

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

# راهنمای ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی صنایع فولاد

نشریه شماره ۳-۲۵۴

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و  
کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

۱۳۸۳



انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۳/۰۰/۹۰

omoorepeyman.ir

## فهرست برگه

### سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

راهنمای ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی صنایع فولاد/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله. - تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۳. ۷۵ ص.: جدول، نمودار. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۳-۲۵۴) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۳/۰۰/۹۰)

ISBN 964-425-578-X

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۱۶۶۸۲۲ مورخ ۱۳۸۳/۹/۱۱  
کتابنامه: ص. ۷۵

۱. فولاد - صنعت و تجارت - تأثیر بر محیط‌زیست. ۲. محیط‌زیست - ارزشیابی اثرات. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ب. عنوان. ج. فروست.

۱۳۸۳ ش. ۳-۲۵۴ ۲۴ س/ ۳۶۸ TA

ISBN 964-425-578-X

شابک X-۵۷۸-۴۲۵-۹۶۴

### راهنمای ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی صنایع فولاد

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۱۵۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۳

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: اتحاد

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



omoorepeyman.ir



بسمه تعالی

ریاست جمهوری  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور  
رئیس سازمان

شماره:	۱۰۱/۱۶۶۸۲۲
تاریخ:	۱۳۸۳/۹/۱۱
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: راهنمای ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی صنایع فولاد	

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت ۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیئت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۳-۲۵۴ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «راهنمای ارزیابی پیامدهای زیست‌محیطی صنایع فولاد» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.

حمید شرکاء  
معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## اصلاح مدارک فنی

### خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا 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 بصورت زیر گزارش فرمایید :

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را بصورت 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 دفتر 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، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

<http://tec.mporg.ir>

صندوق پستی ۴۵۴۸۱-۱۹۹۱۷



o Moorepeyman.ir



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## بسمه تعالی

## پیشگفتار

طی سده گذشته، به موازات توسعه دانش بشر آنچه که طی میلیونها سال روند تکامل کره زمین شکل گرفته بود، دستخوش تغییرات ناشی از تهاجم گسترده بشر برای برداشت از منابع بود. در این سده با ظهور تحولات ساختاری در الگوهای زیست، فنآوری و مناسبات اقتصادی و اجتماعی و الگوی مصرف و ... تمامی زوایای دست نخورده و ناشناخته زمین مورد کنکاش و بهره‌برداری قرار گرفت.

تحول فنآوری که خود حاصل شناخت همه جانبه بشر به ساختارها، کارکردها و جزئیات فرایندها و پدیده‌های طبیعی اجزاء شکل‌دهنده زمین بود، بسان شمشیری دولبه، هم نیکی آفرید و هم با تخریب‌ها و دستکاری‌های انسانی در ابعاد نجومی، به گونه‌ای اهریمنی تجلی یافت.

این فرایند پرتناقض، خردمندان را به اندیشه‌های نو درباره سرنوشت زمین و بشر فراخواند و به بازنگری در روابط و رفتارها و نیز فرایندهای حاکم، واداشت. دیدگاه‌هایی که در این دوره شکل گرفت، در نگاه اول با رویکردی اخلاقی و لغزیدن بر سطح پدیده‌ها با مشاهده تخریب‌ها، ضمن نفی تکنولوژی و برتوقف بهره‌برداری از منابع طبیعی پافشاری می‌کرد و تا آنجا پیش رفت که با واکنشی غریزی به رویکردهای ضد توسعه روی آورد. اما با تعمیق دانسته‌ها و به دلیل توفندگی و الزام تاریخی روند توسعه، آرمان‌گرایی ضد توسعه جای خود را به اندیشه‌های نو در توسعه داد.

پیدایش مفهوم "توسعه پایدار" حاصل این دوره است. در فرایند تکوین نظریه توسعه پایدار، چارچوب مفهومی "محیط زیست" نیز تعمیق شد و از چارچوب‌های "طبیعت‌گرا" به چارچوب‌های "فضای زیست" که در برگیرنده تعامل انسان - محیط است، تحول یافت. در این دیدگاه برداشت عقلایی از منابع پایه بدون تخریب و کنترل پیامدها محور قرار گرفت.

به این ترتیب، موضوع **ارزیابی پیامدهای زیست محیطی فرایند توسعه** به عنوان چارچوب عملیاتی در این مدل نوین نظری و به استناد تجربه عینی شکل گرفت.

فرایند توسعه قاعدتاً شامل سیاست‌گذاریها، برنامه‌ها، طرح‌ها و پروژه‌هاست. طبیعتاً نوعی پیوستگی ساختاری بین سیاست‌گذاری و سطوح بعدی فرایند برنامه‌ریزی توسعه وجود دارد. ولی ارزیابی زیست محیطی می‌تواند بعنوان جریانی اصلاحگر و کنترل‌کننده در هر سطح از فرایند توسعه "تا حد اقدامات اجرایی خرد" را در برگیرد.

در این الگو، ارزیابی پیامدهای زیست محیطی، فرایندی پویاست که بجز پیش‌بینی و ارزیابی اثرات، راهکارهای مدیریت زیست محیطی پیامدها و همچنین مدیریت عقلایی بهره‌برداری و چگونگی و چارچوب

پایش پیامدها و کاهش و کنترل اثرات مخرب را نیز شامل می‌شود. در حقیقت امر ارزیابی زیست محیطی این امکان را فراهم می‌سازد که با پیش‌بینی و کنترل و پایش اثرات و پیامدها، فرایند توسعه را بدون تخریب و انهدام منابع پایه و آسیب‌رسانی به ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی محقق ساخت.

جمهوری اسلامی ایران نیز با توجه به مجموعه تحولات نظری در روند برنامه‌ریزی توسعه پایدار و رویکردهای نوین در زمینه حفاظت از محیط زیست، در برنامه‌های دوم و سوم و نیز پیش‌نویس برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی برانجام بررسی‌های ارزیابی پیامدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی تاکید کرده است.

در این راستا، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به عنوان نهادی فرابخشی و متولی روند سیاست‌گذاریهای توسعه و برنامه‌ریزی اجرایی کشور، با هماهنگی سازمان حفاظت محیط زیست ایران، که مدیریت زیست محیطی سرزمین را عهده دار است، مطابق ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور، ایجاد هماهنگی در مطالعات ارزیابی پیامدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی را عهده‌دار شده است. براین اساس و در چارچوب مصوبه مورخ ۲/۱۰/۷۶، شورای عالی محیط زیست و دستورالعمل‌های عمومی سازمان حفاظت محیط زیست و قوانین زیست محیطی کشور و با توجه به مشخصات و ملاحظات طرح‌های عمرانی و سیاست‌های توسعه بخشی، تهیه دستورالعمل عمومی، شرح خدمات تفصیلی و دستورالعمل‌های تخصصی مطالعات ارزیابی پیامدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی را در دستور کار قرار داده است.

آنچه که پیش‌روست، دستورالعمل تخصصی ارزیابی پیامدهای زیست محیطی طرح‌های توسعه صنایع فولاد است، که همراه با دستورالعمل عمومی مطالعات ارزیابی زیست محیطی و شرح خدمات مطالعات که در نشریات جداگانه منتشر شده است، قابل بهره‌برداری می‌باشد.

معاونت امور فنی از تمامی کارشناسانی که به نحوی در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته‌اند به ویژه آقایان **علیرضا دولتشاهی** (مدیر پروژه) و **خشایار اسفندیاری** (کارشناس پروژه) از دفتر امور فنی و تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله و آقایان **محمدعلی حامدی** هماهنگ‌کننده مطالعات تدوین دستورالعمل‌ها و **گامبیز بهرام سلطانی** مدیرفنی و ویراستار اسناد پروژه در **مهندسين مشاور رویان**، تشکر و قدردانی می‌نماید.

پیشاپیش از نظرات ارشادی و اظهارنظرهای سازنده اساتید محترم که در تجدید چاپ لحاظ خواهد شد، تشکر می‌نماید.

معاونت امور فنی

پاییز ۱۳۸۳



## گروه کار ، مطالعات تدوین دستورالعمل‌های ارزیابی پی‌آمدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی

### ۱- مهندسين مشاور رویان

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| مدیر فنی پروژه ویراستار کل                     | - کامبیز بهرام سلطانی |
| هماهنگ کننده پروژه                             | - محمدعلی حامدی       |
| مطالعات تطبیقی                                 | - حمید طراوتی         |
| هماهنگ کننده گروه مطالعات صنایع نفت و پتروشیمی | - عبدالرضا قهرمانی    |
| هماهنگ کننده گروه مطالعات فرودگاه‌ها           | - بیژن مقصدلو         |
| هماهنگ کننده گروه مطالعات شهرک‌های صنعتی       | - جلال جواهری         |
| هماهنگ کننده گروه مطالعات نیروگاه‌ها           | - حسین جباریان        |
| هماهنگ کننده گروه صنایع فولاد                  | - مهران نیازی         |
| هماهنگ کننده گروه سد و شبکه های آبیاری         | - مهدی زرعکانی        |

### ۲- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

- |   |                    |
|---|--------------------|
| دفتر تدوین معیارها هماهنگ کننده کل پروژه و سرپرست کمیته فنی | - علیرضا دولتشاهی  |
| دفتر فنی کمیته فنی - ویراستار                               | - خشایار اسفندیاری |
| دفتر امور کشاورزی و منابع طبیعی، کمیته فنی                  | - رسول جلالی       |
| دفتر امور صنایع، کمیته فنی                                  | - فراهانی راد      |
| مشاور کمیته فنی   | - محمد خسروی       |
| مشاور کمیته فنی   | - هنریک مجنونیان   |

### ۳- سازمان حفاظت محیط زیست

- |                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| مدیر کل سابق دفتر ارزیابی | - سرکار خانم آژیر |
| کارشناس ارشد دفتر ارزیابی | - فریدون قدوسی    |
| مدیرکل دفتر ارزیابی       | - آقای رهبر       |
| معاون دفتر ارزیابی        | - آقای هادی نیا   |



## فصل اول : کلیات

### فصل دوم : معرفی روش های مختلف فولادسازی

- ۲-۱: روش کلاسیک یا کوره بلند ..... ۲
- ۲-۲: روش احیاء مستقیم ..... ۷

### فصل سوم: معرفی اجمالی صنایع فولادسازی در ایران

- ۳-۱: کارخانه ذوب آهن اصفهان ..... ۳۲
- ۳-۲: صنایع فولادسازی خوزستان ..... ۳۲
- ۳-۳: مجتمع فولاد مبارکه ..... ۳۴
- ۳-۴: شرکت نورد و لوله اهواز ..... ۳۴
- ۳-۵: طرح فولاد آلیاژی یزد ..... ۳۴
- ۳-۶: طرح مجتمع فولاد خراسان ..... ۳۵
- ۳-۷: طرح صنایع فولاد کرمان ..... ۳۵
- ۳-۸: طرح صنایع فولاد کرمان ..... ۳۵
- ۳-۹: طرح بربکت سازی قشم ..... ۳۵
- ۳-۱۰: طرح فولاد میبد ..... ۳۶
- ۳-۱۱: ذوب آهن کردستان ..... ۳۶
- ۳-۱۲: طرح قائم ..... ۳۶

### فصل چهارم : اثرات زیست محیطی ناشی از مراحل ساخت و بهره برداری صنایع فولادسازی

- ۴-۱: اثرات زیست محیطی در مرحله ساخت ..... ۳۷
- ۴-۲: تخلیه مواد آلاینده به محیط در مرحله بهره برداری ..... ۳۹
- ۴-۳: انتشار آلاینده ها در روش های احیا مستقیم ..... ۴۲
- ۴-۴: ارزیابی اثرات زیست محیطی در مراحل ساخت و بهره برداری ..... ۴۹
- ۴-۵: مدیریت اثرات زیست محیطی و برنامه پایش ..... ۵۲
- ضمائم: آلودگی های ناشی از روش های مختلف احیاء ..... ۶۳
- منابع و مواخذ: ..... ۷۵



## فصل اول

### کلیات

فولاد محصول مهمی در اقتصاد نوین جهان به شمار می‌آید. خواص متنوع فیزیکی و مقاومت فولاد آن را در زمره اصلی‌ترین و اساسی‌ترین مواد مورد استفاده در صنعت قرار داده است. به‌طوریکه خیلی از صنایع اتومبیل‌سازی، کشتی‌سازی، تاسیسات نفت و گاز، ماشین‌های مکانیکی، ابزارهای کنترل محیطی، ساختمان‌ها، پل‌ها و کارخانجات به آن وابستگی شدیدی دارند.

امروزه مشخص شده است که صنعت فولادسازی نقش کلیدی را در توسعه صنایع پایه به لحاظ ارتقاء استانداردهای زندگی مردم، هم در کشورهای در حال توسعه و هم در کشورهای توسعه یافته، ایفا می‌نماید. فولاد در بسیاری از موارد، نقش زیست محیطی مثبتی بویژه از لحاظ قابلیت بازیافت ایفا می‌نماید. (سالانه حدوداً ۳۰۰ میلیون تن از فولاد تولیدی از ذوب فولادهای مصرف شده بدست می‌آید).

پیامدهای زیست محیطی این صنعت در مقیاس‌های محلی و جهانی ناشی از انتشار مواد به هوا و ایجاد آلودگی خاک و آبهای سطحی و زیرزمینی است.

همچنین این صنعت به دلیل وسعت و تنوع اشتغال در جامعه از تاثیرگذاری فراوان در الگوهای توسعه شهری و تغییر در کاربری زمین برخوردار می‌باشد.

در این گزارش سعی شده است، پیامدهای زیست محیطی صنعت فولاد، که بعنوان یک صنعت بارز در سطح جوامع مطرح می‌باشد، تشریح گردد.



## فصل دوم

### معرفی روش های مختلف فولادسازی

بطور کلی در تهیه فولاد از سنگ معدن آهن دو روش وجود دارد که عبارتند از :

(الف): روش کلاسیک یا کوره بلند

( ب ): روش احیاء مستقیم سنگ آهن و ذوب محصولات احیاء شده

در برخی از منابع روش سومی به نام ذوب قراضه های فولادی نیز معرفی شده است. به علت آنکه اساس این روش ، به استفاده از کوره قوس الکتریکی بستگی دارد و این فرآیند بخشی از روش احیاء را تشکیل می دهد، لذا کل فرآیند و همچنین اثرات زیست محیطی آن در قالب روش احیاء مستقیم بررسی گردیده است. در نتیجه ضرورت معرفی این فرآیند به عنوان یک روش مستقل احساس نگردید و دو روش اصلی موجود در جهان به عنوان روش های اصلی موجود بررسی گردیده اند.

#### ۲-۱: روش کلاسیک یا کوره بلند

همانطور که در شکل (۲-۱) مشخص است جهت تولید آهن و فولاد به روش سنتی کوره بلند ، واحدهای آماده سازی مواد اولیه و مواد واسطه تولیدی ، لازم می باشد که اهم آنها در زیر به اختصار توضیح داده شده است.

#### تولید کلوخه و گندله در واحدهای کلوخه و گندله سازی

سنگهای آهن از نقطه نظر ساختار و نیز ترکیب شیمیایی متفاوت و متنوع هستند. نظر به اینکه کوره های تولید آهن و فولاد با ترکیب ثابت مواد اولیه ، می توانند حداکثر بازده را داشته باشند، لذا ضروری است که انواع مختلف سنگهای آهن در دسترس و نیز مواد جنبی با خواص فیزیکی شیمیایی و مکانیکی ثابت تولید گردد. این عمل از طریق کلوخه سازی و گندله سازی میسر می گردد.

بطور کلی کلوخه سازی<sup>۱</sup> عبارت است از تبدیل نرمه سنگ آهن همراه با سایر مواد اولیه مورد مصرف کوره بلند مانند مواد بازیابی شده در کارخانه ، مواد گداز آور ، مواد کمکی ، پوسته های ایجاد شده در نورد، خرده کک، بار بازگشتی و آب به دانه‌های درشت با مقاومت مکانیکی بالا در سرما و گرما که قابل کاربرد در کوره بلند باشد. گندله سازی نیز یکی از روش‌های تبدیل ذرات و نرمه مواد اولیه به توده‌ای از فاز متراکم است. گندله محصول نهایی فرآیند گندله سازی و ماده اولیه برای فرآیندهای تولید آهن خام در کوره بلند و تولید آهن اسفنجی به روش‌های متعدد احیاء مستقیم می‌باشد. مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید گندله عبارت است از : سنگ‌های آهن ، مواد افزودنی (آهک ، مواد آلی ، شیرآهک ، سیمان ، نیتونیت ) ، آب .



<sup>1</sup>Sintering

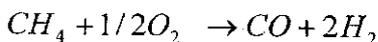
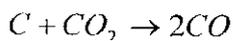
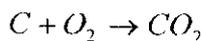


### تولید کک در سلولهای کک‌سازی

جهت تولید انرژی در کوره بلند از کک به همراه گاز طبیعی ، مازوت و زغال سنگ استفاده می‌شود . اما کک نقش اصلی را در تامین انرژی مورد نیاز برای احیای اکسید آهن و حرارت برعهده دارد. کک در اثر حرارت دادن زغال سنگ‌های خاصی در سلولهایی مخصوص به طور غیرمستقیم و در جوی خالی از هوا تولید می‌گردد. سلولهای کک‌سازی به شکل مکعب مستطیل بوده و درعرض به اتاقک‌های کوچکتری تقسیم شده است. در این اتاقک‌ها گاز تصفیه شده با هوا سوخته، از این طریق ازن لازم برای تبدیل زغال سنگ به کک تامین می‌گردد. در این فرآیند مواد فرار زغال سنگ و نیز قیر و قطران آن جدا می‌گردد. کک تولیدی حاوی کربن، گوگرد و مواد سنگی همراه زغال سنگ اولیه می‌باشد. در فرآیندهای کک‌سازی گاز کک پس از خروج از سلولها برای بازیابی مواد شیمیایی تصفیه می‌شود. از این گاز در بخش کک‌سازی سولفات آمونیم، اسید سولفوریک ، نفتالین ، فنل و قطران نیز بدست می‌آید.

### تولید آهن خام در کوره بلند

کلوخه ، گندله ، کک ، سنگ آهن ، آهک و سایر مواد جنبی با نظم خاصی در کوره بلند بار می‌شوند. از طریق لوله‌های دم ، گاز طبیعی و مازوت به همراه هوای گرم در کوره تزریق و گازهای احیاء کننده  $H_2, CO$  تولید می‌گردد.



واکنش های جزئی کک و متان با گاز کربنیک ، بخار آب و اکسیژن از کوره ، حرارت و نیز گازهای احیاءکننده ایجاد می‌کند که در خلاف جهت نزول بار در کوره صعود می‌کنند و موجب احیای اکسیدهای آهن و ذوب آهن خام می‌شود. سایر مواد سنگی همراه بار نیز در کوره گرم ، ذوب و به سرباره منتقل می‌گردند. عملیات گرم شدن ، تکلیس ، احیاء ، ذوب و پالایش در داخل کوره بلند در چهار محل به شرح زیر انجام می‌شوند.

۱. محل خشک شدن در قسمت بالای کوره قرار داشته و دمای آن برابر ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. در این محل در اثر عبور گازهای گرم ، رطوبت مواد حذف می‌گردد و دولومیت شروع به تجزیه می‌کند.
۲. محل احیا در قسمت پایین کوره قرار دارد و بعلت افزایش دما ، احیای اکسیدهای آهن و تحول مواد گداز آور شروع می‌گردد. در این محل واکنش های متعددی برحسب موقعیت مواد و عوامل احیاکننده کم و بیش با سرعت متفاوت انجام می‌شوند.



۳. محل کربونیزه شدن آهن خام که در اثر ترکیب کربن و آهن تحت دمای ۹۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد از طریق تشکیل سمانتیت صورت می گیرد.



در این محل گوگرد، منگنز، فسفر به همراه آهن خام و سمانتیت به سمت پایین حرکت می کنند.

۴. محل احیا نهایی و ذوب: در این محل سمانتیت باقیمانده که در محل های بالاتر فرصت کافی برای احیا کامل نداشته، تحت دمای ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد احیا می گردد و ضمناً تبادل کربن و آهن بیشتر می شود. این محل احیاء سیلیس و اکسید منگنز به صورت جزیی و نیز واکنش های دیگری نیز انجام می گیرد.

### تولید فولاد خام از آهن خام در کنورتور

موادی که در کوره بلند تولید می شوند آهن خام مذاب، سرباره مذاب و گازهای خروجی کوره می باشد. به علت خواص فیزیکی - شیمیایی آهن خام مذاب، مقداری کربن، سیلیس، منگنز، گوگرد و فسفر به صورت محلول در آن وجود دارند. چون برخی از این عناصر موجب پایین آمدن کیفیت فولاد می گردند، لذا حذف این مواد ضروری می باشد. بجز گوگرد سایر عناصر می توانند از طریق اکسایش در کنورتور حذف گردند.

برای حذف ناخالصی های فوق الذکر، اکسیژن به تنهایی و یا همراه آهک در کنورتور دمیده شده و سپس ناخالصی ها از طریق واکنش هایی برفاز گازی تبدیل و یا به سرباره مذاب منتقل می گردند.

به منظور اکسایش کربن، سیلیسم و فسفر، انواع مختلفی از کنورتورها در صنایع فولاد سازی مورد استفاده قرار گرفته اند که نقش اصلی آنها، کاهش کربن آهن خام و تبدیل آن به فولاد می باشد.

### پالایش فولاد خام در کوره پاتیلی

در فرآیند پالایش آهن خام در کنورتور با تزریق اکسیژن نمی توان عناصر نامطلوب همراه آهن خام را تا حد دلخواه حذف نمود و لذا فولاد خام حاصل معمولاً حاوی مقداری گوگرد و گازهای حل شده در آن مانند نیتروژن و هیدروژن می باشد. به منظور حذف گازهای حل شده در فولاد خام، روش های متعددی وجود دارد که از جمله کوره های پاتیلی تحت خلا را می توان نام برد. از طریق تزریق گازهای بی اثر مانند آرگون یا نیتروژن نیز می توان هیدروژن محلول را تا حد مطلوب پایین آورد.

همچنین ترکیب شیمیایی فولاد را می توان از طریق افزودن فروآلیاژها بهبود بخشید. روش های متعددی به منظور تنظیم ترکیب شیمیایی فولاد بکار گرفته شده و به تبعیت از آن صدها نوع فولاد تولید و مورد بهره برداری

قرار می‌گیرد. کلیه فرآیندهایی که در جهت بهبود کیفیت فولاد تولید شده انجام می‌گیرد، در بخش کوره پاتیلی به انجام می‌رسد.

## ۲-۲: روش احیاء مستقیم

اصول این روش شکستن گاز طبیعی به CO و H است که هر دو در زمره احیاکننده‌های قوی به شمار آمده و می‌توانند اکسیژن سنگ آهن را به سرعت جذب کنند. در این روش همانند روش‌های ابتدایی آهن و فولاد، محصولی به نام آهن اسفنجی حاصل می‌شود که می‌تواند در کوره‌های قوسی الکتریکی ذوب و به فولاد تبدیل شود.

به طور کلی در روش احیا مستقیم مراحل تبدیل سنگ آهن به فولاد را می‌توان در سه مرحله زیر پیگیری نمود:

۱. مرحله فرآوری سنگ آهن ،
۲. مرحله احیا (تبدیل سنگ آهن به آهن خام )،
۳. مرحله کوره قوسی الکتریکی (تبدیل آهن خام به فولاد).

### ۱: فرآوری سنگ آهن

صنعت ذوب و تولید آهن و فولاد پیوسته خواهان مواد اولیه و بخصوص سنگ آهن با کیفیت بهتر می‌باشد و از آنجاییکه اکسیدهای آهن سنگ معدن با مقادیر متنوعی از ناخالصی‌های دیگر همانند آهک ، سیلیسیم ، آلومینیم ، منیزیم ، گوگرد ، فسفر، آرسنیک، مس، منگنز و مواد دیگر همراه می‌باشد و همچنین به لحاظ اینکه سنگ آهن به طور مستقیم دارای خصوصیات فیزیکی مناسب (شکل و اندازه ) ، جهت استفاده در فرآیند احیا نمی‌باشد، لذا بارگذاری سنگ آهن خام در کوره‌ها جهت استخراج آهن احتیاج به مصرف مقادیر زیادی از انرژی گران‌بها همانند زغال سنگ ، گاز طبیعی و الکتریسته دارد که اکثر انرژی های مذکور صرف ذوب مواد ناخالصی و در نتیجه اتلاف انرژی خواهد شد. بنابراین در راستای جلوگیری از اتلاف انرژی فرآیندی به نام فرآوری سنگ آهن تدارک دیده شده که دارای مراحل زیر می‌باشد:

- معدن کاوی سنگ آهن،
- خردکردن و دانه‌بندی ،
- مخلوط کردن ،
- خردکردن ،



- تغلیظ،
- کلوخه و گندله سازی .

### معدن کاوی سنگ آهن

به طور کلی دو روش جهت استخراج سنگ آهن وجود دارد که عبارتند از روش روباز و روش زیرزمینی . روش مورد استفاده غالباً به عوامل زیر بستگی دارد:

(الف): عمق بدنه سنگ آهن موجود در زیر سطح ،

( ب ): خصوصیات سنگهای حاشیه بدنه سنگ آهن

معمولاً روش روباز جهت استخراج سنگ آهن ترجیح داده می شود زیرا روش زیرزمینی با مشکلات متعدد همراه است. محدودیت های حرکتی ، مشکلات تامین هوا ، مشکلات زهکشی آب ، شرایط نسبتاً خطرناک و استقرار ماشین آلات پرهزینه از این جمله اند.

### خرد کردن و دانه بندی (سرنده کردن )

در این مرحله دو هدف زیر دنبال می شود:

(الف): شکستن سنگ های آهن درشت به ابعاد ریزتر،

( ب ): جداسازی اولیه سنگ آهن خالص از ناخالصی ها.

در این مرحله دانه بندی با ابعاد متفاوتی انجام می گیرد و بسته به کارگاه شامل چندین مرحله می باشد.

### مخلوط کردن

در یک معدن ممکن است بیش از یک نوع سنگ معدن تکامل یافته و یا سنگ های دریافتی جهت استخراج آهن ممکن است از چندین معدن جمع آوری شده باشند. لذا جهت یکنواخت کردن محصول، سنگ های ریز شده را با هم مخلوط می نمایند. یکی از روش های متداول ، ایجاد لایه های متفاوت سنگ معدن به شکل تپه های بزرگ توسط غلطک ها و سپس مخلوط نمودن آنها می باشد.

### خرد کردن

پس از مراحل سرنده و مخلوط نمودن، سنگ های معدنی ممکن است دارای مواد ناخالص زیادی باشند، لذا جهت تسهیل در جداسازی ، سنگ های معدنی را تا حد ممکن ریز کرده و به حالت پودر در می آورند.



### تغلیظ

هدف اصلی این مرحله کاهش غلظت ناخالصی‌های سنگ آهن ، افزایش عیار آهن در محصول و حذف ناخالصی‌های نامطلوب می‌باشد. این مرحله با روش‌های متفاوتی انجام می‌پذیرد. مهمترین این روش‌ها عبارتند از :

- روش‌های فیزیکی که براساس اختلاف وزن مخصوص کانی با ناخالصی سنگ معدن استوار می‌باشد.
- روش‌های مغناطیسی که براساس خاصیت مغناطیسی کانی‌های آهن‌دار انجام می‌پذیرد.
- فلوتاسیون آنیونیک و کاتیونیک (فلوتاسیون مستقیم و غیرمستقیم )
- روش‌های الکترواستاتیک که براساس هدایت الکتریکی متفاوت ترکیبات تشکیل‌دهنده سنگ معدن انجام می‌پذیرد.

### کلوخه و گندله‌سازی

گندله‌سازی یکی از روش‌های تبدیل ذرات و مواد اولیه به توده‌ای از فاز متراکم است. گندله محصول نهایی فرآیند گندله‌سازی و ماده اولیه برای فرآیندهای تولید آهن خام در کوره بلند و تولید آهن اسفنجی به روش‌های متعدد احیاء مستقیم می‌باشد.

جهت تولید گندله، نرمه سنگ آهن به همراه مواد افزودنی همانند آب آهک در ایستگاه‌های گندله‌ساز به گردش درآمده تا به شکل کروی و قطری بین ۵ تا ۱۸ میلی متر در آیند (گندله خام). گندله خام در معرض اتمسفر ، اکسید شده و سپس در دمایی در حدود ۱۲۵۰ درجه سانتی‌گراد پخته می‌شود. بعد از این مرحله گندله سخت ،آماده استفاده در کوره‌های احیا مستقیم می‌باشد.

### ۲: روش‌های احیا مستقیم

واحدهای احیا مستقیم به طور کلی به دو گروه اصلی که بستگی به ماهیت احیاکننده آن دارد تقسیم می‌شود.

(الف): احیا کننده گاز ،

( ب ) : احیاکننده جامد،

### احیاکننده‌های گاز

بطور کلی تکنولوژی‌های مورد استفاده جهت احیاکننده‌های گاز را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد:

(الف): تکنولوژی‌هایی که براساس کوره‌های تنوره‌دار<sup>۱</sup> فعالیت می‌نمایند ،

<sup>۱</sup>Shaft Furnace

- ( ب ) : تکنولوژی هایی که براساس بستر ثابت فعالیت می نمایند ،  
 ( ج ) : تکنولوژی هایی که براساس بستر سیال فعالیت می نمایند .

### کوره های تنوره دار

روش های متعددی با استفاده از کوره های تنوره دار فعالیت می نمایند که عبارتند از :

- روش Midrex
- روش HYL III
- روش NSC-DR
- روش ARMCO
- روش Kinglor, Metor

### روش Midrex

همانطور که در شکل (۲-۲) مشخص شده است در فرآیند میدرکس اکسید آهن پیوسته از بالای کوره وارد شده و توسط گاز احیا کننده در گرمایی حدود ۸۵۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد احیا می گردد . آهن احیا شده نیز توسط گاز غیراکسیدی در بخش پایینی کوره خنک می گردد .  
 گاز احیا کننده مورد احتیاج در یک لوله چندگانه مبدل کاتالیک از مخلوط گاز طبیعی و گاز تصفیه شده ناشی از فرآیند احیا بدست می آید .





### روش HYL III

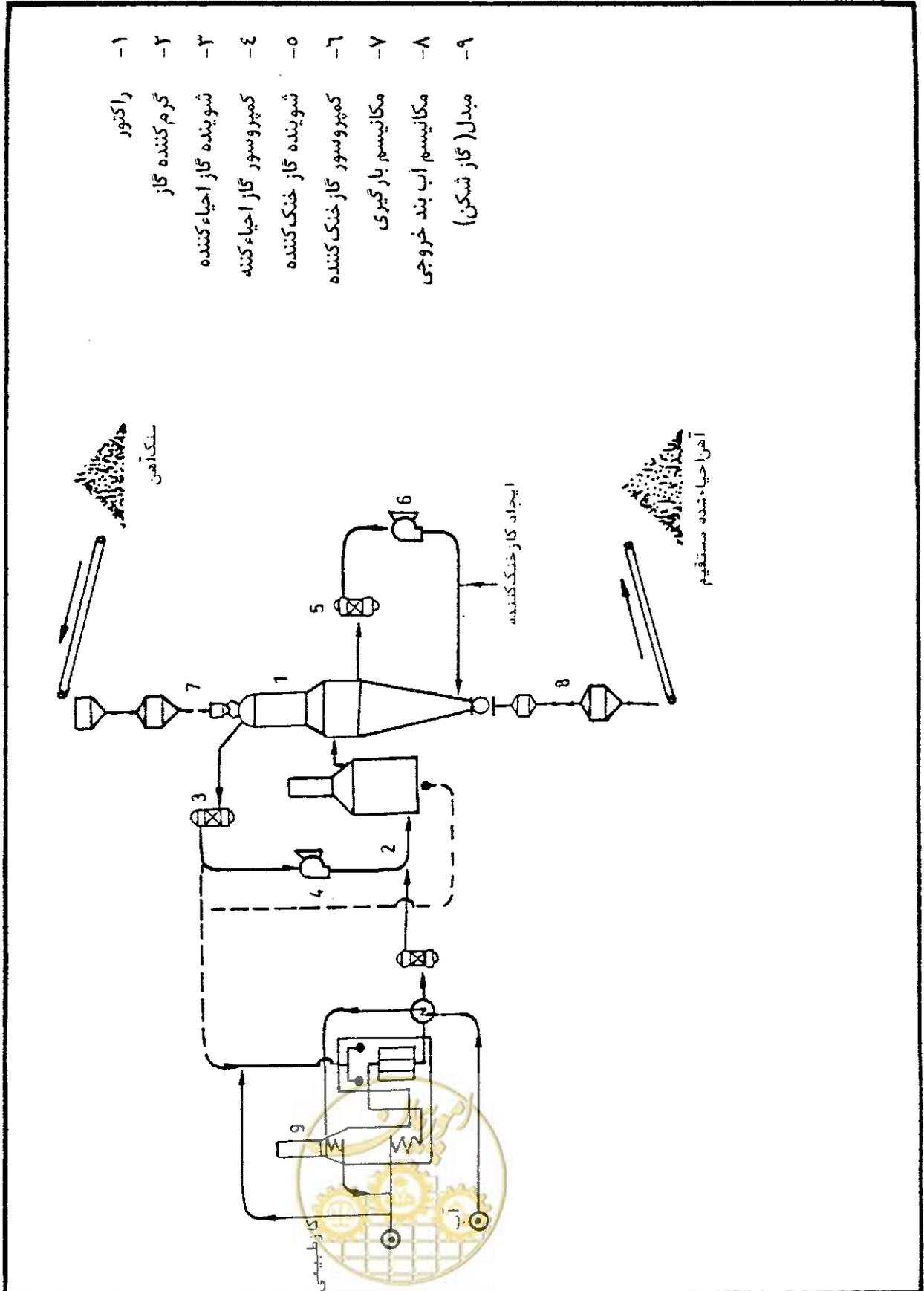
اساس فرآیند HYL III در احیا مستقیم مداوم بوده و از بستر ثابت استفاده نمی‌گردد. حرارت بالا، واکنش در فشار زیاد، بکارگیری هیدروژن غنی شده جهت احیا، کنترل مستقل آهن و کربن آن، واحدهای تجهیز شده کوچکتر، حداکثر کارایی انرژی، اطمینان از پایان کار، پایداری و یکنواخت بودن محصول، از ویژگی‌های بارز این روش می‌باشد.

همانطور که در شکل (۲-۳) آمده در بخش بالایی راکتور یا محل احیا، سنگ معدن در معرض جریان گاز احیاکننده گرم ناشی از بخاری گازی قرار می‌گیرد.

گاز مذکور، خنک، شستشو و فشرده می‌گردد. این گاز به همراه گاز طبیعی جهت سوخت و ایجاد گرما مصرف می‌شود. در بخش پایینی راکتور گاز خنک‌کننده جهت خنک‌کردن مواد احیا شده پس از عبور از بخش‌های شستشو دهنده و فشرده‌کننده، بطور «ممتد می‌چرد.



شکل (۳-۲): نمایش شماتیک فرآیند HYL(III)



## روش NSC-DR

فرآیند NSC-DR بواسطه یک کوره ایستاده در فشاری بالای ۴ تا ۶ اتمسفر فعالیت می‌نماید. مواد اکسید شده به داخل کوره ایستاده از بالا توسط یک سیستم سوپاپ دردار تغذیه می‌شوند. مواد تغذیه شده بوسیله جریان گاز احیا کننده‌ای که توسط بخار ناشی از گاز طبیعی بدست آمده و از جهت غناهای مختلف دمیده می‌شود، احیا می‌گردد.

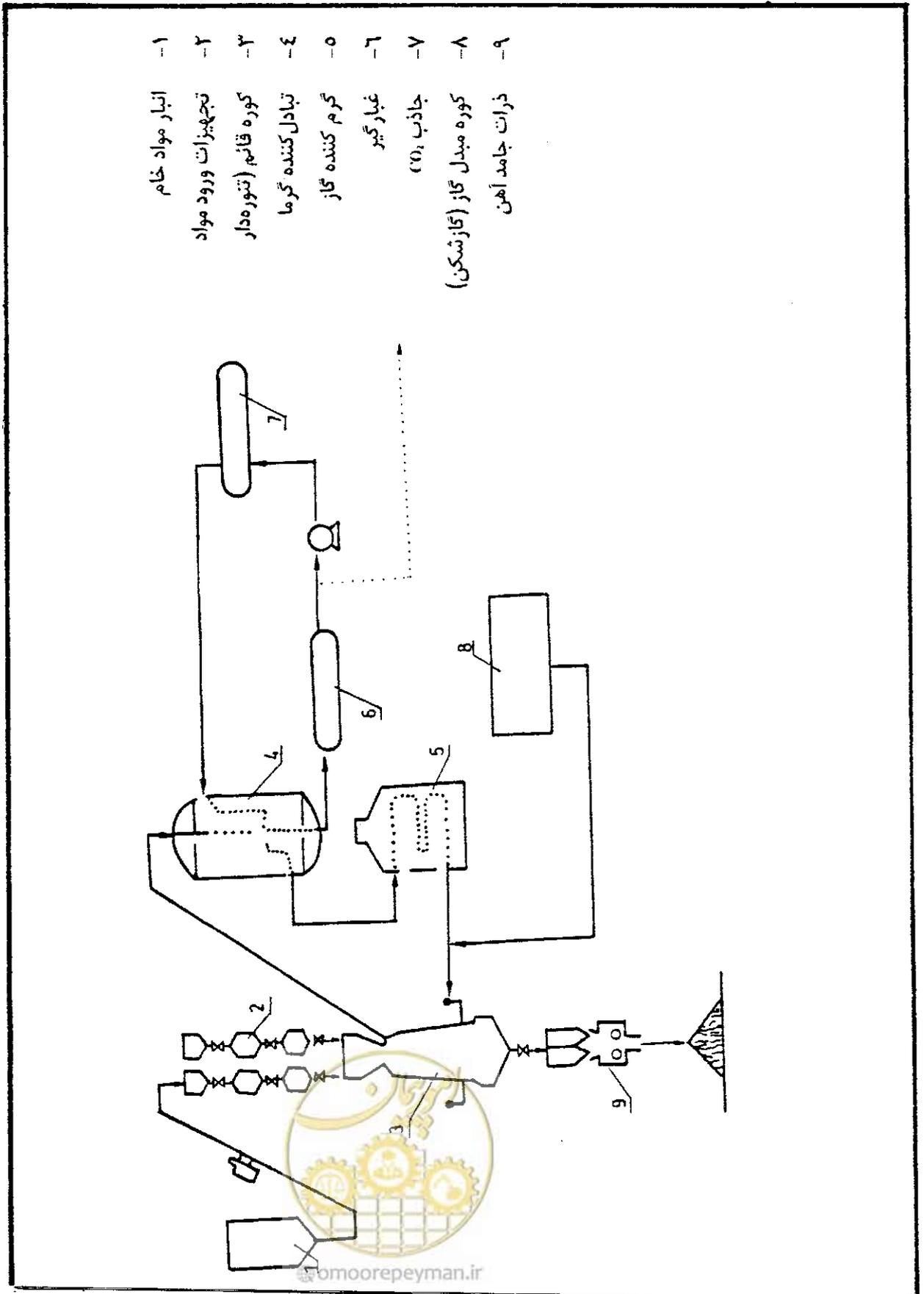
مقدار کربن حاصل در این فرآیند بین ۰/۷ تا ۳/۶۵ درصد متغیر است که البته این مقدار بستگی به نوع اکسید آهن بارگیری شده، حرارت دستگاه و ترکیب گاز دارد.

بطور کلی اختصاصات ویژه روش NSC-DR عبارتند از:

- فشار گاز تغذیه کننده، بالای شش اتمسفر می‌باشد،
  - بخشی از گاز احیا کننده در کوره ایستاده در چرخه مجدد وارد می‌گردد،
  - افزودن دوده (کربن سوخته) جهت جلوگیری از خوشه‌ای شدن مواد خام،
  - سیستم درب سوپاپی دوتایی (یا مضاعف) جهت ورود و خروج مواد،
- شکل (۲-۴) نمایش شماتیک فرآیند NSC-DR را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۳) : نمایش شماتیک فرآیند NSC - DR



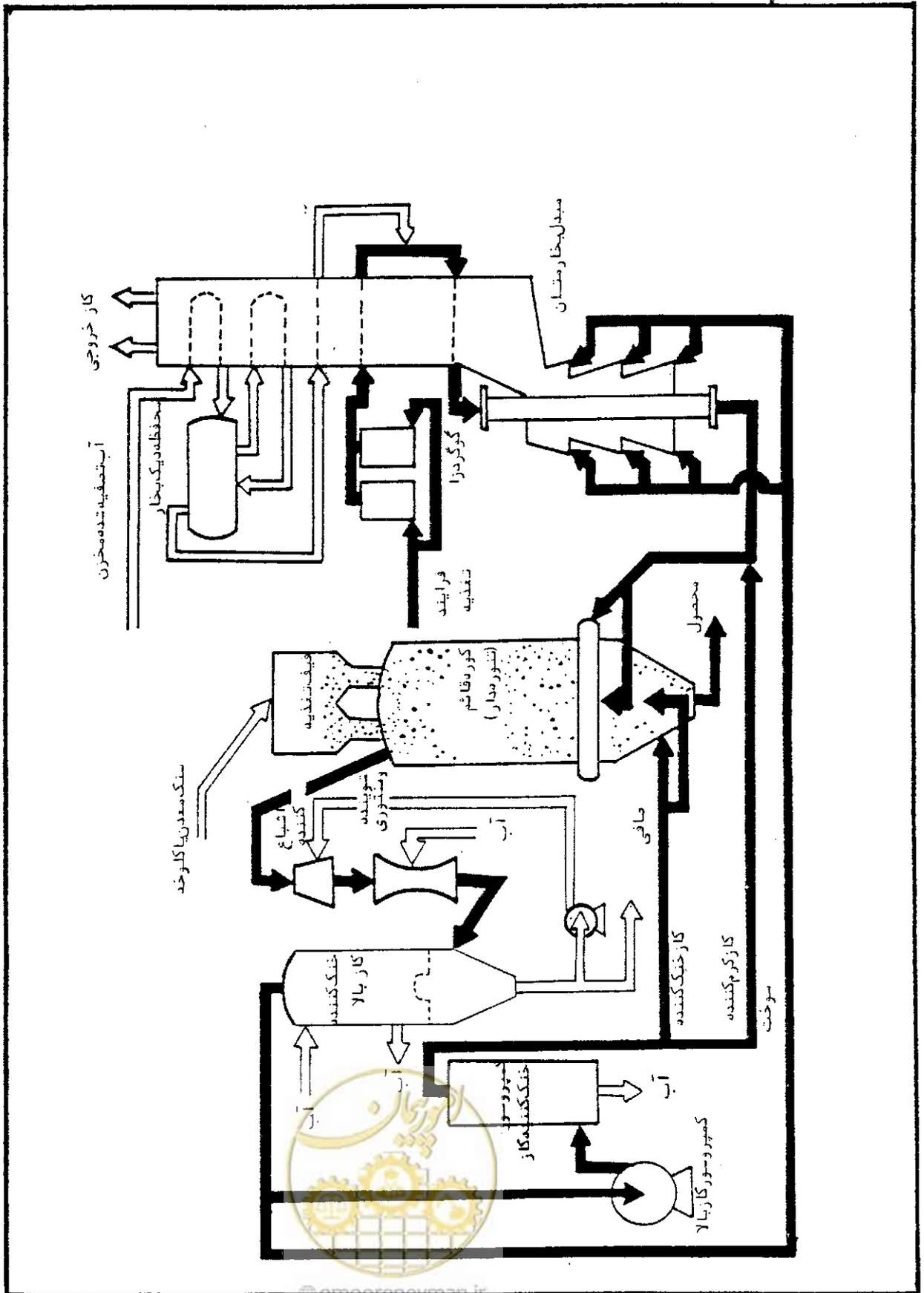
- ۱- انبار مواد خام
- ۲- تجهیزات ورود مواد
- ۳- کوره قائم (تورهدار)
- ۴- تبادل کننده گرما
- ۵- گرم کننده گاز
- ۶- غبارگیر
- ۷- جاذب (CO)
- ۸- کوره مبدل گاز (گازشکن)
- ۹- ذرات جامد آهن

## روش ARMCO

در فرآیند ARMCO از یک کوره عمودی استفاده می‌شود. به‌طوریکه در آن واکنش‌های متقابل، در جهت‌های مختلف بین اکسید آهن در بالا و گاز احیاکننده صعودکننده از پایین انجام می‌شود. منشا گاز احیاکننده می‌تواند گاز طبیعی و یا هیدروکربن‌های مناسب دیگر باشد. همان‌طور که شکل (۵-۲) نشان می‌دهد، گاز احیاکننده پس از صعود از کوره عمودی وارد چرخه احیا و چرخه خنک‌کننده می‌گردد، به‌طوریکه گاز خنک‌کننده پس از ورود از بخش تحتانی کوره عمودی توسط گرمای ناشی از آهن احیاء شده صعود و در فرآیند احیا نیز دخالت نموده و مجدداً وارد چرخه احیا و چرخه خنک‌کننده می‌شود.



شکل ( ۵-۲): نمایش شماتیک فرآیند APMCO



### روش Kinglor- Meteor

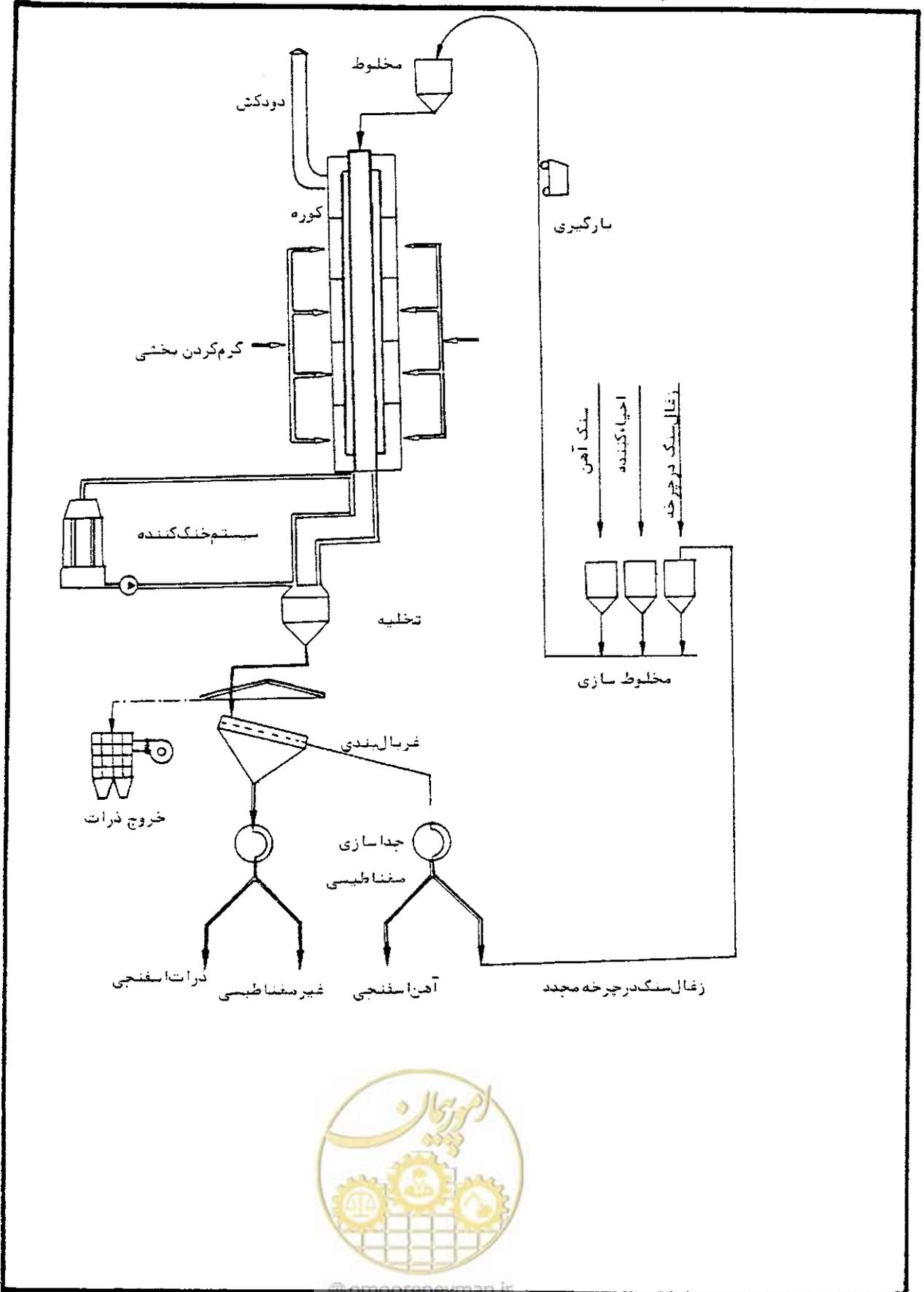
Kinglor – meteor فرآیندی است که سوخت آن زغال سنگ بوده و مستقیماً سنگ آهن را در کوره قائم احیا می‌نماید. در این فرآیند احیا کننده‌ها ترکیبی از مواد جامد (غالباً زغال سنگ) و سوخت های هیدروکربنی (غالباً گاز طبیعی) بوده و جهت احیا انواع سنگ‌های معدنی بکار می‌روند.

همانطور که در شکل (۶-۲) مشخص شده است مخلوطی از سنگ معدن، سوخت جامد، زغال سنگ و سنگ آهک از بالای کوره قایم وارد و توسط نیروی ثقل به سمت پایین حرکت می‌نماید بطوریکه مواد احیا شده در بخش تحتانی کوره پس از خنک شدن خارج می‌گردد. در این فرآیند جهت حذف مواد غیرفلزی از غربال کردن و جداسازی مغناطیسی استفاده می‌شود.

سیستم خنک کننده این فرآیند طوری طراحی شده است که توسط برج خنک کننده از زیر هر کوره آب تصفیه شده وارد شده و پس از خنک کردن مجدداً به برج بر می‌گردد.



شکل ( ۶-۲ ) : نمایش شماتیک فرآیند KINGLOR - METOR



### بستر ثابت

از متداولترین روش هایی که با بستر ثابت فعالیت می نمایند روش های HYL I و HYL II می باشند که در زیر به آنها اشاره می شود.

### - روش HYL

بطور کلی واحدهای HYL از دو قسمت عمده، یکی تاسیسات احیا کننده گندله های سنگ آهن و دیگری قسمت راکتورهای لازم برای تولید گاز احیا کننده تشکیل شده است.

در روش HYL گندله های سنگ آهن به کمک نوار نقاله به مخزن کوچکی در بالای کوره انتقال می یابند. هر چهار کوره به یک واحد تعلق دارد و در هر کوره اعمال و فعل و انفعالاتی به شرح زیر انجام می گیرد:

۱- گندله های سنگ آهن در کوره بار می شوند یا اینکه گندله های آهن اسفنجی تولید شده و سرد شده از کوره تخلیه می شوند،

۲- گندله های سنگ آهن با گاز احیا کننده نیمه مصرف شده احیا می شوند،

۳- گندله های سنگ آهن نیم احیا شده با گاز احیا کننده با قابلیت احیا کنندگی بالا به طور کامل احیا می شوند،

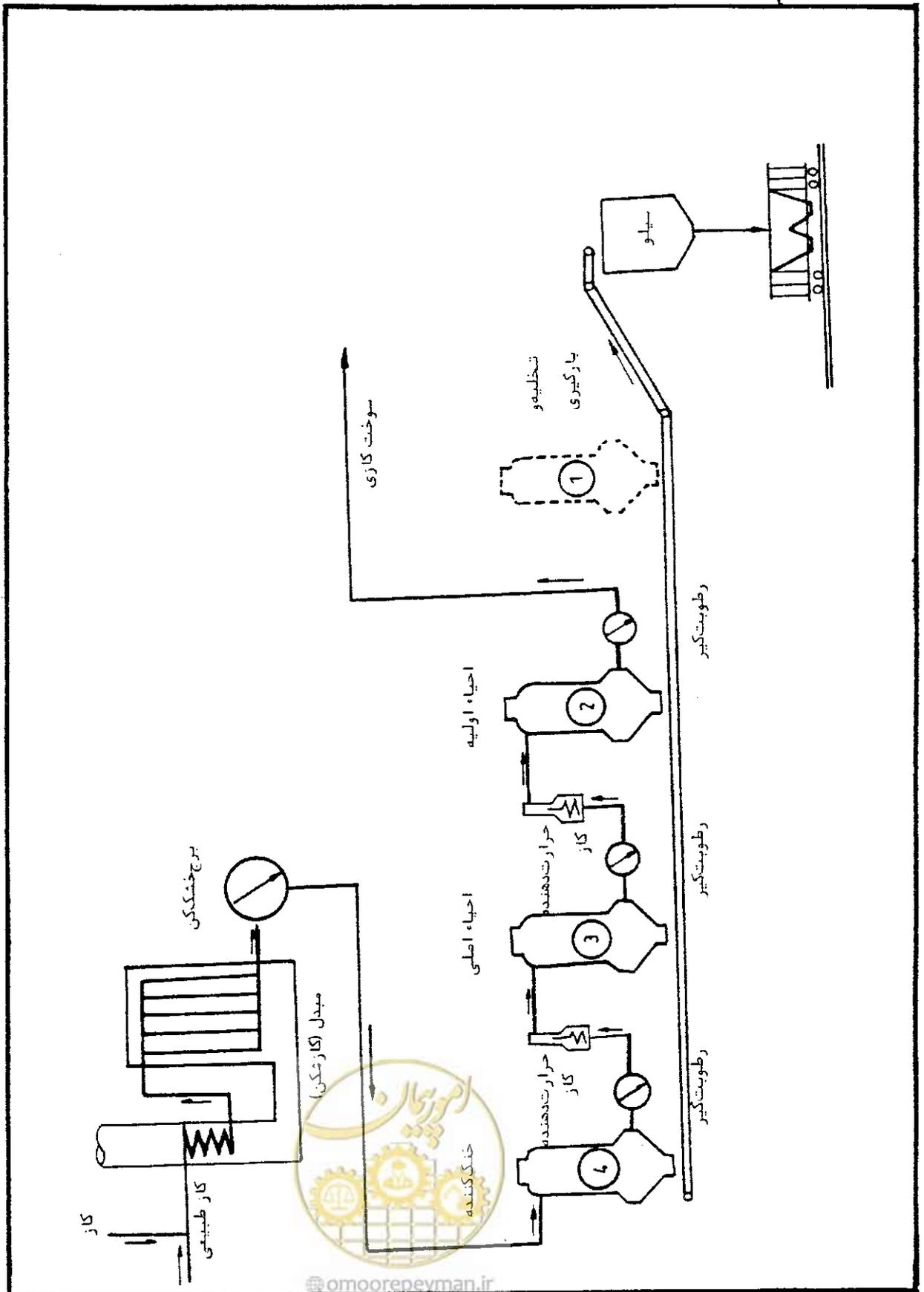
۴- گندله های آهن اسفنجی شده با تزریق گاز طبیعی سرد و خنک می شوند.

در روش HYL برای تولید گاز احیا کننده ابتدا گاز طبیعی گوگردزایی می شود و سپس با نسبت معینی از بخار آب گرم شده، در دمای  $1100^{\circ}\text{C}$  مخلوط و نهایتاً گازهای احیا کننده  $\text{CO}$ ،  $\text{H}_2$  تولید می شوند.

شکل (۷-۲)، فرآیند HYL I, II را نشان می دهد.



شکل ( ۷-۲): نمایش شماتیک فرآیند HYL I, II

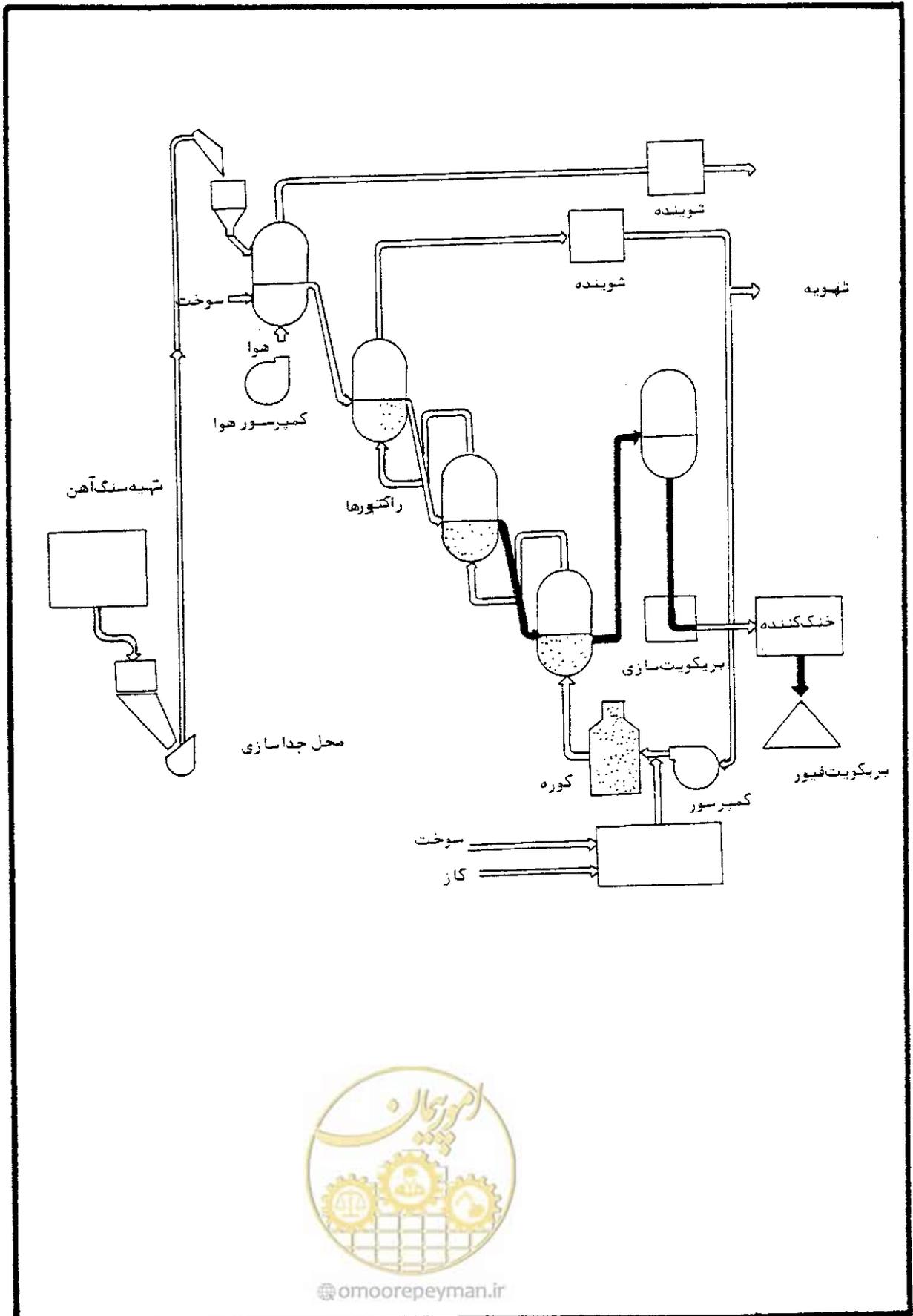


### بستر سیال

از مهم‌ترین روش‌هایی که براساس بستر سیال، فعالیت می‌نمایند فرآیند FIOR می‌باشد. همانطور که در شکل شماره (۸-۲) نشان داده شده، فرآیند FIOR براساس تکنیک بستر سیال عمل می‌نماید. در این فرآیند اکسیدهای آهن (ذرات سنگ آهن) در جریان سیال، معلق می‌باشد و مجموعه‌ای از چهار راکتور سیلندری که سیال‌ها در داخل آنها قرار دارند بر روی یکدیگر استقرار یافته‌اند. بطوری که اکسیدهای آهن معلق در هر راکتور در معرض احیاکننده گازی (بجز اولین راکتور) قرار می‌گیرند. در اولین راکتور اکسیدهای آهن توسط گرمایی در حدود  $870^{\circ}\text{C}$  رطوبت‌گیری و گوگردزایی می‌شود. گاز احیاکننده که با روش‌های متفاوتی (مبدل بخار کاتالیک اکسیداسیون جزئی و ...) قابل تهیه می‌باشد، غالباً از گاز طبیعی یا سایر مشتقات هیدروکربنی بدست می‌آید. این گاز پس از گرم شدن تا حدود  $540^{\circ}\text{C}$  از سه راکتور انتهایی عبور و اکسیدهای آهن را احیا می‌نماید و سپس وارد چرخه شوینده و کمپرسور می‌گردد.



شکل (۸-۲): نمایش شماتیک فرآیند FIOR



### کوره گردان

مهم‌ترین فرآیندهایی که براساس کوره گردان فعالیت می‌نمایند عبارتند از فرآیند SL/RN، فرآیند CODIR و فرآیند CRC. در ادامه اجمالاً به تشریح هر یک از فرآیندهای مذکور پرداخته خواهد شد.

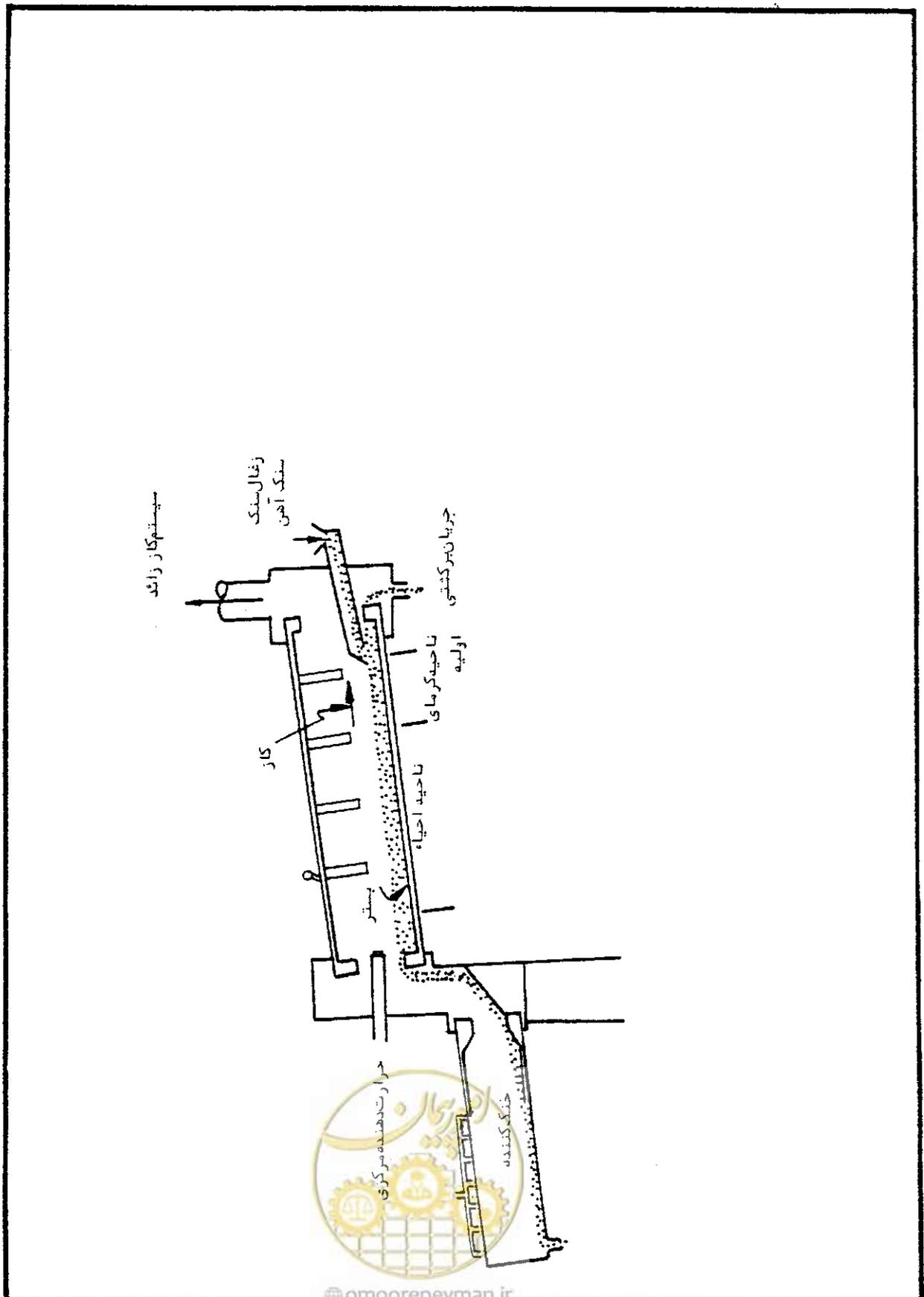
#### (الف): روش SL/RN

در این فرآیند مخلوطی از گندله‌ها یا تکه‌های از سنگ آهن، زغال سنگ احیاکننده، سنگ آهک یا دولومیت در کوره گردان بارگیری می‌شوند. این کوره از مکان بارگیری تا انتها دارای شیب ملایمی می‌باشد. همچنین به نحوی طراحی شده است که جابه‌جایی هوا جهت اکسیژن رسانی و تنظیم درجه حرارت امکان‌پذیر باشد. در این روش مقدار درجه حرارت جهت احیا مستقیم سنگ آهن حدود  $1050^{\circ}\text{C}$  تا  $1100^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. در انتهای کوره مواد خروجی در معرض آب خنک‌کننده قرار می‌گیرند تا درجه حرارت مواد خروجی به زیر  $100^{\circ}\text{C}$  برسد.

موادی که از کوره گردان خارج می‌شوند شامل آهن احیاء شده با دانه‌های ریز، خاکستر زغال و ماده گوگردزدا می‌باشد و در نهایت توسط مکانیسم‌های غربال و جداسازی مغناطیسی تفکیک می‌گردند. شکل شماره (۹-۲)، فرآیند روش SL/RN را نشان می‌دهد.



شکل (۹-۲): نمایش شماتیک فرآیند SL/RN

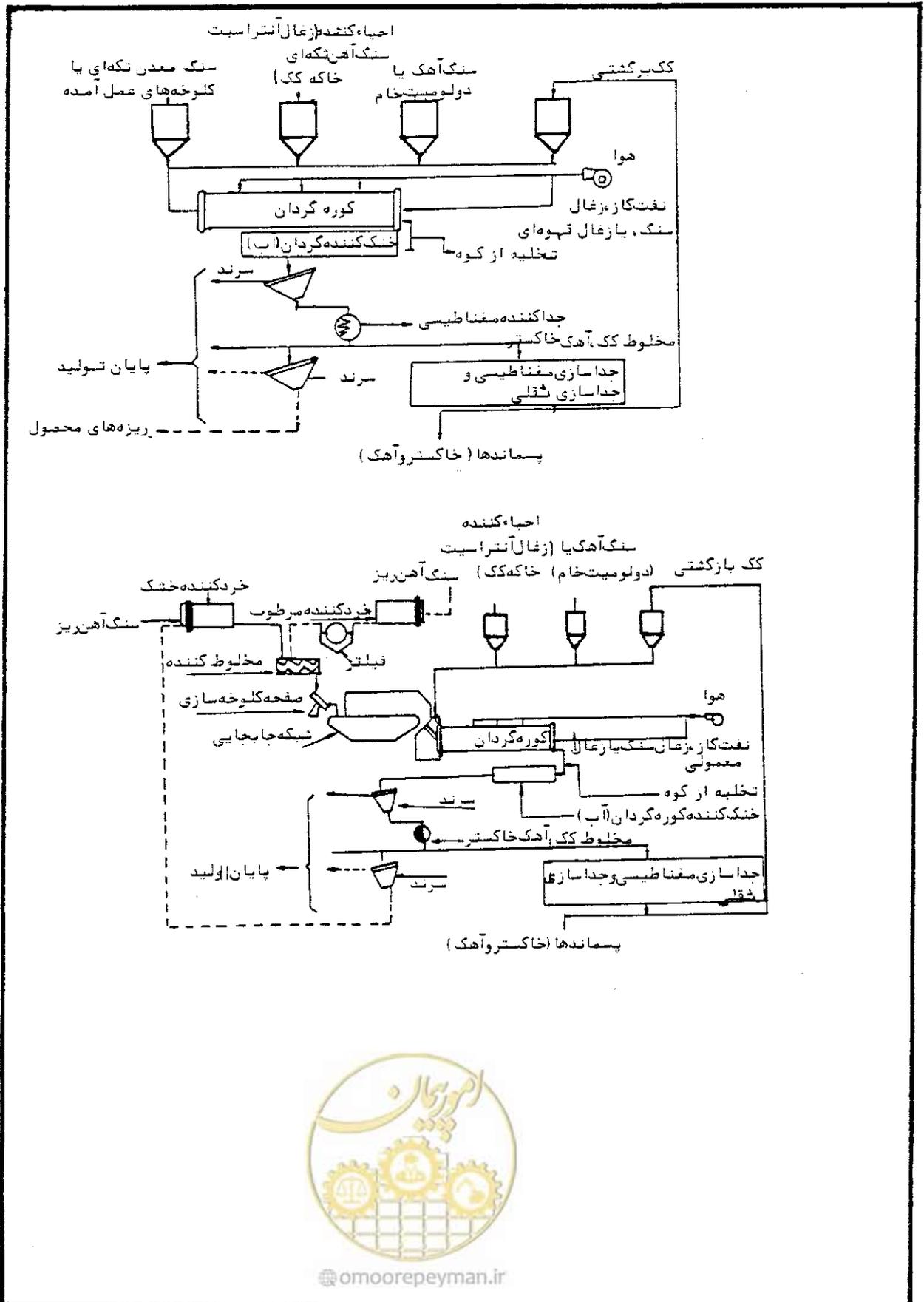


**(ب): روش CODIR**

همانطور که شکل (۱۰-۲) نشان می‌دهد، فرآیند CODIR بسته به نوع بارگیری می‌تواند با دو روش فعالیت نماید؛ اولی بارگیری با تکه های سنگ آهن نسبتاً بزرگ و دیگری بارگیری با سنگ آهن ریز شده . در هر دو مورد ، سنگ اکسید آهن با احیاکننده های زغال انتراسیت و ماده گوگردزدا (سنگ آهن یا دولومیت ) به داخل کوزه گردان بارگیری می‌شود. در این فرآیند دمای کوره بواسطه عبور جریان گاز گرم به ۹۵۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. مواد خروجی در انتهای کوره توسط اسپری آب خنک شده و بوسیله مکانیسم جداسازی مغناطیسی و سرند کردن تفکیک می‌گردند.



شکل (۱۰-۲): نمایش شماتیک فرآیند CODIR

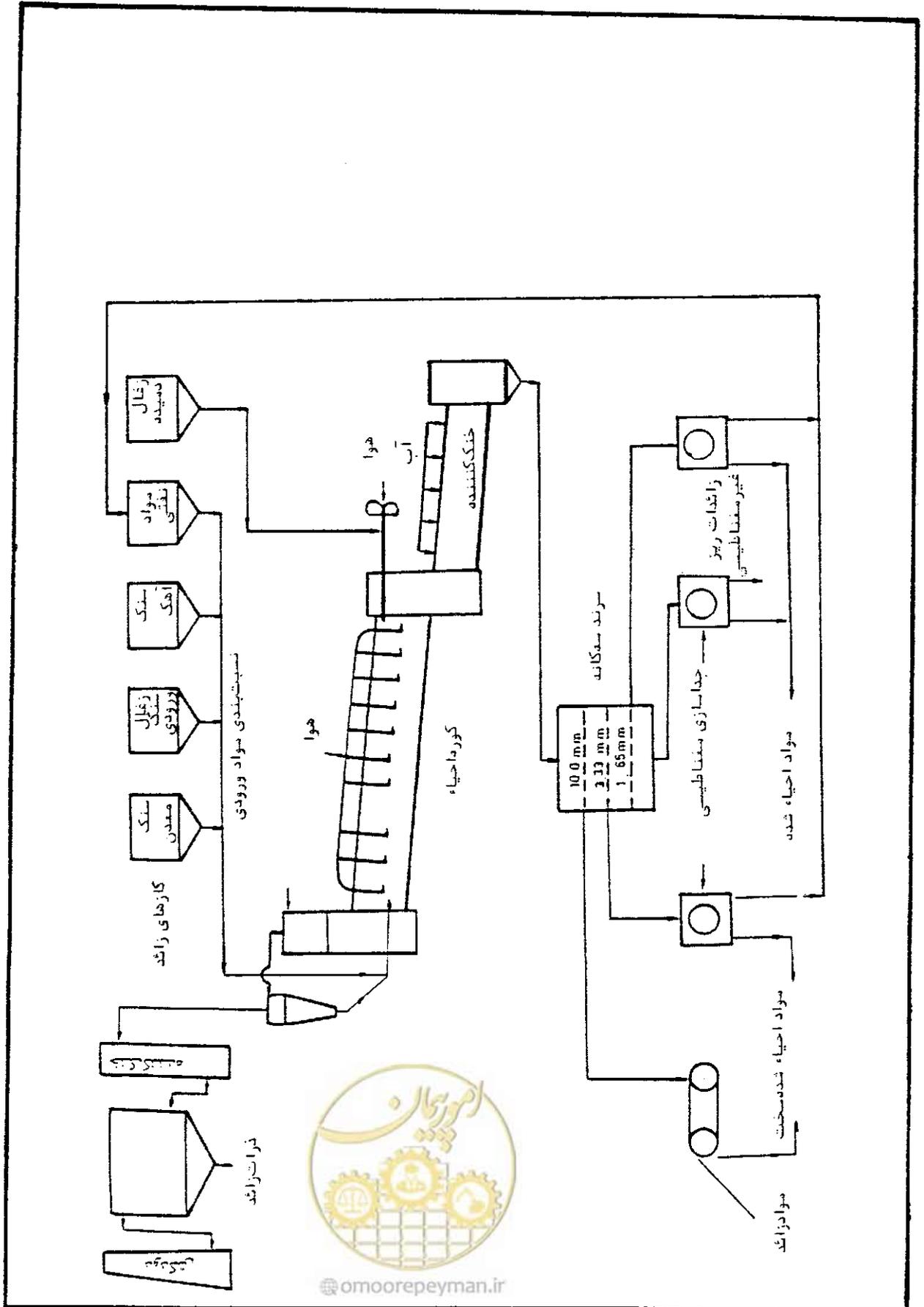


**( پ ): روش DRC/HOCKIN**

در این روش یک سیستم انبار تقسیم‌بندی شده به طور مستمر (گندله‌های سنگ آهن، سنگ آهن، زغال سنگ احیاکننده) کوره گردان را تغذیه می‌نماید. همچنین در این روش از گاز یا نفت جهت گرم نگه‌داشتن کوره استفاده می‌گردد. هوای گرم ورودی به کوره، حرارت بستر و گازهای احیاکننده را کنترل می‌نماید، به طوری که حداکثر دمای آن به  $1170^{\circ}\text{C}$  می‌رسد. پس از فرآیند احیا، مواد احیا شده از کوره گردان خارج می‌گردند و سپس جهت جداسازی مغناطیسی و سرد شدن به سیستم تصفیه وارد می‌شوند. در نهایت آهن به شکل دانه‌های ریز و سخت خارج می‌گردد. شکل (۱۱-۲)، فرآیند DRC/HOCKIN را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱۱): نمایش شماتیک فرایند DRC/HOCKIN



### ۳: کوره قوس الکتریکی

#### (الف): تشریح فرآیند

کوره قوس الکتریکی از یک کوره کم عمق با ابعاد بلند و سیلندری که پوشش آن قابل جابجا شدن می‌باشد تشکیل شده است. انرژی جهت ذوب مواد بارگیری شده در کوره توسط قوس الکتریکی ایجاد می‌گردد. سه الکترود که غالباً از جنس گرافیت می‌باشند از حفره های به داخل کوره وارد شده‌اند.

نقش و هدف فرآیند پالایش متالورژیک که در مرحله قوس الکتریکی انجام می‌پذیرد، تعیین ترکیب فولاد و کنترل ناخالصی‌ها است. مواد ناخالصی موجود در آهن احیا شده توسط آهک و مواد کمک ذوب دیگر حذف می‌گردند. همچنین اکسیژن نیز با اهداف حذف کربن، کاهش زمان فولادسازی و کاهش مصرف انرژی به کوره تزریق می‌شود.

ممکن است در کوره قوس الکتریکی فسفرزدایی و سولفورزدایی نیز انجام شود که آن به ویژگی های فولاد مورد نظر و همچنین ترکیبات کربن، کروم، منگنز و سیلیس بستگی دارد.

#### (ب): مواد اولیه مورد احتیاج

##### آهن قراضه

در بارگیری آهن های قراضه کیفیت و ماهیت آهن بسیار مهم می‌باشد به طوری که مواد همراه آهن های قراضه مانند کادمیوم، سرب، مس، قلع و روی علاوه بر اینکه بر کیفیت محصول نهایی تاثیر می‌گذارند، بر نوع و غلظت سرباره‌ها و همچنین بر ذرات گاز های انتشار یافته نیز موثرند. وجود مواد نفتی و قابل احتراق در قراضه‌ها کنترل انتشار مواد زاید را مشکل می‌سازد. ویژگی فیزیکی مواد قراضه به همان نحوی که مشکلات زیست محیطی را ایجاد می‌نماید در کارایی و اقتصاد محصول نیز موثر است.

##### آهن احیا شده اولیه

کیفیت مواد ورودی و کیفیت فولاد تولید شده تاثیر زیادی بر پیامدهای زیست محیطی ناشی از عملیات تولید دارند. به طور مثال مواد ناخالص موجود در آهن اسفنجی بر انتشار مواد زاید، نوع سرباره و فرآیند تولید نقش زیادی دارند.

هرچه نسبت اکسید آهن احیا شده بیشتر باشد و یا هرچه نسبت آهن متالیک به کل آهن کمتر باشد، علاوه بر اینکه احتیاج به مصرف انرژی بیشتر می‌شود، حجم مواد زاید نیز افزایش می‌یابد.



جهت حذف ناخالصی‌ها احتیاج به استفاده از مواد افزودنی است که خود آن باعث افزایش مواد زاید و سرباره خواهد شد. به طور مثال جهت حفاظت از مواد نسوز و اطمینان از گوگردزایی، از مواد افزودنی همانند آهک و اکسید منیزیم استفاده می‌شود که حجمی ۲ تا ۳ برابر کل مواد اصلی خواهند داشت. لذا استفاده هرچه بیشتر از افزودنی‌ها، باعث افزایش حجم سرباره می‌گردد.

بطور کلی اگر در مرحله احیای مستقیم از سنگ‌های آهن با درجه خلوص بالاتر و عاری از مواد مضر استفاده شود، در مرحله فولادسازی چه از لحاظ پالایش و چه از حیث پیامدهای زیست محیطی، مشکلات کمتری در پیش‌رو خواهد بود.

### آهک و سیالات

پالایش متالورژی در کوره قوس الکتریکی غالباً با کمک سیال‌هایی جهت حذف مواد ناخالصی انجام می‌شود. این مواد، ناخالصی‌ها را از فولاد ذوب شده به عنوان سرباره جدا می‌نمایند. یکی از معمول‌ترین سیال‌ها آهک می‌باشد که به دلیل خاصیت بازی آن نقش خنثی‌کننده را در برابر عوامل اسیدی چون سیلیسیم ایفا می‌نماید. از آنجاییکه ویژگی‌های فیزیکی آهک بر بازده فرآیند پالایش موثر است، لذا شکل مطلوب آن، شکل دانه‌ای و در اندازه‌های کوچک می‌باشد. ناخالصی‌های موجود در آهک نیز همانند سیلیسیم، گوگرد و کربنات منیزیم، هم در فرآیند متالورژی و هم از لحاظ زیست محیطی مشکلات زیادی را بوجود می‌آورند.

به کوره قوس الکتریکی ترکیباتی جهت سیال نمودن سرباره اضافه می‌شوند. این ترکیبات نایستی حاوی عناصری مانند سولفور باشند که برای فرآیند فولادسازی مضر هستند فریت ( $Fe_2O_3$ ) و آلومین ( $Al_2O_3$ ) جهت اکسیداسیون سرباره و فلورسپار ( $CaF_2$ ) جهت احیا سرباره در زمره مهم‌ترین مواد افزودنی قرار دارند.

### کربن

در برخی موارد ضروری است جهت رسیدن به درصد مشخصی از کربن در فولاد و یا جهت افزایش بازدهی احیاء مقداری کربن به کوره اضافه شود. حجم کربن غالباً توسط مواد خام اولیه ورودی تعیین می‌گردد. هر چند موادی چون کک و زغال سنگ در افزودن کربن به کوره دخیل هستند، با این حال در مواردی که مقدار کربن کم باشد، می‌توان آن را در مرحله کوره قوس الکتریکی افزود.

### عناصر آلیاژی

فولادهای مخصوص به عناصر ویژه‌ای همانند کرم، منگنز، مولیبدن، نیکل و سیلیسیوم احتیاج دارند. لذا در مرحله کوره قوس الکتریکی جهت تهیه فولادهای مخصوص عناصر مذکور را به آهن احیا شده می‌افزایند.



## فصل سوم

### معرفی اجمالی صنایع فولاد سازی در ایران

#### ۳-۱: کارخانه ذوب آهن اصفهان

این کارخانه در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان ، در ۵ کیلومتری زاینده رود و در کنار جاده اصفهان شهرکرد قرار دارد. عملیات ساختمانی این کارخانه در نیمه دوم سال ۱۳۴۶ شروع و با راه‌اندازی کوره بلند در دیماه ۱۳۵۰ بهره‌برداری از خط تولید چدن کارخانه آغاز شد. فرآیند تولید در کارخانه ذوب آهن اصفهان براساس روش سنتی تهیه چدن در کوره بلند توسط کک متالوژی می‌باشد. بار کوره در این روش عبارت است از کک متالوژی ، سنگ آهن ، کلوخه (آگلومره ) و مواد کمک ذوب که همگی ابعادی بزرگتر از ۱۰ میلیمتر دارند.

#### ۳-۲: صنایع فولادسازی خوزستان

صنایع فولادسازی خوزستان از سه واحد به شرح زیر تشکیل شده است:  
واحد اهواز ، واحد گروه ملی ، واحد نورد کاویان .



## ۱-۲-۳: واحد اهواز

مجتمع فولاد اهواز در ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و در نزدیکی جاده اهواز بندر امام خمینی قرار دارد. تکنولوژی تولید فولاد در مجتمع فولاد اهواز بر مبنای استفاده از گاز طبیعی برای احیا مستقیم سنگ آهن به آهن اسفنجی با روش‌های میدرکس پروفِر و HYL I می‌باشد.

سنگ آهن مورد نیاز این سه روش با عیار آهن نسبتاً بالا ۶۷٪ Fe، ناخالصی‌های گوگرد و فسفر در حد ۰/۰۲ درصد مستقیماً در طبیعت وجود ندارد لذا عملیات فرآوری که شامل خردکردن سنگ معدن، تغلیظ و تبدیل آن به پودر (کنسانتره) می‌گردد، ضروری می‌باشد. آهن اسفنجی تولیدی همراه با آهن قراضه، آهک و سایر موارد (فروآلیاژها و ...) در کوره‌های قوس الکتریکی شارژ و فولاد مذاب با کیفیت مورد نظر به دست می‌آید.

## ۲-۲-۳: واحد گروه ملی

به موازات اقدامات سازمان ذوب آهن ایران برای تاسیس واحدهای بزرگ ذوب آهن در ایران و افزایش مصرف فولاد در کشور، کارخانجات نورد نیز تاسیس گردیدند. در این راستا اولین مجموعه، در یک محدوده ۱ هکتاری در ۹ کیلومتری جاده اهواز - خرمشهر ایجاد شد. اولین کارخانه از این مجموعه در سال ۱۳۴۶ با تولید میلگردهای ساده، آجدار و نبشی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. در حال حاضر ۲۲ واحد اصلی در گروه ملی صنعتی فولاد ایران فعالیت می‌نمایند.

## ۳-۲-۳: واحد نورد کاویان

این واحد در ۹ کیلومتری جاده اهواز خرمشهر در زمینی به مساحت ۳۵ هکتار در کنار کارخانجات نورد و لوله اهواز و واحد گروه ملی قرار گرفته است.

تکنولوژی مورد استفاده در این کارخانه بدین‌گونه است که مواد اولیه (اسلب سنگین) پس از ورود به انبار مواد اولیه، به وسیله جرثقیل‌های مغناطیسی به نوار غلتک داخل انبار حمل شده و توسط غلتک‌های ورودی به کوره، انتقال داده می‌شود. اسلب در کوره‌ها تا ۱۲۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم و پس از اینکه به دمای مطلوب رسید، توسط سیستم‌های هیدرولیک از کوره خارج و توسط غلتک‌های انتقال وارد مرحله نورد می‌شوند.



اسلب پس از توزین و پوسته‌زدایی به ترتیب وارد قفسه‌های افقی و عمودی نورد می‌گردد و در نهایت ورق ضخیم تولیدی پس از نورد و عبور از مسطح کننده ورق به سمت قیچی مخصوص برش، هدایت می‌شود.

### ۳-۳: مجتمع فولاد مبارکه

مجتمع فولاد مبارکه در دامنه کوه چغاچوش در کنار زاینده‌رود در ۱۷ کیلومتری جنوب غربی مبارکه به فاصله ۷۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در زمینی به مساحت تقریبی ۲۴ کیلومتر مربع واقع شده است. تکنولوژی مورد استفاده در این مجتمع احیا مستقیم سنگ آهن توسط روش میدرکس می‌باشد.

### ۳-۴: شرکت نورد و لوله اهواز

محل استقرار شرکت نورد و لوله اهواز در ۹ کیلومتری شهر اهواز، در حاشیه جاده اهواز به خرمشهر می‌باشد. تکنولوژی مورد استفاده در شرکت نورد و لوله اهواز بدین گونه است که اسلب فولادی پس از رسیدن به درجه حرارت  $1300^{\circ}\text{C}$  از کوره خارج و در قفسه‌های نورد با فشار غلتک‌ها به تدریج از ضخامت آن کاسته و بر طول آن اضافه می‌شود تا نهایتاً به ضخامت دلخواه برسد. ورق تولید شده محصول نورد گرم بوده و به صورت کلاف قابلیت حمل و نقل و فروش خواهد داشت و ماده اولیه برای تولید لوله‌های فولادی پروفیل و مقاطع مختلف است.

### ۳-۵: طرح فولاد آلیاژی یزد

این واحد در زمینی به مساحت یکصد هکتار در ۲۵ کیلومتری غرب یزد واقع شده است. فرآیند تولید فولادهای آلیاژی بر مبنای مصرف ۸۰٪ آهن اسفنجی و ۲۰٪ قراضه طراحی شده است. مواد اولیه شامل آهن اسفنجی، قراضه، آهک، فروآلیاژها و فلوراسپار بوده که در کوره‌های قوس الکتریک شارژ می‌شود و پس از ذوب و سرباره‌گیری جهت تصفیه و آلیاژسازی تکمیلی به کوره پاتیلی ریخته می‌شود.



### ۳-۶: طرح مجتمع فولاد خراسان

این طرح که مشتمل بر کارخانه تهیه فولاد و کارخانه نورد پیش‌بینی شده است، در ۲۴ کیلومتری جنوب غربی نیشابور قرار دارد. فعالیت‌های اجرایی پروژه در چارچوب تجهیز کارگاه بخش نورد و تامین آب و برق دوران ساخت و بهره‌برداری، در دست اجرا می‌باشد.

تکنولوژی تولید فولاد در این مجتمع براساس روش احیاء مستقیم با استفاده از سنگ آهن معادن سنگان خراسان و گاز طبیعی منطقه سرخس در نظر گرفته شده است.

### ۳-۷: طرح صنایع فولاد کرمان

کل کارخانه در ۱۲ کیلومتری شرق شهرستان بردسیر در فاصله ۳۸ کیلومتری شهر کرمان استقرار دارد. در این کارخانه پیش‌بینی شده است نورد مقاطع سبک انجام شود. در حال حاضر کارخانه مذکور به مرحله بهره‌برداری نرسیده است.

### ۳-۸: طرح نورد فولاد آذربایجان

جهت تولید مقاطع میلگرد و نبشی کارخانه نورد سبک در استان آذربایجان در نظر گرفته شده است. محل کارخانه در ۲۰ کیلومتری شهرستان میانه و به وسعت ۴۷ هکتار می‌باشد.

### ۳-۹: طرح بریکت‌سازی قشم

طرح تولید آهن قشم (بریکت) باهدف احداث ۵ مدول تولید بریکت به ظرفیت نهایی ۵ میلیون تن در سال، خواهد بود که در فاز اول یک مدول به ظرفیت ۱ میلیون تن در سال احداث شد.

این طرح شامل تاسیسات تخلیه و بارگیری، انتقال مواد از اسکله به کارخانه، آب شیرین کن، انبارهای مواد اولیه و محصول خواهد بود. روش انتخاب شده برای این طرح روش میدرکس می‌باشد.



**۱۰-۳: طرح فولاد میبد**

طرح فولاد میبد برای تولید ۲۰۰ هزار تن چدن ریخته گری از طریق احیای سنگ آهن در کوره بلند و ریخته گری شمش جهت مصرف در صنایع ریخته گری مورد مطالعه قرار گرفته است. محل اجرای طرح با توجه به امکانات و نزدیک بودن به محل تامین مواد اولیه اصلی در استان یزد (شهرستان میبد) انتخاب گردیده است.

**۱۱-۳: ذوب آهن کردستان**

جهت تولید ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تن محصولات آهنی مورد نیاز استان کردستان کارخانه ذوب آهن کردستان احداث خواهد شد. براساس پیش بینی های انجام شده تولیدات براساس کوره های کوچک طراحی گردیده است.

**۱۲-۳: طرح قایم**

طرح قایم که با ظرفیت ۶۰۰ هزار تن در ذوب آهن اصفهان راه اندازی شد دارای تفاوت هایی با روش های احیا مستقیم دیگر می باشد. در این طرح با حذف دیفورمر (گاز شکن) و با روش آبسایش جزئی گاز طبیعی متان ( $CH_4$ ) و اکسیژن در راکتور، گازهای احیا کننده اکسید کربن ( $CO$ ) و هیدروژن تولید و با دمش گازهای احیا کننده به داخل کوره احیا مستقیم، گندله های موجود در کوره، احیا و به آهن اسفنجی تبدیل می گردند. درجه فلزی آهن اسفنجی در روش احیا مستقیم قایم در شرایط عادی ۹۲ درصد است و این رقم تا ۹۶ درصد قابل افزایش می باشد.



## فصل چهارم

### اثرات زیست محیطی ناشی از مراحل ساخت و بهره‌برداری صنایع فولادسازی

اثرات زیست محیطی ناشی از استقرار و راه‌اندازی صنایع فولاد سازی را می‌توان در دو بخش کلی مرحله ساخت و مرحله بهره‌برداری مورد بررسی قرار داد که در ذیل آمده است.

#### ۱-۴: اثرات زیست محیطی در مرحله ساخت

مرحله ساخت شامل کلیه فعالیت‌هایی است که از مرحله مساحی شروع و تا مرحله بهره‌برداری ادامه دارد. اثرات عمده ناشی از مرحله ساخت را می‌توان در سه بخش زیر عنوان نمود:

#### تغییر کاربری و شکل زمین

بسته به نوع کاربری شکل موجود زمین، دامنه فعالیت‌ها و اثرات ناشی از آنها متفاوت خواهند بود. غالب فعالیت‌هایی که در مرحله ساخت انجام می‌گیرد به شرح زیر می‌باشند:

- خاکبرداری و خاکریزی،
- ایجاد شبکه‌های جدید حمل و نقل از قبیل بزرگ‌راهها، خطوط ریلی،
- افزایش بار ترافیک در حیطه طرح،
- تغییر شبکه زهکشی،
- تاسیس ساختمان و سوله،
- تبدیل اراضی زراعی، مرتعی به اراضی صنعتی،
- نصب تاسیسات،
- ایجاد امکانات سکونتی و تاسیسات شهرسازی برای پرسنل طرح،
- فعالیت رفاهی آموزشی و خدماتی متناسب با صدور فعالیت طرح،
- ایجاد پایانه‌ها و باراندازی در سواحل دور و یا محل طرح،
- ایجاد خدمات انرژی برق‌رسانی در اشکال خطوط سوخت و نیرو به منطقه طرح.



## آلودگی‌های زیست محیطی در مرحله ساخت

انتشار غبار و ذرات ناشی از حرکت وسایل نقلیه و عملیات خاکبرداری و خاکریزی از مهم‌ترین آلاینده‌های هوا در مرحله ساخت می‌باشد. برخی کشورها جهت محاسبه مقدار غبار ناشی از حرکت وسایل نقلیه در جاده‌های شوسه از فرمول تجربی زیر استفاده می‌نمایند.

$$E = (0.81s) \left( \frac{S}{30} \right) \left( \frac{365 - W}{365} \right)$$

$W$  = متوسط سالانه تعداد روزهای با بیش از ۰/۲۵۴ میلی متر بارندگی ،

$E$  = فاکتور انتشار ، پوند / مایل حرکت وسیله ،

$s$  = مقدار سیلت در سطح جاده (درصد) ،

$S$  = سرعت متوسط وسیله مایل / ساعت .

قابل ذکر است فرمول یاد شده جهت وسایط نقلیه‌ای که با سرعت ۵۰ تا ۸۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌نمایند تهیه شده است.

ترکیبات ناشی از سوخت مشتقات نفتی از منابع آلاینده هوا به شمار می‌آیند که در مرحله ساخت بایستی مورد نظر قرار گیرند. چنین ترکیباتی می‌توانند از منابع ثابت (نقطه‌ای) همانند ژنراتورها، بخاری‌ها و ... و یا منابع متحرک همانند خودروها انتشار یابند. جدول (۴-۱) مقدار آلاینده‌های ناشی از حرکت وسایل نقلیه را ارائه می‌دهد.

جدول (۴-۱): مقدار آلاینده ناشی از سوخت مشتقات نفتی کامیون و سواری

**SO <sub>2</sub>	**NO <sub>x</sub>	** CO	ترکیبات آلی**	* CO <sub>2</sub>	نوع وسیله
ناچیز	۱/۸۲	۱/۲۱	۰/۲۵	۰/۳۹	کامیون
۰/۰۸	۰/۹۵	۱۱/۹۸	۱/۵۱	۰/۶۸	اتومبیل

\* برحسب پوند / مسافر در مایل

\*\* برحسب فرم / مسافر در مایل

آلودگی آبهای سطحی در مرحله ساخت ناشی از فرآیندهای زیر است :

- آلودگی آب ناشی از فرسایش خاک ،
- آلودگی آب به مواد روغنی و نفتی ناشی از فعالیت‌های حمل و نقل.

آلودگی آبهای زیرزمینی نیز عمدتاً ناشی از نشت فاضلاب‌های انسانی و نشت مواد نفتی و روغنی

است

آلودگی صوتی در مرحله ساخت شامل موارد زیر است :

- فعالیت‌های ساختمانی ،
- خاکبرداری ،
- اسکلت‌بندی ،
- حمل و نقل وسایل نقلیه سنگین ،
- فعالیت ماشین‌آلات ساختمانی .

#### تولید زباله‌های ساختمانی و مواد زاید خطرناک

زباله‌های ناشی از مرحله ساخت از لحاظ پتانسیل خطر به دو طبقه زیر قابل تقسیم می‌باشند:

- زباله‌های بی‌خطر همانند زباله‌های ساختمانی که جنس آنها می‌تواند کاغذی ، شیشه‌ای ، پلاستیکی و فلزی باشد .
- زباله‌های خطرناک همانند چربی‌ها ، مشتقات نفتی و شیرابه زباله‌های خانگی .

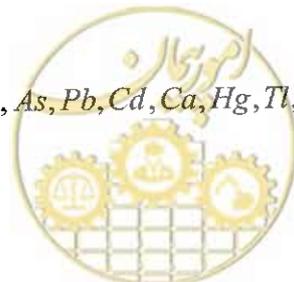
#### ۲-۴: تخلیه مواد آلاینده به محیط در مرحله بهره‌برداری

از آنجاییکه فرآیند فولادسازی شامل مراحل مختلفی است و هر یک از مراحل اثرات زیست محیطی متفاوتی بر محیط تحمیل می‌نمایند، عوامل موثر در ایجاد آلودگی هوا، آلودگی آب ، آلودگی صوتی و آلودگی ناشی از مواد زاید جامد خطرناک در هر مرحله عنوان خواهد شد.

#### آلاینده‌های محیط در مرحله کلوخه‌سازی

گازهای زاید و غبار منتشره از فرآیند کلوخه‌سازی حاوی عناصر و ترکیبات مضر زیر می‌باشند.

$SO_2, NOX, CO_2, HF, HCl, As, Pb, Cd, Ca, Hg, Tl, Zn.$



در بین موارد فوق غبار فلزات سنگین سرب ، کادمیم ، جیوه ، آرسنیک و تالیوم حایز اهمیت می باشد. اهمیت فلزات سنگین ذکر شده کمتر به لحاظ حجم زیاد انتشار آنها ، بلکه به لحاظ تراکم یا غلظت بالا در منطقه مورد نظر نهفته می باشد. به همین دلیل در اطراف صنایع فولادسازی خاک و هوا به فلزات سنگین آلوده می باشند. منابع آلودگی صوتی در فرآیند کلوخه سازی عمدتاً ناشی از هواکش های بزرگ جهت مکش هوا از خنک کننده های کلوخه ساز و غبارزداها می باشد. مقدار سروصدا در بخش تامین و تخلیه هوا خطوط لوله ۱۳۳dB(A) و در داخل سالن های کلوخه ساز به ۸۳ dB(A) تا ۹۰dB(A) می رسد.

### آلاینده های محیط در مرحله تولید کک

آلاینده های هوا ناشی از فرآیند کک سازی عبارتند از :

- دی اکسید گوگرد  $SO_2$  ،
- سولفید هیدروژن  $H_2S$  ،
- اکسیدهای نیتروژن NOX ،
- مونواکسید کربن CO ،
- بنزن ، تولوین ، گزلیین (BT) ،
- هیدروکربن های آروماتیک حلقوی (PAH) ،
- بنزوپیرین<sup>۱</sup> (Bap) ،
- ذرات با قطر کوچکتر از ۱۰ میلی متر ،
- جامدات معلق (غبارهای کک و زغال سنگ) PM10 ،
- ایزوتوپ های رادیواکتیو ،
- اسیدکلریدریک و اسیدفلوریدریک HCl/HF
- متان ( $CH_4$ ) ،

آلاینده های فاضلاب ناشی از فرآیند کک سازی عبارتند از :

- ترکیبات متنوع نیتروژن ،
- فسفاتها ،
- فنل ها ،
- هیدروکربن های آروماتیک حلقوی ،



<sup>1</sup>Benzo ( a ) Pyrene.

- سیانیدها ،
- سولفیدها ،
- بنزن ، تولوین ، گزلیلین .

#### در فرآیند کک سازی واحدهای زیر ایجاد سروصدا می‌نمایند:

- ابزارهایی که جهت مخلوط کردن استفاده می‌شوند،
- ابزارهایی که جهت خرد کردن استفاده می‌شوند،
- ابزارهایی که جهت سردکردن کک و زغال سنگ استفاده می‌شوند،
- ابزارهایی که جهت کمپرسور کردن هوا استفاده می‌شوند.

اگر صداگیر در برخی از واحدها بکار گرفته نشود مقدار سروصدا به بیش از ۸۵ dB(A) خواهد رسید. حمل و نقل و انبار کردن محصولات کک سازی ، قیر خام ، بنزن خام ، اسید سولفوریک و سایر مواد شیمیایی افزودنی ، پتانسیل خطر آلودگی خاک و آب زیرزمینی را می‌افزاید.

#### آلاینده های محیط در روش کوره بلند

- مهمترین آلاینده‌ها در روش کوره بلند عبارتند از :
- گازهای زاید ناشی از روش کوره بلند مانند :

$Zn, Ti, pb, Hg, Cd, As, CH_4, HCN, H_2s, NOX, SO_2, CO_2, CO$

- غبار ناشی از تصفیه گاز ، حاوی مقدار زیادی آهن می‌باشد (۳۵ تا ۵۰ درصد) ،
- سرباره در روش کوره بلند حاوی  $Mgo, Cao, Al_2O_3, SiO_2$  می‌باشد.
- لجن ناشی از تصفیه گاز،
- فاضلاب ناشی از سیستم تصفیه گاز حاوی سیانیدها ، فنول‌ها ، آمونیوم ، کادمیوم ، روی ، سرب می‌باشد،
- غبار بوجود آمده در سالن‌های ریخته‌گری که توسط تاسیسات غبارگیر جمع‌آوری شده است،
- آلودگی صوتی در روش کوره بلند توسط فرآیندهای بارگیری ، هوادهی و دمش و سروصدای کوره ایجاد می‌گردد.



### ۳-۴: انتشار آلاینده ها در روش های احیا مستقیم

مهمترین آلاینده های هوا در روش های احیا مستقیم عبارتند از :

- گرد و غبار که به دو طریق وارد محیط می شود:

۱- بارگیری و تخلیه مواد خام ،

۲- انتشار گاز از بازیافت های حرارتی به هوا

- اکسیدهای گوگرد که به سه طریق زیر به محیط منتشر می شوند:

۱- توسط سنگ آهن احیا شده ،

۲- توسط عامل احیا کننده بطور مثال گاز طبیعی در فرآیندهای HYL ، Midrex و کربن جامد در فرآیند SL/RN ،

۳- توسط عامل گرمازا ( اگر آن را از عامل احیا کننده جدا باشد ).

- اکسیدهای نیتروژن ، در تمام فرآیندهای احتراق اکسیدهای نیتروژن آزاد می شوند (NO و به نسبت کمتر NO<sub>2</sub>).

ضمیمه I نوع آلاینده، منبع تولید و جزییات آلودگی هوا را در روش های مختلف احیا مستقیم ارائه می دهد.

آلودگی آب در روش های احیا مستقیم در دو مسیر اتفاق می افتد:

۱- در مسیر خنک کردن تجهیزات ،

۲- در مسیر تصفیه گازهای خروجی ،

ضمیمه II نوع آلاینده ، منبع تولید و جزییات آلودگی آب را در روش های مختلف احیا مستقیم ارائه می دهد.

مواد زاید جامد ناشی از روش های احیا مستقیم از دو بخش زیر انتشار می یابند :

۱- بخش اول از سیستم تصفیه آب و غبار و بخار فلزات<sup>۱</sup> ، به ویژه اگر کارخانه شامل بخش گوگردزدا

باشد. این مواد شامل غبار ، سولفات و لجن خواهد بود.

۲- بخش دوم از فعالیت واحد احیا ، به طوری که آلودگی های این بخش شامل غبار سنگ آهن ، غبار

فلزی ، صفحات مولکولی و نسوزهای ریز خواهد بود.

<sup>۱</sup>Fume

در اشکال (۴-۱) و (۴-۲) و (۴-۳) منابع اصلی آلودگی آب، هوا و مواد زاید جامد سه روش HYL، Midrex، SL/RN آرایه شده است.

منابع آلودگی صوتی ناشی از فرآیند احیا شامل دو بخش زیر است:

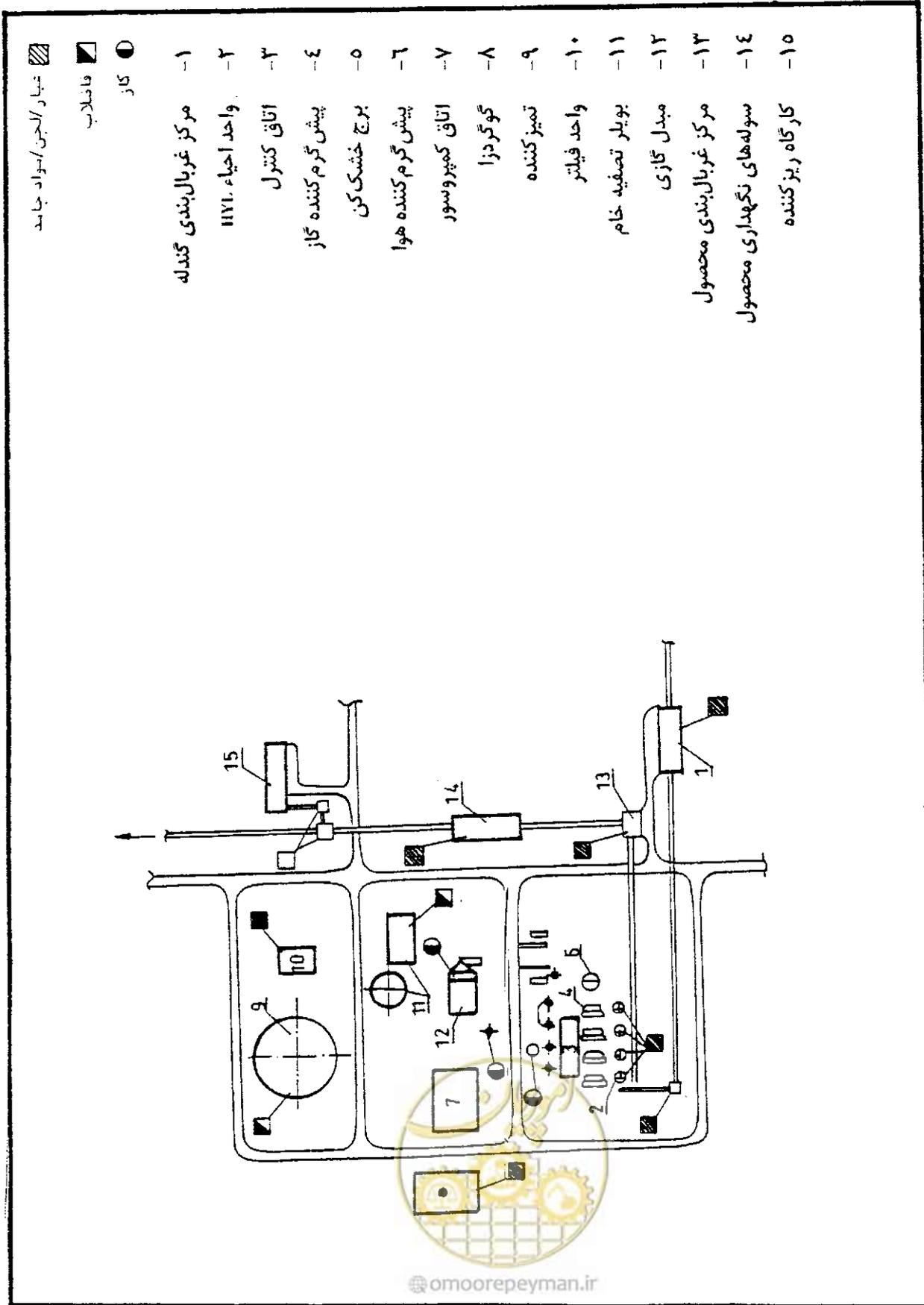
۱- دستگاهها ( هواکش ها ، کمپرسورها ، سوپاپ ها و کوره‌ها و ... )

۲- فعالیت ها ( یادگیری ، استخراج محصولات جامد ، فشار گاز و ... )

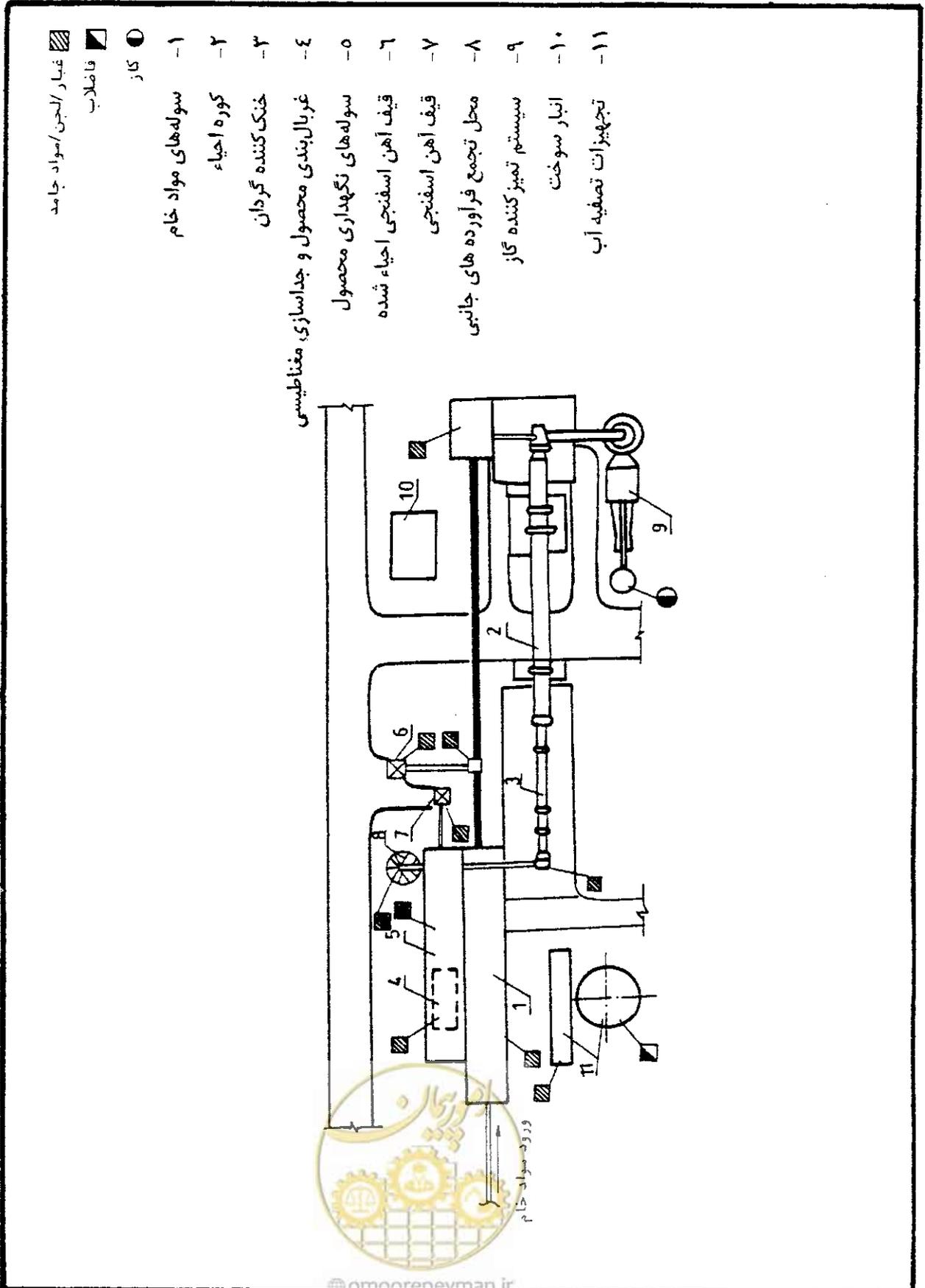
ضمیمه III ، منابع تولید آلودگی صوتی را در روش های مختلف احیا مستقیم آرایه می‌دهد.



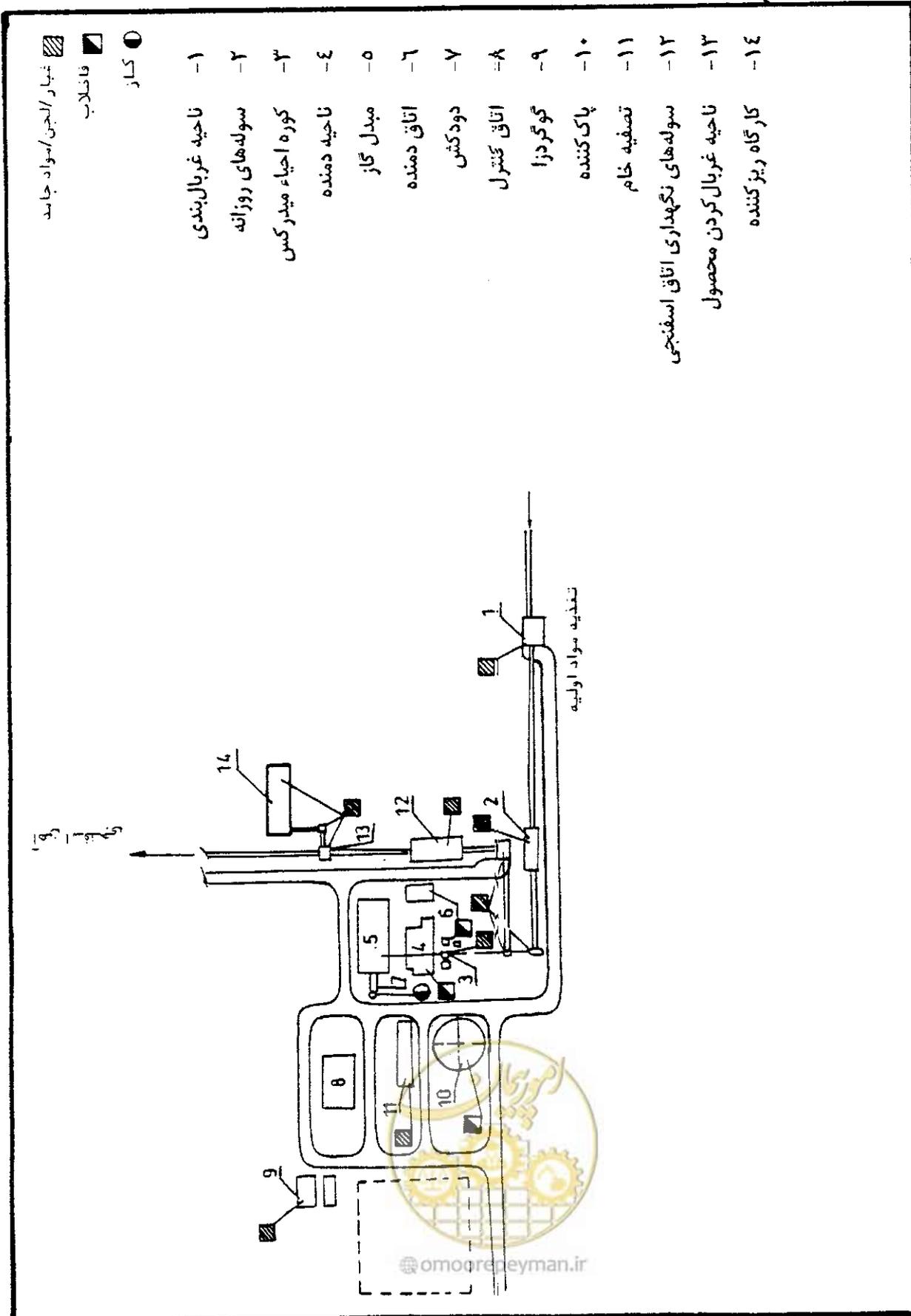
شکل (۱-۴): منابع آلودگی روش HYL



شکل (۲-۴): منابع آلودگی روش SL/RN



شکل (۳-۴): منابع آلودگی روش MIDREX



## ۱-۳-۴: آلاینده‌های محیط در فرآیند تولید فولاد خام

معمولاً تولید فولاد خام توسط یکی از سه روش زیر انجام می‌گیرد:

- کوره قوس الکتریکی ،

- مبدل دمش پایینی <sup>۱</sup> ،

- مبدل دمش بالایی <sup>۲</sup> (فرآیندهای L.D و LDAC).

در تولید فولاد خام آلاینده‌های زیر به محیط منتشر می‌شوند:

- گازها شامل:  $Pb, Ni, Mn, Hg, Cu, Cr, Cd, F, SO_2, NO, CO, Zn, V, Tlx, Si$  ؛

ترکیبات سولفید هیدروژن ، فنل، آمونیوم و سیانید نیز بسته به فرآیند در محیط منتشر می‌گردد.

- غبار ناشی از تصفیه گاز زاید ،

- سرباره .

در فعالیتهای فولادسازی غبار ، از دمش بالایی یا از دمش به اکسیژن مورد احتیاج جهت اکسیداسیون ، شکل می‌گیرد. مقدار مواد زاید جامد ناشی از گازهای زاید از مبدل‌های اکسیژن بین ۵ تا ۵۰ گرم / مترمکعب متغیر است. این مواد شامل اکسیدهای آهن ، اناکسیدهای اولیه <sup>۳</sup> (غبار فلزی قهوه‌ای) ، سولفور و ترکیبات گوگردی ، ترکیبات فلورین و در مواردی که از کمک ذوب استفاده می‌شود تترافلورید سیلیسیم می‌باشد.

مقدار غبار در هریک از روش های مذکور به طور تقریبی به شرح زیر می‌باشد:

- کوره قوس الکتریکی ۵-۲ کیلوگرم غبار به ازای هر تن فولاد خام ،

- مبدل دمش پایینی ۱۰-۵ کیلوگرم غبار به ازای هر تن فولاد خام ،

- مبدل دمش بالایی ۲۰-۱۵ کیلوگرم غبار به ازای هر تن فولاد خام .

آلودگی صوتی ناشی از کوره قوس الکتریکی و مبدل‌ها غالباً مربوط به حمل و نقل و تخلیه قراضه‌ها و

همچنین فعالیت کوره می‌باشد.



<sup>1</sup>Bottom Blowing Converter.

<sup>2</sup>Top Blowing Converter

<sup>3</sup>Primary anoxide

### ۲-۳-۴: آلاینده های محیطی در مرحله ریخته‌گری

گازهای منتشره از مرحله ریخته‌گری عبارتند از :

- منواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد ، ترکیبات فلورین ، اکسیدهای نیتروژن ، فنل ، آمونیوم ، آمین‌ها و ترکیبات سیانیدی و هیدروکربن‌های آروماتیک ،
- مواد زاید جامد ناشی از غبارزداها شامل موادی چون کادمیوم ، سرب و روی می‌باشند.
- روغن، فلوریدها، گرماوسرب از جمله موادی هستند که باعث آلودگی آب در مرحله ریخته‌گری می‌شوند.

منابع ایجاد آلودگی صوتی در مرحله ریخته‌گری عبارتند از :

- فعالیت‌های بارگیری ، فعالیت‌های مخلوط کردن ، سیستم‌های غبارزدا ، آماده سازی شن ، واگن ها و هواکش ها مقدار آلودگی صوتی در هوای آزاد در مرحله ریخته‌گری به  $120 \text{ dB(A)}$  می‌رسد.

### ۳-۳-۴: آلاینده های محیط در مرحله نورد

مواد زاید زیر از آلودگی هایی است که در تهیه فولاد میله‌ای به محیط منتشر می‌شود:

- پوسته روغنی لوله ،
- گازهای زاید ناشی از کوره ،
- فاضلاب روغنی ،
- فاضلاب ناشی از تصفیه گاز زاید.

مواد زاید زیر از آلودگی‌هایی است که در تهیه فولاد صفحه‌ای در محیط منتشر می‌شود:

- فاضلاب روغنی ،
  - هوای آلوده ناشی از استخرهای اسیدی ،
  - حلال های اسیدی مصرف شده ،
  - اسید هیدروکلریک و اسیدسولفوریک ،
  - اسیدهای هیدروفلوریک و اسیدنیتریک .
- بیشترین مواد زاید تولید شده در نورد گرم لوله‌ها ، پوسته لوله می‌باشد. که مقدار آن به ۲۰ تا ۷۰ کیلوگرم در ازای هر تن فولاد تولیدی می‌رسد . فاضلاب در کارخانه نورد گرم شامل :



- حمل پوسته به سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب و شستشوی قلیایی پوسته روغنی می‌باشد.

#### فاضلاب در کارخانه نورد سرد شامل:

روغن های نورد (روغن معدنی و روغن غیرمعدنی) و اسیدها می‌باشد.

مقدار آلودگی صوتی در کارخانه‌های نورد گرم و سرد  $95 \text{ dB(A)}$  تا  $110 \text{ dB(A)}$  می‌باشد. در کارخانه نورد مقدار سروصدا از ۵ متری واگن فولاد  $106 \text{ dB(A)}$  و مقدار آلودگی صوتی در نزدیکی ماشین‌های لوله صاف کن به  $134 \text{ dB(A)}$  می‌رسد.

#### ۴-۴: ارزیابی اثرات زیست محیطی در مراحل ساخت و بهره‌برداری

هدف از ارزیابی اثرات زیست محیطی در مقاطع ساخت و بهره‌برداری بررسی، شناخت و تحلیل تغییرات ناشی از مراحل مختلف پروژه در مقاطع مذکور می‌باشد. در مورد تغییرات ایجاد شده، اگر داده‌های کمی وجود داشته باشد، می‌توان با توجه به شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه تغییرات محیطی را به وضوح به نمایش گذارد. در غیر این صورت می‌توان از قضاوت کارشناسی<sup>۱</sup> به استناد پروژه‌های مشابه و حتی الامکان شرایط یکسان جهت ارزیابی استفاده نمود.

قابل ذکر است در مورد تفسیر پیامدهای احتمالی ضرورتی بر استفاده از تمام معیارهایی که کل تغییرات ناشی از اثرات را تفسیر نماید وجود ندارد بلکه با توجه به امکانات و داده‌های موجود می‌توان از چند شاخص کلیدی استفاده نمود.

#### ۴-۴-۱: ارزیابی اثرات در مرحله ساخت

جهت ارزیابی اثرات در مرحله ساخت پروژه‌های تولید ذوب آهن و فولاد بسته به منبع پذیرنده، مهم‌ترین آلاینده‌ها معرفی می‌شوند:

مهم‌ترین آلاینده‌ای که به هوای آزاد وارد می‌شود گردوغبار می‌باشد. این آلاینده اغلب از منابع متحرک منتشر می‌شود. از فعالیت‌های خاکریزی و خاکبرداری و همچنین حرکت اتومبیل‌ها در جاده‌های شوسه ناشی



<sup>1</sup>Professional Judgment.

<sup>2</sup>Fugitive sources.

می‌شود. مقدار گردوغبار منتشرشده از فعالیت اتومبیل به طور تخمینی براساس فرمول ذکر شده در بخش (۲-۲-۴) قابل محاسبه می‌باشد.

مهم‌ترین آلاینده های آب (سطحی و زیرزمینی) ناشی از فعالیت‌های حمل و نقل، تغییرات توپوگرافی سطح زمین، تغییر مسیر و انحراف جریان‌ات سطحی آب، پرمودن مسیل‌ها، یکسان‌سازی و هموار نمودن محیط حاصل می‌شود. در برخی از موارد احتمال دارد اراضی دایر و مستعد کشاورزی دستخوش این تغییرات شوند. بویژه در مناطقی که مشتقات نفتی بر سطح خاک تخلیه شده باشد، پتانسیل خطرات آلودگی آبهای زیرزمینی افزایش می‌یابد. فرسایش خاک ناشی از تغییرات سطح زمین و دیوهای ایجاد شده در مواقع طوفان و یا بارندگی، خطر آلودگی آبهای سطحی را به مواد جامد معلق افزایش داده و باعث کدورت آب می‌گردد.

فعالیتی که در مرحله ساخت به طور بلندمدت و درعین حال مهم‌تر از سایر فعالیت‌ها اثرگذار است ایجاد آلودگی صوتی ناشی از حمل و نقل وسایل نقلیه سنگین می‌باشد. اگر مکان‌یابی در مجاورت مناطق مسکونی صورت گرفته باشد، آلودگی صوتی ناشی از فعالیت مذکور اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

#### ۱-۱-۴: معیارهای ارزیابی در مرحله ساخت

با توجه به اثرات ذکر شده در مرحله ساخت معیارهای زیر جهت ارزیابی معرفی می‌گردند:

##### آلودگی هوا

- غبار، منواکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد و بو.

##### آلودگی آب سطحی

- اکسیژن محلول، فلزات سنگین، مواد جامد معلق، مشتقات نفتی،

##### آلودگی آبهای زیرزمینی

- آلودگی میکروبی، فلزات سنگین،

##### خطرات و آلودگی‌های وارده بر خاک

- تغییر PH خاک، فرسایش خاک، فشردگی خاک، آلوده شدن خاک به مشتقات نفتی،

سر و صدا



### ۴-۴-۲: ارزیابی اثرات در مرحله بهره‌برداری

جهت ارزیابی اثرات در مرحله بهره‌برداری پروژه‌های تولید فولاد، بسته به منابع پذیرنده، مهم‌ترین آلاینده‌ها معرفی می‌گردند. بین مواد آلاینده هوا، غبارهای حاصل از مواد خطرناک که به تهدید محیط و سلامتی انسان می‌انجامند، اهمیت ویژه دارند. این مواد عبارتند از: سرب، کادمیوم، نقره، آرسنیک و تالیوم. علاوه بر غبارها، گازهای آلاینده‌ای که از صنعت فولادسازی به هوای آزاد انتشار می‌یابند شامل، منواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات فلور می‌باشند.

دو نوع اثر بر منبع پذیرنده آب وجود دارد که اولی بر کمیت آب‌های سطحی یا زیرزمینی دیگری بر کیفیت آب‌های سطحی یا زیرزمینی موثر واقع می‌شود. مهم‌ترین آلاینده‌هایی که به منبع پذیرنده آب وارد می‌گردند عبارتند از:

- آب‌های آغشته به روغن،
  - آب‌های حاوی فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب و روی.
  - آب‌های اسیدی،
  - آب‌های حاوی ترکیبات آلوده به سیانیدها، فنول‌ها و آمونیوم،
- در مرحله بهره‌برداری موادی که باعث آلودگی خاک می‌گردند عبارتند از: فلزات سنگین، مشتقات نفتی و مواد غذایی.

### ۴-۴-۲-۱: معیارهای ارزیابی در مرحله بهره‌برداری

با توجه به اثرات ذکر شده در مرحله بهره‌برداری معیارهای زیر جهت ارزیابی معرفی می‌گردند:

#### آلودگی هوا

- غبار و فلزات سنگین همراه آن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، منواکسید کربن، ترکیبات حاوی فلور و بو،

#### آلودگی آب سطحی

- فلزات سنگین، مشتقات نفتی، آلودگی میکروبی، مواد جامد معلق، BOD، اکسیژن محلول و PH،

#### آلودگی آب زیرزمینی

- فلزات سنگین، آلودگی میکروبی،



### آلودگی خاک

- نفوذ مواد نفتی ، نفوذ مواد غذایی ، دفع زباله‌ها، زائدات صنعتی و باطله‌ها، سرباره و قطران ،

### سرو صدا

- محوطه و داخل کارخانه مربوط به " بهداشت محیط کار " است و ربطی به محیط زیست ندارد  
- در محیط‌های تاثیرگذار ، مناطق مسکونی ، مناطق حساس زیست محیطی .

## ۴-۵: مدیریت اثرات زیست محیطی و برنامه پایش

پس از ارزیابی زیست محیطی و مشخص شدن آلاینده‌هایی که بیش از استاندارد به محیط منتشر می‌شوند، کاهش آلاینده‌ها تا حد استانداردهای ملی الزامی است . چنین هدفی از طریق اقدامات زیر قابل دستیابی است:

- مدیریت پیامدهای زیست محیطی در مرحله ساخت و بهره‌برداری ،
- برنامه پایش زیست محیطی .

### ۱-۴-۵: مدیریت اثرات در مرحله ساخت

غبار از مهم‌ترین آلاینده‌هایی است که در مرحله ساخت به محیط منتشر می‌گردد جهت کنترل آن می‌توان از اسپری آب و یا اسپری مواد پوشش دهنده<sup>۱</sup> در منابع تولید غبار استفاده نمود.  
در مورد پسماندهای زاید بویژه انواع خطرناک آن که در مرحله ساخت بوجود آمده‌اند بایستی براساس ضوابط تعیین شده (ضمیمه VII) دفع گردند.

### ۲-۴-۵: مدیریت اثرات در مرحله بهره‌برداری

جهت مدیریت اثرات در مرحله بهره‌برداری بسته به نوع آلودگی ، روش‌های کنترل‌کننده آلودگی ها عنوان می‌گردد.



<sup>۱</sup>Crusting.

**(الف): کنترل آلودگی هوا**

چهار وسیله‌ای که جهت تمیز کردن گازها در صنایع فولادسازی کاربرد دارند عبارتند از :

**۱- فیلترهای پارچه‌ای<sup>۱</sup>**

این فیلترها برای اندازه متنوع غبار، در درجه حرارت بالا و مقدار گاز زیاد و در شرایط اسیدی و بازی کاربرد دارند. این فیلترها جهت جذب غبارهای معمولی و غبارهای فلزی در کوره بلند، کوره قوس الکتریکی، کوره‌های فعال با اکسیژن، سیستم‌های حمل مواد و نورد استفاده می‌شوند. بطور نمونه بکارگیری فیلترهای مذکور در بخش ریخته‌گری، مقدار غبار را در گاز خروجی به ۱۰ میلی‌گرم / مترمکعب می‌رساند. این فیلتر در جذب مواد سمی ریز همانند نیکل نیز کاربرد دارد.

**۲- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک<sup>۲</sup>**

این فیلترها با شارژ الکتریکی به ذرات غبار، باعث جذب ذرات به صفحات موجود در دستگاه می‌شوند. چنین فیلترهایی در کوره‌های کک‌سازی، کارگاه‌های کلوخه‌سازی و گندله‌سازی، کوره قوس الکتریکی و کوره‌های فعال با اکسیژن استفاده می‌گردند. بطور نمونه بکارگیری رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک در بخش کلوخه‌سازی مقدار غبار را در گاز خروجی به ۷۵ تا ۱۰۰ میلی‌گرم / مترمکعب می‌رساند.

**۳- شوینده‌های مرطوب<sup>۳</sup>**

در این نوع شوینده گاز خروجی با جریانی از آب در تماس بوده و آلاینده‌ها به آب منتقل شده و سپس مواد جامد و مواد غیرمحلول از آب جدا می‌گردند. این سیستم در ابعاد گسترده‌تری کاربرد دارد به طوری که آن در جذب غبار، غبار فلزی، گازهای اسیدی، ابروسیل‌های اسیدی<sup>۴</sup> و موارد دیگر استفاده می‌شود. این شوینده در بخش‌های آهک‌سازی، کوره‌های کک‌سازی، کارگاه‌های کلوخه و گندله‌سازی، کوره‌های فعال با اکسیژن مورد استفاده قرار می‌گیرد. بطور نمونه بکارگیری شوینده‌های مرطوب در کوره‌های فعال با اکسیژن مقدار غبار را به ۳۰ تا ۶۰ میلی‌گرم / مترمکعب می‌رساند.



<sup>1</sup>Fabric filters.

<sup>2</sup>Electrostatic precipitators.

<sup>3</sup>Wet Scrubbers.

<sup>4</sup>Acid aerosols.

### – سیلکون‌های خشک<sup>۱</sup>

در این وسیله گاز خروجی در داخل سیلکون با سرعت بسیار زیاد چرخیده و ذرات توسط عمل سانتریفوژ جداسازی می‌شوند. سیلکون‌های خشک تنها جهت جداسازی ذرات کاربرد داشته و نسبت به سایر تجهیزات عنوان شده در بالا کمتر استفاده می‌شوند. مهم‌ترین کاربرد این نوع سیلکون‌ها در تاثیرگذاری بر خروجی اصلی گاز در کلوخه‌سازی می‌باشد.

در ذیل به برخی از مزایا و معایب ابزارهای کنترل آلودگی هوا که بایستی در نصب آنها مورد توجه قرار گیرد اشاره می‌گردد:

- رسوب دهنده های الکترواستاتیک نسبت به سایر تجهیزات انرژی کمتری مصرف می‌نمایند، ولی این فیلترها برای استفاده در مناطقی که حجم گاز آلاینده زیاد باشد توصیه نمی‌گردد.
- شوینده های مرطوب برای تصفیه گازهای اشیاع شده مناسب می‌باشند و به تجهیزات کنترل کننده آلودگی آب احتیاج دارند.
- فیلترهای پارچه‌ای کارایی بالایی در جذب غبار دارند، ولی تنها در محدوده حرارتی خاص  $130^{\circ}\text{C}$  برای پارچه پلی‌استری و  $300^{\circ}\text{C}$  برای پارچه فایبرگلاس<sup>۲</sup> و همچنین شرایط رطوبتی فعالیت می‌نمایند. در مواردی که گاز  $\text{SO}_x$  بیش از حد استاندارد به محیط منتشر می‌گردد می‌توان از شوینده‌های قلیایی (شیر آهک<sup>۳</sup>) استفاده نمود که با کمک آن ۹۰ درصد از  $\text{SO}_x$  حذف خواهد گشت.
- غالباً حذف  $\text{NO}_x$  بخاطر هزینه بالای آن متداول نمی‌باشد، ولی در برخی شرایط بحرانی می‌توان از یکی از دو روش زیر استفاده نمود:

#### ۱: احیا اکسیدهای نیتروژن به نیتروژن مولکولی

این نوع احیا با حضور آمونیوم و با استفاده از کاتالیزور  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  و در حرارتی ۲۰۰ تا ۴۰۰ درجه (بسته به شرایط) انجام می‌پذیرد.

#### ۲: استفاده از اشعه‌های الکترونی

در این روش به گاز حاوی اکسید نیتروژن  $\text{NH}_3$  اضافه شده و سپس با اشعه الکترونی بمباران می‌گردد.



<sup>1</sup>Dry Cyclones.

<sup>2</sup>Glass fibre

<sup>3</sup>Lime milk

**( ب ) : کنترل فاضلاب**

فاضلاب ها توسط ترکیبی از فرآیندهای فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه می گردند. معمولاً تصفیه آبهای صنعتی شامل دو مرحله می باشد:

۱- تصفیه اولیه که در آن مواد جامد ناخالص و روغن جداسازی می گردند.

۲- تصفیه ثانویه که در آن برخی مواد محلول و نامحلول جداسازی می گردند.

در صنایع فولادسازی چندین روش تصفیه فاضلاب وجود دارد که بسته به حذف نوع مواد آلاینده در ذیل

معرفی می گردند:

**حذف مواد جامد****۱: حوضچه های ته نشینی<sup>۱</sup>**

سیستم حذف مواد جامد در حوضچه های ته نشینی نیروی ثقل می باشد. پس از افزودن لخته سازها و ترسیب کننده های شیمیایی همانند لخته سازهای پلیمری<sup>۲</sup> یا سولفات آلومینیوم مواد جامد در حوضچه ها ته نشینی می شود. در تعیین موفقیت این روش دوره بازگشت مناسب و حذف لجن های ته نشین شده دو فاکتور مهم می باشند.

**۲: زلال سازها<sup>۳</sup>**

این روش کارایی بیشتری از لحاظ حذف مواد جامد نسبت به حوضچه های ته نشینی دارد. همچنین این روش فضای کمتری احتیاج دارد. زلال سازها از تانک های مدور و جمع کننده لجن مکانیکی تشکیل شده اند. در این روش از مواد شیمیایی جهت ته نشینی مواد جامد استفاده می شود.

**۳: تصفیه کردن<sup>۴</sup>**

یکی از قابل اعتمادترین روش های تصفیه فاضلاب جهت حذف مواد جامد معلق ، بو و رنگ می باشد. هزینه کم ، فضای نسبتاً کوچک و استفاده کم از مواد شیمیایی از فواید بکارگیری این روش می باشد. در این روش اگر مقدار مواد جامد بیش از ۱۰۰ میلی گرم / لیتر باشد، پیش تصفیه اولیه ضروری می گردد. فیلترها انواع متفاوتی

<sup>1</sup>Settling bassins.

<sup>2</sup>Polymeric flocculant

<sup>3</sup>Clarifiers.

<sup>4</sup>Filtration.



دارند همانند فیلتر فشاری یا فیلتر وزنی بطوریکه برحسب نیاز می‌توان از فیلتر یک لایه ، دو لایه یا چند لایه استفاده نمود.

## مواد روغنی

### ۱: سطحی گیر<sup>۱</sup>

این روش جهت حذف روغن یا گریس شناور در سطح آب کاربرد دارد. کارایی این روش به تراکم مواد شناور و زمان بازگشت به افتراق فاز ۲ که از یک تا ۱۵ دقیقه طول می‌کشد بستگی دارد. روغن‌های امولوسیونی یا پراکنده شده در داخل مایع توسط این روش قابل حذف نمی‌باشند. از این روش غالباً جهت پیش تصفیه استفاده می‌گردد تا کارایی سایر مراحل تصفیه بالاتر رود.

### ۲: فیلتر کردن

فیلتر کردن روش موثری در حذف روغن می‌باشد. مشکلات این روش در مواقعی رخ می‌دهد که حجم زیادی از روغن مستیماً به کف ، یا بستر فیلتر تماس پیدا کند. این مشکل با نصب پیش تصفیه قابل پیشگیری است.

### ۳: شناور سازی<sup>۳</sup>

در این روش ذرات چربی پس از چسبیدن به حباب‌های هوا به سطح آب آمده و جمع‌آوری می‌گردند . در این روش ذرات بسیار ریز چربی در مدت زمان کوتاهی به سطح آب آمده و بطور کامل حذف می‌گردند. مواد شیمیایی در این روش جهت لخته‌سازی و انعقاد استفاده می‌شوند.

### ۴: فیلترهای انباشتی<sup>۴</sup>

در این روش چربی‌ها پس از انباشته‌شدن در فیلترها به سطح آب آمده و جداسازی می‌گردند. جنس این فیلترها غالباً پلاستیکی است .



<sup>1</sup>Skimming.

<sup>2</sup>Phase separation.

<sup>3</sup>Flotation.

<sup>4</sup>Coalescing filters.

## حذف فلزات و مواد معدنی

### ۱- ترسیب شیمیایی

فرآیندی است که فلزات محلول را می‌توان با ترکیبات قلیایی همانند آهک یا هیدروکسید سدیم، توسط رسوب دادن، زلال‌سازی یا فیلتر کردن جدا ساخت. در این روش آهک، فسفات را به شکل فسفات کلسیم و فلوریدها را به شکل فلورید کلسیم ترسیب می‌کند. سولفید سدیم توسط رسوب دادن سولفیدهای فلزی غیرمحلول می‌تواند فلزات را حذف نماید. آهک به واسطه کم هزینه بودن و در دسترس بودن به طور فراوان در صنایع فولادسازی جهت حذف فلزات استفاده می‌گردد. فلزات باقیمانده به شکل لجن یا برگشت پذیرنده و یا بایستی به طور اصولی دفن گردند. معیارهای انتخاب عمل دفن مواد زاید در ضمیمه VII آمده است.

## حذف مواد آلی

### ۱- تصفیه بیولوژیکی

این تصفیه جهت انعقاد و حذف مواد محلول آلی استفاده می‌شود. این تصفیه غالباً براساس سیستم لجن فعال<sup>۱</sup> و یا به ندرت در سیستم‌های دیگری همانند صفحات بیولوژیکی گردان فعالیت می‌نماید. فرآیند لجن فعال به واسطه تثبیت فاضلاب و با کمک میکروارگانیسم‌ها در یک محیط هوازی انجام می‌گیرد.

### ۲- جذب کربن

جهت حذف مواد آلی از فاضلاب، جذب کربن توسط کربن فعال از موثرترین روش‌ها به شمار می‌رود. بطور کلی مولکولهای آلی نسبتاً کوچک با قابلیت حلالیت اندک همانند اغلب ترکیبات آروماتیک، کلرین‌های غیرآروماتیک<sup>۲</sup>، فنل، آفت کش‌ها و هیدروکربن‌های مولکولی سنگین توسط کربن جذب می‌گردند. با توجه به روش‌های عنوان شده در بالا در هریک از بخش‌های فولادسازی، آلاینده‌هایی که بایستی حذف گردند عنوان می‌گردد:

- در فرآیند کلوخه‌سازی و گندله‌سازی حذف مواد آلی، مواد جامد و فلزات محلول بایستی انجام گیرد.
- در فرآیند کک‌سازی آلاینده‌هایی همانند فنول‌ها، سیانیدها، آمونیوم و تیوسیانیدها<sup>۳</sup> بایستی توسط فرآیند اکسید میکروبیولوژی و سپس توسط جذب کربن حذف گردند.

<sup>1</sup> Activated Sludge.

<sup>2</sup> Chlorinated non - aromatic.

<sup>3</sup> Thiocyanates.



- در فرآیند ریخته‌گری حذف مواد جامد معلق، آهن محلول به همراه روی، سرب کادمیوم و سیانید بایستی حذف گردند.
- در فرآیند ریخته‌گری حذف مواد جامد معلق، آهن محلول به همراه سرب و روی و روغن بایستی انجام گیرد.

### ۳-۵-۴: مدیریت محصولات جانبی<sup>۱</sup> در صنایع فولادسازی

اگر آهن و فولاد قراضه جزو محصولات جانبی محسوب شود ۹۰٪ از محصولات صنعت فولادسازی برگشت‌پذیر می‌باشد. بطور کلی در جریان ساخت آهن و فولاد درصد محصولات جانبی شامل موارد ذیل می‌باشد:

- ۵۴٪ سرباره کوره بلند،
- ۲۱٪ سرباره فولادسازی،
- ۶٪ سرباره‌های ویژه پیش تصفیه،
- ۷٪ مواد زاید نسوز و ساخت و ساز،
- ۷٪ لجن‌های ناشی از شستشوی گازهای زاید،
- ۵٪ پوسته.

مواد جانبی ناشی از هر بخش از صنعت آهن و فولاد و برگشت‌پذیری آنها عبارتند از:

- در حمل مواد خام به محل کارخانه، کلیه غبارها و مواد جامد جمع‌آوری شده از رواناب برگشت‌پذیر می‌باشند.
- کلیه مواد جانبی و زاید ناشی از کارگاه کلوخه‌سازی برگشت‌پذیر می‌باشند. همچنین مواد جانبی ناشی از سایر فعالیت‌های صنعت آهن و فولاد را می‌توان در کارگاه کلوخه‌سازی استفاده مجدد نمود. از آنجاییکه کلوخه‌های تولیدی مستقیماً به بخش کوره بلند و از آنجا به بخش فولادسازی وارد می‌گردند لذا در برگشت مواد جانبی به کارگاه کلوخه‌سازی از لحاظ نوع ترکیبات آن بایستی دقت کافی به عمل آید. مخصوصاً مواد شیمیایی موجود در کلوخه در نوع محصولات کوره بلند و فولاد بسیار موثر می‌باشد. بطور مثال برخی از پارامترهای شیمیایی که در تولید آهن و فولاد موثر عبارتند از: روی، سرب و مواد قلیایی.



<sup>۱</sup>By-Product.

- در فرآیند کک‌سازی ، علاوه بر گاز حاصل از کوره کک سازی که ارزش بالایی جهت استفاده در سوخت دارد کلیه مواد جانبی حاصل از کک‌سازی (غبار کربن ، لجن های بیولوژیک و .. ) قابل بازیافت می‌باشند.
- مواد زاید محصولات جانبی اصلی ناشی از کوره بلند عبارتنداز سرباره ، لجن گازهای تمیزکننده و غبار فلزی سرباره کوره بلند به مقدار ۱۰۰ درصد قابل بازیافت و قابل استفاده در مصالح راه‌سازی می‌باشد.
- لجن‌های ناشی از کوره بلند به علت اینکه حاوی مواد مضرى همانند سرب و روی می‌باشند قابل بازیافت در سیستم فولادسازی نمی‌باشند. غبارهای فلزی قابل بازیافت در کارگاه کلوخه‌سازی می‌باشند.
- محصولات جانبی ناشی از مرحله فولادسازی و ریخته‌گری عبارتنداز : سرباره فولادسازی ، سرباره پیش تصفیه ، غبارها و شن‌های ناشی از تمیزکننده گاز و مواد نسوز و پوسته .
- بسته به فرآیند تصفیه ، سرباره‌های ناشی از پیش تصفیه گوگردزدایی می‌توانند در صنایع سیمان یا به عنوان کود و یا در احیا اراضی مورد استفاده قرار گیرند. به طوری که اگر سیستم گوگردزدایی براساس خاکستر سدیم باشد می‌تواند در صنعت سیمان‌سازی استفاده گردد و در صورتیکه فرآیند پیش تصفیه براساس منیزیم انجام شود، به علت غلظت بالای گوگرد استفاده مجدد آن غیرممکن بوده و بایستی دفن گردد.
- سایر محصولات جانبی ناشی از مرحله ریخته‌گری و فولادسازی قابل استفاده مجدد در بخش کلوخه‌سازی می‌باشند.

#### ۴-۵-۴: کنترل آلودگی صوتی

- روش های کنترل آلودگی صوتی در صنایع فولادسازی که به طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتنداز :
- حفاظهای صوتی ؛ مقدار قبل از کنترل در هواکش گاز زاید  $110 \text{ dB(A)}$  مقدار بعد از کنترل در هواکش گاز زاید  $85 \text{ dB(A)}$ ،
  - نصب صداگیر ؛ مقدار قبل از کنترل  $100 \text{ dB(A)}$  مقدار بعد از کنترل  $85 \text{ dB(A)}$ ،
  - ایجاد عایق صوتی در محل تخلیه خطوط لوله و هواکش ها،
  - استفاده از گوشی های صداگیر در اماکن پرسروصدا.



## ۵-۵-۴: برنامه پایش

فولاد محصول مهمی در اقتصاد نوین جهان به شمار می آید. خواص متنوع فیزیکی و مقاومت فولاد آن را در زمره اصلی ترین و اساسی ترین مواد مورد استفاده در صنعت قرار داده است. به طوریکه خیلی از صنایع اتومبیل سازی، کشتی سازی، تاسیسات نفت و گاز، ماشین های مکانیکی، ابزارهای کنترل محیطی، ساختمان ها، پل ها و کارخانجات به آن وابستگی شدیدی دارند.

امروزه مشخص شده است که صنعت فولادسازی نقش کلیدی را در توسعه صنایع پایه به لحاظ ارتقاء استانداردهای زندگی مردم، هم در کشورهای در حال توسعه و هم در کشورهای توسعه یافته، ایفا می نماید. فولاد در بسیاری از موارد، نقش زیست محیطی مثبتی بویژه از لحاظ قابلیت بازیافت ایفا می نماید. (سالانه حدوداً ۳۰۰ میلیون تن از فولاد تولیدی از ذوب فولادهای مصرف شده بدست می آید).

پیامدهای زیست محیطی این صنعت در مقیاس های محلی و جهانی ناشی از انتشار مواد به هوا و ایجاد آلودگی خاک و آبهای سطحی و زیرزمینی است.

همچنین این صنعت به دلیل وسعت و تنوع اشتغال در جامعه از تاثیرگذاری فراوان در الگوهای توسعه شهری و تغییر در کاربری زمین برخوردار می باشد.

در این گزارش سعی شده است، پیامدهای زیست محیطی صنعت فولاد، که بعنوان یک صنعت بارز در سطح جوامع مطرح می باشد، تشریح گردد.

جهت مقایسه اهداف تعیین شده در راستای کاهش آلاینده ها و انتشار آنها در زمان بهره برداری در صنایع فولادسازی احتیاج به استفاده از شاخص هایی می باشد که در ذیل به آنها اشاره می گردد:

- شاخص هایی که انتشار ذرات، دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن، آمونیوم، سولفید هیدروژن، آرسینک و سیانید را نشان دهد.
- استفاده از پارامترهایی که چگونگی عملکرد دستگاههای کنترل آلودگی هوا را نشان می دهد.
- شاخص هایی که کارایی احتراق (تولید انرژی، بویلرها) را نشان دهد.
- شاخص هایی که کیفیت هوا در محل کار جهت آلاینده های (ذرات، دی اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن) استفاده شود.
- شاخص هایی که کیفیت هوای آزاد در مجاورت کارخانه برای آلاینده ها و ذرات را نشان دهد.
- شاخص هایی که کیفیت آب پذیرنده در پایین دست را از لحاظ اکسیژن محلول، PH مواد جامد معلق و BOD را نشان دهد.



- شاخص هایی که جریان فاضلاب ناشی از کارخانه و حوضچه‌های ته‌نشینی جهت مواد جامد معلق ، PH ، BOD ، روغن را نشان دهد.
- شاخص هایی که اثرات فعالیت‌های نگهداری مواد زاید جامد بر آبهای سطحی و خاک را نشان دهد.
- شاخص هایی که آلودگی صوتی در محل کار را نشان دهد.
- شاخص‌هایی که آلودگی صوتی در خارج از کارخانه را نشان دهد.



## ضمیمه (I)

### آلودگی هوا ناشی از روش‌های مختلف احیاء

جزئیات آلودگی			منابع تولید	نوع آلاینده	نوع روش
به ازاء تولید ۳۰۰۰ مترمکعب آهن در ۴۰۰			کوره ، دودکش ، منطقه غربال‌سازی اماکن حمل و نقل	گازهای خروجی	Midrex
CO <sub>2</sub>	۸۲/۵ درصد				
O <sub>2</sub>	۴ درصد				
N <sub>2</sub>	۱۷/۵ درصد				
H <sub>2</sub> O	۱۷/۴ درصد				
جهت تولید ۴۰۰۰۰۰ تن در سال انتشار ذرات بین ۳-۵ کیلوگرم در ساعت خواهد بود.			دودکش ، سیستم‌های جمع‌آوری غبار بین سیستم جمع‌آوری در مواد زاید سیستم جمع‌آوری غبار از غربال‌بندی	انتشار ذرات	
پراکنش اندازه ذرات غبار :			غربال مواد خام، گاز تعادل فشار گاز فوقانی*	ذرات	NSC-DO
اکسید آهن (درصد)	آهن احیاکننده (درصد)	اندازه (میکرون)	تخلیه به سیلوهای گندله، تخلیه به انفاله‌های راکتور و اتاقک‌ها جهت حمل گندله‌ها	غبار سنگ آهن و ذرات گندله	HYL
۲۸/۸	۴۱	۲/۸-۵/۵			
۲۲/۲	۲۴	۱۱-۵/۵			
۲۵/۹	۲۲	۲۲-۱۱			
۱۸/۱	۹	۴۴-۲۲			
۵	۱/۵	۶۲-۴۴			
-	۲/۵	۱۷۶-۶۲			
۱۰۰	۱۰۰				

\* Top gas



ادامه ضمیمه ( I ): آلودگی هوا ناشی از روش های مختلف احیاء

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید	جزئیات آلودگی
HyL	اکسید روی و گوگرد	گوگردزداها *	جابجایی از گوگردزداها هر دو سال یکبار ( به طور متوسط ۱۰ تن اکسید روی)
	بخار دی اکسید کربن	کل فرآیند گاز احیاءکننده	مقدار خیلی کم از لحاظ بهداشتی خیلی خطرناک نیست .
FIOR	انتشار ذرات	خشک کننده های سنگ آهن سیستم های بارگذاری و انبارهای سنگ آهن قیف سنگ آهن، شوینده های خشک کننده ها و تهویه بریکویت، گرم کننده راکتور	-
SL-RN	غبار	حمل و نقل مواد خام (اکسید آهن ، زغال سنگ و سنگ آهن / دولومیت ) حمل و نقل محصول (ذرات ریز آهن ) ، غبار در شرایط خشک ، از گاز زاید جدا می شود.	۰/۰۳ - ۰/۰۶ تن غبار به ازای هر تن آهن تولید شده
	گازهای زاید	کوره گردان	درجه حرارت گاز ۷۰-۳۰۰ درجه سلسیوس، آنالیز جریان گاز نشان می دهد که $CO_2 = 28\%$ ، $O_2 = 2\%$ ، $N_2 = 70\%$ ، مقدار غبار ۰/۱ - ۰/۰۵ تن به ازای هر تن محصول آهنی
CODIR	غبار	مناطق غربال مواد ، نقاط حمل مواد	غبار سنگ آهن ، زغال سنگ دولومیت آهن اسفنجی و خاکستری های ناشی از حمل مواد



## ضمیمه ( II )

### آلودگی آب ناشی از روش های مختلف احیاء

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید	جزئیات آلودگی
Midrex	فاضلاب	آب سطحی	- وابسته به ترکیبات آب خنک کننده متوسط آب شوینده ۰/۹ متر مکعب تن آهن تولیدی متوسط مواد جامد معلق در آب خروجی ۱۵۰-۵۰ میلی گرم / لیتر مواد جامد ناشی از شوینده ها ۷۰-۴۰ کیلوگرم / تن آهن تولیدی - انتشار از منابع نقطه‌ای برآب (جامد ملی گرم / لیتر) (جریان مترمکعب / تن آهن تولید) ناشی از فرآیند ۵۰ ۰/۱۵ شوینده ها ۱۰۰×۱۰ <sup>۲</sup> ۰/۲۶ خروجی از پلنت ۱۵ ۰/۳-۰/۶
		آب بهداشتی	
NSC-DB	آب	آب شوینده‌ها،	-
		آب بویلر	-
HYL	غبار سنگ آهن همراه با فرآیند گاز که موجب آلودگی آب می‌گردد.	مبدل ها ، پراکتورها	اندازه مواد زاید جامد ناشی از راکتور اندازه (میکرون) وزن (درصد) کمتر از ۴۴ ۶۵ ۴۴-۱۰۵ ۸/۱ ۱۰۵-۱۴۹ ۵/۵ بیش از ۱۴۹ ۴۱/۴ ۱۰۰
SL-RN	فاضلاب	غبارزداها ، سیستم‌های گاززدا و خنک کننده ها	مقدار آب آغشته به گاز و غبار تقریباً ۲/۲۵ مترمکعب / هر تن آهن تولیدی
CODIR	فاضلاب	آب شوینده	لجن ناشی از چرخش آب یا چرخش شوینده‌ها



### ضمیمه (III)

منابع و روش‌های کنترل آلودگی صوتی ناشی از مرحله احیاء

منابع تولید	نوع آلاینده	نوع روش
حمل و نقل، شوینده‌ها، هواکش‌ها، تغذیه‌کننده‌ها، کمپرسورها، مبدل، محل غربال کردن، پمپ‌های اماکن هواگیری	صوت	Midrecx
کمپرسور چرخاننده گاز	صوت	NSC-DR
تمام ماشین‌آلات بزرگ همانند وسایل حمل و نقل، شوینده‌ها، راکتورها، مبدل‌ها و خطوط لوله	صوت	Hyl
تمام وسایل بزرگ	صوت	SL-RN
تمام ماشین‌آلات بزرگ	صوت	CODIR
گاز خروجی از کوره، هواکش، کوره، کل کارگاه	صوت	DRC



## ضمیمه (IV)

از صنایع مختلف فولاد سازی تنها جهت کارخانه ذوب آهن در ایران استاندارد خروجی آلودگی هوا وجود دارد که در ذیل آورده شده است. همچنین به پیوست آن استاندارد خروجی آلودگی هوا جهت صنایع فولادسازی چند کشور آورده شده است.

نوع واحد	صنایع آلاینده	استاندارد گازها			استاندارد ذرات			درصد تیرگی		
		نوع گاز	درجه ۱	درجه ۲	واحد	درجه ۱	درجه ۲	واحد	درجه ۱	درجه ۲
کارخانه ذوب آهن	کارخانه تهیه کک	H <sub>2</sub> S	۲۵۰	۵۰۰	mg/m <sup>3</sup>	۱۰۰	۲۵۰	mg/m <sup>3</sup>	۲۰	-
	عملیات غربال خرد کردن کلوخه سازی	-	-	-	mg/m <sup>3</sup>	۱۰۰	۲۵۰	mg/m <sup>3</sup>	-	-
	کوره بلند	CO	۵۰۰	۵۰۰	mg/m <sup>3</sup>	۱۰۰	۲۵۰	mg/m <sup>3</sup>	-	-
	کوره اصلی اکسیژن	CO	۵۰۰	۵۰۰	mg/m <sup>3</sup>	۵۰	۱۵۰	mg/m <sup>3</sup>	-	-
	کوره بوتهباز	-	-	-	mg/m <sup>3</sup>	۱۰۰	۳۰۰	mg/m <sup>3</sup>	-	-
	کوره قوس الکتریکی	CO	۵۰۰	۵۰۰	mg/m <sup>3</sup>	۱۰۰	۱۵۰	mg/m <sup>3</sup>	-	-

شاخص	بلژیک	دانمارک	فرانسه	پاکستان	تایلند
غبار	۵۰-۱۰۰	۲۰-۴۰	۵۰-۱۰۰	۲۰۰-۵۰۰	۳۰۰-۵۰۰
اکسیدهای نیتروژن	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
اکسیدهای گوگرد	۵۰۰	۵۰۰ (SO <sub>2</sub> )	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰-۷۰۰ PPm
منواکسیدکربن	-	-	-	۸۰۰	۱۰۰۰
سولفیدهیدروژن	-	-	۵	۱۰	۱۰۰ PPm
کلرید هیدروژن	۳۰	-	۵۰	۴۰۰	-

\* واحد استانداردهای ذکر شده میلی گرم برمتر مکعب می باشد.



## ضمیمه (V)

## استاندارد خروجی فاضلاب‌ها

شماره	مواد آلوده کننده	تخلیه به آبهای سطحی mg/l	تخلیه به چاه جاذب mg/l	مصارف کشاورزی و آبیاری mg/l
۱	نقره Ag	۱	۰/۱	۰/۱
۲	آلومینیوم Al	۵	۵	۵
۳	آرسنیک As	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۴	بر B	۲	۱	۱
۵	باریم Ba	۵	۱	۱
۶	بریلیوم Be	۰/۱	۱	۰/۵
۷	کلسیم Ca	۷۵	-	-
۸	کادمیوم Cd	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵
۹	کلر آزاد Cl	۱	۱	۰/۲
۱۰	کلراید Cl	۶۰۰ (تبصره یک)	۶۰۰ (تبصره یک)	۶۰۰
۱۱	فرماید $CH_2O$	۱	۱	۱
۱۲	فنل $C_6H_5OH$	۱	ناچیز	۱
۱۳	سیانور CN	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	کیالت Co	۱	۱	۰/۰۵
۱۵	کرم $Cr^{6+}$	۰/۵	۱	۱
۱۶	کرم $Cr^{3+}$	۲	۲	۲
۱۷	مس Cu	۱	۱	۰/۲
۱۸	فلوراید F	۲/۵	۲	۲
۱۹	آهن Fe	۳	۳	۲
۲۰	جیوه Hg	ناچیز	ناچیز	ناچیز
۲۱	لیتیوم Li	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۲	منیزیوم Mg	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۲۳	منگنز Mn	۱	۱	۱
۲۴	مولیبدن Mo	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
۲۵	نیکل Ni	۱	۲	۲
۲۶	آمونیم برحسب $NH_4$	۲/۵	۱	-
۲۷	نیتريت برحسب $NO_2$	۱۰	۱۰	-
۲۸	نیترات برحسب $NO_3$	۵۰	۱۰	-
۲۹	فسفات برحسب فسفر	۶	۶	-

## ادامه ضمیمه (V): استاندارد خروجی فاضلابها

شماره	مواد آلوده کننده	تخلیه به آبهای سطحی mg/l	تخلیه به چاه جاذب mg/l	مصارف کشاورزی و آبیاری mg/l
۳۰	سرب pb	۱	۱	۱
۳۱	سلینوم Se	۱	۰/۱	۰/۱
۳۲	سولفید SH <sub>2</sub>	۳	۳	۳
۳۳	سولفیت SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	۱	۱	۱
۳۴	سولفات SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰
۳۵	وانادیوم V	۰/۱	۰/۱	۰/۱
۳۶	روی Zn	۲	۲	۲
۳۷	چربی روغن	۱۰	۱۰	۱۰
۳۸	دترجنت ABS	۱/۵	۰/۵	۰/۵
۳۹	بی.اودی (تبصره سه) BOD <sub>5</sub>	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰
۴۰	سی.اودی (تبصره سه) COD	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰
۴۱	اکسیژن محلول (حداقل) DO	۲	-	۲
۴۲	مجموع مواد جامد محلول TDS	(تبصره یک)	(تبصره دو)	-
۴۳	مجموع مواد جامد معلق TSS	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	-	۱۰۰
۴۴	مواد قابل ته‌نشینی SS	۰	-	-
۴۵	پ-هاش (حدود) PH	۶/۵-۸/۵	۵-۹	۶-۸/۵
۴۶	مواد رادیواکتیو	۰	۰	۰
۴۷	کدورت (واحد کدورت)	۵۰	-	۵۰
۴۸	رنگ (واحد رنگ)	۷۵	۷۵	۷۵
۴۹	درجه حرارت T	تبصره ۴	-	-
۵۰	کلی فرم گوآرشی (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۵۱	کل کلیفرمها (تعداد در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۵۲	تخم انگل	-	-	(تبصره ۵)

تبصره یک: تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی، غلظت کلراید،

سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰٪ افزایش ندهد.

تبصره دو: تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد

محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰٪ نباشد.

تبصره سه: صنایع موجود مجاز خواهند بود BOD<sub>5</sub> و COD را حداقل ۹۰٪ کاهش دهند.

تبصره چهار: درجه حرارت باید به میزانی باشد که بیش از ۳ درجه سانتی‌گراد در شعاع ۲۰۰ متری محل ورود آن، درجه حرارت

منبع پذیرنده را افزایش یا کاهش ندهد.

تبصره پنج: تعداد تخم انگل (نماتد) در فاضلاب تصفیه شده شهری در صورت استفاده از آن جهت آبیاری محصولاتی که بصورت

خام مورد مصرف قرار می‌گیرد نباید بیش از یک عدد در لیتر باشد.

## ضمیمه (VI)

استاندارد صدا در هوای آزاد در ایران

نوع منطقه	روز ۷ صبح الی ۱۰ شب	شب ۱۰ شب الی ۷ صبح
منطقه مسکونی	۵۰ dB	۳۰ dB
منطقه مسکونی و تجاری	۶۰ dB	۵۰ dB
منطقه تجاری	۶۵dB	۵۵dB
منطقه مسکونی - صنعتی	۷۰dB	۶۰dB
منطقه صنعتی	۷۵dB	۶۵dB



## ضمیمه (VII)

### معیارهای انتخاب محل دفن مواد زاید خطرناک

#### ۱: مهندسی (Engineering)

##### ۱-۱: شرایط ژئوفیزیکی محل دفن (معیارهای جغرافیایی) (Geophysical Criteria)

محل دفن باید به اندازه کافی بزرگ باشد که بتواند زباله‌های منابع تولیدکننده را در طول عمر تولید در خود جای دهد.

##### ۱-۲: نزدیکی (Proximity)

به منظور به حداقل رساندن هزینه حمل زباله، باید محل دفن حتی‌الامکان در نزدیکی منابع تولید و تصفیه زباله باشد. باید محل دفن (حداقل ۵۰۰ فوت) از منبع آب و محل مسکونی (۲۰۰ فوت فاصله داشته باشد، در صورت تولید گاز باید این فاصله بیشتر باشد) فاصله داشته باشد.

##### ۱-۳: دسترسی (Access)

مسیر دسترسی در همه شرایط باید ظرفیت کافی داشته در محلی با حداقل رفت و آمد واقع شده و در صورت امکان وجود یک جاده توصیه می‌شود.

##### ۱-۴: پستی و بلند (Topography)

پستی و بلندی منطقه باید بصورتی باشد که از شرایط طبیعی زمین بهره گرفته شود و حرکت زمین حداقل باشد. از انتخاب دره‌ها و یا صخره‌های طبیعی که احتمال آلودگی آب در آنجا وجود دارد باید اجتناب شود.



**۱-۵: زمین‌شناسی (Geology)**

از مناطق زلزله‌خیز، لغزش‌ها، گسل‌ها، معادن زیرزمینی، فرونشست‌ها و حفره‌های حاصل از انحلال مواد باید اجتناب شود.

**۱-۶: خاکها (Soils)**

خاکها باید حاوی پوشش‌های طبیعی رسی باشند که برای لایه‌های پوششی و یا لایه‌های نهایی در دسترس موجود باشند.



## ۲: زیست محیطی

### ۲-۱: آبهای سطحی (Surface Water)

محل دفن باید خارج از دشت سیل گیر ۱۰۰ ساله قرار گیرد. محل نباید با آبهای آزاد ارتباط مستقیم داشته باشد. تالابها نباید بعنوان محل دفن انتخاب شوند.

### ۲-۲: آب زیرزمینی (Ground Water)

نباید محل دفن با آب زیرزمینی در تماس باشد. کف بستر دفن باید بالاتر از سطح ایستابی قرار گیرد. از سفره آب منحصر به فرد و مناطق تغذیه آب زیرزمینی اجتناب شود.

### ۲-۳: هوا (Air)

محل دفن باید در مکانی باشد که اثرات گازها و بو را به حداقل برساند.

### ۲-۴: اکولوژی آبی و خشکی (Terrestrial and Aquatic Ecology)

از انتخاب محل های دفن در مناطق تالابی و زیستگاههای منحصر به فرد حیات وحش (که از نظر تکثیر گونه های نادر و در معرض انقراض دارای اهمیت هستند) باید اجتناب شود.

### ۲-۵: صدا (Noise)

صدای ترافیک حمل و نقل و تجهیزات عملیات محل حداقل باشد.

### ۲-۶: کاربری زمین (Land use)

محل دفن نباید در مناطق پرجمعیت باشد، همچنین نباید عمل دفن با کاربری دیگری در تضاد باشد، مثلاً نباید در پارک ها و چشم اندازهای زیبا عمل دفن صورت گیرد.

### ۲-۷: آثار فرهنگی (Cultural Resources)

در انتخاب محل دفن باید از آثار باستانی، تاریخی و فرهنگی منحصر به فرد اجتناب شود.



**۲-۸: قوانین و مقررات (Legal and Regulatory)**

برای صدور مجوز محل دفن باید قوانین محلی، ملی و منطقه‌ای در نظر گرفته شود.

**۲-۹: سیاسی و اجتماعی (Public and Political)**

محل دفن باید مورد توافق مقامات رسمی و گروه‌های محلی باشد.



### ۳: اقتصادی (Economic)

#### ۳-۱: مالکیت (Property Acquisition)

هزینه زمین به اضافه هزینه‌های جنبی در انتخاب محل دفن در نظر گرفته شود.

#### ۳-۲: توسعه محل دفن (Site Development)

شامل هزینه‌های حفاری، تسطیح، پوشش، جاده‌های جدید و سایر هزینه‌های احداث و توسعه است.

#### ۳-۳: هزینه‌های سالیانه (Annual Costs)

شامل هزینه‌های سوخت، کارگر، نگهداری، آماده‌سازی زمین، امکانات (آب، برق، تلفن و غیره) و هزینه‌های پیش‌بینی نشده است.

#### ۳-۴: بیمه خسارت (Salvage Value)

نباید محل دفن بعنوان یک دارایی در نظر گرفته شود.

گاهی برای دستیابی به یک سیستم پایدار به ویژه در رابطه با احداث و عملیات مربوط به مواد آلی و گاهی فلزات سنگین تضاد اهداف وجود دارد (توصیه می‌شود این مواد بصورت مجزا دفع شده و در مدت‌های طولانی نگهداری شوند).



## منابع و مواخذ

### منابع فارسی :

- ۱- توحیدی ، وقار رامز ، آزادسازی بار کوره‌های تولید آهن و فولاد ، انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۷۶.
- ۲- سازمان حفاظت محیط زیست ، ضوابط و استانداردهای زیست محیطی ، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۷۸.
- ۳- شرکت مطالعاتی طرح‌های جامع فلزات ایران ، فولاد و ایران ، انتشارات شرکت مطالعاتی طرح‌های جامع فلزات ایران ، ۱۳۷۵.
- ۴- میرمحمد صادقی. علیرضا ، بررسی وضعیت فولاد ، انتشارات دانشگاه امام حسین ۱۳۷۶.

### منابع انگلیسی :

- 1- BMZ, environmental handbook. Documentation on monitoring and evaluating environmental impacts, vieweg, 1995.
- 2- Botkin, D.B. , Keller, E.A, Environmental sciences, 2<sup>nd</sup> ed,1998.
- 3- Canter, L. Environmental impacts assessment, McGraw-Hill,1996.
- 4- UNEP, Environmental aspects of the direct reduction route to steel making, Industry and environment technical review series,1983.
- 5- UNEP, Environmental management in the iron and steel industry, sectoral Working paper series , NO.50,1986.
- 6- UNEP, Steel industry and the environment technical and management issues, International iron and steel institute,1997.
- 7- World bank , Environment assessment sourcebook, vol. 3,Guidelines for environmental assessment of energy and industry projects 1995.





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

## خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، بصورت تألیف و ترجمه تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی بکار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است با اطلاع استفاده کنندگان و دانش پژوهان محترم رسانده می شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها  
و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



🌐 omoorepeyman.ir

نشریات دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله (بخش امور فنی)

ردیف	عنوان نشریه	شماره ابلاغیه	تاریخ ابلاغیه
۱	شرح خدمات همسان مطالعه در رشته معماری		
۲	شرح خدمات قسمت‌ها و مراحل مختلف مطالعات زیرسازی راه‌آهن	۱۰۲-۲۰۳۵۹/۵۴/۴۲۸۷	۱۳۶۹/۱۲/۲۰
۳	فهرست خدمات مرحله شناسایی سدسازی	۱-۳۹۸۸/۵۴-۹۰۹	۱۳۷۰/۳/۲۰
۴	شرح خدمات مرحله توجیهی سدسازی	۱۰۲-۳۹۸۶/۵۴-۹۱۰	۱۳۷۰/۳/۲۰
۵	شرح خدمات مرحله شناسایی طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری	۱۰۲-۳۰۳۱/۵-۹۳۵۵	۱۳۷۳/۷/۱
۶	فهرست خدمات مرحله توجیهی طرح‌های حفاظت خاک و آبخیزداری	۱۰۲-۳۰۳۱/۵-۹۳۵۷	۱۳۷۳/۷/۱۷
۷	فهرست خدمات مرحله شناسایی طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۱۱۹/۵-۵۴-۱۵۲۶۷	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۸	فهرست خدمات مرحله یک (توجیهی) طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۱۲۰/۵-۵۴-۱۵۲۶۹	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۹	فهرست خدمات مرحله شناسایی طرح‌های زهکشی و بهسازی خاک در دشت‌هایی که در آن‌ها شبکه آبیاری احداث شده است	۱۰۲-۵۳۸۳/۵-۵۴-۱۵۲۶۵	۱۳۷۳/۱۱/۳۰
۱۰	فهرست خدمات مرحله دو (تشریحی) طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۵۳۸۳/۵-۵۴-۱۶۱۳۵	۱۳۷۳/۱۲/۱۷
۱۱	شرح خدمات مهندسی مطالعات مراحل مختلف طرح‌های آبیاری و زهکشی	۱۰۲-۱۸۲۷/۵۴-۱۰۱۱	۱۳۷۴/۵/۱
۱۲	فهرست خدمات مهندسی مرحله ساخت سدها	۱۰۲-۴۳۳۹/۵۴-۲۲۴۶	۱۳۷۴/۸/۲۲
۱۳	فهرست خدمات مطالعات مرحله طراحی تفصیلی سدسازی	۱۰۲-۴۳۶۷/۵۴-۲۲۵۴	۱۳۷۴/۸/۲۳
۱۴	تهیه طرح توسعه و عمران (جامع) ناحیه	۱۰۲-۱۸۷۷/۵۴-۱۲۲۲	۱۳۷۶/۴/۸
۱۵	موافقتنامه، شرایط عمومی و شرایط خصوصی پیمان (نشریه ۴۳۱۱)	۱۰۲/۱۰۸۸-۵۴/۸۴۲	۱۳۷۸/۲/۳
۱۶	فهرست خدمات مطالعات مرحله طراحی تفصیلی (مرحله دوم) طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۲)	۱۰۲/۴۸۵۵-۵۴/۴۲۱۴	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۷	فهرست خدمات مطالعات مرحله توجیهی طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۱)	۱۰۲/۴۸۵۶-۵۴/۴۲۱۵	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۸	فهرست خدمات مطالعات مرحله شناسایی طرح‌های مهندسی رودخانه (نشریه ۱۹۰)	۱۰۲/۴۸۵۳-۵۴/۴۲۱۲	۱۳۷۸/۸/۱۰
۱۹	فهرست جزئیات خدمات مطالعات ساماندهی چشمه‌ها و قنات‌ها (نشریه ۱۹۴)	۱۰۲/۵۷۷۹-۵۴/۴۸۸۳	۱۳۷۸/۹/۱۵
۲۰	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین‌لرزه مرحله توجیهی (نشریه ۲۰۰)	۱۰۲/۷۰۴-۵۴/۵۳۰	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۱	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین‌لرزه (مرحله شناسایی، نشریه ۱۹۹)	۱۰۲/۷۰۳-۵۴/۵۳۱	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۲	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک (مرحله بهره‌برداری و نگهداری، نشریه ۲۰۲)	۱۰۲/۷۰۲-۵۴/۵۳	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۳	فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک مرحله اجرا (نشریه ۲۰۱)	۱۰۲/۷۰۵-۵۴/۵۲۹	۱۳۷۹/۲/۱۷
۲۴	شرح عمومی خدمات مشاوره در دوره ساخت و تحویل کار برای طرح غیرصنعتی (نشریه ۳۳۲۷)	۱۰۲/۱۲۹۵-۵۴/۹۷۷	۱۳۷۹/۳/۱۱
۲۵	فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک روش‌های الکتریکی مقاومت ویژه و لرزه‌های شکست مرزی (نشریه ۲۱۱)	۱۰۵/۲۴۰-۵۴/۳۲۷۱	۱۳۷۹/۶/۱۶
۲۶	شرح خدمات تهیه طرح نیروگاه حرارتی (نشریه ۳۱۲۶)	۱۰۵/۸۸۰۴-۵۴/۶۴۰۴	۱۳۷۹/۱۲/۱
۲۷	شرح خدمات تهیه طرح خطوط لوله انتقال نفت و گاز (نشریه ۳۱۲۸)	۱۰۵/۸۰۷۷-۵۴/۲۹۸۱	۱۳۷۹/۱۲/۱
۲۸	فهرست خدمات مطالعات مرحله نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی (نشریه ۲۱۳)	۱۰۵/۷۳۴-۵۴/۲۰۲	۱۳۸۰/۱/۲۸
۲۹	فهرست خدمات مطالعات مرحله شناسایی منابع آب زیرزمینی (نشریه ۲۱۲)	۱۰۵/۷۳۷-۵۴/۲۰۰	۱۳۸۰/۱/۲۸
۳۰	شرح خدمات تهیه طرح‌های بزرگ صنعتی (نشریه ۳۱۲۳)	۱۰۵/۲۲۰۴-۵۴/۸۰۰	۱۳۸۰/۳/۶
۳۱	شرح خدمات تهیه طرح خطوط انتقال نیرو (نشریه ۳۱۲۴)	۱۰۵/۲۴۶۴-۵۴/۸۹۷	۱۳۸۰/۳/۱۲
۳۲	شرح خدمات تهیه طرح پست‌های انتقال نیرو (نشریه ۳۱۲۵)	۱۰۵/۲۴۶۳-۵۴/۸۹۶	۱۳۸۰/۳/۱۲



Islamic Republic of Iran  
State Management and Planning Organization

# Steel Industry Environmental Impact Assessment (Guideline)

Office of Technical Affairs Deputy  
Technical Criteria Codification & Earthquake Risk  
Reduction Affairs Bureau  
<http://tec.mporg.ir>



o:moorepeyman.ir

NO.254 - 3