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

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۳/۰۰/۹۰

۱۳۸۳

فهرست‌برگه

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 ۱۰۰۱/۱۶۶۸۲۲ 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

شابک X-۵۷۸-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-578-X

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.

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره :	۱۰۱/۱۶۶۸۲۲
	تاریخ :	۱۳۸۳/۹/۱۱
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 ۱۴۸۹۸هـ ، 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 رییس جمهور و رییس سازمان

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 ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست .

از این‌رو ، ***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 شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷

http://tec.mporg.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 ، به‌گونه‌ای اهریمنی تجلی یافت .

این فرایند پرتناقض ، خردمندان را به اندیشه‌های نو درباره سرنوشت زمین و بشر فراخواند و به بازنگری در روابط و رفتارها ونیز 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 " طبیعت گرا " به چارچوب‌های " فضای زیست " که در برگیرنده تعامل انسان ـ 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 پیآمدهای 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 پیآمدهای زیست محیطی، فرایندی پویاست که بجز پیش‌بینی و ارزیابی اثرات ، راهکارهای مدیریت زیست محیطی پیآمدها و همچنین مدیریت عقلایی بهره‌برداری و چگونگی و چارچوب

پایش پیآمدها 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 پیآمدها، 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 پیآمدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی تاکید کرده است.

در این راستا ، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی به عنوان نهادی فرابخشی ومتولی 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 پیآمدهای 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 پیآمدهای زیست محیطی طرح‌های عمرانی** را در دستور کار قرارداده است.

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

معاونت امور فنی از تمامی کارشناسانی که به نحوی در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته اند 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 **کامبیز بهرام سلطانی** مدیرفنی و ویراستار اسناد پروژه **در مهندسین 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-مهندسین مشاور رویان

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

۲-سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

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

۳- سازمان حفاظت محیط زیست

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

دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی صنایع فولاد

فهرست مطالب صفحه

فصل اول : کلیات

فصل دوم : معرفی روش‌های 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 بریکت سازی قشم ۳۵

۳-۱۰: طرح فولاد میبد ۳۶

۳-۱۱: ذوب آهن کردستان ۳۶

۳-۱۲: طرح قایم..... ۳۶

فصل چهارم : اثرات‌زیست محیطی ناشی‌ازمراحل ساخت‌وبهره‌برداری‌صنایع فولادسازی

۴-۱: اثرات زیست محیطی در مرحله ساخت ۳۷

۴-۲: تخلیه مواد آلاینده به محیط در مرحله بهره‌برداری ۳۹

۴-۳: انتشار آلاینده‌ها در روش‌های احیا مستقیم ۴۲

۴-۴: ارزیابی اثرات زیست محیطی در مراحل ساخت و بهره‌برداری ۴۹

۴-۵: مدیریت اثرات زیست محیطی و برنامه پایش ۵۲

ضمائم: آلودگی های ناشی از روش‌های 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 ، 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 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 وایجاد 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 روش‌های 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 قراضه‌های 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 می‌باشد که اهم آنها در زیر به اختصار توضیح داده شده است.

تولید کلوخه و گندله در واحدهای کلوخه و گندله‌سازی

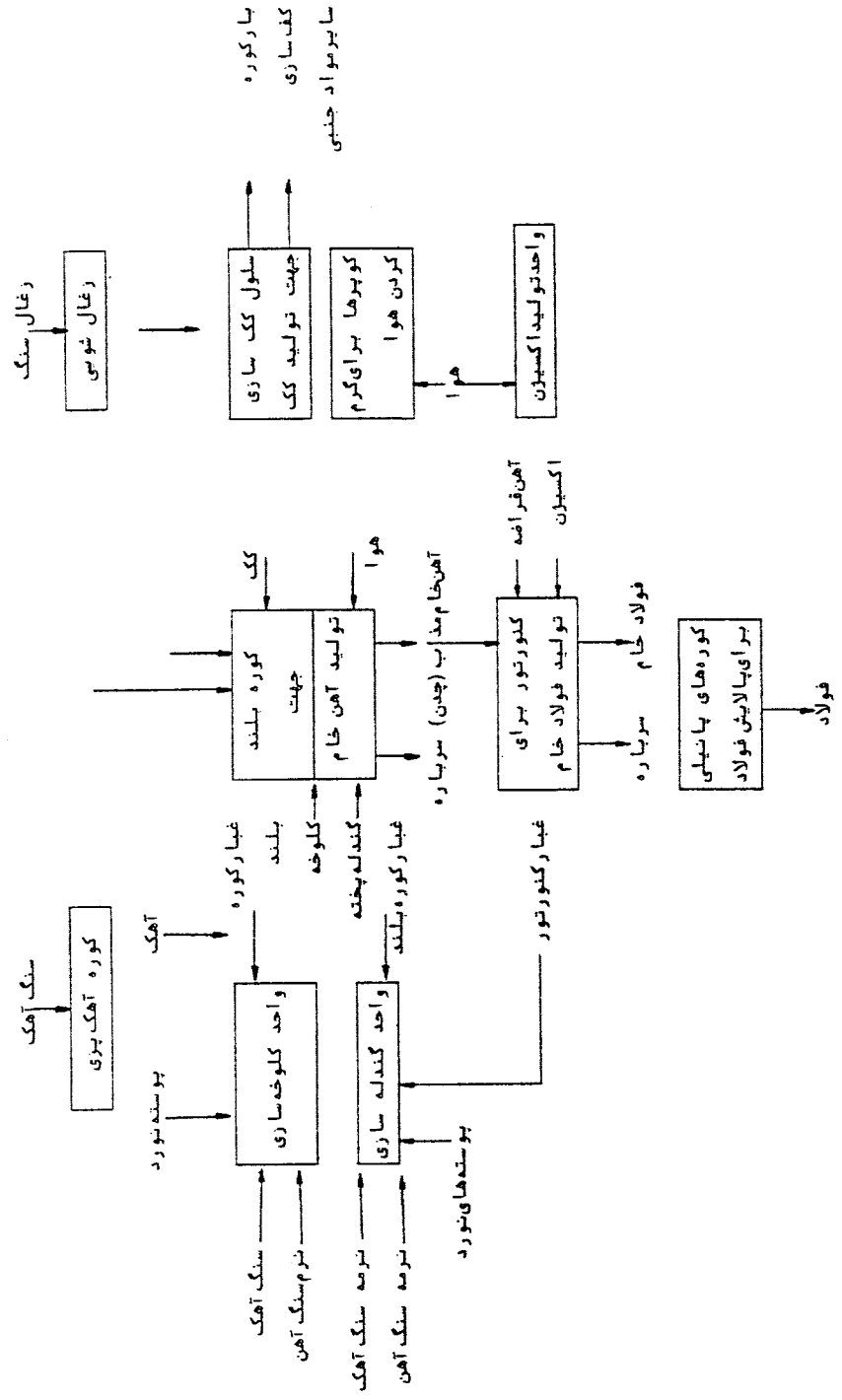
سنگهای آهن از نقطه نظر ساختار و نیز ترکیب شیمیایی متفاوت و متنوع هستند. نظر به اینکه کوره‌های تولید آهن و فولاد با ترکیب ثابت مواد اولیه ، می‌توانند حداکثر بازده را داشته باشند، لذا ضروری است که انواع مختلف سنگهای آهن در دسترس و نیز مواد جنبی با خواص فیزیکی ـشیمیایی و مکانیکی ثابت تولید گردد. این عمل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

بطور کلی کلوخه سازی[1] 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.

گندله‌سازی نیز یکی از روش‌های تبدیل ذرات و نرمه 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. مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید گندله عبارت است از : سنگ‌های آهن ، مواد افزودنی (آهک ، مواد آلی ، شیرآهک ، سیمان ، نبتونیت) ، آب .

[1] Sintering

شکل(۱-۲): روندکلی وچرخه مواددرروش سنتی تولیدآهن خام درکوره بلندوفولاد درکنورتور



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 اکسیدآهن 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 می گردد.

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. دراین 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. ازطریق لوله‌های دم ، گاز طبیعی و مازوت به همراه هوای گرم در کوره تزریق و گازهای احیاء کننده H_2,CO تولید می‌گردد.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$
$$C + CO_2 \rightarrow 2CO$$
$$CO_3 + H_2O \rightarrow CO_4H_2$$
$$CH_4 + 1/2O_2 \rightarrow CO + 2H_2$$

واکنش های جزیی کک و متان با گاز کربنیک ، بخار آب و اکسیژن از کوره ، حرارت و نیز گازهای احیاءکننده ایجاد می کند که در خلاف جهت نزول بار در کوره صعود می کنند 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 قراردارد و بعلت افزایش دما ، احیای اکسیدهای آهن و تحول مواد گداز آور شروع می‌گردد. در این محل واکنش های متعدی برحسب موقعیت مواد و عوامل احیاکننده کم و بیش با سرعت متفاوت انجام می شوند.

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

$$3Fe + C \longrightarrow Fe_3C$$

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

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

تولید فولاد خام از آهن خام در کنورتور

موادی که در کوره بلند تولید می‌شوند آهن خام مذاب، سرباره مذاب و گازهای خروجی کوره می‌باشد. به علت خواص فیزیکی ـ 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 می‌باشد. بجز گوگرد سایر عناصر می‌توانند از طریق اکسایش در کنورتور حذف گردند.

برای حذف ناخالصی‌های فوق‌الذکر ، 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 می‌گردند.

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

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 معمولا حاوی مقداری گوگرد و گازهای حل شده در آن مانند نیتروژن و هیدروژن می‌باشد. به منظور حذف گازهای حل شده در فولاد خام ، روش های متعددی وجود دارد که از جمله کوره های پاتیلی تحت خلا را می‌توان نام برد. از طریق تزریق گازهای بی اثر مانند آرگون یا نیتروژن نیز می‌توان 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 بهره‌برداری

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:

- معدن‌کاوی سنگ آهن،
- خردکردن و دانه‌بندی ،
- مخلوط کردن ،
- خردکردن ،

- تغلیظ،
- کلوخه و گندله‌سازی .

معدن‌کاوی 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

معمولا روش روباز جهت استخراج سنگ آهن ترجیح داده می‌شود زیرا روش زیرزمینی با مشکلات متعدد همراه است. محدودیت‌های حرکتی ، مشکلات تامین هوا ، مشکلات زهکشی آب ، شرایط نسبتاً خطرناک و استقرار ماشین‌آلات پرهزینه از این جمله‌اند.

خردکردن و دانه‌بندی (سرندکردن)

در این مرحله دو هدف زیر دنبال می‌شود:

(الف): شکستن سنگ‌های آهن درشت به ابعاد ریزتر،

(ب): جداسازی اولیه سنگ آهن خالص از ناخالصی‌ها.

در این مرحله دانه‌بندی با ابعاد متفاوتی انجام می‌گیرد و بسته به کارگاه شامل چندین مرحله می‌باشد.

مخلوط کردن

در یک معدن ممکن است بیش از یک نوع سنگ معدن تکامل یافته و یا سنگ‌های دریافتی جهت استخراج آهن ممکن است از چندین معدن جمع‌آوری شده باشند. لذا جهت یکنواخت کردن محصول، سنگ‌های ریزشده را با هم مخلوط می‌نمایند. یکی از روش‌های متداول ، ایجاد لایه‌های متفاوت سنگ معدن به شکل تپه‌های بزرگ توسط غلطک‌ها و سپس مخلوط نمودن آنها می‌باشد.

خرد کردن

پس از مراحل سرند و مخلوط نمودن، سنگهای معدنی ممکن است دارای مواد ناخالص زیادی باشند، لذا جهت تسهیل در جداسازی ، سنگ‌های معدنی را تا حدممکن ریز کرده و به حالت پودر در می‌آورند.

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 :

- روش های 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 گندله سازی 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 احیاکننده های گاز را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد:

(الف): تکنولوژی‌هایی که براساس کوره‌های تنوره‌دار [1] فعالیت می‌نمایند ،

---

[1] Shaft Furnace

(ب): تکنولوژی هایی که براساس بستر ثابت فعالیت می‌نمایند ،

(ج): تکنولوژی‌هایی که براساس بستر سیال فعالیت می‌نمایند.

کوره‌های تنوره‌دار

روش‌های متعددی با استفاده از کوره‌های تنوره‌دار فعالیت می‌نمایند که عبارتند از :

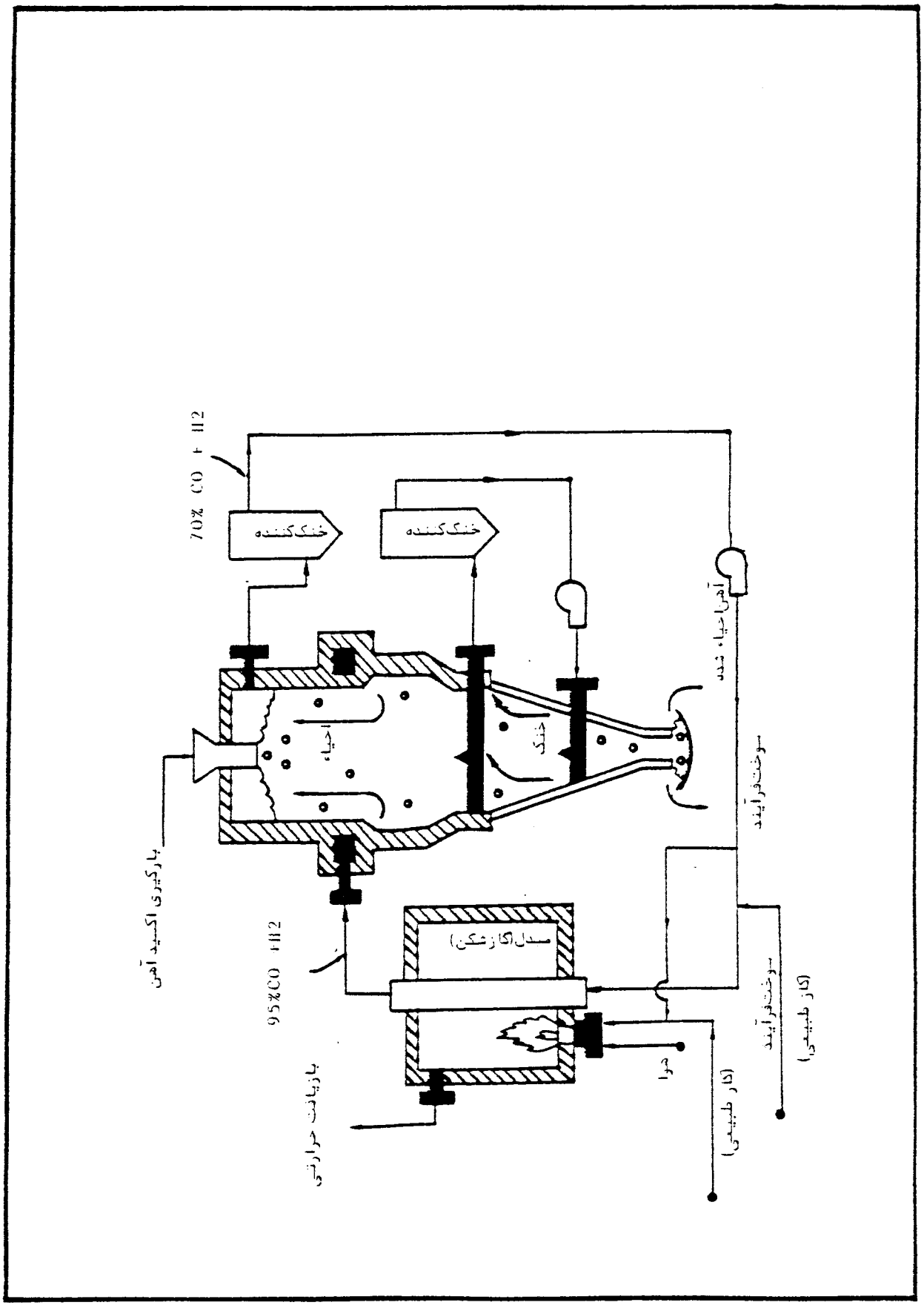
- روش Midrex
- روش HYL III
- روش NSC-DR
- روش ARMCO
- روش Kinglor, Metor

روش Midrex

همانطور که در شکل (۲-۲) مشخص شده است در فرآیند میدرکس اکسیدآهن پیوسته از بالای کوره وارد شده و توسط گاز احیا کننده در گرمایی حدود ۸۵۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد احیا می‌گردد . آهن احیا شده نیز توسط گاز غیراکسیدی در بخش پایینی کوره خنک می‌گردد.

گاز احیا کننده مورد احتیاج در یک لوله چندگانه مبدل کاتالیک از مخلوط گاز طبیعی و گاز تصفیه شده ناشی از فرآیند احیا بدست می‌آید.

شکل (۲-۲): نمایش شماتیک فرآیند میدرکس



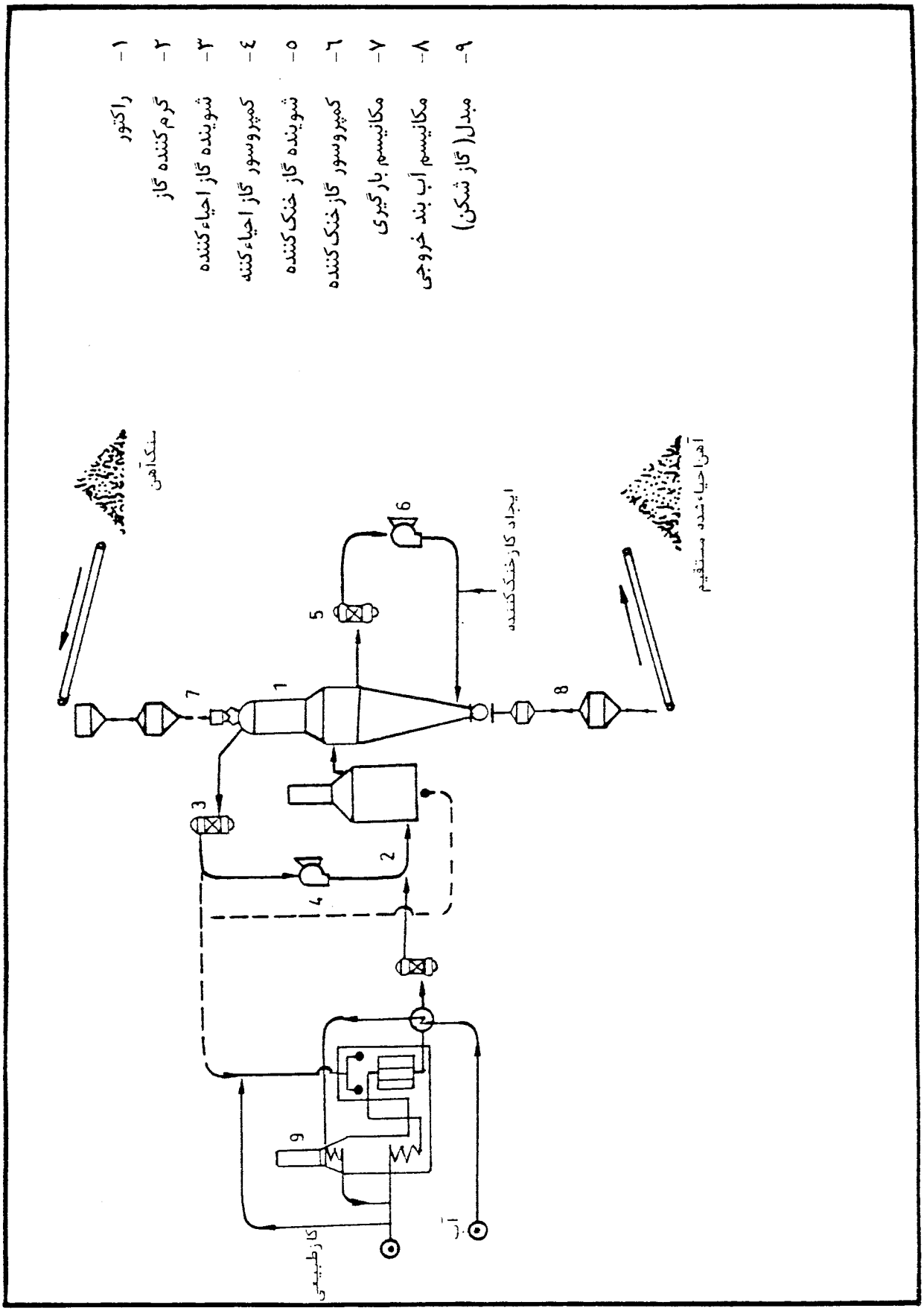
روش HYL III

اساس فرآیند HYL III در احیا مستقیم مداوم بوده و از بستر ثابت استفاده نمی گردد . 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 (۳-۲) 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 دراین 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.

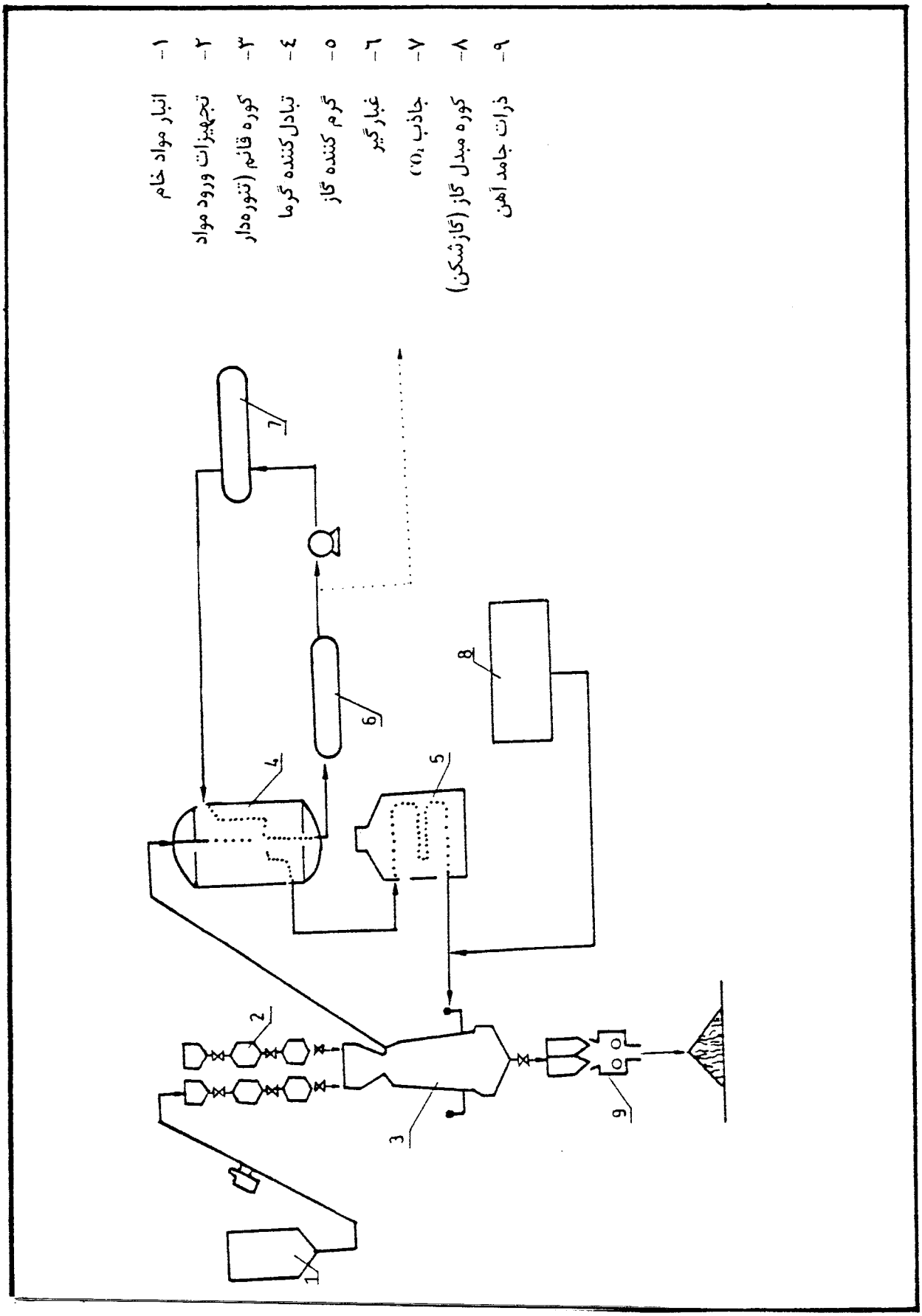
بطور کلی اختصاصات ویژه روش NSC – DR عبارتند از :

- 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[1] شدن مواد خام ،
- سیستم درب سوپاپی دوتایی (یا مضاعف) جهت ورود و خروج مواد ،

شکل (۴-۲) نمایش شماتیک فرآیند NSC – DR را نشان می‌دهد.

[1] Clustring

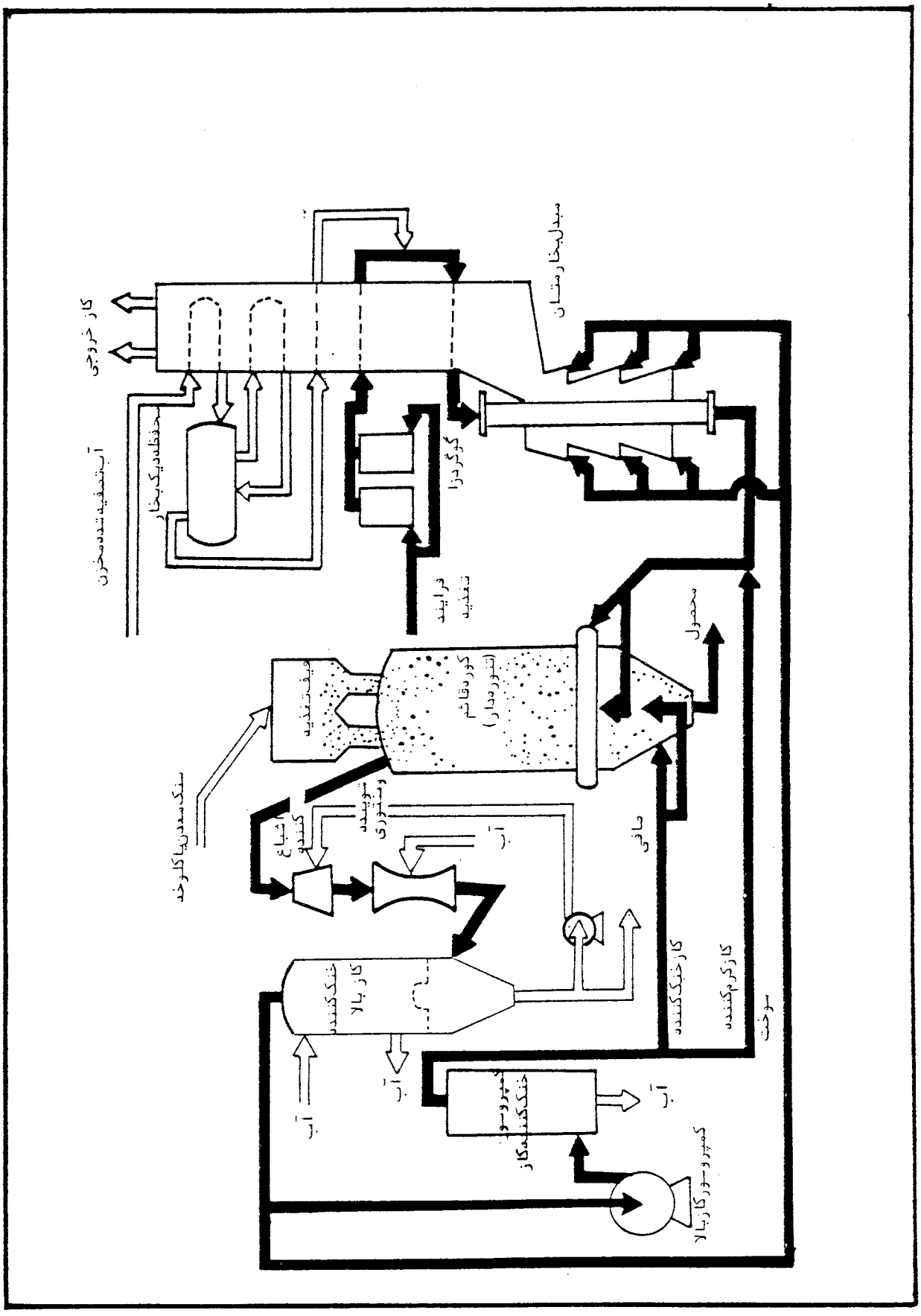
شکل (٤-٢) : نمایش شماتیک فرآیند NSC – DR



روش ARMCO

در فرآیند ARMCO از یک کـوره عمـودی اسـتفاده می‌شـود. به‌طوریکـه در آن واکنش‌هـای متقـابل ، در جهت‌های مختلف بین اکسیدآهن در بالا و گاز احیاکننده صعودکننده از پایین انجام می‌شود. منشا گاز احیا کننده می‌تواند گاز طبیعی و یا هیدروکربن‌های مناسب دیگر باشد . همان‌طور که شکل (۵-۲) نشـان مـی دهـد ، گاز احیاکننده پس از صعود از کوره عمودی وارد چرخه احیا و چرخه خنک کننده می‌گردد، به‌طوریکه گاز خنک‌کننده پس از ورود از بخش تحتانی کوره عمودی توسط گرمای ناشی از آهن احیاء شده صعـود و در فرآینـد احیـا نـیز دخالت نموده و مجدداً وارد چرخه احیا و چرخه خنک کننده می شود.

شکل (۵-۲): نمایش شماتیک فرآیند APMCO



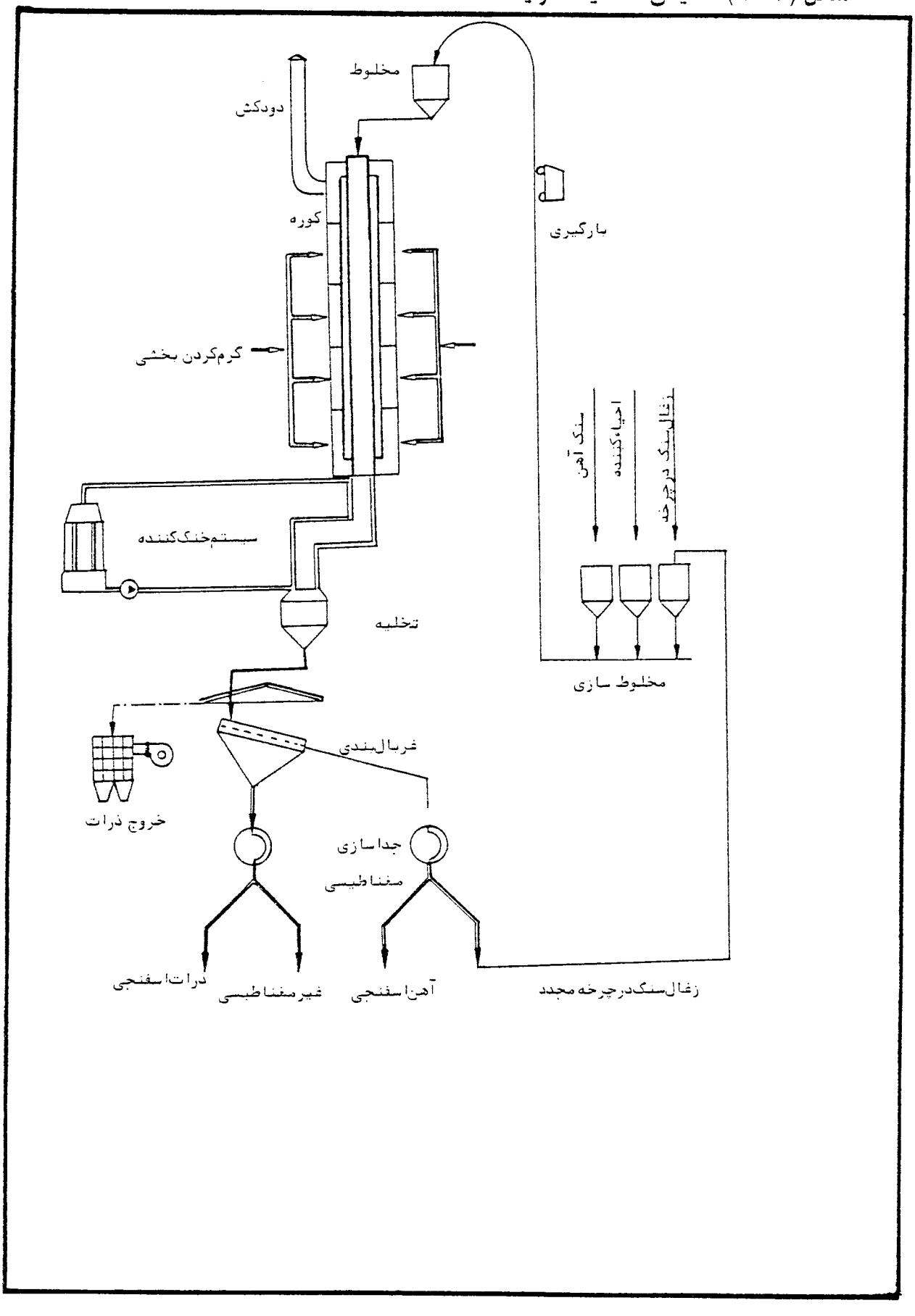
روش Kinglor- Metor

Kinglor – metor 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 فرایند 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 روش‌های HYL I و HYL II می‌باشند که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

- روش HYL

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

در روش HYL گندله‌های سنگ آهن به کمک نوار نقاله به مخزن کوچکی در بالای کوره انتقال می‌یابند. هر چهار کوره به یک واحد تعلق دارد و در هر کوره اعمال و فعل و انفعالاتی به شرح زیر انجام می‌گیرد:

۱- گندله‌های سنگ آهن در کوره بار می‌شوند یا اینکه گندله‌های آهن اسفنجی تولید شده و سردشده از کوره تخلیه می‌شوند،

۲- گندله‌های سنگ آهن با گاز احیاکننده نیمه مصرف شده احیا می‌شوند،

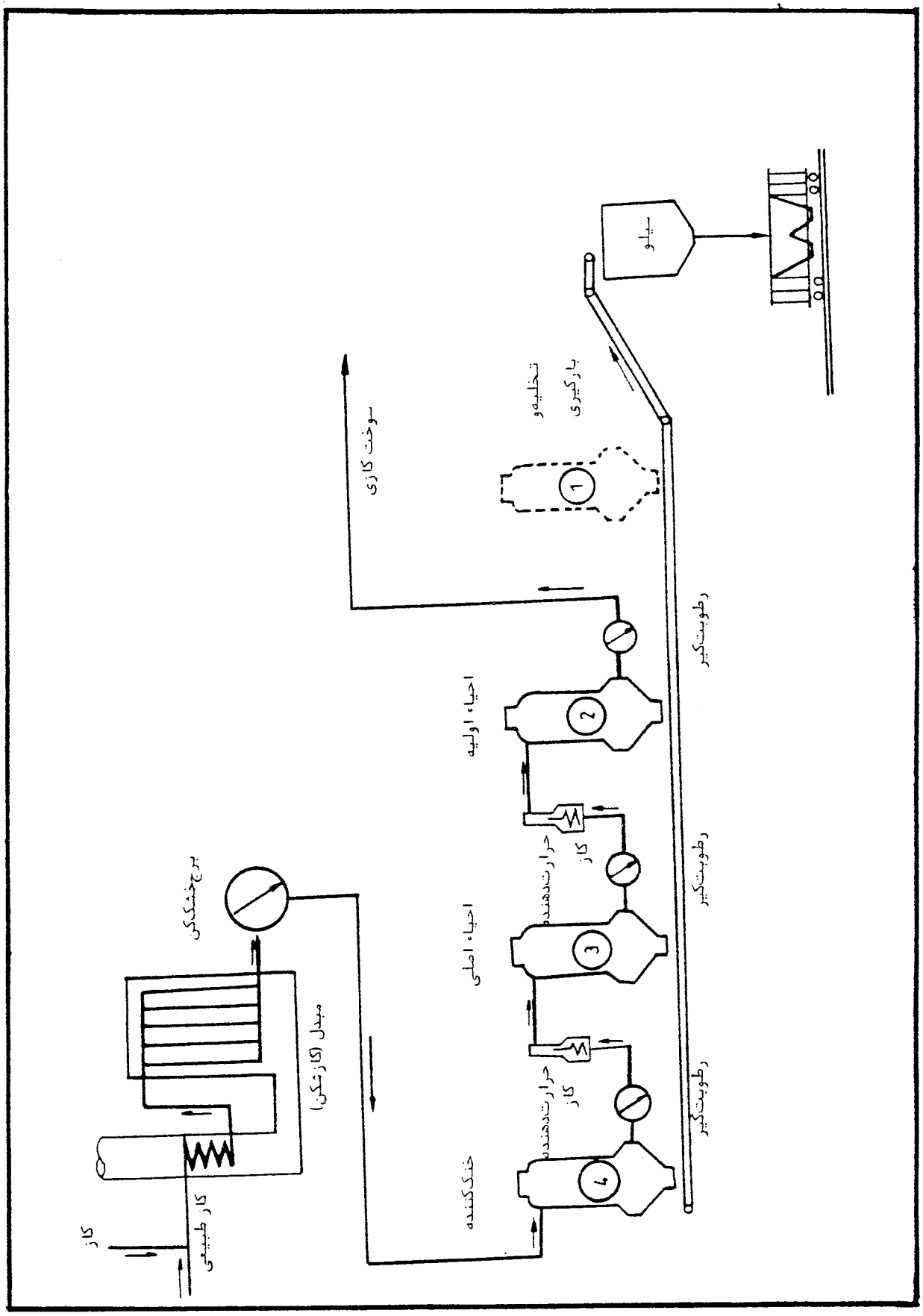
۳- گندله‌های سنگ آهن نیم احیا شده با گاز احیاکننده با قابلیت احیاکنندگی بالا به طور کامل احیا می‌شوند،

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

در روش HYLبرای تولید گاز احیاکننده ابتدا گاز طبیعی گوگردزدایی می‌شود و سپس با نسبت معینی از بخار آب گرم شده ، در دمای $^{\circ}C$ ۱۱۰۰ مخلوط و نهایتاً گازهای احیاکننده CO, H_2 تولید می‌شوند.

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

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



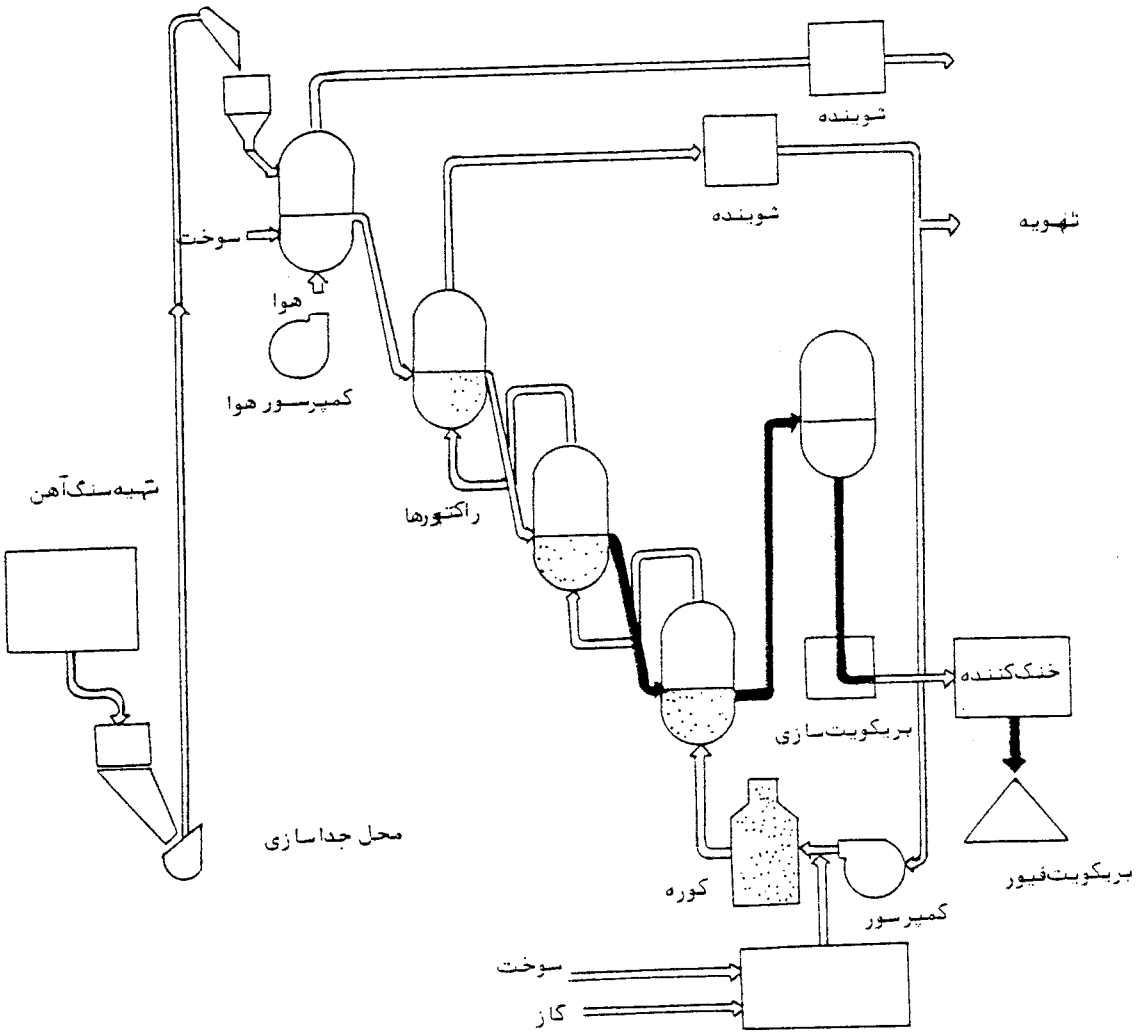
بستر سیال

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 جریانی سیال ، معلق می‌باشد و مجموعه‌ای از چهار راکتور سیلندری که سیال‌ها در داخل آنها قرار دارند بر روی یکدیگر استقرار یافته‌اند. بطوری‌که اکسیدهای آهن معلق در هر راکتور در معرض احیاکننده گازی (بجز اولین راکتور) قرار می‌گیرند. در اولین راکتور اکسیدهای آهن توسط گرمایی در حدود $^{\circ}C$ ۸۷۰ رطوبت‌گیری و گوگردزدایی می‌شود.

گاز احیاکننده که با روش های متفاوتی (مبدل بخار کاتالیک اکسیداسیون جزیی و ...) قابل تهیه می‌باشد، غالباً از گاز طبیعی یا سایر مشتقات هیدروکربنی بدست می‌آید . این گاز پس از گرم شدن تا حدود$^{\circ}C$ ۵۴۰ از سه راکتور انتهایی عبور و اکسیدهای آهن را احیا می نماید و سپس وارد چرخه شوینده و کمپرسور می‌گردد.

شکل (۸-۲): نمایش شماتیک فرآیند FIOR



کوره گردان

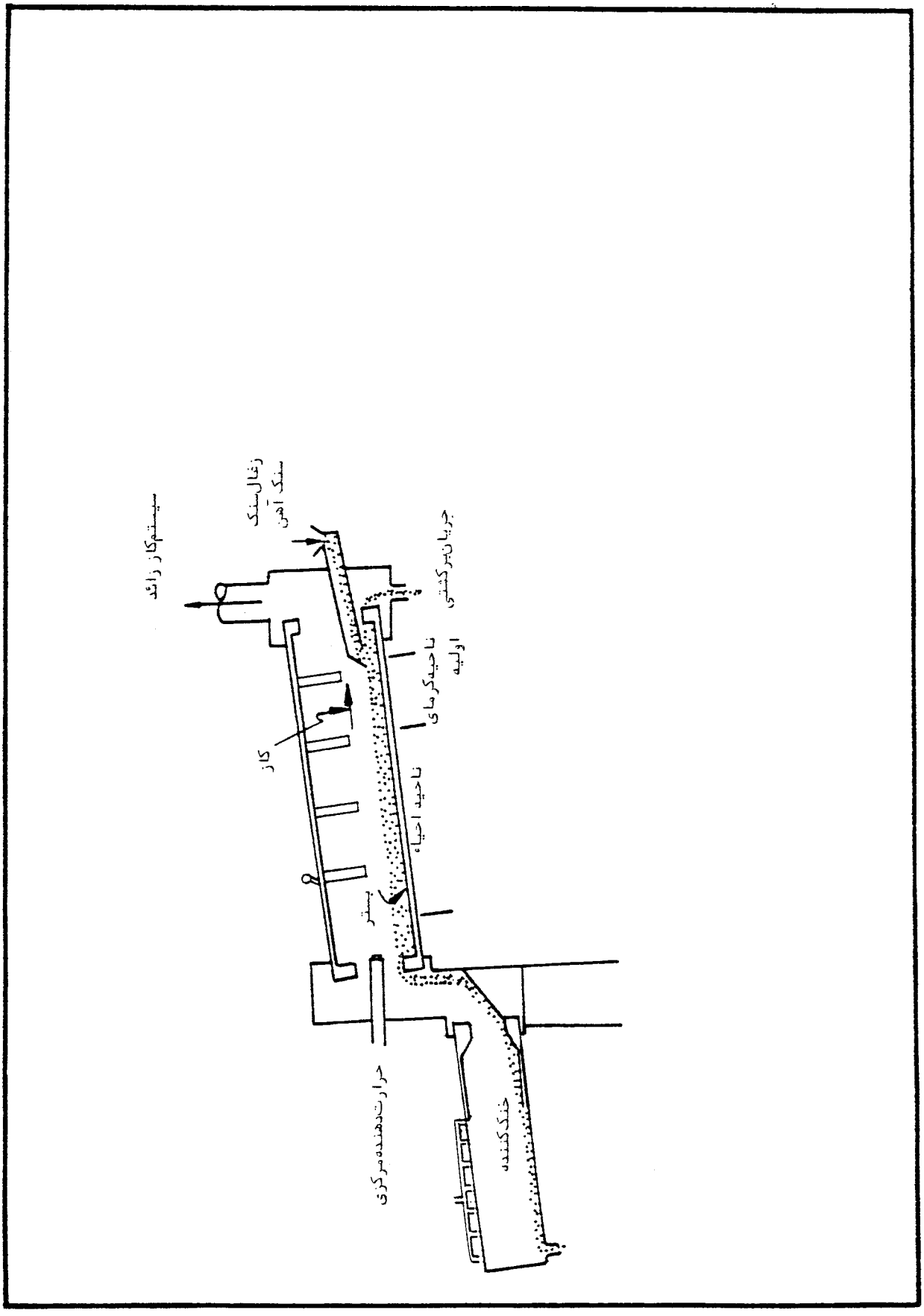
مهم‌ترین فرآیندهایی که براساس کوره گردان فعالیت می نمایند عبارتند از فرآیند SL/RN ، فرآیند CODIR و فرآیند CRC . در ادامه اجمالاً به تشریح هریک از فرآیندهای مذکور پرداخته خواهد شد.

(الف): روش SL/RN

در این فرآیند مخلوطی از گندله‌ها یا تکه های 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 جابه جایی هوا جهت اکسیژن رسانی و تنظیم درجه حرارت امکان‌پذیر باشد. در این روش مقدار درجه حرارت جهت احیا مستقیم سنگ آهن حدود ۱۰۵۰ تا ۱۱۰۰ $^{\circ}C$ می‌باشد . در انتهای کوره مواد خروجی در معرض آب خنک‌کننده قرار می‌گیرند تا درجه حرارت مواد خروجی به زیر ۱۰۰ $^{\circ}C$ 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 می گردند. شکل شماره (۹-۲)، فرآیند روش SL/RN را نشان می‌دهد.

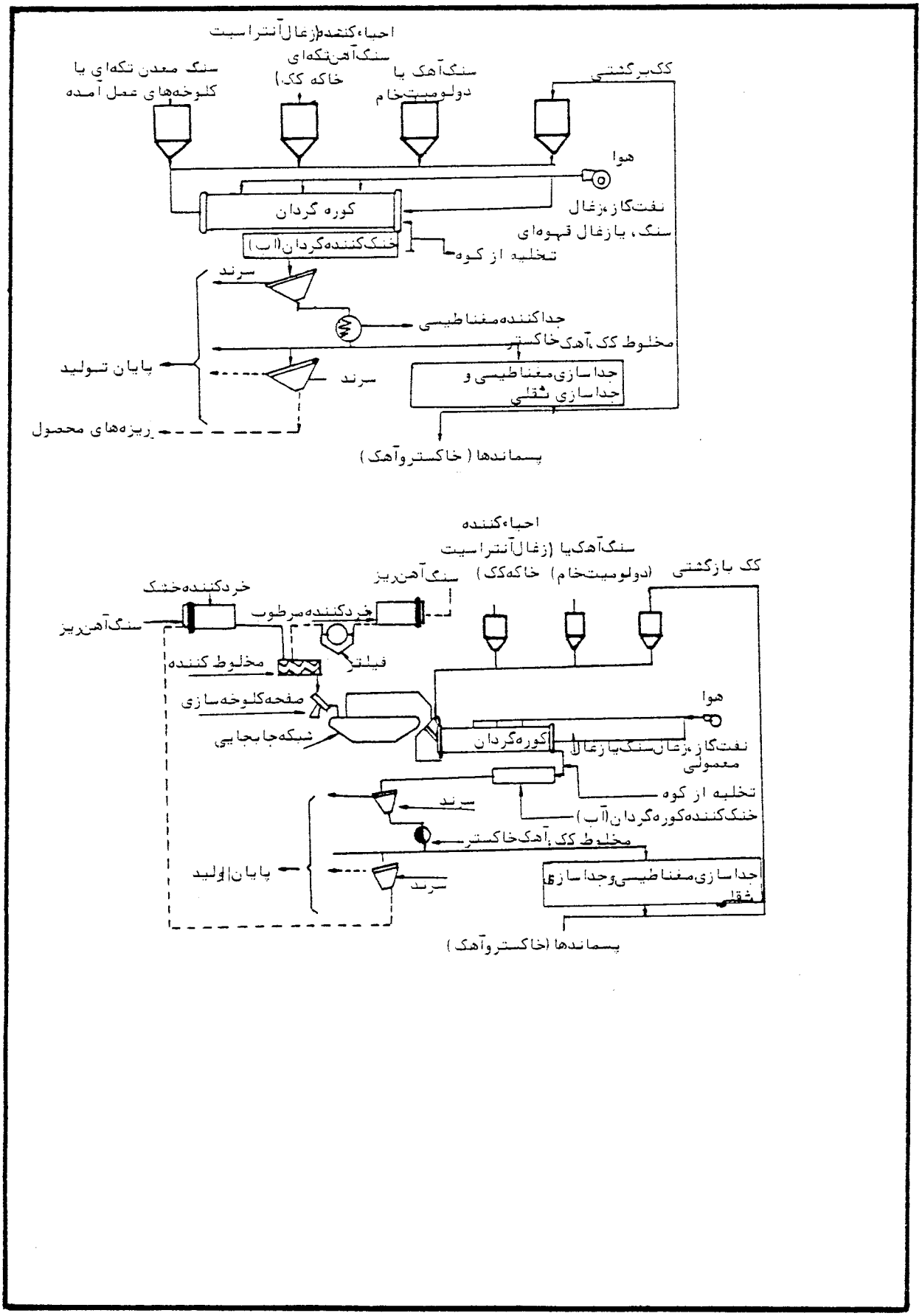
شکل (۹-۲): نمایش شماتیک فرآیند SL/RN



(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 اکسیدآهن با احیاکننده های زغال انتراسیت و ماده گوگردزدا (سنگ آهن یا دولومیت) به داخل کوره 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.

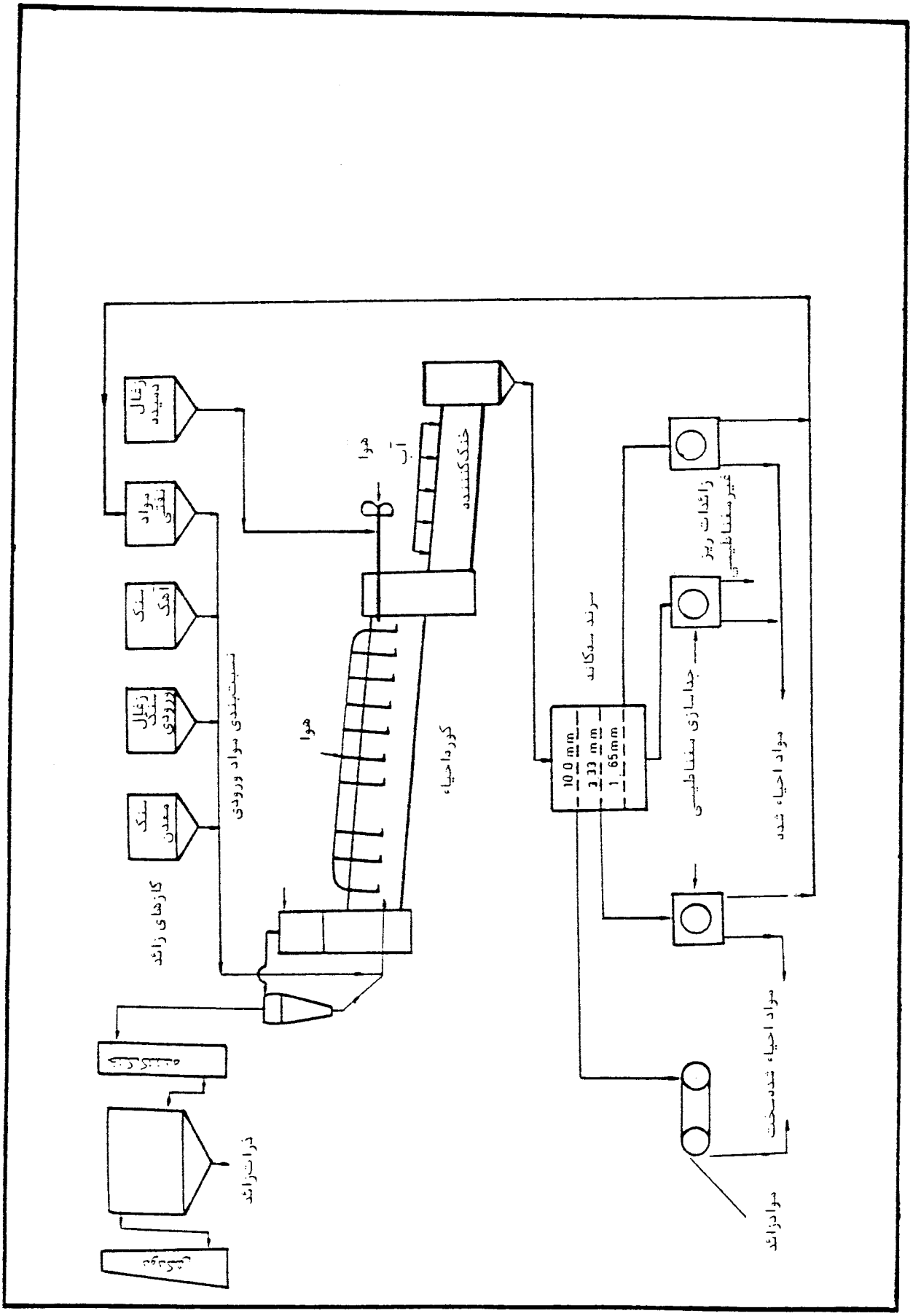
شکل (۱۰-۲): نمایش شماتیک فرآیند CODIR



(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 می گردد. هوای گرم ورودی به کور،، حرارت بستر و گازهای احیاکننده را کنترل می‌نماید، به طوری که حداکثر دمای آن به $^{\circ}C$ ۱۱۷۰ می‌رسد. پس از فرآیند احیا، مواد احیا شده از کوره گردان خارج می‌گردند و سپس جهت جداسازی مغناطیسی و سرند شدن به سیستم تصفیه وارد می‌شوند. در نهایت آهن به شکل دانه‌های ریز و سخت خارج می گردد. شکل (۱۱-۲)، فرآیند DRC/HOCKIN را نشان می‌دهد.

شکل(۱۱-۲): 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 متالوژیک که در مرحله قوس الکتریکی انجام می‌پذیرد، تعیین ترکیب فولاد و کنترل ناخالصی ها 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 به‌طوریکه مواد همراه آهن‌های 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 می نماید در کارایی و اقتصاد محصول نیز موثر است.

آهن احیا شده اولیه

کیفیت مواد ورودی و کیفیت فولد تولید شده تاثیر زیادی بر پیامدهای زیست محیطی ناشی از عملیات تولید دارند. به‌طور 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 ناخالصی ها 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 گوگردزدایی ، 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 متالوژی در کوره قوس الکتریکی غالباً با کمک سیال‌هایی جهت حذف مواد ناخالصی انجام می‌شود. این مواد ، ناخالصی ها را از فولاد ذوب شده به عنوان سرباره جدا می نمایند. یکی از معمول‌ترین سیال‌ها آهک می‌باشد که به دلیل خاصیت بازی آن نقش خنثی‌کننده را در برابر عوامل اسیدی چون سیلیسیم ایفا می نماید . از آنجاییکه ویژگی‌های فیزیکی آهک بر بازده فرآیند پالایش موثر است، لذا شکل مطلوب آن ، شکل دانه‌ای و در اندازه‌های کوچک می‌باشد. ناخالصی های موجود در آهک نیز همانند سیلیسیم ، گوگرد و کربنات منیزیم ، هم در فرآیند متالوژی و هم از لحاظ زیست محیطی مشکلات زیادی را بوجود می‌آورند.

به کوره قوس الکتریکی ترکیباتی جهت سیال نمودن سرباره اضافه می‌شوند. این ترکیبات نبایستی 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 می گردد. هر چند موادی چون کک و زغال سنگ در افزودن کربن به کوره دخیل هستند، با این‌حال 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

۱-۳: کارخانه ذوب آهن اصفهان

این کارخانه در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان ، در ۵ کیلومتری زاینـــده رود و در کنـار جـاده اصفـهان شهرکرد قرار دارد. عملیات ساختمانی این کارخانه در نیمه دوم سال ۱۳۴۶ شروع و با راه‌انـــدازی کـوره بلنـد 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.

۲-۳: صنایع فولادسازی خوزستان

صنایع فولادسازی خوزستان از سه واحد به شرح زیر تشکیل شده است:

واحد اهواز ، واحد گروه ملی ، واحد نورد کاویان .

۳-۲-۱: واحد اهواز

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

سنگ آهن مورد نیاز این سه روش با عیار آهن نسبتاً بالا ۶۷٪ Fe، ناخالصی های 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 می باشد.

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.

۳-۲-۲: واحد گروه ملی

به موازات اقدامات سازمان ذوب آهن ایران برای تاسیس واحدهـای بـزرگ ذوب آهـن در ایـران و افزایـش مصرف فولاد در کشور، کارخانجات نورد نیز تاسیس گردیدند. در این راستا اولین مجموعه ، در یک محـدوده ۱ هکتاری در ۹ کیلومتری جاده اهواز ـ خرمشهر ایجاد شد. اولین کارخانه از این مجموعه در سال ۱۳۴۶ با تولیـد میلگردهای ساده، آجدار ونبشی 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) پـس از ورود بـه انبـار 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 سانتی گراد گرم و پس از اینکـه بـه دمـای مطلـوب رسید، توسط سیستم های 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 ازمسطح کننده ورق به سمت قیچی مخصوص برش ، هدایت می‌شود.

۳-۳: مجتمع فولاد مبارکه

مجتمع فولاد مبارکه در دامنه کوه چغاجوش 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.

٤-۳: 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 $^{\circ}C$ ۱۳۰۰ از کوره خارج و در قفسه‌های نورد با فشار غلتک ها 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 ونقل وفروش خواهد داشت و ماده اولیه برای تولید لوله‌های فولادی پروفیل و مقاطع مختلف است.

٥-۳: 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 کوره های 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.

۳-۱۰: طرح فولاد میبد

طرح فولاد میبد برای تولید۲۰۰ هزار تن چدن ریخته گری ازطریق احیای سنگ آهن در کوره بلند و ریخته‌گری شمش جهت مصرف در صنایع ریخته‌گری 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.

۳-۱۱: ذوب آهن کردستان

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

۳-۱۲: طرح قایم

طرح قایم که با ظرفیت ۶۰۰ هزار تن در ذوب آهن اصفهان راه‌اندازی شد دارای تفاوت‌هایی با روش‌های احیا مستقیم دیگر می‌باشد. در این طرح با حذف دیفورمر(گازشکن) و با روش آب‌سایش جزیی گاز طبیعی متان (CH_4)و اکسیژن در راکتور، گازهای احیاکننده اکسیدکربن (CO) و هیدروژن تولید و با دمش گازهای احیاکننده به داخل کوره احیا مستقیم ، گندله‌های موجود در کوره ، احیا و به آهن اسفنجی تبدیل می‌گردند. درجه فلزی آهن اسفنجی در روش احیا مستقیم قایم در شرایط عادی ۹۲ درصد است و این رقم تا ۹۶ درصد قابل افزایش می‌باشد.

فصل چهارم

اثرات زیست‌محیطی ناشی‌ازمراحل ساخت‌وبهره‌برداری 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.

۱-٤: 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 وباراندازی 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 آلاینده هـای 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 .

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

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 بـا سـرعت ۵۰ تـا ۸۰ کیلومـتر در سـاعت حرکـت می‌نمایند تهیه شده است.

ترکیبات ناشی از سوخت مشتقات نفتی از منابع آلاینده هوا به شمار می‌آیند کـه در مرحلـه سـاخت بایسـتی مورد نظر قرار گیرند. چنین ترکیباتی می توانند از منابع ثابت (نقطه‌ای) همانند ژنراتورها ، بخاری هـا و ... و یـا منابع متحرک همانند خودروها انتشار یابند. جدول(۱-۴) مقدار آلاینده‌های ناشی از حرکت وسایل نقلیه را ارایه می‌دهد.

جدول(۱-٤): مقدار آلاینده ناشی از سوخت مشتقات نفتی کامیون و سواری

نوع وسیله	* CO_2	ترکیبات آلی**	** CO	**NO_X	**SO2
کامیون	۰/۳۹	۰/۲۵	۱/۲۱	۱/۸۲	ناچیز
اتومبیل	۰/۶۸	۱/۵۱	۱۱/۹۸	۰/۹۵	۰/۰۸

* 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 فاضلاب های 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 می باشند:

- 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 .

۲-٤: 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.

آلاینده های محیط در مرحله کلوخه‌سازی

گازهای زاید و غبار منتشره از فرآیند کلوخه سازی 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 می‌باشد. به همین دلیل در اطراف صنایع فولادسازی خاک و هوا به فلزات سنگین آلوده می‌باشند.

منابع آلودگی صوتی در فرآیند کلوخه‌سازی عمدتاً ناشی از هواکش های بزرگ جهت مکش هوا از خنک‌کننده های کلوخه‌ساز و غبارزداها می‌باشد. مقدار سروصدا در بخش تامین و تخلیه هوا خطوط لوله ۱۳۳dB(A) و در داخل سالن‌های کلوخه‌ساز به ۸۳ dB(A) تا ۹۰dB(A) می‌رسد.

آلاینده های محیط در مرحله تولید کک

آلاینده های هوا ناشی از فرآیند کک‌سازی عبارتند از :

- دی اکسید گوگرد SO_2 ،
- سولفید هیدروژن H_2S،
- اکسیدهای نیتروژن NOX ،
- مونواکسید کربن CO ،
- بنزن ، تولوین ، گزیلین (BT)،
- هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی (PAH)،
- بنزوپیرین [1](Bap) ،
- ذرات با قطر کوچکتر از ۱۰ میلی متر ،
- جامدات معلق (غبارهای کک و زغال سنگ) PM10،
- ایزوتوپ‌های رادیواکتیو ،
- اسیدکلریدریک و اسیدفلوریدریک HCl/HF
- متان (CH_4) ،

آلاینده‌های فاضلاب ناشی از فرآیند کک سازی عبارتند از :

- ترکیبات متنوع نیتروژن ،
- فسفاتها ،
- فنل ها ،
- هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی ،

[1] Benzo (a) Pyrene.

- سیانیدها ،
- سولفیدها ،
- بنزن ، تولوین ، گزیلین .

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 سیاندها ، 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.

٣-٤: انتشار آلاینده ها در روش‌های احیا مستقیم

مهمترین آلاینده های هوا در روش‌های احیا مستقیم عبارتند از :

- گردو غبار که به دو طریق وارد محیط می‌شود:

١- بارگیری و تخلیه مواد خام ،

٢- انتشار گاز از بازیافت‌های حرارتی به هوا

- اکسیدهای گوگرد که به سه طریق زیر به محیط منتشر می‌شوند:

١- توسط سنگ آهن احیا شده ،

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

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

- اکسیدهای نیتروژن ، در تمام فرآیندهای احتراق اکسیدهای نیتروژن آزاد می‌شوند (NO و به نسبت کمتر NO_2).

ضمیمه I نوع آلاینده، منبع تولید و جزییات آلودگی هوا را در روش های مختلف احیا مستقیم ارایه می‌دهد.

آلودگی آب در روش‌های احیا مستقیم در دو مسیر اتفاق می‌افتد:

١- در مسیر خنک کردن تجهیزات ،

٢- در مسیر تصفیه گازهای خروجی ،

ضمیمه II نوع آلاینده ، منبع تولید و جزییات آلودگی آب را در روش های مختلف احیا مستقیم ارایه می‌دهد.

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

١- بخش اول از سیستم تصفیه آب و غبار و بخار فلزات [1]، به ویژه اگر کارخانه شامل بخش گوگردزدا باشد. این مواد شامل غبار ، سولفات و لجن خواهد بود.

٢- بخش دوم از فعالیت واحد احیا ، به طوری‌که آلودگی های این بخش شامل غبار سنگ آهن ، غبار فلزی ، صفحات مولکولی و نسوزهای ریز خواهد بود .

---

[1] Fume

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

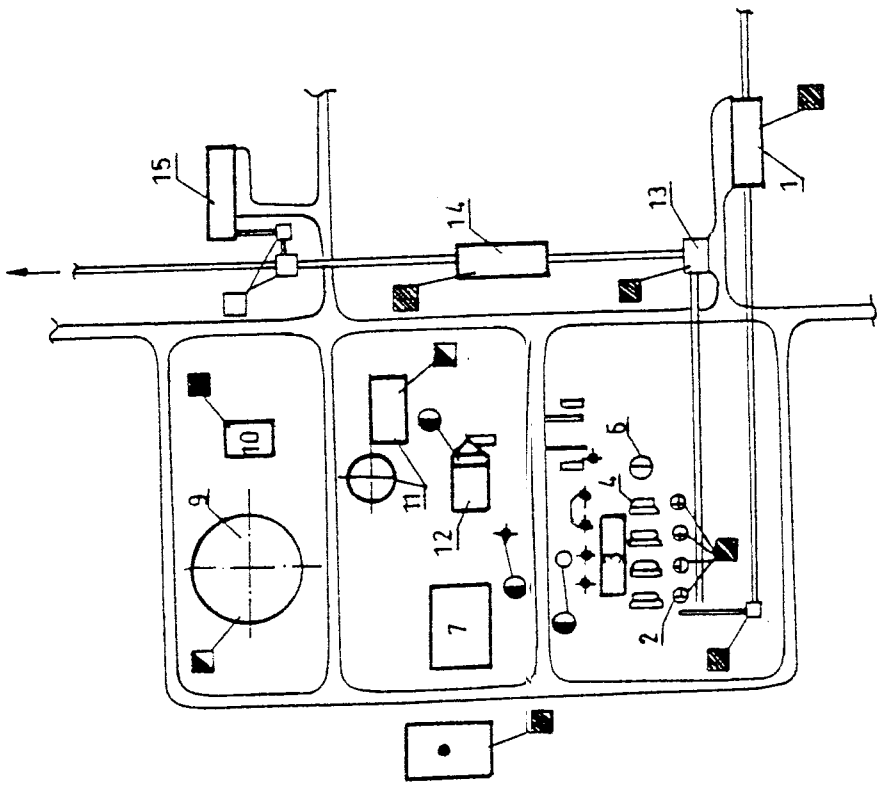
منابع آلودگی صوتی ناشی از فرآیند احیا شامل دو بخش زیر است :

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 ارایه می‌دهد.

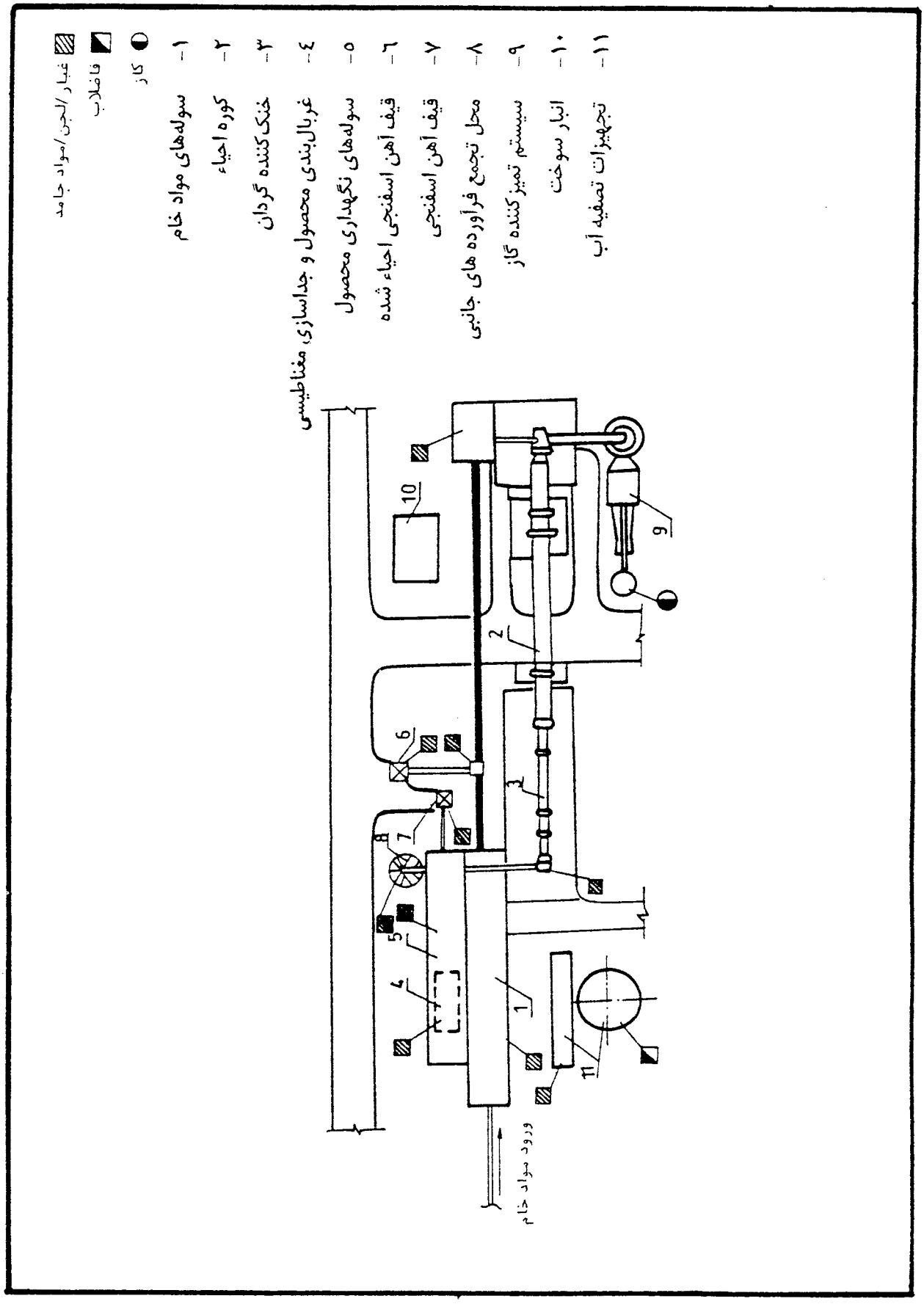
شکل (١-٤): منابع آلودگی روش HYL



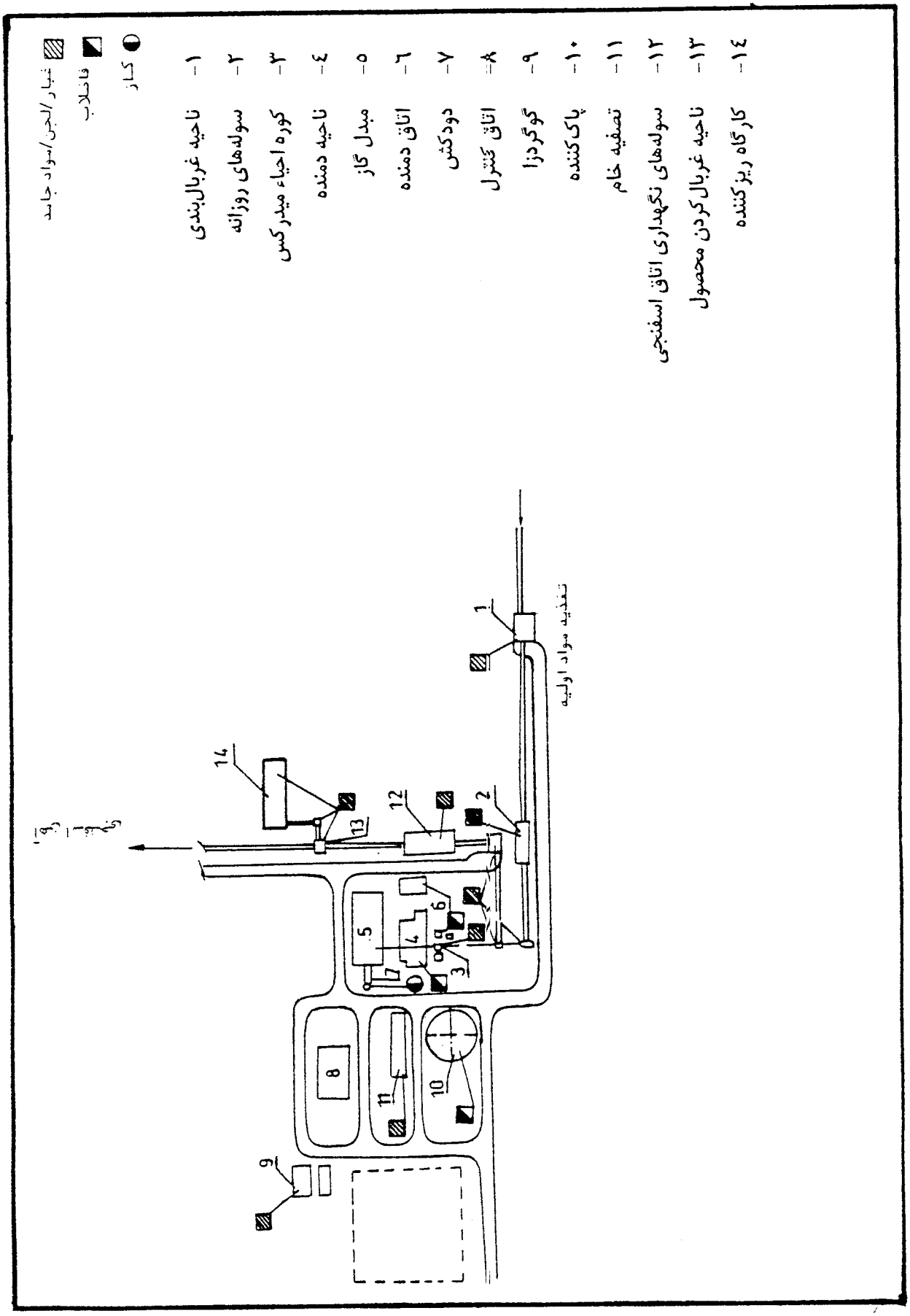
١- مرکز غربال‌بندی گندله
٢- واحد احیاء ،HYL
٣- اتاق کنترل
٤- پیش گرم کننده گاز
٥- برج خشک کن
٦- پیش گرم کننده هوا
٧- اتاق کمپروسور
٨- گوگردزدا
٩- تمیزکننده
١٠- واحد فیلتر
١١- بویلر تصفیه خام
١٢- مبدل گازی
١٣- مرکز غربال‌بندی محصول
١٤- سوله‌های نگهداری محصول
١٥- کارگاه ریزکننده

گاز
فاضلاب
غبار/لجن/مواد جامد

شکل (۲-٤): منابع آلودگی روش SL/RN



شکل (٣-٤): منابع آلودگی روش MIDREX



١-٣-٤: آلاینده‌های محیط در فرآیند تولید فولاد خام

معمولا تولید فولاد خام توسط یکی از سه روش زیر انجام می گیرد :

- کوره قوس الکتریکی ،
- مبدل دمش پایینی [1]،
- مبدل دمش بالایی [2] (فرآیندهای L.Dو 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 [3] (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 می باشد.

---

[1] Bottom Blowing Converter.

[2] Top Blowing Converter

[3] Primary anoxide

٢-٣-٤: آلاینده های محیطی در مرحله ریخته‌گری

گازهای منتشره از مرحله ریخته‌گری عبارتند از :

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

منابع ایجاد آلودگی صوتی در مرحله ریخته‌گری عبارتند از :

- فعالیت‌های بارگیری ، فعالیت‌های مخلوط کردن ، سیستم‌های غبارزدا ، آماده سازی شـــن ، واگن هـا و هواکش ها مقدار آلودگی صوتی در هوای آزاد در مرحله ریخته‌گری به ١٢٠ dB(A) می‌رسد.

٣-٣-٤: 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 درتهیه 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 ٢٠ تا ٧٠ 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 dB(A) ۹۵ تا dB(A)۱۱۰ می‌باشد. در کارخانه نورد مقدار سروصدا از ۵ متری واگن فولاد dB(A)۱۰۶ و مقدار آلوگی صوتی در نزدیکی ماشین‌های لوله صاف کن به dB(A) ۱۲۴ می‌رسد .

٤-٤: 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 داده های 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 می توان از قضاوت کارشناسی [1] به استناد پروژه‌های مشابه و حتی‌الامکان 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.

١-٤-٤: 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 [2] می‌شود. از فعالیت‌های خاکریزی و خاکبرداری و همچنین حرکت اتومبیل‌ها در جاده‌های شوسه ناشی

---

[1] Professianal Judgment.

[2] 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 ، پرنمودن 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 دپوهای 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 می کند.

۱-۱-٤-٤: معیارهای ارزیابی در مرحله ساخت

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

آلودگی هوا

- غبار ، منواکسیدکربن ، دی اکسید 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 ، فشرده شدن خاک ، آلوده شدن خاک به مشتقات نفتی ،

سر و صدا

۲-٤-٤: 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.

دونوع اثربرمنبع پذیرنده آب وجود داردکه اولی برکمیت آب‌های سطحی‌یازیرزمینی دیگری بر کیفیت آب‌های سطحی‌یازیرزمینی موثر واقع می‌شود. مهمترین آلاینده هایی‌که به منبع پذیرنده آب واردمی‌گردند 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 ،

درمرحله بهره‌برداری موادی که باعث آلودگی خاک می‌گردند عبارتند از : فلزات سنگین ، مشتقات نفتی و مواد غذایی .

۱-۲-٤-٤: 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 .

۵-٤: 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 .

۱-۵-٤: 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[1] 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.

۲-۵-٤: مدیریت اثرات در مرحله بهره‌برداری

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

---

[1] Crusting.

(الف): کنترل آلودگی هوا

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

- فیلترهای پارچه‌ای[1]

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، کوره های فعال با اکسیژن ، سیستم های 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.

- رسوب دهنده‌های الکترواستاتیک [2]

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 دهنده های الکترواستاتیک در بخش کلوخه‌سازی مقدار غبار را در گاز خروجی به ۷۵ تا ۱۰۰ میلی گرم / مترمکعب می‌رساند.

- شوینده‌های مرطوب [3]

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 به‌طوری که آن در جذب غبار ، غبار فلزی ، گازهای اسیدی ، ایروسیل‌های اسیدی[4] و موارد دیگر استفاده می‌شود.

این شوینده در بخش های آهک سازی ، کوره‌های کک‌سازی ، کارگاههای کلوخه و گندله‌سازی ، کوره‌های فعال با اکسیژن مورد استفاده قرار می گیرد . بطور نمونه بکارگیری شوینده‌های مرطوب در کوره‌های فعال با اکسیژن مقدار غبار را به ۳۰ تا ۶۰ میلی‌گرم / مترمکعب می‌رساند.

---

[1] Fabric filters.

[2] Electrostatic precipitators.

[3] Wet Scrubbers.

[4] Acid aerosols.

- **سیلکون‌های خشک** [1]

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 نمی گردد.
- شوینده های مرطوب برای تصفیه گازهای اشباع 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 $130^{\circ}C$ برای پارچه پلی‌استری و $300^{\circ}C$ برای پارچه فایبرگلاس [2] و همچنین شرایط رطوبتی فعالیت می‌نمایند.

در مواردی که گاز So_x بیش از حد استاندارد به محیط منتشر می‌گردد می‌توان از شوینده‌های قلیایی (شیر آهک [3]) استفاده نمود که با کمک آن ۹۰ درصد از So_x حذف خواهد گشت .

غالباً حذف No_x بخاطر هزینه بالای آن متداول نمی‌باشد، ولی در برخی شرایط بحرانی می توان 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 Fe_2O_3- Al_2O_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 NH_3 اضافه شده و سپس با اشعه الکترونی بمباران می‌گردد.

---

[1] Dry Cyclones.

[2] Glass fibre

[3] Lime milk

(ب): کنترل فاضلاب

فاضلاب ها توسط ترکیبی از فرآیندهای فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی تصفیه می‌گردنـد. معمـولا تصفیـه آبهای صنعتی شامل دو مرحله می‌باشد:

۱- تصفیه اولیه که در آن مواد جامد ناخالص و روغن‌جداسازی می‌گردند.

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

در صنایع فولادسازی چندین روش تصفیه فاضلاب وجود دارد که بسته به حذف نوع مـواد آلاینـده در ذیـل معرفی می‌گردند:

حذف مواد جامد

۱: حوضچه های ته‌نشینی [1]

سیستم حذف مواد جامد در حوضچه‌های ته‌نشینی نـیروی ثقـل مـی باشـد. پـس از افـزودن لخته‌سـازها و ترسیب‌کننده های شیمیایی همانند لخته سازهای پلیمری[2] یا سـولفات آلومینیـوم مـواد جـامد در حوضچـه هـا ته‌نشینی می‌شود. در تعیین موفقیت این روش دوره بازگشت مناسب و حذف لجن های ته‌نشین شده دو فـاکتور مهم می‌باشند.

۲: زلال سازها [3]

این روش کارایی بیشتری از لحاظ حذف مواد جامد نسبت به حوضچه هـای ته‌نشـینی دارد. همچنیـن ایـن روش فضای کمتری احتیاج دارد . زلال سازها از تانک های مدور و جمع‌کننده لجن مکانیکی تشکیل شده‌اند. در این روش از مواد شیمیایی جهت ته‌نشینی مواد جامد استفاده می‌شود.

۳: تصفیه کردن [4]

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

---

[1] Settling bassins.

[2] Polymeric flocculant

[3] Clarifiers.

[4] 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 [1]

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 ۲که از یک تا ۱۵ دقیقه طول می‌کشد بستگی دارد. روغن های امولوسیونی یا پراکنده شده در داخل مایع توسط این روش قابل حذف نمی‌باشند. از این روش غالباً جهت پیش تصفیه استفاده می گردد تا کارایی سایر مراحل تصفیه بالاتر رود.

۲: فیلترکردن

فیلترکردن 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 [3]

در این روش ذرات چربی پس از چسبیدن به حباب های 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 می گردند. مواد شیمیایی در این روش جهت لخته‌سازی و انعقاد استفاده می‌شوند.

٤: فیلترهای انباشتی [4]

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

---

[1] Skimming.

[2] Phase separation.

[3] Flotation.

[4] 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 فیلترکردن 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 سیستم‌لجن فعال[1] و یا به ندرت در سیستم‌های دیگری همانند صفحات بیولوژیکی گردان فعالیت می‌نماید. فرآیند لجن فعال به واسطه تثبیت فاضلاب و با کمک میکرواگانیسم‌ها در یک محیط هوازی انجام می‌گیرد.

۲- جذب کربن

جهت حذف مواد آلی از فاضلاب ، جذب کربن توسط کربن فعال از موثرترین روش ها به شمار می‌رود. بطور کلی مولکولهای آلی نسبتاً کوچک با قابلیت حلالیت اندک همانند اغلب ترکیبات آروماتیک ، کلرین‌های غیرآروماتیک [2]، فنل ، آفت کش‌ها و هیدروکربن‌های مولکولی سنگین توسط کربن جذب می‌گردند.

با توجه به روش‌های عنوان شده در بالا در هریک از بخش های فولادسازی ، آلاینده هایی که بایستی حذف گردند عنوان می‌گردد:

- در فرآیند کلوخه‌سازی و گندله سازی حذف مواد آلی ، مواد جامد و فلزات محلول بایستی انجام گیرد.
- در فرآیند کک‌سازی آلاینده هایی همانند فنول ها ، سیانیدها ، آمونیوم و تیوسیانیدها[3] بایستی توسط فرآیند اکسید میکروبیولوژی و سپس توسط جذب کربن حذف گردند.

---

[1] Activated Sludge.

[2] Chlorinated non – aromatic.

[3] Thiocyanates.

- در فرآیند ریخته‌گری حذف مواد جامد معلق ، آهن محلول بـه همـراه روی ، سـرب کـادمیوم و سـیانید بایستی حذف گردند.
- در فرآیند ریخته گری حذف مواد جامد معلق ، آهن محلول به همراه سرب و روی و روغن بایستی انجام گیرد.

۳-۵-٤: مدیریت محصولات جانبی[1] در صنایع فولادسازی

اگر آهن و فولاد قراضه جزو محصـولات جـانبی محسـوب شـود ۹۰٪ از محصـولات صنعـت فولادسـازی برگشت‌پذیر می‌باشد. بطور کلی در جریان ساخت آهن و فولاد درصـد محصـولات جـانبی شـامل مـوارد ذیـل می‌باشد:

- ۵۴٪ سرباره کوره بلند ،
- ۲۱٪ سرباره فولادسازی ،
- ۶٪ سرباره‌های ویژه پیش تصفیه ،
- ۷٪ مواد زاید نسوز و ساخت و ساز ،
- ۷٪ لجن های 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 برگشت‌پذیـر می‌باشند.
- کلیه مواد جانبی و زاید ناشی از کارگاه کلوخه‌سازی برگشت پذیر می‌باشـند. همچنیـن مـواد جـانبی ناشی از سایر فعالیت‌های صنعت آهن و فولاد را می‌توان در کارگاه کلوخه سازی استفاده مجدد نمود. از آنجاییکه کلوخه های تولیدی مستقیماً به بخش کوره بلند و از آنجـا بـه بخـش فولادسـازی وارد می‌گردند لذا در برگشت مواد جانبی به کارگاه کلوخه‌سازی از لحاظ نوع ترکیبـات آن بایسـتی دقـت کافی به عمل آید. مخصوصاً مواد شیمیایی موجود در کلوخه در نوع محصولات کوره بلنـد و فـولاد بسیار موثر می‌باشد. بطور مثال برخی از پارامترهای شیمیایی که در تولید آهن و فولاد موثر عبـارتند از : روی ، سرب و مواد قلیایی .

---

[1] By-Produet.

- در فرآیند کک‌سازی ، علاوه برگاز 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 مضری 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 طوری‌که اگر سیستم گوگردزدایی براساس خاکستر سدیم باشد می‌تواند در صنعت سیمان‌سازی استفاده گردد و درصورتیکه 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.

٤-٥-٤: 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 ۱۱۰dB(A) مقدار بعد از کنترل در هواکش گاز زاید ۸۵ dB(A)،
- نصب صداگیر ؛ مقدار قبل از کنترل ۱۰۰ dB(A) مقدار بعد از کنترل ۸۵dB(A)،
- ایجاد عایق صوتی در محل تخلیه خطوط لوله و هواکش ها،
- استفاده از گوشی های صداگیر در اماکن پرسروصدا.

۵-۵-٤: برنامه پایش

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 ، 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 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 وایجاد 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.

جهت مقایسه اهداف تعیین شده در راستای کاهش آلاینده‌ها و انتشار آنها در زمان بهره‌برداری در صنایع فولادسازی احتیاج به استفاده از شاخص‌هایی می‌باشد که در ذیل به آنها اشاره می‌گردد:

- شاخص هایی که انتشار ذرات ، دی‌اکسید گوگرد ، منواکسید کربن ، آمونیوم ، سولفید هیدروژن ، آرسینک و سیانید را نشان دهد.
- استفاده از پارامترهایی که چگونگی عملکرد دستگاههای کنترل آلودگی هوا را نشان می‌دهد.
- شاخص هایی که کارایی احتراق (تولید انرژی ، بویلرها) را نشان دهد.
- شاخص‌هایی که کیفیت هوا در محل کار جهت آلاینده های (ذرات ، دی‌اکسید گوگرد ، اکسیدهای نیتروژن) استفاده شود.
- شاخص‌هایی که کیفیت هوای آزاد در مجاورت کارخانه برای آلاینده ها و ذرات را نشان دهد.
- شاخص‌هایی 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 برآبهای 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

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید	جزییات آلودگی
Midrex	گازهای خروجی	کوره ، دودکش ، منطقه غربال‌سازی اماکن حمل و نقل	به ازاء تولید ۳۰۰۰ مترمکعب آهن در ۴۰۰ CO_2 ۸۲/۵ درصد O_2 ۴ درصد N_2 ۱۷/۵ درصد H_2O ۱۷/۴ درصد
	انتشار ذرات	دودکش ، سیستم‌های جمع‌آوری غبار بین سیستم جمع‌آوری در مواد زاید سیستم جمع‌آوری غبارات از غربال‌بندی	جهت تولید ۴۰۰۰۰۰ تن در سال انتشار ذرات بین ۵-۳ کیلوگرم در ساعت خواهد بود.
NSC-DO	ذرات	غربال مواد خام، گاز تعادل فشار گاز فوقانی *	
HYL	غبار سنگ آهن و ذرات گندله	تخلیه به سیلوهای گندله، تخلیه به تفاله‌های راکتور و اتاقک‌ها جهت حمل گندله ها	پراکنش اندازه ذرات غبار :

اندازه (میکرون)	آهن احیاکننده (درصد)	اکسید آهن (درصد)
۲/۸-۵/۵	۴۱	۲۸/۸
۱۱-۵/۵	۲۴	۲۲/۲
۲۲ -۱۱	۲۲	۲۵/۹
۴۴-۲۲	۹	۱۸/۱
۶۲-۴۴	۱/۵	۵
۱۷۶-۶۲	۲/۵	-
	۱۰۰	۱۰۰

* Top gas

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

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید	جزییات آلودگی
HyL	اکسید روی و گوگرد	گوگردزداها *	جابجایی از گوگردزداها هر دوسال 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	خشک‌کننده های سنگ آهن سیستم‌های بارگذاری و انبارهای سنگ آهن قیف سنگ آهن، شوینده‌های خنک‌کننده ها و تهویه بریکویت، گرم کننده راکتور	-
SL-RN	غبار	حمل و نقل مواد خام (اکسید آهن ، زغال سنگ و سنگ آهن / دولومیت) حمل ونقل محصول (ذرات ریز آهن) ، غبار در شرایط خشک ، از گاز زاید جدا می‌شود.	۰/۰۳ –۰/۰۶ تن غبار به ازای هر تن آهن تولید شده
	گازهای زاید	کوره گردان	درجه حرارت گاز ۳۰۰–۷۰ درجه سلسیوس، آنالیز جریان گاز نشان می‌دهد که ۲۸٪ = CO_2 ، ۲٪ = O_2 ، ۷۰٪ = N_2 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 خاکستری‌های ناشی از حمل مواد

ضمیمه(II)

آلودگی آب ناشی از روش های مختلف احیاء

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید	جزییات آلودگی
Midrex	فاضلاب	آب سطحی آب بهداشتی فاضلاب	– وابسته به ترکیبات آب خنک‌کننده 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 (جامدمیلی گرم/لیتر) (جریان‌مترمکعب/تن‌آهن‌تولید) ناشی از فرآیند ۵۰ ۰/۱۵ شوینده ها^{3} ۱۰×۱۰۰ ۰/۲۶ خروجی از پلنت ۱۵ ۰/۶–۰/۳
NSC-DB	آب	آب شوینده‌ها، آب بویلر	– –
HYL	غبار سنگ آهن همراه با فرآیند گاز که موجب آلودگی آب می‌گردد.	مبدل ها ، راکتورها	اندازه مواد زاید جامد ناشی از راکتور اندازه (میکرون) وزن(درصد) کمتراز ۴۴ ۶۵ ۴۴–۱۰۵ ۸/۱ ۱۰۵–۱۴۹ ۵/۵ بیش از ۱۴۹ ۴۱/۴ ۱۰۰
SL-RN	فاضلاب	غبارزداها ، سیستم‌های گاززدا و خنک‌کننده 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 روش های کنترل آلودگی صوتی ناشی از مرحله احیا

نوع روش	نوع آلاینده	منابع تولید
Midrecx	صوت	حمل و نقل ، شوینده‌ها ، هواکش ها ، تغذیه‌کننده ها ، کمپرسورها ، مبدل، محل غربال‌کردن، پمپ های اماکن هواگیری
NSC-DR	صوت	کمپرسور چرخاننده گاز
Hyl	صوت	تمام ماشین‌آلات بزرگ همانند وسایل حمل و نقل ، شوینده ها ، راکتورها ، مبدل‌ها و خطوط لوله
SL-RN	صوت	تمام وسایل بزرگ
CODIR	صوت	تمام ماشین‌آلات بزرگ
DRC	صوت	گاز خروجی از کوره ، هواکش ، کوره ، کل کارگاه

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 ذب آهن	کارخانه تهیه کک	H_2S	۲۵۰	۵۰۰	mg/m^3	۱۰۰	۲۵۰	mg/m^3	۲۰	–
	عملیات غربال خردکردن کلوخه سازی	-	–	–		۱۰۰	۲۵۰		–	–
	کوره بلند	CO	۵۰۰	۵۰۰		۱۰۰	۲۵۰		–	–
	کوره اصلی اکسیژن	CO	۵۰۰	۵۰۰		۵۰	۱۵۰		–	–
	کوره بوته‌باز	-	–	–		۱۰۰	۳۰۰		–	–
	کوره قوس الکتریکی	CO	۵۰۰	۵۰۰		۱۰۰	۱۵۰		–	–

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_2)	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰–۷۰۰ PPm
منواکسیدکربن	–			۸۰۰	۱۰۰۰
سولفیدهیدروژن	–		۵	۱۰	۱۰۰ PPm
کلرید هیدروژن	۳۰		۵۰	۴۰۰	

* واحد استانداردهای ذکر شده میلی‌گرم برمتر مکعب می‌باشد.

ضمیمه (V)

استاندارد خروجی فاضلاب‌ها

شماره	موادآلوده‌کننده	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	کلرآزاد Cl	۱	۱	۰/۲
۱۰	کلراید Cl	۶۰۰ (تبصره یک)	۶۰۰ (تبصره یک)	۶۰۰
۱۱	فرماییدCH$_2$O	۱	۱	۱
۱۲	فنل C$_6$H$_5$OH	۱	ناچیز	۱
۱۳	سیانورCN	۰/۵	۰/۱	۰/۱
۱۴	کبالت 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	۲	۲	۲
۲۶	آمونیوم برحسب NH_4	۲/۵	۱	–
۲۷	نیتریت 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	موادآلوده‌کننده	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_2	۳	۳	۳
۳۳	سولفیت SO_3^-	۱	۱	۱
۳۴	سولفات SO_4^-	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.او.دی (تبصره سه)BOD5	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰
۴۰	سی.او.دی (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 گوارشی(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 BOD5 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 ـ 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، درصورت 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 درصورت امکان وجود یک جاده توصیه می‌شود.

۱-٤: 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.

۵-۱: زمین شناسی (Geology)

از مناطق زلزله‌خیز ، لغزش ها ، گسل ها ، معادن زیرزمینی ، فرونشست‌ها و حفره‌های حاصل از انحلال مواد باید اجتناب شود .

٦-۱: 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 سیل‌گیر 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.

۲-٤: 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 گونه‌های 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 .

۲-٦: کاربری زمین (Land use)

محل دفن نباید در مناطق پرجمعیت باشد، همچنین نباید عمل دفن با کاربری دیگری در تضاد باشد، مثلا نباید در پارک ها و چشم‌اندازهای 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.

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

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

۹-۲: 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 ، جاده های جدید و سایر هزینه‌های احداث و توسعه است.

۳-۳: هزینه های سالیانه (Annual Costs)

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

۳-٤: 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, 2nd 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.

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 **آیین‌نامه** ، **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 باطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود .

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** مراجعه نمائید .

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

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	ــــــــــ	ــــــــــ
۲	شرح خدمات قسمت‌ها و مراحل مختلف مطالعات زیرسازی راه‌آهن	۱۰۲-۲۰۳۵۹/۵۴/۴۳۸۷	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 لرزه‌ای شکست مرزی (نشریه ۲۱۱)	۱۰۵/۲۴۰۰-۵۴/۳۲۷۱	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

NO.254 - 3