده	آلودگی هوای آن مشابه روش کنتوری است با این تفاوت که چون کل ماده معدنی و روی آن، باید برداشته شود حجم خاک برداری بیشتر است و حفاری و انفجار بیشتری مورد نیاز است که در نتیجه، آلودگی هوای بیشتری ایجاد می کند.	آلودگی آب در این روش مشابه روش کنتوری است.	در این روش روباره ماده معدنی برداشته شده و داخل دره مجاور معدن ریخته می شود.	آلودگی صوتی این روش از روش کنتوری بیشتر و از سایر روش های استخراج معادن سطحی کمتر است.

- 1- Open pit mining
- 2- Area mining
- 3- Contour mining
- 4- Modified area mining



## ۲-۳- معادن زیرزمینی

روش‌های استخراج معادن زیرزمینی شامل روش‌های زیر است:

- روش اتاق و پایه
- روش استخراج از طبقات فرعی
- روش انبارهای
- روش جبهه کار بلند
- روش کند و آکند
- روش تخریب در طبقات فرعی
- روش تخریب توده‌ای
- روش استخراج انحلالی و فروشویی<sup>۱</sup>

روش‌های مختلف استخراج معادن زیرزمینی تأثیرات مختلفی بر محیط زیست دارند که اثرات این روش‌ها بر محیط زیست در جدول ۲-۳ به تفکیک روش‌های مختلف درج شده است.

جدول ۲-۳- اثرات روش‌های استخراج معادن زیرزمینی بر محیط زیست

روش استخراج	آلودگی هوا	آلودگی آب	تخریب زمین	آلودگی صوتی
اتاق و پایه	صرفاً در عملیات حفاری، انفجار، استخراج ماده معدنی و تخریب سقف ایجاد می‌شود.	اگر باطله‌های حاصل از عملیات استخراج را در خارج از معدن انباشت کنند در صورت سمی بودن، باعث آلودگی آب می‌شود.	در صورتی که دهانه‌های عریض در حد ۱٫۲ تا ۱٫۴ برابر روبراه باشد، امکان نشست وجود دارد.	صرفاً آلودگی صوتی برای کارگران معدن ایجاد می‌کند. ولی میزان آن زیاد نیست.
استخراج از طبقات فرعی	تامین هوای کافی به علت وجود فضای خالی وسیع مشکل است زیرا این فضای بزرگ باعث هدر رفتن هوا و کاهش سرعت آن می‌شود پس باید دقت کرد که دویل‌های تهویه حتی‌المقدور مستقل از ریزشگاه‌های ماده معدنی باشند تا از آلودگی هوای ورودی جلوگیری شود.	اگر افق استخراجی به سطح ایستایی برسد و امکان برخورد به سفره آب‌های زیرزمینی وجود داشته باشد بسته به نوع ماده معدنی که استخراج می‌شود، امکان آلودگی سفره آب زیرزمینی نیز وجود خواهد داشت.	عارضه عمده این روش، نشست است که باعث تخریب اراضی سطح زمین می‌شود و اگر کمرها مقاوم نباشد، احتمال ریزش وجود دارد.	آلودگی صوتی صرفاً برای کارگران معدن که داخل کارگاه‌ها کار می‌کنند ایجاد می‌شود ولی میزان آن زیاد نیست.
جبهه کار بلند	به دلیل تخریب کارگاه‌ها، آلودگی هوای زیاد است.	در صورتی که با سفره آب‌های زیرزمینی برخورد کند اختلالاتی در سطح ایستایی ایجاد می‌شود و در صورت سمی بودن ماده معدنی، آلودگی آب زیرزمینی را در پی دارد.	در روش جبهه کار بلند بسته به ضخامت لایه استخراجی ممکن است در سطح زمین نشست مشاهده شود.	در این روش به علت مکانیزه بودن صدای زیادی وجود دارد، ولی این صدا به محیط خارج از معدن لطمه‌ای وارد نمی‌کند.





ادامه جدول ۳-۲- اثرات روش‌های استخراج معادن زیرزمینی بر محیط زیست

روش استخراج	آلودگی هوا	آلودگی آب	تخریب زمین	آلودگی صوتی
<b>انبارهای</b>	در این روش کارگاه‌ها به کمک چوب‌بست‌های متعدد نگهداری می‌شوند که در امر تهویه مشکل ایجاد می‌کنند. از طرفی چون حفاری به صورت دستی و رو به بالا است، مقدار زیادی گرد و غبار ایجاد می‌شود. در این روش به علت ایجاد قطعات ماده معدنی بزرگتر از حد، اغلب نیاز به انفجار مجدد است که باعث آلودگی هوا در کارگاه می‌شود.	اگر در موقع استخراج با سطح ایستابی منطقه برخورد شود بسته به نوع ماده معدنی امکان آلودگی سفره آب زیرزمینی وجود دارد، اما به طور کلی لطمه‌ای به آب وارد نمی‌کند.	پس از خاتمه استخراج کارگاه، مواد داخل آن را از طریق دهانه قیف‌ها به داخل واگن‌های موجود تخلیه می‌کنند. پس از تخلیه کامل کارگاه‌ها، فضای نسبتاً بزرگی خالی می‌ماند که پس از مدتی ریزش می‌کند و آثار آن به سطح زمین هم می‌رسد.	صرفاً آلودگی صوتی برای کارگران معدن که داخل تونل‌ها و کارگاه‌ها مشغول عملیات و استخراج هستند ایجاد می‌شود ولی مقدار آن خیلی شدید نیست.
<b>کند و آکند</b>	به دلیل نحوه استخراج و پر کردن کارگاه‌های استخراج شده، آلودگی هوا نسبت به سایر روش‌های استخراج زیرزمینی زیاد است.	در این روش، چون مواد باطله در خود کارگاه به مصرف می‌رسد آلودگی آب ندارد مگر آنکه ماده معدنی سمی باشد و با سفره آب زیرزمینی برخوردی انجام گیرد.	این روش به علت پر کردن محل استخراجی به سطح زمین آسیبی نمی‌رساند.	صرفاً آلودگی صوتی برای کارگران معدن ایجاد می‌کند ولی میزان آن زیاد نیست.
<b>تخریب از طبقات فرعی</b>	در این روش به علت حجم زیاد حفاریات، مکانیزه بودن سیستم و حمل و نقل به وسیله لودرهای LHD، هوا در مراحل آماده سازی، استخراج و بارگیری آلوده است.	اگر در حین عملیات با سطح ایستابی منطقه برخورد شود و نوع ماده معدنی سمی باشد به سفره آب زیرزمینی لطمه وارد می‌کند که با تمهیدات مناسب قابل رفع است.	احتمال نشست زمین در این روش وجود دارد.	در این روش نسبت به سایر روش‌های زیرزمینی به علت حجم زیاد حفاری و انفجار و استفاده از ماشین‌آلات نیمه‌سنگین در زیرزمین آلودگی صوتی برای کارکنان معدن بیشتر است.
<b>تخریب توده‌ای</b>	در کلیه مراحل حفاری، در اثر انفجار و خردایش داخل کارگاه‌ها مقدار زیادی گرد و غبار پراکنده می‌شود که به علت وسعت کار و حجم زیاد آلودگی، تهویه صحیح معدن الزامی است.	اگر در حین عملیات با سطح ایستابی منطقه برخورد شود و نوع ماده معدنی سمی باشد به سفره آب زیرزمینی لطمه وارد می‌کند که با تمهیدات مناسب قابل رفع است.	در مقایسه با سایر روش‌های زیرزمینی، نشست قابل ملاحظه‌ای در منطقه ایجاد می‌کند.	در این روش به علت حجم انفجار زیاد و حفاری‌های مداوم آلودگی صوتی نسبتاً زیادی در داخل معدن تولید می‌شود.
<b>انحلالی و فروشویی</b>	فاقد هر گونه آلودگی هوا است.	در این روش ممکن است آلودگی سفره آب زیرزمینی انجام گیرد که با تمهیدات مناسب قابل کنترل و رفع است.	به علت نوع روش، تخریبی در سطح زمین رخ نمی‌دهد و نشست محدود است.	آلودگی صوتی این روش صرفاً در مرحله حفاری اولیه است که میزان آن زیاد نیست.





# پیوست

---

---

## تأثیرات زیست محیطی مواد معدنی





در جدول زیر اطلاعات کلی مربوط به حد مجاز برخی مواد معدنی در طبیعت ارایه شده است و در صورتی که وجود بیش از مقادیر مجاز مواد معدنی مورد اشاره در جدول زیر به دلیل انجام فعالیت‌های معدنی باشد. واحدهای معدنی واقع در منطقه باید نسبت به پیگیری و رفع آلودگی‌های ایجاد شده اقدام نمایند.

جدول پ-۱- تاثیرات زیست محیطی مواد معدنی

نوع آلودگی	نوع ماده معدنی	آلودگی هوا	آلودگی آب	آلودگی خاک	اثر بر فعالیت و سلامت کارکنان معدن
سیلیس		حداکثر میزان تراکم مجاز سیلیس ۰/۴ میلی گرم در متر مکعب هوا است و اگر همراه با ۳۰ درصد گرد زغال باشد حد مجاز آن ۱ میلی گرم در متر مکعب است.	سیلیس و ذرات آن سمی نیست و بر حسب قطر ذرات به مرور زمان در آب ته نشین می‌شوند. اگر قطر ذرات ۱۰۰ میکرون باشد، بعد از ۴ ثانیه و اگر قطر ذرات ۰/۲ میکرون باشد، ۷۰ ساعت زمان برای ته نشینی نیاز دارد.	تراکم گرد و غبار حاصل از سیلیس بر روی خاک مشکلی ایجاد نمی‌کند و برای زندگی گیاهان سمی نیست.	در اثر استنشاق مداوم سیلیس بیماری سیلیکوز ایجاد می‌شود. این بیماری به کندی پیشرفت می‌کند و عوارض آن بسته به شدت تماس، از یک تا پنج سال طول می‌کشد. سیلیس در اثر استنشاق در نسوج مایع داخل سلول حل می‌شود و به صورت اسید سیلیسیک در می‌آید که پس از پلیمریزه شدن در نسوج ایجاد فیبروز می‌کند.
آزبست		حداکثر میزان تراکم آزبست در هوا ۰/۰۱ میلی گرم در متر مکعب است و اگر از این حد تجاوز کند ایجاد آلودگی شدید می‌کند.	از نظر آلودگی آب، آزبست و الیاف آن سمی نیستند.	تراکم الیاف آزبستی در روی خاک مشکلی پدید نمی‌آورد.	الیاف آزبست پس از ورود به ریه ایجاد گره‌های فیبروزی می‌کند. نوع بیماری ریوی حاصل از آزبست را آزبستوزیس می‌گویند. از اولین علائم این بیماری کوتاه شدن تنفس، کبودی لب و سرفه‌های شدید است.
نیکل		حداکثر میزان تراکم نیکل در هوا ۱ میلی گرم در متر مکعب است.	حداکثر میزان تراکم نیکل در آب‌های سطحی و زیرزمینی ۱ میلی گرم در لیتر و برای مصارف کشاورزی ۲ میلی گرم در لیتر است.	حداکثر میزان مجاز نیکل در خاک ۰/۴ میلی گرم در متر مربع و بیش از این حد برای گیاهان مضر است.	برای کارگران معدن ایجاد بیماری‌های پوستی و ریوی می‌کند.
زغال سنگ		حداکثر میزان تراکم گرد زغال سنگ در هوا ۱۰ میلی گرم در متر مکعب است و بیشتر از این مقدار، ایجاد آلودگی می‌کند.	از نظر آلودگی، زغال سنگ سمی نیست و صرفاً بر روی کیفیت آب اثر می‌گذارد و میزان زیاد آن باعث کدر شدن و چرب شدن آب می‌شود که محیطی نامناسب برای آبیاری است.	تراکم گرد و غبار زغال سنگ بر روی خاک برای زندگی گیاهان سمی نیست.	در اثر استنشاق گرد زغال سنگ بیماری آنتراکوز ایجاد می‌شود که به نام پنوموکونیوز کارگران معادن زغال سنگ خوانده می‌شود و در نهایت کارگر معدن دچار تنگی نفس خواهد شد.
کروم		حداکثر میزان تراکم مجاز کروم در هوا ۰/۰۵ میلی گرم در متر مکعب است و بیش از آن ایجاد آلودگی می‌کند.	حداکثر میزان تراکم مجاز کروم در آب‌های سطحی ۰/۵ میلی گرم در لیتر و در آب‌های زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۱ میلی گرم در لیتر است.	حداکثر میزان مجاز کروم در خاک ۰/۰۱ میلی گرم در متر مربع است و بیش از این حد باعث سمی شدن زمین و صدمه به گیاهان می‌شود.	در کارگران معدن ایجاد بیماری اولسر کروم می‌کند که در اثر تماس با کرومات‌ها ایجاد می‌شود و شامل زخم‌های عمیق در روی دست‌ها و بازوهاست.
آلومینیم		حداکثر میزان مجاز آن در هوا ۱ میلی گرم در متر مکعب است.	حداکثر میزان مجاز آلومینیم در آب‌های سطحی، زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۵ میلی گرم در لیتر است.	باعث آلودگی خاک شده و باعث مسدود شدن منافذ برگ‌های گیاهان می‌شود.	گرد و غبار حاصل از آلومینیم و آلومینیم گرد و غبارهای آن در انسان ایجاد بیماری‌های ریوی می‌کند.

## ادامه جدول پ-۱- تاثیرات زیست محیطی مواد معدنی

نوع آلودگی	نوع ماده معدنی	آلودگی هوا	آلودگی آب	آلودگی خاک	اثر بر فعالیت و سلامت کارکنان معدن
منگنز		حداکثر تراکم مجاز منگنز در هوا ۵ میلی‌گرم در متر مکعب است و برای دود فلزی ناشی از آن حداکثر تا ۱ میلی‌گرم در متر مکعب هوا مجاز است.	حداکثر میزان تراکم مجاز منگنز در آب‌های سطحی، زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۱ میلی‌گرم در لیتر است و بیش از آن ایجاد مسمومیت می‌کند.	حداکثر میزان مجاز منگنز در خاک ۰/۰۵ میلی‌گرم در متر مربع است و تقریباً برای جانوران غیر سمی است ولی میزان زیاد آن برای گیاهان سمی است.	از جمله عوارضی که برای معدنچیان دارد پنومونی منگنز است.
مولیبدن		حداکثر میزان مجاز آن ۵ میلی‌گرم در متر مکعب هواست.	حداکثر میزان تراکم مولیبدن در آب ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر است و بیشتر از آن سمی است و زندگی موجودات آبی را به خطر می‌اندازد.	حداکثر میزان تراکم مولیبدن در خاک ۸ میلی‌گرم در متر مربع است و تا حدودی در رشد گیاهان عامل موثری است.	بر روی دستگاه تنفس به مرور زمان تاثیر می‌گذارد.
مس		حداکثر میزان تراکم مس در هوا ۰/۱ میلی‌گرم در متر مکعب است	حداکثر میزان مجاز تراکم مس در آب‌های سطحی و زیرزمینی ۱ میلی‌گرم در لیتر و برای مصارف کشاورزی ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر است.	حداکثر میزان مجاز مس در خاک ۰/۰۳ میلی‌گرم در متر مربع است و میزان بیشتر آن برای گیاهان سمی است ولی برای جانورانی که از این گیاهان تغذیه می‌کنند سمی نیست.	عوارض مس برای کارگران معدن نسبتاً سبک و عملاً بی‌خطر است. اثر سمی مس از راه استنشاق ۱۰ برابر اثر سمی آن از راه خوراکی است. از جمله عوارض استنشاق مس پرخونی و ایجاد خونریزی درونی است.
آرسنیک		ماده‌ای سمی است و باعث آلودگی هوا می‌شود و میزان مجاز آن ۰/۲۵ میلی‌گرم در متر مکعب است و بیشتر از این میزان، ایجاد آلودگی می‌کند.	حداکثر میزان مجاز این ماده سمی برای تخلیه در آب‌های سطحی، زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر است و بیشتر از این حد تولید آلودگی می‌کند.	اگر حداکثر میزان مجاز برای آب و هوا رعایت نشود از طریق آب و هوا، خاک نیز آلوده می‌شود. چون خاک ساکن است میزان این مواد آلوده کننده هر چند ناچیز هم باشد به مرور در خاک متراکم شده و در نهایت موجب آلودگی خاک می‌شود.	آرسنیک ماده‌ای بسیار سمی و کشنده است و عوارض مزمن و اولسراسیون پوست و تخریب مجاری بینی را به همراه دارد.
آنتیموان		حداکثر میزان مجاز آن در هوا ۰/۵ میلی‌گرم در متر مکعب است و بیش از آن ایجاد آلودگی می‌کند.	حداکثر میزان مجاز آن در آب ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر است و بیش از آن ایجاد آلودگی می‌کند و باعث مسمومیت موجودات آبی می‌شود.	حداکثر میزان مجاز آن ۰/۱ میلی‌گرم در متر مربع از خاک است و بیش از آن باعث مسمومیت در گیاهان می‌شود.	در مورد اثر این فلز روی کارگران معدن مطالعات مختلفی به عمل آمده است و در عده‌ای از کارگران عوارض پوستی نسبتاً زیادی دیده شده است. در کارگران معادن آنتیموان، عوارض سردرد، خواب‌آلودگی، خستگی، کم‌اشتهایی و دردهای عضلانی دیده شده است.
آهن		حداکثر میزان مجاز آن در هوا ۵ میلی‌گرم در متر مکعب است (برای دودهای اکسید آهن) و آلودگی هوای ناشی از آن غیر سمی است.	حداکثر میزان مجاز آهن در آب ۳ میلی‌گرم در لیتر برای تخلیه در آب‌های سطحی و در مورد آب‌های زیرزمینی ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر است و از جنبه کشاورزی تا ۵ میلی‌گرم در لیتر مجاز است.	حداکثر میزان مجاز آهن ۸ میلی‌گرم در متر مربع است. بیشتر از این میزان از حاصلخیزی خاک می‌کاهد.	پنوموکونیوز هماتیت در معدنچیان نیز نوعی فیبروز سنگین است که گاه ممکن است همراه با توبرکولوز که یکی بیماری شدید ریوی است دیده شود.

ادامه جدول پ-۱- تاثیرات زیست محیطی مواد معدنی

اثر بر فعالیت و سلامت کارکنان معدن	آلودگی خاک	آلودگی آب	آلودگی هوا	نوع آلودگی نوع ماده معدنی
در موارد بسیاری کارگران معدن در اثر تماس با ترکیبات اورانیم نظیر UF <sub>6</sub> فوت کرده‌اند. از جمله عوارض مشخص آن بر روی چشم و دستگاه عصبی است.	حداکثر میزان تراکم مواد رادیواکتیو بر روی خاک ۰/۱ میلی گرم در متر مربع است. مقدار اندک مواد رادیواکتیو برای گیاهان سمی است و اگر در نسوج گیاهی رخنه کند سبب مسمومیت حیوانات علف‌خوار می‌شود	از نظر آلودگی آب طبق بررسی‌های به عمل آمده کوچک‌ترین میزان مواد رادیواکتیو در آب آلودگی شدید ایجاد می‌کند. و بنابراین در مورد آب حد مجاز صفر است.	حداکثر میزان مجاز آن در هوا ۰/۲ میلی گرم در متر مکعب است و از این میزان بیشتر ایجاد آلودگی هوا می‌کند. از نظر آلودگی هوا گرد و غبار و مه حاصل از ترکیبات اورانیم که عبارتند از: UF <sub>6</sub> , U <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O, UCL <sub>4</sub> , UO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , UF <sub>6</sub> در جانوران مسمومیت حاد ایجاد می‌کند و سمی‌ترین نوع آن UF <sub>6</sub> است.	اورانیم
در بسیاری از موارد گرد و غبار حاصل از برلیم کشنده است و به طور کلی ضایعات و تخریب ریه (پنومونی) را به همراه دارد.	مقدار زیاد آن در خاک برای گیاهان سمی است.	حداکثر میزان مجاز آن در آب‌های سطحی و زیرزمینی ۱ میلی گرم در لیتر و برای مصارف کشاورزی ۰/۵ میلی گرم در لیتر است.	حداکثر میزان مجاز آن ۰/۰۲ میلی گرم در متر مکعب هوا است.	برلیم
در اشخاصی که در استخراج جیوه اشتغال دارند مسمومیت حاد در اثر استنشاق بخارات جیوه دیده می‌شود و در این موارد می‌توان مسمومیت را از داشتن حالت تهوع، احساس طعم فلزی در دهان، درد شکم و سردرد تشخیص داد.	حداکثر میزان تراکم آن در خاک ۰/۰۱ میلی گرم در متر مربع و بیش از آن برای گیاهان سمی است.	از نظر آلودگی آب طبق بررسی‌های به عمل آمده کمترین میزان جیوه در آب ایجاد آلودگی می‌کند بنابراین در مورد آب، حد مجاز آن صفر است.	حداکثر تراکم مجاز جیوه ۰/۰۵ میلی گرم در متر مکعب هوا است و از آن بیشتر ایجاد آلودگی می‌کند. گرد و غبار جیوه سمی و بسیار خطرآفرین است.	جیوه
بر اساس مطالعات انجام شده بر روی تعدادی از کارگران معدن که برای سال‌های متمادی با اکسید روی تماس داشته‌اند، بیماری حاد و یا مزمن دیده نشده است و صرفاً تب و لرز ایجاد می‌کند که زودگذر است.	حداکثر تراکم مجاز روی در خاک ۳ میلی گرم در متر مربع است و بیش از آن ایجاد آلودگی در خاک می‌کند و برای گیاهان سمی است.	حداکثر تراکم مجاز روی در آب‌های سطحی، زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۲ میلی گرم در لیتر است و بیش از این حد ایجاد آلودگی و مسمومیت می‌کند.	حداکثر تراکم مجاز روی ۵ میلی گرم در متر مکعب هوا است.	روی
بر اساس مطالعات انجام شده بر روی کارگران معادن سرب ناراحتی‌های معدوی و کم‌خونی و ضعف کلی و اثرات زیانبار بر سلسله اعصاب مشاهده شده است.	حداکثر میزان مجاز سرب در خاک ۰/۱۲ میلی گرم در متر مربع است.	حداکثر میزان مجاز سرب در آب‌های سطحی، زیرزمینی و مصارف کشاورزی ۱ میلی گرم در لیتر است و بیش از این حد ایجاد آلودگی و مسمومیت می‌کند.	حداکثر میزان مجاز سرب ۰/۱۵ میلی گرم در متر مکعب هوا است و ترکیبات سرب نظیر سولفید و کرومات سرب به ترتیب در حد ۰/۰۵ و ۰/۰۴ میلی گرم در متر مکعب هوا هستند.	سرب



## ادامه جدول پ-۱- تاثیرات زیست محیطی مواد معدنی

اثر بر فعالیت و سلامت کارکنان معدن	آلودگی خاک	آلودگی آب	آلودگی هوا	نوع آلودگی
				نوع ماده معدنی
عوارض و جراحات پوستی حاصل از ترکیبات قلع بد بوده و نوع حاد آن مانند سوختگی است و به صورت التهاب در کارگران معدن مشاهده شده است.	حداکثر میزان مجاز قلع در خاک ۰/۷۵ میلی گرم در متر مربع است.	حداکثر میزان مجاز قلع در آب ۱ میلی گرم در لیتر است.	حداکثر میزان مجاز قلع ۲ میلی گرم در متر مکعب هوا است و بیش از آن ایجاد آلودگی می کند.	قلع
در کارگران معدن، بیماری های ریوی ایجاد می کند و در مسمومیت های حاد ممکن است کشنده باشد.	حداکثر میزان مجاز کادمیم در خاک طبیعی ۰/۰۰۸ میلی گرم در متر مربع است و بیش از این حد در گیاهان منطقه ایجاد مسمومیت می کند و باعث تخریب نسوج گیاهی می شود.	حداکثر میزان مجاز کادمیم در آب سطحی و زیرزمینی ۰/۱ میلی گرم در لیتر و برای مصارف کشاورزی ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر است و بیش از این میزان باعث آلودگی شده و ایجاد مسمومیت می کند.	حداکثر میزان تراکم مجاز آن در هوا ۰/۰۵ میلی گرم در متر مکعب هوا است و بیش از آن ایجاد آلودگی می کند.	کادمیم
کبالت حداقل سه نوع از عوارض حاصل از اشتغال در معادن را ایجاد می کند یکی حساسیستی است که در اثر گرد و غبار کبالت ایجاد می شود، دوم پنوموکونیوز کربور تنگستن و کبالت که عکس العمل های شدید تنفسی را همراه دارد و سوم حالت آلرژیک و ناراحتی ریوی در زمان احیای سنگ ها برای کارگران معدن است.	حداکثر میزان تراکم مجاز کبالت در خاک ۰/۰۱ میلی گرم در متر مربع است.	حداکثر میزان مجاز کبالت در آب ۱ میلی گرم در لیتر است و برای مصارف کشاورزی حداکثر میزان مجاز آن ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر است.	حداکثر میزان تراکم مجاز کبالت در هوا ۰/۰۵ میلی گرم در متر مکعب است. برای گرد و غبارهای فلزی و در مورد بخارات نیکل حداکثر ۰/۱ میکروگرم در متر مکعب هوا است.	کبالت





## خواننده گرامی

امور نظام فنی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر پانصد عنوان نشریه تخصصی-فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی [nezamfanni.ir](http://nezamfanni.ir) قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی



Islamic Republic of Iran  
Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision

# Guidelines for Environmental Considerations in Mining Exploitation Activities

**No.611**

Office of Deputy for Strategic Supervision      Ministry of Industry, Mine and Trade

Department of Technical Affairs

Deputy office of Mining Affairs and Mineral  
Industries

**Nezamfanni.ir**

<http://www.mimt.gov.ir>



## این نشریه:

اطلاعات مورد نیاز برای رعایت مسایل زیست محیطی توسط دارندگان مجوزهای بهره‌برداری معادن و دستورالعمل‌های لازم، برای کمینه کردن آثار عملیات استخراجی بر محیط زیست را ارائه می‌دهد و همچنین زمینه‌آشنایی متخصصین محیط زیست با عملیات و ماشین‌آلات بهره‌برداری معادن را فراهم می‌کند.

