



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار



جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

ایمنی کار در ریخته گری

ویژه کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار





جمهوری اسلامی ایران
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
معاونت روابط کار

ایمنی کار در ریخته‌گری و شره کارگران و کارفرمایان

تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و
بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مؤلف: امین جعفری رامیانی



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

چاپ اول

۱۴۰۰

عنوان و نام پدیدآور: ایمنی کار در ریخته گری و ویژه کارگران و کارفرمایان / مولف امین جعفری رامیانی؛
تهیه شده در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر؛
(برای) وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی معاونت روابط کار؛ مشخصات نشر: تهران: مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار، ۱۴۰۰. مشخصات ظاهری: ۲۳۵ ص.؛ مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی).
شابک: ۹۶۴-۶۰۲-۶۰۰-۹۷۸؛ ضمیمه فهرست نویسی: فنیادداشت: کتابنامه: ص. ۲۸۸-۲۳۵.

تهیه شده: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با همکاری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مؤلف و گردآورنده: امین جعفری رامیانی

ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

نوبت چاب: اول / یاییز ۱۴۰۰

قیمت: رایگان

شمارگان: ۵۰ نسخه

ISBN: 978-600-6203-40-9

۹-۴۰-۶۲۰۳-۶۰۰-۹۷۸: شابک



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

● سخنی با خوانندگان

ارتقای فرهنگ ایمنی کار، همواره به عنوان مهمترین راهبرد پیشگیری حوادث ناشی از کار شناخته شده است و امروزه فرهنگ ایمنی کار به عنوان مهارت های شغلی افراد تلقی می گردد و نقشی بی بدیل در کاهش هزینه های مستقیم و غیر مستقیم ناشی از حوادث و بیماریهای شغلی ایفاء می نماید. طبق نظر دفتر بین المللی کار، مهمترین اصل در پیشرفت یکپارچه اصول ایمنی و بازتاب آن در محیط کار، توجه به جنبه های فرهنگی و اجتماعی با دید زیست افزاری است که این امر ضمن تحقق شعار "انسان سالم محور توسعه پایدار"، موجب ارتقای بهره وری و بهبود نظامهای اقتصادی در کشورها محسوب می گردد. در همین راستا، بهره مندی از محصولات و محتوای فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه و استاندارد ایمنی، یکی از کاربردی ترین و موثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار می باشد که ضمن تحقق آموزشهای کاربردی و هدفمند، نهایتاً به ایجاد کار شایسته منجر می گردد.

بر همین اساس معاونت روابط کار پس از سالیان متمادی، با اتخاذ سیاستهای نوین و به روز آموزشی؛ از طریق مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار و به واسطه کارشناسان مجرب آن مرکز و با بهره مندی از دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و با حمایت های بی دریغ جناب آقای دکتر عبد الملکی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه، استاندارد و منطبق با نیازسنجی های آموزشی؛ همچنین دستورالعمل های فنی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که با بهره گیری از جدیدترین متون علمی داخلی و بین المللی و متناسب با نیاز علوم و فناوریهای پیشرفته روز تدوین گردیده است، بتواند در ارتقای سطح دانش ایمنی و آگاهی جامعه کار و تولید کشور موثر واقع گردد.

علی حسین رعیتی فرد
معاون وزیر تعاون، کار و رفاه اجتماعی

بی‌شک یکی از نشانه‌های بارز توسعه پایدار در هر کشور، ایجاد و ارتقای فرهنگ ایمنی است که به صیانت از نیروی انسانی و حفظ منابع مادی و معنوی منجر خواهد شد. به طور یقین دستیابی به چنین هدفی نیازمند رشد همه جانبه علمی و فرهنگی در زمینه ایمنی و بهداشت کار است، که از این مجمل تهیه و انتشار کتب و استانداردهای ایمنی یکی از راهکارهای موثر در بسترسازی مناسب در این خصوص به شمار می‌رود که در نتیجه نیازسنجی‌های علمی تهیه و تدوین شده باشد.

مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، در سال ۱۳۴۸ با هدف تامین ایمنی و سلامت نیروی انسانی شاغل در واحدهای صنعتی، تولیدی، خدماتی، کشاورزی و معدنی کشور تاسیس و مستند به قانون کار جمهوری اسلامی ایران، به عنوان مرکز تخصصی ایمنی و بهداشت کار اقدام به خدمت رسانی به جامعه کار و تلاش کشور می‌نماید. این مرکز از سال ۱۳۸۸ و در راستای توسعه و رسالت خطیر و وظایف قانونی آموزشی و پژوهشی خود و رفع خلاء ناشی از کمبود کتب فنی و تخصصی در زمینه ایمنی و بهداشت کار، اقدام به تاسیس واحد انتشارات با هدف، هدایت، راهبری و انتشار این کتب در سطح کشور نمود. در همین راستا این مرکز اقدام به استانداردسازی منابع آموزشی ایمنی و حفاظت فنی و تقویت میزان اثربخشی آموزش‌های مرتبط و به تبع آن ایجاد نظام یکپارچه در فرایندهای آموزشی و همچنین تدوین دستورالعمل‌های حفاظت فنی و ایمنی، به عنوان یک حرکت پویا و نوین و با تکیه بر آخرین دستاوردهای حوزه ایمنی و حفاظت فنی از طریق بهره‌گیری از دانش اساتید و متخصصان مراکز دانشگاهی، علمی و تحقیقاتی کشور نموده است. امید است بهره‌مندی از محتواهای آموزشی و دستورالعمل‌ها و منابع علمی جدید بتواند در ترویج و ارتقای فرهنگ ایمنی کار، افزایش بهره‌وری، کاهش حوادث و بیماری‌های ناشی از کار نقش موثری ایفا نماید. در این میان بر خود لازم می‌دانم ضمن تشکر از گردآورنده این محتوا جناب آقای دکتر امین جعفری رامیانی و از تلاش‌های همکاران ارزشمند خود در مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار از جمله آقایان مهندس آرش گودرزی، مهندس علی قنادان، مهندس غلام‌حسین حسینی و نیز همه عزیزانی که در تولید و تدوین این محتوای آموزشی ما را یاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری نمایم. در پایان؛ مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار با چاپ اثر مزبور به عنوان نسخه اولیه منتشر شده؛ آمادگی بهره‌مندی مستمر از بازخوردها و نظرات و پیشنهادات اصلاحی و سازنده کلیه اساتید، متخصصان و فعالین این عرصه؛ به منظور بروز رسانی و رفع نواقص احتمالی، و هر چه پر بارتر شدن محتوای آن را خواهد داشت.

امیرعباس پرکنی

رئیس مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

فصل اول مقدمه.....	۱۱
۱-۲ تعاریف.....	۱۴
فصل دوم آشنایی با ریخته‌گری.....	۱۷
۲-۱ محصولات و روش‌های ریخته‌گری.....	۲۰
۲-۱-۱ دامنه محصولات ریخته‌گری.....	۲۰
۲-۱-۲ دامنه روش‌های ریخته‌گری.....	۲۲
۲-۲ قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی).....	۲۵
۲-۲-۱ کارخانه ریخته‌گری قطعه.....	۲۵
۲-۲-۲ قالب موقت (مصرفی)، قالب دائمی و مدل ریخته‌گری.....	۲۹
۲-۲-۳ بارریزی، انجماد و سردشدن قطعه.....	۴۲
۲-۲-۴ تمیزکاری، ریخته‌پیرایی و تمام‌کاری.....	۴۴
۲-۲-۵ بازرسی قطعه و عیوب ریختگی.....	۴۵
۲-۳ کوره، ذوب و بارریزی.....	۴۷
۲-۳-۱ انبار قراضه و مواد بار کوره.....	۴۷
۲-۳-۲ باردهی (شارژ) کوره و ذوب.....	۴۸
۲-۳-۳ کوره‌های ذوب.....	۴۹
۲-۳-۴ عملیات کیفی ذوب.....	۵۴
۲-۳-۵ نسوزکاری کوره.....	۵۶
۲-۴ شمش‌ریزی.....	۵۷
۲-۴-۱ شمش‌ها.....	۵۷
۲-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته فولاد.....	۶۰
۲-۴-۳ ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (DC) آلیاژهای آلومینیم و مس.....	۶۳
۲-۴-۴ ریخته‌گری پیوسته افقی آلیاژهای مس.....	۶۵
۲-۴-۵ ریخته‌گری پیوسته میله، تسمه و ورق.....	۶۶
فصل سوم مخاطرات محیط کار ریخته‌گری.....	۶۹
۳-۱ مخاطرات عمومی محیط کار.....	۶۹
۳-۱-۱ مخاطرات مکانیکی و ارگونومی.....	۷۳
۳-۱-۲ مخاطرات فیزیکی و برق.....	۷۷

۳-۱-۳	مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی	۷۸
۳-۱-۴	مخاطرات روانی و عوامل انسانی	۸۰
۳-۲	مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری	۸۱
۳-۲-۲	انفجار مذاب	۸۲
۳-۲-۳	آسیب‌های گرمایی و سوختگی	۸۵
۳-۲-۴	گاز، دود، بخار و مواد شیمیایی خطرناک	۸۸
۳-۲-۵	مخاطرات قراضه، انبار، جابجایی و فرآوری مواد	۹۰
۳-۲-۶	مخاطرات کوره، ذوب، بارریزی	۹۲
۳-۲-۷	مخاطرات مدل‌سازی و قالب‌گیری	۱۰۱
۳-۲-۸	مخاطرات تمیزکاری، ماشین‌کاری و عملیات حرارتی	۱۰۵
۳-۳	ارزیابی ریسک مخاطرات	۱۰۶
فصل چهارم	ایمن‌سازی محیط کار ریخته‌گری	۱۰۹
۴-۱-۱	جانمایی، جابه‌جایی و گذرگاه‌ها	۱۱۲
۴-۱-۲	ایمنی محوطه قراضه و انبار مواد	۱۱۴
۴-۱-۳	ایمنی کارگاه ذوب و بارریزی	۱۱۷
۴-۱-۴	ایمنی کارگاه قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری	۱۲۴
۴-۱-۵	پیش‌گیری و کنترل مخاطرات شیمیایی و آلاینده‌ها	۱۲۸
۴-۱-۶	پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی و ارگونومی	۱۳۱
۴-۲	ایمن‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری	۱۳۲
۴-۲-۱	ماشین‌آلات فرآوری قراضه و مواد اولیه	۱۳۳
۴-۲-۲	ایمن‌سازی کوره‌های ذوب	۱۳۴
۴-۲-۳	ایمن‌سازی پاتیل‌ها و تجهیزات جابجایی مذاب	۱۴۰
۴-۲-۴	ایمن‌سازی ماشین‌های ریخته‌گری پیوسته	۱۴۲
۴-۲-۵	ایمن‌سازی ماشین‌ها و جرثقیل‌های جابجایی مذاب	۱۴۴
۴-۲-۶	ماشین‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری	۱۴۸
۴-۲-۷	ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری	۱۵۳
۴-۳	حفاظت فردی	۱۵۹
۴-۳-۱	حفاظت سر	۱۶۲
۴-۳-۲	حفاظت چشم و صورت	۱۶۳
۴-۳-۳	حفاظت تنفسی	۱۶۳
۴-۳-۴	حفاظت دست‌وپا	۱۶۳
۴-۳-۵	حفاظت بدن و بازوها	۱۶۵

۱۶۵	۴-۳-۶ حفاظت گوش و شنوایی.....
۱۶۵	۴-۳-۷ حفاظت فردی فراتر از تجهیزات.....
۱۶۷	فصل پنجم حادثه و شرایط اضطراری.....
۱۷۰	۵-۱ مروری بر حوادث کار ریخته‌گری.....
۱۷۰	۵-۱-۱ انفجار مذاب.....
۱۷۲	۵-۱-۲ آتش‌سوزی در کارگاه قراضه.....
۱۷۴	۵-۱-۳ حادثه در بارریزی پاتیل.....
۱۷۷	۵-۱-۴ انفجار کوره القایی.....
۱۷۹	۵-۲ اقدام برای شرایط اضطراری.....
۱۸۰	۵-۲-۱ اقدام‌های فوری در شرایط اضطراری.....
۱۸۱	۵-۳ مستندسازی رویدادها و حوادث.....
۱۸۳	فصل ششم مدیریت ایمنی و سلامت کار.....
۱۸۵	۶-۱ چه کسانی مسئولیت دارند؟.....
۱۸۷	۶-۲ سامانه مدیریت سلامت و ایمنی (کارفرما).....
۱۸۷	۶-۲-۱ کمیته ایمنی و سلامت کار HSE (مغزافزار).....
۱۸۸	۶-۲-۲ سامانه نرم‌افزاری و دانش نیروی انسانی (نرم‌افزار).....
۱۸۹	۶-۲-۳ محیط کار، ماشین‌ها و تجهیزات (سخت‌افزار).....
۱۹۰	۶-۳ روش مدیریت ایمنی و سلامت (کارفرما).....
۱۹۲	۶-۳-۲ شناسایی و تدوین اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی.....
۱۹۳	۶-۳-۳ آموزش و مدیریت نیروی انسانی (کارفرما).....
۱۹۵	۶-۳-۴ کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند (کارفرما).....
۱۹۶	۶-۴ چالش‌های مدیریت سلامت و ایمنی کار.....
۱۹۶	۶-۴-۱ بوروکراسی، یک مانع.....
۱۹۶	۶-۴-۲ آموزش نیروی انسانی.....
۱۹۷	۶-۴-۳ مسایل ناشناخته.....
۱۹۷	۶-۴-۴ توسعه فرهنگ ایمنی و سلامت کار.....
۱۹۹	فصل هفتم مقررات، استانداردها و راهنماها.....
۲۰۱	۷-۱ نهادهای قانون‌گذار.....
۲۰۱	۷-۱-۱ شورای عالی حفاظت فنی ایران.....
۲۰۲	۷-۱-۲ مرکز سلامت محیط و کار ایران.....
۲۰۲	۷-۱-۳ سازمان ملی استاندارد ایران.....
۲۰۲	۷-۱-۴ انجمن‌های علمی و صنفی ریخته‌گری.....

۲۰۲	۷-۱-۵ نهادهای برون مرزی و جهانی
۲۰۴	۷-۲ مقررات ایمنی و سلامت کار ریخته گری
۲۰۴	۷-۲-۱ ماده اول مقررات ایمنی و سلامت کار
۲۰۴	۷-۲-۲ آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی)
۲۰۴	۷-۲-۳ آیین نامه کار با دستگاه های ریخته گری تحت فشار
۲۰۵	۷-۲-۴ مقررات برون مرزی و جهانی
۲۰۶	۷-۳ استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار ریخته گری
۲۰۶	۷-۳-۱ راهنماهای مدیریت ایمنی و سلامت
۲۰۷	۷-۳-۲ استانداردهای ملی برای ایمنی ریخته گری
۲۰۷	۷-۳-۳ استانداردهای جهانی ایمنی در ریخته گری
۲۰۹	۷-۳-۴ ارزیابی ایمنی و سلامت محیط کار ریخته گری
۲۱۵	فصل هشتم پیوست ها و مراجع



فصل اول

مقدمه

مقدمه

ریخته‌گری فرایند ذوب فلز و ریختن آن درون محفظه‌ی قالب برای شکل‌دهی و تولید محصول فلزی است. ریخته‌گری بیش از ۵۰۰۰ سال پیشینه دارد و همچنان در حال توسعه است. دامنه‌ی تعریف و کاربرد ریخته‌گری به اندازه‌ی دامنه‌ی فلزها و آلیاژها گسترده است؛ بسیاری افراد ریخته‌گری را در فناوری و صنعت می‌شناسند، برخی آن را در دامنه‌ی علم و مهندسی تعریف می‌کنند؛ و برخی دیگر آن را در زمینه‌ی هنر و یا تاریخ تمدن می‌جویند. آنچه بین همه‌ی تعریف‌ها و کاربردهای ریخته‌گری مشترک است، ذوب فلز و ریختن آن در قالب است. از جواهرات گرفته تا قطعه‌های غول‌پیکر چندصدتتی کارخانه‌ها، بیش از ۸۰٪ تمام محصولات فلزی ساخت انسان، در طی ساخت، دست‌کم یک بار ریخته‌گری می‌شوند. بسیاری از صنایع همچون ساختمان‌سازی، حمل و نقل، انتقال نیرو، ماشین‌سازی و کارخانه‌ها نیاز اساسی به کالاهای ریخته‌گری دارند. زیرساخت‌ها، تولید، توسعه و اقتصاد، به صنایع آهن و فولاد و فلزات غیرآهنی وابسته است، که در اغلب آنها، ریخته‌گری بخش مهمی از فرایند تولید است. با وجود تمام پیشینه و اهمیت این صنعت، در مورد ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری همواره نگرانی‌هایی وجود داشته و حادثه‌هایی رخ داده است. اگرچه تمرکز یک کارخانه ریخته‌گری بر تولید اقتصادی قطعه‌های ریخته‌گری است، اما توجه به جنبه‌ها و اثرات این فرایند بر ایمنی و سلامت افراد و محیط کار و زندگی آنها بسیار ضروری است؛ زیرا

۱. احتمال حادثه همیشه هست.

۲. سرمایه‌های انسانی و دارایی کسب‌وکار با ایمنی و سلامت کار حفاظت می‌شود.

۳. توسعه پایدار کسب‌وکار، بدون وجود فرهنگ ایمنی و سلامت، شکل نمی‌گیرد.

۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

افراد گوناگونی، حقیقی یا حقوقی، در سمت‌ها و سازمان‌های مختلف، ممکن است با ریخته‌گری سروکار داشته باشند. تمام این افراد، چه آنها که در کارگاه ریخته‌گری کار می‌کنند و به‌طور مستقیم با کوره و ذوب و بارریزی سروکار دارند، چه افرادی که در خارج از محل ریخته‌گری، به‌طور غیرمستقیم، مشغول به کاری در ارتباط با ریخته‌گری هستند، نیاز به دانش و اطلاعات در مورد ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری دارند. هدف کتاب حاضر بر این است که ضمن ارائه یک شناخت اولیه از فرایندهای ریخته‌گری، مجموعه‌ای از مستندات و مطالب مربوط به ایمنی و سلامت را برای دامنه‌ای از افراد، که با ریخته‌گری سروکار دارند، گردآوری کند. مخاطب این کتاب ممکن است جزو افراد یا گروه‌های زیر باشد:

▲ سرمایه‌گذاران، مدیران ارشد و کارفرمایان کسب و کار ریخته‌گری

▲ سرپرستان، کارمندان و کارگران واحد ریخته‌گری

▲ اعضای کارگروه‌های سلامت، ایمنی و محیط زیست

▲ کارشناسان ایمنی و بازرسان واحد ریخته‌گری

▲ پیمانکاران، تأمین‌کنندگان، یاسازندگان کارگاه ریخته‌گری

▲ کارآموزان و بازدیدکنندگان واحد ریخته‌گری

▲ دانشجویان، هنرجویان، مدرسان و علاقه‌مندان ریخته‌گری

فصل دوم کتاب حاضر، مروری مختصر بر فرایندها، روش‌ها و تجهیزات ریخته‌گری دارد. فصل سوم، مخاطرات ایمنی و سلامت کار در ریخته‌گری را معرفی و شناسایی می‌کند. مجموعه‌ای از راهکارهای ایمن‌سازی و اقدامات پیش‌گیری و کنترل ریسک‌های ریخته‌گری در فصل چهارم آمده است. چند گزارش مستند از حوادث ریخته‌گری و توصیه‌های ایمنی برای شرایط اضطراری در فصل پنجم ارائه شده است. فصل ششم چهارچوبی از یک سامانه مدیریت ایمنی و سلامت رسم می‌کند و به معرفی ساختار و روش کار این سامانه می‌پردازد. فصل هفتم نهادهای قانون‌گذار، مقررات، راهنماها و استانداردهای ایمنی و سلامت که مربوط به ریخته‌گری هستند را معرفی و مرور می‌کند.

۱-۲ تعاریف

در کتاب حاضر از واژه‌ها و تعاریف زیر استفاده شده است:

بار (شارژ)^۱: موادی که به داخل کوره ذوب باردهی (شارژ) می‌شود.

بارریزی (ذوب‌ریزی)^۲: عملیات ریختن ذوب درون قالب ریخته‌گری.

۱- Charge

۲- Pouring

بوته^۱: محفظه‌ی دیرگداز برای ذوب، نگهداری و ریخته‌گری مذاب فلزات.
پاتیل^۲: محفظه‌ی تخلیه، حمل و نگهداری مذاب با قابلیت خم شدن برای بارریزی.
پیش آمد^۳: رویداد مخاطره‌آمیز که منجر به آسیب یا جراحت نشده باشد.
حادثه^۴: رویداد ناخواسته که منجر به مرگ، جراحت یا نقص در سلامت شود.
ذوب (ذوب‌گیری)^۵: عملیات ذوب مواد فلزی در کوره و تولید مذاب با ترکیب شیمیایی و دمای مشخص.
ریخته‌پیرایی^۶: زدودن، پیرایش و پرداخت کاری سطوح و لبه‌های قطعه ریختگی.
ریختگی^۷: قطعه‌ی فلزی که محصول فرآیند ریخته‌گری است.
ریخته‌گری^۸: فرآیندی که با ذوب فلز و ریختن آن درون محفظه‌ی قالب برای شکل‌دهی و تولید محصول فلزی انجام می‌شود.
ریژه‌ریزی (ریخته‌گری قالب دائمی)^۹: روش ریخته‌گری با قالب دائمی که اغلب فلزی است.
ریسک^{۱۰}: ترکیب (حاصل ضرب) احتمال وقوع و عواقب یک رویداد مخاطره‌آمیز.
سرباره‌گیری^{۱۱}: کار جمع‌آوری و تخلیه سرباره از سطح مذاب.
فشار گرمایی^{۱۲}: اثرات محیط گرم که شامل ناراحتی، بی‌قراری، جوش و عارضه‌پوستی، یا حتی شوک گرمایی می‌تواند باشد.
کاردان (فرد شایسته)^{۱۳}: فردی که دارای ترکیب مشخصی از مهارت، دانش تأییدشده و تجربه است.
مخاطره^{۱۴}: منبع یا موقعیتی که دارای خطر بالقوه آسیب به شکل جراحت، نقص سلامت، مرگ یا ترکیبی

۱-Crusible

۲-Ladle

۳-Incident

۴-Accident

۵-Melting

۶-Fettling

۷-Casting / Cast

۸-Casting / Founding

۹-Permanent Mold Casting

۱۰-Risk

۱۱-Deslaging

۱۲-Thermal Stress

۱۳-Competent person

۱۴-Hazard

از آن‌ها باشد.

مدل^۱: قطعه‌ای از چوب، فلز یا دیگر مواد که شبیه به قطعه ریختگی است و برای ایجاد شکل محفظه قالب از آن استفاده می‌شود.

ممیزی^۲: فرآیند مدون و مستقل بررسی شواهد برای تعیین میزان تحقق یک هدف بر اساس معیار مشخص.

۱- Pattern

۲- Audit

۲

فصل دوم

آشنایی با
ریخته‌گری

آشنایی با ریخته‌گری

انسان از آغاز عصر برنز (مفرغ^۱)، از حدود ۶۰۰۰ سال پیش، با فن و هنر ریخته‌گری سروکار داشته است. تا آنجا که از باستان‌شناسی می‌دانیم، کهن‌ترین شیء فلزی ریخته شده، یک مجسمه‌ی قورباغه‌ی مسی است که ۵۲۰۰ سال پیش در میان‌رودان (بین‌النهرین - عراق کنونی) ساخته شد. انسان آن دوران موم عسل را به فرم مجسمه شکل می‌داد (مدل‌سازی)، در توده‌ی گل می‌گرفت (قالب‌گیری)، در آتش می‌سوزاند (پخت قالب و تخلیه‌ی موم)، زیر کوره‌ای از سنگ مس و زغال جای می‌داد و در آتش کوره می‌دمید (ذوب). با آن آتش احیاکننده، سنگدازی^۲ انجام می‌شد و گدازه‌ای از مس و قلع - مفرغ یا برنز - به زیر کوره جاری می‌گشت (بارریزی). ذوب، حفره‌ی درون قالب گلی را پر می‌کرد، شکل آن را به خود می‌گرفت و به‌صورت مجسمه‌ای از مفرغ منجمد می‌شد. هنوز پس از گذشت عصرها و هزاره‌ها، انسان این فن را به کار می‌برد تا آن‌جا که برخی از حساس‌ترین قطعات موتور جت امروزی (مانند پره‌های توربین) تا ظریف‌ترین جواهرات از فلزات گران‌بها با الهام از همین روش ساخته می‌شوند؛ با این تفاوت که مدل مومی با چاپگر سه‌بعدی شکل می‌گیرد، بازوی ربات آن را در دوغاب سرمایک غوطه‌ور می‌کند، و کوره‌های پیشرفته با برنامه‌ریزی هوشمند و اتمسفر کنترل‌شده، کار پخت قالب و بارریزی را به‌طور خودکار انجام می‌دهند.

مفرغ: آلیاژ مس و قلع - ۱ - Bronze

۲ - Smelting

● ۲-۱ محصولات و روش‌های ریخته‌گری

■ ۲-۱-۱ دامنه محصولات ریخته‌گری

برای تولید قطعات فلزی روش‌های گوناگون مانند ماشین‌کاری، آهنگری (پتکاری)^۱، ماشین کنترل عددی^۲، ریخته‌گری، ورق‌کاری، چاپ سه‌بعدی، متالورژی پودر، جوشکاری و ساخت افزایشی به کار می‌روند. از این بین، ریخته‌گری یکی از روش‌های ارزان، سریع و انعطاف‌پذیر برای تولید انبوه است. افزون بر آن، ریخته‌گری دو برتری منحصر به فرد دارد:

۱. برای قطعاتی با هر اندازه و ابعادی پاسخگو است؛

۲. محدودیتی برای شکل هندسی پیچیده و توخالی ندارد.

اندازه و وزن محصولات ریخته‌گری ممکن است از چند میلی‌متر و چند گرم (پروتز دندان یا جواهرات) تا چند ده متر و چند صد تن (سازه‌های غول‌پیکر صنعتی) تنوع ابعاد و وزن داشته باشد. در مقایسه با دیگر روش‌های ساخت، ریخته‌گری کاستی‌هایی نیز دارد؛ محدودیت کار در دمای بالا، مصرف انرژی زیاد، محدودیت در قطعات دارای دیواره نازک، خواص مکانیکی ضعیف‌تر (به نسبت شکل‌دهی مکانیکی) و کندی در تغییر قطعه‌مواردی هستند که ممکن است روش ریخته‌گری را با چالش مواجه کنند. با این وجود ریخته‌گری در ۹۰٪ تولیدات صنعتی نقش دارد؛ به طوری که فقط در بخش قطعه‌ریزی در سال ۲۰۰۵ م. تولید سالانه جهانی به روش ریخته‌گری ۸۵/۷ میلیون تن بوده و این عدد در سال ۲۰۱۹ م. به ۱۰۹ میلیون تن رسیده است. لازم است توجه شود که این عدد شامل شمش‌ریزی نمی‌شود.

۱- Forging

۲- CNC



شکل ۱-۲. محصولات ریخته‌گری؛ شمش‌ها: شبیه به شکل نهایی قطعه نیستند (کارهای دیگری بر روی آن‌ها انجام می‌گیرد تا شکل بگیرند). اما شکل‌ها، به فرم نهایی قطعه ریخته می‌شوند.

به محصول فرایند ریخته‌گری قطعه‌ی ریختگی^۱ گفته می‌شود. محصولات ریختگی با توجه به هندسه، در دو دسته از هم جدا می‌شوند؛ شمش‌ها^۲ و شکل‌ها^۳. شمش‌ها محصول اولیه به حساب می‌آیند و شبیه به محصول نهایی نیستند. مانند تختال (اسلب)^۴ فولادی که تشابهی با بدنه خودرو ندارد، یا شوشه نقره (شمش قالبی) که فرم انگشت نگر گرفته، یا شمشال (بیلت) یا گرده‌ی آلومینیمی که هنوز به شکل ظرف آشپزخانه درنیامده است. اما شکل‌ها مشابه محصول نهایی ریخته می‌شوند. مانند انواع شیرآلات برنجی و آلومینیمی، مجسمه‌ی برنزی یا دیسک ترمز چدنی. از این رو فرایندهای ریخته‌گری نیز به دو گروه بزرگ شمش‌ریزی و شکل‌ریزی جدا می‌شوند. هر کدام از این دودسته محصول ریختگی بسته به نیاز بازار ممکن است در شمار

۱- Casting

۲- Ingot

۳-Shapes

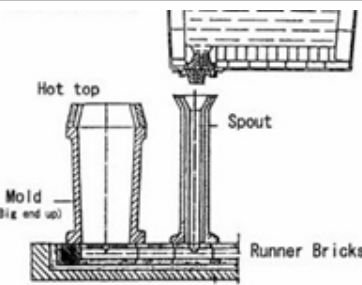
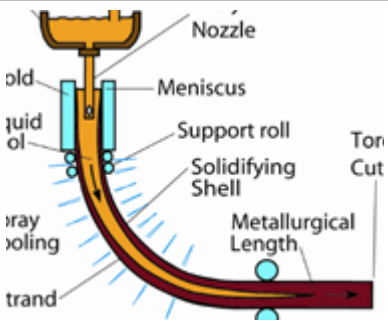
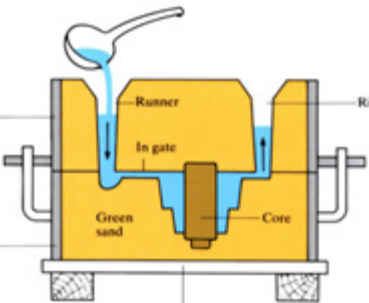
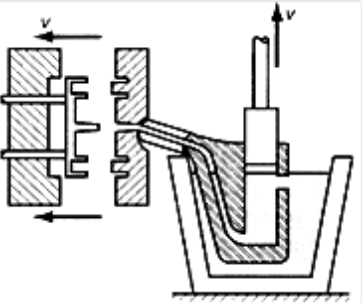
۴- Slab

اندک یا شمار انبوه تولید شوند. با توجه به تعداد قطعه و حجم تولید، نوع قالب ریخته‌گری (دائمی یا موقت) انتخاب می‌شود.

■ ۲-۱-۲ دامنه روش‌های ریخته‌گری

جدول ۲-۱ دسته‌بندی فرایندهای ریخته‌گری را بر اساس شکل محصول (شمش یا شکل) و حجم تولید آن (نوع قالب) نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱. دسته‌بندی فرایندهای ریخته‌گری بر اساس شکل محصول و شمار تولید

تولید شکل	کم	زیاد
اولیه	شمش‌ریزی تک بار 	شمش‌ریزی پیوسته (ریخته‌گری پیوسته) 
	شکل‌ریزی در قالب موقت (قالب مصرفی) 	شکل‌ریزی در قالب دائمی (ریژه‌ریزی) 
نهایی		

فرایندهای ریخته‌گری گوناگون برای انواع آلیاژها و ظرفیت‌های مختلف استفاده می‌شوند. جدول ۲-۲ فهرستی از این فرایندها را معرفی می‌کند و نشان می‌دهد که هر کدام برای چه هدفی مناسب هستند.

جدول ۲-۲. روش‌های شکل‌ریزی (ریخته‌گری قطعه).

هزینه				تولید			قطعه					فرآیند	
تمام‌کاری	کار	مدل و قالب	تجهیزات	حداقل تعداد	نرخ (piece/mold. h)	زمان بری	مهارت	کیفیت سطح	حداقل قطر حفره (mm)	حداقل ضخامت (mm)	وزن قطعه (kg)		آلیاژ
A-C	A-C	C-E	C-E	۱-۱۰۰	۱-۲۰	Days	A-C	C	۴-۶	۳-۶	-۰.۱۰ ...، ۳۰۰	All	ریخته‌گری ماسه‌تر (بدون رزین شیمیایی)
B-D	C	B-C	C	۱۰۰	۵-۵۰	Weeks	C	B	۳-۶	۲-۴	-۰.۱۰ ۱۰۰	All	ریخته‌گری ماسه (با رزین شیمیایی)
C-D	A-B	C-E	C-E	۱۰	۱-۱۰	Days	C-E	A	۱۰	۱	-۰.۱۰ ۱۰۰۰	Zn - Cu	ریخته‌گری قالب گچی
C-D	C	B-C	B-C	۵۰۰	۱-۲۰	Weeks - Months	B-C	C	۶-۴	۴-۲	-۰.۱۰ ۱۰۰	All	ریخته‌گری فوم فداشونده
C-D	A-B	C-E	C-E	-۱۰۰۰ ۱۰	-۱۰۰۰ ۱۰	Hours-weeks	C-E	A	۱۰۰- ۱	۱	-۰.۱۰ ۱۰۰	All	ریخته‌گری دقیق (Investment Casting)
B-D	C	B	B	۱۰۰۰	۵-۵۰	Weeks	B	B-C	۴-۶	۲-۴	-۰.۱۰ ۱۰۰	Zn - Cast Iron	ریخته‌گری ریژه (قالب دایمی)
C-E	E	A	A	۱۰۰۰ ...	-۲۰۰ ۲۰	Weeks- Months	A	A-B	۱-۳	۰.۰۱ ۵	-۰.۱۰ ۵۰	Zn- Al	ریخته‌گری قالب ابزار (Die Cast)

توضیح: A: بیشترین مقدار

در فرآیندهای ریخته‌گری قالب موقت (مصرفی) در مرحله قالب‌گیری، به وسیله‌ی یک مدل یا الگو با شکل مشابه قطعه، مواد قالب شکل می‌گیرند. مدل از جنس چوب، پلاستیک، فلز یا فوم ممکن است ساخته شده باشد. در این دسته ریخته‌گری، مواد قالب از جنس ماسه یا سرامیک هستند. قالب‌گیری یک مرحله زمان‌بر در ریخته‌گری است. برای افزایش سرعت تولید ممکن است امکان استفاده از قالب فلزی وجود نداشته باشد (مانند فولاد و چدن و آلیاژهای با نقطه ذوب بالا). در این موارد برای قالب‌گیری از ماشین‌های خودکار

قالب‌گیری (ماشین دیزاماتیک، و یا قالب‌گیری تحت خلأ) استفاده می‌شود. از طرف دیگر برای قطعات بسیار بزرگ (مثل شیرآلات صنعتی بزرگ) یا قطعات بسیار پیچیده (بدنه موتور خودرو) که ساخت مدل پرهزینه و مشکل می‌شود، از مدل‌های فومی فداشونده^۱ استفاده می‌کنند. لذا با توجه به نیاز تولید، شکل قطعه و نوع آلیاژ، روش‌های گوناگونی برای ریخته‌گری با قالب‌های مصرفی وجود دارد.

در فرآیندهای ریخته‌گری قالب دائمی^۲ از قالب‌های فلزی استفاده می‌شود تا سرعت فرآیند ریخته‌گری افزایش یابد. در ساخت قالب‌های دائمی از دو روش آلیاژهای مقاوم به گرما یا مجرای گردش آب و یا هردو استفاده می‌شود تا در معرض گرمای مذاب، شکل و اندازه قالب و کارکرد آن دچار مشکل نشود. قالب‌های دائمی در سه دسته جای می‌گیرند:

▶ قالب ریژه (ثقلی)

▶ قالب ریژه کم‌فشار

▶ ریژه پرفشار یا دایکست (قالب افزار)

قالب‌های دائمی معمولاً چندانکه ساخته می‌شود تا به سادگی باز و بسته شوند و خروج قطعه منجمد شده به سرعت انجام گیرد. برای افزایش بیشتر ظرفیت تولید قطعات، قالب‌های فلزی به ابزار خودکار باز و بسته‌شدن مجهز شده و روی ماشین‌های هیدرولیک سوار می‌شوند. به این‌ها قالب‌ابزار^۳ می‌گویند که به دلیل محدودیت کارکرد در دماهای بالا، فقط برای آلیاژهای آلومینیم، منیزیم، روی، سرب و برخی برنج‌ها، که نقطه ذوب پایین دارند، به کار می‌رود. برای قطعات استوانه یا کروی شکل از قالب‌های چرخان و ریخته‌گری گریز از مرکز^۴ استفاده می‌شود. این روش برای تولید لوله‌های قطر متوسط خطوط انتقال رایج است. روش‌های ترکیبی ریخته‌گری و شکل‌دهی نیز برای کنترل ساختار و خواص قطعه ریخته‌گری به کار می‌روند مانند ریخته‌گری کوبشی^۵ و ریخته‌گری نیمه جامد^۶.

۱- Lost Foam

۲- Permanent Mold

۳- Die

۴- Centrifugal Casting

۵- Squeeze-Casting

۶- Semi-Solid Casting

۲-۲ قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی)

۲-۲-۱ کارخانه ریخته‌گری قطعه

در هر کارخانه یا کارگاه ریخته‌گری قطعه^۱ (کارگاه شکل‌ریزی) سه دسته عملیات اصلی انجام می‌شود:

۱. مدل‌سازی، ماهیچه‌سازی و قالب‌گیری^۲؛ شامل مدل‌سازی، آماده‌سازی و بازیافت مواد قالب، کنترل کیفیت ماسه، ماهیچه‌گیری، قالب‌گیری، پوشش و پیش‌گرم قالب
۲. ذوب و بارریزی^۳؛ شامل آماده‌سازی و فراآوری قراضه و مواد شارژ، باردهی و ذوب در کوره، اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی تخلیه ذوب در پاتیل، انتقال ذوب و عملیات کیفی مذاب، بارریزی در قالب
۳. تمیزکاری و تمام‌کاری^۴؛ شامل تخلیه قالب^۵، تمیزکاری (پلیسه‌برداری، ساچمه‌پاشی / ماسه‌پاشی^۶)، ماشین‌کاری^۷، عملیات حرارتی، عملیات سطحی و کنترل کیفیت

ممکن است بسته به محصول موردنظر و ظرفیت تولید، عملیات دیگری نیز به سه عملیات بالا افزوده می‌شوند. شکل ۲-۲ نمودار جریان فرآیند ریخته‌گری قطعه را نشان می‌دهد. در این شکل ترتیب انجام کار و ارتباط عملیات مختلف در یک کارگاه ریخته‌گری دیده می‌شود. شکل ۲-۳ طرح‌واره‌ای از تجهیزات و جریان مواد را در یک کارگاه ریخته‌گری چدن نشان می‌دهد. برخلاف اغلب کارخانه‌ها، که یک خط تولید آشکار در زمین کارگاه دارند، یک کارگاه ریخته‌گری، شبکه پیچیده‌ای از جریان مواد و حرکت افراد در بین تجهیزات گوناگون دارد. این ویژگی باعث می‌شود که موضوع ایمنی و سلامت در کارگاه ریخته‌گری چالش‌برانگیز باشد. زیرا افراد در هر واحد ممکن است در معرض مخاطراتی از واحد مجاور باشند که نسبت به آن شناخت و مهارت ندارند. از طرفی نمی‌توان به‌سادگی واحدهای مختلف کارگاه را از همدیگر جدا کرد، زیرا جریان مواد بین واحدها پیچیده و با نرخ زیاد است و فاصله‌گذاری بین واحدها باعث افزایش هزینه و مخاطرات جابه‌جایی می‌شود.

۱- Foundry

۲- Pattern Making, Core making, Molding

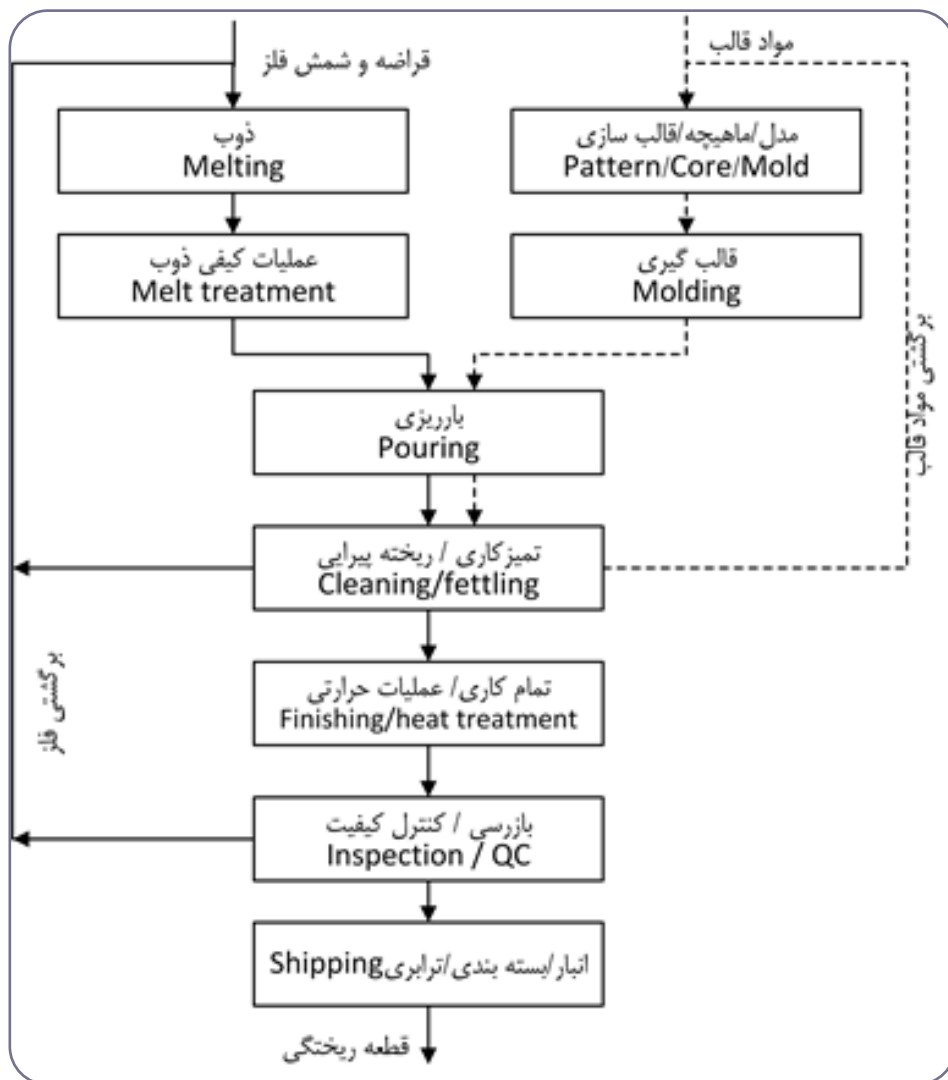
۳- Melting & Pouring

۴- Finishing

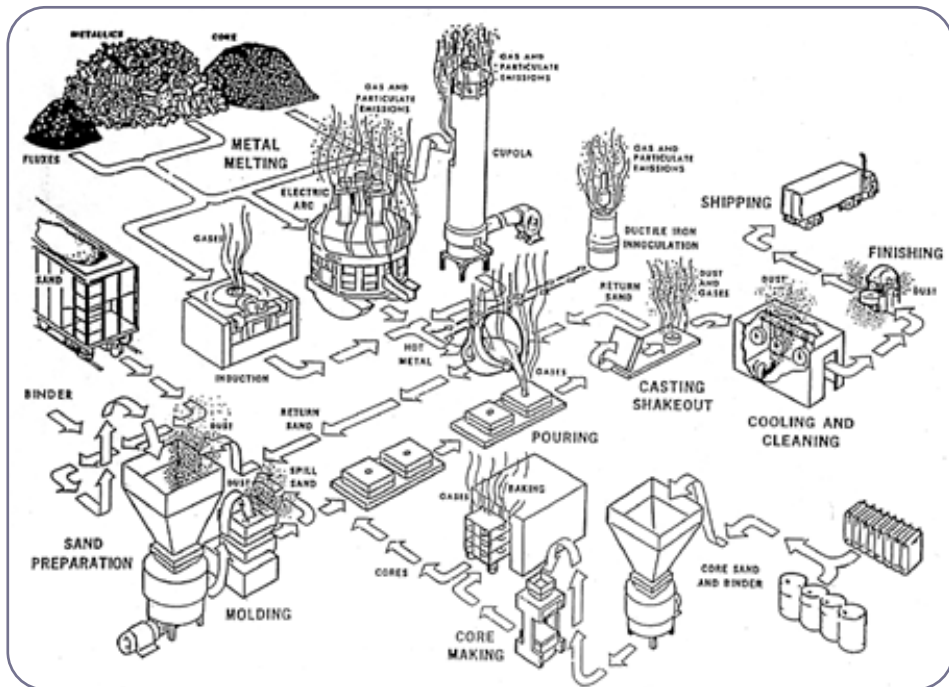
۵- Shakeout

۶- Cleaning

۷- Machining



شکل ۲-۲. نمودار جریان فرآیند کلی ریخته‌گری قطعه (شکل‌ریزی). این فرآیند شامل واحد (زیرفرآیند)های مدل‌سازی (Pattern Making)، آماده‌سازی ماسه، ماهیچه‌سازی (Core Making)، قالب‌گیری (Molding)، ذوب (Melting)، پارریزی (Pouring)، تخلیه قالب (Shakeout)، تمیزکاری (Cleaning)، تمام‌کاری (Finishing)، عملیات حرارتی (Heat treatment)، بازرسی (Inspection) و حمل و نقل (ترابری) (Shipping) است.



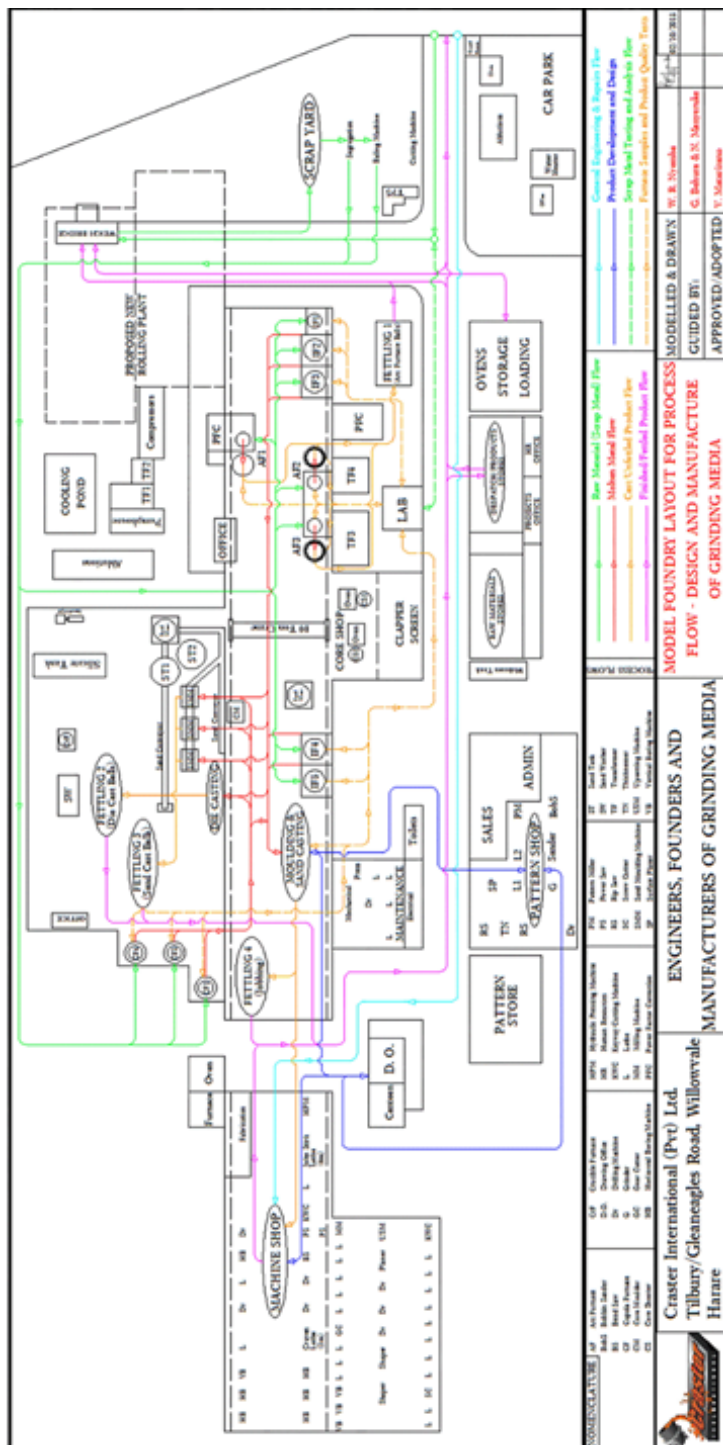
شکل ۳-۲. نقشه طرح‌واره یک کارگاه ریخته‌گری قطعات چدن. واحدهای مختلف شامل انبار مواد، آماده‌سازی ماسه Sand Preparation، مایه‌سازی Core Making، قالب‌گیری Moulding، ذوب Melting، بارریزی Pouring، قالب‌نکانی Shakeout، تمیزکاری Cleaning، تمام‌کاری Finishing و ترابری Shipping است. در بخش انبار چهار دسته مواد؛ ماسه، فلزات، کک و روان کارها Fluxes (به‌طور کلی افزودنی‌ها) وجود دارد. در بخش ذوب سه کوره کوپل Cupola یا کوره قوس الکتریک Electric Arc یا کوره القایی Induction و یک پاتیل تلقیح ذوب چدن ممکن است وجود داشته باشد.

شکل ۴-۲ نقشه پلان و جانمایی یک نمونه کارگاه ریخته‌گری را نشان می‌دهد. در این جانمایی واحدهای مختلف درون بیضی معرفی شده‌اند. در سمت راست زمین قراضه Scrap yard، در پایین انبار محصول Product Store و انبار مواد اولیه Raw Material Store، در پایین چپ کارگاه مدل‌سازی Pattern Shop، بالای آن در وسط کارگاه قالب‌گیری و ریخته‌گری ماسه Moulding and Sand Casting، بالاتر ریخته‌گری قالب‌افزار Die Casting، بالاتر از آن ریخته‌پیرایی Fettling، در وسط کوره‌های القایی با دایره IF همراه با مبدل برقی آن با مربع PFC، کوره‌های قوس با دایره AF و مبدل‌های برقی آن با مربع TR، آزمایشگاه آنالیز ذوب با LAB و در سمت چپ کارگاه ماشین‌کاری Machine Shop است.

شکل ۴-۲. نقشه جامی یک کارخانه ریخته‌گری قطعه.

Raw Material Store, Product Store

مدل سازی، قالب گیری و ریخته گری ماسه، Pattern Shop، قالب گیری و ریخته گری ماسه، Sand Casting، ریخته گری تحت فشار، Die Casting، تن کاری و ریخته گری، کوره های القایی، و قوس AF و IF ماشین کاری Machine Shop

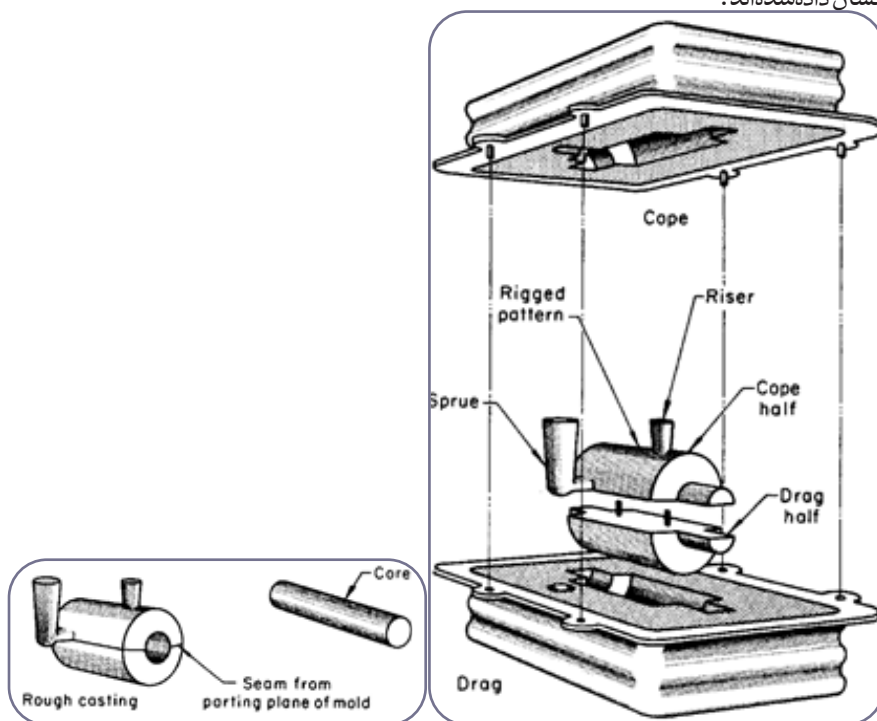


■ ۲-۲-۲ قالب موقت (مصرفی)، قالب دائمی و مدل ریخته‌گری

روش‌های مختلف قطعه‌ریزی (شکل‌ریزی) با توجه به نوع قالب و روش قالب‌گیری آن‌ها نام‌گذاری می‌شوند. برای مثال در ریخته‌گری ماسه، قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری با ماسه انجام می‌شود؛ ریخته‌گری پوست‌های قالب پوست‌های دارد؛ ریخته‌گری گریز از مرکز قالب حرکت دورانی دارد و مذاب تحت نیروی گریز از مرکز قرار می‌گیرد.

۲-۲-۲-۱ قالب‌گیری و ماهیچه‌گیری ماسه‌ای

یک قالب ریخته‌گری ماسه سه قطعه اصلی دارد؛ درجه قالب، مدل و ماهیچه. در شکل ۵-۲ این سه جزء نشان داده شده‌اند.



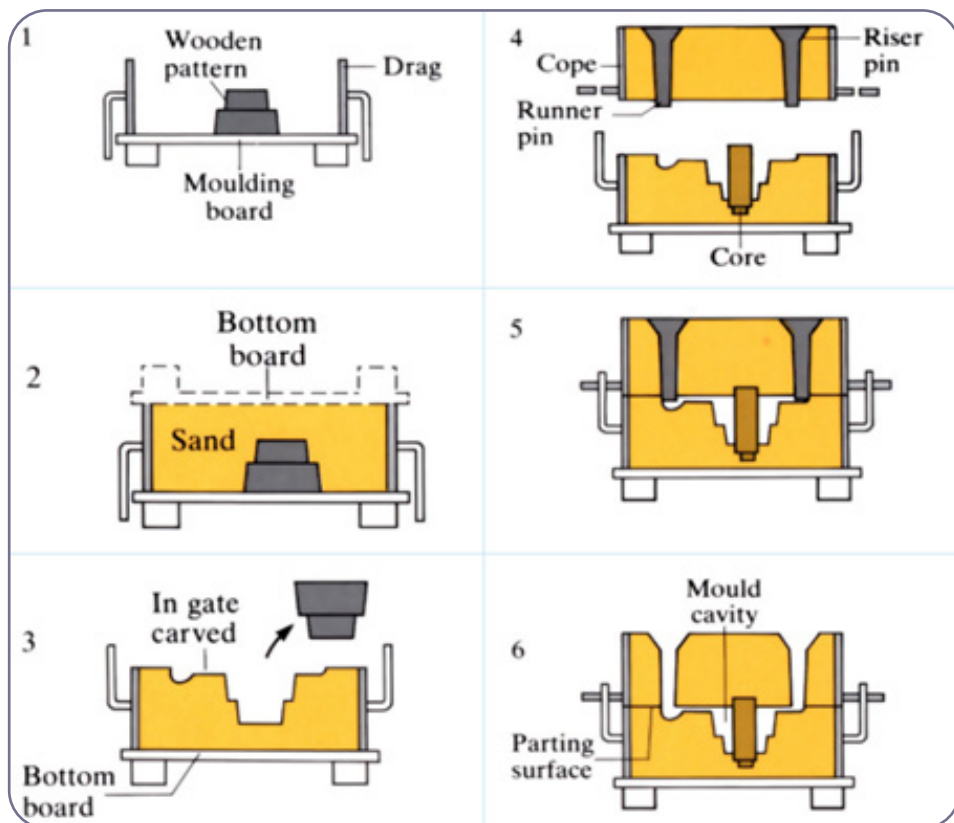
شکل ۵-۲. اجزای قالب ریخته‌گری ماسه‌ای

درجه قالب معمولاً یک قاب فلزی دوتکه (لنگه‌ی رویی^۱ و لنگه‌ی زیری^۲) است که به صورت پیش‌ساخته استفاده می‌شود. مدل ریخته‌گری یک شیء برگردان از قطعه ریخته‌گی است. ماسه (یا انواع دیگر مواد قالب) به دور مدل ریخته و متراکم می‌شود و شکل می‌گیرد. پس از آن مدل از درون ماسه خارج می‌شود و محفظه‌ی قالب شکل می‌گیرد. برای ریخته‌گری قطعه‌های توخالی از ماهیچه استفاده می‌شود. ماهیچه

۱- Cope

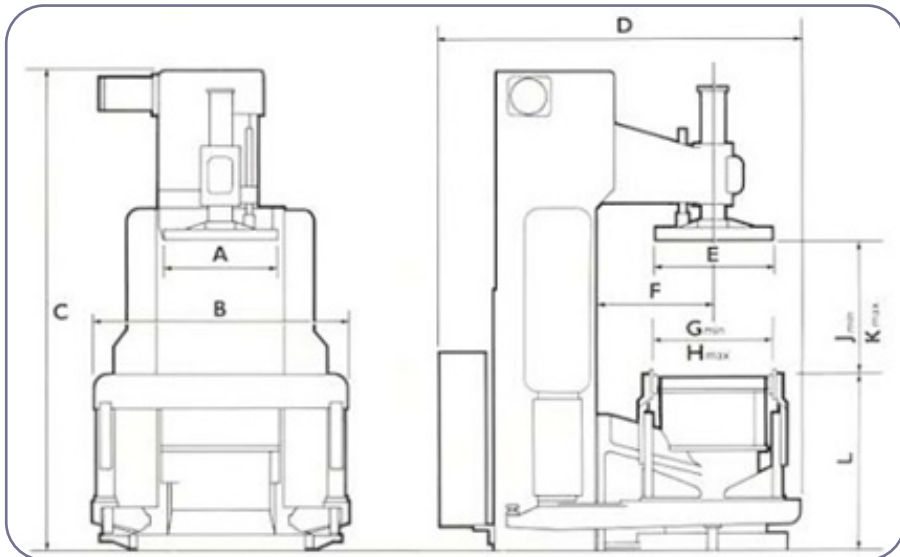
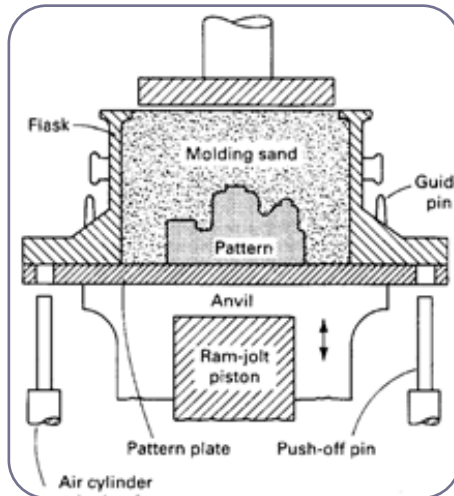
۲- Drag

قطعه‌ای پیش ساخته از مواد قالب (معمولاً ماسه) است که درون محفظه‌ی قالب کار گذاشته می‌شود. هنگام بارریزی، مذاب تمام محفظه‌ی قالب، به جز حجم ماهیچه، را پر می‌کند. بدین ترتیب، ماهیچه کمک می‌کند تا بتوان قطعه‌های توخالی یا قطعه‌های با هندسه‌ی پیچیده را به سهولت قالب‌گیری و تولید نمود.



شکل ۶-۲. مراحل قالب‌گیری ماسه با درجه زیری و رویی

۱. قالب‌گیری با درجه و بدون درجه (بیشتر برای قطعات کوچک) و به هر دو صورت دستی و ماشینی انجام می‌شود. قالب‌گیری به‌طور ساده سه مرحله است:
۲. قالب‌گیری درجه زیری و برگرداندن درجه،
۳. قالب‌گیری درجه رویی و راهگاه و تغذیه،
۴. باز کردن، خارج کردن مدل، ماهیچه‌گذاری و بستن قالب.
۵. مراحل کار در شکل ۶-۲ نشان داده شده است.

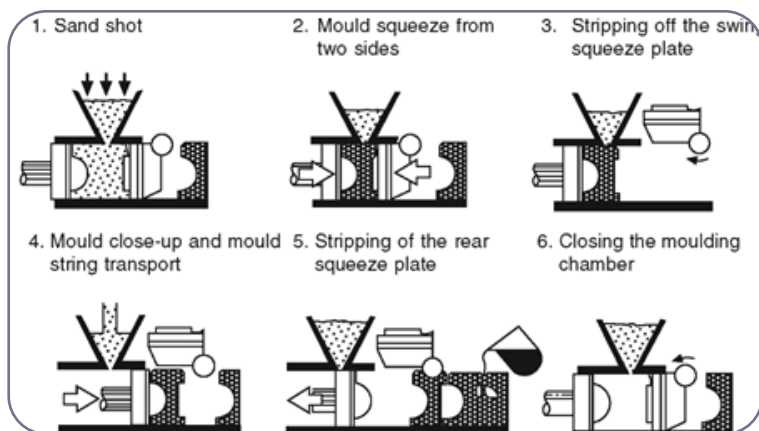


شکل ۷-۲. ماشین قالب‌گیری نیمه‌خودکار ضربه‌ای - فشاری بادی (نیوماتیک)

برای قالب‌گیری نیمه‌خودکار از ماشین قالب‌گیری ضربه‌ای - فشاری^۱ بادی (نیوماتیک) استفاده می‌شود. مدل ریخته‌گری از نوع صفحه‌ای^۲ برای این ماشین‌ها به کار می‌رود. برای سرعت بیشتر قالب‌گیری، از روش قالب‌گیری بدون درجه و ماشین قالب‌گیری دیزاماتیک (شکل ۸-۲) استفاده می‌شود. در این روش صفحه جدایش قالب عمودی است و قالب‌ها پشت سر هم روی تسمه‌نقاله به سکوی بارریزی منتقل شده و پس از آن به تونل تمیزکاری می‌روند.

۱- Jolt-squeeze molding machine

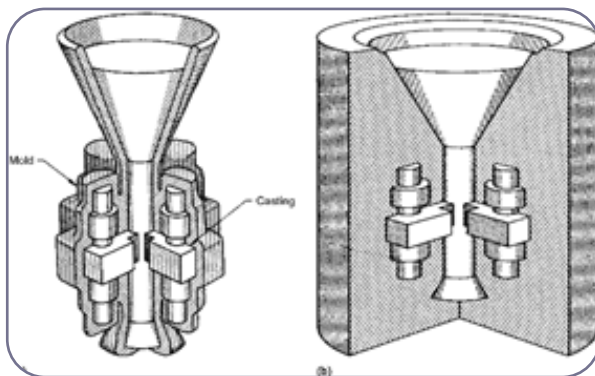
۲- Plated pattern



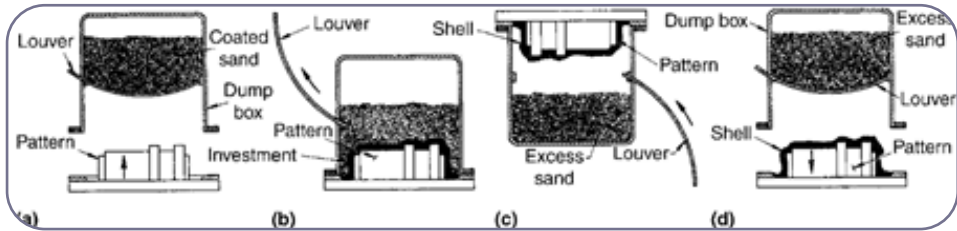
شکل ۲-۸. قالب‌گیری بدون درجه جدایش عمودی، ماشین قالب‌گیری دیزاماتیک.

۲-۲-۲-۲ قالب پوست‌های و قالب سرامیکی

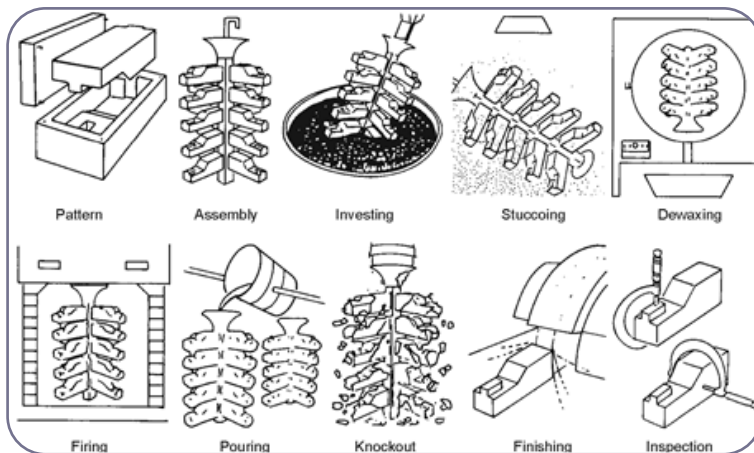
روش‌های دیگری نیز برای ساختن قالب‌های مصرفی وجود دارند، که در آن‌ها قالب‌های پوست‌های، کچی یا سرامیکی ساخته می‌شوند. این روش‌های قالب‌گیری برای تولید قطعات حساس‌تر مانند قطعات موتور، قطعات سوپراپایز، قطعات با ضخامت کم، قطعات با تیرانس کم، قطعات با کیفیت سطح بالا و جواهرات به کار می‌روند. این روش‌های تولید، به ریخته‌گری پوست‌های و ریخته‌گری دقیق معروف هستند. شکل ۲-۹ و شکل ۲-۱۰ شمایی از این روش‌های قالب‌گیری و ریخته‌گری را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۹. قالب پوست‌های و قالب توپر برای ریخته‌گری دقیق.



شکل ۱۰-۲. مراحل قالب‌گیری پوسته‌ای^۱.



شکل ۱۱-۲. مراحل قالب‌گیری و ریخته‌گری دقیق.

۳-۲-۲-۲ آماده‌سازی ماسه

ماسه ریخته‌گری لازم است دیرگداز باشد؛ پایداری شیمیایی داشته باشد؛ در دسترس باشد؛ قابلیت عبور گاز (گذرپذیری Permeability) داشته باشد؛ به‌سادگی جریان یابد؛ با چسب به استحکام لازم برسد؛ پس از ریخته‌گری به‌سادگی تخریب و تخلیه شود؛ کیفیت سطحی مناسب قطعه را ایجاد کند و در آخر ارزان باشد. بسته به نوع کاربرد، ماسه‌های ریخته‌گری به نام‌های ماسه تر^۲ (ماسه، آب و خاک رس یا بنتونیت)، ماسه خشک، ماسه رویی^۳ (در تماس با مذاب)، ماسه پشت‌بند^۴، ماسه ماهیچه، ماسه ماشین و ماسه طبیعی یا رودخانه‌ای (ماسه لات - ماسه با خاک رس زیاد برای قطعات بزرگ)^۵ شناخته می‌شوند. ماسه ریخته‌گری چهار ماده تشکیل‌دهنده دارد:

ماسه پایه چسب افزودنی جداکننده

۱- Shell molding

۲- Green sand

۳- Facing sand

۴- Backing sand

۵- Loam sand

ماسه پایه، دانه‌های با اندازه ۲ mm - ۰/۰۶ دارد. انواع ماسه پایه مناسب ریخته‌گری در جدول ۳-۲ خلاصه شده‌اند. برای تولید ماسه‌تر از چسب ماسه مانند آب و پودر بنتونیت (گل^۱ - چسب طبیعی) یا انواع چسب شیمیایی معدنی یا آلی (سیلیکات سدیم، رزین، فوران، کائولن و غیره) استفاده می‌شود. افزودنی‌ها ممکن است برای بهبود کیفیت سطحی یا سهولت در تخریب قالب به ماسه اضافه شوند. برای مخلوط کردن ماسه و چسب و مواد افزودنی قالب از ماشین مخلوط‌کن (میکسر)^۲ و آماده‌ساز یا آسیا (مولر)^۳ استفاده می‌شود.

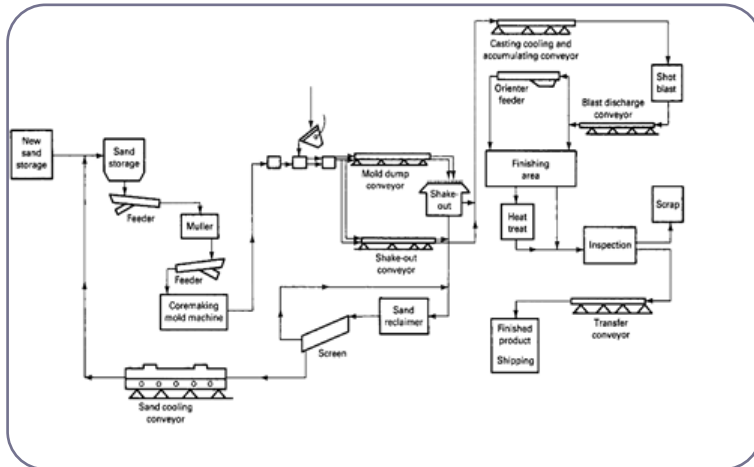
جدول ۳-۲. ماسه‌های ریخته‌گری و ویژگی‌ها و مقایسه آن‌ها

ماسه پایه	فرمول شیمیایی	نقطه ذوب (C)	رنگ	بافت	بزرگی	کاستی	کاربرد	شاخص قیمت
ماسه سیلیسی Silica sand	SiO ₂ (Quartz)	۱۷۱۳	سفید تا زرد قهوه‌ای	اسیدی	دسترسی بالا قیمت پایین	ضریب انبساط بالا، نقطه ذوب پایین	عمومی (با احتمال عیوب)،	۱
ماسه اولوین Olivine sand	Ortho Silicates of Fe, Mg	۱۹۰۰ ۱۲۰۵	سبز	بازی	ضریب انبساط کم رسانش گرمایی بالا خطر کمتر از سیلیکاتی	دسترسی کم	فولاد منگنزدار	۴
ماسه کرومیت Chromite Sand	Complex Metal Oxide (Spinel)	۱۹۸۰ ۱۷۶۰	سیاه		رسانش گرمایی بالا، کیفیت سطحی	قیمت بالا	ماهیچه فولاد آلیاژی	۱۰
ماسه زیرکن Zircon Sand	ZrO ₂ /۶۷ SiO ₂ /۳۳-	۲۲۰۰	زرد قهوه‌ای کم‌رنگ	اسیدی	ضریب انبساط بسیار پایین رسانش بالا	دسترسی کم	ریخته‌گری دقیق، فولاد آلیاژی	۶
ماسه شاموتی Chamotte Sand	Calcinated fire Clay -(Al ₂ O ₃ (SiO ₂	۱۷۵۰	قرمز قهوه‌ای	اسیدی	دیرگداز ارزان	نیاز به پوشش	قطعات سنگین فولاد	۲

۱- Clay

۲- Sand Mixer

۳- Muller



شکل ۱۲-۲. جریان مواد قالب در کارگاه ریخته‌گری و عملیاتی که بر روی ماسه انجام می‌شود.

ماسه ریخته‌گری و عملیات آماده‌سازی ماسه و قالب تأثیر زیادی بر کیفیت قطعه ریخته‌گری دارد. لذا آزمون‌های استاندارد برای ارزیابی کیفیت مواد قالب وجود دارد.

جدول ۴-۲. آزمون‌های ماسه و مواد قالب ریخته‌گری

نام آزمون	خواص مورد نظر	روش / استاندارد / دستگاه
آزمون غربال	اندازه و توزیع دانه‌های ماسه	غربال استاندارد
رطوبت سنجی	مقدار آب ماسه (بر استحکام و خودگیری ماسه تأثیر دارد)	
اندازه‌گیری خاک	درصد خاک	AFS
ضریب گوشه‌داری COA	شکل دانه‌های ماسه (بر تراکم‌پذیری، استحکام و گذرپذیری ماسه اثر دارد)	دستگاه اندازه‌گیری گری زمان خروج هوا
استحکام فشاری تر CGS	مقاومت ماسه در حالت تر	دستگاه کوبش نمونه ماسه
استحکام فشاری خشک	مقاومت ماسه در حالت خشک	دستگاه آزمون مکانیکی ماسه
گذرپذیری / عبور گاز	خروج هوا و گاز از حفره قالب	دستگاه سنجش عبور گاز
آزمون برش	استحکام ماسه	دستگاه آزمون مکانیکی ماسه
آزمون سقوط	شاخص Shatter	

۲-۲-۲-۴ مایچه گیری

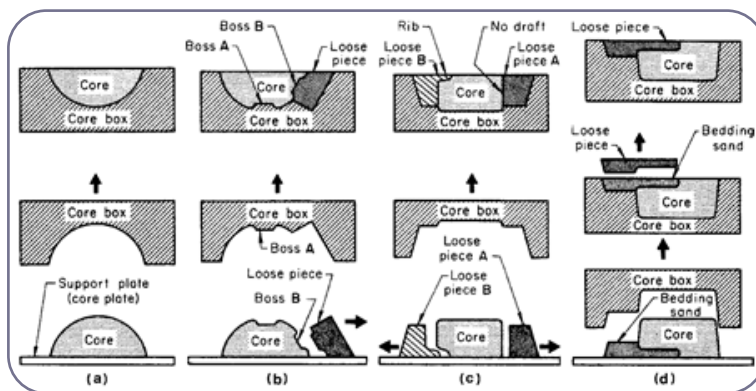
مایچه‌ای ماسه‌ای در کارگاه قالب گیری و توسط قالب دیگری به نام جعبه مایچه^۱ شکل می‌گیرد. و به این مرحله از کار قالب گیری مایچه گیری می‌گویند. مایچه گیری به سه روش ممکن است:

▲ مایچه گیری سرد^۲: با ترکیب رزین و تزریق گاز (مثل فوران / SO_4 یا سیلیکات سدیم / CO_2)

▲ مایچه گیری گرم^۳: با رزین و گرمایش (مثل روغن / اجاق یا فوران / جعبه داغ)

▲ مایچه خود گیر^۴: تنها با مخلوط کردن و قالب گیری (مثل فوران / اسید یا سیلیکات / استر)

در مایچه سازی ترجیح بر این است که از ماسه نو و درشت دانه تر زیرکنی و اولیوینی استفاده شود. زیرا مایچه به طور کامل با مذاب احاطه می‌شود و به دمایی بالاتری (نسبت به ماسه قالب) می‌رسد. در صورتی که تولید گاز و ماسه سوزی در مایچه زیاد باشد، یا عبور گاز کافی نداشته باشد، باعث ایجاد عیب در قطعه می‌کند. در ساخت مایچه‌های باریک با جایگذاری قانچاق فلزی درون ماسه استحکام لازم را ایجاد می‌کنند. علاوه بر استحکام به تهویه گاز، کیفیت سطحی و تخریب پذیری مایچه نیز لازم است توجه شود.



شکل ۱۳-۲. روش‌های مختلف مایچه گیری بسته به پیچیدگی شکل مایچه.

۲-۲-۲-۵ ریخته گری با قالب دائمی

روش‌های ریخته گری قالب دائمی در چهار دسته قرار می‌گیرند:

▲ ریخته گری ثقیلی (با نیروی گرانش)

▲ ریخته گری گریز از مرکز (با نیروی گریز از مرکز)

▲ ریخته گری کم فشار (با فشار حداکثر ۲ اتمسفر)

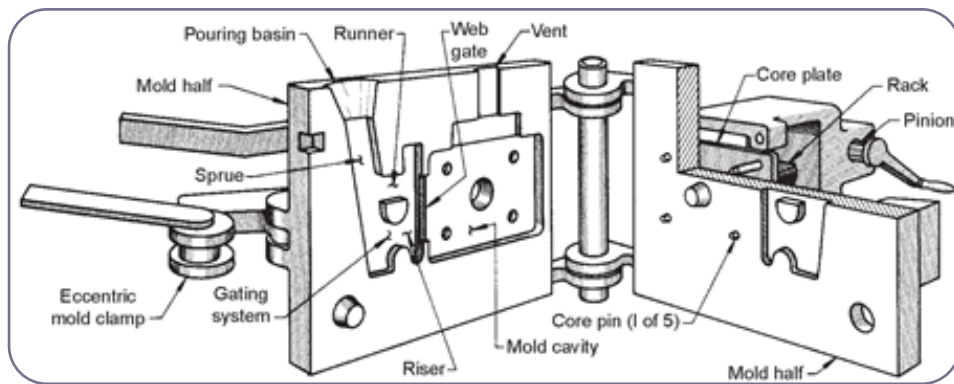
۱- Core box

۲- Cold box

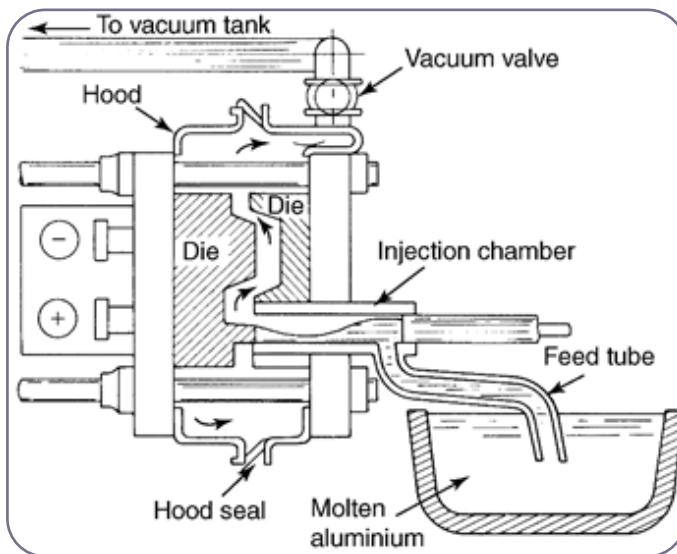
۳- Heat-cured

۴- Self-set (No-bake)

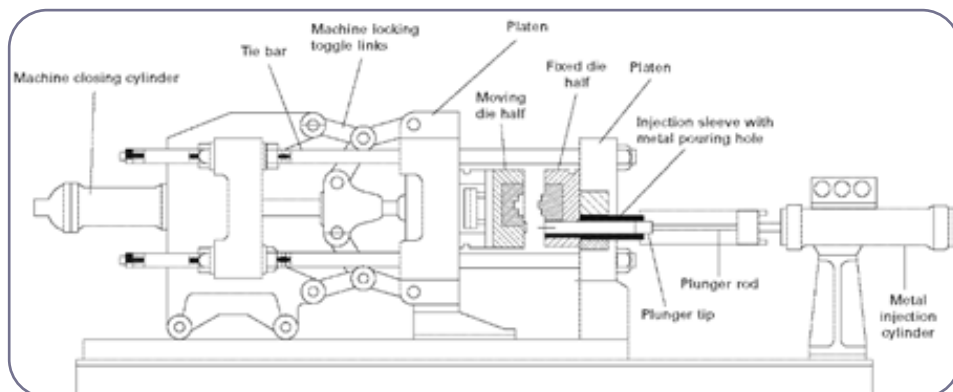
▶ ریخته‌گری پرفشار (دایکست یا ریخته‌گری قالب ابزار با فشار هیدرولیک یا نیوماتیک بالا)^۱
روش گرانشی (یا تقلی یا ریخته‌گری قالب ریژه) شبیه به ریخته‌گری قالب مصرفی است (به جز اینکه قالب آن فلزی و ماندگار است). ریخته‌گری فشاری یا قالب ابزار، تجهیزات و سازوکارهایی دارد که بیشتر شبیه به روش‌های تزریق قالب است و محدود به آلیاژهای دما پایین (مانند آلومینیم و روی) می‌شود. ریخته‌گری گریز از مرکز بیشتر برای تولید لوله‌ها و بوش‌های بزرگ استفاده می‌شود. همچنین در جواهرسازی و دندان‌سازی برای پرسیدن سریع قالب به کار می‌رود.



شکل ۱۴-۲. قالب ریژه (تقلی یا گرانشی).



شکل ۱۵-۲. طرح‌واره‌ای از ریخته‌گری پرفشار (دایکست یا قالب ابزار) با محفظه‌ی گرم.



شکل ۱۶-۲. ماشین ریخته‌گری قالب‌افزار پر فشار^۱.

۲-۲-۲-۶ مدل ریخته‌گری

در بخش ۲-۲-۲ بیان شد که مدل ریخته‌گری یک شیء برگردان از قطعه ریخته‌گری است که مواد قالب (معمولاً ماسه) به دور آن شکل می‌گیرد تا حفره قالب ایجاد شود. اگرچه مدل ریخته‌گری شبیه به قطعه ریخته‌گری است اما از سه نظر با قطعه اصلی تفاوت دارد:

▲ شکل مدل

▲ اندازه مدل

▲ مواد سازنده مدل

شکل مدل ریخته‌گری با شکل قطعه متفاوت است، زیرا مدل می‌تواند دو یا چندتکه باشد (برای سهولت در قالب‌گیری)، یا در آن زوایدی برای ایجاد تکیه‌گاه ماهیچه^۲ بیاید. برخی سوراخ‌ها و شیارهای قطعه در مدل نیست، زیرا برخی جزئیات قطعه با ماشین‌کاری ایجاد خواهد شد. همچنین اندازه و ابعاد مدل با قطعه ریخته‌گری تفاوت دارد. زیرا برای ماشین‌کاری و تolerانس ریخته‌گری، حذف اثر انقباض بر ابعاد (ناشی از سرد شدن) و سهولت در قالب‌گیری، به مدل اضافه اندازه داده می‌شود. سطوح عمودی مدل اندکی شیب‌دار می‌شوند. بنابراین، با توجه به این تفاوت‌ها، پیش از هر چیز لازم است تغییراتی بر روی نقشه قطعه محصول انجام گیرد تا طراحی و نقشه مدل ریخته‌گری به دست آید. با داشتن نقشه مدل، عملیات ساخت مدل انجام می‌شود و پس از آن می‌توان فرآیند قالب‌گیری را آغاز نمود. طراحی مدل با این اصل کلی انجام می‌شود که انجماد قطعه به‌طور پیش‌رونده^۳ و کنترل‌شده از یک سر شروع شده (سردترین نقطه) و در ناحیه اتصال راه‌گاه و تغذیه (گرم‌ترین نقطه) پایان یابد. طوری که درون قطعه نقطه‌ی داغ وجود نداشته باشد و جبهه انجماد در آنجا متوقف نشود و حفره و ناخالصی در قطعه باقی نماند. بر این اساس هندسه و حجم قطعه، سطوح انتقال

۱- High-Pressure Die Casting (HPDC)

۲- Core Print

۳- Progressive solidification

گرما و جریان گرما در هنگام انجام اهمیت دارد. اگر فرض شود که راهگاه و تغذیه سمت چپ باشد، معمولاً بهتر است قطعه به گونه‌ای در قالب بنشیند که بخش ضخیم آن سمت چپ و سطوح خشن در بالا قرار گیرد (بخش نازک سمت راست و سطوح ظریف و دارای جزئیات در پایین).

در طراحی مدل، به‌طور خلاصه مراحل طراحی و تکمیل نقشه مدل به‌این ترتیب است:

۱. اصلاحات هندسی نقشه قطعه برای تغییر ضخامت‌ها و حذف نقاط داغ^۱، طراحی مفهومی قالب و سطح جدایش

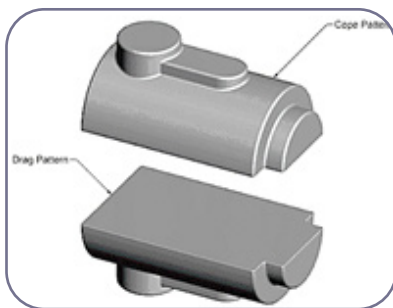
۲. اضافه ماشین‌کاری و تلرانس ریخته‌گری، اضافه انقباض و اعوجاج، تکیه‌گاه ماهیچه و اضافه شیب

۳. طراحی تغذیه و سیستم راهگاهی

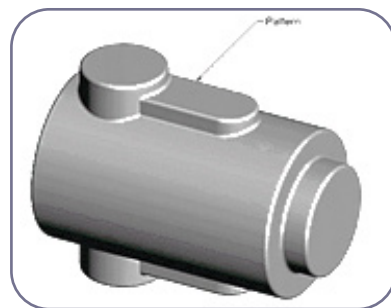
۴. رسم نقشه ساخت مدل، رسم نقشه ماهیچه و جعبه ماهیچه و رسم نقشه قالب‌گیری.

مدل‌های ریخته‌گری انواع مختلف^۲ دارند؛ مانند مدل یکپارچه، دوتکه، چندتکه، صفحه مدل، صفحه

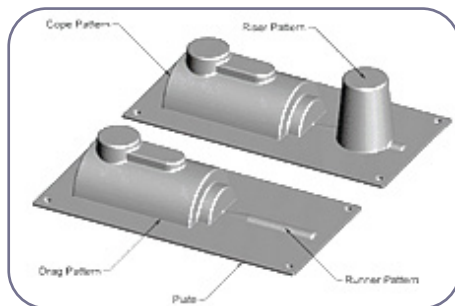
جفت، قطعه آزاد و تخته زیرسری، شابلونی، اسکلتی. مدل دوتکه برای ریخته‌گری دستی و مدل صفحه جفت برای قالب‌گیری ماشین‌ری رایج هستند.



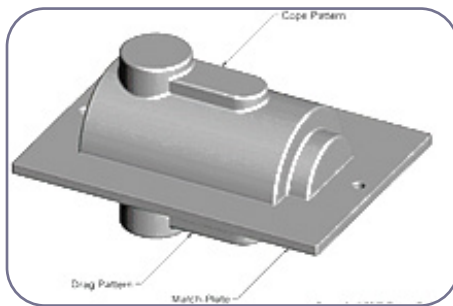
(ب)



(الف)



(ت)



(پ)

شکل ۱۷-۲. چند نمونه از مدل‌های رایج برای ریخته‌گری قالب مصرفی (الف) مدل یکپارچه، (ب) مدل چندتکه، (پ) صفحه مدل جفت و (ت) صفحه مدل جدا.

۱- Hot-spot

۲- Single piece pattern. Split pattern. Plated pattern. Match plate pattern. Loose piece pattern. Follow board pattern. Sweep molding pattern. Skeleton pattern

تغذیه^۱ یک مخزن متصل به قطعه است که مذاب لازم برای جبران انقباض هنگام انجماد را تأمین می کند. تغذیه به گونه ای طراحی می شود که دیرتر از قطعه منجمد شود تا در تمام مدت انجماد بتواند کار مذاب رسانی را انجام دهد. طراحی تغذیه با روش های سنتی محاسبه دستی یا با کمک نرم افزارهای کامپیوتری انجام می گیرد. نکته مهم در طراحی قالب، توجه به بازده ریخته گری^۲ است که برابر است با نسبت وزن قطعه به وزن کل فلز ریخته شده در قالب (شامل قطعه، تغذیه و راهگاه). با توجه به اینکه ذوب فلز و جریان مواد در کارخانه هزینه بر است، تغذیه، راهگاه و ماهیچه هزینه بر هستند و بر قیمت تمام شده قطعه ریخته گری اثر می گذارند. لذا تلاش می شود که قالب ریخته گری با حداقل تغذیه و راهگاه و ماهیچه طراحی شود و از اجزای کمکی قالب مانند مبرد^۳، برای جهت دهی به جبهه انجماد و افزایش طول اثر تغذیه، غلاف (عایق) تغذیه^۴، برای گرم نگه داشتن تغذیه، پل ماهیچه (دوپا)^۵، برای ثابت نگه داشتن ماهیچه و غیره استفاده شود.

سیستم راهگاهی در قالب ریخته گری به انتقال درست و توزیع مناسب مذاب به حفره ریخته گری کمک می کند. سیستم راهگاهی از سه بخش اصلی تشکیل شده است؛

▲ بارریز^۶ (راهگاه عمودی)

▲ راه بار^۷ (راهگاه افقی)

▲ راهباره^۸ (راهگاه ورودی حفره قالب)

سیستم راهگاهی را با سه عدد $S:R:G$ شناسایی می کنند، مثلاً سیستم ۳:۲:۱ که برابر نسبت سطح مقطع آن سه مجرای راهگاهی است. سیستم راهگاهی دو نوع است:

۱. سیستم راهگاه فشاری^۹: در بارریزی ابتدا راهگاه پر می شود و سپس حفره قالب (فشار در راهگاه بیشتر از حفره قالب است)

۲. سیستم راهگاه غیرفشاری^{۱۰}: در بارریزی راهگاه و حفره قالب باهم پر می شوند.

همچنین راهگاه ممکن است سرریز، کف ریز یا مرکزی باشد که در واقع موقعیت ورود مذاب به حفره قالب را مشخص می کند. انواع راهگاه، معمولی، درختی، خوشه ای، سرریز مدادی، قله ای، نعل اسبی، خرطومی، پله ای و غیره در ریخته گری استفاده می شود. اما لازمه مهم در سیستم راهگاهی جریان آرام، بدون آشفستگی، بدون فرسایش قالب و ماسه شویی، بدون هواکشی، بدون ورود ناخالصی به حفره قالب و باین وجود بدون افت دما و سرد شدن مذاب است.

۱- Riser

۲- Casting yield

۳- Chill

۴- Sleeve

۵- Chapplet

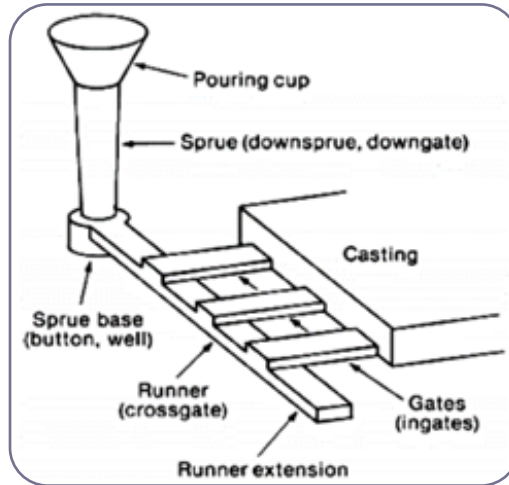
۶- Sprue

۷- Runner

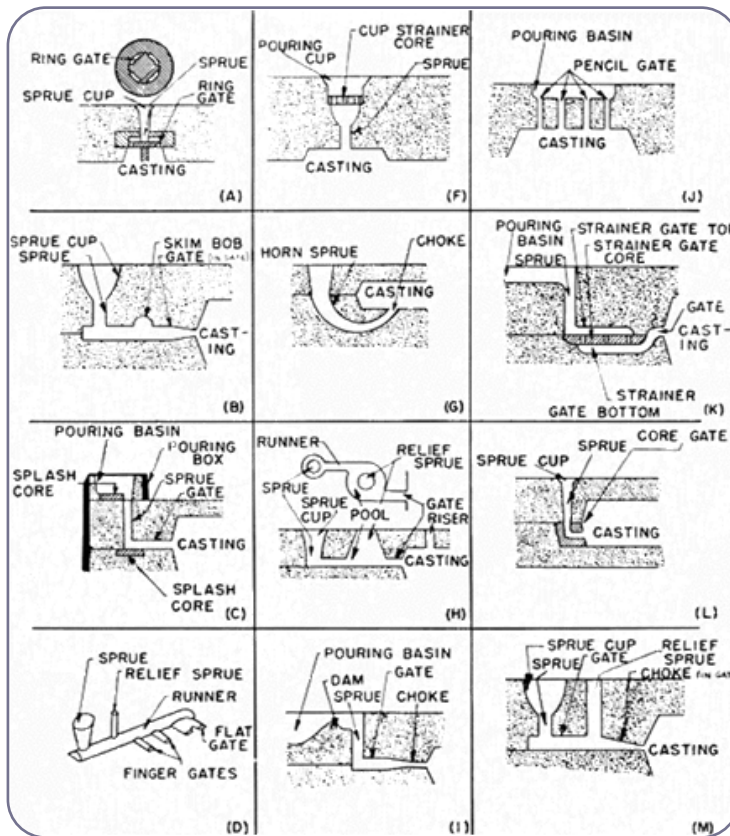
۸- Gate

۹- Pressurized gating system

۱۰- Unpressurized gating system



شکل ۱۸-۲. سیستم راهگاهی سه بخش اصلی دارد: بارریز (عمودی)، راه بار (افقی)، راه‌بار (ورودی محفظه قالب).



شکل ۱۹-۲. طرح‌واره انواع سامانه‌های راهگاهی

پس از طراحی مدل و انجام مراحل‌ی که در بالا مرور شد، معمولاً حداقل یک بار مدل طراحی شده آزموده می‌شود تا طرح به‌دست‌آمده تایید و بهینه‌سازی شود و احتمال بروز عیوب ریخته‌گری و هزینه‌ها به کمترین مقدار ممکن برسد. پس از طراحی و بهینه‌سازی مدل و قالب ریخته‌گری، مدل در کارگاه مدل‌سازی ساخته می‌شود که معمولاً فضایی جدا از کارگاه ریخته‌گری دارد. مواد سازنده مدل بسته به شمار قالب‌گیری، میزان سایش مواد قالب و عمر لازم، ممکن است از جنس فلز (بادوام)، چوب (بادوام تا کم‌دوام)، پلاستیک (کم‌دوام)، یا فوم (یک‌بار مصرف) باشد (جدول ۵-۲).

جدول ۵-۲. مواد سازنده مدل ریخته‌گری طبق استاندارد EN 12890

Class	Material	Used for
H _{1a}	Wood	serial production
H ₁	Wood	medium to serial production
H ₂	Wood	small serial production
H ₃	Wood	(Batch production (possibly repeating production
M ₁	Metal	serial production
M ₂	Soft metal	medium serial production
K ₁	Plastic	medium serial production
K ₂	Plastic	small serial production
S ₁	Foam	usable for more moulds, smooth surface
S ₂	Foam	usable for one mould, smooth surface
S ₃	Foam	usable for one mould, no surface condition requirements

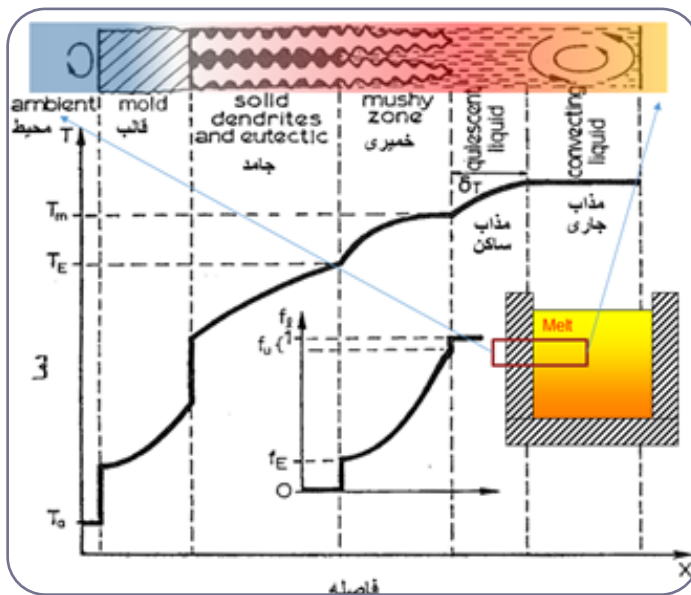
■ ۲-۲-۳ بارریزی، انجماد و سردشدن قطعه

پس از قالب‌گیری، ذوب و عملیات کیفی مذاب (در بخش ۲-۳ معرفی شده است)، عملیات بارریزی و در پی آن انجماد و سردشدن قطعه انجام می‌گیرد. بارریزی دستی با بوته و ابزار (برای قطعات کوچک) یا پاتیل و جرثقیل (برای قطعات بزرگ) انجام می‌شود. برای خطوط ریخته‌گری دیزاماتیک یا قالب‌گیری‌های ماشینی ممکن است بارریزی به‌صورت خودکار انجام شود. در روش‌های قالب دائمی نیز، ماشین‌های ریخته‌گری قالب فلزی محفظه داغ^۱ عملیات تزریق مذاب به قالب را به‌طور خودکار انجام می‌دهند. در مرحله بارریزی، عملیات فرعی مانند پیش‌گرم بوته (یا پاتیل)، سرباره‌گیری، دماسنجی، آماده‌سازی قالب شمش مذاب اضافه نیاز باشد.

^۱ - Hot-Chamber Die cast

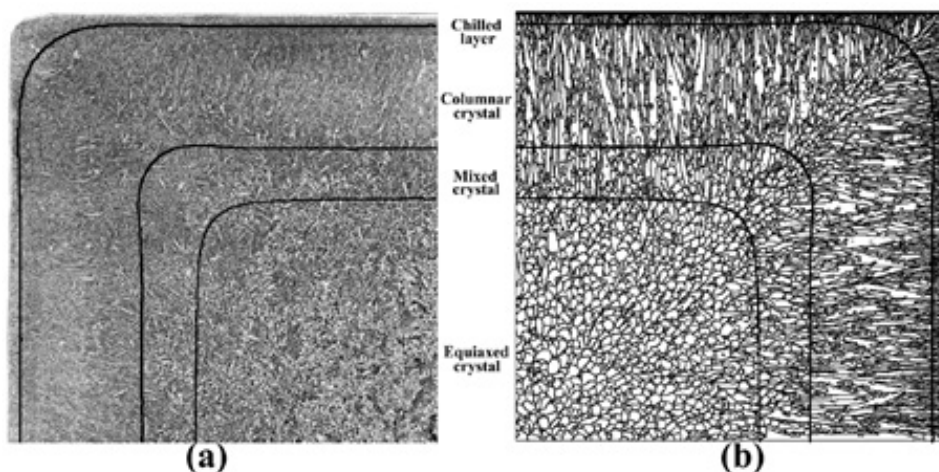


شکل ۲۰-۲. بارریزی چدن در قالب ماسه‌ای با پاتیل ۱۰۰ kg



شکل ۲۱-۲. انتقال گرما و توزیع دما از مرکز ذوب تا بیرون قالب. منحنی کوچک: ناحیه انجماد.

با ورود مذاب داغ به قالب، گرما از مذاب به قالب منتقل می‌شود و دما پایین می‌آید (شکل ۲۱-۲). جریان گرما عمود بر دیواره‌های قالب شکل می‌گیرد. با سرد شدن مذاب در قالب، جوانه‌زنی جامد روی ناهمواری دیواره‌های قالب و سطح ذرات جوانه‌زا شروع می‌شود. جوانه‌زنی در دمایی پایین‌تر از نقطه ذوب آلیاژ اتفاق می‌افتد که به این افت دمایی مذاب فروسرد^۱ (مادون تبرید) گفته می‌شود. با کاهش دمای ذوب و رسیدن به فروسرد لازم، تعداد بسیاری بلور جامد پدید می‌آید و با جهت‌گیری گوناگون رشد می‌کند. بدین شکل لایه‌ای از دانه‌های ریز روی دیواره‌ها را می‌پوشاند که پس از این در مقطع قطعه ریختگی به نام ناحیه تبریدی^۲ آشکار خواهد شد (شکل ۲۲-۲). بلورهایی که هم‌راستا با سوی انتقال گرما باشند سریع‌تر رشد کرده و بر دیگر بلورها چیره می‌شوند و باقی می‌مانند. این‌ها به صورت کشیده در راستای جریان گرما پدیدار می‌شوند و ناحیه ستونی^۳ را شکل می‌دهند. بلورهای هم‌محور شناور در مذاب و تکه بلورهای شکسته یک توده از دانه‌های هم‌محور در مرکز پدید می‌آورند که ناحیه هم‌محور^۴ نام دارد.



شکل ۲۲-۲. ساختار انجمادی مقطع شمش فولادی ناحیه تبریدی، ستونی و هم‌محور را نشان می‌دهد.

■ ۲-۲-۴ تمیزکاری، ریخته‌پیرایی و تمام‌کاری

پس از شکل‌گیری قطعه ریختگی در قالب، لازم است عملیات تمام‌کاری^۵ بر روی آن انجام گیرد. معمولاً زوایدی مانند راهگاه و تغذیه به قطعه وصل است، یا چند قطعه به یک راهگاه درختی متصل شده و یا قطعه در توده‌ای از ماسه سخت شده (در ریخته‌گری قالب مصرفی) قرار دارد. تمیزکردن و زدودن زواید

۱- Supercooling ou under-cooling

۲- Chill Zone

۳- Columnar

۴- Equiaxed zone

۵- Finishing

و ماسه از قطعه (به‌ویژه در مورد ماسه با چسب شیمیایی) کار زیادی می‌طلبد. به‌طور کلی تمام کاری شامل مراحل زیر است:

- ▶ تمیزکاری (یا ریخته‌پیرایی^۱)، مانند تخلیه قالب و تکاندن^۲، ضربه زنی^۳ و شکستن زواید، ساچمه‌پاشی^۴ و برش کاری راهگاه و تغذیه و پلیسه
- ▶ ماشین کاری، مانند سنگ‌زنی، سمباده زنی، تراش کاری و سوراخ کاری
- ▶ عملیات حرارتی، مانند آنیل، کوئنچ، سخت کاری، پیرسختی و عملیات سطحی
- ▶ کنترل کیفیت قطعه، بررسی چشمی، بررسی ابعادی، بررسی مکانیکی، بررسی‌های غیرمخرب و بررسی‌های ساختاری

■ ۵-۲-۲ بازرسی قطعه و عیوب ریختگی

در هنگام ریخته‌گری پدیده‌های فیزیکی متعدد و پیچیده‌ای اتفاق می‌افتد. از این رو احتمال پیدایش عیوب گوناگون در قطعه ریختگی زیاد است. لازم است قطعه ریختگی طبق فهرست واریسی^۵ استاندارد به‌دقت بازرسی شود و در صورت وجود عیب در محصول، اقدامات متناسب کیفی در فرایند ریخته‌گری انجام گیرد. بازرسی‌ها می‌تواند شامل (اما نه محدود به) این موارد باشد: بررسی چشمی^۶، بررسی ابعادی، واریسی برای عیوب سطح، واریسی برای عیوب درونی، اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی، آزمون خواص مکانیکی، بررسی ساختار متالورژیکی. انواع بررسی‌های غیرمخرب^۷ به‌صورت روتین و بررسی‌های مکانیکی، ساختاری و غیره به‌صورت نمونه بر روی قطعه‌های ریختگی ممکن است انجام گیرد.

برای این منظور لازم است شناخت درستی از عیوب ریخته‌گری و منشأ بروز آن‌ها وجود داشته باشد. عیوب ریخته‌گری را در چهار گروه می‌توان دسته‌بندی نمود؛

- ▶ عیوب شکل، مانند سردجوشی، نیامد، تغییر شکل، پارگی، تورم، حفره
- ▶ عیوب سطح، مانند ماسه سوزی، پلیسه، مک، زبری، ترک
- ▶ عیوب داخلی، حفره‌های گازی و انقباضی، مک‌های داخلی، آخال‌ها، ترک
- ▶ عیوب ابعادی، مانند خروج از تolerانس، ناجفتی، اعوجاج، نابجایی ماهیچه
- ▶ عیوب در ساختار و خواص (فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی)، مانند انحراف ترکیب (درشت جدایش)، استحکام کم، تردی، دانه‌بندی نامطلوب، ریز جدایش

۱- Fettling

۲- Shakeout

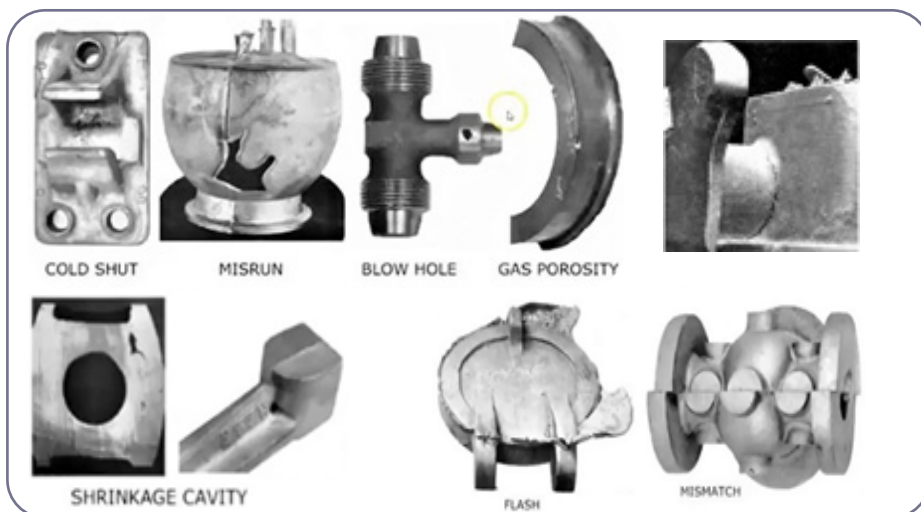
۳- Knockout

۴- Shotblast

۵- Check list

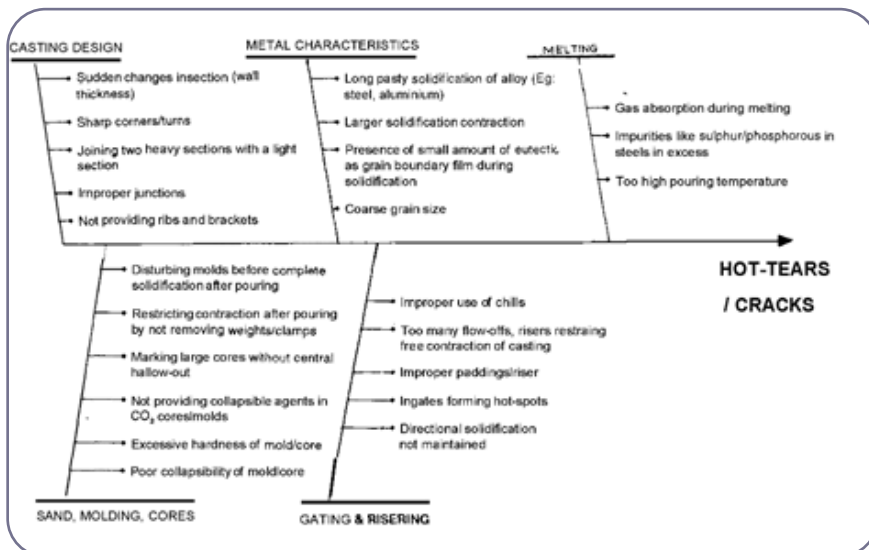
۶- Visual Testing

۷- NDT – Non-Destructive Testing



شکل ۲۴-۲. نمونه‌های از عیوب ریخته‌گری

منشأ عیوب ممکن است در ذوب، قالب، قالب‌گیری، بارریزی، انجماد، کارکرد ماشین یا خطای انسانی باشد. یکی از روش‌های یافتن منشأ عیوب نمودار علت و معلول است. برای نمونه شکل ۲-۲۵ بروز یک عیب ترک یا پارگی گرم را تحلیل می‌کند. پس از تحلیل و یافتن منشأ عیب، به منظور رفع آن ممکن است اقدام اصلاحی در طراحی ریخته‌گری، در فرایند و فناوری ریخته‌گری و یا در اجرای عملیات و کار نیروی انسانی انجام گیرد.



شکل ۲۵-۲. نمودار علت و معلول عیب ترک یا پارگی در قطعه ریخته‌گری.

۲-۳-۳ کوره، ذوب و بارریزی

قلب هر کارخانه ریخته‌گری کوره‌های ذوب فلز است که آن را از کارخانه‌های دیگر متمایز می‌کند. اهمیت کوره ذوب و فرآیند ذوب در این است که:

۱. شرایط کارکرد در دمای بالا و جاری بودن مذاب از نظر ایمنی و محیط کار بسیار متفاوت، حساس و به شدت خطرپذیر است.

۲. عمده هزینه کارخانه صرف انرژی کوره می‌شود؛ حدود نیمی از کل انرژی مصرفی تمام صنایع، فقط در ذوب فلزات می‌رود.

۳. عملیات ذوب مستقیماً بر کیفیت محصول ریخته‌گری اثر می‌گذارد. بخش حاضر مروری کوتاه بر فرآیند ذوب دارد.

■ ۱-۲-۳-۱ انبار قراضه و مواد بار کوره

مواد بار کوره می‌تواند از مواد اولیه (فلزات استخراجی) و مواد ثانویه (فلزات بازیافتی) باشد. مواد اولیه مانند آهن خام^۱، آهن اسفنجی^۲، DRI، شمش‌ها و شوشه‌های غیرآهنی و آمیژان‌ها^۳ است. به قراضه‌ها^۴، فلزات بازیافتی و برگشتی‌ها^۵ مواد ثانویه می‌گویند. در هر کارخانه ریخته‌گری، انباری از قراضه هست که بسته به نوسان بازار فلزات و حجم تولید ممکن است بزرگ باشد. قراضه‌ها بسته به چگالی ظاهری، شکل و اندازه قطعات و میزان ناخالصی، در رده‌هایی بانام‌های سنگین، متوسط و سبک و با شماره‌ای که رتبه خلوص بار را نشان می‌دهد دسته‌بندی می‌شوند. برای مثال سنگین بیشترین چگالی و کمترین ناخالصی را دارد و سبک کمترین چگالی و بیشترین ناخالصی. همچنین ممکن است قراضه‌ها را با توجه به شکل، ابعاد و جنس آن‌ها نام‌گذاری کنند، مانند قراضه پرسی^۶، حلبی، دم‌قیچی، براده و مشابه آن. بهتر است قراضه در معرض باران نباشد و رطوبت نگیرد، زیرا در کوره باعث تولید گاز، بالا رفتن مصرف انرژی و خطر انفجار می‌شود. قراضه‌ها برحسب ترکیب شیمیایی و چگالی توده در انبار چیده می‌شوند. در کارگاه فرآوری قراضه عملیات تخلیه بار، تفکیک، سرند، قیچی، برش هوا، پرس، خورد کردن و خنثی‌سازی قطعات انفجاری ممکن است انجام گیرد.

۱- Pig iron - آهنی که از کوره بلند به دست می‌آید

۲- Direct Reduction Iron - آهن اسفنجی که از فرآیند احیای مستقیم به دست می‌آید

۳- Hardener - ترکیباتی که برای آلیاژسازی استفاده می‌شود

۴- Scraps

۵- Returns

۶- Bundle



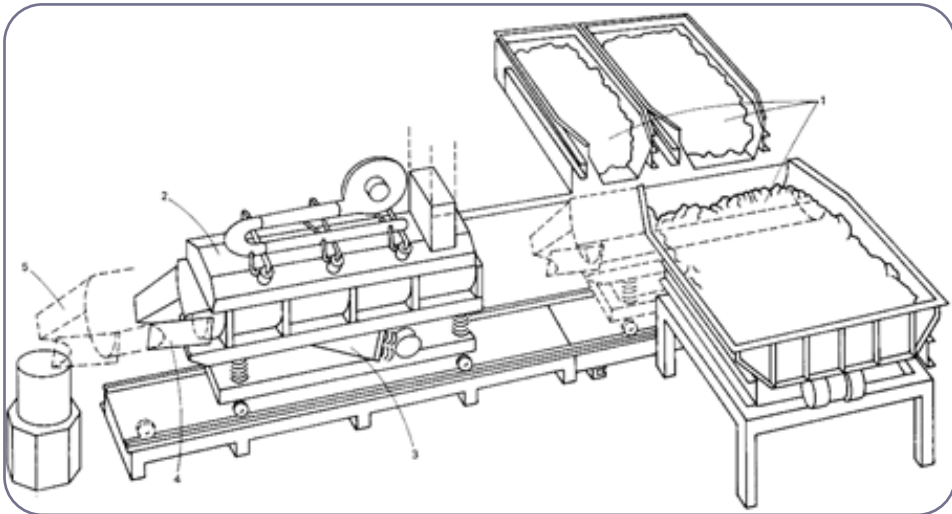
شکل ۲۶-۲. انبار قراضه و ماشین خردکن و جداکننده

■ ۲-۳-۲ باردهی (شارژ) کوره و ذوب

در فرآیند باردهی کوره، عملیاتی مانند محاسبه بار، برنامه‌ریزی ذوب، توزین بار، پیش‌گرم بار، انتقال بار و باردهی کوره انجام می‌شود. در محاسبه بار کوره تعیین می‌شود که چه وزنی از هریک از مواد اولیه ورودی لازم است تا ترکیب شیمیایی ذوب نهایی در محدوده استاندارد قرار گیرد. این محاسبه بر اساس موازنه جرم عناصر، وضعیت کوره و بهینه‌سازی وزن بار برای کمترین هزینه، کمترین هدررفت و بالاترین کیفیت انجام می‌شود. سامانه‌های انتقال بار ممکن است جرقه‌گیر، واگن باردهی، مگنت، چنگ و تسمه‌نقاله باشد.

در کارگاه‌های ذوب با حجم تولید زیاد، معمولاً کوره را به‌طور کامل تخلیه نمی‌کنند و مقداری از ذوب را برای ذوب بعدی ته کوره نگاه می‌دارند (پاشنه ذوب Melt Hill). زیرا هرچه تعداد چرخه‌های سرد و گرم شدن کوره کمتر شود، عمر نسوز کوره، بازده و سرعت ذوب افزایش می‌یابد. حجم توده بار قراضه (حتی به‌صورت پرس) پر از فضای خالی است. چگالی توده قراضه حدود ۵٪ تا ۱۰٪ چگالی فلز است، که این عدد در مورد قراضه‌های پرس شده به در هنگام باردهی کوره، کل حجم کوره به‌سرعت اشغال می‌شود. لازم است با گرمایش کوره، قراضه ذوب شود و پایین‌رود تا حجم کوره برای ادامه باردهی قراضه آزاد شود. بنابراین فرآیند باردهی نمی‌تواند به‌یک‌باره انجام گیرد و باردهی و ذوب پله‌پله انجام می‌شود. در هر پله با اشغال شدن حجم کوره به‌اندازه حدود یک‌دهم وزن ظرفیت کوره، به وزن مذاب افزوده می‌شود. در هنگام باردهی ترتیب مواد ورودی مهم است. معمولاً ابتدا قراضه‌های سنگین باکیفیت بهتر باردهی می‌شوند و پس از آن نوبت به

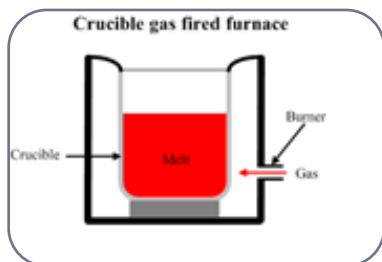
قراضه‌های سبک، شمش‌ها و آمیزان‌ها به ترتیب نقطه ذوب بالا به پایین می‌رسد. مواد با نقطه ذوب پایین و فرار مانند روی بهتر است در آخر باردهی شوند تا هدررفت آن‌ها در کوره به کمترین مقدار برسد.



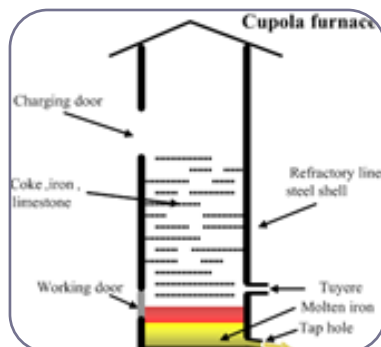
شکل ۲۷-۲. سیستم خودکار باردهی کوره مجهز به کفه‌های توزین، محفظه پیش‌گرم، ریل انتقال و قیف تخلیه بالرزانده.

■ ۳-۳-۲ کوره‌های ذوب

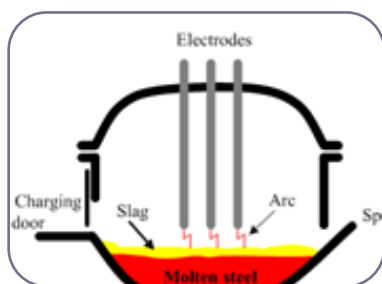
کوره‌های ذوب فلز بسته به نوع مصرف انرژی (سوخت جامد، سوخت مایع، سوخت گاز و برق) توان متفاوت دارند. برای آلیاژهای آهنی (فولاد و چدن) و غیرآهنی دما بالا (مس، برنج و برنز) کوره‌های برقی و سوخت جامد که توان گرمایش بالا دارند به کار می‌روند. برای آلیاژهای آلومینیم، منیزیم، روی، قلع، سرب با نقطه ذوب دمای پایین (>1000)، از انواع کوره با توجه به دسترسی به سوخت می‌توان استفاده کرد. کوره‌های سوختی ممکن است شعله مستقیم (مثل کوره کوئل برای چدن) یا شعله غیرمستقیم (مثل کوره بوت‌ای برای آلومینیم) باشند. کوره‌های برقی سه دسته‌اند؛ کوره مقاومتی (برای دمای پایین)، کوره قوس (برای فولاد) و کوره القایی (برای تمام فلزات) هستند. شکل ۲۸-۲ چند نمونه رایج از کوره‌های مختلف ذوب فلز را باهم مقایسه می‌کند.



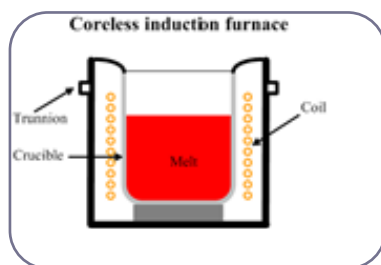
(ب)



(الف)

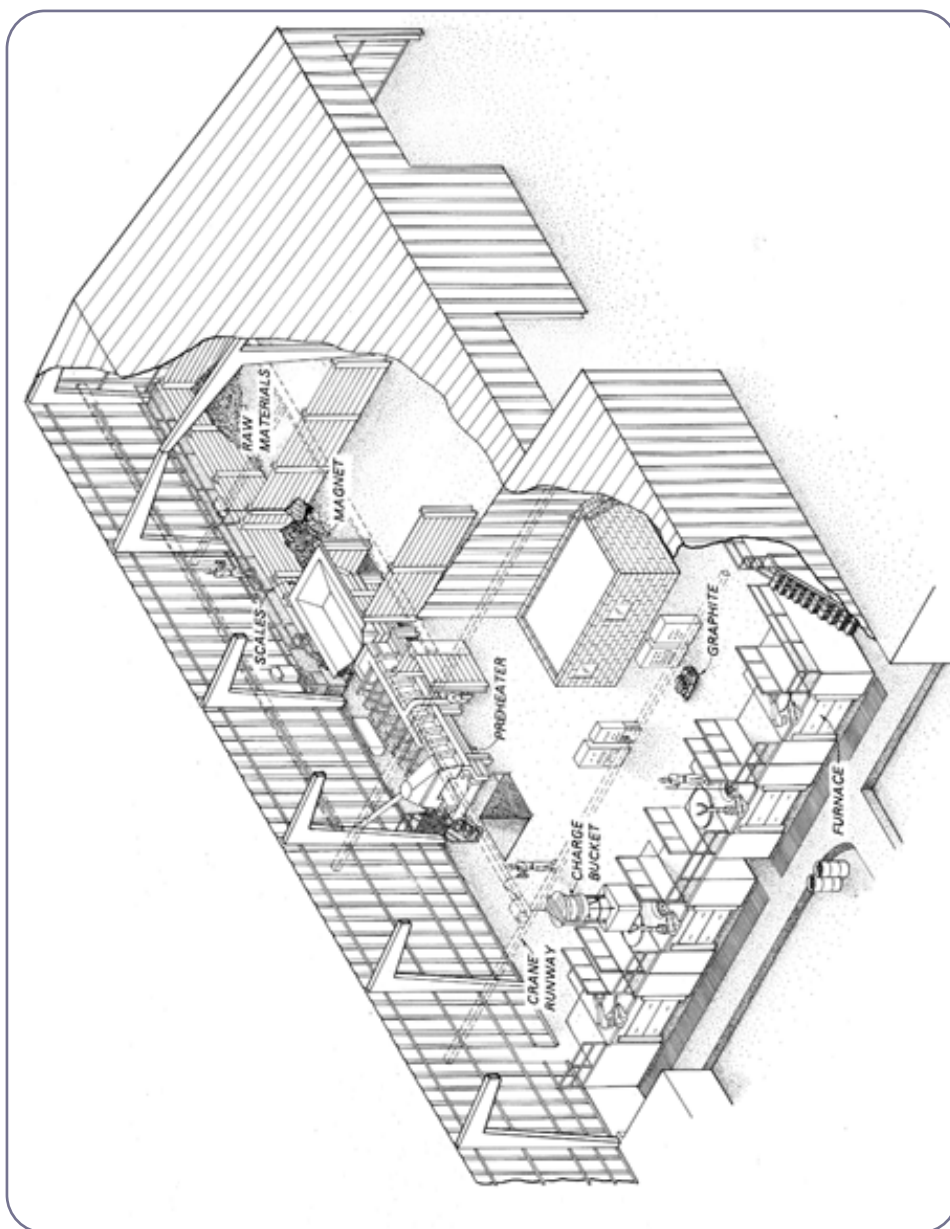


(ت)



(پ)

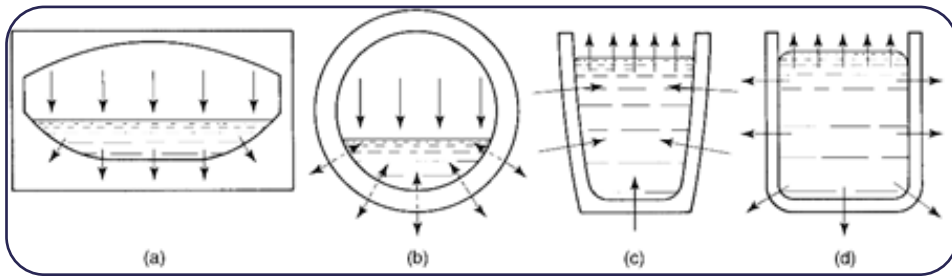
شکل ۲۸-۲. کوره‌های رایج ذوب (الف) کوره کوپل (کاپولا) برای چدن (ب) کوره بوته‌ای برای آلیاژهای دماپایین (پ) کوره القایی برای تمام آلیاژها (ت) کوره قوس برای فولاد



شکل ۲۹-۲. نمایی از کارگاه باردهی و ذوب با چهار کوره القایی.

جدول ۶-۲. کوره‌های ذوب فلزات و مقایسه مصرف انرژی و کاربرد آن‌ها.

نوع انرژی	کوره	انرژی مصرف	تجهیزات	نسوز	کاربرد	نقاط قوت	نقاط ضعف
سوخت فسیل	کوره زمینی / بوته‌ای	کک، گاز، مازوت ۸۰۰ kg Coke/ton	دمنده	بوته گرافیتی	چدن و آلیاژ غیر آهنی	سرمایه اولیه بسیار پایین	کاربرد محدود
	کوره اجاقی، کوره گردان	گاز، مازوت ۲۵۰ lit Oil/ton	دمنده و سازه گردان	آجر نسوز و جرم کوبشی	آلیاژ غیر آهنی، چدن	هزینه ذوب پایین	کاربرد محدود و کنترل ضعیف روی ترکیب
	کوره کوپل Cupola	فقط کک ۲۰۰ kg coke/ ton	دمنده	آجر و گل نسوز	فقط چدن	ظرفیت تولید بالا	بدون کنترل روی ترکیب
برق	کوره القایی	۵۵۰-۶۰۰ kWh/ton	سیستم سرمایش آب، اتاق خازن، سیستم هیدرولیک	جرم کوبشی	تمام آلیاژها	نرخ ذوب‌گیری بالا، ذوب آلیاژها و حفظ ترکیب مواد، آلایندگی پایین	سرمایه اولیه بالا
	کوره قوس الکتریکی	۷۲۵ kWh/ ton	ترانسفورمر، سرمایش آب، تجهیزات شارژ و تخلیه	آجر و جرم ریختگی	فولاد	نرخ ذوب بالا، کنترل ترکیب	سرمایه‌گذاری سنگین، نوسان برق، آلایندگی

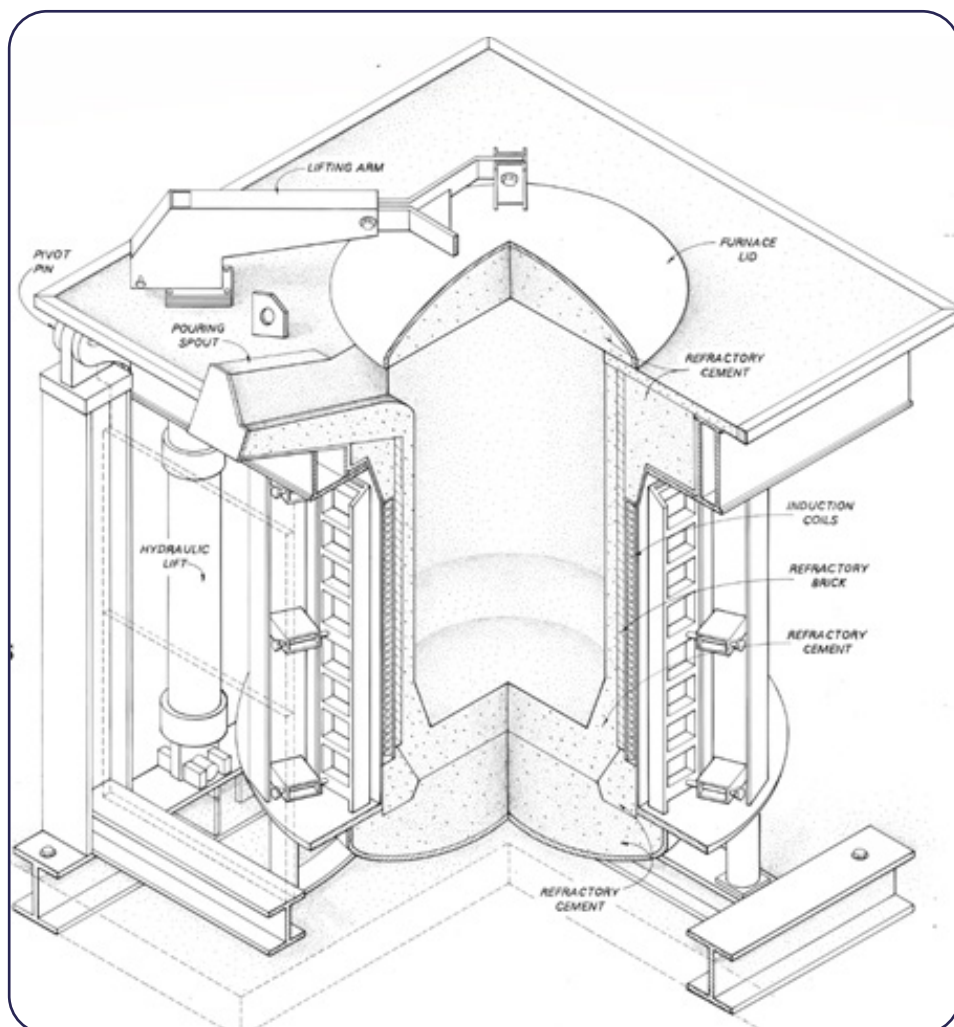


شکل ۳۰-۲. جریان گرما در کوره‌های ذوب (الف) کوره زیمنس مارتین (آتش‌دان روباز) (ب) کوره گردان یا دوار^۲ (پ) کوره بوته‌ای (ت) کوره القایی.

تعداد کوره‌های القایی رو به افزایش است. زیرا با وجود محدودیت در قطر بوته و مصرف برق بالا، کوره‌های القایی توان و سرعت ذوب بالا، کنترل دما، هم‌زدن و یکنواختی مذاب و سهولت در کارکرد دارند. کوره‌های القایی در دو نوع بی‌هسته و کانالی ساخته می‌شوند. در نوع بی‌هسته، سیم‌پیچ القا (کویل) به دور قطر بوته پیچیده شده و تقریباً تمام حجم بوته را پوشش می‌دهد. در نوع کانالی، بوته به یک کانال گرمایش وصل می‌شود که این کانال از درون یک هسته فولادی القایی عبور می‌کند. گرمایش و جریان القایی باعث چرخش مذاب بین بوته و کانال می‌گردد. کوره‌های القایی معمولاً در کنار کوره‌های دیگر به کار رفته و کار نگهداری و رساندن مذاب به فوق ذوب را انجام می‌دهند.

۱- Open-hearth furnace

۲- Rotary furnace



شکل ۲-۳۱. ساختمان کوره القایی بدون هسته. استفاده از این کوره برای ذوب فولاد، چدن، مس و بسیاری از آلیاژهای نقطه ذوب بالا رایج است. سهولت و سرعت ذوب از مزیت‌های این کوره و هزینه بالای تجهیزات، نگهداری و هزینه بالای مصرف برق آن از محدودیت‌های آن است.

■ ۲-۳-۴ عملیات کیفی ذوب

عملیات ذوب بر اساس علم شیمی فیزیک و باهدف این که ذوب دارای میزان معینی از عناصر آلیاژی باشد انجام می‌گیرد. اما دمای بالا و واکنش‌پذیری مذاب باعث تشکیل سرباره، جذب گاز و ناخالصی می‌شود. لذا پس از ذوب بار در کوره لازم است عملیاتی برای حذف آخال^۱، حذف عناصر ناخواسته، حذف گاز و حذف

۱- Inclusion - ناخالصی غیرفلزی

سرباره^۱ و کف باره^۲ انجام گیرد که به آن عملیات فلز مذاب^۳ یا عملیات کیفی ذوب گفته می‌شود. این عملیات شامل مراحل زیر است:

▶ فلاکس زنی^۴: برای حذف آخال، حذف گاز، حفظ عناصر، روان‌سازی سرباره و تمیزکاری انجام می‌شود. فلاکس به صورت یک ترکیب فعال (مانند سنگ آهک برای حذف گوگرد از فولاد کوره قوس یا بوراکس برای حفظ روی در مس) به مذاب افزوده می‌شود.

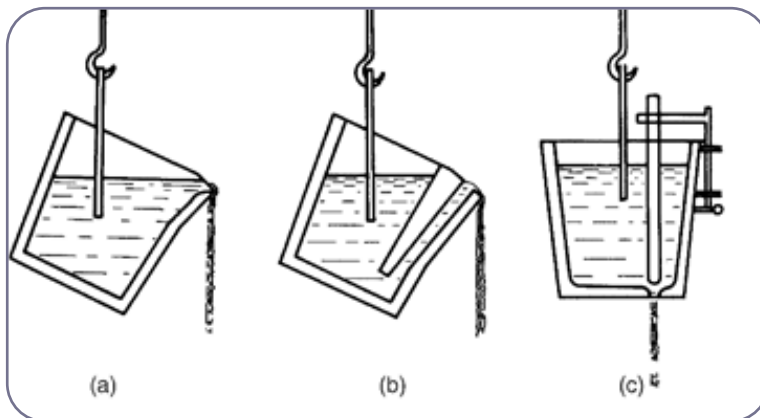
▶ گاززدایی^۵: مانند دمش نیتروژن یا آرگون برای حذف هیدروژن از مذاب آلومینیم

▶ تصفیه^۶ یا فیلتراسیون مانند عبور مذاب از صافی سرامیکی برای حذف آخال

▶ سرباره گیری^۷ و کف‌زدایی^۸.

▶ نگهداری و تحویل مذاب، شامل کوره نگه‌دارنده^۹، ناودانی^{۱۰}، پاتیل^{۱۱}، تاندیش^{۱۲}، نازل و غیره

▶ جوانه زایی^{۱۳} مانند افزودن فروسیلیسیم به چدن برای گرافیت‌زایی یا افزودن تیتانیم - بور به آلومینیم برای ریزدانه‌کردن



شکل ۳۲-۲. پاتیل‌های بارریزی (الف) لب ریز (ب) قوری (پ) کف ریز.

۱- Slag

۲-Dross

۳- Molten-metal treatment

۴- Fluxing

۵- Degassing

۶- Filtration

۷- Deslagging

۸- Drossing

۹- Holding Furnace

۱۰-Lauder

۱۱- Ladle

۱۲- Tundish

۱۳- Inocualtion

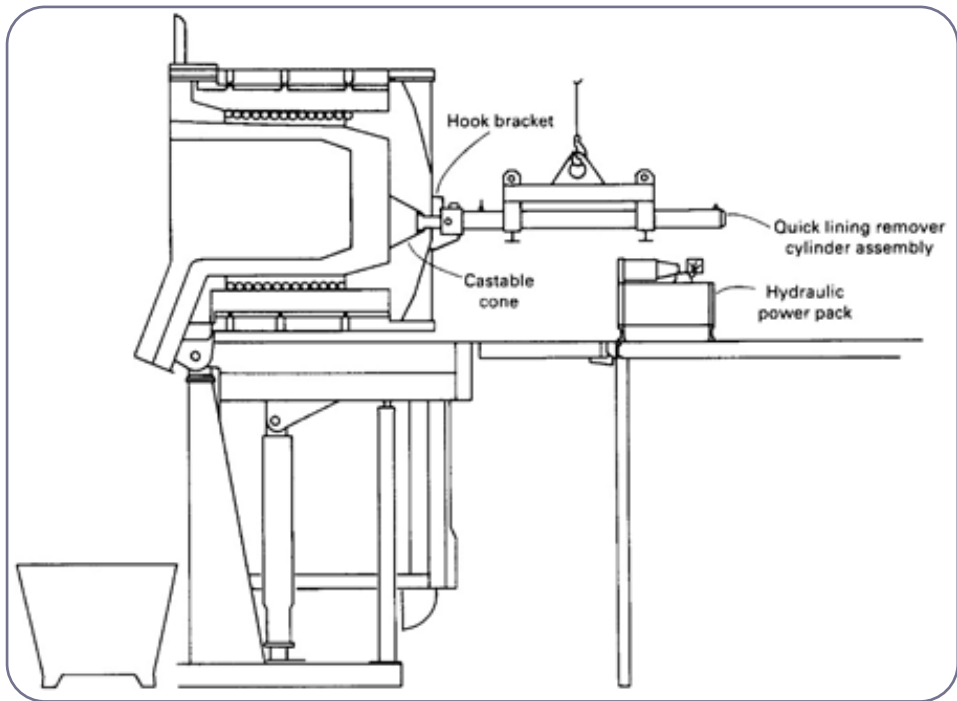
■ ۵-۳-۲ نسوزکاری کوره

دیواره نسوز کوره^۱، همواره در معرض نیروهای فرساینده است؛ وزن ذوب، شوک‌های گرمایی، فرسایش مکانیکی جریان ذوب، فرسایش شیمیایی سرباره و مذاب، رسوب ترکیبات سرامیکی، ضربه و تخریب باردهی شمش و قراضه، ارتعاشات و شوک‌های مکانیکی حرکت هیدرولیک تخلیه کوره است. به همین خاطر پس از مدتی از ضخامت نسوز کم می‌شود یا غیر یکنواخت شده و رسوب می‌بندد و ظرفیت کوره را می‌گیرد، که هر دو حالت بازده گرمایی و ذوب را به شدت پایین می‌آورند. همچنین ممکن است در نسوز آسیب به شکل ترک، شیار، تخریب، حفره، تاول یا سوراخ پدید آید که می‌تواند به کوره آسیب بزند یا خطرات بزرگ‌تر به همراه داشته باشد. از این رو نسوز کوره اهمیت دارد و عملیات نسوزکاری در تناوب‌های مشخص انجام می‌شود. برای کوره‌های عظیم یا کوره‌های بسیار کوچک عملیات نسوزکاری ممکن است هر چند سال یک بار انجام گیرد. اما برای کوره‌های متوسط پرکاربرد، به ویژه کوره‌های القایی ممکن است عملیات نسوزکاری به دو بار در هر هفته برسد.

برای نسوزکاری کوره از مواد نسوز به صورت جرم ریختنی، پودر کوبشی، آجر، ورق و الیاف نسوز ممکن است استفاده شود. برای کوره‌های بسیار بزرگ یا کوره‌های کوچک خاص از آجرهای نسوز پخته شده استفاده می‌کنند و روی آن‌ها را با جرم نسوز می‌پوشانند. دیوارهای نسوز آجری پرهزینه هستند و عمرهای چندساله دارند. برای کوره‌های متوسط پرکاربرد که امکان تخریب زیاد است از پودر نسوز کوبشی و تف جوشی (سینتر) آن با مشعل یا گرمای خود کوره استفاده می‌کنند.

عملیات نسوزکاری (نسوزکوبی) یک کوره‌های القایی در سه مرحله انجام می‌شود:

۱. تخلیه نسوز قبلی
 ۲. عایق‌بندی، قالب‌گیری و نسوزکوبی
 ۳. تف جوشی نسوز با مشعل، مذاب و یا گرمایش کوره
- برخی از کوره‌ها تجهیزات هیدرولیک برای تخلیه نسوز و جرم کوبی دارند. شکل ۲۶-۲ یک کوره القایی را در هنگام عملیات نسوزکاری نشان می‌دهد.



شکل ۳۳-۲. عملیات نسوزکاری کوره القایی و دستگاه تخلیه نسوز کهنه.

۲-۴ شمش‌ریزی

■ ۲-۴-۱ شمش‌ها

شمش‌ها محصولات ریختگی اولیه هستند که هنوز به شکل محصول نهایی درنیامده‌اند. بنابراین در پایین‌دست ریخته‌گری، عملیات دیگری برای شکل‌دهی روی آن‌ها انجام خواهد شد (ب). دودسته عملیات ممکن است روی شمش‌ها انجام شود؛ ذوب دوباره یا شکل‌دهی مکانیکی. شمش‌هایی که برای ذوب دوباره ساخته می‌شوند در دسته شمش ریختگی^۱ قرار می‌گیرند و با کدهای استاندارد متفاوت شناخته می‌شوند. شمش‌هایی که برای تغییر شکل به روش کار مکانیکی تولید می‌شوند، شمش کارپذیر^۲ خوانده می‌شود و حساس‌تر از شمش ریختگی است. زیرا شمش ریختگی با تمام عیوب احتمالی دوباره ذوب می‌شود. اما اگر ترک، ناهمگنی، یا عیب دیگری در ساختار انجمادی شمش کارپذیر باشد در فرآیندهای پایین‌دست یا در محصول نهایی مشکل‌ساز خواهد شد. شمش‌های کارپذیر بسته به تعداد سفارش ممکن است به صورت ریخته‌گری

۱- Cast Alloy

۲- Wrought Alloy

تک بار^۱ یا ریخته‌گری پیوسته^۲ تولید شوند. مثلاً شمشال فولاد آلیاژی برای ساخت غلتک شکل ۲۷-۲ (الف)، ممکن است ده عدد (۱۰۰۰ تن) در سال تقاضا داشته باشد و لذا به صورت تک بار در قالب فلزی (کوکیل) ریخته می‌شود. درحالی‌که سفارش تختال فولاد برای نورد ورق بدنه خودرو (شکل ۲۷-۲ب) می‌تواند بیش از یک میلیون تن در سال باشد. تنها راه رسیدن به این عدد، یک ماشین ریخته‌گری پیوسته است که تمام سال بدون توقف با سرعت ۲ تن بر دقیقه (حدود ۶۰ cm/min) تختال تولید کند.



(الف)



(ب)

شکل ۳۴-۲. (الف) شمشال به دست آمده از ریخته‌گری تک بار قطر ۲ متر (ب) تختال تولید شده به روش ریخته‌گری پیوسته

۱- Ingot Casting

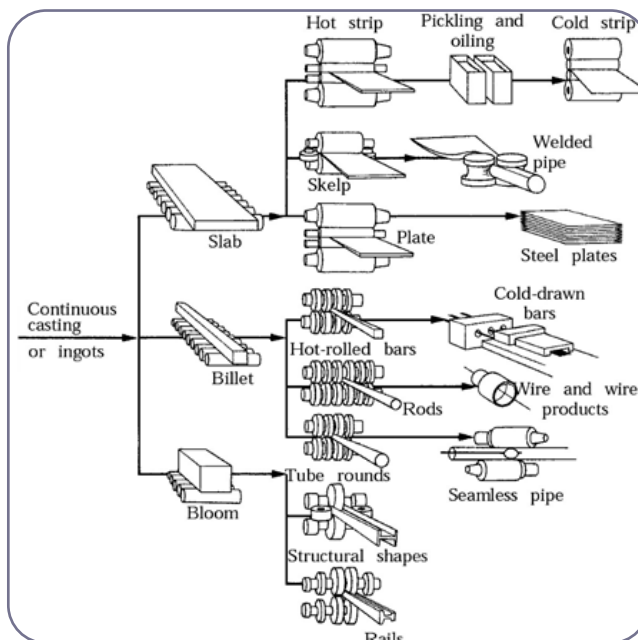
۲- Continuous Casting

شمش‌های کاربردی با توجه به کار مکانیکی که در پایین دست روی آن‌ها انجام می‌گیرد، شکل مقطع گوناگون دارند. انواع مقاطع ریخته‌گری به نسبت بزرگ را می‌توان در سه گروه دسته‌بندی کرد:

▲ تختال (اسلب)^۱: در مقطع این شمش نسبت عرض به ضخامت بسیار بزرگ است. تختال در پایین دست زیر غلتک نورده‌رفته و به ورق یا فویل تبدیل خواهد شد. اگر ضخامت شمش از ۱۰ cm کوچک‌تر باشد، به آن تختال نازک گفته و اگر عرض (و ضخامت) آن کوچک باشد، آن را تسمه می‌نامند.

▲ شمشال (بیلت)^۲: مقطع این شمش گرد است یا ضلع‌های هم‌اندازه دارد (مانند مربع، شش ضلعی یا هشت ضلعی منظم). شمشال در پایین دست اکستروژن، پتکاری (فورج)، کشش یا نورد شده و به شکل لوله، میله، مفتول یا مقاطع گوناگون (پروفیل قوطی، نبشی و غیره) درمی‌آید. اگر قطر یا ضلع شمشال از ۱۰ cm کوچک‌تر شود میله^۳ نامیده می‌شود و به فرایند تولید آن میله ریزی^۴ گویند.

▲ شمشه (بلوم)^۵: در مقطع این شمش ضلع‌ها نزدیک به هم اما نامساوی هستند (مثل مستطیل). شمشه‌ها نورد می‌شوند و به شکل مقاطع مثل تیر یا ریل درمی‌آیند. در این دسته ممکن است مقطع شمش شبیه به تیر یا ریل نهایی باشد که به آن تیر خام^۶ می‌گویند.



شکل ۳۵-۲. شمش کاربردی با سطح مقطع مختلف ریخته می‌شوند که سه گروه آن‌ها بسیار رایج است.

۱- Slab

۲- Billet

۳- Rod

۴- Rod Casting

۵- Bloom

۶- Beem Blank

■ ۲-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته فولاد

ماشین ریخته‌گری پیوسته^۱ یک سازه عظیم است که به‌طور مداوم ذوب را تحویل گرفته و شمش جامد با مقطع مشخص تولید می‌کند. ظرفیت تولید چنین ماشینی می‌تواند به بیش از ۱.۵ میلیون تن در سال برسد. در فرآیند ریخته‌گری پیوسته عملیات زیر انجام می‌شود:

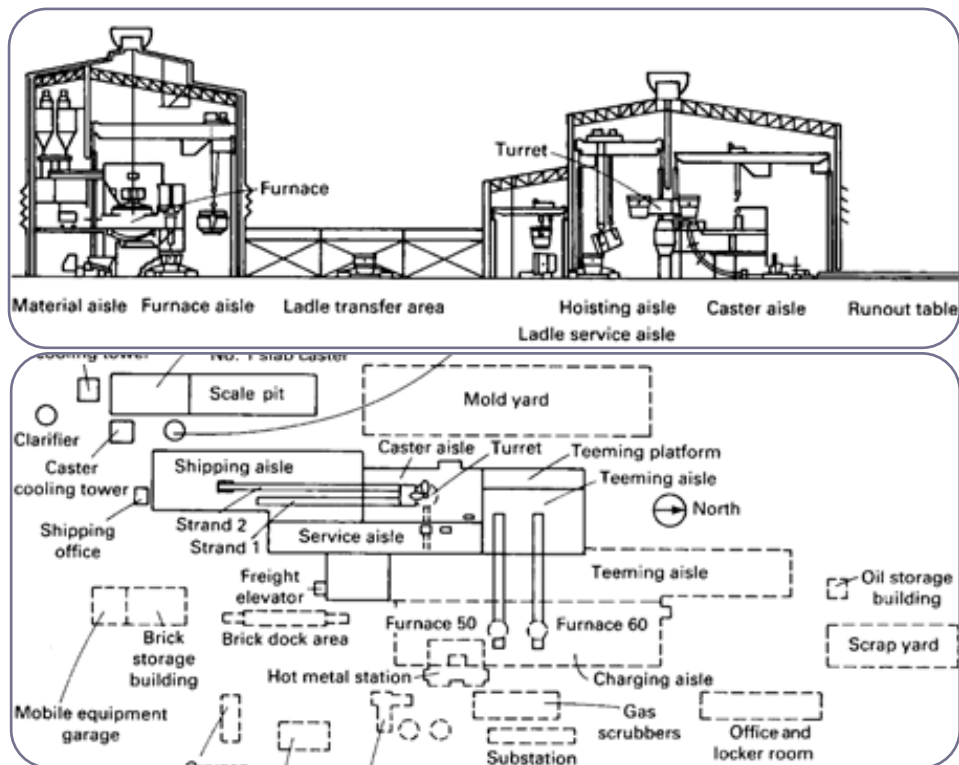
- ▶ انتقال ذوب به خط ریخته‌گری
 - ▶ جریان مذاب از درون تاندیش به قالب ریخته‌گری
 - ▶ شکل‌گیری مقطع شمش در قالب مسی آب سرد
 - ▶ خروج پیوسته مقطع شمش از قالب
 - ▶ سرمایش شمش با افشانه‌های آب و استخراج گرمای نهان ذوب تا انجماد کامل مقطع
 - ▶ برش مقطع شمش با طول‌های مشخص و برداشت آن
- ماشین ریخته‌گری پیوسته معمولاً با دو رشته (استرند)^۲ شمش موازی (با دو قالب ریخته‌گری) کار می‌کند. یک تاندیش^۳ کار تأمین پیوسته مذاب و توزیع آن در قالب‌ها را انجام می‌دهد. مذاب به کمک پاتیل و جرثقیل از کارگاه ذوب^۴ به کارگاه ریخته‌گری منتقل می‌شود.

۱- CCM - Continuous Casting Machine

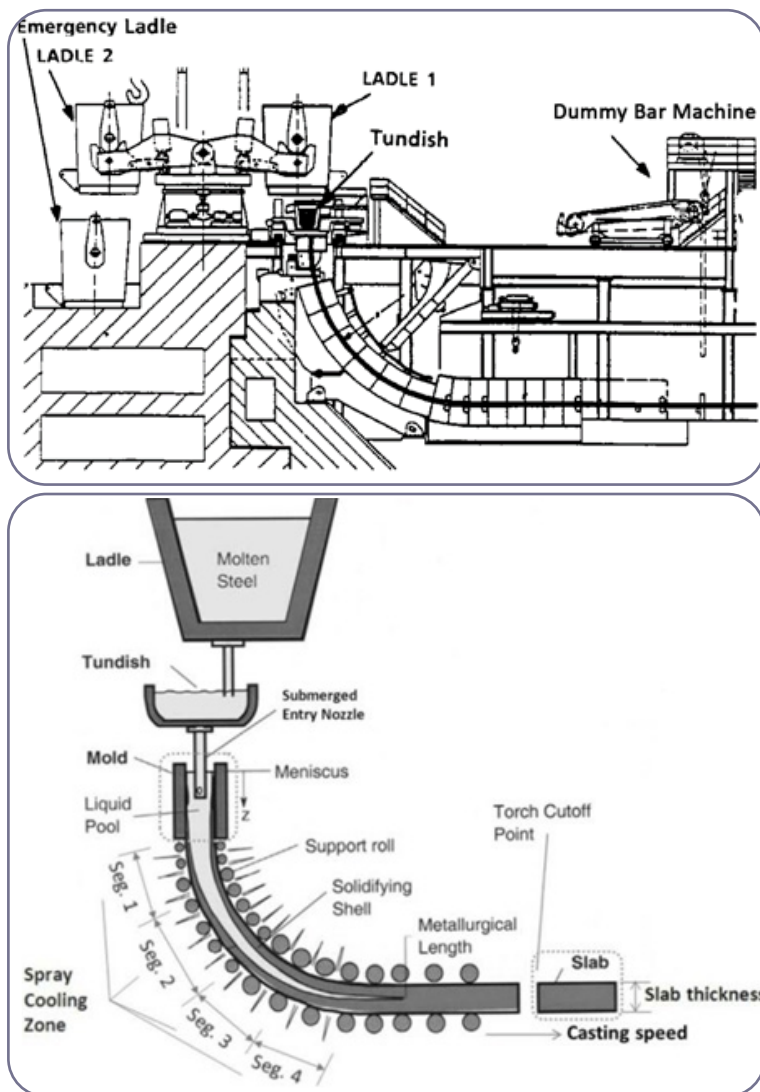
۲- Strand

۳-Tundish

۴- Hot metal station ایستگاه ذوب



شکل ۳۶-۲. نقشه کارخانه ریخته‌گری پیوسته فولاد. بالا: کارگاه ذوب در چپ و کارگاه ریخته‌گری در راست. پایین: جانمایی کارگاه‌ها. در شکل بالا مقطع روبروی ساختمان ریخته‌گری پیوسته نشان می‌دهد که کوره‌ها در کارگاه ذوب، درون پاتیل‌های بزرگ تخلیه شده و پاتیل‌ها از راه ریل یا جرثقیل به کارگاه ریخته‌گری منتقل می‌شود. از آنجا که ریخته‌گری پیوسته است، به‌طور مداوم به مذاب نیاز است. لذا یک تاندیش Tundish بزرگ به‌صورت مخزن روی قالب ریخته‌گری قرار می‌گیرد تا در هنگام تعویض پاتیل مذاب، جریان مذاب به قالب پیوسته برقرار باشد. کار تعویض پاتیل را یک برج چرخان Turret در بالای تاندیش انجام می‌دهد. هنگامی که یک پاتیل در حال تخلیه است، پاتیل خالی از روی برج چرخان برداشته شده و پاتیل پر به‌جای آن قرار می‌گیرد. در نقشه جانمایی (شکل پایین) سمت راست زمین قراضه scrap yard، در وسط راهروی باردهی کوره charging aisle با دو کوره قوس ۵۰ و ۶۰ تن، در پایین آن تأسیسات تصفیه گاز کوره gas scrubbers، در بالای کوره‌ها راهرو تخلیه ذوب teeming aisle (از پاتیل به تاندیش)، مجاور آن در وسط سکوی ماشین ریخته‌گری Caster aisle، روی آن برج گردان Turret پاتیل، و زیر آن دو رشته Strand تختال ریخته شده و به دنبال آن تأسیسات برش تختال و راهروی ترابری آن Shipping aisle و در بالای ماشین ریخته‌گری کارگاه قالب‌سازی Mold yard دیده می‌شود.



شکل ۳۷-۲. ماشین ریخته‌گری پیوسته CCM معمول برای تولید تختال و شمشال فولادی

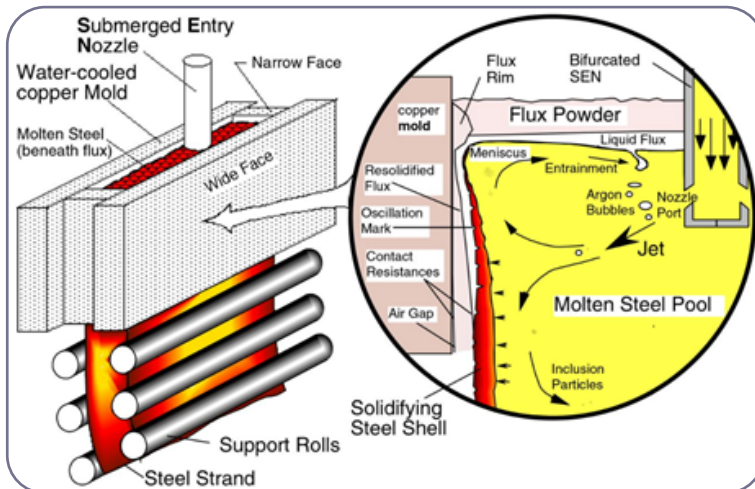
در شروع یک نوبت فرآیند^۱ ریخته‌گری پیوسته فولاد، یک زنجیر یا میله اتصال^۲ کف قالب مسی را می‌بندند. مذاب از طریق یک نازل ورودی غوطه‌ور^۳ (SEN) از تاندیش به قالب جریان می‌یابد. با شروع انجام مذاب در قالب، میله اتصال، مقطع منجمد را با سرعت ریخته‌گری در حدود 1 m/min به بیرون (پایین) کشیده و بین غلتک‌ها راهنمایی می‌کند تا شمش به سکوی برش برسد. در پی آن ریخته‌گری به‌طور

۱- Sequence

۲- Dummy bar

۳- SEN – Submerged Entry Nuzzle

پیوسته ادامه می‌یابد و شمش به طور پیوسته از سکوی برش تخلیه می‌گردد. این نوبت ریخته‌گری تا به پایان رسیدن سفارش ذوب، یا محدودیت‌های فنی (مانند عمر نسوز تاندیش یا عمر قالب ریخته‌گری) ممکن است تا چند ده ساعت به طول بیانجامد. در زیر قالب سازه‌ی عظیمی جعبه‌های غلتک خنک‌کننده و افشانه‌های آب را به صورت منحنی نگاه می‌دارد. در این فاصله مغز شمش هنوز مذاب است و حدود ۱۵ m تا ۳۰ m طول می‌کشد تا مقطع شمش به طور کامل منجمد شود. پس از انجماد کامل و رسیدن مقطع شمش به وضعیت افقی، یک سکوی متحرک رو شمش قفل می‌شود و با مشعل هوا شمش را برش می‌زند.



شکل ۳۸-۲. قالب مسی (کریستالیزاتور) ریخته‌گری پیوسته فولاد و پدیده‌های فیزیکی درون آن

■ ۳-۴-۲ ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (DC) آلیاژهای آلومینیم و مس

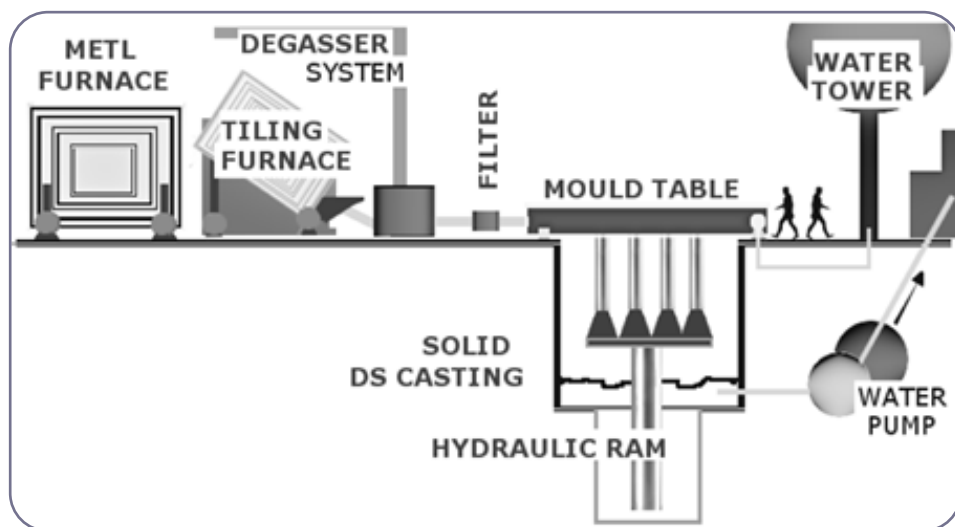
برای ریخته‌گری پیوسته آلیاژهای آلومینیم و مس، از روش ریخته‌گری نیمه‌پیوسته (تبرید مستقیم) یا DC^۱ استفاده می‌شود. این روش شبیه به ریخته‌گری پیوسته عمودی است، با این تفاوت که به جای سازه چندطبقه‌ای شکل ۳۷-۲، ماشین ریخته‌گری در سطح زمین و روی یک چاهک ۲۰-۶ متری (شکل ۳۹-۲) قرار دارد. در ریخته‌گری دمسرد، مذاب کوره از راه یک ناودانی^۲ به یک میز نسوز (به نام صفحه DC) جاری می‌شود. قالب‌های ریخته‌گری در زیر حفره‌های میز نسوز (صفحه DC) نصب شده است. صفحه نسوز مذاب را به سری قالب‌های نصب شده توزیع می‌کند. قالب‌ها در ابتدا از زیر توسط کف‌بند^۳ هیدرولیک بسته‌شده است. در هر نوبت ریخته‌گری DC شمش با طول محدود ۱۵-۳ m ریخته می‌شود و به درون چاهک سرمایش می‌رود. سپس جریان ذوب متوقف می‌گردد، صفحه DC از جلی خود بلند شده

۱- Direct-Chill Casting

۲- Launder

۳- Bottom block

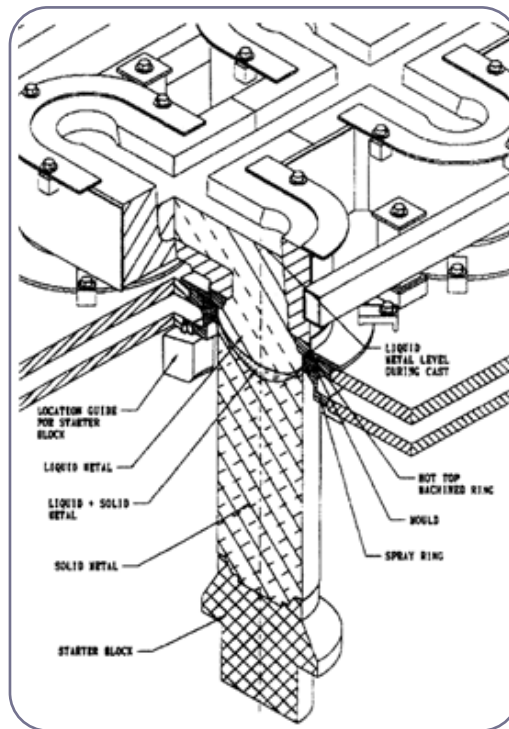
و شمش ریخته شده از چاهک خارج می‌شود. لذا فرایند ریخته‌گری دم‌سرد (DC) با توالی^۱ کوتاه و منظم به طور نیمه‌پیوسته انجام می‌گیرد. اما دلیل نامگذاری دم‌سرد یا تبرید مستقیم^۲ به مکانیزم سرمایش مذاب توسط خود شمش جامد باز می‌گردد. در این روش طول قالب DC کوتاه‌تر از قالب‌های ریخته‌گری پیوسته فولاد است (۲۰ cm یا کمتر) و شمش خروجی به کمک افشانه‌های آب در خروجی قالب، با لایه‌ی از آب روان روی سطح آن سرد می‌شود. این روش تنها برای آلیاژهایی مناسب است که رسانش گرمایی بالا داشته باشند و بتوانند جریان گرمای حوضچه مذاب را از طول شمش به آب جاری روی سطح منتقل کنند. این امکان برای آلیاژهای آهنی وجود ندارد، اما در آلیاژهای آلومینیم و مس به خوبی انجام‌پذیر و بسیار رایج است. رسانش بالای آلومینیم و مس باعث می‌شود که حوضچه مذاب توسط خود شمش جامد سرد شود. به همین دلیل عمق حوضچه مذاب کوتاه است.



پشکل ۳۹-۲. نمایی از کارگاه ریخته‌گری دم‌سرد DC آلومینیم

۱- Sequence

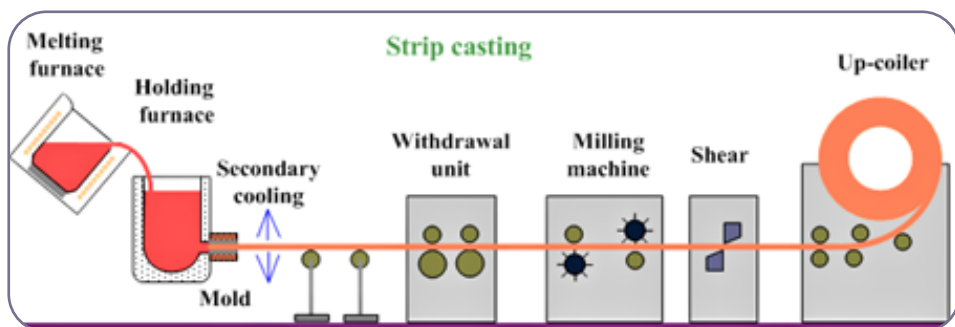
۲- Direct-Chill



شکل ۴۰-۲. صفحه و قالب ریخته‌گری دهمرد DC برای تولید شمشال و تختال آلیاژهای آلومینم و مس

■ ۴-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته افقی آلیاژهای مس

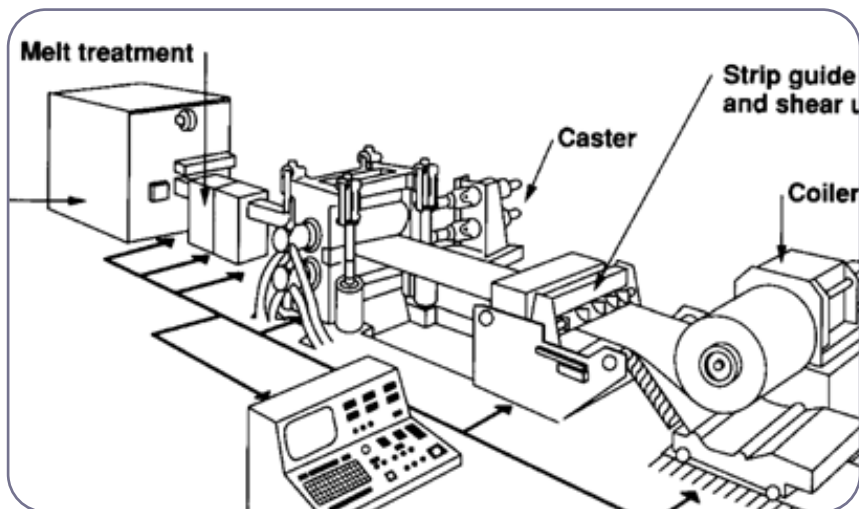
در ریخته‌گری پیوسته افقی، نسبت به روش عمودی، کار نگهداری و اداره شمش و دسترسی به تجهیزات آسان‌تر است و طول خط و خطرات فرآیند کاهش می‌یابد. این روش برای بسیاری از آلیاژها آزموده شده و برای آلیاژهای مس به‌طور رایج استفاده می‌شود. شکل ۳۳-۲ نمایی از تجهیزات خط ریخته‌گری پیوسته افقی مس (فن‌آوری ورتلی^۱) را نشان می‌دهد. قالب ریخته‌گری از گرافیت ساخته شده و به بوته نگه‌دارنده مذاب متصل شده و توسط سیستم سرمایش آبگرد خنک می‌شود. در روش افقی به دلیل اثر گرانش و نشست شمش درون قالب، انتقال گرما در قالب ریخته‌گری غیر یکنواخت شده و به‌سوی پایین جهت‌دار می‌شود. بنابراین جبهه انجماد در این روش متقارن نیست. سرمایش ثانویه بیرون قالب توسط افشانه‌های آب توان و بازدهی بیشتری از سرمایش اولیه درون قالب دارد. سیستم کشش با چرخه‌های تناوبی رفت‌وبرگشت و توقف برنامه‌ریزی می‌شود تا از چسبیدن پوسته منجمد شده به قالب و پیدایش عیوب سطحی در شمش (یا ورق) جلوگیری کند.



شکل ۴۱-۲. نمای ماشین ریخته‌گری پیوسته افقی برای تولید شمشال و تسمه آلیاژهای مس

■ ۵-۴-۲ ریخته‌گری پیوسته میله، تسمه و ورق

ایده ریخته‌گری پیوسته ورق از مذاب در ۱۸۵۷م توسط بسمر^۱ برای فولاد طرح شد و پژوهش‌ها برای ورق‌ریزی فولاد در مقیاس صنعتی هنوز ادامه دارد. اما روش ریخته‌گری پیوسته دوغلتکی^۲ افقی برای تولید ورق آلومینم در صنعت رایج شده و منبع اصلی تولید مواد اولیه فویل‌های آلومینیم است. در این روش مذاب توسط یک تاندیش یا شانه پخش‌کننده سرامیکی به فاصله بین دو غلتک تحویل داده می‌شود. فرآیند توسط دو متغیر اصلی سرعت غلتک و فاصله نازل تاندیش از نقطه خروج ورق تنظیم می‌شود.

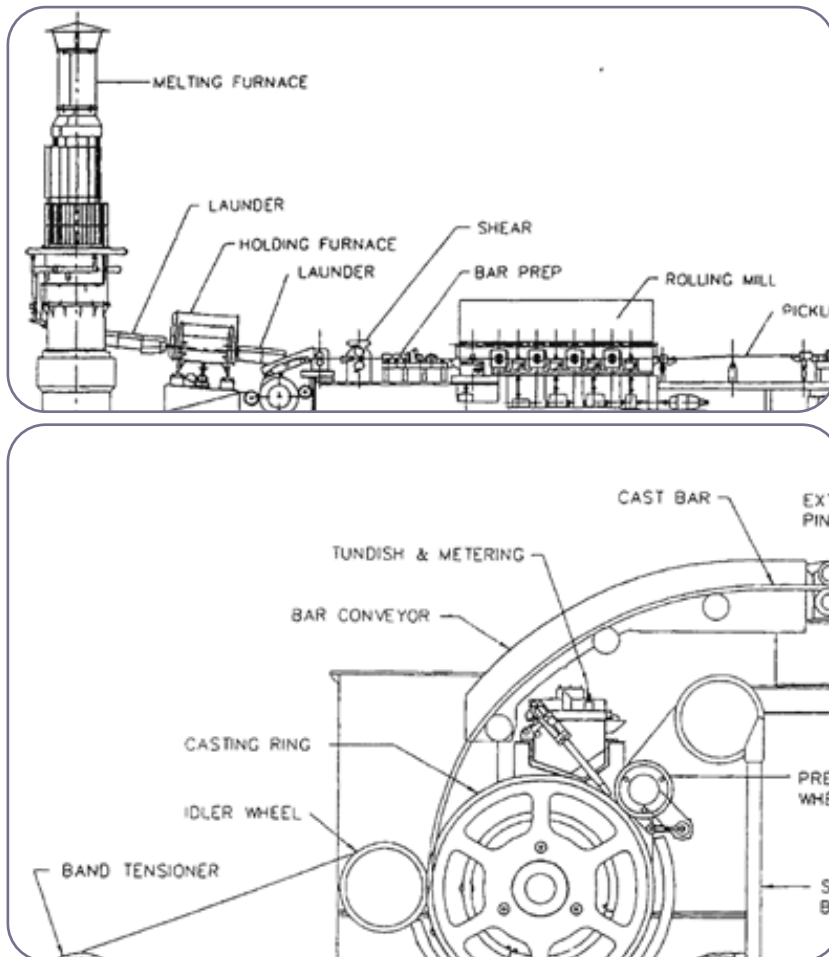


شکل ۴۲-۲. ماشین ریخته‌گری پیوسته دوغلتکی ورق آلومینیم

۱- Henry Bessemer

۲- Twin-roll continuous strip casting

برای تولید میله‌های و تسمه‌های آلیاژهای غیرآهنی، پراپرزی مخترع ایتالیایی یک ماشین ریخته‌گری ساخت که به جای قالب ریخته‌گری یک سیستم چرخ و تسمه را به کار می‌برد و به‌طور پیوسته میله تولید می‌کرد. به دنبال آن و با پیشرفت سیستم قالب چرخ و تسمه، ماشین ریخته‌گری پیوسته میله SCR (شکل ۴۳-۲) رایج شد که عملیات ذوب، نگهداری ذوب، ریخته‌گری، نورد، تاب و پیچیدن میله را انجام می‌دهد. از این ماشین برای تولید میله‌ها و تسمه‌های آلومینیم، مس، سرب و دیگر آلیاژهای غیرآهنی استفاده می‌شود.



شکل ۴۳-۲. ماشین ریخته‌گری پیوسته میله SCR (سیستم چرخ و تسمه) برای تولید میله و تسمه آلیاژهای آلومینیم و مس

فصل سوم

مخاطرات محیط کار ریخته‌گری

مخاطرات محیط کار ریخته‌گری

هنگامی که فردی وارد یک کارگاه ریخته‌گری می‌شود، پرسش‌هایی از ذهنش می‌گذرد و نگرانی‌هایی با او همراه خواهد بود؛ آیا اینجا ایمن است؟ تا چه فاصله‌ای می‌توان به کوره و مذاب و دیگر تجهیزات نزدیک شد؟ آیا این دود و بویی که در فضا هست سمی است؟ آیا وسایل ایمنی کامل و کافی است؟ تا چه حد سلامت و ایمنی افراد تضمین شده است؟ آیا هشدارها و علائم ایمنی کافی است؟ آیا افرادی که کار می‌کنند از تمامی خطرات آگاه هستند؟ آیا به اندازه کافی آموزش دیده‌اند؟ آیا ممکن است خطری وجود داشته باشد که از آن بی‌خبرم؟ آیا ممکن است خطری باشد که کارگران از آن بی‌خبرند یا به آن توجه نکرده‌اند؟ هنگام کار چه نکاتی را برای ایمنی و سلامت خود باید در نظر داشته باشم؟ اگر حادثه‌ای پیش آید چه باید کرد؟



شکل ۱-۳. هنگامی که فردی وارد یک کارگاه ریخته گری می شود، با خود می پرسد آیا اینجا ایمن است؟!

از کجا اطلاعات بگیرم و از که بپرسم؟ مدیران کارخانه، برای ایمنی و سلامت محیط کار چه تمهیداتی اندیشیده اند و چه اقداماتی کرده اند؟

برای پاسخ به پرسش های بالا، لازم است هر فردی که با فرآیندهای ریخته گری سروکار دارد، از مقررات ایمنی و ضوابط سلامت محیط کار در ریخته گری آگاه باشد. ریخته گری پیشنهادی ای دراز دارد و حوادث پرشماری در تاریخ آن ثبت گردیده است. در مورد ضرورت و اولویت ایمنی و سلامت کارکنان، چه در کارگاه های درون کارخانه و چه در زیست بوم بیرون از کارخانه، جای هیچ تردید و درنگ نیست. اولین گام در

علم ایمنی و سلامت محیط کار، شناسایی مخاطرات و سپس بررسی و ارزیابی ریسک مخاطرات می‌باشد. در این فصل به این پرسش مهم پرداخته خواهد شد که مخاطرات ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری چه هستند و کدام یک، در کجا و چه زمانی در یک کارگاه ریخته‌گری وجود دارند.

۱-۳ مخاطرات عمومی محیط کار

برای شناخت و درک درست مخاطراتی که در محیط کار ریخته‌گری وجود دارد، بهتر است آشنایی قبلی از مخاطرات عمومی ایمنی و سلامت محیط کار حاصل شده باشد. چنانچه آشنایی قبلی برای خواننده وجود ندارد، بخش حاضر مخاطرات عمومی ایمنی و سلامت کار را به‌طور مختصر معرفی می‌کند. در مباحث ایمنی، طبق تعریف، مخاطره شرایطی است که امکان آسیب به افراد (نقص سلامت، جراحت یا مرگ)، یا خسارت به تجهیزات، ساختمان‌ها یا مواد، یا افت کارایی یک فرآیند، یا ضرر به زیست‌بوم را داشته باشد.^۱ مخاطرات سلامت و ایمنی محیط کار بی‌شمار هستند و در گروه‌های متنوعی از جمله مخاطرات مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی، برق، بیولوژیکی، ارگونومی و روانی دسته‌بندی می‌شوند. برخی از استانداردها بسته به دامنه تعریف خود، خطر را محدود به انسان معرفی می‌کنند؛ خطر شرایطی است که احتمال آسیب به شکل جراحت، نقص سلامت یا مرگ داشته باشد. از دیدگاه صدمه و آسیب‌هایی که ممکن است به افراد وارد شود، مخاطرات ممکن است به دسته‌های مخاطرات سوختگی، تنفسی، پوستی، بینایی، شکستگی و کوفتگی، مفصلی، شنوایی، خستگی و روانی و غیره تقسیم‌بندی شوند. اما چنانکه بیان شد، مخاطرات نه تنها شامل صدمه به سلامت افراد، بلکه شامل آسیب به زیست‌بوم و خسارت به کسب‌وکار نیز می‌شود. به همین دلیل دسته‌بندی مخاطرات بر اساس منشأ تولید آن‌ها کاربرد عمومی‌تر دارد و پذیرفته‌تر است. آتش و انفجار نیز به‌خودی‌خود توانایی تخریب و آسیب زیاد دارند؛ اما بیش از آنکه یک خطر شمرده شوند، معمولاً خود یک حادثه به‌شمار می‌روند (مخاطرات در شرایط معمول کار وجود دارند و قابل بررسی هستند، درحالی‌که بروز آتش و انفجار اغلب غیرمعمول است). در برخی موارد، بسته به نوع و مقیاس فرآیند، ممکن است شدت معینی از آتش و انفجار در بخشی از فرآیند وجود داشته باشد و تنها به‌عنوان مخاطرات شناخته شود. برای نمونه، ممکن است انفجار یک محفظه روغن کوچک در ماشین بزرگ خردکن قراضه^۲ معمول باشد، درحالی‌که انفجار همان قطعه در کوره القایی، یک حادثه نایب به‌شمار می‌رود. بنابراین ضروری است که مخاطرات بسته به نوع و مقیاس فرآیند شناسایی و بررسی گردد.

۱- وبسایت اداره کل بازرسی کار، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی <https://bazresikar.mcls.gov.ir/fa/question>



شکل ۲-۳. نشان‌هایی از مخاطرات عمومی هنگام کار. لغزش، پاکیز و سقوط در یک کارگاه ریخته‌گری ریسک ایمنی بالایی دارد.

می‌توان گفت تمامی انواع مخاطرات ایمنی محیط کار در صنایع مختلف، در یک کارخانه کوچک ریخته‌گری وجود دارند. مخاطراتی که در سقوط مصالح در یک کارگاه ساختمانی، یا در مواد سمی شیمیایی یک کارخانه مواد شوینده، یا در ذرات معلق هوای یک معدن زیرزمینی، یا در قطع برق در تأسیسات یک سیکل ترکیبی، یا در نشت آب در یک راکتور هسته‌ای هست به‌طور مشابه با ریسک کمتر یا بیشتر در یک کارخانه ریخته‌گری وجود دارد. پیش از آنکه به شناسایی این مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری پرداخته شود لازم است، مخاطرات ایمنی محیط کار به‌طور کلی و مستقل از فرآیندهای ریخته‌گری معرفی شوند. در این کتاب، به‌منظور اینکه تمام انواع مخاطرات در یک دسته‌بندی کلی و ساده پوشش داده شود و شمار زیاد موضوعات و مخاطرات، باعث نشود که رویکرد و نگاه کلی به موضوع ایمنی تحت تأثیر قرار گیرد، انواع مخاطرات در چهار دسته اصلی دسته‌بندی می‌شوند:

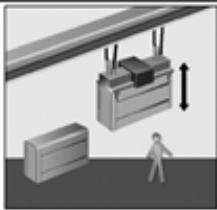
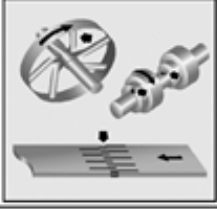
- ▶ مخاطرات مکانیکی و ارگونومی
- ▶ مخاطرات فیزیکی و برق
- ▶ مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی
- ▶ مخاطرات روانی

■ ۱-۱-۳ مخاطرات مکانیکی و ارگونومی

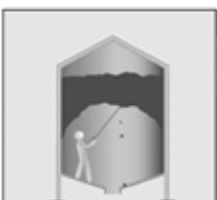
مخاطرات مکانیکی شامل نیروهای مکانیکی، لغزش، برخورد، پاگیر، سقوط، پرتاب و اشیاء خطرناک و حادثه‌آفرین هستند. این مخاطرات در ماشین‌آلات (مانند دستگاه‌های پرس و برش، لیفتراک، تجهیزات هیدرولیک، نیوماتیک و غیره)، اشیاء برنده و تیز (تیغه‌ها، اره‌ها، ابزار، لبه‌ها و غیره)، سقوط وسایل و مواد (بالابرها، جرثقیل، تخلیه بار و غیره)، ناهمواری و لغزش روی زمین (راه‌پله، سکوها، گودال‌ها، زمین روغنی یا مرطوب و غیره)، مکان‌های خطرناک (مسیر عبور ماشین، حریم دستگاه‌ها، مسیر خط تولید و عبور مواد و غیره) و مشابه آن وجود دارد. معمولاً بیشترین آمار حوادث ناگوار در محیط کار مربوط به این دسته از مخاطرات است.

به‌طور معمول جراحات‌های گزارش‌شده از کارگران کارگاه ریخته‌گری بیشتر شامل کوفتگی و ضرب‌دیدگی دست و پا، به خاطر ضربه خوردن، افتادن، و شکستگی عضو ناشی از گیرکردن در ماشین یا سقوط وسایل بوده است.

مخاطرات ارگونومی را شرایطی از قبیل قرارگیری بدن در وضعیت نامناسب، حمل بار سنگین یا نامتعادل توسط فرد، حالت‌های حرکتی نامناسب بدن (بالا بودن دست از کتف، دراز بودن دست در هنگام کار)، میز و صندلی و نمایشگر نامناسب، تکرار زیاد حرکت توسط یک عضو، یا فشار زیاد به ستون فقرات و مفاصل‌ها به هر شکل تشکیل می‌دهند. اگرچه ممکن است به این مخاطرات توجه کافی نشود، اما پس از مدت کوتاهی، دردهای ستون فقرات، کمر، مفاصل‌ها و خستگی زود هنگام را به همراه دارند که می‌توانند منشأ حواس‌پرتی و حوادث دیگر باشند.

	Origin cutting parts Potential consequences - cutting - severing		Origin falling objects Potential consequences - crushing - impact
	Origin moving elements Potential consequences - crushing - impact - shearing		Origin moving elements (three examples) Potential consequences - drawing-in - friction, abrasion - impact
	Origin gravity, stability Potential consequences - crushing - trapping		Origin approach of a moving element to a fixed part Potential consequences - crushing - impact
	Origin rotating or moving elements (three examples) Potential consequences - severing - entanglement		Origin moving elements Potential consequences - crushing - friction, abrasion - impact - severing
	Origin live electrical parts Potential consequences - electric shock - burn - puncture - scald		Origin objects or materials with a high or low temperature Potential consequences - burn
	Origin vibrating equipment Potential consequences - osteo-articular disorder - vascular disorder		Origin noisy manufacturing process Potential consequences - fatigue - hearing impairment - loss of awareness - stress

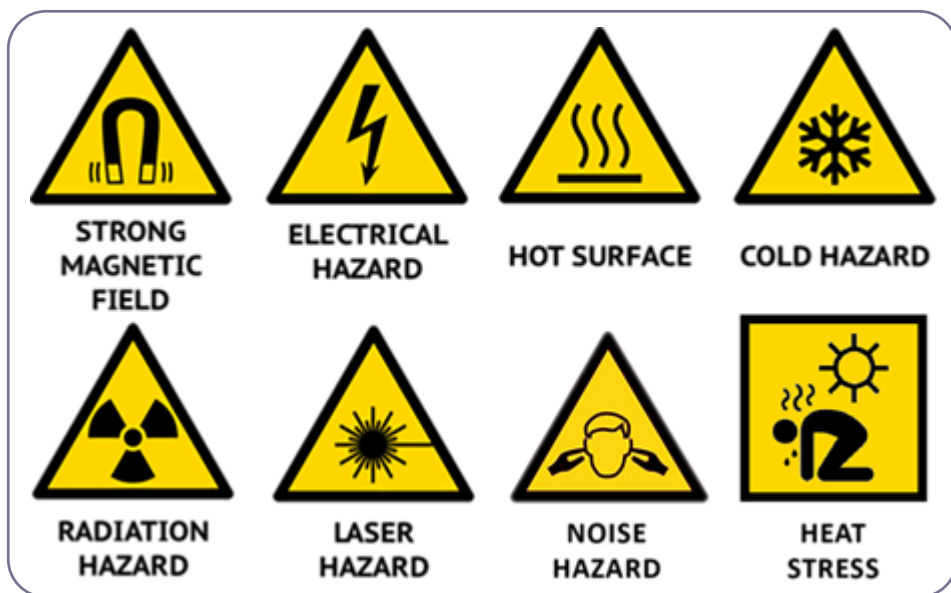
شکل ۳-۳. مخاطرات عمومی محیط کار.

	Origin laser beam Potential consequences – burn – damage to eyes and skin		Origin dust (emissions) Potential consequences – breathing difficulties – explosion – loss of sight
	Origin posture Potential consequences – discomfort – fatigue – musculoskeletal disorder		Origin fumes Potential consequences – breathing difficulties – irritation – poisoning
	Origin location of control devices Potential consequences – any as a consequence of human error – stress		Origin gravity (bulk material solidified) Potential consequences – collapse, falling – crushing – slumping/sagging – suffocation – wedging/jamming

ادامه شکل ۳-۳ مخاطرات عمومی محیط کار.

■ ۳-۱-۲ مخاطرات فیزیکی و برق

مخاطرات فیزیکی مجموعه عوامل فیزیکی مانند گرما و سرما، نور، صدا، ارتعاش، پرتوها و فشار است که می‌تواند خطر ساز و آسیب‌رسان باشد. استرس‌ها و آسیب‌های گرمایی، سوختگی و مشکلات بینایی و شنوایی از عوارض رایج این مخاطرات است. اگرچه این مخاطرات بیشتر به‌عنوان تهدید سلامت و کمتر به‌عنوان تهدید ایمنی شمرده می‌شوند، اما می‌توانند خود منشأ مخاطرات مکانیکی و حوادث ناایمن شوند. استرس‌های گرمایی منجر به سرگیجه و سقوط، تغییر نور شدید منجر لحظه‌ای و برخورد با ماشین‌آلات و آلودگی صوتی منجر به کاهش شنوایی و نشنیدن آژیر خطر تخلیه بار، مثال‌هایی از حوادث با منشأ مخاطرات فیزیکی است.



شکل ۳-۴. مخاطرات فیزیکی و برق

برق با ولتاژ یا شدت جریان بالا به ویژه برق صنعتی منشأ بسیاری از حوادث و آسیب‌های کاری است. مخاطرات برق می‌تواند شامل مواردی چون اتصال کوتاه، آتش‌سوزی، برق‌گرفتگی، سوختگی، تخریب مدار، قطعی برق، خاموشی و توقف‌های حادثه‌ساز، نیروهای الکترومغناطیسی، پرتاب اشیاء و غیره باشد. همچنین میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از برق می‌توانند برای بدن انسان و اشیاء، به ویژه برای افرادی که ایمپلنت‌های پزشکی دارند و سلامت آن‌ها وابسته به اشیاء یا اعضای مصنوعی است، مخاطره‌انگیز باشد.

■ ۳-۱-۳ مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی

مخاطرات شیمیایی شامل دود و دمه‌ها، گازها و بخارهای سمی، اسیدها و محلول‌های شیمیایی زیان‌آور، ذرات معلق (آزبست، سرب، سیمان، غبارها) و مواد محرک است. مخاطرات شیمیایی ممکن است باعث بیماری‌های محیط کار^۱ (مانند بیماری ریوی، التهاب‌ها، سرطان و غیره) و یا حوادث کاری^۲ (مانند آتش‌سوزی، بیهوشی، خفگی، سوختگی و مرگ) شوند.

۱- Occupational disease

۲- Occupational accident

		
Exploding Bomb • Explosives • Self-reactives • Organic Peroxides	Corrosion • Skin corrosion/burns • Eye damage • Corrosive to metals	Flame Over Circle • Oxidizing gases • Oxidizing liquids • Oxidizing solids
		
Gas Cylinder • Gases under pressure	Enviroment • Aquatic toxicity	Skull & Crossbones • Acute toxicity (fatal or toxic)
		
Exclamation Mark • Irritant (eye & skin) • Skin sensitizer • Acute toxicity • Narcotic effects • Respiratory tract irritant • Hazardous to ozone layer (non-mandatory)	Health Hazard • Carcinogen • Mutagenicity • Reproductive toxicity • Respiratory sensitizer • Target organ toxicity • Aspiration toxicity	Flame • Flammables • Pyrophorics • Self-heating • Emits flammable gas • Self-reactives • Organic peroxides

شکل ۵-۳. نگاره‌های سامانه یکپارچه جهانی GHS برای دسته‌بندی و مخاطرات مواد شیمیایی.

مخاطرات بیولوژیکی (میکروبی) شامل میکروب‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها، انگل‌ها و قارچ‌ها هستند که ممکن است به واسطه انتقال از افراد بیمار یا موجودات زنده و یا مواد ورودی آلوده و یا تولید و رشد و انتشار در محل کار به وجود آیند. این مخاطرات در مواد و فلزات بازیافتی که از پسماندهای شهری بازیافت شده‌اند وجود دارند.



شکل ۳-۶. نشان مخاطرات زیستی (باکتری، ویروس، قارچ، انگل، شیرابه و غیره). فلزات و مواد بازیافتی و قراضه‌هایی که از پسماند های شهری بازیافت شده، ویروس، باکتری، قارچ و سایر مخاطرات زیستی دارد.

■ ۳-۱-۴ مخاطرات روانی و عوامل انسانی

مخاطرات کار که پیش از این معرفی شد، منشأ شیئی (جسم یا ماده)^۱ داشت. در محیط کار، هر نوع مخاطره‌ای که منشأ موضوعی^۲ داشته باشد، جزو مخاطرات روانی^۳ شناخته می‌شود. مخاطرات روانی به چگونگی تعریف کار، روش مدیریت کار و زمینه‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی کار مربوط می‌شود. مخاطرات روانی، که منجر به ایجاد فشارهای روانی و عصبی می‌شود، نه تنها می‌تواند بر روان و رفتار فرد اثر بگذارد، بلکه ممکن است فیزیک و کارکرد فرد را نیز تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین می‌تواند باعث ایجاد خستگی در کار، حواس پرتی و یا حادثه‌های ناایمن شود. عوامل مخاطرات روانی عبارتند از:

► عوامل شغلی

► عوامل مدیریتی و سازمانی

► عوامل فردی، اجتماعی و اقتصادی

دسته اول و دوم مربوط به تعاریف شغلی، شرایط موضوعی محیط کار و یا مدیریت نیروی انسانی در محیط کار است. در این دو بخش مخاطراتی مانند بی تجربگی، عدم مهارت، فشارهای شغلی، ساعت کار نامناسب و زیاد، برخورد نامناسب کارفرما یا همکاران، نارضایتی از درآمد، برنامه کاری ثابت و خسته کننده، نگرانی از بیکاری، عدم دریافت ارتقا و رشد شغلی، عدم دریافت حقوق رفاهی مانند خدمات بیمه و درمان وجود دارند. این مخاطرات می‌توانند باعث حواس پرتی، رفتارهای پرخطر در محیط کار شود و حوادث ناایمن ایجاد کنند. دسته سوم مخاطرات روانی منشأ فردی یا اجتماعی دارند، مانند استرس های روانی، نگرانی های شخصی (از خانواده یا جامعه)، کم خوابی، سردرد، سابقه بیماری مانند صرع، اعتیاد، حواس پرتی، شتاب زدگی، ترس های فردی (مانند ترس از ارتفاع، ترس از افراد)، افسردگی، شوخی، ناشکیبایی، شوک عصبی از حادثه و مشابه آن.

۱- Object

۲- Subject

۳- Psychological Hazards



شکل ۷-۳. مخاطرات روانی و انسانی به چگونگی تعریف کار، روش مدیریت کار و زمینه‌های فردی، اجتماعی و اقتصادی مربوط است، که می‌تواند ایمنی کار را تحت تأثیر قرار دهد. عکس از وب‌سایت سازمان جهانی کار.

● ۲-۳ مخاطرات در کارخانه ریخته‌گری

شناخت مخاطرات عمومی محیط کار برای ریخته‌گری لازم است، اما به‌هیچ‌وجه کافی نیست. برای ورود به محیط کار ریخته‌گری، حتی به‌عنوان یک بازدیدکننده، لازم است ریسک‌های ایمنی ریخته‌گری شناخته شوند. سازمان جهانی کار ILO مخاطرات ویژه صنایع تولید آهن و فولاد و صنایع فلزی غیرآهنی را در دو کد راهنما مرور کرده است. بخش حاضر به مخاطرات ایمنی مختص محیط ریخته‌گری می‌پردازد. اگرچه مخاطراتی که در این بخش معرفی می‌شوند، ممکن است به‌طور عمومی در محیط‌های کاری دیگر کم‌ریسک باشند (مانند زمین لغزنده)، اما در ریخته‌گری پرخطر هستند.



شکل ۳-۸. پاتیل ۱۰ تن مذاب چدن در حال بارریزی در قالب ماسه‌ای. از مخاطرات معمول در کارگاه ریخته‌گری، انفجار مذاب، پاشش مذاب، سطوح داغ، تابش مذاب، پرتاب اجسام، گازهای مضر، آسیب‌های گرمایی، برخورد، لغزش، سقوط و درگیر شدن لباس یا دست‌وپا در تجهیزات است.

■ ۳-۲-۲ انفجار مذاب

رایج‌ترین دلیل جراحت ناشی از ذوب، انفجار و پاشش مذاب است، که به‌عنوان یکی از مخاطرات پرریسک ریخته‌گری شناخته می‌شود. فلز مذاب می‌تواند باعث دو نوع انفجار، بخار (فیزیکی) و انفجار شیمیایی گردد. اگرچه ریسک انفجار فیزیکی در فرآیند ریخته‌گری زیاد است، ریسک انفجار کوره که باعث پاشش مذاب و پرتاب اجسام خواهد می‌شود نیز، کم نیست. بخش حاضر به معرفی مخاطره پرریسک انفجار و علت وقوع آن می‌پردازد.

۳-۲-۲-۱ انفجار بخار (فیزیکی)

تماس ماده مذاب با هرگونه مایع مانند آب یا روغن می‌تواند حادثه و فاجعه به دنبال داشته باشد. تمامی مایعات با نقطه جوش پایین در مجاورت ذوب با دمای بالا یا تابش مذاب، افزایش حجم شدید و ناگهانی نشان خواهند داد. به‌ویژه مقدار ناچیزی آب (نقطه جوش 100°C) کافی است تا در تماس با مذاب یک فلز $(1600-1600^{\circ}\text{C})$ در یک لحظه با افزایش حجم حدود 1600 برابر و با فشار بسیار زیاد به بخار تبدیل شود. به این معنی که یک لیوان آب به اندازه یک متر مکعب افزایش حجم لحظه‌ای خواهد داشت. این افزایش حجم،

به صورت یک انفجار لحظه‌ای تمام مواد مجاور، از جمله مذاب را به اطراف پرتاب می‌کند. چنین انفجاری معمولاً همراه با پرتاب و پاشش گدازه‌ها و بارش مذاب در تمام نقاط کارگاه ریخته‌گری است. با توجه به مجاورت مذاب و آب در کارگاه ریخته‌گری، امکان وقوع چنین حوادثی، زیاد می‌باشد.

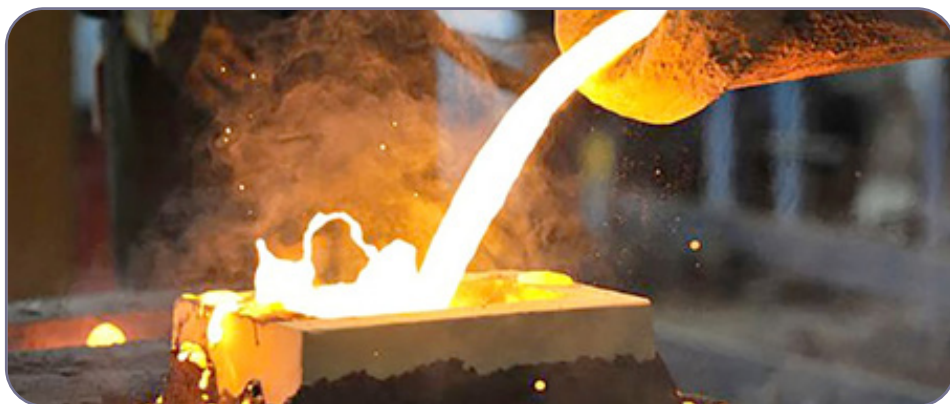


شکل ۹-۳. حوادث انفجار بسیاری بر اثر تماس مذاب با رطوبت اتفاق گزارش شده است عکس از وبلاگ Aluminum Plant Safety.

برخلاف تصور بسیاری از افراد، که حوادث را، نادر می‌شمارند، معمولاً ریسک انفجارهای ناشی از تماس رطوبت با مذاب زیاد است. منابع رطوبت در نزدیکی مذاب زیاد هستند. کارگاه‌های ریخته‌گری معمولاً با تجهیزات سرمایش با آب کار می‌کنند و جریان آب در اطراف و درون تجهیزات ریخته‌گری وجود دارد. آب یا مایع حبس شده در مواد شارژ آشکار نیست. قراضه‌های فلزی، پراز قوطی‌های نوشابه، رادیاتورهای و فیلترهایی است که مایعات درون آن است. آب باران و آب شستشو همواره در کارگاه هست. بسیاری از مواد، جاذب رطوبت هستند و بدون هیچ نشانی، معمولاً مقدار قابل توجهی رطوبت در خود دارند. برای مثال فلزات زنگ‌زده و حتی بتن کف کارگاه مقدار قابل توجهی آب جذب می‌کنند اما خشک به نظر می‌رسند. بسیاری از انفجارهای بخار گزارش شده است، که منشأ آن، تماس مذاب با رطوبت، از طریق یکی از موارد زیر بوده است:

- ▶ کف کارگاه یا چاله تخلیه مذاب پای کوره که آب در آن مانده یا رطوبت داشته
- ▶ قوطی نوشابه، کنسرو و غیره در شارژ کوره (آب یا مایع در آن حبس است)
- ▶ کمک‌فتر خودرو در شارژ کوره (روغن درون آن است)
- ▶ ظرف یا مخزن در بسته مانند رادیاتور یا فیلترها در شارژ کوره
- ▶ باتری‌های تریا خشک در شارژ کوره (الکترولیت باتری آب یا جاذب آب است)

- ▶ فلزات به شدت زنگ زده و خورده شده (اکسید فلزی جاذب آب است)
- ▶ فلزات با سطح شبنم زده بر اثر هوای مرطوب
- ▶ بلوک قراضه پرس شده شارژ شده (که در زمستان آب باران درون آن پیخ زده است)
- ▶ رطوبت زیاد ماسه قالب، یا قطرات آب در قالب های ریژه یا قالب شمش
- ▶ نشست سیستم های آبگرد قالب یا کویل کوره
- ▶ جداره نسوز پاتیل و بوته که رطوبت جذب کرده اند
- ▶ فلاکس ها، جوانه زها و مواد افزودنی مذاب که رطوبت جذب کرده اند
- ▶ ابزار و وسایل عملیات ذوب (هم زدن، سرباره گیری و غیره) که مرطوب بوده اند
- ▶ قالب و ابزار ریخته گری که قطرات عرق صورت کارگر بر آن چکیده
- ▶ بتن کف کارگاه، که بر اثر گرما، آب تبلور خود را آزاد کرده است (بتن جاذب آب است).



شکل ۱۰-۳. هنگام بارریزی در قالب، ممکن است مذاب تا فاصله ۱۰ متر یا بیشتر پرتاب شود. پاشش مذاب در تماس با اشیایی که رطوبت دارند می تواند منجر به حادثه شود. عکس از metal works

۳-۲-۲ انفجار شیمیایی

انفجارهای شیمیایی بر اثر واکنش مواد شیمیایی فعال در پی تماس مستقیم یا غیرمستقیم با مذاب یا ورود مخلوط نادرستی از مواد شیمیایی به مذاب اتفاق می افتند. واکنش های شیمیایی می توانند تولید گاز و افزایش ناگهانی فشار و پرتاب و پاشش مذاب را به دنبال داشته باشند. برای مثال افزودن اتفاقی نیترات آمونیم یا پتاسیم یا دیگر نمک های اکسیدکننده فعال به بوته مذاب آلومینیم، یا ورود نادرست دو ماده فوران و اسید به کوره باعث یک انفجار شیمیایی خواهد شد. اگرچه، افزودن هر ماده شیمیایی فعال به مذاب باعث انفجار نخواهد شد؛ برای نمونه افزودن آلومینیم یا فروسیلیسیم به مذاب به عنوان اکسیژن زدایک و واکنش شیمیایی در مذاب ایجاد می کند که لزوماً انفجاری به دنبال ندارد. موارد دیگر مخاطره انفجار شیمیایی مربوط به ورود ناخواسته

مواد شیمیایی، منفجره یا سوخت از طریق شارژ قراضه ناخالص فلزی به کوره است. در قراضه‌های ناخالص ممکن است چاشنی انفجاری، فشنگ و باروت، مخازن با سوخت باقیمانده، باتری یا فندک سیگار وجود داشته باشد.

■ ۳-۲-۳ آسیب‌های گرمایی و سوختگی

کار کردن در محیط گرم می‌تواند همراه با مخاطراتی برای سلامت افراد باشد. در محیط کار ریخته‌گری افراد مستقیم یا غیرمستقیم در معرض گرما می‌باشند. تماس مستقیم با منبع گرما می‌تواند منجر به سوختگی^۱ و اثر غیرمستقیم گرما می‌تواند باعث آسیب گرمایی شود. در محیط کار گرم همواره استرس (فشار) گرمایی^۲ وجود دارد. فشار گرمایی منجر به آسیب گرمایی^۳ در افراد می‌شود. آسیب گرمایی می‌تواند از ناراحتی و بی‌قراری، تا جوش و تحریک پوستی، تا خستگی مفرط و بی‌حالی و حتی گرم‌زدگی یا شوک گرمایی^۴ گسترش یابد. این اثرات ممکن است به صدمات دایمی یا مرگ منجر شود. نکته‌ای که در مورد آسیب‌های گرمایی قابل‌توجه است آن است که فردی که تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد، ممکن است تا وقتی که خیلی دیر شود یا از پا بیفتند، متوجه میزان اثر گرما نشود. اثرات گرما رفته‌رفته در تمرکز، حواس، ادراک و قدرت تصمیم‌گیری فرد اختلال ایجاد می‌کند. از این رو آسیب‌های گرمایی می‌توانند رفتار و قضاوت فرد را تحت تأثیر قرار دهند. این تأثیر، خود در شرایط کاری ذوب و بارریزی مخاطره‌انگیز است. علاوه بر اثراتی که به‌طور مستقیم از گرما ناشی می‌شوند، عوامل دیگری در این هنگام به آسیب‌های گرمایی دامن می‌زنند:

■ عوامل شغلی مانند شدت و سختی کار، مدت طولانی کار و زمان ناکافی برای تجدید قوا

■ عوامل فصلی مانند دمای بالای هوا، رطوبت نسبی، عدم وزش نسیم و هوای ساکن

■ عوامل فردی مانند ضعف، خستگی، کم‌آبی و کم‌خوابی

■ پوشش و لباس کار نامناسب و نالین

■ نامناسب بودن تجهیزات حفاظت فردی (PPE)^۵

۱- Burns

۲- Heat stress

۳- Heat strain

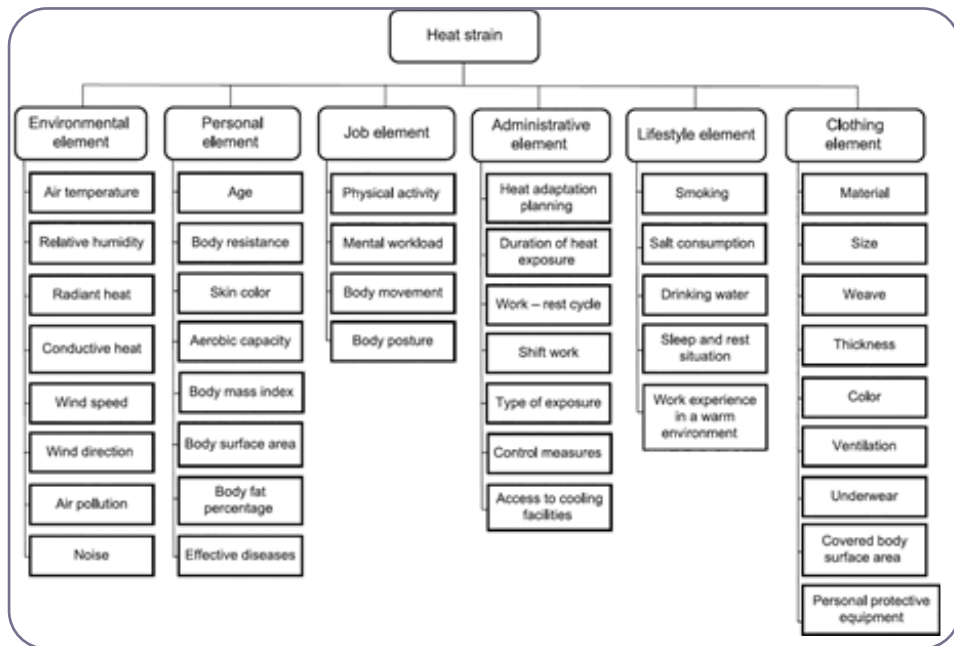
۴- Heat stroke

۵- Personal Protective Equipments



شکل ۱۱-۳. محیط کار ریخته گری انباشته از تجهیزات، مواد و تابش هایی است که افراد را مستقیم یا غیر مستقیم در معرض گرما می گذارد. به جز خطر سوختگی، آسیب گرمایی می تواند به شکل ناراحتی و بی قراری، جوش و تحریک پوستی، خستگی مفرط، بی حالی، گرمزدگی یا شوک گرمایی بروز کند.

پژوهش ها عوامل مؤثر بر شدت آسیب های گرمایی را در شش دسته، شناسایی و دسته بندی کرده اند؛ عوامل محیطی، فردی، لباس کار، نوع کار، برنامه کار و سبک زندگی. شکل ۱۲-۳ دسته بندی نموداری از عوامل و زیربخش های آن ها را نشان می دهد. نتایج پژوهش آماری به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ این طور پیش بینی می کند که تأثیر عوامل محیطی و پس از آن نوع کار و لباس کار در آسیب های گرمایی بیشتر از عوامل دیگر است. لازم به ذکر است که ارزیابی درست و دقیقی از اینکه در واقع کدام عوامل اهمیت و اولویت بیشتری دارند وجود ندارد. همچنین ممکن است، میزان تأثیر عوامل مختلف بسته به مکان و زمان و حتی خود فرد تغییر کند.



شکل ۱۲-۳. عوامل مؤثر در شدت آسیب‌های گرمایی در محل کار.

کارگران می‌توانند در محیط‌های گرم با گرما سازگار شوند. این سازگاری^۱ ناراحتی و بی‌قراری را کم می‌کند، باعث می‌شود که تعرق بدن مؤثرتر عمل کند و هدررفت آب و نمک بدن کاهش یابد. برای سازگار شدن بدن با محیط گرم به مدتی زمان نیاز است. هنگامی که فرد برای چند روزی از محیط دور بماند، این سازگاری از بین می‌رود. از این‌رو کارگری که مدتی در مرخصی بوده یا از محیط گرم دورمانده یا تازه‌کار است، نیاز به زمان دارد تا با محیط گرم سازگار شود. سازگاری تنها حفاظت جزئی ایجاد می‌کند؛ اگرچه کارگران سازگار به نسبت کارگران تازه یا سازگارنشده با محیط گرم، با ریسک کمتری روبرو هستند، اما همچنین ریسک مخاطرات گرما برای آنان نیز وجود دارد.

سوختگی^۲ از جراحات‌های رایج در کارخانه‌های ریخته‌گری است. در کارگاه‌های ریخته‌گری به‌طور مرسوم یک پیش‌فرض وجود دارد و به تازه‌کارها گوشزد می‌شود؛ همه‌چیز داغ است! از آنجاکه مذاب و کوره توجهات را به خود معطوف می‌دارد، ممکن است این خطای ذهنی پیش‌بیاورد که اجسام داغ همیشه سرخ و زرد و سفید هستند؛ و ذهن ناخودآگاه بقیه اجسام خاکستری و تیره را سرد بشمارد. بسیاری از قطعات فلزی، قالب‌ها، ماسه یا ماشین‌آلات با دمای بیش از ۵۰۰°C در کارگاه وجود دارد که هیچ نشانی از گرما ندارند. برخی قالب‌های ماسه‌ای ریخته‌گری شده حتی در روز بعد ممکن است باعث سوختگی شود.

۱- Acclimatisation

۲- Burns

سوختگی‌ها عموماً به دلیل تماس با سطوح داغ، تابش گرما یا پاشش مذاب اتفاق می‌افتند. تابش‌های شدید فرابنفش و فروسرخ می‌تواند باعث نارسایی چشم و سوختگی پوست گردد. تابش‌های شدید مذاب در اطراف کوره، منطقه بارریزی و فرآیندهای جوشکاری وجود دارد. بسیاری از افرادی که در کارخانه ریخته گری کار می‌کنند، ممکن است با ریسک سوختگی مواجه شوند. به‌ویژه افرادی که در نزدیکی مذاب کار می‌کنند یا با عملیات بارریزی سروکار دارند، ممکن است با ریسک‌هایی مانند واژگونی پاتیل مذاب، لب ریز شدن و جاری شدن مذاب روبرو باشند. طبق گزارش‌ها، برخی از سوختگی‌ها در شرایط اضطراری ایجاد شده‌اند. برای مثال هنگام لبریز شدن یا جاری شدن مذاب، کارگر ناخودآگاه به دست یا پای خود مانع جریان مذاب شده و دچار سوختگی شده است.



شکل ۱۳-۳. کارگر در حال بارریزی آلومینیم مذاب در ماشین دایکست کارخانه دایرس‌ویل دایکست Dyersville Die Cast^۱. اطراف محفظه پیستون و پشت قالب دایکست پلیسه‌های آلومینیم چسبیده دیده می‌شود که نشان می‌دهد پاشش مذاب بارها اتفاق افتاده است.

■ ۴-۲-۳ گاز، دود، بخار و مواد شیمیایی خطرناک

فرآیندهای ریخته‌گری افزون بر مصرف فلزات، مصرف‌کننده‌ی منابع طبیعی مانند ماسه، مواد کانی، سوخت‌های فسیلی، انرژی، آب و مواد شیمیایی است. همچنین در کنار تولید قطعات، تولیدکننده مواد زاید است و آن‌ها را در سه حالت جامد، مایع و بخار در معرض خاک، آب و هوای زیست‌بوم قرار می‌دهد. اولین محیطی که تحت تأثیر عوارض فرآیند ریخته‌گری قرار می‌گیرد، خود کارخانه ریخته‌گری است. از این رو، موضوع سلامت و ایمنی کارگران و کارکنان در کارخانه ریخته‌گری، با موضوع حفاظت از زیست‌بوم باهم گره خورده است. اثرات زیست‌بومی یک کارخانه ریخته‌گری در استاندارد BS EN ISO 14001 شناسایی شده

۱- <https://www.youtube.com/watch?v=Ed.sKngW1uA>

است. یکی از مخاطرات اصلی ایمنی و سلامت در کار ریخته‌گری، آلاینده‌های شیمیایی است و شناسایی آنها ضرورت دارد.

۱-۲-۳ آلاینده‌های هوا

عمده آلاینده‌های هوا در یک کارگاه ریخته‌گری شامل موارد زیر است:

- ▲ گازهای ناشی از واکنش چسب‌های شیمیایی
- ▲ بخار محلول‌های شیمیایی و فلزات سمی (مانند سرب، کادمیوم و غیره)
- ▲ غبار (کارگاه قالب‌گیری، انبار قراضه، ذوب در کوره، سنگ‌زنی)
- ▲ دود (ذوب در کوره، عملیات کیفی مذاب، احتراق مواد در ماهیچه‌گیری)
- ▲ مونواکسید کربن، کلر، دی‌اکسید سولفور

بسیاری از این آلاینده‌ها وارد دودکش تجهیزات می‌شوند یا از محیط کار به اتمسفر خارج می‌روند. اما لازم است مقدار آن زیر نظر گرفته شود. آلاینده‌های هوا تنها مورد بحث سلامت و زیست‌بوم نیست، بلکه مواردی زیادی از آن مربوط به موضوع ایمنی کار می‌شوند. آلاینده‌های هوا می‌تواند باعث سرگیجه و بیهوشی (مانند مونواکسید کربن یا کلر)، باعث مسمومیت (بخارها و گازهای سمی)، و یا باعث انفجار (گازهای قابل اشتعال و بخار محلول‌های الکلی و مواد قابل اشتعال) شوند.

۲-۲-۴ آلاینده‌های آب

در یک کارخانه ریخته‌گری آب در معرض مواد آلاینده قرار می‌گیرد؛ اسیدها، قلیاها، نمک‌ها، حلال‌ها و محلول‌ها، مواد آلی و فلزات سنگین وارد جریان آب کارخانه می‌شوند. واحدهای فرآوری ماسه، سرمایش قطعه ریخته شده، چسب‌های شیمیایی، آزمایشگاه‌ها، انبار فلزات، سرمایش کوره، ماشین‌کاری قطعات، عملیات حرارتی و برج‌های خنک‌کننده، محل‌هایی هستند که در آنجا، آب در تماس مواد آلاینده قرار می‌گیرد و آن‌ها را به خاک یا فاضلاب منتقل می‌کند.

۳-۲-۴ آلاینده‌های زمین

کارگاه‌های ریخته‌گری زمین زیادی اشغال می‌کنند. انبار مواد، پسماندها، تجهیزات، کوره‌ها، جریان مواد قالب، جابجایی قطعات و واحدهای مختلف کارگاه معمولاً در سطح زمین پراکنده می‌شوند (برخلاف کارخانه‌های دیگر که ممکن است از ارتفاع و طبقات استفاده کنند). از این رو صنعت ریخته‌گری به تنهایی زمین و خاک زیادی را در معرض مواد و آب آلاینده و پسماندها قرار می‌دهد. با توجه به این که حجم تولید جهانی ریخته‌گری و تعداد کارخانه‌های ریخته‌گری بسیار زیاد است، و هر کدام زمین قابل توجهی را اشغال می‌کنند، مساله آلودگی زمین یک دغدغه جاری در این صنعت است. اما علاوه بر مسایل جهانی و منطقه‌ای،

دو نکته مهم در مورد اشغال و آلودگی زمین هست که مستقیماً در محیط کار ریخته گری اثر دارد. اول این که اشغال و آلودگی زمین، ایمنی و سلامت محیط کار را با مخاطرات مکانیکی به خطر می اندازد. نکته ی دوم مربوط به هزینه های اشغال زمین و جریمه های قانونی است. تحمیل هزینه های سنگین و جریمه های قانونی به یک کارگاه ریخته گری می تواند توجه و تمرکز مدیران و نیروی انسانی را از مخاطرات ایمنی دور کند.

۳-۲-۴-۴ مواد شیمیایی خطر ساز

در گذشته اتحادیه اروپا فرایندها و کارخانه های ریخته گری را از نظر میزان و شدت آلاینده گی در دو گروه A و B جای می داد. فرایندهای نوع A پتانسیل آلاینده گی زیادی داشته و در تماس با هر سه محیط هوا، آب و خاک هستند. فرایندهای نوع B ریسک آلاینده گی کمتری دارند. جدول ۳-۱ فهرستی از این فرایندها را نشان می دهد.

جدول ۳-۱. فرایندهای نوع A و نوع B از نظر میزان آلاینده گی.

<i>Part A Processes (Integrated Pollution Control)</i>	
IPR 2/2	Ferrous foundry processes
IPR 2/3	Processes for electric arc steelmaking, secondary steelmaking and special alloy production
IPR 2/4	Processes for the production of zinc and zinc alloys
IPR 2/8	Processes for the production of aluminium
IPR 2/9	Processes for the production of copper and copper alloys
<i>Part B Processes (Local Air Pollution Control)</i>	
PG 2/3	Electrical and rotary furnaces
PG 2/4	Iron, steel and nonferrous metal foundry processes
PG 2/5	Hot and cold blast cupolas
PG 2/6	Aluminium and aluminium alloy processes
PG 2/7	Zinc and zinc alloy processes
PG 2/8	Copper and copper alloy processes

پیوست ب فهرستی از مواد شیمیایی ارایه می کند که به طور عمومی در کارخانه های ریخته گری استفاده یا تولید می شود. این مواد شیمیایی برای ایمنی و سلامت کار ایجاد مخاطره می کنند. محل کاربرد یا تولید مواد و نوع مخاطرات یا عوارضی که هر یک از آن ها ایجاد می کنند، نیز در پیوست ب بیان شده است.

■ ۳-۲-۵ مخاطرات قراضه، انبار، جابجایی و فراوری مواد

اگرچه در انبار مواد یا کارگاه قراضه، ذوب و ریخته گری انجام نمی شود. اما ایمنی افراد در انبار مواد و کارگاه قراضه با مخاطرات جدی مواجه است. یکی از عملیات رایج در زمین قراضه و انبار مواد، جابجایی و

جداسازی مواد است که ممکن است به صورت دستی توسط کارگران یا به کمک ماشین‌آلات مانند لیفتراک، چنگ و مگنت انجام گیرد. در این شرایط ریسک آسیب‌های ناشی از لغزش، سقوط و ریزش مواد قابل توجه است. این خطر حتی در مورد سقوط یک قطعه کوچک از دست کارگر ممکن است ریسک قطع عضو را به همراه داشته باشد. زیرا قطعات فلزی هرچند در ابعاد کوچک باشند، وزن قابل توجه دارند. از دیگر ریسک‌های محتمل هنگام اتصال کابل و قلاب جرثقیل، گیرکردن دست کارگر در کابل و قلاب است. پرتاب مواد هنگام فرآوری و خردایش و جداسازی بسیار محتمل است و تکه‌های فلزی پرتاب‌شده ریسک آسیب‌های جدی و حتی مرگ را به همراه دارد. آسیب و جراحت ناشی از مخاطرات مکانیکی در انبار فرآوری قراضه به‌طور رایج گزارش شده است. همچنین خطر برخورد با ماشین‌های فرآوری، کشیده شدن، گرفتار شدن، گیرکردن لباس و بریدگی با لبه‌های فلزات وجود دارد. به نقل از مدیر یک کارگاه قراضه در اصفهان در سال ۱۳۷۴، گزارش شده که هنگام حرکت ماشین سنگین چنگ در بین دپوی قراضه، پای یک کارگر در زیر چرخ‌تسمه ماشین چنگ مانده است.



شکل ۱۴-۳. در کارگاه قراضه ماشین‌آلات سنگین مانند چنگ، قیچی، مگنت و پرس وجود دارند. در این شرایط خطر لغزش، سقوط و ریزش مواد زیاد است. همچنین مخاطرات شیمیایی و زیستی در مواد بازیافتی قابل توجه است.

خطر دیگری که در انبار مواد لازم است به آن توجه بسیار شود ریسک آتش‌سوزی و انفجار است. این خطر نه تنها برای مواد شیمیایی و پالت‌های چوبی، بلکه برای دپوی فلزات قراضه نیز وجود دارد. زیرا قراضه همراه با ناخالصی‌های قابل اشتعال مانند غبار، پلاستیک، اسید، روغن و پودر فلز وجود دارد که در کنار سطح بسیار زیاد، شرایط مساعدی برای اشتعال دارد. جابجایی قراضه همراه با ضربه و اصطکاک زیاد است

که به راحتی جرقه و گرمای لازم برای مشتعل شدن مواد را تأمین می کند. علاوه بر آن ممکن است قطعاتی مانند مخازن روغن، کپسول های گاز، باک بنزین و چاشنی های عمل نکرده ضایعات جنگی در انبار فلزات وجود داشته باشد و در هنگام پرس یا جداسازی ریسک انفجار را به همراه داشته باشد. در نقل قولی از یک کارشناس، گزارش شده که در یک کارگاه فرآوری قراضه آهن در اصفهان در سال ۱۳۷۲، دو کارگر مشغول جداسازی دستی قطعات آلومینیم از فولاد بوده اند. در این هنگام، یکی از کارگران برای جدا کردن پره های آلومینیمی یک قطعه فولادی، چند ضربه پتک به آن می زند، بدون اینکه توجه کند که آن قطعه یک موشک خمپاره است. همین ضربه منجر به انفجار و پرتاب موشک به سمت کارگر دوم می شود. متأسفانه این حادثه باعث مرگ کارگر دوم و قطع دست کارگری که ضربه زد، شد.

از دیگر مخاطرات در انبار مواد و فرایندهای مربوط به آن، آلایندهای مواد است. ضایعات فلزات در انبار مواد آلوده به فلزات سنگین و سمی مانند سرب، کادمیوم، جیوه، آرسنیک و بریلیم است. همچنین ممکن است در فلزات بازیافتی، مواد ارگانیک سمی و آلودگی های بیولوژیک وجود داشته باشد. چراکه بخشی از قراضه ها از زیاله های بازیافتی شهری و بیمارستانی و ظروف غذا به دست می آید. اگرچه در هنگام بارگیری قراضه از مبدأ استانداردهایی برای کنترل آلایندهای وجود دارد، اما در هنگام تخلیه بار در ورود کارخانه، نمی بایست احتمال وجود مواد مضر یا مواد رادیواکتیو یا میکروب ها را نادیده گرفت. لذا ریسک بیماری در انبار فلزات یک کارخانه ریخته گری قابل توجه است. همچنین تماس با مواد خورنده و مواد شیمیایی همراه با قراضه های فلزی سبب عارضه های پوستی می شود. غبار مواد در هنگام تخلیه و بارگیری می تواند باعث مشکلات تنفسی شود.

■ ۳-۲-۶ مخاطرات کوره، ذوب، بارریزی

فرآیند ذوب و بارریزی گستره ای از محیط کار، از شارژ مواد در کوره، و از کوره تا پای قالب ریخته گری را در بر می گیرد. در این بخش موارد با اهمیت تر از مخاطرات فرآیند ذوب و بارریزی مرور می شوند.

۳-۲-۶-۱ مخاطرات باردهی کوره

هنگام ذوب، همواره خطر ورود اجسام و قطعات ناخواسته به درون کوره وجود دارد. به ویژه در کارگاه هایی که سیستم باردهی (شارژ) خودکار مواد به درون کوره دارند، احتمال ورود مواد ناخواسته به کوره بالا می رود. ورود مایعات و قطعات توخالی می تواند منجر به حادثه انفجار و پرتاب مذاب شود. همواره ریسک پاشش مذاب و پرتاب اجسام از درون کوره به بیرون وجود دارد. جرتقلیل، باکت ها و لاوک های ریلی توزین و شارژ مواد که در عملیات باردهی استفاده می شود، مخاطرات مکانیکی مختلفی با خود دارند. از آن جمله می توان به ریسک سقوط اجسام، گیر کردن لباس، درگیر شدن دست و پا، افتادن و له شدن اشاره کرد.



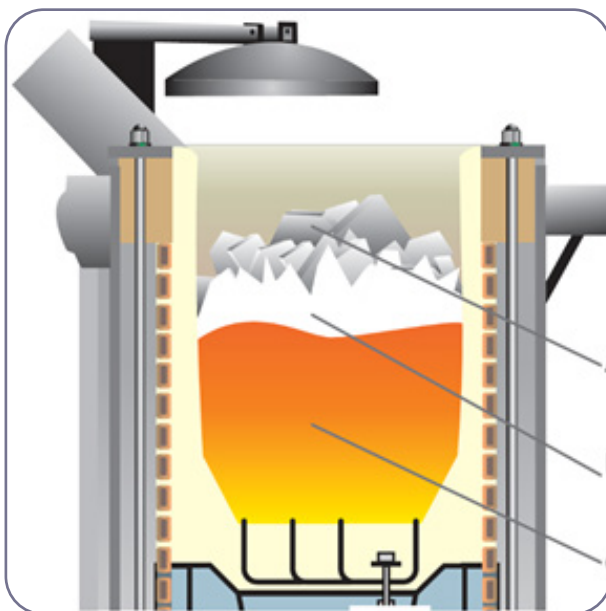
شکل ۱۵-۳. هنگام ذوب، همواره خطر ورود اجسام و قطعات ناخواسته به درون کوره وجود دارد. ورود مایعات و قطعات توخالی می‌تواند منجر به حادثه انفجار و پرتاب مذاب شود. علاوه بر آن چرتقیل، باکت، لاوک ریلی یا مگنت شارژ مواد مخاطرات مکانیکی مانند سقوط اجسام، گیرکردن لباس، درگیر شدن دست و پا، افتادن و له شدن با خود دارد.

یکی از مخاطرات باردهی کوره‌های الکتریکی، احتمال برق‌گرفتگی است. طبق یک گزارش، وجود یک ترک یا شکاف در نسوز کوره القایی، باعث رسیدن فلز مذاب به سیم‌پیچ کوره شده است. کارگری در حال باردهی قطعه‌ای از قراضه به درون کوره بوده، در تماس با قطعه قراضه بوده است. به محض ورود قطعه به کوره و تماس آن با مذاب، جریان برق از طریق بدن کارگر به زمان وصل شده و باعث برق‌گرفتگی وی شده است.

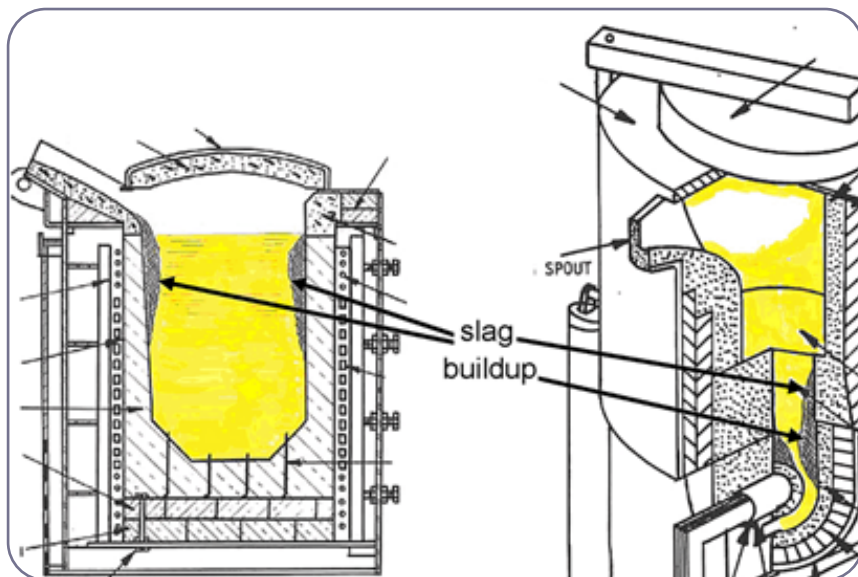
۲-۶-۳ انفجار ناشی از پیل زدن (بسته شدن) کوره القایی

هنگام ذوب در کوره القایی، ممکن است شرایطی پیش بیاید که سطح ذوب با لایه‌ای از سرباره یا فلز جامد بسته شود. این توده جامد مستحکم، که به شکل کلاهک روی مذاب می‌پوشاند، راپل می‌نامند و این پدیده

را پل زدن کوره می گویند. هنگامی که این پدیده روی می دهد، سطح مذاب بسته می شود. مذاب درون کوره حبس می گردد و گازهای کوره در زیر پل (لایه جامد شده) انباشته و متراکم می شوند. لایه گاز زیر پل، به عنوان عایق گرما عمل کرده و از رسیدن گرما به پل و ذوب آن جلوگیری می کند. بنابراین پل سردتر و مستحکم تر می شود. از طرفی تجمع و تراکم گاز و حبس مذاب باعث افزایش فشار درون کوره می شود. با افزایش فشار، دمای مذاب به سرعت بالا می رود و تبخیر را بیشتر می کند و فشار کوره را بالاتر می برد. در این حالت، کوره با ریسک بسیار بالایی از انفجار، تخریب نسوز و پرتاب و پاشش مواد مذاب همراه خواهد شد. به طوری که پس از مدت زمان کوتاهی، انفجار بزرگی اتفاق خواهد افتاد. اما منشأ این مخاطره چیست؟ چه چیزی باعث ایجاد پل در کوره می شود؟ و چه عوامل و شرایطی منجر به پل زدن می گردد؟ برای شناخت دلیل پل زدن، لازم است به این نکته توجه شود که نقطه ذوب سرباره بیشتر از نقطه ذوب مذاب است و زودتر از مذاب منجمد می شود. از طرف دیگر، در کوره القایی، برخلاف کوره قوس الکتریکی، سرباره سردتر از مذاب است. زیرا توان گرمایشی کوره القایی در سطح کمتر است. بنابراین اگر در کوره القایی مقدار سرباره از حدی بیشتر شود و سرباره گیری به موقع انجام نگیرد، لایه سرباره (که سردتر است و نقطه ذوب بالاتر از مذاب دارد) منجمد می شود. عوامل مختلفی ممکن است به بروز پدیده کمک کند؛ شارژ مواد با ابعاد بزرگ یا ابعاد خیلی کوچک، فرکانس بالا و کاهش توان همزنی مذاب، انجام نشدن سرباره گیری، پرسیدن کوره بیش از ظرفیت، کاهش توان گرمایش کوره، تولید بیش از حد گاز (ناشی از سوختن ناخالصی شارژ) و بالا آمدن مواد شارژ شده در هنگام ذوب از جمله عواملی هستند که ممکن است منجر به پل زدن شوند. شکل ۱۶-۳ شمایی از پل زدن مواد جامد روی مذاب کوره را در کوره القایی نشان می دهد. شکل ۱۶-۳ شمایی از پل زدن مواد جامد روی مذاب کوره را در کوره القایی نشان می دهد.



شکل ۱۶-۳. پل زدن Bridging مواد جامد روی مذاب کوره. (A) در هنگام پل زدن یک کلاهک (پل) از مواد جامد روی مذاب را می‌پوشاند؛ (B) باعث حبس و تجمع گاز در لایه زیر پل می‌شود. حفره گازی مانند یک عایق عمل کرده و مذاب را از مواد جامد جدا می‌کند. (C) فشار درون کوره افزایش می‌یابد و دمای مذاب به سرعت بالا می‌رود. ریسک انفجار کوره در این شرایط بسیار زیاد است.



شکل ۱۷-۳. تجمع سیلیس، سرباره و مواد سرامیکی روی کانال کوره (در کوره القایی کانالی-راست) و دیواره نسوز (کوره القایی بی‌هسته - چپ)

می تواند منجر به ترک در آسیب به نسوز، نشست مذاب و پل زدن کوره شود.

کوره های قوس الکتریک معمولاً کارکرد خودکار دارند و عملیات ذوب در آنها طبق استاندارد انجام می گیرد. اما در هنگام کار آن، معمولاً چند گروه در کارگاه مشغول به کار هستند و مخاطرات ایمنی مختلفی ممکن است وجود داشته باشد. مخاطرات ایمنی کوره قوس الکتریک می تواند شامل موارد زیر باشد (اما محدود به این موارد نیست):

- ▶ نشست آب از سیستم خنک کننده
- ▶ انتشار گاز، بخار کربن و مونوکسید کربن
- ▶ ورود مواد ناخواسته، قطعات توخالی و رطوبت هنگام باردهی
- ▶ مخاطرات تسمه نقاله
- ▶ مخاطرات سیستم چرخش
- ▶ مخاطرات انفجار در هنگام شارژ DRI یا تجمع گاز CO
- ▶ پاشش مذاب و سوختگی
- ▶ مخاطرات هنگام شارژ الکترود
- ▶ مخاطرات مکانیکی تجهیزات متحرک (مانند برخورد و درگیر شدن)
- ▶ مخاطرات تخلیه مذاب



شکل ۱۸-۳. اگرچه کوره‌های قوس الکتریک معمولاً کارکرد خودکار دارند و عملیات ذوب در آن‌ها طبق استاندارد انجام می‌گیرد، اما در هنگام کار آن، معمولاً چند گروه در کارگاه مشغول به کار هستند و مخاطرات ایمنی مختلفی ممکن است وجود داشته باشد. عکس از GT Engineering

۳-۲-۶-۳ سرریز شدن مذاب از کوره، پاتیل یا قالب

همواره ریسک سرریز شدن ناخواسته مذاب از پاتیل، در هنگام تخلیه، جابجایی و یا با کوره و پاتیل بارریزی وجود دارد. هنگام ذوب در کوره یا بارریزی با پاتیل لازم است به ظرفیت کوره و پاتیل توجه شود. تکان‌ها و لنگرهایی که پاتیل حمل مذاب دارد، ممکن است ذوب را به بیرون پرتاب کند. اگر کارگران تجربه و آموزش کافی برای جابجایی مذاب نداشته باشند، در هنگام سرریز شدن مذاب، ممکن است ناخودآگاه بخواهند با دست یا پای خود جلو مذاب را بگیرند یا پاتیل را نگاه دارند. مواردی از سوختگی بر اثر تماس ناخودآگاه کارگر با مذاب و پاتیل گزارش شده است.

قالب‌های غیرفلزی وزن مخصوص کمتر مذاب دارند و معمولاً سبک‌تر از مذاب هستند. بنابراین به‌راحتی روی مذاب شناور می‌شوند. به همین خاطر هنگام بارریزی ریسک زیادی برای بلند شدن قالب درجه رویی و جاری شدن مذاب از خط جدایش قالب وجود دارد.



شکل ۱۹-۳. کارگران در حال تخلیه مذاب چدن از کوره القایی. عکس از focusedcollection. com

۴-۶-۲-۳ پارگی شمش و برون‌ریزی مذاب در ریخته‌گری پیوسته

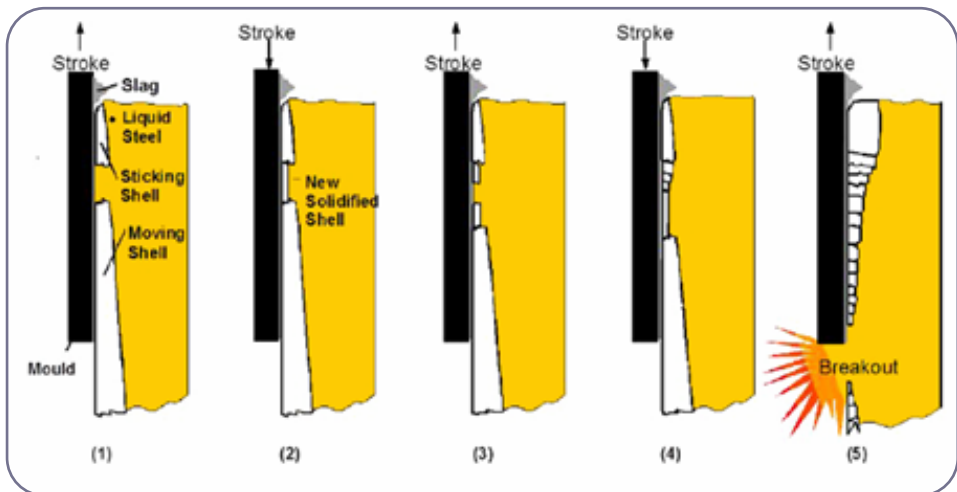
تقریباً در تمام روش‌های ریخته‌گری پیوسته (شمش‌ریزی)، مذاب با نیروی وزن خود به درون قالب جاری می‌شود (به جز روش ریخته‌گری سربالا^۱ مفتول مسی). قالب ریخته‌گری پیوسته با یک پوسته جامد از شمش در حال انجماد بسته می‌شود. پوسته تازه جامد نازک و داغ است و استحکام چندانی ندارد، اما لازم است که وزن و فشار مذاب روی خود را تحمل کند. این خطر وجود دارد، که به هر دلیل، پوسته آسیب ببیند یا پاره شود. در این شرایط، برون‌ریزی مذاب اتفاق خواهد افتاد. این رویداد معمولاً با خسارت زیاد به ماشین ریخته‌گری همراه است. علاوه بر آن برون‌ریزی مذاب می‌تواند منجر به آتش‌سوزی، انفجار و تلفات شود. یکی از دلایلی که منجر به برون‌ریزی^۲ مذاب می‌شود، پوسته چسبیده^۳ به قالب است. برای پیش‌گیری از چسبیدن پوسته شمش به قالب، معمولاً قالب‌های شمش‌ریزی را با یک مکانیزم نوسانی حرکت می‌دهند. شکل ۲۰-۳ شمایی از درون قالب ریخته‌گری پیوسته فولاد را نشان می‌دهد، که در آن پوسته جامد به قالب

۱- Upcast

۲- Breakout

۳- Sticker

می‌چسبد و پس از مدت کوتاهی منجر به برون‌ریزی مذاب می‌شود.



شکل ۲۰-۳. در هنگام ریخته‌گری پیوسته شمش، یک پوسته جامد نازک، وزن و فشار مذاب را نگه می‌دارد. اگر به هر دلیلی، مثل چسبیدن پوسته به قالب، این پوسته تازه جامد، آسیب ببیند یا پاره شود، خطر برون‌ریزی مذاب روی خواهد داد.

در ریخته‌گری دم‌سرد DC آلیاژهای آلومینیم، که قالب‌ها در زیر صفحه ریخته‌گری نصب می‌شود و ثابت هستند (حرکت نوسانی ندارند)، و شمش نیز به نسبت سبک است، ریسک چسبیدن شمش به قالب زیاد است. در این شرایط، کل شمش به زیر قالب آویزان می‌شود و احتمال سقوط یا تخریب صفحه و قالب ریخته‌گری بالا می‌رود. این حالت ممکن است به ریزش مذاب به چاهک آب و تخریب ماشین و انفجار بیانجامد. کارکرد نامناسب سرمایش قالب و مجرای آبگرد آن، سرعت نامناسب شمش (سرعت ریخته‌گری) و عوامل کنترلی دیگر در فرآیند می‌تواند باعث این رویداد شود.

۵-۶-۲-۳ تکان، لغزش، سرخوردن و سقوط در هنگام بارریزی

تکان‌های هیدرولیک کوره، لغزش پاتیل، لغزش دسته پاتیل، سرخوردن پای کارگر در هنگام انتقال مذاب، سقوط بوته مذاب هنگام بارریزی، رهاشدن پاتیل از جرثقیل، و به‌طور کلی هرگونه حرکت، جابجایی و مانع اضافه و کنترل نشده هنگام انتقال مذاب و بارریزی، با ریسک جاری شدن مذاب در کف کارگاه همراه است.

۶-۶-۲-۳ پاشش مذاب و جرقه و پرتاب اجسام ریز

در کارگاه‌های ذوب و ریخته‌گری و به‌خصوص در نزدیکی و بالای کوره‌ها یکی از مخاطرات پاشش مذاب و پرتاب جرقه و اجسام ریز است. اگرچه پاشش مذاب ممکن است به‌عنوان یک حادثه و نادر شناخته

شود، اما در فواصل کوتاه تر به عنوان یک پدیده بسیار رایج اتفاق می افتد. از این رو پاشش مذاب و پرتاب اجسام ریز به عنوان یک مخاطره مطرح هست که می تواند باعث کوری، سوختگی، آتش سوزی، ترس و حواس پرتی کارگر شود.

۷-۶-۳ تابش گرما از مذاب و کوره

تابش مذاب به ویژه مذاب فلزات با نقطه ذوب بالاتر از 1000°C مانند آلیاژهای مس و آهن ریسک سوختگی و تخریب به همراه دارد. خیرگی چشم و کاهش موقت یا دائم بینایی، آسیب های پوستی، آسیب به تجهیزات اطراف و داغ شدن مخازن اطراف و تخریب اتصالات پاتیل جزو ریسک هایی است که در مورد این خطر لازم است مورد توجه قرار گیرد.

۸-۶-۳ مواد سمی در گاز و پسماند کوره

آزاد شدن مونواکسید کربن، دی اکسید گوگرد، دود و دمه سمی و بخار فلزات از مخاطراتی است که در اطراف کوره نیاز به توجه، شناسایی و اقدام کنترلی دارد. هنگام باردهی کوره یا سرباره گیری، میزان آلاینده های مواد سمی در هوای اطراف کوره معمولاً از حدود مجاز بسیار بیشتر می شود.

در کوره های قوس میزان انتشار آلاینده های هوا در حالت معمول $1-2 \text{ kg/ton. h}$ است که در هنگام دمش اکسیژن به 10 kg/ton. h می رسد. این مقدار برای کوره های القایی در حدود $0.1-0.7 \text{ kg/ton. h}$ است که در هنگام شارژ قراضه های روغنی به کوره به 1.5 kg/ton. h می رسد. در مورد کوره های کوپل ذوب چدن مقدار آلاینده های $25-5 \text{ kg/ton. h}$ است. هنگامی که دمای کوره پایین باشد، به ویژه در زمان شارژ، احتراق ناقص کربن باعث تولید گاز سمی مونواکسید کربن CO خواهد شد. دی اکسید گوگرد نیز از سوختن گوگرد مذاب و کک حاصل می شود که تحریک حواس بویایی و چشایی و نامطبوع شدن اتمسفر محیط کار را به همراه دارد.

برخی از فلزات خود سمی هستند؛ مانند سرب، آرسنیک، کروم، کادمیم، نیکل و بریلیم. در دمای فوق گداز نرخ انتشار بخار این فلزات به محیط افزایش می یابد. برای مثال کوره های ذوب آلیاژ برنج مقدار زیادی بخار روی و سرب منتشر می کنند که سریع اکسید شده و به صورت دوده سفید و خاکستری خارج می شوند. بریلیم و ترکیبات آن کاملاً سمی هستند. در مواردی که میزان بریلیم در هوا به 0.001 mg/m^3 رسیده، بیماری بریلیوسیت در کارگران گزارش شده است. کروم و ترکیبات آن، که در ریخته گری فولاد زنگ نزن منتشر می شود، باعث خارش در سیستم تنفس می گردد. فلوراید ها در ریخته گری منیزیم و چدن نشکن استفاده می شوند، و تنفس آن ها نیز عوارض تنفسی را به همراه دارد.

در هنگام عملیات کیفی مذاب، با افزودن مواد فلاکس، جوانه ز و گازدا مواد شیمیایی منتشر می شود. برای مثال عملیات کیفی آلیاژهای آلومینیم و منیزیم، ترکیباتی مانند کلرید، فلورید و اکسید فلزات قلیایی

منتشر می‌کند. ترکیبات فلورید باعث تولید اسید فلوریدریک و بوی بد در محیط می‌شود. جداره دیرگداز کوره‌ها از معمولاً از سیلیس ساخته شده و ممکن است در آن مواد سمی از ترکیبات سیلیکاتی مانند آزبست یا کریستوبالیت وجود داشته باشد. الیاف آزبست (پنبه نسوز یا پشم‌شیشه) بیش‌تر کاربرد زیادی در عایق‌کاری داشته که در دستورالعمل‌های جدید، استفاده از آن به کلی منع شده است. کریستوبالیت بر اثر گرمایش کوارتز^۱ جرم‌های نسوز در هنگام کارکرد کوره ایجاد می‌شود. در زمان تعمیر و نگهداری و نسوز کوبی کوره، تنفس این مواد یا غبار سیلیس ممکن است باعث بیماری‌های تنفسی جدی شود.

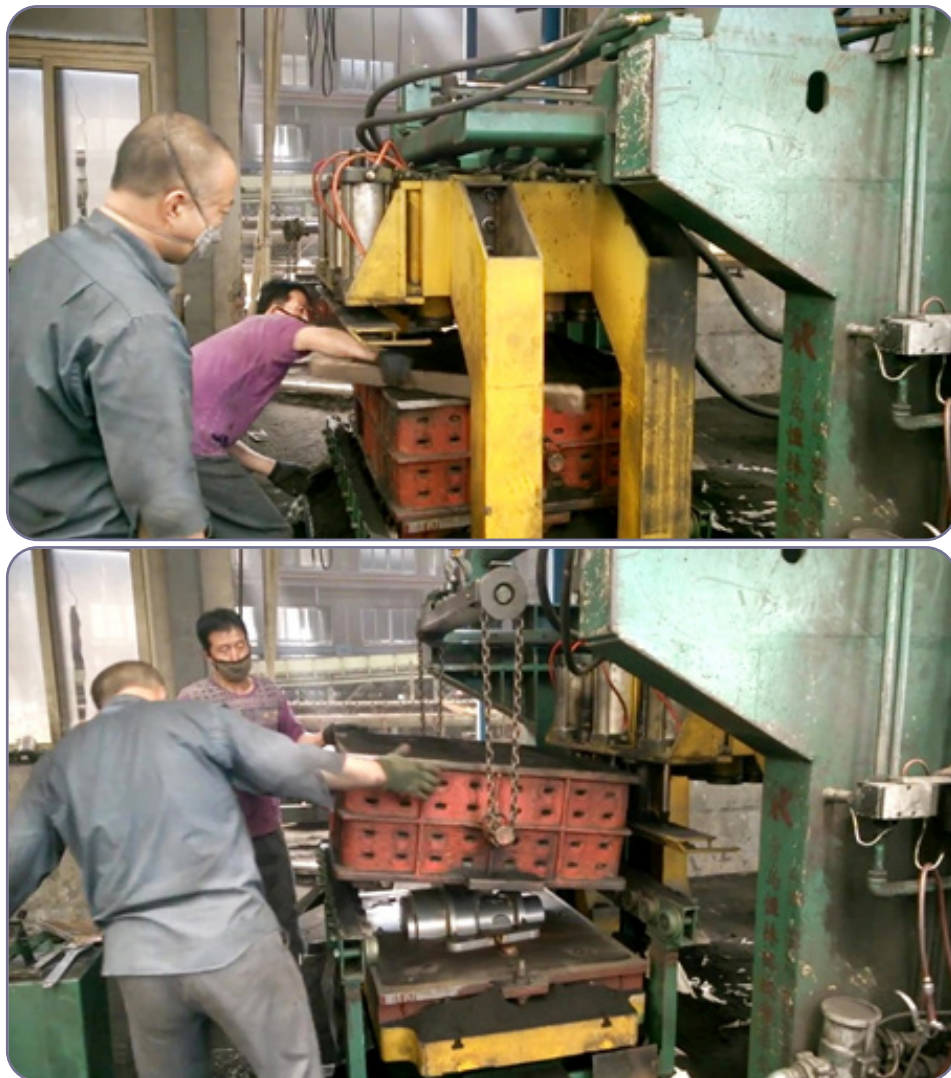
۹-۶-۳- آسیب دیدن هواکش، تابلوهای هشدار و راهنما

در فضاهای اطراف کوره و ذوب، همواره دود، گرما، تابش، پاشش مذاب، پرتاب مواد وجود دارد. علاوه بر اینکه این موارد جزو مخاطرات محسوب می‌شوند، خطر دیگری که ممکن است نادیده گرفته شود، آسیب دیدن تابلوهای هشدار و راهنما است. از کار افتادن تابلویی که راه خروج را نشان می‌دهد، یا سیلندر خاموش کردن آتش را نشان می‌دهد، یا استفاده از عینک ایمنی را الزام می‌کند می‌تواند خود ریسک حوادث دیگری را به همراه داشته باشد.

یکی پدیده ناخواسته در هنگام ذوب، خروج آتش از دهانه کوره است. وقتی مواد اولیه همراه با ناخالصی‌های سوختنی، مانند روغن، پلاستیک یا چوب، به کوره شارژ شوند، گاز خروجی کوره مشتعل می‌شود و شعله آن تا چندین متر درون هواکش ادامه می‌یابد. هوای بسیار داغ در راه خود، به دستگاه‌های هواکش و صافی‌ها آسیب می‌رساند. لازم است به این مخاطرات توجه شود که با خرید قراضه‌های با درجه پایین و ناخالصی زیاد ممکن است کارخانه متحمل هزینه‌های سنگین و افت ایمنی و سلامت محیط کار گردد.

■ ۷-۲-۳ مخاطرات مدل‌سازی و قالب‌گیری

در کارگاه‌های آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری، تمیزکاری و ماشین‌کاری، انواع مختلفی از فرایندها انجام می‌گیرد. در این کارگاه‌ها معمولاً مخاطرات مکانیکی پریسک هستند. عملیاتی که در این فرایندها انجام می‌گیرد، بیشتر از سایر عملیات کارخانه‌های ریخته‌گری نیاز به نیروی انسانی دارد. بنابراین معمولاً حضور کارگران در این کارگاه‌ها، بیشتر از مکان‌های دیگر کارخانه است. بسیاری از کارگران کارها را به صورت دستی و در کنار یک ماشین با اجزای متحرک انجام می‌دهند. برای مثال، یک نمونه‌گیری ساده از ماسه‌ای که روی تسمه نقاله خط آماده‌سازی ماسه در حال جابجایی است، در هر نوبت کاری انجام می‌شود. همین کار می‌تواند ریسک گیرکردن دست فرد در ماشین‌آلات را به دنبال داشته باشد. شکل ۲۱-۳ دو کارگر را در حال قالب‌گیری با ماشین نیوماتیک نشان می‌دهد. در همین لحظه، کارگر با مخاطرات مختلفی مواجه است؛ مخاطرات مکانیکی همچون افتادن قالب، ماندن دست در پرس؛ مخاطرات فیزیکی همچون لرزش و تکان قالب؛ مخاطرات شیمیایی همچون مواد قالب و مخاطرات ارگونومی.

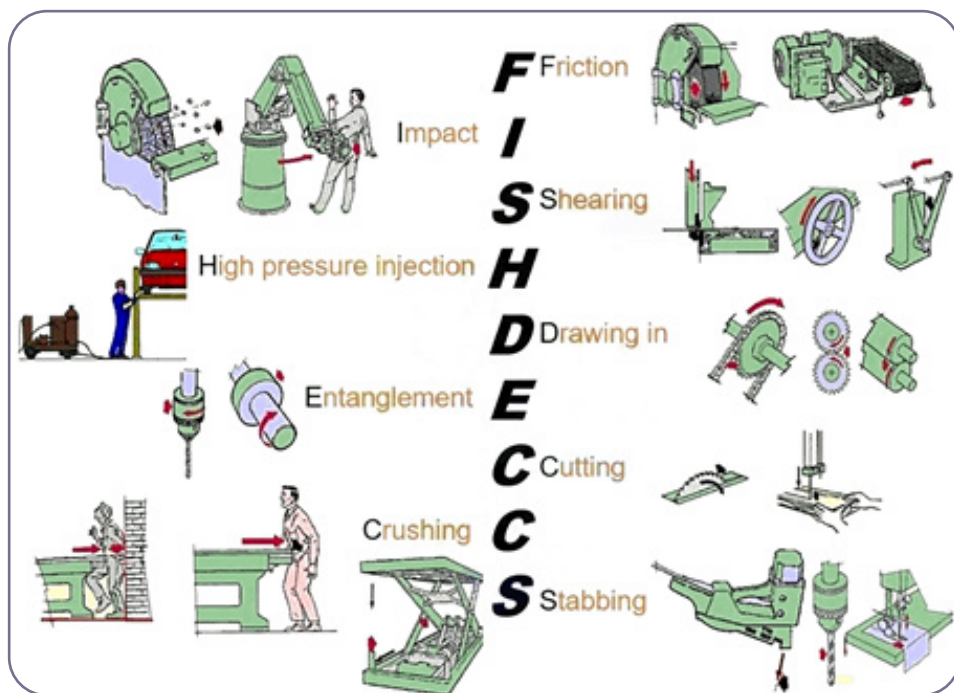


شکل ۲۱-۳. مخاطرات مدل سازی و قالب گیری به وسیله ماشین پتوماتیک^۱

تجهیزات آماده سازی ماسه، مانند میکسر و مولر و تسمه نقاله ها، دارای محورها، بازوها، تیغه ها و اجزای متحرک هستند. به نقل از یک کارشناس متالورژی، در سال ۱۳۸۱ در یک کارگاه ریخته گری در منطقه اصفهان، فردی بر اثر درگیر شدن لباس با تیغه میکسر به داخل میکسر کشیده شده است. این حادثه در شرایطی اتفاق افتاده که میکسر مجهز به قطع اضطراری نبوده و فرد دیگری در آن نزدیکی متوجه رویداد نشده است. متأسفانه این حادثه منجر به مرگ شخص شده است.

۱- <https://www.youtube.com/watch?v=n-BfQozdhJc>

در یک کارخانه ریخته‌گری، کارگاه مدل‌سازی معمولاً به شکل یک کارگاه عمومی است که در آن عملیات نجاری، تراشکاری، آهنگری و جوشکاری انجام می‌شود. مخاطرات کارگاه نجاری و فلزکاری بیشتر از نوع مخاطرات مکانیکی هستند. استفاده از ماشین‌ها و تجهیزات آره کاری و تراشکاری در این کارگاه رایج است. شکل ۲۲-۳ مخاطرات مکانیکی کارگاه‌های ماشین‌ابزار و مدل‌سازی را به اختصار با واژه FISHDECCS نمایش می‌دهد. این واژه اختصاری به سرحرف لاتین مخاطرات ساییدگی، ضربه، بریدگی، افشانه فشار بالا، کشش به درون، گیرگدن، بریدگی، له‌شدگی و سوراخ‌شدگی اشاره دارد. در برخی از کارگاه‌های مدل‌سازی، از چوب‌های بازیافتی برای ساخت مدل استفاده می‌شود؛ در هنگام کار بر روی چوب، به‌ویژه چوب‌های بازیافتی، مواردی گزارش شده که در آن پرتاب قطعه یا شکستن و پرتاب تیغه‌اره اتفاق افتاده است. یکی از دلایلی که باعث چنین پیش‌آمدی می‌شود، وجود فلز در چوب بازیافتی، مانند پیچ و میخ بوده است.



شکل ۲۲-۳. مخاطرات مکانیکی ماشین‌ابزار در کارگاه‌های عمومی. عملیاتی مانند آره کاری، برش کاری، تراش کاری در کارگاه مدل‌سازی ریخته‌گری رایج است.

یکی دیگر از مخاطرات کارگاه قالب‌گیری مخاطرات فیزیکی، مانند آلودگی صوتی کوبش مواد قالب ناشی از کارکرد ماشین‌های پنوماتیک با تکانش و لرزش است^۱. مطابق مقررات ۷ COSHH اگر شدت

روزمره صدا به ۹۰ dB برسد یا پیک صدا از ۲۰۰ dB تجاوز کند، می تواند آسیب های شنوایی جدی برای افرادی که در معرض صدا هستند به همراه داشته باشد. همچنین آلودگی صوتی می تواند عوارض روانی و عصبی، حواس پرتی، سردرد و سرگیجه، خستگی زودرس را به دنبال داشته باشد که خود منجر به بالا رفتن ریسک حوادث می شود. تکان ها و لرزش های ماشین های قالب گیری نیز مخاطرات ایمنی و سلامت زیادی با خود دارند.

در کارگاه قالب گیری و ماهیچه سازی، استفاده از چسب های شیمیایی رایج است. گاز، بخار، محصول واکنش یا محصول تجزیه و گرمایش این مواد در اتمسفر پراکنده می شود، که می تواند باعث آسیب یا عوارض در سلامت افراد و محیط کار شود. از جمله این مواد فنول فرم آلدئید است که مقدار مجاز آن در هوای محیط کار ۵ ppm می باشد. همچنین برخی از ترکیبات چسب های ماسه قالب های پوست های (ماسه چراغی)، گازهای قابل انفجار یا قابل اشتعال تولید می کنند. مواد دیگری که در چسب ها استفاده می شود فورفوریل الکل است که ریسک آتش سوزی، و در مجاورت اسیدهای آلی قوی، ریسک انفجار دارد. از دیگر مواد الکل متیلیک است که ماده ای سمی است که به اجزای سمی تبدیل می شود و ریسک تأثیر بر عصب های بینایی و کوری را با خود دارد. افشانه های سیلیکون که به عنوان جداکننده ی مدل از قالب استفاده می شوند، در صورتی که از نوع هیدرولیز شده باشند ریسک خوردگی و سوختگی پوست و در صورت تماس با چشم ریسک کوری را دارند.

جدول ۲-۳. مواد شیمیایی گزارش شده در محیط کار قالب گیری و ماهیچه گیری.

فرآیند	مواد شیمیایی
قالب گیری پوست های Shell molding	آمونیاک فنول، هگزامتیلن تترامین، استارات، اسید
ماهیچه گیری جعبه داغ (Hot box)	فرم آلدئید، فنول، اوره، فورفوریل الکل
ماهیچه گیری سردگیر (Cold set)	فرم آلدئید، فنول، بنزن، تولوئن، گزین
ماهیچه گیری جعبه سرد (Cold box)	دی اکسید کربن، تری اتیل آمین، دی متیل اتیل آمین، MDI، فنول، حلال رزین (تری متیل بنزن، ایزوفورون، نفتالین، همولوگ)

■ ۸-۲-۳ مخاطرات تمیزکاری، ماشین‌کاری و عملیات حرارتی

در کارگاه تمیزکاری قطعات، در هنگام تخریب قالب ماسه‌ای یا گچی، غبار زیادی تولید می‌شود. یکی از مخاطرات این مکان‌ها برای کارکنان، مخاطرات شیمیایی و هوای غبار آلوده است. این غبار ممکن است دارای ریزگردها (ذرات معلق مضر) باشد که از راه تنفس یا پوست در بلندمدت باعث آسیب می‌شوند. تنگی نفس، سوزش چشم، مسموم شدن، التهاب ریه یا آذیتوزیس^۱ از عوارض و بیماری‌های ناشی این مخاطرات است. اگر غبار عاری از ریزگردها باشد، میزان استاندارد غبار در محیط برای ۸ ساعت کار حداکثر 10 mg/m^3 است. در صورتی هوای غبار آلود دارای ریزگرد (ذرات میکرونی) باشد مثلاً ذرات ناشی از سنگ‌زنی زوائد قطعه (جداسازی راهگاه و تغذیه و پلیسه‌ها) میزان استاندارد غبار 5 mg/m^3 در محیط برای ۸ ساعت کار است. برای درک مفهوم این اعداد لازم است یادآوری شود که مقدار تنفس یک فرد در یک روز حدود $10-8 \text{ m}^3$ است. بنابراین اگر میزان یک آلاینده در هوای محیط 1 g/m^3 باشد، کارگری که در آن محیط کار می‌کند هر روز ۱۰ گرم از آن آلاینده را تنفس خواهد کرد و بخش زیادی از آن وارد ریه خواهد شد. ریزگردها با چشم دیده نمی‌شوند و برای آشکارسازی آن‌ها یا منبع تولید آن‌ها می‌توان از روش پرتو تیندال که یک روش نوری است استفاده کرد. این روش غلظت ذرات را اندازه نمی‌گیرد، اما برای آشکارسازی آن‌ها یک روش سریع است.

کارگاه ریخته‌گری، به‌ویژه در فرآیند ریخته‌پیرایی و تمیزکاری، تجهیزات و دستگاه‌هایی با خود دارد که به‌طور پیوسته تولید صدا دارند. جابجایی مواد، جداسازی ماسه، تمیزکاری قطعات، ویراتورها، دستگاه‌های ساچمه‌زنی و ماشین‌کاری تولید صدا می‌کنند. ماشین‌ها و وسایل سنگ‌زنی علاوه بر تولید غبار و ریزگرد، با دوره‌های بالا کار می‌کنند و آلودگی صوتی قابل توجهی دارند که ممکن است به شنوایی افرادی که در معرض آن هستند آسیب برساند. همچنین ممکن است افراد را در معرض ارتعاشات شدید قرار دهند. این منابع تولید صدا در صورتی که کنترل نشوند، به‌راحتی میزان شدت صدا را به بالاتر از محدوده‌های سلامت انسانی می‌برند. در این صورت در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌توانند باعث مشکلات شنوایی، نارسایی‌های عصبی، سردرد و عدم تمرکز در هنگام کار شوند. هم‌چنین بخارها و آلاینده‌های هوا، گذشته از مشکل سمی بودن و مخاطراتی که برای سیستم تنفسی دارند، از طریق انتشار بو باعث اختلال در کارکرد نیروی انسانی می‌شوند. در این مورد نیز استانداردهای سلامت و ایمنی کار تذکر می‌دهند و حدود ایمن و سالم را شناسایی می‌کنند.

در عملیات سنگ‌زنی غباری از ذرات ریز فلزی تولید می‌شود که ممکن است اشتعال‌پذیر باشد. به‌ویژه در مورد آلیاژهای منیزیم، غبار تولیدشده از سنگ‌زنی ریسک اشتعال و انفجار دارد. همچنین پرتاب ذرات فلزی و جرقه سنگ‌زنی ریسک آسیب‌های جدی به چشم و پوست را دارد.



شکل ۳-۲۳. مخاطرات تمیزکاری و ماشین کاری، عکس از ایوو دو برواین Stocksby.

● ۳-۳ ارزیابی ریسک مخاطرات

شناسایی مخاطرات و جمع‌آوری داده‌های میدانی مربوط به مسایل ایمنی و سلامت، اولین قدم برای برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات لازم برای ایمنی و سلامت کار است. اما لازم است داده‌های گردآوری شده دسته‌بندی و پردازش و تحلیل شوند. داده‌های پراکنده، آمار حوادث، مشاهدات و نظرات افراد ممکن است گمراه‌کننده باشند. برای مثال ممکن است به حادثی که زیاد تکرار نمی‌شوند توجه نشود و برخی اتفاقات پرتکرار کوچک شمرده شوند و عادی و گریزناپذیر به نظر برسند. برای آنکه کمیته‌های ایمنی و سلامت کار بتوانند تصمیم‌گیری مؤثری برای اقدامات مؤثر داشته باشند، نیاز به اطلاعات دسته‌بندی شده و نتایج تحلیل ریسک آمار حوادث دارند. استاندارد ISO 12100 اصول کلی ارزیابی ریسک را برای ماشین‌آلات بیان می‌کند. جمع‌آوری داده‌های فرآیندی و نمونه‌برداری محیطی در ارزیابی درست ریسک و تصمیم‌گیری‌های بعدی بسیار مؤثر است. همچنین مقررات شماره ۶ COSHH به ارزیابی ریسک آلاینده‌ها می‌پردازد. فرآیند تحلیل ریسک مخاطرات ایمنی و سلامت به این ترتیب است؛ برای هر یک از مخاطرات، آمار تکرار وقوع حادثه و برآورد خسارت و آسیب ناشی از مخاطره شناسایی شده، گردآوری و رسم می‌گردد. بر این اساس، احتمال وقوع آسیب برای هر مخاطره از میان حالت‌های بسیار کم احتمال تا بسیار محتمل درجه‌بندی می‌شود (مشابه جدول ۳-۳). همچنین میزان شدت آسیب برآورد می‌گردد، و برای مثال در دسته‌بندی آسیب

کم، آسیب متوسط و آسیب زیاد قرار می‌گیرد. به این ترتیب، بر اساس اینکه هر ریسک چقدر محتمل باشد و در هر وقوع سبب چقدر خسارت گردد، ریسک‌ها در یک ماتریس مشابه جدول ۳-۴ دسته‌بندی می‌شوند. دسته‌بندی مخاطرات کمک می‌کند که هر مخاطره در دستور کار اقدام مناسب قرار گیرد.

جدول ۳-۳. مثالی از دسته‌بندی احتمال وقوع حادثه برای هر مخاطره.

دسته‌بندی احتمال وقوع آسیب	بسیار محتمل	محتمل	احتمال کم	احتمال بسیار کم
میزان تکرار پیش‌آمد	معمولاً یک‌بار در هر شش ماه برای هر فرد پیش‌می‌آید.	معمولاً یک‌بار در هر پنج سال برای هر فرد پیش‌می‌آید.	معمولاً یک‌بار در طول عمر کاری برای هر فرد پیش‌می‌آید.	کمتر از ۱٪ احتمال دارد که در طول عمر کاری برای هر فرد پیش‌بیاید.

جدول ۳-۴. مثالی از روش شناسایی و ماتریس دسته‌بندی ریسک‌های ایمنی و سلامت در محیط کار. این دسته‌بندی تنها به عنوان مثال و راهنما آورده شده و بسته به سیاست‌گذاری ایمنی در کارخانه، ممکن است اندازه ماتریس دسته‌بندی ریسک تغییر کند.

شدت آسیب				
احتمال آسیب	بسیار کم	کم	آسیب متوسط	آسیب شدید
	احتمال بسیار کم	بسیار کم ریسک	بسیار کم ریسک	پرریسک
	احتمال کم	بسیار کم ریسک	ریسک	بسیار پرریسک
	محتمل	کم ریسک	پرریسک	بسیار پرریسک
	بسیار محتمل	کم ریسک	بسیار پرریسک	بسیار پرریسک

فصل چهارم

ایمن سازی محیط
کار ریخته گری

ایمن سازی محیط کار ریخته‌گری

پیش‌ازاین، به مخاطرات محیط کار ریخته‌گری که ایمنی و سلامت افراد را تهدید می‌کنند اشاره شد. مجموعه کاملی از مخاطرات آتش و انفجار، مخاطرات مکانیکی و ارگونومی، مخاطرات فیزیکی و برقی، مخاطرات شیمیایی و بیولوژیکی و مخاطرات روانی و انسانی در محیط کار ریخته‌گری می‌تواند وجود داشته باشد. ریسک مخاطرات در برخی موارد مانند انفجار مذاب، سوختگی، آسیب‌های گرمایی، جراحت‌های دست‌وپا، آسیب چشم و صورت، مسمومیت و بیماری‌های تنفسی زیاد است. بنابراین لازم است به ایمنی و سلامت در ریخته‌گری توجه شود و محیط کار ریخته‌گری ایمن‌سازی شود.

در فصل حاضر به این پرسش‌ها پاسخ داده می‌شود؛ اقدامات مؤثر برای ایمن‌سازی محیط کار ریخته‌گری چه هستند؟ محیط کار ریخته‌گری چه الزاماتی برای ایمنی دارد؟ کدامیک از کارگاه‌ها و عملیات ریخته‌گری به ایمن‌سازی نیاز دارند؟ کدامیک از ماشین‌آلات لازم است ایمن‌سازی شوند؟ تجهیزات ایمنی برای کارگران چیست؟ پیش از پرداختن به جزئیات الزام‌های ایمنی و اقدام‌های مؤثر برای محیط کار ریخته‌گری، لازم است یادآوری شود که افراد چه مسؤولیتی در ارتباط با ایمنی و سلامت کار دارند و اقدام‌هایی که در این فصل بیان خواهد شد، به عهده چه کسانی است؟ در فصل ۶ به‌طور مفصل به مسؤولیت افراد و روش‌های مدیریت ایمنی و سلامت کار پرداخته شده است. بااین‌همه لازم است به‌طور مختصر اشاره شود که شورای عالی حفاظت فنی، در آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری مسؤولیت افراد را این‌گونه بیان می‌کند:

► ماده ۱- کارفرما مکلف است نسبت به شناسایی خطرات و ارزیابی شرایط محیطی کارگاه‌های ریخته‌گری اقدام نموده و اقدامات کنترلی مناسب را به‌منظور حذف مخاطرات احتمالی به عمل آورد.

► ماده ۲- کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری باید متناسب با نوع کار و خطرات، مطابق با آیین‌نامه آموزش ایمنی



کارفرمایان، کارگران و کارآموزان مصوب شورای عالی حفاظت فنی، آموزش های ایمنی لازم را دیده و مدارک مربوطه در پرونده آنان ثبت و ضبط شده باشد.

▲ ماده ۲۶۹- سازندگان ماشین های ریخته ریزی باید در طراحی و ساخت تولیدات خود موارد ذکر شده در این آیین نامه را لحاظ نمایند.

▲ ماده ۲۷۰- کلیه افرادی که نسبت به بازسازی و ارتقاء ماشین های ریخته ریزی اقدام می نمایند ملزم به رعایت موارد ذکر شده در این آیین نامه هستند.

۴-۱ ایمن سازی زمین و فضای کار ریخته گری

برای انجام اقدام باهدف حذف یا کاهش ریسک مخاطرات ایمنی و سلامت، شاید پیش از هر چیز، ایمن سازی زمین و فضای کارگاه ها اولویت داشته باشد. الزامات محیط کار می تواند شامل موارد زیر باشد (اگرچه محدود به موارد زیر نمی شود):

- ▲ در تمام جانمایی ها و جابجایی ها، مخاطرات ایمنی و سلامت شناسایی و کنترل شده باشد.
- ▲ تمامی تجهیزات شناسنامه ایمنی و فنی داشته و ایمن سازی شده باشند.
- ▲ مطابق استاندارد، تابلوهای راهنما، هشدار و اضطرار در محیط کار نصب شده باشند.
- ▲ مطابق استاندارد محیط کار تمیز باشد و میزان آلاینده ها دیده بانی شوند.

■ ۴-۱-۱ جانمایی، جابه جایی و گذرگاه ها

همواره لازم است به این نکته توجه شود که بسیاری از حوادث منجر به آسیب، جراحت یا مرگ در کارخانه ها و کارگاه های ریخته گری، تنها به دلیل حضور فرد در مکان نامناسب اتفاق افتاده است. از اقدام های مؤثر و بسیار مهم برای کاهش ریسک مخاطرات در تمام کارگاه ها، به ویژه مخاطرات مکانیکی، ایجاد گذرگاه ایمن برای رفت و آمد افراد است. لازم است مکان های کارگاه بر اساس عملیاتی که در آنها انجام می گیرد شناسایی شوند. هر ماشین، دستگاه ها یا کوره، که حریم ناایمن دارد، لازم است شناسایی شده و حدفاصل ناایمن نشان گذاری گردد. لازم است برای ورود به حریم ماشین ها و یا مکان هر عملیات، به کمک خط کشی زمین کارگاه یا حفاظ گذاری مناسب و نصب تابلوهای هشدار، احتمال ورود یا گذر افراد متفرقه به مکان های ناایمن تا جای ممکن کاهش یابد.

▲ ماده ۱۱- کارفرما مکلف است فاصله کافی بین ماشین ها و خطوط عملیاتی را مهیا نموده تا حرکت کارگران محدود نگردد.

▲ ماده ۷- برای جلوگیری از تماس یا ورود افراد به داخل محفظه ها یا تجهیزاتی که دارای اجزاء متحرک داخلی هستند باید از حفاظ مناسب استفاده شود.

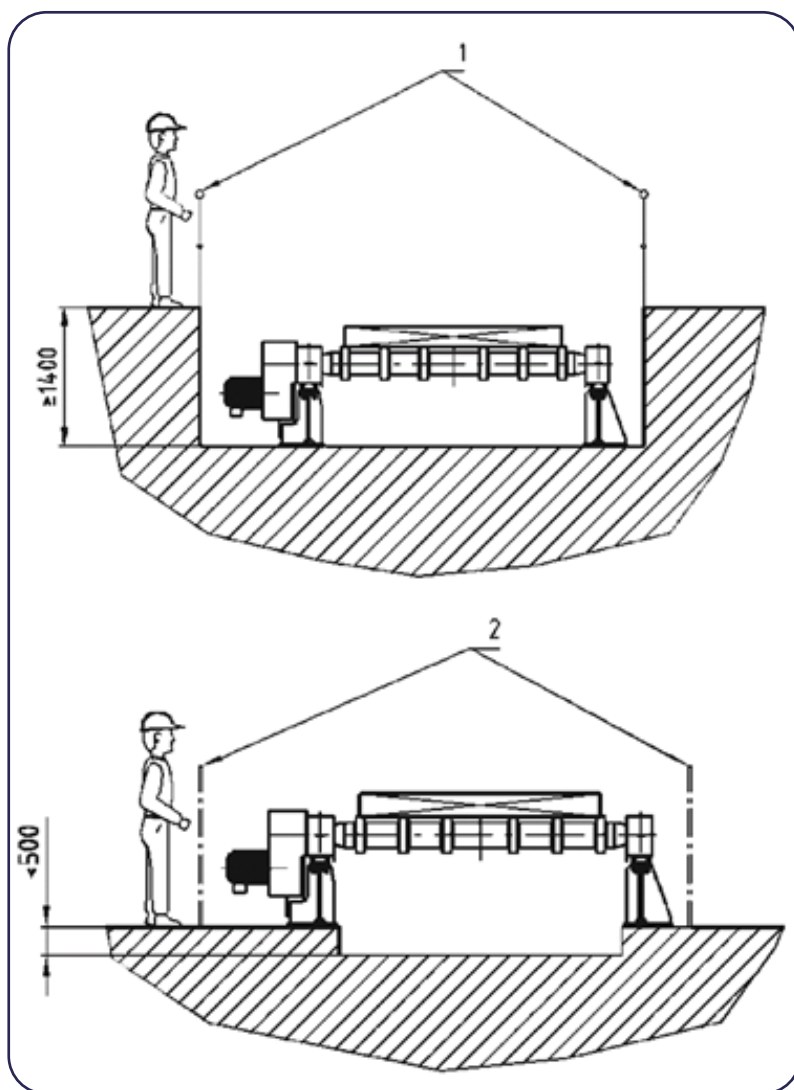
▲ ماده ۱۲- از فضاهای مجزا باید برای تعمیر و نگهداری، نظافت ماشین ها، جابه جایی و اسقاط مواد استفاده گردد. سطوح مورد استفاده برای عبور افراد باید عاری از موانع، گریس، روغن و آب و یا هرگونه مواد لغزنده باشد.



شکل ۴-۱ کنترل مخاطرات مکانیکی در کارگاه‌ها با ایجاد گذرگاه ایمن برای رفت و آمد افراد.

▶ ماده ۳۲- هنگامی که انتقال مواد به صورت دستی کنترل می‌شود، تابلوی کنترل باید با رعایت شرایط ذیل جانمایی شود:

- ▶ اپراتور از مکانیزم انتقال جدا شده باشد.
- ▶ اپراتور در مسیر مواد برگشتی نباشد.
- ▶ اپراتور به کنترل‌ها دسترسی داشته باشد.
- ▶ مانعی در برابر دید اپراتور به خط انتقال وجود نداشته باشد.



شکل ۲-۴. مثال‌هایی از محدود کردن نواحی خطر؛ بالا: جدا کردن و ایزوله کردن (ماشین متحرک در چاهک ریل، لازم است ریسک سقوط در چاهک کنترل شود، عبور و دسترسی به سمت دیگر محدود می‌شود)، پایین: نرده محافظ، لازم است ریسک برخورد، تابش و آلودگی صوتی کنترل شود. برای تغییر ارتفاع بیش از ۵۰۰ mm کنترل ریسک سقوط لازم است.

■ ۲-۱-۴ ایمنی محوطه قراضه و انبار مواد

در بخش مخاطرات انبار مواد به برخی از ریسک‌های ایمنی و سلامت اشاره شد. برای کاهش ریسک مخاطرات مکانیکی در انبار، جابجایی و فراوری مواد، یک اقدام کنترلی مؤثر، ارایه روش مناسب و تدوین دستورالعمل برای اجرای ایمن عملیات و جلوگیری از ریزش و سقوط مواد است. بازگیری، تخلیه، جابجایی

و انبار تمامی مواد، گرچه ساده و پیش پا افتاده به نظر می‌رسد، اما به دستورالعمل، تابلوهای راهنما و نظارت بر انجام عملیات طبق دستورالعمل نیاز دارد. به‌ویژه لازم است کارگران مهارت شناسایی قطعات مخاطره‌آمیز، مانند مخازن، چاشنی‌های انفجاری، رطوبت و روغن را در مواد بار و قراضه‌ها داشته باشند و بتوانند اقدام مناسب را در برابر آنها انجام دهند. همچنین در هنگام جابجایی شمش‌ها و قطعات، طبق دستورالعمل اقدام کنند. ایجاد فضای سرپوشیده و استاندارد برای انبار مواد اولیه و قراضه‌های فلزات یک اقدام کنترلی مؤثر برای جلوگیری از بارش‌های جوی بر مواد و کاهش ریسک ورودی رطوبت به کوره است.

▲ ماده ۲۲ - قراضه‌ها فقط باید وقتی تحویل گرفته شوند که تهیه‌کننده تضمین نماید کنترل‌های لازم انجام شده و قراضه‌ها عاری از مواد منفجره و ظروف توخالی در بسته می‌باشند.

▲ ماده ۱۹ - کارفرما باید کار جابه‌جایی قراضه‌ها را به کارگرانی واگذار نماید که آموزش‌های لازم را در رابطه با آزمایش، کنترل و حمل و نقل قراضه‌ها فرا گرفته باشند.

▲ ماده ۲۰ - جابجایی و شارژ قراضه‌ها باید پس از اطمینان از آزمایش‌ها کنترلی آن‌ها در خصوص امکان وجود مواد منفجره، اشیایی که به‌طور بالقوه خطر انفجار دارند و ظروف توخالی در بسته انجام شود.

▲ ماده ۲۱ - قبل از جابه‌جایی یا پیاده کردن قراضه‌های تهیه‌شده از صنایع نظامی که ممکن است حاوی مواد منفجره باشند باید فرد ماهر برای بررسی وقوع احتمالی انفجار تعیین گردد.

▲ ماده ۲۳ - اگر کارگران ماده منفجره یا مشکوکی یافتند باید به‌طور فوری کار را متوقف کرده، محل را علامت‌گذاری و با استفاده از نوار مسدود نمایند و مراتب را سریعاً به فرد مسئول اطلاع دهند. فرد مسئول باید مطمئن شود که در صورت کشف مواد منفجره یا مشکوک در داخل قراضه‌ها مقامات ذیصلاح فوراً در جریان امر قرار می‌گیرند.

▲ ماده ۲۴ - اگر کارگران در داخل قراضه‌ها ظرف توخالی در بسته‌ای یافتند باید آن را کنار گذاشته و به فرد مسئول اطلاع دهند. برای استفاده مجدد، ظرف توخالی باید به‌منظور اطمینان از عدم ایجاد خطر در اثر افزایش فشار درونی ظرف به مقدار کافی سوراخ شود.

ایمن‌سازی انبار مواد و زمین قراضه برای پیشگیری و کنترل ریسک آتش‌سوزی از الزامات دیگر فضای کار ریخته‌گری است.

▲ ماده ۳۳ - در مواقعی که مواد قابل اشتعال، انفجار یا سمی جابه‌جا یا انبار می‌شوند رعایت کلیه موارد ایمنی و حفاظت‌یالزامی است.

▲ ماده ۸ - کارفرما باید در خصوص امکان ایجاد مخلوط هوای خطرناک (از جمله کمبود اکسیژن، مخلوط گازهای سمی، مخلوط گازهای قابل انفجار و غیره) در محیط کارگاه از طریق اشخاص حقیقی یا حقوقی ذیصلاح (طبق آیین‌نامه مشاورین حفاظت فنی و خدمات ایمنی مصوب شورای عالی حفاظت فنی) بررسی‌های لازم را به عمل آورده و در صورت وجود چنین مخلوطی روش‌های پیشگیرانه لازم را اتخاذ و دستورالعمل‌های مربوطه را تهیه کند. در کارگاه فراوری قراضه که جرتفیل، چنگک، مگنت، قیچی و دیگر تجهیزات متحرک وجود دارد لازم است روشنایی به‌اندازه کافی، در ارتفاع بالا، دور از منطقه کار، و به‌طور پراکنده (تک نقطه نباشد) تعبیه شود. زیرا سایه‌ها و تغییر

شدید روشنایی باعث کاهش دید افراد در کارگاه خواهد شد. لازم است ورودی‌ها و خروجی‌ها، راه عبور امن و پناه گاه اضطراری مشخص شده باشند. لازم است حریم ماشین‌های ثابت و متحرک با خط‌کشی‌های استاندارد روی زمین مشخص شود.



شکل ۳-۴. کارگر در حال برش کاری و جداسازی ضایعات آهن به وسیله مشعل اکسیژن در کارگاه قراضه. عکس از Jessica Palomo در Unsplash

برای سیلوها، مخازن و قیف‌های ماسه، توجه به ایمنی بارگیری و تخلیه و تعمیرات بسیار مهم است.
 ▲ ماده ۲۶- سیلوها، قیف‌ها، مخازن و مخلوط‌کن‌های مورد استفاده در آماده‌سازی ماسه، قالب‌گیری و ماهیچه‌سازی به عنوان فضای بسته محسوب شده و انجام کار در آنها باید با کسب مجوز صادره از طرف کارفرما و رعایت اصول ایمنی همراه باشد.

▲ ماده ۲۷- تمامی دریچه‌ها در سیلوها، مخازن و قیف‌ها باید به حفاظ مناسب و مؤثر مجهز شوند.
 ▲ ماده ۲۸- انجام عملیات خارج کردن پسماند در سیلوها، قیف‌ها و مخازن باید به گونه‌ای طراحی شده باشد تا کار به صورت ایمن انجام پذیرد.

▲ ماده ۲۹- مکانیزم راه‌اندازی دریچه‌ها در سیلوها، مخازن و قیف‌ها باید به گونه‌ای طراحی شده باشد تا از سقوط افراد در مسیر جریان تخلیه مواد جلوگیری نماید.

■ ۳-۱-۴ ایمنی کارگاه ذوب و بارریزی

در زمین و کف کارگاه بارریزی، لازم است تمامی مخاطرات مکانیکی و فیزیکی مورد بررسی قرار گیرند. ناهمواری‌ها، گودال‌ها، سطح لغزنده یا مرطوب، نور کم، آلودگی صوتی، خطر سقوط، خطر برخورد با موانع و تمامی موارد دیگر نیاز به توجه ویژه دارند. لازم است ورق‌های فلزی کف و راهپله‌ها آج‌دار باشند. نصب، رسیدگی و نگهداری به تابلوهای هشدار و پوستره‌های ایمنی در فضاهای اطراف ذوب اهمیت دارد. در این فضاها به خاطر گرما، دود، پاشش و پرتاب مواد ریسک آسیب به تابلوهای هشدار و راهنما زیاد است و نیاز به توجه ویژه دارند. کارگاه‌های ذوب و کوره‌ها اغلب از سطح زمین فاصله داشته و نیاز به راهپله‌های استاندارد با پاگردها، نرده‌ها و پله‌های ایمن‌سازی شده دارند. وجود تجهیزات آتش‌نشانی و وسایل کمک‌های اولیه و دسترسی به دستگاه‌های تنفسی در نزدیکی کوره‌ها در شرایط اضطراری می‌تواند حیاتی باشد. لازم است چیدمان، نظم و نظافت محیط کارگاه طبق استاندارد مناسب و به‌طور مداوم رسیدگی و بازرسی شود. توجه ویژه به دستورالعمل‌های ذوب، بارریزی و جابجایی مذاب، هم از طرف کارفرما، و هم از طرف کارگران و کورهبانان بسیار مهم است:

▲ ماده ۹ - کارفرما باید دستورالعمل‌های مکتوب برای عملیات ایمن ذوب، بارریزی و انتقال مذاب را تهیه و بر نحوه اجرای آن‌ها نظارت نماید. این دستورالعمل‌ها همچنین باید شامل مشخص نمودن افراد ماهر برای انجام کار و تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز باشد.

▲ ماده ۹۸ - دستورالعمل‌های مربوط به عملیات تخلیه مذاب باید به گونه‌ای تهیه شده باشد که ایمنی کارگران را در این عملیات تأمین نماید.

▲ ماده ۱۲۹ - کارفرما باید دستورالعمل‌های مکتوب برای عملیات ذوب و بارریزی را تهیه و بر نحوه اجرای آن‌ها نظارت نماید. این دستورالعمل‌ها همچنین باید شامل مشخص نمودن افراد مجاز برای ورود به مناطق اطراف کوره و تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز باشد.

۱-۳-۴ ایمن‌سازی زمین و فضای کارگاه

در کارگاه ذوب و بارریزی لازم است حریم نایمن کوره‌ها، مکان عملیات ذوب و عملیات بارریزی شناسایی و نشان‌گذاری شوند:

▲ ماده ۱۰۴ - مناطق اطراف کوره‌های القایی و کوره‌های نگه‌دارنده (تا شعاع ۶ متر و یا ۵ برابر قطر داخلی کوره هر کدام که بزرگ‌تر هستند) به عنوان مناطق خطرناک محسوب می‌گردد. لذا کارفرما باید مناطق اطراف کوره که در آنها احتمال پاشش فلز مذاب وجود دارد را با استفاده از نرده‌های حفاظتی با رنگ زرد یا دیگر علائم هشداردهنده مشخص نموده و محل‌های مجاز ورود به این نواحی را نیز با استفاده از خط‌کشی به رنگ زرد بر روی کف کارگاه و با عرض حداقل ۱۰ سانتیمتر مشخص نماید.

▲ ماده ۱۲۶ - مناطق اطراف کوره‌های قوس الکتریک (تا شعاع ۶ متر و یا ۵ برابر قطر داخلی کوره هر کدام که بزرگ‌تر



هستند) به عنوان مناطق خطرناک محسوب می گردد. لذا کارفرما باید مناطق اطراف کوره که در آنها احتمال پاشش فلز مذاب وجود دارد را با استفاده از نرده های حفاظتی با رنگ زرد یا دیگر علائم هشداردهنده مشخص نموده و محل های مجاز ورود به این نواحی را نیز با استفاده از خط کشی به رنگ زرد بر روی کف کارگاه و با عرض حداقل ۱۰ سانتیمتر مشخص نماید. یک اقدام لازم برای ایمن سازی کارگاه ذوب، ساخت چاله تخلیه اضطراری برای کوره است:

► ماده ۹۹ - چاله موجود در قسمت جلو یا زیر کوره باید همواره خشک و عاری از رطوبت و روغن بوده و از موادی (نظیر ماسه) ساخته شده باشد که از پاشش فلز در اثر تماس با آن جلوگیری نماید. چاله باید ظرفیت نگهداری حداقل یک بار کامل کوره را داشته باشد و از ذرات فلزی عاری بوده و به صورت منظم و حداقل یک بار در روز بازرسی شود.

► ماده ۱۰۳ - کارفرما باید فضای چاله جلوی کوره را از لحاظ وجود عوامل خطرناک بررسی نموده و با استفاده از روش های ایمن راهکارهای مناسب برای مقابله با آنکه شامل استفاده از وسایل حفاظت فردی نیز است را اتخاذ نماید.

► ماده ۱۲۲ - با استفاده از تمهیداتی نظیر ایجاد چاله در جلوی کوره های قوس باید در مواقع پاشش مذاب از کارگران حفاظت نمود. کف و دیوارهای این چاله باید همواره خشک بوده و از موادی ساخته شده باشد که از پاشش فلز در اثر تماس جلوگیری نماید. چاله باید دارای ظرفیت نگهداری حداقل یک بار کامل کوره را داشته باشد. چاله باید از ذرات فلزی عاری بوده و به صورت منظم بازرسی شود.

زمین کف کارگاه، نیاز به ایمن سازی در برابر مخاطرات انفجار و پاشش مذاب دارد:

► ماده ۹۷ - کف مناطقی که عمل انتقال مذاب در آنها انجام می گردد باید از جنس موادی (نظیر ماسه ریخته گری یا مواد دیرگداز) باشند که باعث ایجاد حداقل فوران و پاشش مذاب گردد.

► ماده ۱۰۰ - مناطقی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید همواره خشک باشند.

► ماده ۱۲۱ - جنس مواد مورد استفاده در کف مناطق انتقال مذاب در محوطه کوره های قوس باید از موادی باشد که پاشش و فوران مذاب را به حداقل برساند.

► ماده ۱۲۳ - مناطق تخلیه، بارریزی و انتقال مذاب که احتمال پاشش مذاب در آنها وجود دارد باید عاری از وجود هرگونه تجمع سیالات مانند آب یا روغن باشند.

یک اقدام کنترلی بسیار مؤثر، کنترل حضور و رفت و آمد افراد در مناطق مخاطره آمیز است:

► ماده ۱۰۵ - ورود افراد به مناطق اطراف کوره های القایی که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید فقط محدود به افراد ماهر و تنها به منظور انجام وظایف محوله باشد. انجام کار افراد در این مناطق باید در حداقل زمان مورد نیاز برای انجام وظایف محوله باشد.

► ماده ۱۲۷ - ورود افراد به مناطق اطراف کوره های قوس الکتریک که احتمال پاشش فلز مذاب در آنها وجود دارد باید محدود به افراد مجاز و فقط به منظور انجام وظایف محوله باشد. انجام کار افراد در این مناطق باید در حداقل زمان مورد نیاز برای انجام وظیفه محوله باشد.

► ماده ۱۰۶ - محل استقرار کارگران از جمله اپراتورهای کوره القایی باید در خارج از منطقه اطراف کوره که احتمال

پاشش فلز مذاب در آن وجود دارد، باشد. در صورت امکان عملیات باردهی، سرباره گیری و یا دیگر موارد به صورت خودکار انجام شود تا خطراتی که متوجه اپراتور است به حداقل کاهش یابد.

▲ ماده ۱۲۸ - محل استقرار کارگران از جمله اپراتورهای کوره های قوس الکتریک باید در خارج از منطقه اطراف کوره که احتمال پاشش فلز مذاب در آن وجود دارد باشد و در صورت امکان انجام عملیات سرباره گیری، انتقال مذاب، نمونه گیری و اندازه گیری دما به صورت کنترل از راه دور انجام پذیرد.

▲ ماده ۱۰۱ - تردد کارگران به چاله جلوی کوره باید همواره تحت کنترل باشد. در زمان انجام عملیات باردهی، بارریزی، انتقال مذاب و سرباره گیری حضور کارگران در چاله ممنوع است.

▲ ماده ۱۰۸ - ماشین های انتقال مذاب که دارای امکان کنترل از راه دور هستند و همچنین مسیر حرکت آنها باید دارای علائم هشداردهنده باشند تا در رابطه با شروع حرکت ناگهانی آن ها به کارگران هشدارهای لازم داده شود.

▲ ماده ۱۲۴ - ورود افراد به چاله جلوی کوره باید تحت کنترل باشد و در حین عملیات باردهی، بارریزی، تخلیه یا سرباره گیری هیچ یک از کارگران نباید در چاله جلوی کوره حضور داشته و یا وارد آن شوند.

▲ ماده ۱۴۳ - هنگام ذوب ریزی فقط باید افرادی که مستقیماً درگیر کار ذوب ریزی هستند در محل باقی بمانند. لازم است مسیر عبور ماشین ها، خودروها، واگن ها و جرثقیل های حمل مذاب، بدون مانع، هم سطح و بدون دست انداز باشد:

▲ ماده ۱۶۰ - برای جلوگیری از ریختن مواد مذاب فقط باید از راه ها و راهروهای هم سطح و بدون مانع و دست انداز استفاده شود.

در مورد ایمن سازی کارگاه ذوب و بارریزی در برابر مخاطرات فیزیکی به ویژه آسیب های گرما به اقدامات کنترلی زیر اشاره شده است:

- ▲ حذف منابع غیر ضروری تولید گرما و رطوبت
- ▲ جدا کردن محل کار کارگرانی که مستقیماً درگیر فرآیند بارریزی و ذوب نیستند.
- ▲ حفاظ گذاری ضد تابش در اطراف خط تولید و سطوح داغ
- ▲ نصب خنک کننده های موضعی، دمنده ها، فن ها و هواسازها برای متعادل کردن رطوبت و گردش هوا
- ▲ اتوماسیون کارها در محیط گرم در صورت امکان، به منظور به حداقل رساندن کارهای دستی با مذاب و تجهیزات داغ و به حداقل رساندن حضور افراد در محیط گرم
- ▲ طراحی و کنترل فرآیندها برای پیشگیری واکنش های غیرمنتظره در مذاب و ریخته گری
- ▲ تعبیه حصار محافظ برای پیش گیری از برخورد گرما و مذاب در جاهایی که فاصله ایمن رانمی توان رعایت کرد، برای مثال تعبیه توری فلزی دور تا دور نقطه بارریزی

▲ استفاده از روش ها و تجهیزات کاهش رطوبت مانند رطوبت زدا^۱

▲ استفاده از دستگاه های تهویه مانند هواکش^۲، برای ورود هوای خنک به درون کارگاه

۱- de-humidifier

۲- flue



- ▶ تامین آب تازه برای نوشیدن در هنگام کار
- ▶ تعبیه مکان‌هایی برای وقفه و رmq گیری برای مثال اتاق خنک یا پناهگاه گرما
- ▶ تامین تجهیزات حفاظت فردی و ویژه^۱ برای عملیات کار در محیط گرم و کار با مذاب، از جمله لباس ضد تابش، دستکش عایق گرما، نقاب محافظ و فیلتر چشم
- ▶ علامت گذاری برای هشدار حفظت چشم در مکان‌هایی که ریسک تابش دارند.
- ▶ آگاه کردن کارگران از خطرات تابش‌های شدید فرابنفش و فروسرخ
- ▶ محافظت از عابران و رهگذران ترجیحاً با حذف ریسک قرار گرفتن در محیط تابش
- از آنجاکه بیشتر کارگران کارخانه ریخته گری در معرض آسیب‌های گرمایی هستند، لازم است سیاست و رویه مشخصی برای پیش گیری از آسیب گرمایی تدوین شود. چنین سیاست گذاری شامل موارد زیر است:
- ▶ آموزش کارگران برای شناخت علائم و عوارض آسیب‌های گرمایی، شوک‌های گرمایی و فرآیند سازگار شدن با گرما
- ▶ ترویج فضای رفاقت^۲ در کار که در آن هر کارگر مراقب دیگران است.
- ▶ برقرار کردن وقفه‌های نوشیدن آب در توالی منظم در نوبت کاری برای مثال نوشیدن یک لیوان آب در هر ۲۰ دقیقه
- ▶ متعادل کردن آهنگ کار برای سازگار شدن با شرایط
- ▶ برنامه ریزی کارهای محیط گرم برای زمان‌هایی از روز که هوا خنک تر است
- ▶ جداسازی و فاصله گذاری کار گرم از سایر کارگران
- ▶ گردش کار در محیط گرم بین کارگران برای کاهش زمان اثر گرما
- ▶ دیده بانی پیوسته علائم و عوارض اثر گرما و شوک گرمایی
- ▶ برنامه ریزی برای عملیات مراقبت از کارگران برای عوارض احتمالی آسیب‌های گرمایی

۲-۳-۱-۴ عملیات ذوب و باردهی کوره

عملیات ذوب مخاطرات زیادی را با خود دارد. از آنجاکه معمولاً ریسک انفجار ناشی از تماس مذاب با رطوبت در کارگاه‌های ریخته گری بسیار زیاد است، پیش گیری و کنترل این ریسک در ایمن سازی فضای کارگاه بذوب و بارریزی اهمیت دارد. در هر کارگاه که مذاب وجود دارد، لازم است تمام منابع رطوبت که ممکن است در تماس با مذاب قرار گیرند شناسایی شوند. لازم است برای هر مورد شناسایی شده، اقدامی برای پیشگیری تماس رطوبت با مذاب انجام شود. لازم است تمامی عملیات کاری از جمله نظافت کارگاه به گونه ای انجام گیرد که باعث باقی ماندن آب در کف کارگاه، یا در مرطوب شدن تجهیزات نشود. به طور مثال لازم است اطمینان حاصل شود که:

- ▶ مواد وارد شده به کارگاه در جای خشک نگهداری شده‌اند و بدون رطوبت هستند.
- ▶ کوره‌ها و نسوزها پیش از استفاده پیش گرم شوند.

۱- Task-Specific Personal Protective Equipment (PPE)

۲- Buddy system

- ▶ تمام تجهیزات عملیات ذوب و بارریزی، بدون زنگ زدگی هستند و پیش از استفاده پیش گرم شوند.
 - ▶ مواد شارژ کوره رطوبت حبس شده در خود ندارند و پیش از ورود به مذاب کاملاً خشک هستند.
 - ▶ هیچ گونه قراضه ی توخالی (مانند بطری، قوطی، کنسرو، مخزن، محفظه، کپسول و لوله) به کارگاه ذوب وارد نشود. لازم است این اشیاء در کارگاه دیگری بیرون از محل ذوب فراوری شوند.
 - ▶ ماده ۱۷ - به منظور حذف رطوبت، روغن و سایر مایعات موجود در مواد شارژ و ابزارها قبل از فرورفتن آنها در کوره یا مذاب باید تمهیداتی پیش بینی شده باشد. از افزودن ظروف سر بسته مثل انواع کپسول ها و همچنین مواد قابل انفجار مانند مهمات جنگی باید اکیداً خودداری شود.
 - ▶ ماده ۱۰۹ - در مواقع نمونه گیری و یا سر باره گیری تنها باید از ابزارهای مخصوص این عملیات استفاده نمود. ابزارهایی که دارای پوشش نسوز هستند باید قبل از استفاده رطوبت زدایی شوند. ابزارها باید عاری از وجود هرگونه زنگ زدگی باشند.
 - ▶ ماده ۱۸ - ابزارهای زنگ زده نباید در مذاب آلومینیم فروبرده شوند.
- در هنگام عملیات ذوب با کوره های القایی، لازم است اقدامات کنترلی زیر برای کاهش ریسک مخاطرات مکانیکی و برقی انجام گیرند:
- ▶ ماده ۹۳ - قبل از وارد نمودن هرگونه ابزار عایق نشده به داخل حمام مذاب کوره، باید نیروی الکتریکی کوره را قطع نمود و نسبت به تخلیه انرژی الکتریکی ذخیره شده اقدام نمود. اگر امکان قطع نمودن جریان برق ورودی به کوره میسر نباشد، به منظور جلوگیری از خطر برق گرفتگی، کلیه کاربران کوره موظف به استفاده از ابزارهای با دسته عایق و یا دستکش و لباس عایق مناسب هستند.
 - ▶ ماده ۸۷ - اگر در حین چرخش کوره، خطر سقوط کارگران به داخل چاله کوره وجود داشته باشد، انجام اقدامات حفاظتی در این خصوص الزامی است. این اقدامات نباید باعث بروز خطر دیگری برای کارکنان شود.
 - ▶ ماده ۹۵ - در صورت بروز هرگونه اشکال یا خطا در سیستم کنترل اتصال به زمین کوره (ارت)، از ادامه کار کوره تا محو کامل اشکال یا خطا باید جلوگیری شود.
- یکی از اقدامات کنترلی مناسب برای کاهش میزان آلاینده های و ریسک حوادث، پیش گرم کردن مواد بار کوره است. به غیر از مزایایی که این عملیات در مصرف انرژی کوره خواهد داشت، خطر آلاینده های شدید در کوره، تماس مذاب با رطوبت، ورود روغن، پلاستیک و مواد قابل اشتعال به کوره را بسیار کاهش می دهد. استفاده از قراضه های خرد شده گذشته از برتری های کیفی در ذوب و کاهش هزینه انرژی، و افزایش عمر نسوز کوره، از دیدگاه ایمنی جزو اقدامات بسیار مؤثر در کاهش حوادث کوره به شمار می روند. قراضه خرد شده به دلیل چگالی ظاهری بالاتر، تعداد دفعات ذوب و در نتیجه احتمال حوادث مربوط به بارگیری و آلاینده های را کاهش می دهد. همچنین ریسک وجود ظروف و مخازن در بسته در بار کوره و انفجارها را بسیار پایین می آورد. علاوه بر آن با اندازه و ابعاد بسیاری کنواخت و مناسب محفظه کوره، خطر پل زدن و مسدود شدن کوره را نیز کم می کند.

اقدامات کنترلی برای مخاطرات انفجار شیمیایی می تواند شامل موارد زیر باشد (اما محدود به این موارد نیست):

- ▶ منع استفاده از فندک های بوتانی در محل ذوب و بارریزی
- ▶ اصلاح سیستم انبارداری به گونه ای که مواد شیمیایی نامناسب با مذاب به طور واضح برچسب خورده و دور از محیط ذوب و بارریزی نگهداری شوند تا از ورود اشتباهی یا تماس تصادفی آنها با مذاب جلوگیری گردد.
- ▶ رنگ ها، محلول ها و مواد اشتعال پذیر و سوختی در مکان های مشخص دور از محل ذوب و بارریزی نگهداری شوند.
- ▶ پیش از ورود هر چیزی به مذاب، همواره به عنوان آخرین گام، ایمنی و درستی ماده برای تماس با مذاب مورد تأیید قرار گیرد.

۳-۱-۴ عملیات جابجایی مذاب و بارریزی

برای عملیات جابجایی مذاب و بارریزی و روش استفاده از تجهیزات آن، شورای عالی حفاظت فنی ایران، دستورالعمل های ایمنی زیر را ارائه کرده است:

- ▶ ماده ۶۷ - بوته ها باید در مکان های گرم و خشک انبار شوند. قبل از استفاده از نظر وجود حفره و ترک های ریز به دقت بازرسی و بدون آسیب زدن به بوته یا دیواره های جانبی بارگیری شوند. همچنین به آرامی گرم و فقط توسط ابزارهایی با شکل و اندازه مناسب بالا برده شوند.
- ▶ ماده ۱۳۹ - پاتیل های ریخته گری، حمل ذوب و سر باره باید پیش از استفاده خشک و ترجیحاً پیش گرمایش شوند.
- ▶ ماده ۱۴۰ - پاتیل های حمل ذوب و ریخته گری باید تا حدی پر شوند که از پاشش مذاب در حین حمل جلوگیری شود.

▶ تبصره: اگر نتوان از پرسیدن بیش از حد پاتیل جلوگیری نمود در این صورت باید برای حمل آن اقدامات ایمنی خاصی به عمل آید.

- ▶ ماده ۱۴۶ - مکانیزم چرخش پاتیل باید همواره در طی کار تحت کنترل اپراتور عملیات ریخته گری باشد.
- ▶ ماده ۶۸ - بوته ها باید توسط تعداد کافی از کارگران حمل و جابجا شود به نحوی که از وارد آمدن فشار بی مورد به کارگران جلوگیری شود. در این زمینه رعایت آیین نامه حفاظتی حمل دستی بار مصوب شورای عالی حفاظت فنی الزامی است.

▶ ماده ۱۹۷ - پاتیل ها باید تا سطحی پر شوند که در حین حمل و نقل معمول احتمال پاشش مذاب وجود نداشته باشد. مقدار ارتفاع خالی پاتیل باید حداقل بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر باشد.

- ▶ ماده ۱۹۸ - مسیر حرکت پاتیل مذاب باید عاری از هرگونه مانع باشد.
- ▶ ماده ۱۹۹ - در زیر مسیر حرکت مذاب نباید هیچ گونه تجمعی از مایعات سیال موجود باشد.
- ▶ ماده ۲۰۰ - در قالب های ریژه مجهز به سیستم آبگرد باید امکان تماس مذاب با آب وجود نداشته باشد.
- ▶ ماده ۲۰۱ - در هنگام انتقال پاتیل های حاوی مذاب باید تمهیداتی لحاظ شود تا از کج شدن ناخواسته آن جلوگیری

به عمل آید.

- ▶ ماده ۲۰۲- مقدار مذاب موجود در پاتیل نباید از ظرفیت اسمی پاتیل و چنگک و سیستم حمل‌کننده آنها بیشتر باشد.
- ▶ ماده ۲۰۳- پاتیل‌های حاوی مذاب اضافی که به دلایلی در خارج از خط عملیات نگه‌داشته شده‌اند باید تا حد امکان در نزدیکی کف کارگاه قرار گیرند.
- ▶ ماده ۲۰۴- در مناطق بارریزی و پرشدن پاتیل‌ها که در آنها از پاتیل‌های کف ریز استفاده می‌شود، باید در صورت وجود نشست فلز مذاب با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر پیش‌بینی گودال ماسه‌ای) خطرات مربوطه حذف گردد.
- ▶ ماده ۲۰۵- اپراتور تنها باید دستورات شخصی که بالاتر از هدایت می‌کند اجرا نماید.
- ▶ تبصره: اگر فرمان توقف اضطراری از طرف هر شخصی صادر شود، اپراتور باید این فرمان را اجرا نماید.
- ▶ ماده ۲۰۶- باید از برخورد جرنقیل‌ها و مونوریل‌ها با یکدیگر و یا با ضربه‌گیرها یا ریل با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر استفاده از کلیدهای (stop) موانع متوقف‌کننده و سیستم ضد تصادم) خودداری شود. (Limit Switch) محدودکننده

- ▶ تبصره: در صورت برخورد باید با استفاده از روش‌های ایمن، پاشش مواد مذاب به حداقل برسد.
- ▶ ماده ۲۰۷- شخصی که هدایت‌کننده بالاتر است مسئولیت کنترل محکم بودن اتصال بار به بالاتر، حفظ تعادل آن و قرارگرفتن صحیح بار در قلاب را بر عهده دارد.
- ▶ ماده ۲۰۸- در زمان جابه‌جایی و بالاتر بردن مواد مذاب باید موارد ذیل رعایت گردد:
 - ۱. مکانیزم حرکت دادن بار نباید دچار افزایش یا کاهش ناگهانی سرعت شود.
 - ۲. هیچ‌گونه مانعی نباید در تماس با پاتیل مذاب قرار گیرد.
 - ۳. پاتیل‌های حاوی مذاب نباید در مسیر خود از روی کارگران رد شود. از یک هشداردهنده صوتی برای آگاهی دادن به کارگران نسبت به حرکت پاتیل و نزدیک شدن آن باید استفاده شود.
 - ۴. به کارگران نباید اجازه داده شود که در زیر پاتیل‌های آویزان قرار گیرند.

۴-۳-۱-۴ عملیات کیفی (ثانویه) مذاب

- در مورد ریخته‌گری آلیاژی که مذاب آنها نیاز به عملیات کیفی (عملیات ثانویه) پس از ذوب و پیش از بارریزی دارند، مانند تلقیح چدن‌ها، گاززدایی و جوانه‌زایی، دستورالعمل‌های ایمنی زیر ارایه شده است:
- ▶ ماده ۲۱۲- کارفرما باید دستورالعمل‌های اجرایی عملیات ثانویه بر روی فلز مذاب را به نحوی تهیه نماید که مقدار زمان قرارگیری کارگران در مقابل خطرات به حداقل کاهش یابد.
 - ▶ ماده ۲۱۳- انجام عملیات ثانویه یا جوانه‌زایی و یا هردوی آنها بر روی فلز مذاب تنها باید توسط کارگران مجاز و دارای مهارت لازم انجام پذیرد.
 - ▶ ماده ۲۱۴- در پاتیل‌های مورد استفاده برای عملیات ثانویه یا جوانه‌زایی و یا هردوی آنها بر روی مذاب در قسمت بالا، باید با استفاده از روش‌های ایمن (نظیر نصب سپر حفاظتی و یا اعمال فاصله کافی بین کارگران و پاتیل) از تماس



فلز مذاب با کارگران در حین عملیات جلوگیری به عمل آورند.

■ ماده ۲۱۵- در مخازنی که عمل جوانه زایی در آنها توسط گاز انجام می گیرد، باید به صورت متناوب در خصوص جداره درونی و اتصالات مربوط به گاز مورد بازرسی و تعمیر قرار گیرند.

■ ماده ۲۱۶- انجام تزریق گاز برای عمل جوانه زایی که منجر به پاشش فلز مذاب می شود ممنوع است.

■ ماده ۲۱۷- کاریید کلسیم و مواد حاوی آن (به منظور گوگردزایی) باید در مناطق خشک نگهداری و استفاده شده و از تماس اتفاقی آنها با رطوبت جلوگیری گردد.

■ ماده ۲۱۸- خشک نمودن نسوز داخل پاتیل ها و مخازن باید مطابق دستورالعمل تهیه شده از طرف کارفرما انجام گیرد. نحوه کار باید به گونه ای باشد که از ترک و شکسته شدن مواد نسوز در حین خشک کردن، پیش گرم نمودن و تماس مذاب جلوگیری گردد.

■ ۴-۱-۴ ایمنی کارگاه قالب گیری، تمیزکاری و ماشین کاری

در کارگاه های آماده سازی ماسه، قالب گیری، تمیزکاری و ماشین کاری، که انواع مختلفی از فرایندها در آن انجام شود، معمولاً، مخاطرات مکانیکی پرریسک ترین مخاطرات هستند و لازم است به آنها رسیدگی شود.

■ ماده ۳۰- برای نمونه گیری ماسه، تجهیزات و ماشین آلات مربوطه باید متوقف شده باشند.

■ ماده ۴۱- با استفاده از حفاظ مناسب باید از تماس احتمالی اپراتورها با سیستم انتقال لاوک ها (SKIP) جلوگیری به عمل آید.

■ ماده ۳۶- در تجهیزات ماهیچه سازی، قالب گیری و جابه جایی درجه ها، تمامی مناطقی که امکان ایجاد آسیب برای کارگران وجود دارد باید به صورت مناسب حفاظ گذاری شوند.

■ ماده ۴۴- در پیستون های موجود در دستگاه های قالب سازی باید با استفاده از روش های ایمن از خارج شدن پیستون از داخل سیلندر جلوگیری شود.

■ ماده ۴۵- در هنگامی که از سرسره های سقوط آزاد برای بازگرداندن گیره ها (کلمپ) به ایستگاه های گیره زنی استفاده می شود، گیره ها (کلمپ) باید در داخل سرسره محکم شده و مجرای خروجی سرسره نیز حفاظ داشته باشد.

■ ماده ۴۶- ابزارهای بلند کردن درجه ریخته گری باید به صورتی طراحی شده باشد که دارای فاصله کافی از کارگران بوده یا دارای دستگیره های جداگانه باشند.

■ ماده ۴۷- برای جلوگیری از ورود مواد فلزی ناخواسته به مخلوط ماسه باید از روش های مناسب (نظیر جداکننده مغناطیسی و سرنده) استفاده شود.

■ ماده ۴۸- انجام تنظیمات یا تعمیرات در تجهیزات مورد استفاده برای آماده سازی قالب، قالب سازی و ماهیچه سازی توسط اپراتور ممنوع است مگر اینکه وی در این رابطه آموزش های لازم را دیده باشد و مجوزهای مورد نیاز را از طرف کارفرما دریافت کرده باشد.

برای عملیات ماهیچه گیری که در کارگاه قالب سازی انجام می شود، دستورالعمل های زیر ارائه شده است:

■ ماده ۳۷- با استفاده از روش های زیر و یا دیگر روش های مناسب باید از اصابت ذرات ماسه خارج شده از بین خط

جدایش بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی و اصابت آنها به اپراتور محافظت گردد: (الف) از سایش سطوح فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی جلوگیری گردد. (ب) قبل از شروع به کار، ذرات ماسه باقیمانده در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی تمیز گردد. (پ) از درزگیر (لاتون) در فصل مشترک بین جعبه ماهیچه و دستگاه ماهیچه سازی استفاده گردد. (ت) از سپرها یا پرده های حفاظتی در فاصله بین اپراتور و دستگاه استفاده شود.

► ماده ۳۸- جعبه های ماهیچه سازی باید به صورتی طراحی شده باشند که جاگذاری و برداشتن جعبه بدون قرارگیری دست اپراتور در معرض آسیب باشد. در صورتی که دستگیره های مناسب در طراحی جعبه ماهیچه پیش بینی نشده باشد نقاط مذکور باید به جعبه ماهیچه اضافه شود.

► ماده ۳۹- جعبه ماهیچه باید دارای استحکام لازم برای مقاومت در برابر نیروهای مکانیکی و نیوماتیکی (پنوماتیکی) حین کار را داشته باشد.

► ماده ۴۰- سوراخ های ارتباط با هوا باید در جعبه ماهیچه یا صفحات دمش وجود داشته باشد.
در کارگاه قالب گیری و ماهیچه سازی، لازم است مخاطرات شیمیایی و ترکیباتی که در چسب ماهیچه، افزودنی مواد قالب، پوشان قالب ماهیچه استفاده می شوند، مورد توجه قرار گیرند. برخی از این ترکیبات گازهای قابل انفجار یا قابل اشتعال تولید می کنند. تهویه مناسب و دیده بانی مقدار غبار، گازها و بخارهای سمی در این سالن ها لازم است.

► ماده ۳۵- در روش ریخته گری پوست های (چراغی)، غلظت آلاینده های قابل انفجار باید به نحوی کنترل شود که حداکثر غلظت آلاینده ها ۲۵ درصد حد پایینی انفجار LEL باشد.

► ماده ۴۹- برای تخلیه ترکیبات پوشان قالب از ظروف کار باید از تجهیزات مناسب (نظیر یکبرکننده بشکه، شیرهای سماوری) استفاده شود.

► ماده ۵۰- ترکیبات پوشان قالب و حلال های قابل اشتعال باید در ظروف در بسته محکم، نشکن، غیر قابل اشتعال و فقط در مقادیر مورد نیاز یک نوبت کاری در محل کار انبار شوند.

► ماده ۵۱- در صورت استفاده از پوشان های پایه آبی قبل از بارریزی، سطح قالب باید به وسیله شعله دستی خشک گردد. در صورت استفاده از پوشان های پایه الکلی قبل از بارریزی با آتش زدن سطح قالب باید خشک گردد.
► ماده ۵۲- مادامی که از ترکیبات پوشان قالب با نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتی گراد استفاده می شود، باید در اطراف نقطه مصرف، منطقه ای به شعاع ۳ متر عاری از هرگونه شعله نگه داشته شده و کشیدن سیگار در این منطقه ممنوع گردد.

► ماده ۵۳- ظروف کار باید در برابر ضربه محافظت شده و پس از استفاده درب آنها بسته شوند.

► ماده ۵۴- اسپری کردن قالب ها و ماهیچه ها با ترکیبات پوشش دهنده ای که دارای نقطه اشتعال کمتر از ۵۵ درجه سانتی گراد هستند باید در جایگاه ها یا غرفه های مخصوص انجام شود.

► ماده ۵۵- ماهیچه ها و قالب های سنگین که حمل آنها مشکل است، را می توان با رعایت تدابیر ایمنی در کارگاه



اسپری نمود. این تدابیر همچنین عملیات اسپری در ماشین‌های قالب‌گیری که دارای جایگاه‌های اسپری مجهز به سیستم تهویه مکنده هستند را نیز شامل می‌گردد.

در انتهای مراحل قالب‌گیری، لازم است به ریسک انفجار مذاب، پرتاب قالب و جاری شدن مذاب در هنگام بارریزی توجه شود و اقدامات کنترلی برای آن صورت گیرد:

▲ ماده ۵۶ - جهت جلوگیری از بیرون زدن مذاب از سطح جدایش دونیمه قالب باید از وزنه‌گذاری و یا گیره استفاده شود.

▲ ماده ۵۷ - هم‌زمان با شروع ریخته‌گری باید نسبت به سوزاندن گازهای قالب اقدام نمود تا از تجمع گاز در قالب و ماهیچه جلوگیری به عمل آید.

در برخی از مکان‌های کارگاه قالب‌گیری و تمیزکاری وجود تجهیزات شستشوی چشم لازم است. بهتر است که با حذف منبع آلودگی بتوان از مخاطرات آن پیش‌گیری نمود. اگر پیش‌گیری امکان‌پذیر نباشد، کنترل آلودگی از منبع آلودگی شروع می‌شود. جایگزین کردن آزیست با آلومینوسیلیکات Alumino-Silicate برای عایق‌سازی کوره‌ها و لوله‌ها و تأسیسات یک اقدام پیش‌گیرانه مناسب است. به همین صورت جایگزین کردن ترکیبات سیلیکونی هیدرولیزشده (در مواد قالب) با انواع بی‌خطر آنها مانند متیل پلی سیلوکسان یا مخلوط متیل و فنیل پلی سیلوکسان توصیه شده است. گاز دی اکسید گوگرد از آلاینده‌های محیط کار ریخته‌گری است که بر اثر سوختن گوگرد در مذاب یا فرآیندهایی که از فوران استفاده می‌کنند تولید می‌شود. برای کاهش ریسک مخاطرات این گاز استفاده از پوشش‌های قلیایی قالب، تهویه مناسب محیط، استفاده از یک لایه ماسه قلیایی و کاهش اسید در مواد قالب توصیه شده است. گاز آکروئین در اثر گرمایش و تجزیه روغن‌ها (مانند روغن ماهیچه یا روغن قراضه‌های چرب) تولید می‌شود. تهویه عمومی کارگاه به کاهش این گاز تا زیر حد مجاز کمک می‌کند. تجهیز کارگاه ذوب و ریخته‌گری به سیستم تهویه، هواکش و غبارگیر تأثیر زیادی در سلامت محیط کار دارد. استفاده از دستگاه‌های غبارگیر با کارایی بالا مجهز به صافی‌های پارچه‌ای یا دستگاه‌های جداکننده^۱ توصیه شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۴. (الف) در کارگاه تمیزکاری غبار زیادی تولید می‌شود. اگر تمیزکاری مکانیزه باشد، یکی از اقدام‌های مؤثر ایزوله کردن کل فضای تمیزکاری است. به‌طور معمول در چنین فضایی کارگران حضور ندارند. (ب) اقدام بهتر برای ایمن‌سازی فضای کارگاه تمیزکاری ایزوله کردن تسمه‌نقاله‌ها با تونل‌های مجهز به مکنده غبار است.



► ماده ۳۴- هنگامی که ماشین آلات، تجهیزات و فرآیند جابه جایی و آماده سازی ماسه باعث ایجاد غلظت آلاینده ها بیش از حد مجاز شود، با استفاده از روش های کنترلی مناسب مقدار آلاینده ها باید به کمتر از حد مجاز رسانده شود و یا با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی میزان تماس کارگران با آلاینده ها به حداقل ممکن تنزل یابد.

► ماده ۴۲- در فرآیند ماهیچه سازی، باید از تهویه مناسب برای نگهداری هوای محیط کار در سطحی معادل حداکثر مقدار مجاز برای آلاینده های موجود در فرآیند ماهیچه سازی استفاده شود.

■ ۵-۱-۴ پیش گیری و کنترل مخاطرات شیمیایی و آلاینده ها

► ماده ۴۳- کارفرما موظف است برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) مورد مصرف در فرآیند ماهیچه سازی را تهیه و در راستای ایمن سازی فرآیند ماهیچه سازی از آن استفاده نماید.

اطلاعات لازم در مورد مخاطرات مواد شیمیایی را می توان از روی برچسب مواد و یا برگ اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)، یا برگ ایمنی (SDS)^۱ که به دست آورد. مسوولیت تهیه برگ ایمنی مواد با سازنده یا تأمین کننده مواد است و کمیته HSE بر آن نظارت دارد. با خوددارند. نمونه ای از برگ ایمنی و لوزی خطر برای فنول را نشان می دهد. برگ ایمنی مواد یک سند ضروری است که لازم است در هنگام خرید مواد از تأمین کننده مطالبه و دریافت شود. برگ ایمنی ماده اطلاعاتی از قبیل مخاطرات و ریسک ها، میزان در معرض قرار گرفتن افراد، دستورالعمل استفاده، نگهداری، جابجایی و معدوم سازی ایمن آن ماده را در خود دارد. در برگ ایمنی هر ماده یک لوزی مخاطرات هست که نوع و میزان ریسک مخاطرات آن ماده را مشخص می کند. اطلاعات بیشتر در مورد مواد شیمیایی را می توان از سامانه اطلاعات مواد اروپا ESIS^۲ به دست آورد. در یک کارخانه ریخته گری برای مثال مواد زیر نیاز به برچسب و برگ ایمنی دارند:

► مواد شیمیایی تمیز کننده

► مواد رزین یا چسب مواد قالب

► کاتالیزورها و مواد آلیاژ سازی

► گازهایی که در سیلندر حمل می شوند

► مواد پاششی و ساینده

۱- Material Safety Data Sheet (SDS)

۲- European Chemical Substance Information System (ESIS)

Chemical Name:		REQUIRED PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT	
HEALTH HAZARD 4. Deadly 3. Extreme Danger 2. Hazardous 1. Slightly Hazardous 0. Normal Material	FIRE HAZARD (FLASH POINT) 4. Below 73°F 3. Below 100°F 2. Below 200°F 1. Above 200°F 0. Will Not Burn	☐ Safety Glasses ☐ Splash Goggles ☐ Face Shield & Eye Protection ☐ Dust Respirator ☐ Vapor Respirator	☐ Gloves ☐ Synthetic Apron ☐ Full Suit ☐ Boots ☐ Other: _____
SPECIFIC HAZARD Use NO WATER W Oxidizer OX Simple Asphyxiant SA Acid ACID Alkali ALK Corrosive COR Radiation Hazard ** Note: Non-standard symbols in gray		INSTABILITY HAZARD 4. May Detonate 3. Shock And Heat May Detonate 2. Violent Chemical Change 1. Unstable If Heated 0. Stable	

(الف)

Phenol
 White, crystalline solid; medicinal odor. Poison! Corrosive, causes severe burns to the eyes (blindness)/skin/respiratory tract. Also causes: severe neurological effects (shock and coma), liver and kidney damage. Absorbed through the skin. Combustible.

CAS No. 108-95-2

(ب)

شکل ۴-۵. (الف) نمونه‌ای از برگ ایمنی مواد MSDS که برای ظروف مواد شیمیایی لازم است. (ب) نمونه لوزی خطر برای ماده شیمیایی فنول که در مواد قالب ریخته‌گری کاربرد دارد.

با این وجود، لازم است توجه شود که تمام مواد شیمیایی موجود در کارخانه از پیش برگ ایمنی ندارند. مانند گازها و ترکیباتی که در هنگام فرآیند تولید می‌شوند. از این دسته مواد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ▶ غبار چوب تولید شده در کارگاه مدل سازی
 - ▶ دوده و بخار فلزات متصاعد شده از مذاب و دیگر وسایل
 - ▶ مونوکسید کربن، اکسید سرب، روی، قلع و دیگر فلزات در هنگام ذوب
 - ▶ کروم 3 و کروم 6 که از ذوب، بارریزی و سنگ زنی فولاد زنگ نزن و آلیاژهای کروم متصاعد می شود.
- در کارگاه ذوب و بارریزی، هرچند کوره ها به هود و دودکش مجهز باشند، توجه به آلاینده های گازی و تهویه هوای کارگاه ذوب و بارریزی مهم است:
- ▶ ماده ۱۶- بخارها و فیوم های فلزی، گردوغبار و دودهای حاصل از عملیات ریخته گری باید توسط سیستم تهویه و تصفیه مناسب از محیط خارج شود.
 - ▶ ماده ۱۴۵- وقتی از پاتیل برای انجام عملیات ثانویه استفاده می شود باید با استفاده از روش های ایمن از تماس فلز مذاب و فیوم های ناشی از آن با افراد در حین انجام واکنش های شیمیایی جلوگیری گردد.
- مرکز سلامت محیط و کار با انتشار راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری، شماری از مواد شیمیایی مورد استفاده در کارخانه های ریخته گری را، همراه با عوارض و ریسک های ایمنی و سلامت که هریک ایجاد می کنند. همچنین در پیوست ب کتاب حاضر، که از مرجع اقتباس شده است، فهرستی از مواد شیمیایی مورد استفاده یا تولید شده در فرآیند ریخته گری، محل کاربرد/تولید آنها و ریسک های ایمنی و سلامت که ممکن است ایجاد کنند ارائه شده است.
- پس از شناسایی یک آلاینده، لازم است بی درنگ به نقاط خروجی فرآیند مانند دودکش ها و خروجی فاضلاب و تخلیه گاه ها توجه شود. نمونه گیری و دیده بانی این خروجی ها کمک می کند که نرخ خروج آلاینده ها ثبت شود و مبنای تصمیم گیری های بعدی باشد. همچنین ثبت متناوب شرایط آن خروجی ها مانند pH، دما و ترکیب شیمیایی ممکن است لازم باشد. گردآوری و مستندسازی این داده ها برای ارزیابی موازنه کلی جرم در فرآیند استفاده شود. پس از ارزیابی نرخ خروج آلاینده ها و موازنه جرم مواد در فرآیند، تجهیزات متناسب برای کنترل آلاینده در فرآیند قرار داده می شود. این تجهیزات یا از تخلیه آلاینده ها به آب، هوا و خاک پیش گیری می کند و یا آنها را تبدیل به مواد بی ضرر برای محیط خواهد کرد. انتخاب تجهیزات متناسب نیازمند بررسی راهکارها و فن آوری های مختلف، بر اساس معیارهای هزینه، زمان و هدف انجام می گیرد. این بررسی خود به کارگروهی از نیروهای متخصص درون و بیرون کارخانه نیاز دارد، که کارشناس، مشاور، تأمین کننده و مسئول مربوطه را در بر می گیرد. جدول ۱-۴ نمونه هایی از فن آوری و تجهیزات مؤثر برای کاهش آلاینده های ریخته گری در هوا و آب را ارائه کرده است.
- پیش گیری از آلودگی ممکن است با تغییر بخشی از فرآیند یا جایگزین کردن مواد مضر به کاررفته همراه باشد. در بخشی از مقررات COSHH به روش های پیش گیری و کنترل آلاینده ها پرداخته شده است. کنترل آلودگی به مواردی مانند تجهیز فرآیند به دودکش، خارج کردن آلودگی از مسیر فرآیند، یا کاهش زمان ماند

افراد در محیط اشاره دارد. اگر اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی به‌اندازه لازم اجرا شده باشد، اما هنوز کافی نباشد، حفاظت فردی مانند ماسک، دست‌کش، پوشش محافظ و تجهیزات تنفسی لازم خواهد بود.

جدول ۴-۱. نمونه‌هایی از فن‌آوری و تجهیزات مؤثر برای کاهش آلاینده‌های ریخته‌گری در آب‌وهوا.

Medium	Equipment/function	Pollutant type
Air	Gravity and cyclone separators	Particulate materials
	Electrostatic precipitators	
	Scrubbers	Acid gases and particulates
	Thermal and catalytic oxidation	Volatile organic compounds (VOCs)
Water	Adsorption	Suspended solids
	Gravity separation	
	Filtration	Volatile organic compounds, solvents
	Distillation	
	Evaporation	Concentration of solute impurities
	Precipitation	Metals
	Adsorption	Solvents
	Electrochemical processing	Metals
	Neutralization	Acids and alkalis

■ ۶-۱-۴ پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی و ارگونومی

محیط کار ریخته‌گری، علاوه بر دارا بودن مخاطرات انفجار و ذوب و آلاینده‌های شیمیایی، معمولاً یک محیط کار گرم و آلوده به صدا و بزرگ و تاریک است. بنابراین پیش‌گیری و کنترل مخاطرات فیزیکی نقش مهمی در ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری دارد. به‌طور مشخص لازم است به گرما، صدا، نور و ارگونومی محیط کار ریخته‌گری توجه شود.

در مورد آلاینده‌های صوتی تا جای ممکن در گام اول اقدامات پیش‌گیرانه برای حذف صدا از منبع انجام می‌گیرد. برای مثال تغییر فن‌آوری به ماشین‌آلات استاندارد (صوتی)، تعمیر و روغن‌کاری به‌موقع ماشین‌آلات، حذف منبع صوتی ناخواسته، استفاده از کف و دیوارهای جاذب انرژی مکانیکی برای تخلیه فلزات از آن جمله هستند. پس از آن اگر نتوان منبع تولید صدا را حذف کرد، اقدام‌های کنترلی صدا مانند روش‌های جذب صدا (آسترهای لاستیکی، جاذب‌های ضربه و موج، دیوارهای عایق صدا)، عایق‌سازی صوتی دستگاه‌ها و به‌کارگیری خفه‌کننده‌ها انجام می‌شوند. در نهایت اقدام کنترلی سوم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مانند گوشی ایمنی و گوش‌گیر خواهد بود. در مکان‌هایی که میزان شدت صدا به‌طور روزمره به ۸۵ dB می‌رسد، ثبت کمی و بررسی آلودگی صوتی و اطلاعات و آموزش و محافظ گوش برای کارکنان لازم می‌شود. اما



اگر میزان روزمره صدا به ۹۰ dB برسد یا پیک صدا از شدت ۲۰۰ dB تجاوز کند، علاوه بر اقدامات قبلی، کارکنان نیز ملزم می‌شوند که از محافظ گوش استفاده کنند. محلی‌هایی که چنین شرایطی دارند می‌بایست علامت‌گذاری شده و با روش‌هایی غیر از محافظ گوش، محافظت صوتی انجام گیرد تا جای ممکن افراد در معرض آن قرار نگیرند. محافظت صوتی می‌تواند با ایجاد حصار آکوستیک دور تادر دستگاه تولید آلودگی صوتی انجام شود. اما راهکار مؤثر بلندمدت توسعه تجهیزات و به‌روز کردن آنها برای کاهش تولید آلودگی صوتی است. یک مثال خوب برای این مورد فن‌آوری ماشینی کوبش قالب با تکان و لرزش است. توسعه فن‌آوری به ماشین‌های خودکار به‌روز شده مشکل آلودگی صوتی (و مصرف مواد و بسیاری از موارد دیگر) را حل می‌کند. مثال دیگر سنگ‌زنی و تمیزکاری زواید و پلیسه‌های قطعه ریخته‌گری است، که با توسعه فن‌آوری ریخته‌گری، قطعات با تلرانس ابعادی بهتری تولید شده و علاوه بر کاهش آلودگی صدا و غبار، هزینه‌های ریخته‌گری را نیز کاهش می‌دهد.

در مورد مخاطرات ارگونومی، علاوه بر محیط کار، لازم است خود افراد نیز مورد معاینه و بررسی قرار گیرند. انجام معاینه زمان استخدام، انتخاب مناسب افراد برای موقعیت‌های ارگونومی، معاینه دوره‌ای، دوره‌ای کردن (گردش) کار بین افراد، آموزش ارگونومی سالم، نرمش‌های منظم در برنامه کار از جمله اقداماتی است که در مورد افراد می‌تواند انجام شود و ریسک بیماری‌های و حوادث را کاهش دهد.

● ۲-۴ ایمن سازی ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری

یک شرط لازم برای ایمنی و سلامت محیط کار، ایمن بودن تمام ماشین‌ها و تجهیزات محیط کار است. منظور از ایمن سازی ماشین، مطابق استاندارد ISO 12100 شناسایی، بررسی و کاهش ریسک‌های ایمنی مربوط به کار با ماشین است.

▲ ماده ۳ - ماشین‌ها و تجهیزات مورد استفاده در صنایع ریخته‌گری باید دارای لوحه شناسایی حاوی اطلاعات و مشخصات زیر بوده و در محل قابل‌رؤیتی بر روی آنها نصب شود:

▲ ۱. نام و آدرس سازنده دستگاه

▲ ۲. شماره سری یا نوع دستگاه

▲ ۳. مشخصات فنی ضروری مانند توان، ظرفیت اسمی، وزن

▲ ۴. شماره سریال و سال ساخت

▲ ۵. در صورت وجود استاندارد، شماره استاندارد.

چرخه عمر هر ماشین ۷ فاز دارد که لازم است در تمام فازها، ریسک‌ها شناسایی شوند و اقدامات لازم انجام گیرد:

۱. جابجایی و ترابری

۲. مونتاژ، نصب و راه‌اندازی

۳. برنامه‌ریزی، تنظیم و آموزش

۴. کارکرد

۵. تمیزکاری و نگهداری

۶. عیب‌یابی، تعمیرات و رفع مشکل

۷. ازکارافتادن و جمع‌کردن

برای ایمن‌سازی ماشین لازم است نه تنها به کارکرد ماشین، بلکه به جابجایی، بازرسی، نگهداری، تعمیرات و سرویس‌های ایمنی و فنی تجهیزات ریخته‌گری توجه شود:

► ماده ۵- ماشین‌ها و تجهیزات ریخته‌گری باید دارای پرونده مجزا بوده و دستورالعمل‌ها، نتایج سرویس، تعمیر و نگهداری و بازرسی‌های فنی و ایمنی در آن ثبت گردد.

► ماده ۴- انجام کلیه امور نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری و سرویس، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری باید توسط افراد ماهر و با رعایت دستورالعمل‌های شرکت سازنده و الزامات قانونی انجام پذیرد.

► ماده ۳۳۵- با عنایت به ماده ۸۸ قانون کار جمهوری اسلامی ایران، کلیه اشخاص حقیقی و یا حقوقی که به ساخت یا ورود و عرضه ماشین‌ها، دستگاه‌ها و تجهیزات مشمول این آیین‌نامه می‌پردازند مکلف به رعایت موارد ایمنی و حفاظتی مناسب هستند.

در تمام ماشین‌ها و تجهیزات، لازم است به سیستم‌های قدرت، موتورها، محورهای انتقال نیرو و دستگاه‌های هیدرولیک طبق استاندارد و دستورالعمل‌های سازنده توجه گردد:

► ماده ۲۵- تمامی موتورها و محورهای انتقال نیرو باید مطابق آیین‌نامه حفاظت در مقابل خطرات وسایل انتقال نیرو حفاظت گذاری شده باشند.

► ماده ۱۳- در ماشین‌هایی که از سیستم هیدرولیک استفاده می‌گردد باید با استفاده از روش‌های ایمن از جاری شدن مایع هیدرولیک و آتش گرفتن آن جلوگیری به عمل آید.

■ ۱-۲-۴ ماشین‌آلات فرآوری قراضه و مواد اولیه

برای فرآوری قراضه، ماشین‌های ثابت و متحرک متنوع با ابعاد و دامنه حرکت متنوع وجود دارد. لازم است مساحت زمین کارگاه به اندازه کافی بزرگ باشد تا جابجایی و حمل و نقل و تخلیه ایمن امکان‌پذیر باشد. لازم است از ایمن‌سازی برقی و مکانیکی (پیشگیری از سقوط و برخورد) ماشین‌ها اطمینان حاصل شود. چیدمان مناسب مواد و جانمایی ماشین‌ها می‌تواند تا حد زیادی ریسک‌های سقوط و برخورد را کاهش می‌دهد. تعیین و خط‌کشی حریم حرکت ماشین‌ها ضروری است. همچنین حفاظ‌گذاری برای ایمنی افراد در برابر پرتاب مواد اهمیت دارد. در برخی موارد حفاظ‌ها و شیشه‌های ضد انفجار برای اتاقک ماشین‌ها لازم است. لازم است برای کارهای دستی مانند جداسازی و برش، موقعیت‌هایی جدا از انبار قراضه در نظر گرفته شود. همچنین دستورالعمل‌های ایمنی، تابلوهای هشدار، تجهیزات آتش‌نشانی و وجود وسایل حفاظت فردی برای کارهای دستی ضروری است. شورای عالی حفاظت فنی ایران، دستورالعمل‌های زیر را برای ایمن‌سازی تجهیزات جابجایی مواد در کارگاه ریخته‌گری ارائه کرده است:



- ▲ ماده ۱۸۷ - وقتی از حفاظ برای ایمن نمودن تجهیزات متحرک باردهی استفاده می‌شود، فاصله بین حفاظ و تجهیزات باید به میزان کافی باشد تا از گیرافتادن کارگران بین حفاظ و تجهیزات جلوگیری به عمل آید.
- ▲ ماده ۱۸۸ - در طول مسیر حرکت جرتقیل‌ها و همچنین بر روی پل‌های جرتقیل‌ها که شینه‌های باز برق‌دار وجود داشته و افراد به آنها دسترسی دارند، باید از علائم هشداردهنده استفاده شود.
- ▲ ماده ۱۸۹ - در قلاب‌هایی که متصل به مگنت هستند باید با استفاده از روش‌های ایمن از جداشدن ناخواسته مگنت آن‌ها از قلاب جلوگیری به عمل آید.
- ▲ ماده ۱۹۰ - جرتقیل‌هایی که از مگنت برای بالابردن مواد استفاده می‌نمایند باید دارای سوئیچ مدار مگنت جداگانه باشند که بتوان آن را در حالت باز (خاموش) قفل نمود. ضمناً باید با استفاده از روش‌های ایمن بتوان انرژی القایی مگنت را تخلیه نمود.
- ▲ ماده ۱۹۱ - مدار سوئیچ قطع جریان مگنت باید مجزا از مدار سوئیچ قطع جریان باید برای این « روشن » یا « خاموش » جرتقیل باشد. از چراغ‌های نشان‌دهنده موقعیت وضعیت‌ها استفاده شود. این چراغ‌ها باید به صورتی جانمایی شده باشند که توسط اپراتور قابل مشاهده باشند. ضمناً از چند عدد لامپ باید برای چراغ‌ها استفاده شود تا در اثر سوختن یکی از آنها اپراتور دچار اشتباه نگردد.
- ▲ ماده ۱۹۲ - از کنترل‌های آویزان نباید برای جرتقیل‌های مگنتی استفاده نمود مگر اینکه احتیاط‌های لازم برای جلوگیری از سقوط مواد بر روی اپراتور فراهم گردد.
- ▲ ماده ۱۹۳ - کلیه جرتقیل‌های مگنتی باید مجهز به سیستم باتری پشتیبان باشند تا در مواقع قطع جریان برق اصلی بتواند وارد مدار شده و از افتادن بار در این وضعیت جلوگیری نماید. این سیستم باید مجهز به سیگنال‌های صوتی و نوری باشد تا به اپراتور وضعیت قطع جریان برق اصلی و وارد شدن باتری پشتیبان را اعلام نماید.
- ▲ ماده ۱۹۴ - اگر جرتقیل مگنتی دارای کنترل رادیویی باشد، باید با استفاده از روش‌های ایمن، در زمان از دست رفتن کنترل رادیویی بتوان از غیر مغناطیس شدن مگنت جلوگیری نمود.
- ▲ ماده ۱۹۵ - پلاگ‌های اتصال مگنت باید به صورتی طراحی شده باشند که جریان‌های ورودی و خروجی به مگنت به صورت هم‌زمان قطع گردند.
- ▲ ماده ۱۹۶ - باکت‌های باردهی نباید از بالای محل استقرار کارگران رد شوند. ضمناً اگر باکت‌ها دارای کابل‌های غیرفلزی باشند نباید از روی مناطق با دمای بالا عبور داده شوند.

■ ۴-۲-۲ ایمن سازی کوره‌های ذوب

۴-۲-۲-۱ ایمن سازی تجهیزات باردهی کوره

- برای کارگاه‌های ذوب که مجهز به فن‌آوری باردهی خودکار هستند، دستورالعمل‌های زیر برای ایمن سازی تجهیزات ارایه شده است:
- ▲ ماده ۵۸ - راه‌های دسترسی به نقاط بارگیری، مسیرهای تغذیه و سکوه‌های بارگیری یا منطقه عبور ارایه‌ها باید با تعبیه درهای مخصوص محافظت شوند.

- ▶ ماده ۵۹- برای جلوگیری از بسته شدن تصادفی و ناخواسته درها و شروع بکار مجدد دستگاه، درها باید به میکروسوییچ مجهز شوند.
- ▶ ماده ۶۰- در صورت بازبودن یکی از درهای دسترسی، سیستم کنترل دستگاه باید به‌طور خودکار خاموش شده و هدایت دستگاه به‌صورت دستی از اتاق کنترل مرکزی غیرممکن باشد.
- ▶ ماده ۶۱- روشن کردن دوباره دستگاه از داخل اتاق کنترل مرکزی فقط باید زمانی میسر باشد که درهای دسترسی بسته بوده و قفل میکروسوییچ توسط یک کلید از بیرون باز شده باشد.
- ▶ ماده ۶۲- در مسیر تغذیه، روی سکوی بارگیری مجاور کوره و در صورت لزوم در نزدیکی محور راهنما باید کلیدهای توقف اضطراری و کنترل‌هایی برای هدایت دستی موجود باشد. راه‌اندازی کنترل‌های فوق باید توسط سوئیچی که با کلید باز و بسته می‌شود امکان‌پذیر باشد.
- ▶ ماده ۶۳- تخلیه ظروف توزین فقط باید پس از قرارگرفتن کامل قیف در زیر آنها انجام شود.
- ▶ ماده ۶۴- مابین عریض‌ترین قسمت‌های پیش‌آمده یا متحرک نوار نقاله‌های لاوک (SKIP) دایر برقی و قسمت‌های ثابت ساختمان در مسیر تغذیه، باید فاصله‌ای آزاد و بدون مانع به عرض ۵۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲ متر وجود داشته باشد.

۲-۲-۲-۴ ایمن‌سازی کوره‌های القایی

ایمن‌سازی کوره‌های القایی شامل موارد زیر است:

- ▶ ایمن‌سازی برق کوره
 - ▶ ایمن‌سازی در برابر سقوط و لغزش افراد در نزدیکی کوره
 - ▶ تعبیه هود و غبارگیر کوره
 - ▶ تعبیه چاله تخلیه مذاب
 - ▶ علائم هشدار صوتی برای زمان تخلیه و بارگیری
 - ▶ علائم هشدار برای کنترل تغییرات دمای آب سامانه خنک‌کننده برای آگاهی از نازک شدن احتمالی دیواره نسوز کوره و خطر نفوذ مذاب به کویل
 - ▶ ایمن‌سازی دستگاه‌های هیدرولیک با مواد مقاوم به آتش (مانند استرو آب- گلیکول و فسفات)
 - ▶ ایمن‌سازی تجهیزات باردهی و به‌روزرسانی فن‌آوری‌های قدیمی شارژ کوره
 - ▶ تجهیز سیستم شارژ به محفظه‌ی پیش‌گرم
 - ▶ بازرسی دستگاه‌های مکانیکی و حرکتی کوره
 - ▶ بازرسی مسیرهای حرکت هوا و دمنده‌ها در کوره‌های کانالی
 - ▶ بازرسی تجهیزات برقی، ارت‌سنجی، کابل‌ها، اینداکتور و کویل کوره القایی
 - ▶ تعبیه خرطوم‌های مکنده در هنگام نسوزکوبی و تعمیر و نگهداری مواد دیرگداز کوره
- شورای عالی حفاظت فنی ایران، ماده‌های زیر را در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری برای کوره‌های

القای بیان کرده است:

► ماده ۸۲- علاوه بر مواد این بخش، موارد ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۳-۶۴۴۴ تحت عنوان «ایمنی تأسیسات گرمایش الکتریکی - قسمت ۳: الزامات ویژه گرمایش القایی و رسانشی و تأسیسات ذوب القایی» نیز الزامی است.

► ماده ۸۳- طراحی کوره القایی باید به نحوی باشد که از پراکندگی میدان مغناطیسی در اطراف بوت و محیط کار کوره جلوگیری نماید.

► ماده ۸۴- تمامی هادی‌های بدون روکش به غیر از آن‌هایی که برای اتصال به زمین (کابل ارت) استفاده می‌شود، باید حفاظ گذاری شوند.

► ماده ۸۵- پوسته بوت‌های ذوب کوره‌های القایی (steel shell) باید دارای امکان خروج رطوبت یا بخار آب باشند.

► ماده ۸۶- در سیستم هیدرولیک تخلیه کوره باید مکانیزمی پیش‌بینی شود تا در صورت بروز خطا یا نقص فنی در آن سیستم، برگشتن آن به وضعیت عادی با سرعت کنترل شده باشد.

► ماده ۸۸- ابزار فرمان‌دهنده به شیر هیدرولیک که چرخش کوره را کنترل می‌نماید باید دارای مکانیسمی باشد که با برداشتن نیروی دست به وضعیت «خاموش» برگردد.

► ماده ۸۹- کوره‌هایی که دارای قابلیت چرخش است باید دارای کلیدهای محدودکننده (Limit Switch) یا موانع متوقف‌کننده (stop) باشند تا از چرخش بیش از حد کوره جلوگیری شود.

► ماده ۹۰- در تمامی دستگاه‌های چرخش کوره، دکمه‌های فشاری و اهرم‌ها باید از نوع غیر ثابت شوند باشند.

► ماده ۹۱- در کوره‌هایی که قابلیت چرخش در دو سمت را دارند مکانیسم‌های چرخش برای خروج سر باره و مذاب باید یکپارچه باشند.

► ماده ۹۲- سیم‌کشی‌ها و لوله‌کشی‌های کوره باید به صورتی انجام شده باشند تا محل قرارگیری آنها در معرض حرارت ناشی از مذاب خروجی و تشعشع گرمایی آن به حداقل برسد.

► ماده ۹۴- برای پرهیز از بالا رفتن بیش از حد دمای کوره باید از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری دما برای این منظور استفاده نمود.

► ماده ۹۶- آتن نیکل - کروم سیستم اتصال به زمین (ارت) که به نسوزهای کوره فروبرده می‌شوند نباید توسط تکه‌های نسوز پوشانده شوند.

► ماده ۱۰۲- نصب سیستم اطفاء حریق سقفی (sprinkler) بالای ناحیه ذوب و سکوی کوره (عرشه کوره) ممنوع است. ضمناً آب مربوط به این سیستم هرگز نباید بر روی منطقه خطر ریخته شود.

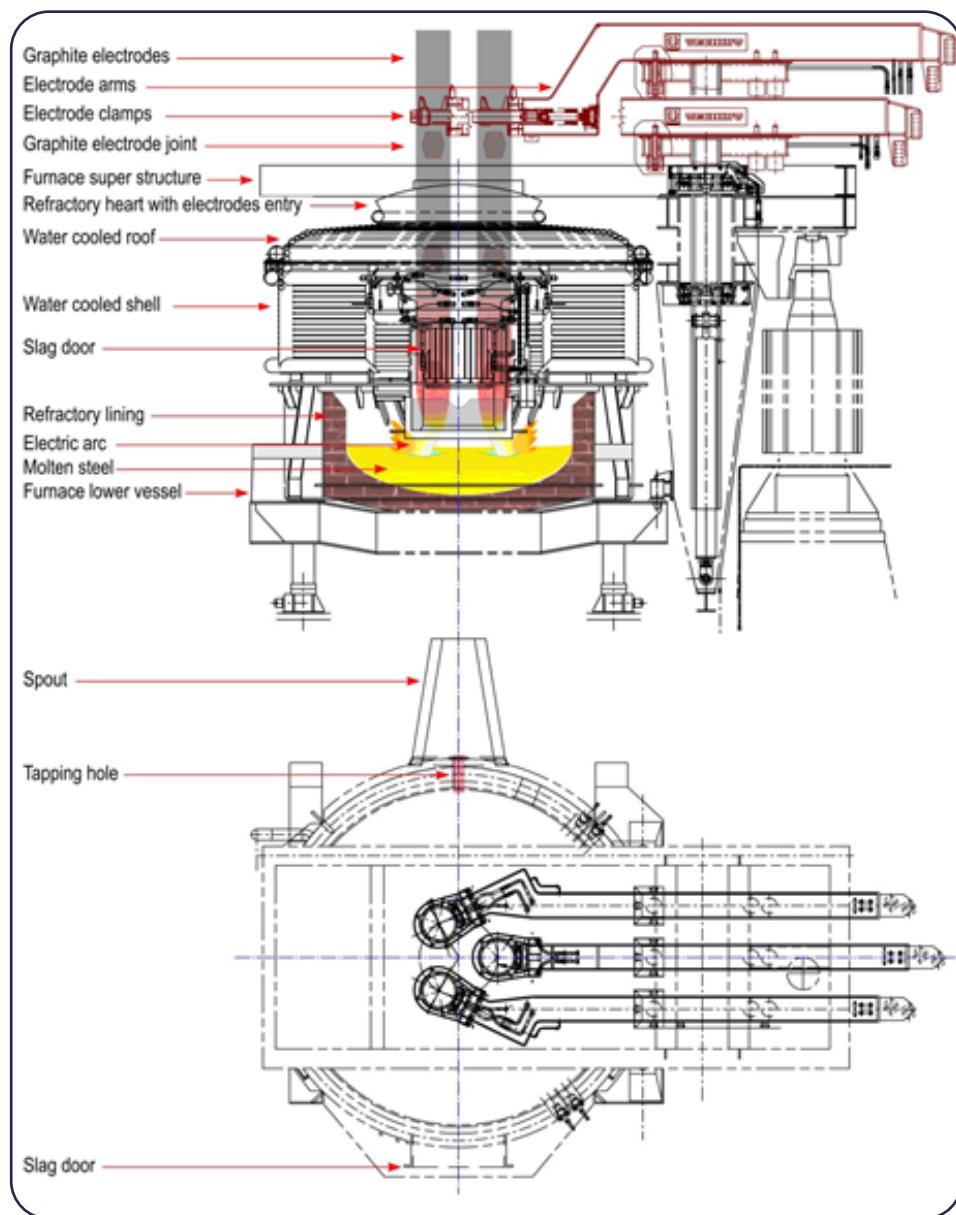
► ماده ۱۰۷- در هنگام حرکت ماشین‌های انتقال‌دهنده مذاب باید از ابزارهای هشداردهنده سمعی یا بصری و یا هردوی آنها به‌طور مداوم در حین حرکت این ماشین‌ها استفاده شود.

► ماده ۱۱۰- در هنگام تعمیرات بر روی مدار قدرت ترانسفورماتور کوره در قسمت ولتاژ پایین رعایت موارد ذیل الزامی است:

- ۱. نیروی ورودی به ترانسفورماتور در حالت خاموش قفل شده باشد.
- ۲. با استفاده از حفاظ از تماس کارگران با مدار ولتاژ بالا جلوگیری شود.
- ماده ۱۱۱ - در کوره‌های ذوب القایی باید از یک منبع آب که در ارتفاع مناسب نصب شده است برای خنک کردن اضطراری کوئل کوره در مواقع اضطراری استفاده شود.
- ماده ۱۱۲ - وسایل و تجهیزات اضطراری برای خنک کردن نقاط داغ کوره‌های نگه‌دارنده القایی باید در همه حال آماده و در دسترس باشد.

۳-۲-۴ ایمن‌سازی کوره‌های قوس

- ایمن‌سازی کوره‌های قوس الکتریک، شامل موارد زیر است:
- تعیین حریم سیم‌های ثانویه و تجهیز جراثقال‌ها برای منع حرکت در بالای سیم‌ها در هنگام عبور جریان
 - بازرسی اتصالات قطع مدار
 - بازرسی دستگاه‌های دمش اکسیژن
 - بازرسی چاله زیر دهانه بارریز کوره
 - تجهیز جراثقال‌ها با فن‌آوری روز و زنگ هشدار



شکل ۶-۴. نقشه تجهیزات کوره قوس الکتریک

شورای عالی حفاظت فنی ایران، ماده‌های زیر را در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری برای کوره‌های قوس الکتریکی بیان کرده است:

▲ ماده ۱۱۳ - علاوه بر مواد این بخش، موارد ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۴_۶۴۴۴ تحت عنوان «ایمنی

- تأسیسات گرمایش الکتریکی قسمت ۴: الزامات ویژه تأسیسات کوره قوس الکتریکی» نیز الزامی است.
- ▶ ماده ۱۱۴ - به منظور جلوگیری از برخورد کوره یا الکترودها با افراد و یا تجهیزات در زمانی که کوره برق‌دار است، مکانیزم چرخش کوره باید با جریان برق ورودی اینترلاک شود.
 - ▶ ماده ۱۱۵ - در کوره‌هایی که از بالا شارژ می‌شوند، به منظور جلوگیری از حرکت سقف کوره در زمانی که کوره برق‌دار است، مکانیزم شارژ کوره باید با جریان برق ورودی اینترلاک شده باشد.
 - ▶ ماده ۱۱۶ - هنگام افزودن یا تعویض الکترودها نباید از سقف کوره به عنوان سکو یا جایگاه کار استفاده شود. برای این منظور باید از سکو یا جایگاه کار مناسب استفاده گردد.
 - ▶ ماده ۱۱۷ - اپراتور باید با استفاده از روش‌های ایمن از برق‌دار بودن الکترودها اطلاع یابد و بتواند جریان قوس الکتریکی را بین الکترود و شارژر برقرار کند.
 - ▶ ماده ۱۱۸ - اجزاء سیستم خنک کردن الکترودها که روی سقف کوره قرار دارند باید به نحوی ساخته و مهار شده باشند که امکان سقوط آنها به داخل کوره وجود نداشته باشد.
 - ▶ ماده ۱۱۹ - کارفرما باید وسایل و تجهیزاتی (نظیر شیلنگ آب) را برای خنک کردن اضطراری نقاط داغ کوره فراهم نموده و بر تعمیر و نگهداری مداوم آنها نظارت نماید.
 - ▶ ماده ۱۲۰ - قبل از تعویض الکترودها در کوره‌های قوس مستقیم، جریان برق به الکترودها، دستگاه‌های چرخش کوره و حرکت دادن سقف کوره باید قطع و قفل شوند.
 - ▶ ماده ۱۲۵ - در صورت وجود کارگران در چاله جلوی کوره به منظور جلوگیری از عملیات باردی، بارریزی، تخلیه یا سر‌بارگیری استفاده از علائم هشداردهنده الزامی است.

۴-۲-۴ ایمن‌سازی کوره کوپل

- ▶ تجهیز کوره به سیستم جمع‌آوری و غبارگیر گاز خروجی
- ▶ تجهیز کوره به سیستم خنک‌کننده گاز خروجی

۴-۲-۵ ایمن‌سازی کوره‌های بوت‌های، گازی و شعله‌ای

- در مورد کوره‌های بوت‌های که بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرند، دستورالعمل زیر ارائه شده است:
- ▶ ماده ۶۵ - کوره‌های بوت‌های ایستاده با لولای مفصلی که بیش از ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار گرفته‌اند، باید به سکوهایی با مشخصات زیر مجهز شوند:
 - ▶ ۱. از فلز یا سایر مواد مقاوم به آتش ساخته شده باشند.
 - ▶ ۲. دارای عرض کافی باشند.
 - ▶ ۳. در قسمت جلو و کناره‌های کوره و هم‌سطح با قسمت فوقانی آن امتداد یافته باشند.
 - ▶ ۴. به نرده و آستانه‌های محافظ استاندارد مجهز شده باشند.

برای کوره‌هایی که با مشعل‌های سوخت‌گاز یا سوخت‌مایع کار می‌کنند، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

- ▶ ماده ۶۶ - اگر دمنده‌ها و پمپ‌های سوخت تغذیه‌کننده مجموعه‌ای از کوره‌های بوت‌های گازوئیل سوز، به یک منبع انرژی مشترک متصل نباشند در این صورت باید روی خط لوله اصلی تأمین سوخت کوره‌ها یک شیر فلکه دستی یا خودکار نصب شود تا هنگام بروز نقص در سیستم هوا، جریان سوخت به کلیه کوره‌ها فوراً قطع گردد.
- ▶ ماده ۶۹ - مشعل‌های گازسوز باید دمنده‌دار باشند و فشار استاتیک هوای آنها حداقل ۷۰ میلی بار باشد.
- ▶ ماده ۷۰ - کاهش فشار هوا به کمتر از مقدار حداقل باید توسط سوئیچ‌های مربوطه بررسی شود تا موجب قطع گاز در شرایط نامتعارف گردد.

- ▶ ماده ۷۱ - مسیر هوا و گاز باید مجهز به نشان‌دهنده فشار باشند.
- ▶ ماده ۷۲ - مشعل‌ها باید مجهز به شیر تنظیم نهایی جریان هوا و گاز باشند.
- ▶ ماده ۷۳ - مسیر ورودی شعله و فاصله سرمشعل از کوره باید بر اساس دستورالعمل سازنده باشد.
- ▶ ماده ۷۴ - ظرفیت حرارتی مشعل باید مطابق با نیاز کوره و یا حداکثر ۲۰ درصد بالاتر باشد.
- ▶ ماده ۷۵ - در مسیر گاز باید فیلتر مناسب نصب گردد.
- ▶ ماده ۷۶ - دمای مازوت ورودی به مشعل باید حداقل ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بوده و پیش‌گرم‌کن مجهز به سوئیچ کنترل درجه حرارت باشد.

- ▶ ماده ۷۷ - مشعل کوره‌های شعله‌ای باید مجهز به پیلوت (شمعک) باشد.
- ▶ ماده ۷۸ - چنانچه در مسیر گاز طبیعی از سیستم تقلیل فشار استفاده می‌شود، این سیستم باید مجهز به شیر قطع‌کننده و شیر اطمینان باشد.

- ▶ ماده ۷۹ - در مسیر گاز طبیعی باید حداقل یک عدد شیر برقی مناسب نصب گردیده و این شیر برقی باید در صورت اختلال در فشار هوا و یا عدم تعادل در فشار گاز طبیعی مسیر گاز را قطع نماید. ترجیحاً این شیر باید از نوع تنظیم دستی (Manual Reset) باشد.

- ▶ ماده ۸۰ - تجهیزاتی که در معرض حرارت قرار دارند باید برای درجه حرارت مورد نظر طراحی شده و یا با استفاده از روش‌های موجود و تدابیر ایمنی از برخورد تشعشع و بالا رفتن دما جلوگیری گردد.
- ▶ ماده ۸۱ - مشعل کوره باید طوری نصب گردد که در شرایط کاری، از محل نصب جدا نشود.

■ ۳-۲-۴ ایمن سازی پاتیل‌ها و تجهیزات جابجایی مذاب

ایمن سازی پاتیل‌های انتقال مذاب و بارریزی در کاهش ریسک مخاطرات عملیات بارریزی بسیار مؤثر است. در این رابطه، شورای عالی حفاظت فنی، دستورالعمل‌های زیر را برای ایمن سازی پاتیل‌های ذوب ارائه نموده است:

- ▶ ماده ۱۴۷ - مقدار بار مجاز باید روی چنگک پاتیل‌ها حک شده باشد.
- ▶ ماده ۱۳۰ - پاتیل‌های ریخته‌گری که با دست چرخیده و تخلیه می‌شوند باید دارای ابزار قفل کردن یکپارچه باشند تا از چرخش اتفاقی پاتیل جلوگیری گردد. پاتیل‌های بزرگ حمل و نقل مذاب (با ظرفیت بیش از ۵۰۰ کیلوگرم) باید

دارای ابزار ضد چرخش خودکار باشند.

▲ ماده ۱۶۳- برای کمچه‌ها باید تمهیداتی در نظر گرفته شود تا بوته‌ها در طول حمل و نقل و تخلیه از آن جدا نشوند.

▲ ماده ۱۳۱- پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب دارای چنگک باید به وسایل ایمنی مجهز شوند که از تاب خوردن و وارونه شدن چنگک پیش‌گیری نماید.

▲ ماده ۱۳۲- چنگک‌های پاتیل‌ها باید در برابر گرمای تشعشعی محافظت شوند.

▲ ماده ۱۳۳- گوه‌هایی که برای اطمینان از قفل شدن دنده‌ها بکار می‌روند باید در برابر حرکت‌های محوری ایمن شده باشند.

▲ ماده ۱۳۴- رای اطمینان از بلند کردن بدون خطر پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب که مستقیماً به وسیله لیفتراک چنگک‌دار بلند می‌شوند، تجهیزات مزبور باید به وسایل ایمنی مجهز شوند.

▲ ماده ۱۳۵- به‌منظور اطمینان از عدم برگشت ناگهانی پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب، وسایل قفل کردن آنها پیش از پرسیدن باید در وضعیت آماده بکار قرار گیرند.

▲ ماده ۱۳۶- قفل پاتیل باید بلافاصله پیش از خم شدن و تخلیه پاتیل باز شود.

▲ ماده ۱۳۷- وسایل متوقف‌کننده خودکار پاتیل‌های ریخته‌گری و حمل ذوب فقط باید با موادی روغن‌کاری شوند که تأثیری بر عمل توقف خودکار نداشته باشد و فقط باید از روان‌سازهای تعیین‌شده توسط سازندگان پاتیل استفاده گردد.

▲ ماده ۱۳۸- چنگک و دسته پاتیل‌ها (Trunnion)، محورهای نگه‌دارنده حلقه‌ها و مکانیزم‌های برگردان پاتیل‌های ریخته‌گری، حمل ذوب و سرباره باید از نظر وجود ترک و سایر عیوب کنترل شوند. قسمت‌های فوق حداقل سالی یک‌بار باید توسط فردی مجاز و دارای مهارت لازم آزمایش شده و نتایج آزمایش و اقدامات انجام‌شده جهت رفع نقص باید مکتوب گردند.

▲ ماده ۱۴۱- در پاتیل‌های کف ریز، برای اطمینان از باز نشدن تصادفی استوپر (stopper) در حین حمل و نقل باید مکانیزم کار آن قفل گردد.

▲ ماده ۱۵۲- در پاتیل‌های کف‌ریز، باید با استفاده از روش‌های ایمن از بکار افتادن مکانیزم تخلیه غیرکنترل شده جلوگیری شود.

▲ ماده ۱۴۲- هنگام حمل و نقل پاتیل‌های گردان که به دنده توقف خودکار مجهز نیستند، مکانیزم برگردان و تخلیه پاتیل باید قفل گردد.

▲ ماده ۱۴۴- دسته پاتیل و ابزارهای مورد استفاده برای اتصال آنها به تجهیزات حمل و نقل فلز مذاب باید دارای مشخصات زیر باشند:

▲ ۱. برای پاتیل‌های بدون جعبه‌دنده که با چنگک‌های قلاب‌مانند درگیر هستند، انتهای هریک از دسته پاتیل‌ها باید دارای یک فلانج با قطری بیشتر یا مساوی با ۱.۵ برابر قطر محور باشد مگر اینکه طول دسته پاتیل به اندازه‌ای باشد



که امکان در رفتن قلاب از آن وجود نداشته باشد.

۲. برای پاتیل های بدون جعبه دنده که دسته پاتیل آنها با چنگک های رکاب مانند درگیر است، هر یک از دسته پاتیل ها باید دارای یک نگه دارنده یا استاپ باشد تا از در رفتن چنگک از دسته پاتیل جلوگیری نماید.

۳. در چنگک های قلاب مانند، همه اجزاء قلاب باید به صورتی ساخته شده باشند که قلاب به صورت صحیح با محور دسته پاتیل درگیر شده و اندازه گلوگاه آن کوچک تر از اندازه فلانچ باشد.

۱۴۸ ماده - در پاتیل های بدون جعبه دنده که چنگک آنها قابلیت جد شدن را ندارند باید به نحو مقتضی با استفاده از روش های ایمن از پایین آمدن غیر کنترل شده چنگک در مواقعی که اتصال قلاب به پاتیل جدا می شود، جلوگیری نمود.

۱۴۹ ماده - در مواقعی که پاتیل توسط جرثقیل به صورت معلق و آویزان قرار می گیرد باید با استفاده از تمهیداتی از چرخیدن غیر کنترل شده آن جلوگیری شود.

بازرسی، نگهداری و تعمیرات دوره ای پاتیل ها، جزو اقدامات ایمنی به شمار می رود:

۲۰۹ ماده - چنگک و دسته پاتیل باید به صورت دوره ای به لحاظ هرگونه تغییر شکل ظاهری، آسیب، وجود شیار و یا ترک و خوردگی سایشی مورد بازرسی قرار گیرد. قطعات معیوب باید تعمیر و یا تعویض شوند.

۲۱۰ ماده - بوته های بسیار بزرگ به عنوان فضای محبوس تلقی شده و کار با آنها نیازمند صدور مجوزهای مربوطه است.

۲۱۱ ماده - بوته ها باید به صورت ماهانه توسط افراد مجاز و دارای مهارت لازم بر پایه شاخص های کاربردی ذیل بازرسی شوند:

۱. فلز ذوب شده

۲. تناوب استفاده

۳. مواد نسوز مورد استفاده در بوته

۴. سختی شرایط کار

۵. تجارب به دست آمده در عمر طبیعی کار

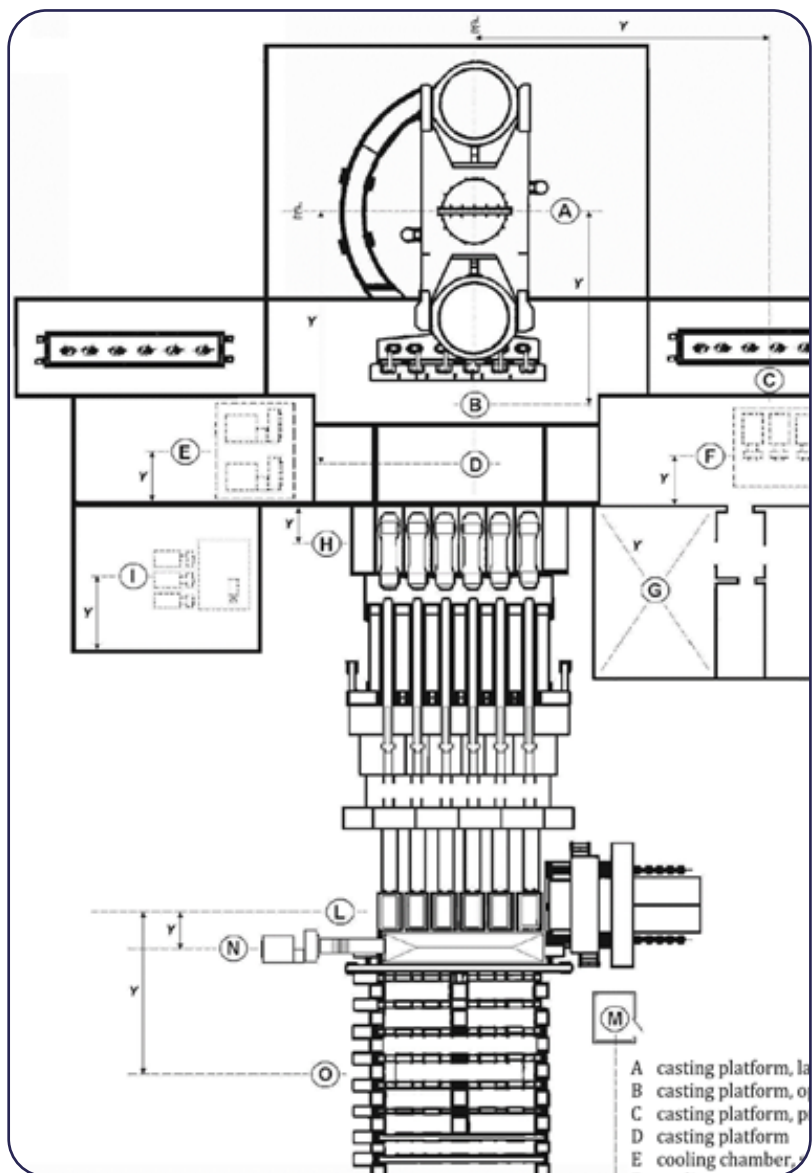
۶. آلیاژ فلزی به کار رفته در بوته فلزی

■ ۴-۲-۴ ایمن سازی ماشین های ریخته گری پیوسته

استاندارد اروپایی EN14753 مرور جامعی بر الزامات ایمنی ماشین آلات و تجهیزات ریخته گری فولاد دارد. برای ایمن سازی ماشین آلات و تجهیزات ریخته گری پیوسته فولاد به طور خلاصه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

■ لازم است سازنده ماشین آلات نقشه جانمایی ایمنی 'ماشین CCM را ارایه کند. این نقشه نقاط خروج و فرار اضطراری، تجهیزات مهار آتش، کلیدهای ایست اضطراری ماشین، نواحی خطر، گاردهای ایمنی، محل تابلوها و علائم ایمنی، و گذرگاه ها را مشخص می کند.

- ▶ مودهای عملیاتی ماشین و اقدامات ایمنی لازم برای هریک شناسایی شود.
- ▶ تابلوهای کنترل ماشین در نواحی خطر قرار نگیرد
- ▶ لازم است سکوی ریخته‌گری، که تاندیش و سطح قالب در آن است، فضا و مسیر آزاد برای فرار کارکنان و اپراتورها در شرایط خطر داشته باشد. در این موارد نرده‌گذاری باعث محدودیت دسترسی و گیرافتادن کارکنان نشود.
- ▶ ماشین‌ها و حرکت‌های خودکار به حسگرها و سنجه‌های ایمنی (مانند کلیدها و لیزرهای و آژیر و چراغ‌های هشدار) مجهز شوند.
- ▶ برای قطعه‌های متحرک و چرخان استانداردهای ایمنی لازم پیاده شود.
- ▶ در هنگام تعمیر یا سرویس سگمنت‌ها، به مخاطرات مانده از عملیات، مانند انرژی ذخیره، گرمای باقیمانده و انرژی پتانسیل وزنی قطعات و فنرهای فشرده و مشابه آن توجه شود.
- ▶ استانداردهای لازم برای ایمنی نرم‌افزارهای کنترلی ماشین (مانند ورودی‌های نادرست، خروجی‌های نالایم، دسترسی افراد، امنیت نرم‌افزار، پشتیبانی برق و فن‌آوری اطلاعات) رعایت شود.
- ▶ تجهیزات هیدرولیک ماشین مطابق استاندارد مربوطه ایمن‌سازی شوند.
- ▶ تابش گرما و سطوح داغ شناسایی و کنترل ایمنی شوند.
- ▶ خطر سقوط، لغزش و پاگیر شدن روی سکو و مناطق مختلف شناسایی و پیشگیری و کنترل شود.
- ▶ دسترسی و دید اپراتورها و نقاط کور و خطای دید در نظر گرفته شود.
- ▶ خطر جاری شدن کنترل نشده مذاب از تاندیش در نظر گرفته شود.
- ▶ خطر جابجایی غیرمنتظره تاندیش در نظر گرفته شود.
- ▶ خطر سوختگی، آتش‌سوزی، پاشش مذاب در نزدیکی شروود و نازل SEN در نظر گرفته شود.
- ▶ دسترسی به ناحیه غلطک‌های هدایت استرند، و افشانه‌های خنک‌کاری برای زمان تعمیرات ایمن‌سازی شود.
- ▶ مشعل برش طبق استاندارد ایمن‌سازی شود. برای شرایطی که مشعل برش در هنگام ریخته‌گری از کار بیفتند، تجهیزات و تمهیدات برای شرایط برش اضطراری لحاظ شود.
- ▶ تجهیزات کف بند قالب یا میله متصل^۱ و سیستم حرکتی آن مطابق استاندارد ایمن‌سازی شود.



شکل ۴-۷. نقشه نمونه کارگاه ماشین ریخته گری پیوسته

■ ۴-۲-۵ ایمن سازی ماشین ها و جرثقیل های جابجایی مذاب

در مورد ماشین های جابجایی مذاب، مانند لیفتراک، جرثقیل، واگن و مشابه آن، دستورالعمل های زیر

ارایه شده است:

- ▲ ماده ۱۵۳ - علاوه بر مواد این بخش، رعایت مفاد آیین نامه ایمنی ماشین های لیفتراک نیز الزامی است.
- ▲ ماده ۱۶۲ - مقدار وزن مجاز برای حمل باید بر روی تمامی حمل کننده های پاتیل ذکر شده باشد.
- ▲ ماده ۱۵۰ - استفاده از تجهیزات صوتی و چراغ های گردان هشدار دهنده در حین حمل و نقل پاتیل الزامی است.
- ▲ ماده ۱۵۱ - در هنگام استفاده از تجهیزات خودروبی برای حمل و نقل پاتیل، باید با استفاده از روش های ایمن از سر خوردن یا چرخیدن ناخواسته پاتیل جلوگیری نمود.
- ▲ ماده ۱۵۴ - لیفتراک های چنگک دار باید به وسایلی مجهز شوند که پاتیل ها را در حین جابجایی به طور ایمن نگهدارند.
- ▲ ماده ۱۵۵ - مکانیزم کنترل بالابردن و تخلیه پاتیل باید طوری طراحی شده باشد که با برداشتن دست از روی آن بالا رفتن و چرخیدن پاتیل سریعاً متوقف شود.
- ▲ ماده ۱۶۱ - هنگام حمل پاتیل ها توسط لیفتراک های چنگک دار سرعت حرکت لیفتراک نباید بیش از سرعت قدم زدن معمولی باشد.
- ▲ ماده ۱۵۶ - حداکثر سرعت پایین آوردن چنگک باید ۲۰ سانتی متر در ثانیه باشد.
- ▲ ماده ۱۵۷ - به منظور محافظت راننده در برابر پاشش فلز مذاب باید حفاظ های مناسب پا و ساق پا در محل نشستن یا ایستادن او نصب گردد.
- ▲ ماده ۱۵۸ - لاستیک های لیفتراک های چنگک دار باید از نوع توپر باشند. برای این لیفتراک ها نباید از لاستیک های معمولی بادی استفاده شود.
- ▲ ماده ۱۵۹ - باک سوخت و نازل های سوخت گیری در لیفتراک های حمل و نقل پاتیل باید طوری نصب شوند که سوخت در اثر گرمای ناشی از مواد مذاب مشتعل نشود.
- ▲ ماده ۱۶۴ - در سیستم بارریزی خودکار، در زمان کج شدن سکو (stand) باید با استفاده از روش های ایمن مانع از جداشدن دسته های پاتیل از سکو شد.
- ▲ ماده ۱۶۵ - اگر در مکانیزم خم شدن سیستم بارریزی خودکار اشکالی پیدا شود، سکو باید در این حالت به موقعیت اولیه برگردد.
- ▲ ماده ۱۶۶ - مکان قرارگیری سیستم بارریزی خودکار باید به گونه ای باشد که به خوبی توسط اپراتور مشاهده شود. در مورد تجهیزات سقفی جابجایی مذاب، موارد زیر توصیه شده است:
- ▲ ماده ۱۶۷ - علاوه بر مواد این بخش، رعایت مفاد آیین نامه حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاه ها نیز الزامی است.
- ▲ ماده ۱۶۸ - وسایل مورد استفاده برای بالابردن مواد مذاب باید دو ترمز مستقل از یکدیگر داشته باشند که هر یک از آنها دارای شرایط زیر باشد:

۱. ترمزها قادر به متوقف نمودن و نگهداشتن بار در هر جهت باشند.
۲. هنگامی که کنترل ها به حالت صفر برگردانده می شوند، ترمزها باید قادر به توقف مکانیزم حرکت باشند.
۳. هنگامی که وسایل حفاظت در برابر بارگیری بیش از حد، عمل کرده و یا وقتی وسایل محدود کننده حرکت بالابردن

به طور خود کار عمل می کنند، مکانیزم ترمزها باید به طور خود کار بکار بیافتد.

۴. فقط در صورتی که وزن بار تا دوسوم ماکزیمم بار مجاز باشد، تجهیزات حمل مذاب تا ظرفیت ۲۵ تن می توانند به سیستم تک ترمز مجهز شوند.

▲ ماده ۱۶۹- علاوه بر اطلاعات معمول ظرفیت مجاز بار نیز باید به طور واضح و قابل فهم روی وسیله بالابر نشان داده شود. ضمناً علاوه بر موارد فوق این عبارت نیز باید بر روی بالابر نوشته شود («... تن ظرفیت بالابردن مواد مذاب»)

▲ ماده ۱۷۰- قلاب های بالابر باید از فولاد با کیفیت مطلوب ساخته شود.

▲ ماده ۱۷۱- هنگام بالابردن مواد مذاب قلاب های بالابر و ترازوهای آویز باید در برابر گرمای تشعشعی و تماس مواد مذاب محافظت شوند.

▲ ماده ۱۷۲- خطوط آهن و ریل های هوائی واگن های حمل مذاب نباید از بالای محل های کار دائمی عبور داده شوند.

▲ ماده ۱۷۳- وقتی پاتیل ها بر روی جرثقیل ها یا کانوایرهای سقفی حمل می شوند حداقل باید ۵۰ سانتی متر فاصله ایمن بین سطح خارجی اجزاء متحرک و قسمت های ثابت و تجهیزات برقی اطراف وجود داشته باشد. این امر جاهایی را که مواد مذاب برداشته یا ریخته می شود و یا جایی که پاتیل ها خالی می شوند را شامل نمی گردد.

▲ ماده ۱۷۴- مکانیزم قلاب مربوط به حمل و نقل مذاب باید دارای ابزار محدودکننده حرکت به بالا باشد. این ابزار باید بدون استفاده از دیگر ابزارها مستقیماً نیرو را به موتور قلاب قطع نماید و نباید به عنوان کنترل عملیات از آن استفاده شود. اگر از یک سوئیچ محدودکننده به عنوان ابزار کنترل استفاده می شود، از یک سوئیچ ثانویه باید به عنوان محدودکننده حرکت به بالا استفاده شود.

▲ ماده ۱۷۵- اگر بالابرهای الکتریکی یا بادی مجهز به ابزار محدودکننده حرکت به پایین نباشند نباید از آنها استفاده نمود مگر اینکه امکان پایین آوردن قلاب به میزانی بیش از مقدار مجاز آن وجود نداشته باشد.

▲ ماده ۱۷۶- تمامی کابل های فلزی (سیم بکسل) مورد استفاده در حمل و نقل مذاب باید دارای شرایط زیر باشند:

۱. کابل های فلزی باید دارای هسته فلزی (فولادی) باشد.

۲. ظرفیت اسمی کابل فلزی تقسیم بر اجزاء کابل نباید از ۵.۱۲ درصد استحکام شکست اسمی کابل بیشتر باشد.

۳. امکان آسیب دیدن هسته و روان کار (گریس) در اثر حرارت وجود نداشته باشد.

۴. زمانی که تلقیح در چند مذاب انجام می شود و پاتیل در حالت آویزان به بالابر یا جرثقیل متصل است، کابل های فلزی پایینی، قرقره های پایینی و شاهین حمل مذاب باید به جهت مصون بودن از اثرات واکنش، حفاظ گذاری شوند.

▲ ماده ۱۷۷- اتاقک اپراتور باید مقاوم به پاشش مذاب یا تشعشع حرارت یا هر دوی این ها در زمان سرریز شدن مذاب باشد.

▲ ماده ۱۷۸- دهانه قلاب باید به صورتی باشد تا به راحتی داخل چنگک پاتیل قرار گیرد.

▲ ماده ۱۷۹- از قطعات نگه دارنده مستقل باید برای جلوگیری از سقوط احتمالی تیر مسیر حرکت مونوریل یا جرثقیل آویز استفاده شود تا در زمانی که اشکالی در نگه دارنده های موجود در سیستم به وجود آید وارد عمل گردند. این قطعات نگه دارنده نباید در حالت نرمال تحت بار قرار داشته باشند.

▲ ماده ۱۸۰- در مواقعی که محور، پین یا چرخ سیستم حمل و نقل سقفی مذاب دچار شکست می شود باید با استفاده

از قطعات نگه‌دارنده از سقوط اجزاء متحرک تحت بار جلوگیری شود.

► ماده ۱۸۱- قطعات تحت بار سیستم حمل و نقل سقفی مذاب که فقط توسط یک پیچ در جای خود متصل شده‌اند، باید با استفاده از روش‌های ایمن از سقوط آنها جلوگیری نمود.

► ماده ۱۸۲- تجهیزات مونوریل و جرثقیل‌های حمل و نقل مذاب باید مجهز به وسایل هشداردهنده شامل چراغ چشمک‌زن و آژیر باشند.

► ماده ۱۸۳- برای دستگاه‌های حمل و نقل سقفی مذاب با سرعت بیشتر از ۴۵ متر در دقیقه باید با استفاده از روش‌های ایمن نوسانات پاتیل در طی مسیر و در حالتی که پاتیل در بالاترین موقعیت قرار داشته باشد به حداقل برسد.

► ماده ۱۸۴- سرعت مونوریل‌های حمل مذاب در نقاطی از مسیر که مستقیم نبوده و یا در حین گذر از سوئیچ‌ها یا نقاط تغییر مسیر به‌منظور به حداقل رساندن امکان پاشش فلز مذاب باید محدود شود.

► ماده ۱۸۵- یک سیستم قفل‌کننده باید مسیر متحرک مونوریل را در زمان عبور آن کاملاً محکم نگه‌داشته و از تغییر جهت اتفاقی و ناخواسته آن جلوگیری نماید.

► ماده ۱۸۶- مونوریل‌ها و جرثقیل‌های سقفی حمل مذاب در صورت عدم وجود سیستم برق اضطراری، باید مجهز به آزادکننده ترمز بالابر و محرکه‌های افقی باشند تا در زمان قطع برق بتوان بار مذاب را به‌صورت اضطراری جابه‌جا نمود. برای قلاب‌های طراحی شده برای حمل و نقل قطعات ریخته‌گری موارد ایمنی زیر بیان شده است:

► ماده ۲۶۷- موارد ذیل باید در خصوص قلاب‌های مورد استفاده در حمل و نقل قطعات ریخته‌گری رعایت گردد:

۱. از قلاب‌ها نباید با باری بیش از ظرفیت اسمی آنها استفاده نمود.

۲. از بار دادن ناگهانی به قلاب باید پرهیز شود.

۳. بار باید در مرکز قلاب قرار گیرد و از بار دادن نقطه‌ای پرهیز شود.

۴. از قلاب نباید برای کاری که برای آن طراحی نشده است استفاده نمود.

۵. بار نباید توسط قطعه واسطه به گلوبی قلاب و بار متصل شود.

۶. دست‌ها و انگشتان اپراتور نباید بین قلاب و بار قرار گیرند.

۷. قلاب‌ها نباید توسط اعمال جوشکاری یا برشکاری تغییر شکل یابند.

برای ابزار و وسایل باربرداری مانند زنجیر و قلاب (SLING) نکات ایمنی زیر بیان شده است:

► ماده ۲۶۸- موارد ذیل باید در ابزار و وسایل باربرداری رعایت گردد:

۱. از ابزار و وسایل باربرداری معیوب نباید استفاده شود.

۲. وسایل باربرداری نباید توسط قطعات مربوطه تغییر طول یابند.

۳. پایه‌های ابزار و وسایل باربرداری نباید پیچ‌خورده یا تاب داشته باشند.

۴. ابزار و وسایل باربرداری نباید بیش از بار اسمی خود تحت بار قرار گیرند.

۵. ابزار و وسایل باربرداری که دارای سیداست، باید دارای بارهای بالانس شده باشند. در غیر این صورت لغزش اتفاق می‌افتد.



۶. ابزار و وسایل باربرداری باید به صورت مطمئن به بارهای مربوطه متصل شوند.
۷. ابزار و وسایل باربرداری باید در برابر برخورد نقاط تیز بار مصون باشند.
۸. بارهای آویزان باید با فاصله مناسب از موانع نگه داشته شوند.
۹. تمامی کارگران باید از بارهای در حال حمل یا آویزان فاصله کافی داشته باشند.
۱۰. دست‌ها یا انگشتان اپراتور نباید بین ابزار و وسایل باربرداری و بار قرار گیرند.
۱۱. از اعمال بارهای شوک مانند باید خودداری شود.
۱۲. وقتی که بار روی ابزار و وسایل باربرداری قرار دارد نباید وسایل باربرداری به بیرون کشیده شود.

■ ۶-۲-۴ ماشین‌های مدل‌سازی و قالب‌گیری

۱-۶-۲-۴ ماشین‌های آماده‌سازی ماسه

برای تجهیزات آماده‌سازی ماسه، مانند میکسر و مولر، لازم است ایمن‌سازی در برابر مخاطرات مکانیکی مانند درگیر شدن دست و لباس کارگر با تیغه‌های و محورهای متحرک دستگاه انجام گیرد.

▶ ماده ۳۱- مولرها و میکسرها باید دارای حفاظ باشند تا از تماس افراد با اجزای خطر آفرین آنها جلوگیری به عمل آید.

۲-۶-۲ ماشین‌های مدل‌سازی

برای ایمن‌سازی کارگاه مدل‌سازی توجه ویژه به ماشین‌های اره‌کاری، برش‌کاری و تراش‌کاری لازم است. سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی ایران، در سری کتاب‌های آموزشی فنی و حرفه‌ای به نکات ایمنی هنگام کار با ابزار و ماشین‌های کارگاه مدل‌سازی اشاره کرده است. برخی از نکات مهم در ایمن‌سازی ماشین‌ابزار مدل‌سازی شامل موارد زیر است:

- ▶ بازرسی دوره‌ای سیستم برق، کابل‌ها، فیوزها و کلیدهای اضطراری قطع برق
- ▶ بازرسی پیش از کار اجزای متحرک به ویژه تیغه‌ها و مته‌ها طبق دستورالعمل سازنده
- ▶ تجهیز ماشین به حفاظ تیغه‌اره، تکه‌های چوب راهنما برای پیش‌گیری از نزدیک شدن دست به تیغه‌اره
- ▶ تجهیز ماشین‌ها به مکنده و هود برای جمع‌آوری غبار
- ▶ تجهیز ماشین‌ها به تابلوهای الزام تجهیزات حفاظت فردی
- ▶ تجهیز ماشین‌ها به حفاظ اطراف و پشت برای ایمنی افراد عابر و اطراف ماشین

۳-۶-۲-۴ ماشین‌های ریژه‌ریزی

شورای حفاظت فنی ایران دستورالعمل‌های زیر را برای ایمن‌سازی ماشین‌آلات ریژه‌ریزی (ثقلی و فشار پایین) ارائه نموده است:

▲ ماده ۲۷۱- کارفرما مکلف است هنگام نصب ماشین‌های ریژه‌ریزی، منطقه کاری کافی را در اطراف آنها در نظر گیرد تا خطراتی که در حین تولید یا تعمیر و نگهداری متوجه کارگران می‌شوند را به حداقل کاهش دهد.

▲ ماده ۲۹۳- سازنده ماشین‌های ریژه‌ریزی موظف است دستورالعمل‌های کار با ماشین‌های ریژه‌ریزی را تهیه نماید. این دستورالعمل‌ها باید شامل اطلاعات مربوط به نصب، عملیات و تعمیر و نگهداری آنها باشد.

▲ ماده ۲۹۴- افرادی که نسبت به ارتقاء ماشین‌های ریژه‌ریزی اقدام می‌نمایند موظف‌اند دستورالعمل کار با آنها که شامل تعمیرات مربوط به ماشین‌های بهینه‌شده است را ارائه نمایند. این اطلاعات باید شامل نقشه‌های مهندسی و کنترل‌ها و تجهیزات بهینه‌شده باشد.

▲ ماده ۲۹۵- کارفرما موظف است دستورالعمل‌های تعمیر و نگهداری ماشین‌های ریژه‌ریزی را بر اساس دستورالعمل‌های ارائه‌شده از سوی سازندگان ماشین‌ها و یا ارتقاء دهنده‌های آنها و یا بر اساس تجربیات شخصی خود تهیه و بر اجرای آنها نظارت نماید تا برای کارگران عملیاتی و تعمیر و نگهداری خطرات به حداقل برسد.

▲ ماده ۲۹۶- کارفرما مسئولیت بازرسی و تعمیر و نگهداری از تجهیزات ریژه‌ریزی را به‌منظور به حداقل رساندن خطرات برای اپراتورها دارد. این بازرسی‌ها باید شامل تنظیمات، وضعیت و عملکرد تجهیزات باشد. بیشترین تأکید مربوط به موجود بودن و عملکرد ابزارهای حفاظتی است.

▲ ماده ۲۸۵- نصب و سیم‌کشی دستگاه‌های برقی ماشین‌های ریژه‌ریزی باید مطابق با دستورالعمل ایمنی ارائه‌شده از طرف سازنده دستگاه باشد.

▲ ماده ۲۸۶- طراح قالب باید با استفاده از روش‌های ایمن، خطرات بالقوه مربوط به اپراتور و دیگر کارگران را کاهش دهد.

▲ ماده ۲۸۷- سازنده قالب باید قالب را مطابق طراحی انجام‌شده، تولید و تمامی موارد ایمنی موجود در آن را لحاظ نماید.

▲ ماده ۲۸۸- کارفرما موظف است از مطابقت قالب‌ها با استانداردهای ایمنی اطمینان حاصل نماید.

▲ ماده ۲۸۹- در حمل و نقل قالب توسط زنجیر، بالابر، خودرو و یا دست باید احتیاط‌های لازم بکار برده شود.

▲ ماده ۲۷۲- ماشین‌های ریژه‌ریزی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که خطرات ناشی از قطعات متحرک آنها به حداقل کاهش پیدا کند.

▲ ماده ۲۷۳- تجهیزات ماشینی خارج‌کننده قطعه از قالب نباید دارای سرعتی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر بر ثانیه باشند مگر اینکه به‌خوبی محافظت‌شده باشند.

▲ ماده ۲۷۴- در زمانی که ماشین ریژه‌ریزی به‌صورت پیوسته یا خودکار در حال کار است، استفاده از تجهیزات ماشینی خارج‌کننده قطعه به‌نحوی که هماهنگ با مراحل عملیاتی ماشین باشد، الزامی است.

▲ ماده ۲۷۵- سازندگان یا افرادی که ماشین‌های ریژه‌ریزی را بازسازی یا ارتقاء می‌دهند، باید ابزاری در منطقه خط جدایش قالب فراهم نمایند که خطرات در هنگام باز و بسته شدن قالب برای اپراتور به حداقل برسد.

- ▲ ماده ۲۷۶- در صورتی که سرعت باز و بسته شدن قالب بیش از ۱۵۰ میلی متر بر ثانیه باشد، حسب مورد حداقل یکی از موارد ذیل باید رعایت گردد: (الف) مکان قرارگیری کنترل ها باید به مقدار کافی دورتر از قالب باشد تا خطر قرار گرفتن اجزاء بدن در میان قالب ها وجود نداشته باشد. (ب) ترتیب قرارگیری کنترل ها باید به صورتی باشد که عملیات با آنها نیازمند استفاده هم زمان از هر دو دست باشد. (ج) استفاده از حفاظ برای جلوگیری از ورود دست ها به داخل قالب ها (د) استفاده از سایر ابزارهای حفاظتی برای جلوگیری از ورود دست ها به داخل قالب ها مثل حسگر نوری (فتوسل)
- ▲ ماده ۲۷۷- هنگامی که ماشین های ریژهریزی دارای بیش از یک نفر اپراتور است، سرعت بسته شدن قالب ها باید کمتر از ۱۵۰ میلی متر بر ثانیه باشد.
- ▲ ماده ۲۷۸- در دستگاه های انتقال خودکار مذاب از کوره نگه دارنده به ماشین ریژهریزی، طراحی سامانه باید به گونه ای باشد که خطرات ناشی از فوران، نشتی یا انفجار را به حداقل برساند.
- ▲ ماده ۲۷۹- حداکثر فشار در دستگاه های هیدرولیک و بادی نباید از فشار اسمی هر یک از اجزاء مورد استفاده در سیستم بیشتر باشد.
- ▲ ماده ۲۸۰- روغن هیدرولیک باید از نوع مقاوم به آتش سوزی باشد. در صورتی که موجود نبودن آن، خطوط و اجزاء تحت فشار باید به مقدار کافی در برابر کوره، شعله یا فلز مذاب محافظت شده باشد.
- ▲ ماده ۲۸۱- در ماشین های ریژهریزی با فشار پایین، سوپاپ اطمینان فشار مخزن نباید بیشتر از ۲ اتمسفر (۳۰ psi) باشد.
- ▲ ماده ۲۸۲- در سیستم کنترل بادی، هیدرولیکی و برقی ماشین های ریژهریزی، باید کلید اصلی قطع جریان با قابلیت قفل شدن در حالت خاموش وجود داشته باشد. در دستگاه های بادی و هیدرولیکی این کلید باید قابلیت آزاد کردن فشار پس ماند را داشته باشد.
- ▲ ماده ۲۸۳- کنترل استارت موتور باید به منظور جلوگیری از عملکرد اتفاقی پوشانده شده باشد.
- ▲ ماده ۲۸۴- ماشین های ریژهریزی باید دارای نوعی استارت موتور باشند که در مواقع بروز اشکال در منبع نیرو یا نوسانات ولتاژ موتور از کار افتاده و برای استارت مجدد نیازمند عملکرد به صورت دستی باشد.
- ▲ ماده ۲۹۰- کارگران باید از وضعیت دمایی قالبی که در حال حمل آن هستند آگاه باشند تا دچار سوختگی نشوند.
- ▲ ماده ۲۹۱- وزن قالب ها باید بر روی آنها حک شده باشد تا برای حمل و نقل و جابه جایی آنها از تجهیزات مناسب استفاده شود.
- ▲ ماده ۲۹۲- قالب ها باید به صورت ایمن و محکم به تجهیزات جابه جاکننده آنها متصل گردند.
- ▲ ماده ۲۹۸- در خصوص انجام کار در مناطقی که در دید مستقیم نیست، کارفرما موظف است یک سیستم هشدار دهنده مناسب را تهیه و نصب نماید.
- ▲ ماده ۳۰۵- لوله های تزریق مذاب به داخل قالب باید به صورت مناسب پیش گرم شده و قسمت رویی آنها پوشانده شده باشد تا امکان بیرون زدن مواد مذاب و خارج شدن آن وجود نداشته باشد.
- در هنگام تعمیرات دستگاه، لازم است به دستورالعمل های ایمنی توجه شود:
- ▲ ماده ۳۰۴- کارفرما مکلف است بر اجرای مراحل راه اندازی و خاموش نمودن دستگاه مطابق دستورالعمل ارائه شده

از طرف سازنده دستگاه نظارت نماید. انجام عمل خاموش نمودن دستگاه به منظور انجام امور بازرسی، تنظیم و یا تعمیر و نگهداری است.

▲ ماده ۲۹۹- کارگران تعمیر و نگهداری یا تنظیم ماشین که بر روی ماشین‌هایی که در معرض دید دیگران نیست کار می‌نمایند باید حضور خود را در محل از طریق سیستم هشداردهنده نصب‌شده در محل به دیگران اطلاع دهند.

▲ ماده ۳۰۰- هر یک از کارگران که مجبور است به صورت فیزیکی بدن خود را در داخل ماشین قرار دهد قبل از این کار باید ماشین را غیرفعال نموده و با استفاده از روش‌های ایمن از حرکت اجزاء ماشین جلوگیری نماید.

▲ ماده ۲۹۷- انجام تعمیر و نگهداری بر روی ماشین‌هایی که دارای حفاظ نبوده و امکان آزاد شدن فشار باقیمانده در آنها وجود دارد، ممنوع است.

▲ ماده ۳۰۳- کارگران تعمیر و نگهداری ماشین‌های ریژه‌ریزی باید مجهز به ابزارهای مخصوص و بلوک‌های متوقف‌کننده (Stop Blocks) مورد نیاز خود باشند تا بتوانند وظایف خویش را به صورت ایمن انجام دهند.

▲ ماده ۳۰۱- هنگامی که به منظور رفع اشکالات، لازم است کار تعمیر در حین روشن بودن دستگاه انجام پذیرد، کارگران مجاز (که عموماً کارگران تعمیر و نگهداری هستند) می‌توانند با برداشتن حفاظ‌ها و یا کار در محوطه پشت حفاظ‌ها به کار خود ادامه دهند و در این حالت بدن آنها نباید در مسیر حرکت اجزاء متحرک ماشین قرار گرفته باشد.

▲ ماده ۳۰۲- مسئولیت صدور تأییدیه برای بازگشت ماشین‌آلات به خط تولید بر عهده کارگران تعمیر و نگهداری بوده و آنها باید قبل از صدور تأییدیه از نصب صحیح حفاظ‌ها در محل خود مطمئن شده باشند.

۴-۲-۴-۴ ایمن‌سازی ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز

▲ ماده ۳۰۶- ماشین‌ها و ایستگاه‌های مختلف کار در ریخته‌گری گریز از مرکز باید از اتاق کنترل قابل رؤیت باشند.

▲ ماده ۳۱۴- در ماشین‌های ریخته‌گری گریز از مرکز به منظور جلوگیری از وارد آمدن صدمه به اپراتورها به واسطه پرتاب ذرات و حرکت طولی ماشین و لوله، تابلوی کنترل ماشین باید خارج از منطقه خطر باشد.

▲ ماده ۳۰۷- کلید توقف اضطراری و کنترل‌های مربوط به ماشین ریخته‌گری گریز از مرکز باید هنگام بارریزی و چرخش دستگاه در دسترس اپراتور ماشین باشد.

▲ ماده ۳۰۸- باز کردن گیره (بست) قالب‌ها در حین بارریزی نباید امکان‌پذیر باشد. ضمناً بست قالب‌های نیوماتیک (پنوماتیک)، هیدرولیک یا الکترومغناطیس باید طوری طراحی شده باشند که فقط پس از انجماد ذوب امکان باز شدن آنها وجود داشته باشد.

▲ ماده ۳۰۹- برای پیشگیری از جابجایی ناخواسته، حفاظ‌های متحرک باید در موقعیت بسته نگه‌داشته شوند.

▲ ماده ۳۱۰- پاتیل، لوجه و ناودانی بارریز باید هنگام بارریزی در برابر تکان‌های ناخواسته حفاظت شوند.

▲ ماده ۳۱۱- ناودانی بارریز، لوجه و قالب‌ها باید پیش از استفاده خشک شوند.

▲ ماده ۳۱۲- منطقه زیر و اطراف پاتیل باید خشک نگه‌داشته شود.

▲ ماده ۳۱۳- در مواردی که تمیزکاری پاتیل و ناودانی بارریز با دوران آنها حول محور مرکزی‌شان انجام می‌گیرد،

- نظافت محوطه اطراف از بیرونی ترین منطقه ای که احتمال پاشش قطعات فلزی وجود دارد، باید انجام پذیرد.
- ▶ ماده ۳۱۵- در ماشین های ریخته گری گریز از مرکز به منظور جلوگیری از جدا شدن اجزاء قالب از یکدیگر که ناشی از اعمال نیروی سانتریفوژ است موارد ذیل باید رعایت گردد: الف) استحکام قالب و قفل های قالب مناسب و کافی باشد. ب) سرعت دوران قالب مطابق مقدار مجاز آن باشد. ج) فشار اعمالی محدود به مقدار مجاز باشد.
 - ▶ ماده ۳۱۶- با استفاده از سوئیچ های محدودکننده، باید از افزایش سرعت دوران ناخواسته و حرکت طولی خطر آفرین غیر مجاز ماشین آلات و تجهیزات جلوگیری گردد.
 - ▶ ماده ۳۱۷- طراحی منطقه نقل و انتقالات محصولات ریخته گری گریز از مرکز باید به گونه ای باشد که امکان گیر افتادن کارگران وجود نداشته باشد.
 - ▶ ماده ۳۱۸- در صورت متحرک بودن قالب ها و امکان نزدیک شدن آنها به نقطه توقف باید طراحی به گونه ای باشد که از گیر افتادن کارگران در فضای بین قالب ها و نقطه توقف جلوگیری به عمل آید.
 - ▶ ماده ۳۱۹- به منظور جلوگیری از سقوط و یا از جا در رفتن قالب ها از غلطک های حمل کننده، باید از راهنماهای ثابت یا قطعات نگه دارنده استفاده نمود.
 - ▶ ماده ۳۲۰- چرخش پاتیل های مذاب برای ریخته گری در ماشین های ریخته گری گریز از مرکز باید کاملاً تحت کنترل اپراتور باشد. به این منظور اپراتور باید دید کامل و بدون محدودیت به روند کار داشته باشد. ضمناً شروع چرخش پاتیل باید با فشار دادن مداوم دکمه کنترل مربوطه توسط اپراتور انجام پذیرد.
 - ▶ ماده ۳۲۱- به منظور جلوگیری از پرتاب مذاب در حین چرخش قالب در ریخته گری گریز از مرکز، باید از حفاظ های مناسب استفاده گردد.
 - ▶ ماده ۳۲۲- به منظور جلوگیری از شروع به کار ناخواسته و ناگهانی ماشین های ریخته گری گریز از مرکز و حذف خطرات مربوطه، باید از شروع به کار مجدد خودکار این ماشین ها جلوگیری به عمل آید.
 - ▶ ب) بوش ریزی
 - ▶ ماده ۳۲۳- دستگاه بوش ریزی باید مجهز به حفاظ مناسب بوده تا از پاشش مواد مذاب در هنگام کار دستگاه، جلوگیری به عمل آید.
 - ▶ ماده ۳۲۴- مخزن پوشان دستگاه بوش ریزی باید مجهز به سیستم تخلیه خودکار فشار هوا باشد.
 - ▶ ماده ۳۲۵- پوشان داخل قالب دستگاه باید قبل از تخلیه مذاب به داخل آن از لحاظ خشک بودن بررسی گردد.
 - ▶ ماده ۳۲۶- استفاده از پوشان های داخل قالب که بر پایه الکل یا مواد مشابه است ممنوع است.
 - ▶ ماده ۳۲۷- قبل از تخلیه مذاب به داخل قالب فلزی دستگاه بوش ریزی باید از بسته شدن کامل درب آن اطمینان حاصل گردد.
 - ▶ ماده ۳۲۸- لوله های پاشش (لانس های) پوشان به داخل قالب، باید از جنس فلزات کم مقاومت مانند مس یا برنج یا آلومینیم باشند.
 - ▶ ماده ۳۲۹- دسته برس سیمی مورد استفاده برای تمیز کردن پوشان باقیمانده در داخل مذاب نباید از جنس فلز باشد.

تبصره: توصیه می‌شود از دسته‌های چوبی با ضخامت حداکثر ۲۵ تا ۳۰ میلی‌متر استفاده شود.

▲ ماده ۳۳۰- خارج نمودن قطعه از داخل قالب باید پس از توقف کامل قالب انجام پذیرد.

▲ ماده ۳۳۱- به‌منظور جلوگیری از پاشش مواد مذاب به خارج از دستگاه، مقدار مذاب ریخته شده باید متناسب با ظرفیت قالب باشد.

▲ ماده ۳۳۲- جهت تعویض قالب‌های دستگاه بوش‌ریزی استفاده از ابزار و فیکسچرهای مخصوص الزامی است.

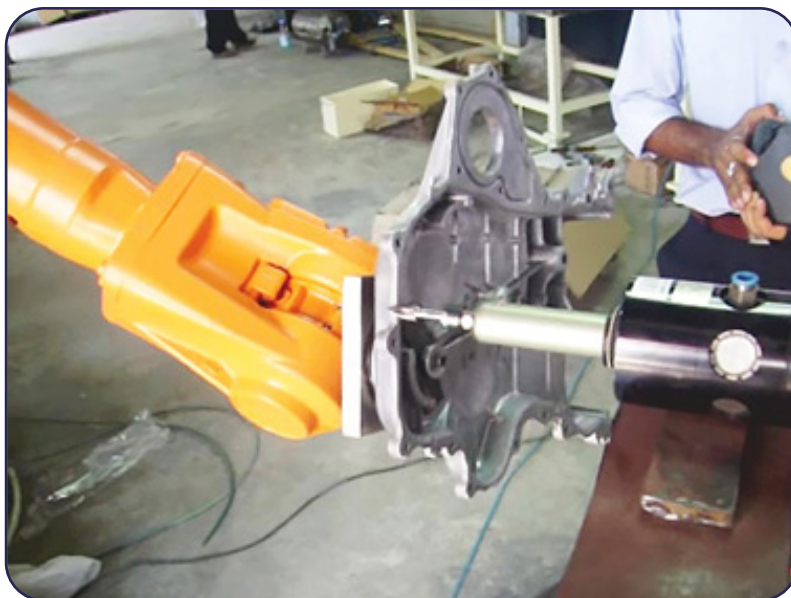
▲ ماده ۳۳۳- قبل از باز کردن در مخزن مخلوط هوا و پوشان باید از بسته بودن شیر ورودی هوا به داخل مخزن و تخلیه کامل هوای فشرده داخل آن اطمینان حاصل گردد.

■ ۷-۲-۴ ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری

از آنجاکه تجهیزات تمیزکاری و ماشین‌کاری غبار زیادی تولید می‌کنند، لازم است مجهز به مکنده و تهویه‌ها باشند. بهتر است کنترل اتصال برق ماشین سنگ‌زنی با برق تجهیزات تهویه همراه باشد، تا امکان روشن بودن ماشین سنگ‌زنی بدون کارکرد تهویه حذف شود.



(الف)



(ب)

شکل ۸-۴. پس از خروج قطعه از قالب، نیاز به ریخته‌پیرایی و جدا کردن زائده‌های قطعه است. (الف) در کارگاه‌هایی که عملیات جدا کردن زائده‌ها و ریخته‌پیرایی به صورت دستی و توسط کارگر انجام می‌شود، بهتر است تجهیزات و تسمه‌نقاله‌های کارگاه تمیزکاری به هود، حفاظ مکنده و غبارگیر مجهز شوند. لازم است تجهیزات به گونه‌ای ایمن شوند که ریسک آلودگی غبار، آسیب دست، پرتاب اجسام ریز و آسیب‌های گرمایی (ناشی از تابش گرما از قطعه) کاهش یابد. (ب) کارشناس در حال برنامه‌ریزی بازوی ربات برای عملیات ریخته‌پیرایی قطعه است. اقدام کنترلی مؤثرتر برای پیشگیری از مخاطرات ریخته‌پیرایی، استفاده از ماشین به جای نیروی انسانی است.

شورای حفاظت فنی ایران دستورالعمل‌هایی را برای ایمن‌سازی تجهیزات تمیزکاری و ریخته‌پیرایی ارائه کرده است:

▲ ماده ۲۱۹- برای حفظ ایمنی افراد، تعمیر و نگهداری مناسب تجهیزاتی که از پرتاب ذرات ساینده برای تمیزکاری استفاده می‌نمایند الزامی است.

▲ ماده ۲۲۰- شیلنگ‌ها، لوله‌ها و اتصالات فلزی مورد استفاده در تجهیزات تمیزکاری که از پرتاب ذرات ساینده برای این منظور استفاده می‌نمایند باید به طور متناوب در خصوص عیوب به وجود آمده در شیلنگ‌ها و از نظر سایش بیش از اندازه برای لوله و اتصالات فلزی مورد بازرسی قرار گیرند و نسبت به تعمیر یا تعویض لوله‌ها و شیلنگ‌های معیوب صدمه دیده اقدام به عمل آید.

▲ ماده ۲۲۱- کف زمین کارگاه، طاقچه‌ها و قفسه‌ها باید عاری از تجمع بیش از حد مواد ساینده و تراشه‌های فلزی بوده و به طور متناوب تمیز گردد. تمامی کف زمین کارگاه باید از نظر تخریب و تغییر شکل مورد بازرسی قرار گیرد. سطوح معیوب کف زمین باید تعمیر یا تعویض شود تا از ایجاد لغزش و حوادث ناشی از سقوط جلوگیری به عمل آید.

▲ ماده ۲۲۲- لاینرها (Liners) و همچنین اتصالات آنها که شکسته شده یا دارای ساییدگی شدید می‌باشند باید تعویض شوند.

▲ ماده ۲۲۳- تمامی درزگیرهایی که وظیفه آنها جلوگیری از فرار مواد ساینده است، در صورت معیوب بودن باید

تعویض شوند.

- ▲ ماده ۲۲۴- تمامی مکانیزم‌های حمل قطعات در صورت معیوب بودن باید تعویض شوند.
- ▲ ماده ۲۲۵- بازرسی، تعویض و تعمیر قلاب‌ها و قطعات متصل به آنها باید مطابق برنامه تهیه‌شده انجام شود.
- ▲ ماده ۲۲۶- قطعات معیوب متصل به قلاب و همچنین قلاب‌هایی که دارای شرایط ذیل باشند باید از چرخه مصرف خارج شوند:

- ▲ ۱. قلاب‌های ترک‌دار.
- ▲ ۲. وجود خراشیدگی و شیار بر روی قلاب به نحوی که اندازه آنها بیشتر از مقدار مجاز برای تعمیر باشند.
- ▲ ۳. سایش به نحوی که بیش از ۱۰ درصد ابعاد اولیه قلاب باشد.
- ▲ ۴. افزایش ابعاد گلوگاه قلاب به مقدار بیش از ۱۵ درصد ابعاد اولیه.
- ▲ تبصره: در خصوص بند الف در صورتی که ترک به صورت طولی وجود داشته باشد توسط افراد ماهر قابل تعمیر است.
- ▲ ماده ۲۲۷- تمامی تعمیرات باید توسط سازنده یا اشخاص ماهر صورت پذیرد.
- ▲ ماده ۲۲۸- هنگامی که لازم باشد یک دستگیره یا یک ساپورت به قلاب و یا قطعات متصل به قلاب با عمل جوشکاری متصل گردد در صورتی که طراحی قطعه نیازمند عملیات حرارتی باشد، عمل جوشکاری باید قبل از انجام عملیات حرارتی صورت پذیرد.
- ▲ ماده ۲۲۹- قبل از شروع به کار، تمامی وسایل باربرداری و متعلقات آنها باید به صورت روزانه بازرسی شوند تا هرگونه عیب و تخریب توسط افراد ماهر مشخص شود. اگر وضعیت سرویس دهی قطعات ایجاب نماید انجام عمل بازرسی در حین کار نیز باید اضافه گردد.
- ▲ ماده ۲۳۰- وسایل باربرداری که معیوب یا تخریب‌شده‌اند باید بلافاصله از چرخه کاری خارج شوند.
- ▲ ماده ۲۳۱- سوراخ‌های موجود در کف زمین، سکوها یا کار که بالاتر از سطح زمین قرار دارند و دیگر محل‌های عبور باید مطابق اصول ایمنی حفاظ‌گذاری شوند.
- ▲ ماده ۲۳۲- وقتی ایستگاه‌های کاری در مجاورت تجهیزات هستند، کنترل یا وسایل فرمان عملیات باید چنان جانمایی شوند که:

- ▲ ۱. کارگران در معرض خطرات ناشی از تخلیه قطعات نباشند.
- ▲ ۲. مانعی بر سر راه دسترسی کارگران به کنترل‌ها یا وسایل فرمان عملیات وجود نداشته باشد.
- ▲ ۳. کارگران دارای دید کافی نسبت به منطقه کار باشند.
- ▲ ۴. به صورت واضح برای فرآیند مربوطه مشخص شده باشند.
- ▲ ماده ۲۳۳- کنترل‌ها یا وسایل فرمان عملیات باید به صورتی طراحی شده باشند که اگر فرمان توقف اضطراری از هر نقطه صادر شود، شروع به کار مجدد دستگاه‌ها فقط از طریق تابلوی کنترل اصلی ممکن باشد.
- ▲ ماده ۲۳۴- تمامی مجاری مربوط به قیف‌ها و سرسره‌های انتقال قطعات ریخته‌گری که برای کارگران امکان ایجاد خطر دارند باید حفاظ‌گذاری شوند.

► ماده ۲۳۵- با استفاده از روش های ایمن، باید از تخلیه خطرناک قطعات در قیف ها و سرسره های انتقال قطعات ریختگی که خطراتی را برای کارگران به همراه دارد، جلوگیری شود.

► ماده ۲۳۶- درپچه های موجود در قیف ها و سرسره ها که به صورت غیر دستی باز و بسته می شوند در حالت قطع نیرو، بروز خطا یا قطع عملیات باید به حالت بسته یا خاموش درآیند.

► ماده ۲۳۷- ماشین های انتقال دهنده قطعات مجهز به قوای محرکه باید دارای ترمز، گیره ریل یا دیگر ابزارهای قفل کننده ماشین باشند تا به واسطه حرکت آنها خطری کارگران را تهدید نکند.

► ماده ۲۳۸- به منظور جلوگیری از جابه جایی بیش از حد معمول ماشین های انتقال دهنده قطعات، باید از متوقف کننده های حرکت استفاده شود.

► ماده ۲۳۹- درجایی که حرکت ماشین های انتقال دهنده قطعات باعث ایجاد خطر برای کارگران می شود، باید از وسایل هشداردهنده صوتی و یا تصویری و یا هردوی آنها به صورت مداوم در حین حرکت ماشین استفاده شود. ماشین های انتقال دهنده با قابلیت کنترل از راه دور باید دارای علائم هشداردهنده خطر روی ماشین و همچنین در طول مسیر حرکت باشند تا در رابطه با حرکت آنها، به کارگران هشدارهای لازم داده شود.

► ماده ۲۴۰- شینه های انتقال جریان الکتریکی باید به نحوی حفاظ گذاری شده باشند تا از ایجاد تماس اتفاقی آنها با کارگران جلوگیری شود.

► ماده ۲۴۱- ماشین های انتقال دهنده قطعات که راننده دارد، باید دارای سکوی کار مناسب برای وی باشند.

► ماده ۲۴۲- رعایت استانداردها و آیین نامه های جاری در جابه جایی و انبار نمودن مواد خطرناک و نوع تجهیزات حفاظت فردی الزامی است.

► ماده ۲۴۳- در صورتی که اقتادن قطعه از ویریه تخلیه باعث ایجاد خطر برای کارگران می شود، باید از حفاظ مناسب در این رابطه استفاده گردد.

► ماده ۲۴۴- اجزای متحرک دستگاه و بیراتور که باعث ایجاد خطر برای کارگران می شوند باید حفاظ گذاری شوند. برای جدا نمودن سیستم راهگاهی دستورالعمل های زیر ارایه شده است:

► ماده ۲۴۵- در صورتی که از قیچی و پرس و اره های نواری برای جدا نمودن راهگاه استفاده می شود، نقاط خطرناک آنها باید حفاظ گذاری شده باشند.

► ماده ۲۴۶- قسمت های زردجوش شده (لحیم سخت شده) روی اره نواری باید هم سطح یکدیگر باشند.

برای دستگاه های سند بلاست و شات بلاست (ساجمه زنی و ماسه پاشی) دستورالعمل های زیر ارایه شده است:

► ماده ۲۴۷- حصارهای دستگاه های سند بلاست و شات بلاست باید دارای شرایط ذیل باشند:

۱. امکان فرار ذرات ساینده را به حداقل برساند.
 ۲. امکان ایجاد جریان مداوم هوا را به داخل حصار در حین عملیات، به صورت پایدار فراهم سازد.
- ماده ۲۴۸- هوای خروجی از حصار دستگاه سند بلاست و شات بلاست باید وارد یک سیستم جمع آوری گردوغبار گردد.

■ ماده ۲۴۹- اگر دستگاه سندبلاست یا شات بلاست محصور نباشد تمامی ملاحظات لازم باید انجام گیرد تا افراد در برابر خطرات ناشی از پرتاب ذرات ساینده محافظت شوند.

■ ماده ۲۵۰- هنگام استفاده از دستگاه‌های سندبلاست و شات بلاست دستی، رعایت موارد ذیل الزامی است:
۱. شروع و پایان کار فقط تحت کنترل اپراتور باشد.

۲. کنترل عملیات باید به صورت مطمئن به لوله یا نازل دستگاه متصل شده باشد و در دسترس اپراتور باشد.

۳. شروع و ادامه کار باید از طریق عملکرد فشاری دست اپراتور روی کنترل یا وسایل فرمان عملیات دستگاه انجام شود.

۴. عملکرد کنترل یا وسایل فرمان عملیات دستگاه باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که امکان بکار افتادن اتفاقی آن هنگامی که نازل در دست اپراتور نباشد، وجود نداشته باشد.

۵. مواد مورد استفاده در دستگاه باید به صورتی انتخاب شوند که خطرات بهداشتی ناشی از تماس با ذرات سیلیس را به حداقل برسانند.

۶. برای تخلیه بار استاتیکی الکتریکی موجود در نازل دستگاه، لوله‌های دستگاه باید به سیستم اتصال به زمین مجهز باشند.

۷. در صورتی که اپراتور در داخل منطقه محصور سندبلاست یا شات بلاست قرار گرفته باشد تهویه لازم باید انجام گیرد تا دید کافی برای اپراتور فراهم شود. در این حالت تمامی درها در قسمت حصار باید از خارج و داخل به صورت باز باشند. ضمناً درها باید با کنترل نازل به صورت اینترلاک باشند. در صورتی که در ورودی کارگران و در ورودی قطعات مجزا باشند، در ورودی قطعات فقط باید از خارج بسته شود.

■ ماده ۲۵۱- هنگام استفاده از دستگاه‌های شات بلاست یا ساچمه پاش رعایت موارد ذیل الزامی است:

۱. درهای ورودی افراد در قسمت حصار باید با کنترل سیستم سائرفیوژ اینترلاک شود به صورتی که تا زمانی که درها در وضعیت بسته قرار نگیرند امکان استارت سیستم ساچمه پاش وجود نداشته باشد، ضمناً درها باید دارای علائم خطر مناسب و متصل به آنها باشند

۲. به منظور جلوگیری از بروز خطرات ناشی از پرتاب ذرات به خارج از منطقه ساچمه پاش، انجام تعمیر و نگهداری مناسب از تجهیزات ساچمه پاش الزامی است. ج در صورت جمع شدن تسمه‌های دستگاه بالا برنده (الواتور) ساچمه حتی در هنگام خاموش بودن دستگاه، استفاده از دست برای آزاد کردن آن ممنوع بوده و در این رابطه باید از یک ابزار در دسترس مانند بیل یا چنگک استفاده شود.

برای پلیسه برداری قطعات ریختگی، دستورالعمل‌های زیر ارائه شده است:

■ ماده ۲۵۲- ابزارهای مورد استفاده برای جدا کردن قسمت‌های اضافی از قطعه کار نباید بر روی زمین رها شوند.

■ ماده ۲۵۳- برای قطعات کوچک که در حین پلیسه برداری، امکان پرتاب شدن آنها وجود دارد، باید از گیره‌های نگه‌دارنده مناسب استفاده نمود.

■ ماده ۲۵۴- پلیسه بردارها باید از آلیاژ مناسبی (برای مثال، فولاد پرکربن عملیات حرارتی شده) ساخته شده باشند که در حین کار دچار شکست نشوند.

■ ماده ۲۵۵- در صورتی که امکان در رفتن پلیسه بردار و ایجاد جراحت برای افراد وجود داشته باشد، باید از یک



نگه دارنده مناسب در این زمینه استفاده شود.

برای سنگ‌های ساب، سمباده و برش دستورالعمل زیر ارایه شده است.

▲ ماده ۲۵۶ - در هنگام استفاده از سنگ‌های ساب، سمباده و برش رعایت مفاد آیین‌نامه حفاظتی ماشین‌های سنگ‌زنی الزامی است.

سنگ‌زنی قطعات منیزیمی از حساسیت ویژه برخوردار است و دستورالعمل‌های ایمنی افزون بر موارد طرح‌شده دارد:

▲ ماده ۲۶۶ - در ارتباط با خطرات خاص سنگ‌زنی منیزیم باید آموزش‌های کافی به کارگران داده‌شده باشد.
 ▲ ماده ۲۵۷ - تجهیزات سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید دارای سیستم جمع‌آوری گردوغبار مرطوب باشد. مقدار سیال موجود در سیستم باید به گونه‌ای باشد که گردوغبار جمع‌آوری شده کاملاً در آن غوطه‌ور گردد.

▲ ماده ۲۵۸ - تجهیزات الکتریکی از جمله موتورهای الکتریکی باید از نوع ضد جرقه باشند.

▲ ماده ۲۵۹ - مخازن جمع‌آوری گردوغبار باید دارای تهویه باشد.

▲ ماده ۲۶۰ - لوله‌ها و کانال‌های موجود در سیستم جمع‌آوری گردوغبار باید دارای کمترین تعداد خمیدگی باشند به نحوی که امکان تمیز نمودن کامل آنها وجود داشته باشد.

▲ ماده ۲۶۱ - جریان برق ورودی به ماشین‌های سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید به موتور هواکش و کنترل‌کننده سطح مایع در سیستم جمع‌آوری گردوغبار اینترلاک شده باشد تا اگر هر اشکالی در سیستم جمع‌آوری گردوغبار پدید آید عمل سنگ‌زنی متوقف شود. ضمناً ماشین سنگ‌زنی قطعات منیزیمی باید دارای یک سوئیچ تأخیری یا ابزار مشابه آن باشد تا قبل از استارت موتور دستگاه سنگ‌زنی، سیستم جمع‌آوری گردوغبار به منظور خارج نمودن هیدروژن باقی‌مانده شروع به کار نماید.

▲ ماده ۲۶۲ - مواد و تجهیزات خاموش‌کننده آتش مناسب باید درجایی که سنگ‌زنی منیزیم انجام می‌گیرد، در دسترس باشد.

▲ ماده ۲۶۳ - اپراتورهای دستگاه‌های سنگ‌زنی منیزیم باید دارای لباس کارهای مناسب از جنس پارچه دارای سطح صاف باشند به گونه‌ای که این لباس‌ها از تجمع گردوغبار منیزیم بر روی خود و همچنین بدن اپراتور جلوگیری نمایند. این لباس‌ها باید به صورت دوره‌ای برس زده شوند.

▲ ماده ۲۶۴ - استفاده از ماشین‌های مخصوص سنگ‌زنی قطعات منیزیمی برای سنگ‌زنی دیگر فلزات ممنوع است. در این زمینه ماشین‌های سنگ‌زنی منیزیم باید دارای علامت « فقط برای قطعات منیزیمی » باشند.
 ▲ تبصره: در صورتی که عمل سنگ‌زنی منیزیم بندرت انجام می‌گردد می‌توان عمل سنگ‌زنی منیزیم را در دیگر دستگاه‌های سنگ‌زنی انجام داد به شرطی که قبل و پس از پایان عمل سنگ‌زنی منیزیم کلیه تجهیزات مورد استفاده از جمله سنگ، سیستم گرد و غبارگیر و محیط اطراف نظافت گردد.

▲ ماده ۲۶۵ - اگر گردوغبار منیزیم قابل بازیابی نباشد، آنها باید قبل از تبدیل به زباله با مواد خنثی‌کننده مخلوط شوند به نحوی که نسبت مواد خنثی‌کننده (نظیر ماسه) به منیزیم ۱ به ۳ باشد. همچنین زباله‌های تولیدشده باید دفن گردد.

۳-۴ حفاظت فردی

پس از ایمن‌سازی محیط کار و ایمن‌سازی ماشین‌ها و تجهیزات، به دلیل حساسیت موضوع در ریخته‌گری و ریسک بالای حوادث، حفاظت فردی به‌عنوان آخرین اقدام مهم کنترلی شناخته می‌شود. اقدام‌های حفاظت فردی بر اساس حفاظت اعضای مختلف بدن دسته‌بندی می‌شوند. لازم است به این نکته اشاره شود که حفاظت فردی اغلب به معنی تجهیزات حفاظت فردی (PPE)^۱ برداشت می‌شود. اما وسایل حفاظت فردی به‌تنهایی ایمنی و سلامت فرد را تضمین نمی‌کند. آگاهی و شناخت فرد از مخاطرات، مهارت‌های ایمنی، توجه به محیط و دستورالعمل‌ها، حضور حواس، عدم خستگی، عدم بیماری و عدم استرس‌های روانی برای حفاظت فردی لازم است.

تجهیزات حفاظت فردی PPE شامل وسایلی است که برای حفاظت سر، حفاظت چشم، حفاظت صورت، حفاظت تنفس، حفاظت بدن و بازو، حفاظت دست، حفاظت ران و ساق پا، حفاظت پا، و حفاظت گوش استفاده می‌شود. وسایل و تجهیزات حفاظت فردی کارکنان در دودسته قرار دارند؛ وسایل دائمی و وسایل اضافی. وسایل دائمی آن‌هایی است که در تمام مدت ساعت کار الزامی است، برای مثال کفش ایمنی، کلاه ایمنی و لباس کار معمولاً جزو این دسته است. وسایل اضافی بسته به کارکرد و فرآیند الزامی یا توصیه می‌شود، برای مثال هنگام بارریزی یا سرباره‌گیری ممکن است لباس نسوز و پوشش محافظ (شیلد) صورت الزامی باشد. جدول ۲-۴ نیاز به تجهیزات حفاظت فردی در کار ریخته‌گری را در دو گروه اولیه و ثانویه دسته‌بندی شرح می‌دهد. دسته تجهیزات اولیه برای کار با فلز مذاب به وسایل عمومی اضافه می‌شود و دسته ثانویه برای کارهای عمومی ریخته‌گری به کار می‌رود.



شکل ۹-۴. برای کار با مذاب، تجهیزات حفاظت فردی ویژه، افزون بر PPE معمول ریخته گری، لازم است. لذا تجهیزات حفاظت فردی ریخته گری در دودسته اولیه و ثانویه معرفی می شود. تجهیزات ثانویه شامل وسایل حفاظت فردی معمول و تجهیزات اولیه شامل وسایل حفاظت فردی برای کار با مذاب است. در این تصویر فرد با تجهیزات حفاظت فردی اولیه مشغول کار با مذاب است.

▶ ماده ۶- کارگران شاغل در صنایع ریخته گری باید متناسب با نوع کار و خطرات موجود با وسایل حفاظت فردی مناسب (عینک های ایمنی و حفاظتی، گوشی ایمنی، کلاه و کفش ایمنی، دستکش، پیش بند، گتر حفاظتی و لباس مقاوم به حرارت و مانند آنها) مطابق با آیین نامه وسایل حفاظت فردی مصوب شورای عالی حفاظت فنی تجهیز گردند.

جدول ۲-۴. خلاصه‌ای بر تجهیزات حفاظت فردی PPE اولیه و ثانویه برای ریخته‌گری.

نوع حفاظت	تجهیزات حفاظت فردی اولیه (برای کار با فلز مذاب - افزون بر تجهیزات ثانویه)	تجهیزات حفاظت فردی ثانویه (کارهای عمومی ریخته‌گری)
سر	برای جاهایی که امکان سقوط اجسام از ارتفاع است، یا در ارتفاع بالای سر کاری در حال انجام است، مثلاً روی نیم طبقه mezzanine، کلاه ایمنی صنعتی لازم است. در جاهایی که غبار و ذرات هست، سرپوش لازم می‌شود.	
گوش‌ها	برای انتخاب وسایل حفاظت گوش، لازم است به سطح آلودگی صدا در محیط، تطابق با کار، آسایش فرد، برقراری ارتباط، سطح شنوایی و ویژگی‌های فردی توجه شود.	
چشم و صورت	شیلد صورت و حفاظت گردن	عینک ایمنی صنعتی با حفاظ جانبی حداقل تجهیز است.
تنفس	انتخاب وسیله مناسب حفاظت تنفس، به موارد زیر بستگی دارد: نوع آلودگی و غلظت آن، نوع کار، روش انجام کار، مدت کار و نرخ تکرار کار و ویژگی‌های فیزیکی و روانی اپراتور. وجود موه‌های صورت در موارد لزوم منع می‌شود.	
تن و بازوها	یک ژاکت از چرمی یا جنس مقاوم دیگر روی لباس‌های دیگر پوشیده شود. این ژاکت می‌بایست فاقد جزئیات مانند جیب، سرآستین، چاک و غیره باشد، تا باعث گیر کردن به لبه‌ها و ابزار و یا حبس مذاب در لباس هنگام پاشش نشود. لازم است لباس هر بار به‌طور کامل پوشیده شود.	پیراهن آستین بلند بافته‌شده از الیاف مقاوم به گرما (مثل پشم یا نخ سنگین) لازم است دگمه‌ها و زیپ‌های لباس بسته باشد تا از ورود پاشه و جرقه مذاب و تراشه و غبار و مواد شیمیایی از یقه و آستین و درزها به درون لباس جلوگیری شود.
دست‌ها	دستکش‌های بلند مقاوم به گرما از جنس کولار یا چرم سنگین که پایین بازوها را نیز بپوشاند.	در انتخاب دستکش لازم است به موارد زیر توجه شود: مخاطرات کار مثل سوختگی، بریدگی، ساییدگی و مواد شیمیایی، محیط کار و فرد محافظت شونده، اندازه، آسایش، چابکی و حرکت انگشتان دست.
ران و ساق پا	وقتی ریسک پاشش و جرقه مذاب هست، لازم است شلوار چرمی یا جنس مقاوم مناسب پوشیده شود. لازم است شلوار روی ساق کفش را بپوشاند و جزئیات مانند جیب و بند و درز، که مذاب را حبس یا به لبه‌ها گیر می‌کند، نداشته باشد.	شلوار مقاوم به گرما
پاها	کارگران می‌بایست در محل کار همواره کفش ایمنی بپوشند، مگر آنکه ملاحظات پزشکی مشخصی وجود داشته باشد. در آن صورت نیز حفاظت مؤثر دیگری از پا لازم است.	



شکل ۱۰-۴. علائم تجهیزات حفاظت فردی لازم برای حضور در سایت ریخته گری.

■ ۱-۳-۴ حفاظت سر

استفاده از کلاه ایمنی^۱ در تمام کارگاه‌های ریخته گری برای همه افراد ضروری است. کلاه ایمنی معمول سبک، مقاوم به ضربه، برخورد، سوراخ شدگی، گرما، آتش و برق و دارای بند و تسمه استاندارد است. کلاه ایمنی در کلاس A (مناسب برای کارگاه‌ها و کارخانه‌ها)، کلاس B (مناسب برای عملیات الکتریکی)، کلاس C (مناسب برای کارهای ساختمانی) و کلاس D (مناسب برای آتش نشانی) ساخته می‌شود. در استاندارد ANSI کلاه‌های ایمنی در کلاس‌های E (الکتریکی)، G (عمومی) و C (رسانا) دسته‌بندی می‌شوند. استانداردهای کلاه ایمنی BS EN 397، ISO 3873 و ANSI/ISEA Z89 هستند.

■ ۲-۳-۴ حفاظت چشم و صورت

در بسیاری از عملیات ریخته‌گری ریسک پرتاب ذرات، اشیاء، تراشه چوب، براده فلز، پلیسه، جرقه و مذاب وجود دارد. هنگام استفاده از افشانه، ماسه پاشی، هوای فشرده و چکش زدن به قطعه ممکن است پرتاب ذرات ماسه یا فلز آسیب‌های جدی به چشم وارد کنند. تقریباً در تمام عملیات کارگاه ریخته‌گری، حداقل استفاده از عینک محافظ الزامی است. ویژگی‌های عینک ایمنی مناسب بسته به نوع عملیات کاری ممکن است متفاوت باشد. اما به‌طور معمول یک عینک ایمنی مناسب مقاوم به گرما، دیرسوز، انعطاف‌پذیر و با درجه تیرگی مناسب برای تابش مذاب است. شیلدهای مقاوم به گرما که به کلاه ایمنی متصل می‌شوند برای محافظت در برابر پاشش مذاب و مواد و جرقه مناسب هستند. کورهبان‌ها و افرادی که با مذاب کار می‌کنند، نیاز به سرپوش‌های نسوز و شیلد مخصوص دارند. در هنگام استفاده از سرپوش، تلق‌های رنگی محافظ چشم در برابر تابش مذاب با درجه تیرگی مناسب لازم است.

■ ۳-۳-۴ حفاظت تنفسی

ماسک‌های تنفسی غبارگیر، فیلتردار، هوارسان و یا اکسیژن بسته به شرایط کاری برای محافظت از دستگاه تنفسی استفاده می‌شوند. لازم است ماسک در یک برنامه منظم شسته، نگهداری و یا تعویض شود و هر ماسک تنها به یک فرد اختصاص داده شود. استفاده از ماسک در هنگام نسوزکوبی و تعمیر و نگهداری دیرگداز کوره الزامی است. همچنین برای کورهبان‌ها و افرادی که در مجاورت مذاب، لازم است یادآوری شود که عملیات شارژ مواد، تخلیه ذوب، عملیات کیفی مذاب و بارریزی در قالب به‌طور معمول با آزاد شدن گازهای سمی بیش از حد استاندارد همراه است و استفاده از ماسک محافظ تنفس را الزام‌آور می‌کند.

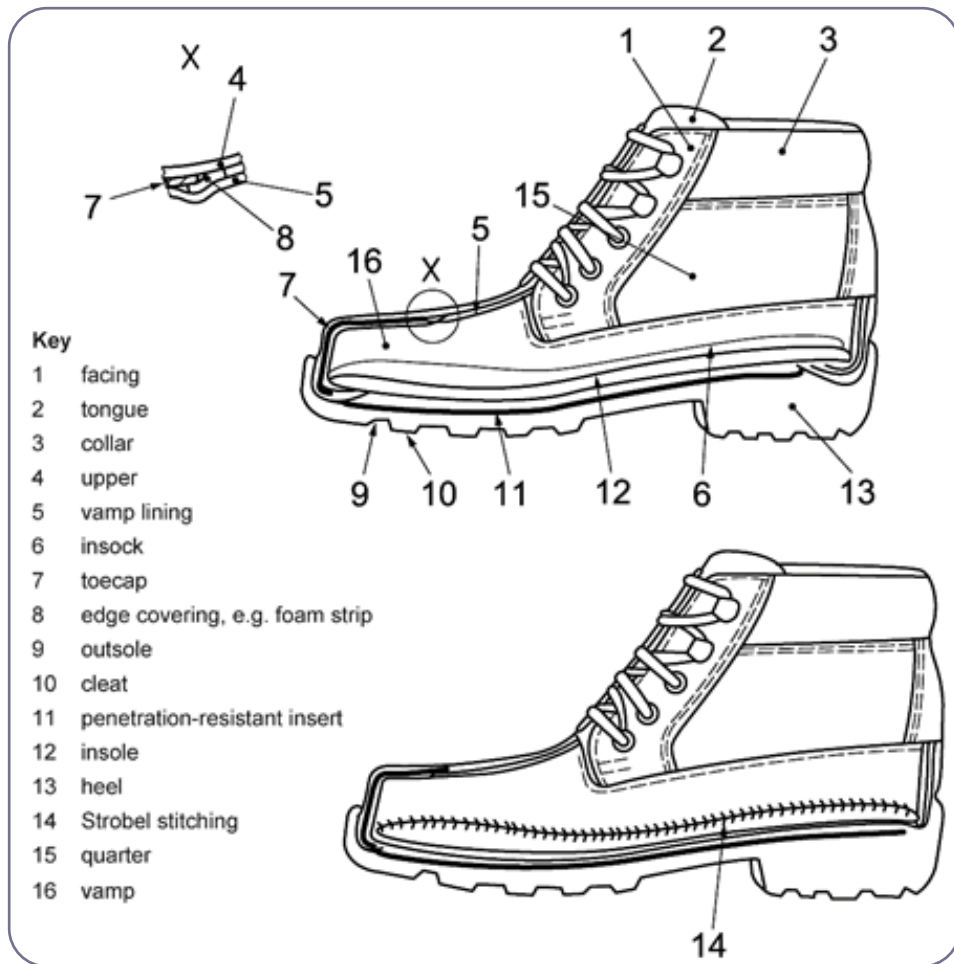
■ ۴-۳-۴ حفاظت دست و پا

در فصل مخاطرات بیان شد که سوختگی از مخاطرات اصلی محیط کار ریخته‌گری است. در بیشتر کارگاه‌هایی که با مذاب و اجسام داغ سروکار دارند، استفاده از دستکش مقاوم به گرما الزامی است. همچنین در کارگاه‌هایی که با قراضه، قطعات فلزی و ابزار سروکار دارند استفاده از دستکش سنگین کار^۱ نیاز است. لذا در بیشتر مکان‌های کار ریخته‌گری، دستکش مناسب یک PPE دائمی به حساب می‌آید. دستکش مناسب کار، مانع حرکت انگشتان نمی‌شود، عایق گرما و رطوبت و در برابر ابزار برنده و تیز مقاوم است. دستکش مخصوص کار با مذاب، بلند است و از مواد دیرسوز مانند کولار یا چرم سنگین ساخته می‌شود. استاندارد AS/NZS 2161.1 مواردی را برای انتخاب، کاربرد و نگهداری دستکش مناسب کار بیان می‌کند.

کفش ایمنی مقاوم به ضربه، دیرسوز و دارای استحکام کافی برای نیروی فشاری ۱۱۰۰ kg است. کورهبان و افرادی که در نزدیکی ذوب کار می‌کنند برای محافظت دست و پا از ساق‌بند و پایپچ نسوز مخصوص با پوشش عایق و بازتابنده گرما استفاده می‌کنند. در نزدیکی کوره و مذاب، چکمه‌ی نسوز برای محافظت از پا

۱- Heavy-duty

در برابر پاشش و مذاب لازم خواهد بود. همچنین کفش ایمنی در برابر کوفتگی، له شدگی، سقوط اجسام و قطعات، پیچ خوردگی، لغزش روی سطوح لغزنده و برق گرفتگی از فرد محافظت می کند. استاندارد بین المللی BS EN ISO 20345: 2011 انواع پاپوش و کفش ایمنی و ویژگی های کفش ایمنی^۱ مناسب را بیان می کند.



شکل ۱۱-۴. اجزای کفش ایمنی طبق استاندارد BS EN ISO 20345:2011 [۱۵]. لازم است کفش ایمنی ریخته گری معیارهای مربوط به کار ریخته گری در استاندارد BS EN ISO 20345:2011 را نیز دارا باشد.

۵-۳-۴ حفاظت بدن و بازوها

لباس کار در کارگاه ریخته‌گری به دلیل مخاطرات پاشش مواد ذوب و گرما و تابش از حساسیت بیشتری برخوردار است. لازم است لباس کار کوره‌بان:

- ▶ روکش نسوز و بازتابنده تابش گرما (آلومینیم) داشته باشد.
- ▶ از الیاف نسوز یا دیرسوز بافته شود.
- ▶ در ناحیه شانه و یقه و سینه، محافظت مضاعف داشته باشد.
- ▶ بدون چین خوردگی، جیب، یا لبه باشد (خطر گیرکردن به اطراف)
- ▶ قابلیت درآوردن سریع داشته باشد.
- ▶ لباس زیر و جوراب از جنس نایلون نباشد.
- ▶ اگر ریسک شوک‌های گرمایی بالا باشد، لباس خنک‌کننده با آب نیاز است.

■ ۶-۳-۴ حفاظت گوش و شنوایی

در شرایطی که به‌طور معمول شدت صدا بیش از ۸۵ dB است حفاظت از گوش و شنوایی لازم می‌شود. این شرایط در کارگاه‌های ریخته‌گری که با کوره قوس کار می‌کنند و یا در کارگاه‌های تمیزکاری زیاد گزارش شده است. در جاهایی که منبع تولید صدا گریزناپذیر باشد و اقدامات دیگر مانند حفاظ‌های صوتی دور دستگاه جوابگو نشود، استفاده از گوش گیر اسفنجی یا گوشی ایمنی لازم است. حدود مجاز صدا در محیط برای کارکرد روزمره ۸۵ dB پیشنهاد شده است. در مقادیر بالاتر از این اقدامات کنترل محیطی لازم و پس از آن در صورتی که اقدامات قبلی جوابگو نباشد، حفاظت فردی لازم است.

■ ۷-۳-۴ حفاظت فردی فراتر از تجهیزات

موضوع حفاظت فردی اغلب در وسایل حفاظت فردی PPE خلاصه می‌شود. در حالی که PPE به‌طور کامل حفاظت فرد را تضمین نمی‌کند. برای مثال حفاظت از مفاصل‌ها و ستون فقرات نیاز به توجه فرد به سبک و ارگونومی کار دارد. در این مورد تجهیزات حفاظت فردی به‌تنهایی کمکی نمی‌کند. مجموعه دانش، مهارت، سبک کار و ارگونومی نیز در کنار وسایل حفاظت فردی لازم است. به‌ویژه در هنگام جابجایی بار و کارهای دستی، مهارت، حفظ تعادل بدن و رعایت آموزه‌های ارگونومی بسیار اهمیت دارد. توجه به وزن و شکل بار، مرکز ثقل بار، چگونگی حرکت بدن در هنگام برداشتن و گذاشتن، استفاده از تسمه و قلاب و کنترل بار در هنگام حرکت بسیار اهمیت دارد. به‌ویژه در کارگاه‌های قالب‌گیری دستی، قالب‌های ریخته‌گری معمولاً سنگین‌تر از آن هستند که به نظر می‌رسند. برای جابجایی قالب‌های بزرگ لازم است، از جرتقلیل استفاده شود یا نیروی چند نفر کارگر به کار گرفته شود.

فصل پنجم

حادثه و شرایط اضطراری

حادثه و شرایط اضطراری

احتمال حادثه همواره هست. اما، مدیریت ایمنی و سلامت تنها به پیشگیری از حادثه محدود نمی‌شود. پیش‌آمد پرخطر در محیط کار محتمل است و با هر شرایط و به هر دلیل امکان دارد اتفاق بیفتد؛ اما یک پیش‌آمد، در لحظه‌های نخست با آسیب مهلک و تلفات شروع نمی‌شود. برای مثال انفجار، آتش‌سوزی، جاری شدن و پاشش مذاب، سقوط وسایل، گرم‌زدگی، سوختگی و مشابه آن، ممکن است با آسیب ماندگار و تلفات جانی شروع نشود؛ اما باگذشت زمان کوتاهی، احتمال دارد رویداد تبدیل به حادثه شده و با ایجاد زنجیره‌ای از رویدادهای پشت سرهم، خسارت، آسیب‌های جدی، جراحت‌های ماندگار و تلفات برجای بگذارد. گزارش‌های پراکنده پرشماری از حادثه‌های ریخته‌گری منتشر شده است. به‌جز داده‌های حوادث که توسط اداره کار ایالات متحده آمریکا منتشر می‌شود، و به‌جز گزارش‌های پراکنده از دور دنیا، آمار جامع و دقیقی از حوادث کار ریخته‌گری در کشورهای دیگر و در ایران یافته نمی‌شود. پژوهشی در کارخانه‌های ریخته‌گری مکزیک در سال ۱۹۷۷م. (۱۳۵۵هـ. ش.) نشان داد که در آن زمان، سالانه از هر ۱۰۰ نفر کارگر ۲۹ نفر دچار حادثه می‌شده‌اند، که در بین آنها، ۲۰ مورد ناتوانی دائمی و ۱ مورد فوت بوده است. در آن زمان، این آمار رتبه دوم را پس از حوادث کار معدن داشته است. هنوز پژوهش‌های پراکنده روی آمار حادثه‌ها و جراحت‌های ریخته‌گری انجام می‌شود. اگرچه به‌نظر می‌رسد در این دوره زمانی، رتبه اول حوادث کار مربوط به ساختمان و معدن باشد، اما پژوهش‌ها و داده‌های آماری اداره کار ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که آمار حادثه و جراحت در صنایع مربوط به ریخته‌گری هنوز بیشتر از صنایع دیگر است.

در شرایط اضطراری وقوع یک رویداد، بسیار حیاتی است که محیط کار و افراد برای اقدام‌های فوری ایمنی، آمادگی لازم را داشته باشند. سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار، می‌بایست در فهرست اقدامات

پیش‌گیرانه و کنترلی خود، به اقدام‌های فوری برای شرایط اضطراری وقوع رویداد و پس‌از آن بپردازد. لازم است از شکل‌گیری رویدادهای زنجیره‌ای پیش‌گیری شود. همچنین بسیار مهم است که کارگران برای چنین شرایط اضطراری آموزش‌دیده و مانورهای تمرینی داشته باشند.

فصل حاضر در بخش اول گزارشی کوتاه بر چند حادثه در کارگاه‌های ریخته‌گری دارد تا درک بهتری از شرایط مشابه در رویدادهای محیط کار ایجاد کند. در بخش‌های پس‌از آن، اقدامات مؤثر برای شرایط اضطراری به‌طور خلاصه نام‌برده و معرفی شده است.

● ۱-۵-۱ مروری بر حوادث کار ریخته‌گری

این بخش منتخبی از گزارش‌های مستند از چند حادثه در کارخانه‌های ریخته‌گری را به‌طور مختصر ارائه می‌کند. موارد منتخب مربوط به انفجار مذاب، آتش‌سوزی در کارگاه قراضه و واژگونی پاتیل مذاب هنگام بارریزی است.

■ ۱-۱-۵ انفجار مذاب

برای آشنایی با انفجار مذاب، گزارشی ویدیویی از دلیلی میل در دسامبر ۲۰۱۹م در یک کارخانه آلومینیم‌ریزی مرور می‌شود. شکل ۱-۵ گزارش تصویری از لحظه انفجار بخار در یک کوره ذوب آلومینیم، که دوربین کارگاه ثبت کرده است، را در چهار قاب نشان می‌دهد. در قاب اول، دو کارگر راننده، سوار بر لیفتراک، در حال باردهی بسته قراضه پرس شده آلومینیم به دو کوره شعله‌ای هستند. در اطراف کارگاه بسته‌های قراضه پرسی و کلاف‌های برگشتی ورق آلومینیم چیده شده است. گزارش، اطلاعاتی از اسم و آدرس و محصول کارخانه ندارد. با این حال احتمال می‌رود که تصاویر از یک کارخانه تولید ورق آلومینیم در بریتانیا ثبت شده باشد، که دو کوره با ظرفیت حدود ۲ تن، دو ماشین ریخته‌گری دم‌سرد DC تختال و یک خط نورد ورق دارد با ظرفیت تولید سالانه در حدود ۱۰۰۰ ton دارد. قاب دوم شکل ۱-۵ چند ثانیه بعد از قاب اول، لحظه انفجار مهیب کوره سمت راست را نشان می‌دهد. مقدار زیادی مواد مذاب از دهانه کوره به بیرون پرتاب می‌شود. یک تخته پالت چوبی در پایین قاب دوم در میان قراضه‌ها دیده می‌شود که در لحظه انفجار هنوز سالم است. قاب سوم حجم پاشش و دامنه پرتاب مذاب را نشان می‌دهد. از آنجاکه مذاب آلومینیم نسبتاً سبک است، مذاب تا انتهای محوطه کارگاه پاشیده شده است. پالت چوبی در پایین قاب سوم آتش گرفته و لیفتراک در بین گدازه‌ها مانده است. خوشبختانه شیشه جلو لیفتراک سپر شده و در مقابل حجم زیادی از پاشش مذاب قرار گرفته و از مرگ آنی راننده جلوگیری کرده است. در قاب چهارم راننده لیفتراک، که احتمالاً در شوک است، موفق می‌شود که لیفتراک را با چند حرکت از محل گدازه‌ها دور کند و از آن خارج شود. این در حالی است که چرخ‌ها و موتور لیفتراک در آتش می‌سوزد. در این حادثه خوشبختانه راننده لیفتراک جان سالم به در برده است. در گزارش آمده که علت انفجار، وجود رطوبت در قراضه پرس شده بوده است. حدس بر این است که یک قوطی آلومینیمی نوشابه، که مقداری مایعات نوشیدنی یا آب باران در آن باقی مانده، منجر به چنین حادثه‌ای شده باشد.



شکل ۱-۵. انفجار بخار در کوره ذوب آلومینیم، گزارش دلی میل، دسامبر ۲۰۱۹ در چهار قاب.

دیگر حوادث انفجار مذاب، مشابه نمونه بالا، زیاد گزارش شده‌اند؛ با این تفاوت که متأسفانه در بسیاری از آن‌ها افراد و کارگران جراحت دیده‌اند، دچار آسیب‌های جدی و ماندگار شده‌اند و یا حتی جان خود را از دست

داده‌اند. در گزارشی از ای بی نیوز^۱ به تاریخ ژوئن ۱۹۹۵م. آمده است که در شهر ورشو در کارخانه چدن‌ریزی دالتون، کوره ذوب، همانند یک «سلاح شات‌گان»، مقدار زیادی مذاب را به سمت ۱۹ نفر کارگر «شلیک» کرده است. لباس‌ها و پوست کارگران سوخته، وضعیت ۳ نفر از آنها وخیم بوده، که یک نفر از آنها، ناحیه زانو به پایین را از دست داده است. پیراهن و شلوار جین کارگران شبیه به کاغذ سوخته درآمده و از لباس یکی از آنها به جز بقیه چیزی باقی نمانده است. در مورد علت حادثه این‌طور گفته شده که در ابتدا به خاطر ورود رطوبت به کوره، مقدار مختصری پاشش مذاب اتفاق افتاده است. اما اندکی مذاب پرتاب شده، به یک لوله پلیمری آب در آن نزدیکی رسیده است. پاشش اندک مذاب باعث پارگی خط لوله آب شده و منجر به فوران آب شده است. سپس مقدار بیشتری آب به داخل کوره رفته است. در آن هنگام، انفجار به صورت شلیک‌های پی‌درپی مذاب به همه اطراف روی داده است.

■ ۲-۱-۵ آتش‌سوزی در کارگاه قراضه

در خبرها گزارش‌های پرشماری از آتش‌سوزی در کارگاه‌های قراضه وجود دارد. شکل ۵-۲، شکل ۳-۵ و شکل ۴-۵ گزارش‌هایی از آتش‌سوزی در کارگاه‌های قراضه را نشان می‌دهد. در ضایعات فلزی کارگاه‌های قراضه، وجود پلاستیک، روغن، سوخت و باتری، ریسک آتش‌سوزی و انفجار را بالا می‌برد. همچنین برخی فلزات مانند منیزیم در قطعات ماشین‌ها، یا غبار ضایعات، می‌توانند در حضور رطوبت، نور آفتاب یا جرقه‌های ایجادشده در هنگام جابجایی شعله‌ور شوند.



شکل ۵-۲. آتش‌سوزی کارگاه قراضه سکرز Sackers Recycling در بلکنهام UK سپتامبر ۲۰۱۷م. گزارش BBC News. که در آن شعله‌های آتش به ۹ متر می‌رسیده است. طبق گزارش، دلیل حادثه وجود باتری در ضایعات بوده است. در ضایعات فلزی، وجود پلاستیک، روغن، سوخت و باتری باعث پیشرفت آتش می‌شود. البته در گزارش آمده است که به‌طور خاص وجود فلز منیزیم در قطعات ماشین‌ها، ریسک آتش‌سوزی را بالا می‌برد.

۱- <https://apnews.com/article/۱۲۷f۲۵۳۷e۷bb۱۴۸۲۱bd۱۷۰cb۸bef۵۳fa>



شکل ۳-۵. آتش‌سوزی در کارخانه بازیافت فلزات شمالی، در شهر بکر ایالت می‌نسسوتا، USA فوریه ۲۰۲۰م گزارش MPRNews. مهار شعله‌های آتش درون دیپوی قراضه توسط آتش‌نشانان با مشکل مواجه می‌شود و آتش‌سوزی چندین روز ادامه پیدا می‌کند، به‌طوری‌که دود غلیظ برای ساکنان منطقه ایجاد مشکل می‌کند.



ادامه تصویر ۳-۵. آتش‌نشانان برای خاموش کردن آتش ناچار به برداشتن تکتک قطعات قراضه برای رسیدن به شعله‌های زیرین می‌شوند.



شکل ۴-۵. مهار آتش در کارگاه قراضه کانزاس سیتی USA، ژوئن ۲۰۱۹م. گزارش Kansas City Star.

■ ۳-۱-۵ حادثه در بارریزی پاتیل

هنگام بارریزی ریسک حوادث بالا است. شکل ۵-۵ چهار قاب تصویر از یک گزارش ویدیویی را در یک کارخانه، که احتمالاً شمش ریزی آلومینیم است، نشان می‌دهد. در این گزارش، ظاهراً یک کارگر در حال تخلیه مذاب آلومینیم از پاتیل به درون کوره شعله‌ای است. به‌طور تقریبی پاتیل دارای ۵ تن آلومینیم مذاب است و با جرتقیل سقفی جابجا شده و نگاه‌داشته شده است. آن‌طور که از ویدیویی گزارش مشاهده شده، سایه یک جرتقیل سقفی دوم دیده می‌شود (خود جرتقیل در شکل نیست)، که بدون توجه به عملیات بارریزی و پاتیل، حرکت کرده و از بالا به جرتقیل پاتیل برخورد می‌کند. این برخورد باعث انحراف پاتیل می‌گردد. کارگر متوجه ضربه و تکان شدید پاتیل می‌شود و خود را از پاتیل دور می‌کند (شکل ۵-۵ قاب دوم، کارگر با فلش مشخص شده است) تا از آسیب جدی به خود جلوگیری کند. این یک اقدام اضطراری مناسب برای این شرایط است. اما گزارش ویدیویی نشان می‌دهد که کارگر سراسیمه شده و ریسک سقوط وی از سکو بالا بوده است. مذاب به کف کارگاه می‌ریزد و باعث آتش‌سوزی و انفجار می‌شود. کارگر که از پاتیل دور شده است، ناگهان تصمیم می‌گیرد که به روی سکو بازگردد و از تخلیه بیشتر ذوب جلوگیری کند. اما او موفق نمی‌شود تخلیه ذوب از پاتیل را متوقف کند. این اقدام خارج از دستورالعمل ایمنی است و ممکن بوده که باعث آسیب جدی یا مرگ وی شود. برادر لنگر ضربه اول، پاتیل می‌چرخد و چون مکانیزم توقف بارریزی ندارد، بیشتر مذاب به اطراف ریخته می‌شود. در این گزارش ویدیویی کارگر تا پایان گزارش ویدیویی از محل

حادثه دور نشده است. او تجهیزات حفاظت فردی کامل و ویژه کار با مذاب ندارد، در حالی که ریسک انفجار و پاشش مذاب به روی سمت او بسیار بالا بوده است. به نظر می‌رسد که کارگر به اندازه کافی برای چنین شرایطی آموزش و آمادگی نداشته است. ظاهراً کارگر آسیب یا جراحت جدی ندیده است، اما گزارش کامل یا اطلاعات بیشتری لازم است تا میزان تلفات و خسارت این حادثه شناخته شود.

در این حادثه به نظر می‌رسد که برخورد جرتقیل دوم به جرتقیل حمل پاتیل باعث بروز حادثه شده باشد. احتمال دارد که اپراتور جرتقیل دوم از وجود پاتیل و عملیات بارریزی خبر نداشته باشد. اگرچه در ویدیوی گزارش، چراغ خطر تخلیه ذوب از دید دوربین دیده می‌شود، اما اپراتور جرتقیل متوجه آن نشده است. همچنین احتمال دارد که در سیستم کنترل یا ترمز جرتقیل مشکلی بوده باشد. گذشته از آن، ظاهراً دو جرتقیل برای جلوگیری از برخورد به همدیگر ایمن‌سازی نشده بودند. علاوه بر آن پاتیل بزرگ جابجایی مذاب، مکانیزم توقف تخلیه خودکار نداشته و چنانکه در شکل دیده می‌شود تا پایان حادثه در وضعیت تخلیه باقی مانده است. اگر هر یک از این مخاطرات شناسایی و کنترل شده بود، شاید این حادثه اتفاق نمی‌افتاد یا گسترش نمی‌یافت و باعث آسیب کمتری می‌شد.



شکل ۵-۵. قاب اول: کارگر در حال بارریزی آلومینیم مذاب با پاتیل آویزان با جرقه‌تیل است. قاب ۲: جرقه‌تیل سقفی دوم از بالا به جرقه‌تیل پاتیل برخورد می‌کند و باعث انحراف پاتیل می‌شود. کارگر خود را از پاتیل دور می‌کند (فلش). قاب ۳: مذاب به کف کارگاه می‌ریزد و کارگر موفق نمی‌شود تخلیه را متوقف کند. قاب ۴: براثر ضربه اول، پاتیل می‌چرخد و چون مکانیزم توقف بارریزی ندارد، بیشتر مذاب به اطراف ریخته می‌شود. ویدیوی کامل در [reddit.com](https://www.reddit.com)

■ ۴-۱-۵ انفجار کوره القایی

در تاریخ ۲۴ آذرماه ۱۳۹۹ یک گزارش خبری - تصویری از انفجار کوره و آتش‌سوزی در یک کارگاه ریخته‌گری در شهرک صنعتی سلفچگان منتشر شد. شکل ۶-۵ تصویری از ستون دود و غبار برخاسته از کارگاه را لحظاتی پس از انفجار نشان می‌دهد. گزارش خبری روز حادثه بیان می‌کند که حادثه در همان هنگام با فوت ۲ نفر و جراحت ۷ نفر همراه بوده است. در گزارش خبری به میزان خسارت وارده اشاره‌ای نشده است.



شکل ۶-۵. انفجار کوره ذوب و آتش‌سوزی در شهرک صنعتی سلفچگان، آذر ۱۳۹۹، این حادثه همراه منجر به فوت دست کم ۲ نفر و جراحت ۷ نفر گردید. گزارش خبری دیده‌بان ایران.

تحقیقات از محل حادثه و بررسی‌های کارشناسان ایمنی علت حادثه را پل‌زدن کوره القایی ۲۰ تنی ذوب فولاد در کارگاه ریخته‌گری بیان نموده است. در گزارش کارشناسی آمده است که کوره با مقدار زیادی آهن اسفنجی شارژ شده بود. آهن اسفنجی (DRI) به نسبت قراضه فولاد ارزان‌تر است، اما کف‌باره و سرباره بیشتری تولید می‌کند. همچنین به دلیل چگالی کم و تخلخل زیاد، روی ذوب شناور می‌شود و احتمال پل‌زدن (تشکیل پوسته جامد) و حبس گاز زیر پوسته را افزایش می‌دهد. به دلیل رعایت نشدن الزامات ایمنی و فنی در ذوب کوره، به نظر می‌رسد این احتمال به وقوع پیوسته و کوره را در شرایط اضطراری قرار داده است.

استانداردها و دستورالعمل‌های ایمنی، در شرایط اضطراری پل‌زدن کوره، معمولاً دستور به تخلیه کارگاه و خاموش کردن کوره می‌دهند. با این وجود، در این حادثه، ظاهراً آگاهی و آموزش کافی برای این شرایط اضطراری وجود نداشته است و هیچ نشانی از اعلام شرایط اضطراری پس از مشاهده پل‌زدن کوره گزارش نشده است. برخلاف آن، گزارش بیان می‌کند که عوامل تولید، پس از پل‌زدن کوره به عملیات تولید همانند

شرایط معمول ادامه داده‌اند. علاوه بر آن، گزارش بیان می‌کند که جرثقیل‌های کارگاه، استاندارد ایمنی کافی برای کار در کارگاه ریخته‌گری را نداشته‌اند.

با ادامه کار کوره، عدم توجه به شرایط اضطراری و بسته شده سطح مذاب در کوره، فشار درون بوته به تدریج افزایش یافته است. فشار داخل کوره آنقدر بالا رفته که منجر به نفوذ مذاب به دیواره‌ی نسوز، تخریب نسوز و تخریب کویل شده است. کویل مسی دور کوره به شکل لوله توخالی است و با جریان آب درون لوله خنک کاری می‌شود. تخریب نسوز و کویل و تماس مذاب با کویل باعث پاشش مقداری قابل توجهی آب به درون کوره می‌شود. از این رو، با تماس آب با فولاد مذاب، انفجار مهیب رخ داده و مواد مذاب کوره را هم از بالا و هم از پایین به بیرون پرتاب کرده است. پرتاب مواد مذاب از بالای کوره منجر به مرگ دو نفر در کابین جرثقیل بالای کوره شده است. شکل ۷-۵ نمایی از کویل و دیواره تخریب شده همان کوره القایی را پس از حادثه انفجار نشان می‌دهد. تخریب و ذوب شدن چندین ردیف کویل در ته کوره در شکل مشاهده می‌شود.



شکل ۷-۵، نمایی از کویل و دیواره تخریب شده کوره القایی ۲۰ تن ذوب فولاد در حادثه انفجار کوره سلفجگان. پس از بررسی‌های کارشناس ایمنی مشخص شد که علت حادثه پل زدن کوره القایی ذوب بوده است. کوره با آهن اسفنجی شارژ شده و عدم رعایت الزامات ایمنی ذوب باعث بسته شده سطح مذاب شده است. فشار درون بوته آنقدر بالا رفته که منجر به تخریب نسوز و کویل و ورود جریان آب به کوره گردیده است. با تماس آب کویل با فولاد مذاب، انفجار مهیب رخ داده و مواد مذاب کوره را هم از بالا و هم از پایین به بیرون پرتاب کرده است. این حادثه منجر به مرگ دو نفر در کابین جرثقیل بالای کوره شد. پدیده پل زدن کوره در بخش مخاطرات کوره شرح داده شده است.

۲-۵ اقدام برای شرایط اضطراری

همیشه این امکان وجود دارد که در هنگام وقوع یک رویداد^۱، با آمادگی و پاسخ مناسب، آسیب‌های ایمنی و سلامت به حداقل برسد و رویداد تبدیل به یک حادثه^۲، به شکل فاجعه با آسیب و تلفات زیاد، نشود. استاندارد بین‌المللی سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار بیان می‌کند که یکی از الزامات برقراری ایمنی و سلامت در محیط کار، ایجاد آمادگی و پاسخ مناسب به رویدادهای محیط کار است. اقدامات لازم می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- ▶ مستندسازی و نگهداری اطلاعات رویدادها و حوادث
- ▶ شناسایی شرایط اضطراری و برنامه‌ریزی اقدام‌های اضطراری (پاسخ) برای آنها
- ▶ برقراری، برنامه‌ریزی و آموزش کمک‌های اولیه
- ▶ آرایه آموزش لازم برای اقدام‌های اضطراری (پاسخ‌ها)
- ▶ آزمایش دوره‌ای میزان آمادگی افراد برای انجام اقدام‌های اضطراری
- ▶ ارزیابی کارایی و تأثیر اقدام‌های اضطراری پس از شرایط آزمایشی و پس از شرایط واقعی
- ▶ برقراری ارتباطات و اطلاعات لازم به همه افراد و مشخص کردن مسوولیت‌ها و وظایف آنها در شرایط اضطراری
- ▶ شناسایی نیازها برای شرایط اضطراری، در نظر گرفتن پیمانکاران مناسب برای رفع نیازها، حصول اطمینان از پیاده‌سازی خدمات پیمانکاران
- ▶ استاندارد مدیریت ایمنی و سلامت کار توصیه می‌کند که در زمان شناسایی هر مخاطره لازم است به شرایط اضطراری نیز توجه شود:
- ▶ برای هر مخاطره شناسایی شده در هر عملیات، شرایط معمول (روتین^۳)، و شرایط غیرمعمول (غیرروتین^۴) ناشی از آن مخاطره شناسایی شود.
- ▶ رویدادها و حوادث گذشته، چه در درون کارخانه، چه در بیرون در کارخانه‌های مشابه، مستندسازی و بررسی شوند.
- ▶ شرایط اضطراری شناسایی گردند و در شناسایی شرایط اضطراری تمام تجربیات گذشته و تمام احتمالات و عوامل داخلی یا خارجی در نظر گرفته شوند.
- ▶ افراد که در شرایط اضطراری به عملیات دسترسی دارند، یا تحت تأثیر آن شرایط قرار می‌گیرند، شناسایی شوند.
- ▶ برای شناسایی شرایط اضطراری، لازم است تمام احتمالات و عوامل داخل و خارجی در نظر گرفته شوند. وقوع شرایط اضطراری لزوماً ناشی از یک ریسک در عملیات موردنظر نیست. برای مثال واژگونی پاتیل مذاب در یک کارگاه، می‌تواند برای کارگاه‌های مجاور نیز ایجاد شرایط اضطراری کند. لذا ممکن است شرایط اضطراری ناشی از یک عامل دیگر در نزدیکی یا همسایگی محل عملیات ایجاد شود. در هنگام

۱- Incident

۲- Accident

۳-Routin

۴- Non-routin

شناسایی شرایط اضطراری، توجه به موارد زیر لازم است (هرچند ممکن است کافی نباشد):

- ▶ کارکردهای غیرمعمول ماشین آلات و تجهیزات که منجر به شرایط اضطراری می شود.
- ▶ خطاها انسانی و رفتارهای غیرمعمول که منجر به شرایط اضطراری می شود.
- ▶ شرایط غیرمعمول کارگاه یا عملیات که در همسایگی یا در نزدیکی محل مورد نظر هستند.
- ▶ شرایط غیرمعمول که از عوامل طبیعی مانند طوفان، زلزله یا سیل ایجاد می شود.

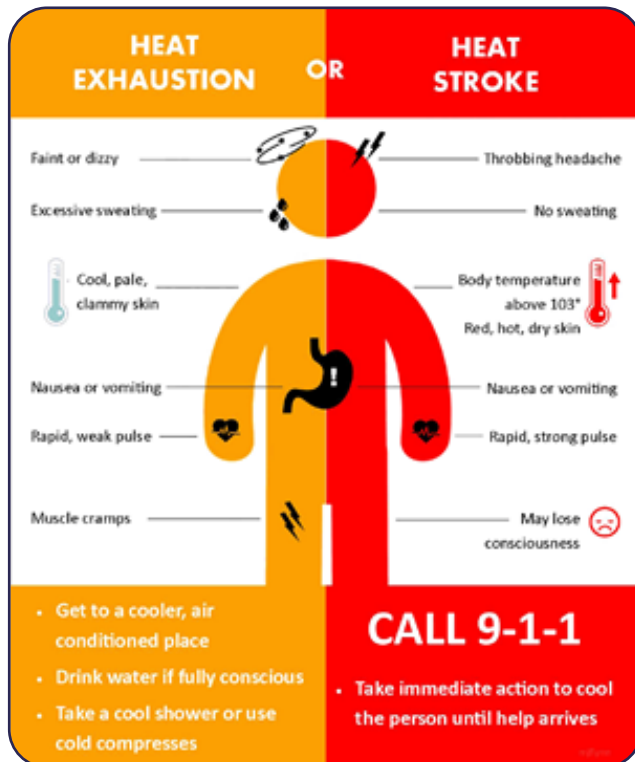
■ ۱-۲-۵ اقدام های فوری در شرایط اضطراری

برای کنترل ریسک مخاطرات در پی وقوع رویدادها، شناسایی اقدامات فوری لازم و حیاتی است. اقدام های فوری بسته به نوع رویداد متفاوت هستند. باین وجود معمولاً اولین اقدام، حرکت به سمت مکان حفاظت شده یا پناه گاه ایمنی است. بنابراین لازم است مکان های حفاظت شده و پناهگاه های ایمن شناسایی شده و با علائم لازم نشان گذاری شده باشند. نمونه هایی از شرایط اضطراری برای کارگاه های ریخته گری در جدول ۱-۵ به طور مختصر مرور می شود. برای هر مورد، اقدام های فوری برای افراد حاضر در رویداد بیان شده است. لازم به توضیح است که این موارد تنها به عنوان مثال آمده اند.

جدول ۱-۵. نمونه هایی از شرایط اضطراری و اقدامات کنترلی فوری در کارگاه ریخته گری

رویداد / شرایط اضطراری	اقدامات کنترلی	راهنما / استاندارد
انفجار و آتش سوزی	• خروج به محل ایمن یا پناه گرفتن در سکو و پناهگاه ایمن • اعلام شرایط اضطراری • اقدامات اضطراری برای کنترل مذاب، آتش سوزی و انفجار	ISO ۱۹۳۵۳
پل زدن کوره القایی	• اعلام زنگ اضطراری برای تخلیه افراد از کارگاه • خاموش کردن بی درنگ کوره برای کاهش فشار داخل بوته • کج کردن کوره برای ذوب شدن لایه سطحی	
واژگونی پاتیل مذاب	• اعلام زنگ اضطراری برای تخلیه افراد از کارگاه • کلید اضطراری توقف بارریزی	
پرتاب و ریزش مذاب	• حرکت به سمت سکو و پناهگاه ایمن • اقدامات اضطراری برای کنترل مذاب، آتش سوزی و انفجار • کمک های اولیه به افراد آسیب دیده	
شوک های گرمایی در افراد	• خروج فرد از محیط کار • عملیات درمان افراد گرمزده • کمک های اولیه برای گرمزدگی	
سوختگی	• کمک های اولیه برای سوختگی	

نمونه‌ای از دستورالعمل اقدام فوری برای شرایط اضطراری ناشی از فشار گرما بر فرد در شکل ۵-۸ نشان داده شده است. این دستورالعمل شرایط اضطراری را در دو وضعیت نارنجی و قرمز شناسایی می‌کند و برای هریک اقدام فوری را معرفی می‌کند.



شکل ۵-۸. فشار و آسیب‌های گرمایی که ممکن است به‌صورت عوارضی از گرم‌زدگی (چپ) یا شوک گرمایی (راست) ظاهر شود.^۱

۵-۳ مستندسازی رویدادها و حوادث

پس از وقوع هر رویداد یا حادثه، لازم است داده‌ها، اطلاعات، تصاویر و ویدیوهای مربوطه ثبت گردد. همچنین لازم است گزارشی از آسیب‌های ایمنی و سلامت ناشی از رویداد و حادثه برای افرادی که در معرض آن بوده‌اند، تهیه شود. جدول ۵-۲ نمونه‌ای از گزارش‌ها و جدول مستندسازی حوادث OSHA را نشان می‌دهد.

۱- <https://www.ehs.iastate.edu/services/occupational/heat-stress>

Accident: 14513006 - Crushed In Molding Machine

Accident: 14513006 -- Report ID: 0521100 -- Event Date: 06/26/1985

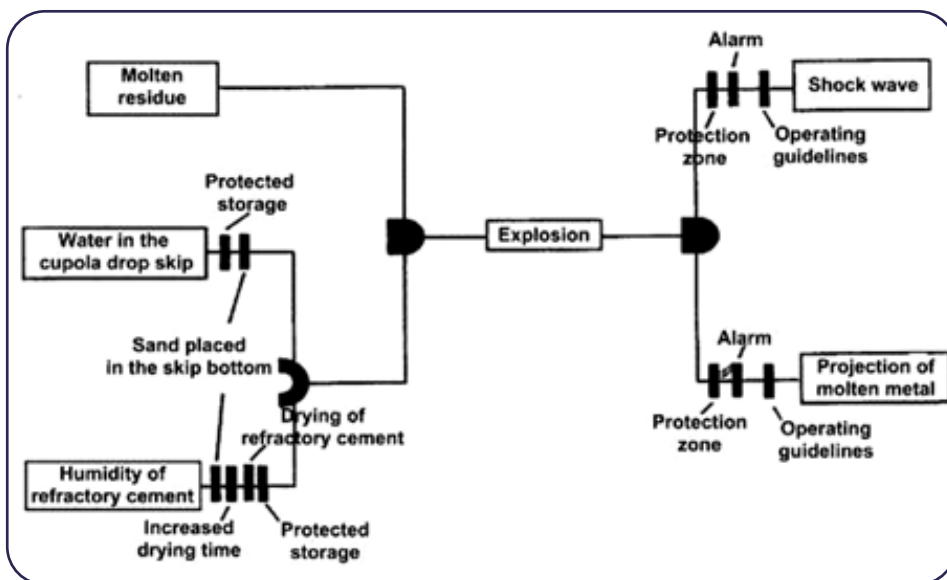
Inspection	Open Date	SIC	Establishment Name
2424695	06/29/1985	3321	Waupaca Foundry Inc

AN AUTOMATIC MOLDING MACHINE OPERATOR WAS CRUSHED IN THE POINT OF OPERATION WHILE PUTTING A CORE IN THE MOLD. THE LIGHT CURTAIN GUARDING DEVICE WAS TURNED OFF. THE OPERATOR DID NOT TURN OFF THE AUTOMATIC CONTROL BEFORE REACHING INTO THE POINT OF OPERATION TO INSERT 2 CORES. THE MOLD ADVANCE PUSHED THE OPERATOR FROM BEHIND INTO A FIXED PLATE EDGE THAT OPENED HIS CHEST AND BROKE HIS NECK. THE SITE WAS A GRAY IRON FOUNDRY SAND MOLD FORMING OPERATION. CONTRIBUTING FACTORS WERE: 1. THE LIGHT CURTAIN WAS TURNED OFF. 2. THE PRESSURE TAPE STOPS ON THE MOVING PARTS WERE INEFFECTIVE. 3. THE CONTROLS WERE NOT LABELED. 4. THERE WERE NO WRITTEN OPERATING PROCEDURES.

Keywords: chest, guard, molding machine, crushed, point of operation, neck, foundry, machine-misc

Employee #	Inspection	Age	Sex	Degree	Nature	Occupation
1	2424695			Fatality	Fracture	Molding and casting machine operators

جدول ۵-۲. نمونه‌ای از گزارش و جدول مستندسازی حوادث از وب سایت OSHA.



شکل ۵-۹. نمونه‌ای از نمودار رویداد که در پی گزارشی از یک انفجار کوره کوپل در یک کارخانه ریخته‌گری تهیه شده است. در این نمودار موانع ایمنی برای پیش‌گیری و کنترل ریسک مشخص شده است.

فصل ششم

مدیریت ایمنی و
سلامت کار

مدیریت ایمنی و سلامت کار

کیفیت محصول و توسعه پایدار واحد صنعتی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از سلامت و ایمنی محیط کار اثر می‌گیرد. از طرف دیگر، تعداد کارخانه‌های ریخته‌گری پر شمار است و افراد بسیار زیادی از کارگران و کارمندان صنعتی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با کارخانه ریخته‌گری سروکار دارند. اما چالش ایمنی و سلامت، تنها به شناسایی چندی از مخاطرات، نصب چند تابلوی هشدار و تصویب چند دستورالعمل محدود نمی‌شود. موضوع ایمنی و سلامت محیط کار و زیست‌بوم، نیاز به یک سامانه مدیریتی فراگیر دارد، تا در راه توسعه پایدار قرار گیرد. اما این پرسش مطرح است که سامانه مدیریت ایمنی و سلامت چیست؟ چه بخش‌هایی دارد؟ و روش کار آن چگونه می‌تواند باشد؟ در فصل حاضر تلاش شده است که تعریف و تصویری از یک سامانه مدیریت ایمنی و سلامت ارائه گردد که نه تنها ریسک‌های ایمنی و سلامت را کاهش می‌دهد بلکه در توسعه پایدار کسب‌وکار نقش خواهد داشت. بخش‌ها، کارگروه‌ها و مسؤولیت‌های این سامانه معرفی شده است. همچنین روش کار، مراحل کار و چالش‌هایی که مدیریت ایمنی و سلامت با آن مواجه است مرور خواهد شد.

● ۱-۶ چه کسانی مسؤولیت دارند؟

شاید افراد بر این باور باشند که مسؤولیت ایمنی و سلامت کار بر عهده افرادی است که در محل کار حضور دارند. باین وجود، راهنماها، استانداردها و مقررات ایمنی و سلامت، رویکرد دیگری در مورد مسؤولیت‌های افراد دارد. هر فردی که به هر شکلی در ارتباط با یک کارخانه ریخته‌گری است، چه در محل کار حضور داشته باشد و چه در محلی دیگر با آن سروکار داشته باشد، پیش از هر چیز نیاز دارد که

مسئولیت خود را در مورد ایمنی و سلامت کار بداند. فهرست افرادی که در خصوص ایمنی و سلامت کار در ریخته‌گری مسئولیت دارند در جدول ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۶. مسئولیت افراد برای ایمنی و سلامت در ریخته‌گری

چه کسی؟	مسئولیت‌ها	توضیح/مقررات
بنیان‌گذاران یا گردانندگان کسب‌وکار ریخته‌گری	- تضمین کنند که، تا حد امکان، کارگران و دیگر افراد در معرض ریسک‌های سلامت و ایمنی ناشی از آن کسب‌وکار قرار نمی‌گیرند. - ریسک‌های سلامت و ایمنی را تا حد امکان حذف، و در صورتی که حذف آنها امکان‌پذیر نباشد، کمینه کنند.	ماده ۱ [۲] IR-MCLS WHS Act s۱۹ WHS Regulation r۳۵
طراحان، مهندسان، واردکنندگان، تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و پیمانکاران کارخانه و مواد	- تضمین کنند که، تا حد امکان، کارخانه یا موادی که طراحی، تولید، وارد یا تأمین کرده‌اند، بدون ریسک سلامت و ایمنی است و آزمایش‌ها و آنالیزهای لازم و کافی برای آن انجام‌شده و اطلاعات کامل ارایه شده است.	WHS Act s ۲۲-۲۶
مدیران ارشد محیط کار	- تمام کوشش را به کار ببندند و گام‌های لازم را بردارند تا تضمین شود که محیط کار، تمام منابع و ویژگی‌های لازم برای حذف یا کمینه کردن ریسک‌های ایمنی و سلامت را دارد و به کار می‌برد.	۲۷ WHS Act s
کارمندان و کارگران	- مراقبت کافی از سلامت و ایمنی خود - مراقبت کافی برای اینکه سلامت و ایمنی دیگران را به خطر نیندازند. - همکاری با سیاست‌گذاری‌ها و رویه‌های سلامت و ایمنی کار - برآورده کردن دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی کار تا حد امکان	ماده ۲ [۲] IR-MCLS ۲۸ WHS Act s
سایر افراد در محل کار، مانند بازدیدکنندگان، بازرسان، مشتریان، مشاوران و بازرگانان.	- مراقبت کافی از سلامت و ایمنی خود - مراقبت کافی برای اینکه سلامت و ایمنی دیگران را به خطر نیندازند. - برآورده کردن دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی کار تا حد امکان	۲۹ WHS Act s

شورای عالی حفاظت فنی، چنانکه پیش‌تر بیان شد، در آیین‌نامه ایمنی صنایع ریخته‌گری، مسئولیت افراد را این‌چنین بیان می‌کند:

▲ ماده ۱- کارفرما مکلف است نسبت به شناسایی خطرات و ارزیابی شرایط محیطی کارگاه‌های ریخته‌گری اقدام نموده و اقدامات کنترلی مناسب را به‌منظور حذف مخاطرات احتمالی به عمل آورد.

▲ ماده ۲- کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری باید متناسب با نوع کار و خطرات، مطابق با آیین‌نامه آموزش ایمنی کارفرمایان، کارگران و کارآموزان مصوب شورای عالی حفاظت فنی، آموزش‌های ایمنی لازم را دیده و مدارک مربوطه در پرونده آنان ثبت و ضبط‌شده باشد.

► ماده ۲۶۹- سازندگان ماشین‌های ریژه‌ریزی باید در طراحی و ساخت تولیدات خود موارد ذکر شده در این آیین‌نامه را لحاظ نمایند.

► ماده ۲۷۰- کلیه افرادی که نسبت به بازسازی و ارتقاء ماشین‌های ریژه‌ریزی اقدام می‌نمایند ملزم به رعایت موارد ذکر شده در این آیین‌نامه هستند.

۲-۶ سامانه مدیریت سلامت و ایمنی (کارفرما)

سامانه مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار وزندگی، قانون‌ها، مقررات، اقدامات لازم و بازرسی‌ها را پیگیری می‌کند. لازم است تشکیلاتی در داخل کارخانه ایجاد شود که مستقیماً با مدیران ارشد و کارفرما در ارتباط باشد. این تشکیلات مسوولیت راه‌اندازی سامانه مدیریت سلامت و ایمنی را خواهد داشت و بر کارکرد درست آن نظارت می‌کند. در این هنگام مسوولیت شناسایی مقررات مصوب نهادهای قانون‌گذار و تبیین و پیاده‌سازی مقررات به‌صورت دستورالعمل‌های داخلی را دارد.

به‌طور کلی می‌توان گفت یک سامانه جامع مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار سه بخش مغزافزار، نرم‌افزار و سخت‌افزار دارد. بخش مغزافزار آن را کمیته حفاظت ایمنی و سلامت تشکیل می‌دهد و تصمیم‌گیری‌ها را به عهده خواهد داشت. بخش نرم‌افزار آن را شناخت و دانش نیروی انسانی، ارتباطات، مستندات، بانک اطلاعات مخاطرات، اقدام‌ها و حوادث تشکیل می‌دهد. این بخش ممکن است توسط یک نرم‌افزار مدیریت ایمنی و سلامت اداره شود. بخش سخت‌افزار مدیریت ایمنی و سلامت را درواقع خود محیط کار، ماشین‌آلات، تجهیزات و آنچه درون محیط کار است تشکیل می‌دهد.

۱-۲-۶ کمیته ایمنی و سلامت کار HSE (مغزافزار)

کمیته ایمنی و سلامت محیط کار، که به اختصار^۱ HSE یا بام^۲ خوانده می‌شود، یک کارگروه حفاظتی متشکل از مدیران رده‌بالای کارخانه/کارگاه، کارشناسان ایمنی و سلامت، مدیران واحدها، نماینده‌های کارگران واحدها و بازرسان ایمنی و سلامت است. دبیر کمیته، که می‌تواند از کارشناسان ایمنی و سلامت انتخاب شود، مسوولیت تنظیم دستور جلسات، برگزاری منظم جلسات، ابلاغ صورت‌جلسات و مقررات مصوب کمیته را دارد. کمیته مسوولیت پیگیری موارد زیر را دارد (هرچند ممکن است محدود به این موارد نباشد):

- طرح موضوع برای تصمیم‌گیری و تصویب آیین‌نامه‌های داخلی
- مستندسازی مقررات و آیین‌نامه‌های داخلی ایمنی و سلامت محیط کار
- پیگیری برای پیاده‌سازی و نظارت بر سامانه ایمنی و سلامت محیط کار
- مستندسازی مسوولیت‌ها و ابلاغ آنها به افراد

- ▶ پیگیری تهیه و گزارش مستندات شناسایی و تحلیل ریسک مخاطرات
- ▶ پیگیری تهیه و گزارش مستندات اقدامات پیش گیرانه و کنترلی
- ▶ پیگیری برای پشتیبانی اجرای اقدامات مصوب
- ▶ پیگیری و گزارش مستندات بازرسی های مصوب
- ▶ پیگیری ثبت آمار و مستندسازی حوادث در محیط کار و گزارش تحلیلی حوادث
- ▶ تصمیم گیری و تصویب برنامه برای توسعه ایمنی و سلامت محیط کار
- ▶ بازرسی کارکرد سامانه مدیریت ایمنی و سلامت و تصمیم گیری برای اصلاح آن.
- ▶ ارایه و تصویب راه حل های امکان سنجی شده برای مسایل ایمنی و سلامت محیط کار

■ ۶-۲-۲ سامانه نرم افزاری و دانش نیروی انسانی (نرم افزار)

شاید از میان مسایل و امور مربوط به موضوع ایمنی و سلامت، چالش برانگیزترین مساله مدیریت و آموزش نیروی انسانی در این خصوص باشد. برخلاف فرآیندهای صنعتی که با مواد و تجهیزات سروکار دارند و محصول آنها (کالا/خدمات) قابل پیش بینی است، فرآیندهای مدیریت نیروی انسانی با عوامل و سیستم های پیچیده انسانی درگیر هستند. تصمیم گیری و انتخاب های انسانی در شرایط مختلف قابل پیش بینی نیست و لذا موضوع ایمنی و سلامت محیط کار به آسانی نصب تابلو و ابلاغ دستورالعمل برقرار نخواهد شد. حداقل سه سطح از شناخت یعنی دانش (اطلاعات)، توانش (مهارت) و نگرش (بینش و انگیزه) لازم است تا افراد در حمایت و راه توسعه ایمنی و بهداشت محیط کار قرار بگیرند. کارفرمایان و کارکنان و واحدهای مختلف کارخانه در خصوص ایمنی و سلامت محیط کار به طور موازی با کمیته ایمنی و سلامت مسئولیت هایی دارند که شامل موارد زیر می شود (اما محدود به این موارد نیست):

- ▶ اعطای اختیارات لازم به کمیته حفاظت ایمنی و سلامت
 - ▶ پشتیبانی از آیین نامه ها و مقررات داخلی مصوب برای ایمنی و سلامت
 - ▶ تأمین تجهیزات ایمنی و وسایل حفاظت فردی
 - ▶ فراهم کردن زیرساخت و همکاری برای اجرای مصوبات کمیته ایمنی و سلامت
 - ▶ سرپرستی آموزش و تعلیم های حفاظت ایمنی و سلامت به افراد
 - ▶ بازدیدهای دوره ای از شرایط ایمنی و سلامت محیط کار، تجهیزات و افراد
 - ▶ اجرای مصوبات و مقررات ایمنی و سلامت محیط کار
 - ▶ انتشار و ابلاغ مصوبات، دستورالعمل ها و راهنماهای ایمنی و بهداشت
 - ▶ ثبت و گزارش فوری حوادث به کمیته حفاظت ایمنی و سلامت
 - ▶ توجه به دستورالعمل ها و تابلوهای ایمنی در هنگام کار
 - ▶ گزارش مسایل مربوط به ایمنی و سلامت محیط کار برای تصمیم گیری
- به انجام رسیدن موارد بالا در صنعت امروز نیازمند یک سامانه نرم افزاری مدیریت ایمنی و سلامت

است. حجم بالایی از گردش اطلاعات و داده‌ها در شبکه ارتباطی کاملی از همگی افراد شامل افراد کارفرما، کارشناسان، کارکنان و کارگران نیاز است. همچنین یک سامانه مدیریت دانش KM^۱ می‌تواند زیرساختی برای گردش اطلاعات، سرعت‌دادن به ایجاد شناخت لازم و آموزش ایمنی و سلامت به افراد باشد. سامانه نرم‌افزاری سلامت و ایمنی پاسخگوی نیازهای گوناگونی است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ▶ ایجاد شبکه ارتباطی مؤثر بین افراد و واحدها برای گردش اطلاعات ایمنی و سلامت
 - ▶ ایجاد بانک اطلاعاتی از داده‌ها و مستندات ایمنی و سلامت محیط کار
 - ▶ ابلاغ مسؤولیت‌ها به واحد، کارگروه یا فرد مربوطه
 - ▶ جمع‌آوری داده‌ها و شاخص‌ها از دیده‌بان‌ها و سنسورهای محیط کار
 - ▶ آرایه آمار و اطلاعات مربوط به مخاطرات و حوادث ایمنی و سلامت
 - ▶ تنظیم گزارش‌ها و آرایه اطلاعات
 - ▶ برنامه‌ریزی و زمان‌بندی اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی
 - ▶ پیگیری اجرای اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی برای کاهش ریسک مخاطرات
 - ▶ ثبت و ضبط، مستندسازی و تحلیل داده‌های حوادث
 - ▶ مدیریت دانش ایمنی و سلامت در کارخانه
 - ▶ زیرساخت آموزش برخط افراد در خصوص ایمنی و سلامت کار
 - ▶ تحلیل ریسک مخاطرات با توجه به آمار موجود در بانک اطلاعاتی
 - ▶ ارتباط با اتوماسیون، دستگاه‌های هوشمند، کنترل واحدها و تجهیزات در صورت لزوم
- ممکن است بخشی از ویژگی‌های بالا در سامانه‌های نرم‌افزاری مدیریت کیفیت یا مدیریت یکپارچه منابع ERP وجود داشته باشد و بتوان از آن سامانه‌ها برای برقراری ارتباط و مستندسازی استفاده کرد. لیکن لازم است به این نکته توجه شود که زیرساخت نرم‌افزاری مدیریت ایمنی و سلامت محیط کار در برخی موارد نیاز به مدل‌های تحلیلی و ارتباطی مخصوص و متفاوت دارد. و در صورت استفاده از سامانه‌های یکپارچه لازم است بانک اطلاعاتی، جریان داده‌ها و جریان کارهای ویژه برای موضوع ایمنی و سلامت طراحی شود و در آن سامانه‌ی جامع پیاده‌سازی گردد.

■ ۲-۳-۶ محیط کار، ماشین‌ها و تجهیزات (سخت‌افزار)

در موضوع ایمنی و سلامت کار، درواقع در خود محیط کار، عوامل فیزیکی زیادی هست که ایمنی و سلامت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فضای فیزیکی کار، جانمایی و جابجایی، ماشین‌ها و تجهیزات موجود در محیط کار، به‌خودی‌خود علت بسیاری از حوادث ناایمن می‌شوند. بنابراین رویکرد این کتاب به محیط کار، همانند ابزاری برای توسعه ایمنی و سلامت است. از این منظر، بین ایمنی محیط کار (فرهنگ ایمنی و سلامت کار) با محیط کار ایمن، اندکی تفاوت هست. در مورد محیط کار ایمن، لازم است به دو نکته اشاره شود:

۱. ایمنی محیط کار با نصب تابلو و رعایت چند دستورالعمل تضمین نمی‌شود. چندی از کارفرمایان و مدیران ارشد به اشتباه می‌پندارند که مفهوم ایمنی و سلامت محیط کار با تمیز و پیشرفته بودن فن‌آوری یا ظاهر کارگاه یکسان است. در این گونه کارگاه‌ها، تابلوهای ایمنی و رعایت دستورالعمل‌ها به عنوان سندی بر تضمین ایمنی پنداشته می‌شود. اجرای دستورالعمل‌ها و اخذ گواهینامه ایمنی و محیط زیست، یک باور کاذب از ایمنی تولید می‌کند، درحالی که ممکن است سرمایه، سلامت یا جان افراد در خطر باشد. زیرا که فضای فیزیکی کارگاه در واقع عوامل، احتمالات و ریسک‌های ایمنی زیادی در خود دارد که کشف و بررسی نشده‌اند. در این گونه کارگاه‌ها، برخلاف تصور کارفرما، معمولاً ریسک حوادث بالا می‌رود. کارفرما همچنان بر ایمن بودن کارگاه پافشاری می‌کند و مسوولیت ریسک حوادث را بر عهده کارگران می‌داند.

۲. تمام حوادث ایمنی، ناشی از محیط کار نیست. ایمنی محیط کار، حتی اگر به حد کمال برسد، تنها بخشی از فرهنگ توسعه ایمنی و سلامت است، نه تمام آن. برخی از کارکنان و کارگران کارخانه‌ها بر این باور هستند که تمام حوادث کار، ناشی از محیط کار نایمن است. برای مثال، کارگر با چنبن باوری استفاده از وسایل حفاظت شخصی را بیهوده می‌پندارد، یا انتظار دارد که تمام مکان‌های کارگاه برای حضور هر فردی ایمن باشد. در این گونه کارگاه‌ها، برخلاف نظر کارگران، ممکن است ریسک بروز حوادث در مکان‌هایی که ایمن به نظر می‌رسند بیشتر شود. برای مثال، فردی که از کارگاه ذوب به کارگاه مدل‌سازی می‌رود، خود را از مخاطرات دور می‌پندارد و احساس ایمنی کاذب می‌کند. در آنجا، کلاه و عینک ایمنی را باز می‌کند، درحالی که شناختی از نکات ایمنی کارگاه جدید ندارد. در این شرایط، کارگر مسوولیت ریسک حوادث را بر عهده کارفرما می‌داند.

هر دو مورد بالا، که احتمالاً باعث افزایش ریسک حوادث می‌شود، از آن باور می‌آید که محیط کار ایمن را با فرهنگ ایمنی و سلامت یکسان می‌پندارد. از این رو در کتاب حاضر، محیط کار به عنوان یک سخت‌افزار در موضوع ایمنی و سلامت شناخته می‌شود. با این رویکرد، ویژگی‌های محیط کار به عنوان الزام سخت‌افزاری (شرط لازم و نه کافی) بر شمرده خواهند شد.

● ۳-۶ روش مدیریت ایمنی و سلامت (کارفرما)

در بخش پیش بیان شد که کمیته‌ی ایمنی و سلامت، به عنوان مغزافزار و تصمیم‌گیرنده با مسوولیت‌های معلوم تشکیل می‌گردد و نشست‌هایی مداوم برای توسعه ایمنی و سلامت در کارخانه برگزار می‌کند. اما برای اعضای کمیته این پرسش طرح می‌شود که روش کار کمیته چگونه است؟ دستور جلسات کمیته با چه رویکردی نوشته می‌شود؟ آیا در هر نشست، اعضای کمیته گزارشی از رویداد، حوادث و آسیب‌های هفته قبل ارائه کرده و به حل و فصل آن می‌پردازند؟ آیا از مدیران ارشد دستور جلسه را می‌گیرند؟ اگر برای مدتی حادثه‌ای پیش نیاید، چه موضوعاتی در دستور کار کمیته گذاشته شود؟ اولویت‌ها چگونه تعیین شود؟

۱-۳-۶ توسعه پایدار ایمنی و سلامت

در پاسخ به این پرسش که راه و روش و مراحل کار برای توسعه پایدار ایمنی و سلامت در کارخانه ریخته‌گری چیست، سازمان جهانی کار و استانداردهای ISO پنج گام اساسی را توصیه کرده‌اند که می‌تواند به عنوان راه و روش کمیته ایمنی و سلامت دنبال شود:

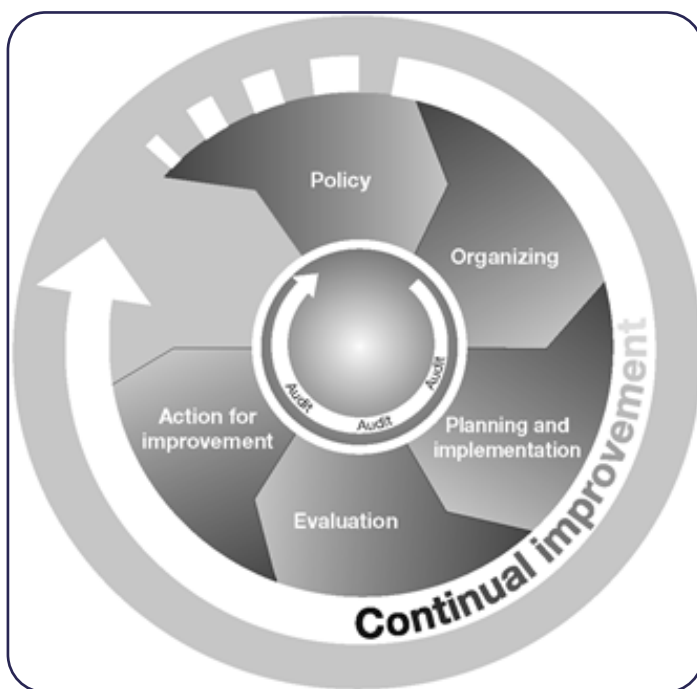
۱. سیاست‌گذاری. در این گام، کل چرخه فرآیند از مواد اولیه تا خروجی‌ها مرور شده و سیاست‌ها و راهبردها شناسایی می‌شوند. این گام با حضور مدیران ارشد و بر اساس مقررات بالادست انجام می‌گیرد. خروجی این مرحله، در قالب بیانیه‌های عمومی مصوب و مستندسازی می‌گردد.

۲. برنامه‌ریزی. در این گام، مخاطرات ایمنی و سلامت شناسایی و ارزیابی می‌شود؛ آمار و اطلاعات گردآوری شده و در هر مورد تحلیل ریسک انجام می‌گیرد. اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی شناسایی و تدوین و اولویت‌بندی می‌شوند. عوامل مؤثر و نیازمندی‌ها و دستورالعمل‌ها تدوین می‌گردند. خروجی این گام، مستنداتی شامل هدف‌ها، بسته‌های کاری، زمان‌بندی‌ها و منابع مورد نیاز انجام کار است.

۳. پیاده‌سازی. در این گام کمیته ایمنی و سلامت، پشتیبانی لازم برای تأمین منابع و اعطای اختیارات به منظور انجام کارها طبق برنامه را پیگیری می‌کند. یکی از موارد لازم و مهم تعیین فرد نماینده مدیریت با مسئولیت مربوط برای پیگیری کارها و گزارش به مدیران ارشد است. آموزش‌های لازم انجام می‌گیرد و اقدام‌ها به اجرا درمی‌آید.

۴. ارزیابی و اصلاح. در این گام گزارش‌ها و مستندات به دست آمده از نتایج کار در مقایسه با اهداف شناسایی شده بررسی می‌شوند. در صورت عدم انطباق اقدامات اصلاحی شناسایی و انجام می‌گیرند. در این گام ضرورت دارد که جریان کارها با یک برنامه منظم ارزیابی درونی پیگیری شوند.

۵. بازرسی مدیریتی. به منظور حفظ توالی و پیوستگی کارها در سامانه مدیریت سلامت و ایمنی محیط کار، لازم است در ایستگاه‌های زمانی مشخص، مدیران ارشد تمامی چرخه را به طور فراگیر بازنگری کنند. این بازنگری اساساً راهبردی است و ممکن است همراه با تغییر باشد. در این بازنگری ممکن است بیانیه‌ها، هدف‌ها و رویه‌ها ویرایش شوند.



شکل ۶-۱. روش کار سامانه مدیریت ایمنی و سلامت کار به منظور توسعه پایدار ایمنی.

در تمامی مراحل بالا آموزش، مستندسازی و ارتباطات بسیار مهم است و زیرساخت این سامانه را می‌سازد. همچنین ضروری است که تمامی حوادث و آسیب‌های اتفاق افتاده ضبط و ثبت شوند و مورد مطالعه قرار گیرند تا هر یک تجربه، بتواند گامی برای اصلاح و بهبود سلامت و ایمنی محیط کار باشد.

■ ۲-۳-۶ شناسایی و تدوین اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی

در فصل پیش مخاطرات محیط کار مرور شد. علاوه بر مخاطرات عمومی کار، مخاطرات انفجار مذاب، مخاطرات کوره، ذوب و بارریزی، آسیب‌های گرمایی، مواد شیمیایی و آلاینده‌های ریخته‌گری معرفی شد. همچنین به ضرورت گردآوری اطلاعات میدانی و تحلیل ریسک مخاطرات اشاره شد. در پی آن فهرستی از مخاطرات شناسایی شده، که بر اساس ارزیابی ریسک اولویت‌گذاری شده‌اند نوشته می‌شود. در این مرحله (برنامه‌ریزی)، لازم است مطابق فهرست مخاطرات، راهکارهای حذف یا کاهش ریسک مخاطرات جستجو و بررسی و تصویب شوند. راهکارهای مصوب، در یک فهرست اقدام تدوین می‌شود. اقدام‌ها در دودسته اقدام‌های پیش‌گیرانه و اقدام‌های کنترلی تعریف می‌شوند. اقدام‌های پیش‌گیرانه باهدف حذف اثر مخاطرات (مانند حذف منبع تابش گرما از فضای کار کارگر) و اقدامات کنترلی باهدف کمینه کردن، کاهش یا تعدیل اثر مخاطرات (مانند پوشش محافظ برای کارگر در برابر تابش گرما) نوشته می‌شوند. همچنین فهرست اقدام

برای شرایط اضطراری تهیه می‌گردد.

برای تدوین فهرست اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی، امکان‌ها و راه‌حل‌های موجود برای کاهش ریسک مخاطرات بررسی می‌شوند. اولویت انتخاب با راهکارهایی است که باعث حذف ریسک می‌شوند. اگر حذف ریسک امکان‌پذیر نباشد، اقداماتی کنترلی برای کمینه کردن در دستور کار قرار می‌گیرند؛ این اقدامات ممکن است از راه‌های زیر صورت گیرد:

- ▶ جایگزینی (مانند جایگزینی ماسه پاشی با ساچمه زنی)
- ▶ ایزوله کردن (مانند تعبیه اتاق کار مجهز به فیلتر هوا در کارگاه)
- ▶ جدا کردن (مانند جدا کردن مواد شیمیایی از اتمسفر محیط کار)
- ▶ تمهیدات مهندسی (مانند تجهیز کوره به هود)



شکل ۲-۶. اولویت و میزان تأثیر اقدام‌های پیش‌گیرانه و کنترلی

■ ۳-۳-۶ آموزش و مدیریت نیروی انسانی (کارفرما)

کارفرمایان ملزم به ارایه اطلاعات و آموزش کافی به کارکنان هستند. اطلاعاتی که به کارکنان داده می‌شود لازم است شامل تمام موارد مخاطرات و اقدام‌های مناسب در برابر هر یک از آنها باشد. اقدام‌های مناسب شامل دو بخش اقدام‌های کنترلی و اقدام‌های شرایط اضطراری می‌شوند.

- ▶ ماده ۱۰- کارفرما باید آموزش لازم را در خصوص روش‌های صحیح انجام کار مطابق دستورالعمل‌های مربوطه به کارگران ارائه نماید. کارفرما باید مطمئن گردد که کارگران از روش‌های صحیح انجام کار و دستورالعمل‌های مربوطه پیروی می‌نمایند و کارگران نیز موظف به رعایت روش‌های صحیح انجام کار و دستورالعمل‌های مربوطه می‌باشند.
- ▶ ماده ۳۳۴- صدور مجوز کار باید توسط کارفرما یا نماینده وی انجام پذیرد و باید به صورت حداقل شامل نوع فرآیند،

مخاطرات شغلی، اقدامات کنترلی و مدت زمان انجام کار باشد.

▶ ماده ۳۳۶ - کارفرما موظف است از پیمانکارانی استفاده نماید که دارای صلاحیت ایمنی بر اساس آیین نامه ایمنی امور پیمانکاری مصوب شورای عالی حفاظت فنی باشند.

مدیریت نیروی انسانی و مدیریت ایمنی و سلامت کار دو بازوی مؤثر برای کاهش ریسک های ایمنی و سلامت در کارخانه هستند. همکاری این دو بخش، برای اهداف هر دو بخش هم افزایی خواهد داشت. برای نمونه، برخی از راهبردها و اقدام های مؤثر گزارش شده از کارخانه های ریخته گری، که در آنها دو بخش مدیریت نیروی انسانی و مدیریت ایمنی و سلامت همکاری و هم افزایی داشته اند شامل موارد زیر بوده است:

▶ آموزش و کارآموزی

▶ معاینه های پیش از استخدام

▶ معاینه های ادواری

▶ مشاوره های حرفه ای

▶ خدمات پزشکی برای افراد مشکوک به بیماری

▶ حضور پزشک و بازدیدهای در محل کار

▶ مانورهای آموزشی برای شرایط اضطراری

▶ خدمات ورزشی و فیزیوتراپی

▶ اصلاح برنامه نوبت کاری مشاغل سخت

ظرفیت و قابلیت های نیروی انسانی برای حل مسایل و کاهش ریسک های ایمنی و سلامت کار معمولاً دست کم گرفته می شود. برگزاری نشست های دوره ای با کارگران و بررسی چالش های ایمنی و سلامت، یکی از اقدامات مؤثر و مورد نیاز در سامانه مدیریت ایمنی و سلامت است. دانش و اطلاعات کارگران به دلایل زیر در موضوع ایمنی و سلامت بسیار با ارزش است:

▶ مدت زمان تجربه و مشاهده کارگر از مخاطرات فضای کار و ریسک های سلامت و ایمنی اغلب بیشتر یا روزآمدتر از افراد دیگر است.

▶ از جزییات و کمبودهای محیط کار و تجهیزات اطلاع دارد.

▶ اجرای بسیاری از دستورالعمل های ایمنی و سلامت و استفاده از وسایل حفاظتی به عهده او است.

▶ قبل از شروع کار تجهیزات، با آنها سروکار دارد و بازدیدهای پیش از کار را انجام می دهد.

▶ از استرس ها و مخاطرات روانی کار آگاهی دارد.

مدیریت، برنامه ریزی و زمان بندی نوبت کاری در مشاغل سخت و پرمخاطره، یکی از ویژگی های مهم و مؤثر سامانه ای مدیریت ایمنی و سلامت است که در بخش نرم افزار این سامانه جای دارد. پیرو ماده ۵۲ قانون کار، برای مشاغل سخت و زیان آور، کاهش ساعت کاری از ۸ ساعت به ۶ ساعت توصیه شده است. این اقدام یکی از اقدامات کنترلی مؤثر برای کاهش ریسک خستگی، حواس پرتی، خطای انسانی، ریسک های

سلامت و افزایش بهره‌وری ساعت کار خواهد بود.

■ ماده ۴-در مشاغل سخت و زیان‌آور، لازم است کارگران به‌طور مداوم تحت معاینات پزشکی قرار داشته باشند.

■ ۴-۳-۶ کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند (کارفرما)

یکی از اقدامات مؤثر و اصولی که نه تنها از نظر اقتصادی و زیست‌بوم مهم است بلکه برای ایمنی و سلامت محیط کار لازم است، بهینه‌سازی فرآیندها با هدف کاهش مصرف منابع است. کارخانه ریخته‌گری مصرف‌کننده انواع منابع طبیعی، از جمله فلزات، مواد قالب، نسوزها، مواد شیمیایی، زمین، انرژی و سوخت‌های فسیلی است. بهینه‌سازی فرآیند با هدف کاهش مصرف منابع شاخص‌هایی مانند راندمان ریخته‌گری، نسبت وزن فلز به قالب، شاخص انرژی و شاخص تولید پسماند را بهبود می‌دهد. به دنبال آن توجه بیشتری به استفاده از فن‌آوری نوین شده و کاهش آلودگی‌های هوا و صوتی کارگاه را به همراه خواهد داشت. به این ترتیب برای ایمنی و بهداشت محیط کار نیز مؤثر خواهد بود.

یک مثال مهم برای درک تأثیر بهینه‌سازی مصرف منابع بر سلامت محیط کار، بهینه‌سازی فرآیند ریخته‌گری برای کاهش نسبت مصرف ماسه به فلز است. اگرچه ماسه فراوان، قابل دسترس و ارزان به نظر می‌رسد، اما هزینه معدن کاری، انبار، حمل و نقل، جابجایی درون کارخانه و دفع آن قابل توجه است و نیاز به دیده‌بانی و اقدام دارد. با کاهش مقدار ماسه در قالب، علاوه بر کاهش هزینه و قیمت تمام‌شده، کارگران در معرض میزان کمتری از غبار و مواد شیمیایی مواد قالب قرار می‌گیرند. همچنین با کاهش وزن قالب، آلودگی صوتی و ارتعاشات تجهیزات کاهش می‌یابد. همچنین از خستگی کاری کارگران قالب‌گیر و مشکلات ارگونومی کاسته می‌شود.

در موضوع بهینه‌سازی مصرف منابع در صنایع ریخته‌گری پژوهش‌های بسیاری انجام شده است. اقدام‌های مؤثر در این زمینه در سه دسته می‌تواند باشد؛

۱. اقداماتی که منجر به حذف مصرف منابع می‌شود

۲. اقداماتی که منجر به کاهش مصرف منابع می‌شود، و

۳. اقداماتی که منجر به بازیافت منابع می‌گردد.

این ترتیب از اقدام به عنوان مراتب بازدهی منابع^۱ شناخته می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در کارخانه‌های ریخته‌گری اقدام‌های انجام‌شده بیشتر از نوع ۱ و ۲ بوده است.

مدیریت پسماند به مساله دفع پسماندها مانند ماسه زائد، مانده فلاکس، تفاله، کف باره و سرباره مذاب می‌پردازد. در صورتی که به این موضوع توجه نشود، پیش از همه ایمنی و سلامت کارکنان در معرض خطر قرار می‌گیرد. تأثیر مهم دیگر آن که کارخانه دچار هزینه‌های اضافه و سنگین می‌شود؛ جریمه‌های قانونی، اشغال زمین، هزینه نگهداری و هدررفت مواد، خطای زیاد در موازنه جرم مواد ورودی و خروجی خواهد شد. تأثیر سوم آلودگی زیست‌بوم است که شامل هر سه هوا، آب و زمین خواهد بود. لذا مدیریت پسماند هم از نظر

ایمنی، هم از دیدگاه اقتصادی و هم از نظر زیست‌بوم برای یک کارخانه ریخته‌گری لازم است.

۴-۶ چالش‌های مدیریت سلامت و ایمنی کار

۱-۴-۶ بوروکراسی، یک مانع

ضرورت و اهمیت موضوع سلامت و ایمنی به دنبال تجربه‌ها و حوادث ناگوار گذشته در صنعت باعث شده که نهادهای قانون‌گذار مختلف بین‌المللی و ملی و داخلی شکل بگیرند و هر یک مجموعه مقررات مختلفی را منتشر و الزام کنند. مدیران ارشد ملزم هستند هم‌زمان شماری از مقررات و دستورالعمل‌های مختلف را دنبال کنند و به‌طور پیوسته با نمایندگان مختلف از نهادهای و مؤسسات گوناگون در ارتباط باشند و نیز جلسات بی‌شمار با کارشناسان، مشاوران و متخصصان داشته باشند. یک چالش که برای مدیران وجود دارد این است که با شبکه پیچیده‌ای از قوانین، مقررات، مسایل، افراد و فرآیندها سروکار دارند که در تمام سطوح و در تمام زمان‌ها و مکان‌ها گسترده و تنیده می‌شود. این شبکه پیچیده ممکن است تبدیل به یک بوروکراسی زمان‌بر و هزینه‌بر شود و اهداف اصلی موضوع فراموش شده و به هدف‌های کوتاه‌مدت اخذ گواهینامه و مجوزها محدود گردد. لازم است مدیران ارشد به این مساله توجه داشته باشند که هدف اصلی قوانین و مقررات صرفاً ایجاد بوروکراسی و نظارت بر انجام امور جاری و دریافت گواهینامه‌ها نیست. لازم است یادآوری شود که هدف ایجاد فرهنگ سلامت و ایمنی در محیط کار و ایجاد مسوولیت‌پذیری در افراد است. مدیران مسوول خوب می‌دانند که رویکرد سامانه‌ای و مستند به مساله سلامت و ایمنی با رویکرد بوروکراسی و دستوری اجرای رویه‌ها تفاوت دارد. برای اینکه مدیران درگیر دومی نشوند نیاز است به توسعه فرهنگ سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم و به آگاهی و آموزش افراد و تفهیم مسوولیت‌ها توجه داشته باشند.

۲-۴-۶ آموزش نیروی انسانی

کیفیت سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم، به‌طور مستقیم به مسوولیت‌پذیری افراد چه در سطح کارفرما و چه در سطح کارمندان وابسته است. این نیاز مهم، مدیران را به آموزش نیروی انسانی در محیط کار ملزم می‌کند. اما آموزش، انگیزش و ایجاد مسوولیت در افراد به‌سادگی تولید یک کالا یا محصول باکیفیت یا انتقال اطلاعات و دانش فنی نیست. مدیریت نیروی انسانی همواره موضوع پیچیده‌تری بوده و نیازمند توجه به اصول و روش‌ها و ارزش‌های متفاوت است. همچنین عوامل مختلفی بر این موضوع اثرگذار هستند. فرصت‌ها و تهدیدهای بیرونی مانند فرهنگ جامعه، شرایط اقتصادی، کیفیت آموزش و سطح بهداشت و درمان در جامعه به‌طور مستقیم و ناشناخته کیفیت کار نیروی انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آن گذشته خطاهای انسانی گریزنایز هستند. افراد مختلف، درک، تخمین و برداشت متفاوتی از احتمال و شدت خطرناک بودن یک رویداد دارند. در مدیریت ایمنی و سلامت، به برداشتی که هر فرد از یک موقعیت خطر دارد، درک ریسک گفته می‌شود. پژوهشی روی کارگران کارگاه‌های ریخته‌گری شهر تهران نشان داده که

میزان درک ریسک^۱ افراد از مخاطرات متفاوت و پیچیده بوده است. به همین دلیل کیفیت سلامت و ایمنی کار و زیست‌بوم با آموزش و مدیریت نیروی انسانی گره خورده است. در این خصوص لازم است به جای تکیه بر روش‌های سنتی مانند جریمه و پاداش، به راهنماها و رویکردها و سامانه‌های نوین آموزش و مدیریت نیروی انسانی توجه شود.

■ ۳-۴-۶ مسایل ناشناخته

مساله دیگری که برای مدیران ارشد چالش برانگیز است، تضمین سلامت و ایمنی محیط کار و زیست‌بوم است. اگرچه مجموعه قوانین، مقررات و استانداردها به جنبه‌های گوناگونی از مسئله‌ها پرداخته‌اند و موضوعات متنوعی را پوشش می‌دهند، هنوز اما مسئله‌ها و حوادث مربوط به سلامت و ایمنی هزینه‌های سنگین و آسیب‌ها و تلفات جبران‌ناپذیر تحمیل می‌کنند. هنوز مخاطرات تجهیزات نوین به خوبی شناخته نشده‌اند و هنوز خطاهای انسانی و کارمندان تازه‌کار وجود دارند. علاوه بر آن محدودیت زمان و هزینه مطرح است و سرعت تغییرات رفته‌رفته بیشتر می‌شود. لذا لازم است مدیران به این نکته توجه کنند که مجموعه قوانین و مقررات و استانداردها، تنها تصویری پراکنده از مساله سلامت و ایمنی هستند و زاویه‌های ناشناخته دیگری از مساله وجود دارد و هر روز به آن افزوده می‌شود. وجود مقررات و پیشینه کیفیت ایمنی و سلامت در محیط کار به معنی تضمین آن در آینده نیست. به همین خاطر این نکته مهم است که در سامانه مدیریت سلامت و ایمنی، به‌طور پی‌درپی اصلاحیه‌ها و مکمل‌های لازم برای سامانه شناسایی و افزوده شوند و سامانه به‌طور پیوسته توسعه یابد.

■ ۴-۴-۶ توسعه فرهنگ ایمنی و سلامت کار

فرهنگ سلامت و ایمنی کار به شدت با فرهنگ عمومی جاری در کارخانه و در سازمان شغلی درهم تنیده است. مسایل سلامت و ایمنی را نمی‌توان به‌طور مجزا و جداگانه مدیریت کرد. در یک فرهنگ کاری مناسب که به مدیریت ایمنی و سلامت کمک می‌کند ویژگی‌های زیر وجود دارد:

▲ کارکنان کارخانه به هدف‌های سازمانی و روش مدیریت آن متعهد هستند. آنها همکاری و مشارکت مؤثر در کار دارند.
▲ هیأت رئیسه و مدیران ارشد کارخانه و سازمان در مسایل ایمنی و سلامت، حتی در مورد شخص خود، شفاف عمل کرده و دیگران را رهبری می‌کنند. آنها به همان اندازه که خبرهای خوشایند را می‌شوند، آماده شنیدن خبرهای ناخوشایند نیز هستند. آنها در برابر اطلاعاتی که به دستشان می‌رسد اقدام می‌کنند.

▲ مدیران ارشد و سرپرستان، برای ترویج و گفتگو در موارد ایمنی و سلامت وقت می‌گذارند. رفتارهای ایمن در کار را ارج می‌نهند و اگر رویه‌های ایمنی و سلامت کار پیروی نشوند، نگرانی و واکنش نشان می‌دهند. نمایندگان ایمنی و سلامت، فعالیتشان را با پشتیبانی مدیریت کارخانه دنبال می‌کنند. مشاوران ایمنی و سلامت، از نظر ارتباط با مدیران رده بالای سازمان، شأن و وجهه بالایی درون کارخانه دارند.

▲ کمیته ایمنی و سلامت کار، دارای شأن بالایی است، بر اوضاع مسلط است، مدیران رده بالا به طور منظم در جلسات آن شرکت می کنند، و فعالیت های کمیته درون کارخانه ترویج می شود. موضوع سلامت و ایمنی کار، با همان توجه و اهمیت که اهداف اصلی کسب و کار پیگیری می شوند، مدیریت می شود. سازمان / کارخانه برای کارکرد افراد در امور ایمنی و سلامت بازخورد می دهد.

▲ کارکنان کارخانه، در هر موقعیتی که باشند، به عنوان مهم ترین منابع کارخانه شناخته می شوند، به خصوص برای پیشنهادهایی که برای توسعه کارخانه دارند. آنها حمایت و آموزش لازم را به ویژه در هنگام جابجایی نیروهای انسانی دریافت می کنند.

▲ راه های ارتباطی چندگانه وجود دارد؛ هم به طور رسمی و هم غیررسمی؛ هم شفاهی و هم کتبی. موضوعات ایمنی و سلامت جزو موضوعات گفتگوی روزانه در محل کار است.

▲ آموزش بسیار حیاتی شمرده می شود، تمام شایستگی های لازم برای افراد را پوشش می دهد، همچنین شامل یاددهی در محل کار و آموزش های انگیزشی برای ترویج سازگاری با مقررات است.

فصل هفتم

مقررات، استانداردها

وراهنماها

مقررات، استانداردها و راهنماها

۷-۱-۱ نهادهای قانون‌گذار

یکی از راهبردهای اصلی و بالادست در موضوع ایمنی و بهداشت کار که توسط جوامع بین‌المللی و محلی دنبال می‌شود تأسیس نهادهای قانون‌گذار در این زمینه است. نهادهای قانونی با اختیارات لازم برای قانون‌گذاری و اقدامات متقابل آغازگر تغییرات و پیش‌ران سلامت و ایمنی محیط کار و زندگی هستند. دامنه فعالیت این نهادها ممکن است بین‌المللی، محلی و ملی باشد و یا ممکن است در قالب سازمان‌های مردم‌نهاد و مستقل عمل کنند. معرفی این نهادها و سازمان‌ها از نظر آگاهی از قوانین و مقررات و همچنین شناخت خدمات و دسترسی به استانداردها و راهنماها مفید است. در این بخش نمونه‌هایی از نهادهای قانون‌گذار که در زمینه‌ی سلامت و ایمنی کار در ریخته‌گری فعال هستند، معرفی می‌شوند.

■ ۷-۱-۱-۱ شورای عالی حفاظت فنی ایران

شورای عالی حفاظت فنی ایران از معاونان وزارتخانه‌ها تشکیل می‌شود و زیر نظر وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می‌کند. این شورا بر اساس اصول قانون اساسی، دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌های ایمنی و سلامت کار در صنایع مختلف را تدوین و منتشر می‌کند. تمامی صنایع و کارخانه‌های ایران ملزم به مقررات مصوب این شورا هستند. آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری از انتشارات این شورا است.

■ ۷-۱-۲ مرکز سلامت محیط و کار ایران

مرکز سلامت محیط و کار زیر نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می‌کند و با همکاری سازمان‌های فعال در زمینه سلامت و زیست‌بوم، به انتشار راهنماهای بهداشت حرفه‌ای در مشاغل می‌پردازد. راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری از انتشارات این مرکز است.

■ ۷-۱-۳ سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران، ارگان مرجع برای استانداردسازی تهیه مواد، ساخت محصولات، تجهیزات و ماشین‌آلات، بازرسی‌ها و تایید صلاحیت مراکز صنعتی و آزمایشگاهی است. این سازمان مجموعه مقررات و دستورالعمل‌های ملی را با عنوان INSO منتشر می‌کند. از انتشارات این سازمان که مربوط به صنایع متالورژی و ریخته‌گری است، می‌توان به ایمنی کوره‌های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته اشاره کرد.

■ ۷-۱-۴ انجمن‌های علمی و صنفی ریخته‌گری

انجمن علمی ریخته‌گری ایران (جامعه‌ی ریخته‌گران) و انجمن صنفی صنعت ریخته‌گری ایران دو نهاد فعال در صنعت ریخته‌گری هستند که به طور تخصصی به مسایل مختلف در صنعت ریخته‌گری ایران می‌پردازند. این دو نهاد، به ترتیب، فصل‌نامه ریخته‌گری و ماهنامه صنعت ریخته‌گری را منتشر می‌کنند. در انتشارات این دو نهاد، چندی از مقاله‌ها به موضوع ایمنی ریخته‌گری و مدیریت ایمنی اشاره دارد. حضور این دو انجمن در صنعت کشور، همواره فرصت‌هایی را برای انتقال دانش و تجربه ایمنی به صنایع ریخته‌گری فراهم می‌کند.

■ ۷-۱-۵ نهادهای برون‌مرزی و جهانی

۷-۱-۵-۱ سازمان جهان کار ILO

سازمان جهان کار ILO^۱ زیرمجموعه سازمان ملل است که موضوعات مربوط به استانداردهای کار، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و حقوق کارگران در تمام جهان می‌پردازد. این سازمان در مورد ایمنی کار، هر سال آمارهای مربوط به حوادث منجر به آسیب یا مرگ را به تفکیک کشورها منتشر می‌کند.

۷-۱-۵-۲ اداره ایمنی و سلامت کار OSHA (ایالات متحده آمریکا)

اداره ایمنی و سلامت کار OSHA^۲ زیرمجموعه وزارت کار ایالات متحده آمریکا است که استانداردها و مقررات ایمنی و سلامت کار در بخش خصوصی و دولتی را در تمام ایالت‌ها و منطقه‌ها، با پشتیبانی دولت

۱- International Labour Organization

۲- Occupational Safety and Health Administration

فدرال وضع و پیگیری می‌کند.

۳-۵-۷ ستاد اجرایی سلامت و ایمنی HSE (بریتانیا)

قانون سلامت و ایمنی در کار از سال ۱۹۷۴م. در اتحادیه اروپا ابلاغ شد. به موجب این قانون ستاد اجرایی سلامت و ایمنی HSE^۱ به عنوان یک ستاد مستقل در کارخانه‌ها تشکیل گردید. این ستاد تمام عملیات مربوط به سلامت و ایمنی، که در بخش‌های مختلف کارخانه پراکنده بود، را در خود متمرکز نمود. همچنین یک کمیسیون سلامت و ایمنی مستقل متشکل از نماینده کارمندان و کارگران و مسئولین محلی (نمایندگان مردم) تأسیس شد. مسئولیت این کمیسیون قانون‌گذاری و نظارت بر ستاد HSE گذارده شد.

ستاد اجرایی HSE وظیفه دارد مقررات سلامت و ایمنی کار را برقرار نماید و همچنین مرجعی برای اطلاعات و مشاوره در این خصوص باشد. مسئولیت این ستاد شامل دامنه‌ای از عملیات است که از آن جمله می‌توان به حفاظت‌گذاری ماشین‌آلات، انجام امور پیش‌گیری آتش، پیش‌گیری از حوادث و حفاظت از محیط کار (در برابر دود، غبار، بو، مواد سمی و آلودگی صدا) اشاره کرد.

۴-۵-۷ نهادهای کنترل آلودگی IPC و LAPC (بریتانیا)

قانون حفاظت محیط‌زیست ۱۹۹۰ (انگلستان) برپایی دو نهاد کنترلی برای قانون‌گذاری و اقدامات متقابل در صنایع ریخته‌گری را پیشنهاد می‌دهد؛ IPC^۲ و LAPC^۳. نهاد کنترل آلودگی یکپارچه یا IPC نهادی است که متمرکز بر فرایندهای نوع A با پتانسیل آلاینده‌گی زیاد است. فرایندهای نوع A دارای ریسک آلاینده‌گی بالا بوده و در تماس با هر سه محیط هوا، آب و خاک هستند (جدول ۱-۳). واحد کنترل آلودگی هوای محلی یا LAPC روی فرایندهای نوع B که ریسک آلاینده‌گی کمتری دارند متمرکز است. این فرایندها به‌طور عمومی در تماس با هوا بوده و کارکرد آنها بر هوای محلی اثرگذار است (جدول ۱-۳). فعالیت دو نهاد مذکور اکنون در یک سازمان یکپارچه ادغام شده است.

۵-۵-۷ جامعه ریخته‌گری آمریکا (AFS)

جامعه ریخته‌گران آمریکا با بیش از ۱۰۰۰ عضو بزرگترین انجمن تخصصی ریخته‌گری به شمار می‌آید. این نهاد در زمینه‌های توسعه پایدار، مدیریت، سیاست‌گذاری، ترویج و نوآوری در ریخته‌گری فعال است. موضوع ایمنی و سلامت در ریخته‌گری، آموزش نیروی انسانی، بیمه‌های شغلی مربوطه و پژوهش در حوادث ریخته‌گری از موضوعاتی هستند که در ماموریت این نهاد جای دارند.

۱- Health and Safety Executive

۲- Integrated Pollution Control

۳- Local Air Pollution Control

● ۷-۲ مقررات ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری

مقررات^۱ آن دسته از قوانین، آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب یک نهاد قانون‌گذار است که به‌واسطه‌ی یک قانون کلی‌تر برای یک محیط کار الزامی می‌شود. برای نمونه، تمامی صنایع ریخته‌گری در جمهوری اسلامی ایران به‌واسطه قانون کار، ملزم به اجرای مقررات شورای عالی حفاظت فنی هستند.

■ ۷-۲-۱ ماده اول مقررات ایمنی و سلامت کار

ماده مهم مقررات ایمنی و سلامت کار، که معمولاً به‌عنوان ماده اول بیان می‌شود، تفهیم مسوولیت‌های افراد، شامل کارفرما و کارکنان، به ایشان است. این اصل مسوولیت‌های کارفرما و کارکنان را به‌صورت زیر روشن می‌کند:

مسوولیت کارفرما شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):

▲ شناسایی مخاطرات

▲ ارزیابی ریسک هر خطر بر سلامت و ایمنی افراد

▲ تأمین تجهیزات حفاظتی و اقدامات لازم

▲ آرایه اطلاعات و آموزش لازم به کارکنان

مسوولیت کارکنان، شامل موارد زیر است (هرچند محدود به این نیست):

▲ همکاری با اقدامات کارفرما

▲ عمل به دستورالعمل‌های سلامت و ایمنی محیط کار و دنبال کردن راهنماها و علائم

▲ استفاده از پوشش‌ها و به کار بردن تجهیزات حفاظتی

■ ۷-۲-۲ آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه‌ریزی و لوله‌ریزی)

آیین‌نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه‌ریزی و لوله‌ریزی) سال ۱۳۹۳ توسط شورای عالی حفاظت فنی ایران و با بازنگری آیین‌نامه و مقررات حفاظت فنی در ریخته‌گری، آهنگری و جوشکاری مصوب ۱۳۴۷ منتشر شده و برای صنایع داخل کشور لازم‌الاجرا است. این آیین‌نامه متشکل از ۱۲ فصل و ۳۳۷ ماده است.

■ ۷-۲-۳ آیین‌نامه کار با دستگاه‌های ریخته‌گری تحت فشار

آیین‌نامه کار با دستگاه‌های ریخته‌گری تحت فشار سال ۱۳۹۷ توسط شورای عالی حفاظت فنی ایران به استناد ماده ۸۵ قانون کار جمهوری اسلامی ایران نوشته شده و توسط وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی به تصویب رسیده است. این آیین‌نامه برای کلیه صنایع داخل کشور مشمول قانون کار لازم‌الاجرا است. این آیین‌نامه شامل ۳ فصل و ۷۸ ماده و ۴ تبصره است که جایگزین مواد ۱۵ تا ۱۸ آیین‌نامه حفاظتی پرس‌های تزریقی (پلاستیک و دایکست) شده است.

■ ۷-۲-۴ مقررات برون‌مرزی و جهانی

۷-۲-۴-۱ مقررات سازمان جهانی کار ILO

سازمان جهانی کار ILO در وب‌سایت خود^۱ به مقررات، استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار در شاخه کاری تولید فلزات پایه پرداخته است.

۷-۲-۴-۲ مقررات اداره ایمنی و سلامت کار OSHA

مجموعه مقررات تدوین‌شده توسط اداره ایمنی و سلامت شغلی ایالات متحده آمریکا OSHA برای صنایع ایالت‌های آمریکا ابلاغ‌شده است. باین وجود، محتوای این مقررات، اطلاعات و داده‌های مفیدی برای صنایع و کارخانه‌های دیگر دارد. در پیوست الف فهرستی از مقررات OSHA، که به کارخانه‌های ریخته‌گری مربوط می‌شود، ارائه شده است.

۷-۲-۴-۳ مقررات کنترل مضرات مواد برای سلامت COSHH

مقررات کنترل مضرات مواد برای سلامت COSHH ۱۹۸۸ به‌طور خاص برای حفظ ایمنی و سلامت کارکنان در داخل کارخانه نوشته‌شده است. این مقررات در ۱۹۹۴ م. و پس‌از آن در ۱۹۹۹ م. ویرایش شده و علاوه بر مضرات مواد دیگر مسایل آلاینده‌گی و چهارچوب‌های قانونی حفاظت در محیط کار را نیز در بر گرفته است. مقررات CoSHH مواد مضر را برحسب شدت تأثیر آنها دسته‌بندی و حدود مجاز معینی را برای هر یک معرفی می‌کند.

۷-۲-۴-۴ مقررات مربوط به پیش‌گیری و کنترل آلاینده‌ها

مقررات پیش‌گیری و کنترل آلودگی PPCR 2000^۲ در اتحادیه اروپا مجموعه مقررات پیش از خود را در یک قانون یکپارچه گردآوری کرده است. در این مقررات انواع فرآیندها و مقررات پیشین دفع پسماندها اصلاح و ارائه شده است.

اصلاحیه قانون هوای پاک CAAA ۱۹۹۰ (آمریکا)، مجموعه مقررات دیگری است که برای پیش‌گیری و کنترل آلاینده‌ها تدوین‌شده است. اولین مقررات فدرال آمریکا برای کنترل آلودگی هوا در سال ۱۹۵۵ م. نوشته شد. آخرین اصلاحیه این مقررات در ۱۹۹۰ م. منتشر شده و اختیارات و مسوولیت‌های دیگری را برای بخش دولتی، بخش صنعت و بخش علوم و فن‌آوری مشخص کرده است.

۱- Occupational safety and health in the basic metal production sector

۲- Pollution Prevention and Control Regulations ۲۰۰۰

۵-۴-۷ مقررات کنترل صدا در محیط کار

مقررات کنترل آلودگی صوتی در محیط کار^۱ در ۱۹۹۰م. در پی قانون سلامت و ایمنی در کار توسعه پیدا کرد. این مقررات به حفاظت کارگران از آسیب‌های شنوایی می‌پردازد. مقررات مربوط به آلودگی صدا و ارتعاش تجهیزات تاکنون چند بار مورد ویرایش قرار گرفته، که آخرین ویرایش آن در سال ۲۰۰۵م. منتشر شده است. مقررات کنترل آلودگی صوتی در محیط کار، وظایفی را به عهده کارفرمایان می‌گذارد که به سبب آنها ریسک آسیب‌های شنوایی کاهش یابد. اما به موازات آن لازم می‌داند که میزان شدت صدایی که کارکنان در معرض آن قرار دارند بررسی شود.

۳-۷ استانداردها و راهنماهای ایمنی و سلامت کار ریخته‌گری

۱-۳-۷ راهنماهای مدیریت ایمنی و سلامت

استاندارد بین‌المللی ایزو راهنمایی را با عنوان سامانه مدیریت سلامت و ایمنی شغلی - الزامات و راهنمای کاربرد ISO 45001 به‌طور کلی به‌منظور ایجاد یک محیط کار ایمن و سلامت و جلوگیری از جراحت و بیماری افراد در هنگام کار منتشر نموده است. این استاندارد مرجع بسیاری از دستورالعمل‌ها و راهنماهای مربوط به ایمنی و سلامت است.

راهنمای سامانه مدیریت سلامت و ایمنی کار BS 8800 استاندارد دیگری است که به مسایل مربوط به سلامت و ایمنی می‌پردازد. این استاندارد توصیه‌هایی برای برآورد ریسک مخاطرات کارخانه ریخته‌گری دارد. به‌غیر از مسایل مربوط به مواد مضر و آلودگی صوتی، جنبه‌های دیگر سلامت و ایمنی مانند ایمنی مکانیکی و الکتریکی، حفاظت‌گذاری ماشین‌آلات، آتش، انفجار، لغزش و سقوط، کارهای دستی، جابجایی‌ها و قرارگرفته در معرض ارتعاش مهم هستند که در این استاندارد به آنها اشاره شده است.

استاندارد BS 8800 مشابه BS EN ISO 14001 توصیه می‌کند که مدیریت سلامت و ایمنی کار به‌طور سیستماتیک و روشمند دنبال گردد. با این رویکرد محیط کار از نظر سلامت و ایمنی به‌طور پیوسته توسعه داشته باشد و همگام با توسعه فن‌آوری به جلو برود. اما تفاوت استاندارد BS 8800 با BS EN 14001 در این است که BS 8800 با هدف اخذ و صدور گواهی‌نامه نوشته نشده و نمی‌توان آن را به‌عنوان مدرکی برای ویژگی کارخانه ارایه داد. این استاندارد تنها راهنمایی برای توسعه سامانه مدیریتی سلامت و ایمنی است.

اتحادیه اروپا برای ترغیب فرهنگ سلامت و ایمنی محیط کار و زندگی، به موضوع هزینه سلامت و ایمنی پرداخته است. در این راستا، این اتحادیه راهنمای بهترین روش / فن‌آوری موجود بی‌نیاز به هزینه زیاد BATNEEC^۲ برای کمیته کردن آلاینده‌ها را پیشنهاد داده است.

۱- Control of Noise at Work Regulations

۲- Best Available Technology Not-Entailing Excessive Cost

■ ۲-۳-۷ استانداردهای ملی برای ایمنی ریخته‌گری

سازمان ملی استاندارد ایران^۱ مجموعه‌ای از استانداردهای ایمنی کوره را با عنوان کوره‌های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته - ایمنی، با اقتباس از استانداردهای بین‌المللی ISO13577، تدوین و ارائه کرده است.

■ ۳-۳-۷ استانداردهای جهانی ایمنی در ریخته‌گری

استانداردهای ایمنی و سلامت پرشماری به‌طور معمول برای مخاطرات عمومی محیط کار وجود دارد. با این همه، به خاطر شرایط متفاوت یک کارخانه ریخته‌گری، تعدادی از استانداردهای ایمنی به‌طور ویژه برای کارخانه ریخته‌گری تدوین شده‌اند یا در بخش‌هایی از آنها به شرایط ویژه کار ریخته‌گری اشاره دارند. جدول ۷-۱ راهنماها و استانداردهای جهانی و برون‌مرزی مربوط به ریخته‌گری را معرفی می‌کند.

جدول ۷-۱. راهنماها و استانداردهای جهانی و برون‌مرزی مربوط به ریخته‌گری

موضوع	کد	عنوان	شرح
ریخته‌گری	۱۹-ASTM E۲۳۴۹	اقدامات استاندارد برای الزامات ایمنی عملیات ریخته‌گری فلزات: آمادسازی ماسه، قالب‌گیری، ماهیچه‌سازی، ذوب و بارریزی، تمیزکاری و تمام‌کاری	[۱۳]
ایمنی و بهداشت	۲۱-ASTM E۱۵۴۲	اصطلاحات ایمنی و بهداشت	
صنایع آهن و فولاد	۲۰۰۵ ILO	کد راهنمای ایمنی و سلامت کار در صنایع آهن و فولاد	[۱۴]
	۳۲/India SG	راهنمای ایمنی بخش آهن و فولاد	[۱۵]
صنایع غیرآهنی	۲۰۰۳ ILO	ایمنی و سلامت در صنایع فلزی غیرآهنی	[۱۶]
فضای کار	۷۰۱۰ EN ISO	سمبل‌های گرافیکی - نشان‌ها و رنگ‌های ایمنی - نشان‌های ثبت‌شده	[۱۷]
کارگاه قراضه	۰۵-۳۳۴۸ OSHA	راهنمای شناسایی و کنترل مخاطرات ایمنی و سلامت در بازافت قراضه فلزات	[۱۸]
ریخته‌گری پیوسته	۱۴۷۵۳ EN	ایمنی ماشین‌آلات و تجهیزات ریخته‌گری پیوسته فولاد	[۱۹]
کوره‌ها	۲-۷۴۶ EN	ایمنی تجهیزات گرمایش، احتراق و سیستم‌های حمل سوخت	[۲۰]
آتش‌سوزی	۱۹۳۵۳ ISO	ایمنی تجهیزات - پیشگیری از آتش و مهار آتش‌سوزی	[۲۱]
تجهیزات حفاظت فردی PPE	۱-۲۰۳۴۹ EN ISO	تجهیزات حفاظت فردی - حفاظت پا برای ریسک‌های ریخته‌گری و جوشکاری - بخش ۱	[۲۲]
	۲-۲۰۳۴۹ EN ISO	تجهیزات حفاظت فردی - حفاظت پا برای ریسک‌های ریخته‌گری و جوشکاری - بخش ۲	[۲۳]



۷-۳-۳-۱ استاندارد ایمنی در صنایع ریخته‌گری ASTM E2349

استاندارد ASTM E2349 یک استاندارد جهانی برای الزامات ایمنی در عملیات ریخته‌گری است. این استاندارد از سال ۱۹۷۲ م. در پی پروژه مشترک انجمن آمریکایی آزمون فلزات (ASTM) و انجمن ریخته‌گران آمریکا (AFS) تهیه و تدوین شد. آخرین ویرایش این استاندارد در سال ۲۰۱۹ م. منتشر گردیده است.

۷-۳-۳-۲ استاندارد علائم و تابلوهای ایمنی DIN EN ISO 7010

استاندارد DIN EN ISO 7010 یک استاندارد بین‌المللی است که علائم ایمنی استاندارد و کدگذاری شده برای مخاطرات ایمنی در محل کار منتشر می‌کند. این استاندارد فهرستی از مخاطرات ارایه کرده و هر مورد شناخته‌شده از مخاطرات ایمنی را با پنج علامت معرفی می‌کند. با کدها و شکل‌ها و رنگ استاندارد معرفی می‌کند. پنج کد E، F، M، P و W به ترتیب برای تخلیه یا کار ایمن (Evacuation) با مربع سبز، آتش (Fire) با مربع قرمز، اقدام لازم (Mandatory) با دایره آبی، منع (Prohibition) با دایره منع قرمز و هشدار (Warning) با مثلث زرد برای محیط کار شناسایی می‌کند. جدول ۷-۲ نمونه‌های از علائم این استاندارد را نشان می‌دهد.

	Category				
	E	F	M	P	W
	Evacuation route, location of safety equipment or safety facility, safety action (safe condition signs)	Fire equipment signs	Mandatory action signs	Prohibition signs	Warning signs
Safety sign					
Reference number	E001	F001	M001	P001	W001
Referent	Emergency exit (left hand)	Fire extinguisher	General mandatory action sign	General prohibition sign	General warning sign
Safety sign					
Reference number	E002	F002	M002	P002	W002
Referent	Emergency exit (right hand)	Fire hose reel	Refer to instruction manual/booklet	No smoking	Warning: Explosive material
Safety sign					
Reference number	E003	F003	M003	P003	W003
Referent	First aid	Fire ladder	Wear ear protection	No open flame; Fire, open ignition source and smoking prohibited	Warning: Radioactive material or ionizing radiator

جدول ۷-۲ نمونه‌ای از جدول علائم استاندارد ایمنی DIN EN ISO ۷۰۱۰. این استاندارد هر موضوع یا خطر ایمنی را با پنج کد E، F، M، P و W به ترتیب برای تخلیه یا کار ایمن (Evacuation)، آتش (Fire)، اقدام لازم (Mandatory)، منع (Prohibition) و هشدار (Warning) و بازنگ‌ها و شکل‌های استاندارد در محیط کار شناسایی می‌کند.

۷-۳-۳-۳ راهنمای ایمنی و سلامت در کارگاه قراضه OSHA 3348-05

راهنمای شناسایی و کنترل مخاطرات ایمنی و سلامت در بازیافت قراضه فلز توسط اداره ایمنی و سلامت کار OSHA زیر نظر وزارت کار ایالات متحده آمریکا منتشر شده است. این راهنما، اطلاعات مفیدی را در خصوص انواع فلزات بازیافتی و قراضه‌ها و انواع مخاطراتی که در فرآیند بازیافت آنها وجود دارد ارائه می‌کند. همچنین به معرفی اقدام‌های پیش‌گیرانه، کنترلی و استانداردها و مقررات مربوط به فرآیند بازیافت قراضه فلزات می‌پردازد.

۷-۳-۴ ارزیابی ایمنی و سلامت محیط کار ریخته‌گری

به‌منظور کاهش ریسک‌های ایمنی و سلامت کار، مواقعی هست که لازم خواهد شد سطح ایمنی و

سلامت در محیط کار ارزیابی شود. ممکن است این ارزیابی پیش از برنامه‌ریزی و اقدامات پیش‌گیرانه و کنترلی لازم شود؛ به‌منظور اینکه اطلاعات اولیه برای سیاست‌گذاری و راهبردهای ایمنی فراهم شود. همچنین ممکن است پس از اجرای اقدامات موردنیاز باشد؛ باهدف اینکه میزان تأثیر اقدامات سنجیده شود و اقدامات اصلاحی صورت گیرد. علاوه بر آن، سازمان‌های ناظر، ممیز یا پیمانکار نیاز به ارزیابی محیط کار خواهند داشت. با توجه به همه موارد، توسعه ایمنی و سلامت، بدون ارزیابی سطح ایمنی و سلامت در محیط کار، محقق نخواهد شد. پرسش این است که چه معیارها، چه شاخص‌ها و چه سنجه‌هایی برای ارزیابی کیفیت و کمیت ایمنی و سلامت کار وجود دارد؟ این بخش به‌طور خلاصه به این مهم می‌پردازد.

۱-۴-۳-۷ حد انفجار پایین LEL برای مواد اشتعال‌پذیر

برای اطمینان از ایمن بودن محیط کار در برابر اشتعال و انفجار خودبه‌خود هوا از شاخص LEL یا حد انفجار پایینی^۱ مواد موجود در هوا استفاده می‌شود. شاخص LEL (برحسب درصد وزنی یا g/m^3) حداقل غلظت ماده (گاز یا بخار یا پودر) در هوا است که قابل اشتعال و یا انفجار است. برخی از دستورالعمل‌ها الزام می‌کنند که غلظت هر ماده قابل اشتعال در هوا نمی‌بایست از یک چهارم LEL آن ماده تجاوز کند.

۲-۴-۳-۷ حد آستانه مواد مضر برای شرایط سالم TLV

موسسه ACGIH هر سال سنجه‌ها و مقدارهای آستانه‌ای را برای تعریف شرایط سالم باوجود مواد شیمیایی مضر گردآوری نموده و در کتابچه راهنمای TLVs and BEIs منتشر می‌کند. سنجه TLV^۲ (با واحد mg/cm^3 یا mg/m^3 یا ppm) مقدار حدی آستانه را برای مواد هوابرد^۳ (ذرات معلق) بیان می‌کند. این شاخص معرف شرایطی است که در آن تقریباً تمام افراد می‌توانند تحت آن شرایط در معرض آن ماده باشند بدون این که اثری بر سلامت آنها داشته باشد. توصیه‌ها و نکات احتیاطی بسیاری برای کاربرد این شاخص بیان شده است. لازم به توضیح است که این مقادیر مرز ایمن و ناایمن را مشخص نمی‌کنند و تنها به‌منظور راهنمایی ارایه و منتشر می‌شوند. لذا به کاربرد اعداد منتشرشده در این کتابچه راهنما نیاز به تخصص و بررسی در زمینه‌ی مربوطه دارد و ممکن است معیارها برای مکان‌ها و افراد مختلف متفاوت باشد.

۳-۴-۳-۷ مقادیر MEL و OES برای مواد مضر

ستاد HSE بریتانیا هر سال در مقررات COSHH در راهنمای EH406 برای قرارگرفته افراد در معرض مواد هوابرد برای کوتاه‌مدت (۱۵ دقیقه) و بلندمدت (۸ ساعت) حدود مجاز مواد منتشر می‌کند. برای این

۱- Lower Explosive Limit/Level

۲- Threshold Limits Values

۳- Airborne

موارد دو شاخص MEL (حد ظهور بیشینه)^۱ و OES (استاندارد ظهور کارگاهی)^۲ برحسب ppm (جزء در میلیون) و میلی گرم در مترمکعب بیان می‌شوند. این شاخص‌ها تنها مربوط به استنشاق هوا بوده و راه‌های دیگر قرارگرفتن در معرض آلودگی مانند تماس پوست یا فروبری نمی‌بایست نادیده گرفته شود.

شاخص MEL مربوط به شمار کمی از مواد بسیار مضر می‌شود که استنشاق اندکی از آن مشکلات جدی برای سلامت فرد ایجاد می‌کند. برای نمونه بنزن^۳، فرمالدئید^۴، ایزوسیانات^۵، سیلیس بلوری^۶ و تری کلراتیلن^۷ از آن دسته مواد هستند. تحت هر شرایطی میزان استنشاق شده از این مواد نمی‌بایست بیش از MEL تعیین شده باشد. شاخص OES شمار بیشتری از مواد را در برمی‌گیرد که استنشاق روزمره آنها در طول زمان کار باعث آسیب یا ناراحتی در سلامت فرد نمی‌شوند. برای نمونه تنفس غبار (عاری از سیلیس یا مواد مضر دیگر) طبق این شاخص به ۸ ساعت محدود می‌شود. اگر غبار قابل استنشاق باشد با غلظت 10 mg/m^3 و اگر دارای ذرات ریز معلق اما قابل تنفس باشد با غلظت 5 mg/m^3 در ۸ ساعت کار مجاز است.

۴-۳-۷ پرسش‌نامه ارزیابی ایمنی و سلامت BS 8800

استاندارد راهنمای ایمنی و سلامت کار BS 8800 پیوست C پرسش‌نامه مفیدی برای ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار پیشنهاد می‌کند که در جدول ۷-۳ آمده است. چنانکه این پرسش‌نامه پیشنهاد می‌کند، برای ارزیابی وضعیت ایمنی و سلامت کار می‌توان از دیدگاه و نگرش کارکنان، که در هر موقعیتی مهم‌ترین منابع سازمان هستند، بهره جست.

۱- Maximum Exposure Limit

۲- Occupational Exposure Standard

۳- Benzene

۴- Formaldehyde

۵- Isocyanates

۶- Crystalline Silica

۷- Trichlorethylene

جدول ۷-۳ پرسش‌نامه ارزیابی وضعیت و دیدگاه افراد در مورد ایمنی و سلامت محیط کار.

پرسش	کاملاً مخالف	مخالف	مستنع	موافق	کاملاً موافق
۱. مدیران ارشد کاملاً متعهد به ایمنی و سلامت هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲. وقتی کارکنان اشتباه می‌کنند سرزنش می‌شوند (برای ایمنی و سلامت).	۱	۲	۳	۴	۵
۳. شرکت به نظر من در مورد ایمنی و سلامت اهمیت می‌دهد.	۱	۲	۳	۴	۵
۴. مدیریت، آموزش ایمنی و سلامت را در اولویت گذاشته است.	۱	۲	۳	۴	۵
۵. سرپرستان در برابر رفتارهای ناپایم چشم‌پوشی می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۶. دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت بسیار سخت‌گیرانه‌تر از مخاطرات موجود هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۷. اگر از مقررات ایمنی و سلامت تخطی کنم، همکارم به من انتقاد خواهد کرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۸. آموزش‌های کافی برای ایمنی و سلامت به من داده شده است.	۱	۲	۳	۴	۵
۹. کار زیادی برای پیشگیری از حوادث نمی‌شود، مگر آنکه یک نفر مجروح شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۰. همه افراد در مواقع لازم از لباس و وسایل حفاظت فردی استفاده می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۱. وقتی فردی از مقررات تخطی می‌کند، کم‌پیش می‌آید که اقدامی صورت گیرد.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۲. من دستورالعمل‌های ایمنی و سلامت را در کار خودم کاملاً می‌فهمم.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۳. محدودیت‌های زمانی موجود برای کامل کردن کارها پذیرفتنی است.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۴. برای تحلیل ریسک خطراتی که به کارم مربوط است، من را نیز شرکت داده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۵. کارکنان برای انجام کار ایمن پاداش می‌گیرند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۶. اقدام‌های انجام‌شده، بر اساس یافته‌های تحلیل ریسک گزینش شده‌اند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۷. اقدام‌های کنترل خطر، سدرامه من برای انجام کارم نمی‌شوند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۸. هرچقدر هم که در کار محتاط باشی، ضربه‌ها و کوفتگی‌ها اتفاق می‌افتند.	۱	۲	۳	۴	۵
۱۹. راهنماها و آگهی‌های ایمنی و سلامت کاملاً سودمند هستند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۰. همکارم در کارش ریسک‌هایی می‌کند که من حاضر به انجام آن نیستم.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۱. تمام حوادثی که اینجا اتفاق می‌افتد را خبر می‌دهند و گزارش می‌کنند.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۲. برخی از مقررات ایمنی و سلامت فقط برای حفظ جایگاه مدیریت است.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۳. سیستم مجوز کار permit-to-work باعث تأخیر در انجام کارها می‌شود.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۴. من می‌دانم که اگر دستورالعمل‌های ایمنی را دنبال کنم، صدمه‌ای نخواهم دید.	۱	۲	۳	۴	۵
۲۵. کاملاً مجبورم که از وسایل حفاظت فردی استفاده کنم.	۱	۲	۳	۴	۵

۵-۴-۳-۷ چک‌لیست سلامت محیط کار ریخته‌گری

مرکز سلامت محیط و کار ایران، در راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری یک چک‌لیست برای بازرسی و ارزیابی سطح سلامت افراد در محیط کار ریخته‌گری ارائه کرده است. جدول ۴-۷ چک‌لیست بهداشت حرفه‌ای در کارگاه ریخته‌گری را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۷. چک‌لیست بهداشت حرفه‌ای در کارگاه ریخته‌گری

جمهوری اسلامی ایران وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی شماره کد: ۱۵۰ تاریخ دریافت فرم:			
صنف: ریخته‌گری تاریخ تنظیم و ارسال فرم به مرکز بهداشت:			
ردیف	دستور العمل اجرایی موازین بهداشت حرفه‌ای	نظریه مسئول صنف	نظریه کارشناسی
۱	ساختمان کارگاه از لحاظ کف، دیوارها و سقف متناسب با نوع کار و تولید باشد (کف بتونی، وضعیت مناسب دیوارها و سقف).	بله ☐ خیر ☐	
۲	کارگاه دارای فضای مناسب کار با توجه به تعداد کارگران می‌باشد (برای هر کارگر ۳ متر مربع سطح و ارتفاع حداقل ۳ متر کارگاه).	بله ☐ خیر ☐	
۳	کارگاه دارای تهویه موضعی و عمومی مناسب و حتی الامکان فیلتردار جهت رفع آلودگیهای ایجاد شده در محیط کار می‌باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۴	سیم کشی‌های داخل کارگاه و دستگاه بصورت کابلی انجام شده و داراس سیستم ارت می‌باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۵	کارگاه دارای وسائل گرم کننده و خشک کننده در محیط کار است (بخاری - کولر).	بله ☐ خیر ☐	
۶	کارگاه دارای روشنایی مناسب طبیعی (پنجره) و مصنوعی (لامپ) در محیط کار است.	بله ☐ خیر ☐	
۷	کارگاه دارای سرویس بهداشتی و متناسب با تعداد کارگران در محیط کار می‌باشد (دستشویی - توالت و حتی الامکان حمام).	بله ☐ خیر ☐	
۸	کارگاه دارای محلی جهت ارائه کمکهای اولیه و خدمات بهداشتی اولیه با لوازم کفی می‌باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۹	کارگاه دارای لیفتراک و جراثقال سقفی در صورتیکه حمل و نقل بارستگین در کارگاه انجام می‌گردد می‌باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۱۰	کارگاه دارای محلی جهت غذا خوردن و آب سردکن جهت استفاده کارگران می‌باشد.	بله ☐ خیر ☐	
۱۱	وسایل اطفاء حریق و کمکهای اولیه در کارگاه موجود است.	بله ☐ خیر ☐	
۱۲	وسایل حفاظت فردی کارگران متناسب با نوع کار تامین شده است.	بله ☐ خیر ☐	
آدرس کارگاه: محل امضاء کارفرما:			
توضیحات و اعلام نظریه نهائی توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای: تاریخ و محل امضاء کارشناس بهداشت حرفه‌ای:			

فصل هشتم

پیوست‌ها و مراجع

پیوست ها و مراجع

پیوست الف مقررات محیط کار ریخته‌گری OSHA

پیوست حاضر فهرستی از مجموعه مقررات OSHA، که به محیط کار ریخته‌گری مربوط می‌شود را ارائه می‌کند. مجموعه مقررات تدوین شده توسط اداره ایمنی و سلامت شغلی ایالات متحده آمریکا OSHA برای صنایع ایالت‌های آمریکا ابلاغ شده است. با این وجود، محتوای این مقررات، اطلاعات و داده‌های مفیدی برای صنایع و کارخانه‌های دیگر دارد. مقررات^۱ OSHA که به کارخانه‌های ریخته‌گری مربوط می‌شوند.

Part	Subpart	Section	Title	Description
29 CFR		1904.0 - 1904.46	Injury and Illness Reporting	Now most companies must submit their reports to OSHA electronically. Most recently changed in 2017. (Check out exemptions)
OSHA Act of 1970		5(a)(1)	General Duty Clause	All employers must provide a place of employment that is free from recognized hazards that are causing or are likely to cause death or serious physical harm to employee. This is a catch all category OSHA can use when a specific set of regulations does not exist, such as for: heat, ergonomics, lifting heavy objects, etc.
29 CFR	1910 vs 1926			1910 regulations apply to General Industries including Foundries. 1926 applies to construction work. When Foundry employees perform Construction activities, the Construction standards may apply.
29 CFR	D		Walking Working Surfaces	Protects employees while working at heights, from slips, trips and falls, holes in the walking surface, etc.
		1910.230	Ladders	
		1910.240	Manhole bolts and steps	
		1910.250	Stairways	Design of steps, railings, toeboards, etc.
		1910.260	Dockboards	Safe use of transitions from dock to trucks
		1910.270	Scaffolding	
		1910.280	Fall Protection and Falling Objects	Use of rails, harness, teather, anchor point, setbacks, flags and tool fastners
		1910.300	Training	Training required for this section
	E		Exit Routes and Emergency Planning	
		1910.350	Alternate Exit Routes	
		1910.360	Design of Exit Routes	
		1910.370	Maintaining Safegourds an Operating Features of Exit Routes	
		1910.380	Emergency Action Plans	Written plan
		1910.390	Fire Prevention Plans	Written plan
	F	1910.66 to .68	Manlifts of all Types	Scissor lifts, cherry pickers, articulated arms
	G	1910.940	Ventilation	
		1910.950	Occupational Noise Exposure	Hearing Protection Monitoring Program for work areas with 80 decibels or more. Impliment Plan at 85 decibels = Action Level Annual hearing test for employees in loud areas - > 85dB on an 8 hour TWA. Baseline hearing test for Ees w/in 6 mos. of hire.
		1910.970	Non-Ionizing Radiation	Electromagnetic, radio and micro waves
	H		Hazardous Materials	
		1910.101	Compressed Gas	
		1910.102	Acetylene	
		1910.103	Hydrogen	
		1910.104	Oxygen	
		1910.105	Nitrous oxide	
		1910.106	Flammable Liquids	
		1910.107	Spray Paint/Finish	Flammable or combustibile material
		1910.120	Hazardous Waste Operations and Emergency Response	HAZWOPER
		.122 - .126	Dipping and Coatings Operations	

Part	Subpart	Section	Title	Description
	I		Personal Protective Equipment	What gear to provide to employees to protect them from hazards in the workplace.
		1910.132	General requirements	
		1910.133	Eyes and Face	Safety glasses, goggles, faceshields
		1910.134	Respiratory Protection	Facemasks, filtering facepieces, cartridges, pre-filters and respirators, air-supplied hoods and tanks, escape packs
		1910.135	Head Protection	Hardhats and bump caps
		1910.136	Foot Protection	Shoes and boots with toe guards, metatarsal guards, puncture resistant soles, electrical protection, and designs for quick removal for metalcasters working with molten metal
		1910.137	Electrical Protective equipment	
		1910.138	Hand Protection	Gloves
		1910.140	Personal Fall Protection Systems	Working 4 ft. or more above the floor or ground (Ladders are different)
			Appendices	
			App. A	Non-Mandatory References for Further Information (BLS Statistics Eye, Face, Head, Foot, etc.)
			App. B	Non-Mandatory Compliance Guidelines for Hazard Assessment and PPE Selection
			App. C	Nonmandatory Personal Fall Protection Systems Guidelines
				Nonmandatory Test Methods and Procedures for Personal Fall Protection Systems
		1910.950	Occupational Noise Exposure	Annual hearing test for employees in loud areas - > 85dB on an 8 hour TWA. Baseline hearing test for Ees w/in 6 mos. of hire.
		1910.970	Non-ionizing Radiation	Electromagnetic, radio and micro waves
		1910.144	Safety color code for marking physical hazards	
		1910.145	Accident Prevention signs and tags	
		1910.146	Permit-required Confined Space	
		1910.147	Control of Hazardous Energy	LockOut/TagOut/Test Out (LOTO)
	K	1910.151	Medical Services and First Aid	First Aid training, First Aid Kits, Eye Wash Stations for corrosive materials (acids, alkalis, high or low pH)
	L		Fire Protection	
		1910.156	Fire brigades	Train employees to respond to fire
		1910.157	Portable Fire Extinguishers	Portable
		1910.158	Standpipe and hose Extinguishers	Permanent
		1910.159	Automatic Sprinkler Systems	
		1910.160 - 163	Fixed Extinguishing Systems	
		1910.164	Fire Detection Systems	
		1910.165	Employee Alarm Systems	
	M	1910.166-169	Compressed Gase and Compressed Air Equipment	
	N		Materials Handling and Storage	
		1910.176	General	
		1910.178	Powered Industrial Trucks (PITs)	Forklifts
		1910.179	Overhead and Gantry Cranes	Must be load tested annually- document

Part	Subpart	Section	Title	Description
				Also inspect chains, anchor points, hooks, slings, and all other components.
		1910.180	Crawler Locomotive and Truck Cranes	
		1910.181	Derricks	
		1910.183	Helicopters	
		1910.184	Slings	
	O		Machinery and Machine Guards	
		1910.215	Abrasive Wheel Machinery	Grinding wheels- before each shift confirm space between wheel and work platform.
		1910.217	Mechanical Power Press	
		1910.218	Forging Machines	
		1910.219	Mechanical Power-Transmission	
	P		Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment	
		1910.242	Hand and Portable Powered Tools and Other Hand-Held Equipment	
		1910.243	Guarding of Portable Powered Tools	
		1910.244	Other Portable Tools & Equipment	
	Q		Welding, Cutting and Brazing	
		1910.251	Definitions	
		1910.252	General Requirements	
		1910.253	Oxygen-Fuel Gas Welding and Cutting	
		1910.254	Arc Welding and Cutting	
		1910.255	Resistance Welding	
	R	NA	Special Industries	
	S	.301 - .330	Electrical	Electric systems, wiring design, methods, components, installations, hazardous locations, training, work practices
		1910.335	Safeguards for Personnel Protection	
	T	NA	Commercial Diving Operations	
	Z		Toxic and Hazardous Substances	
		1910.1000	Air Contaminants	
		1910.1001	Asbestos	
		1910.1030	13 Carcinogens	
		1910.1017	Vinyl chloride	
		1910.1020	Access to employee exposure and medical records	
		1910.1025	Lead	
		1910.1026	Chromium (VI)	
		1910.1027	Cadmium	
		1910.1028	Benzene	
		1910.1029	Coke oven emissions	
		1910.1030	Bloodborne Pathogens	
		1910.1045	Acrylonitrile	
		1910.1048	Formaldehyde	
		1910.1053	Respirable Crystalline Silica	
		1910.1096	Ionizing Radiation	
		1910.1200	Hazard Communication	HAZCOM- Safety Data Sheets- Globally Harmonized System (GHS) Training
		1910.1201	Retention of DOT markings, placards and labels	Most trucking companies provide these, BUT legally the shipper is responsible
		1910.145	Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories	Written Lab Safety Program

پیوست ب مواد شیمیایی در ریخته‌گری

مواد شیمیایی رایج در کارخانه‌های ریخته‌گری، محل / فرآیند کاربرد یا تولید آنها و مخاطرات ایمنی و سلامت که ممکن است ایجاد کنند.

مواد شیمیایی	کاربرد / فرآیند	مخاطرات
اسیدها	به عنوان خنثی کننده آمین‌ها به کار می‌روند و در گازشویی متصاعدمی شوند. به عنوان کاتالیزور در برخی چسب‌های ماسه به کار می‌روند.	ناراحتی‌های پوست، چشم و تنفس
آکرولین Acrolein	محصول واکنش ماهیچه‌گیری و در اجاق‌های پخت ماهیچه آزاد می‌شود. در هنگام بارریزی و قالب‌تکانی در جاهایی که ماهیچه روغنی بکار می‌رود آزاد می‌شود.	ناراحتی چشم، بینی و گلو، اشک چشم (lachrymation)، ترشح ریه (pulmonary oedema)
اکسید آلومینیم aluminum oxide	ذوب و بارریزی آلیاژهای آلومینیم هنگام استفاده آلومینیم به عنوان اکسیژن‌زدا در مذاب فولاد نیز تولید می‌شود.	ناراحتی تنفسی، می‌تواند باعث فیبروز ریه شود pulmonary fibrosis نارسایی عصب‌های حسی (peripheral neuropathy) دوده‌اش باعث اختلال شناختی cognitive impairment می‌شود
آمونیاک Ammonia	ماهیچه‌سازی محصول تجزیه چسب‌هایی که نیتروژن دارند.	Eyes and respiratory tract irritation which can be severe. High concentrations may result in chronic lung disease and eye damage. Skin contact can result in burns, blistering and permanent scarring
آنتیمون Antimony	در ذوب آلیاژهای برنج و آلیاژهای سرب بکار می‌رود	Respiratory, skin and eye irritant. May cause dermatitis. Ingestion may cause severe irritation of lining of stomach and intestines. Inhalation may cause systemic poisoning with symptoms including abdominal pain, nausea, dizziness and dry throat. Chronic Exposure: liver and kidney abnormalities or pneumonitis may result from chronic antimony exposure

مواد شیمیایی	کاربرد / فرآیند	مخاطرات
بنزن Benzene	به عنوان حلال در شستن ماهیچه بکار می رود.	Long term exposure can damage the bone marrow and lead to leukaemia. A known human carcinogen (Carc \A). Chronic exposures may result in convulsions and ventricular fibrillation. Acute exposures may result in central nervous system (CNS) depressions marked by dizziness, headache, nausea, loss of coordination, confusion.
بریلیم Beryllium	در آلیاژهای مس بکار می رود و در هنگام ذوب و بارریزی متصاعد می شود	\B) lung Presumed human carcinogen (Carc cancer. Skin sensitiser
کادمیم Cadmium	ریخته گری آلیاژهای کادمیم	\B), may Presumed human carcinogen (Carc cause kidney damage, suspected mutagen and human reproductive toxin. Acute exposures may cause nose and throat irritation. At high levels of exposure, after a delay of several hours a person may experience symptoms including a cough and chest pains, and death may result.
کربن Carbon	گرافیت	.Respiratory and eye sensitisation
دی اکسید کربن Carbon dioxide	از اجاق ماهیچه گیری منتشر می شود. در هنگام ذوب و بارریزی و جوشکاری تولید می شود.	Asphyxiant, may contribute to oxygen deficiency if in excessive concentrations
مونواکسید کربن Carbon monoxide	در هنگام ذوب و بارریزی، و نیز در پیرولیز ترکیبات آهنی کربن دار منتشر می شود. محصول تجزیه واکنش های ماهیچه گیری است.	Chemical asphyxiant interferes with oxygen carrying capacity of blood which may lead to anoxia. This can give rise to headaches, irregular heartbeat, dizziness, drowsiness, nausea, vomiting, loss of co-ordination, loss of consciousness or death

مواد شیمیایی	کاربرد/فرایند	مخاطرات
کلر Chlorine	به عنوان گاز زدا در آلیاژهای غیر آهنی به کار می‌رود.	Severe eye, nose and throat irritation, pulmonary oedema and congestion. It can aggravate bronchitis or asthma. Acute exposures may cause asphyxia
کروم ۳ Chromium III	در جوشکاری، برش شعله‌ای و سنگ‌زنی قطعات ریختگی منتشر می‌شود.	Skin and eye sensitisation. Presumed human (B) carcinogen (Carc
کروم ۶ Chromium VI	ذوب، بارریزی و سنگ‌زنی فولادهای کم آلیاژ و زنگ‌نزن و آلیاژهای کروم. مواد تشکیل‌دهنده ماسه‌های کرومیتی	(B). Presumed human lung carcinogen (Carc Chromium (VI) trioxide is a known human (A) carcinogen (Carc
کبالت Cobalt	ذوب، بارریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای مس	.Acute respiratory irritation, metal fume fever
سیکلو هگزان Cyclohexane	در تولید ماهیچه قالب به کار می‌رود.	Acute inhalation can cause headache, nausea, dizziness, drowsiness and confusion. In very high concentrations, unconsciousness and death can result
دی متیل آمین Dimethylamine (DMEA)	کاتالیزور ماهیچه‌گیری به روش جعبه سرد است.	Skin irritation, corneal oedema, 'halovision', contact dermatitis
دی ایزوسانات دی فنیل متان Diphenylmethane diisocyanate (MDI)	ترکیب چسب ساز است که در چسب‌های اورتان urethane بکار می‌رود	Eye, respiratory tract and skin irritation, bronchitis, nausea, vomiting, abdominal pain, occupational asthma. Suspected human (2) carcinogen (Carc
فرمالدئید Formaldehyde	ماده تشکیل‌دهنده چسب‌های رزینی مختلف است. بخار آن در پی تجزیه مواد چسب در مکان قالب‌گیری، بارریزی و قالب‌تکانی منتشر می‌شود.	Strong irritant and sensitiser to skin causing tingling, drying and reddening of skin, eyes and respiratory tract, pulmonary oedema, bronchitis, contact dermatitis. Long term exposure through inhalation causes irritation of mucous membranes and the upper respiratory tract. Long term skin contact can cause allergy. A presumed human (B) carcinogen (Carc

مواد شیمیایی	کاربرد/فرآیند	مخاطرات
الکل فورفوریل Furfuryl alcohol	ماده افزودنی رزین های اوره-فرمالدئید و جزء تشکیل دهنده رزین های فوران است.	Lacrimation of eyes, bronchitis, allergic contact dermatitis. Suspected human carcinogen (Carc ۲).
کلرید هیدروژن Hydrogen chloride	دوده ای است که هنگام گاززدایی یا فلاکس زنی آلیاژهای غیر آهنی تولید می شود.	Respiratory irritation, burns.
سیانید هیدروژن Hydrogen cyanide	محصول تجزیه چسب های دارای نیتروژن است.	Short term inhalation causes weakness, headache, dizziness, confusion, anxiety, nausea and death at high concentrations. Long term exposures cause a persistent runny nose weakness, giddiness, headache, nausea, abdominal pain, vomiting, throat irritation, changes in taste and smell, muscle cramps, weight loss, flushing of the face and enlargement of the thyroid gland.
سولفید هیدروژن Hydrogen sulphide	هنگام سرد کردن سرباره با آب منتشر می شود. محصول تجزیه برخی چسب ها و کاتالیزورها در هنگام بارریزی است.	Eye and respiratory irritation, nervous system changes, respiratory paralysis.
اکسید آهن (بخار) Iron oxide (fume)	ذوب، بارریزی و سنگ زنی آهن و فولاد	Pulmonary irritation.
سرب (بخار) Lead (fume)	عنصر آلیاژی در آلیاژهای مس در هنگام ذوب، بارریزی و سنگ زنی آلیاژهای سرب و آهن و فولاد منتشر می شود.	Kidney, blood, gastrointestinal and nervous system changes.
اکسید منیزیم (بخار) Magnesium oxide (fume)	ذوب و بارریزی چدن های نشکن یا کروی و آلیاژهای منیزیم. نسوزهای منیزیتی	Metal fume fever, for example fever, fatigue, aches, metallic taste in mouth

مواد شیمیایی	کاربرد/فرآیند	مخاطرات
منگنز Manganese	جوشکاری و کنده کاری قوس و هوا فولادهای منگن‌دار	Neurological disorders involving the central nervous systems including apathy, anorexia, sleepiness, leg weakness, mental excitement, uncontrolled laughter, speech disturbance, muscular rigidity or spastic gait
متان Methane	هنگام بارریزی و از کوره‌ها و اجاق‌ها منتشر می‌شود.	Asphyxiant, unconsciousness and death
متیل فرمات Methyl formate	نوعی چسب ماسه شیمیایی است.	Inhalation may cause irritation to nasal passages and conjunctiva, optic neuritis, narcosis, retching and death from pulmonary irritation
سولفید/تری اکسید مولیبدن Molybdenum sulphide/trioxide	در هنگام ذوب و بارریزی در فولادهای مولیبدن دار	eye and (2) Suspected human carcinogen (Carc respiratory irritation
اکسید نیکل Nickel oxide	ذوب، بارریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای نیکل و فولادهای زنگ‌نزن	Dermatitis, skin sensitiser, known human carcinogen (Carc (A), lung and nasal cancers
نیتروژن Nitrogen	از کوره‌ها منتشر می‌شود.	Oxygen deficiency, asphyxiant
دی اکسید نیتروژن Nitrogen dioxide	در جوشکاری برقی و کنده کاری قوس و هوا تولید می‌شود.	Respiratory effects, lung oedema
اوزن Ozone	در جوشکاری برقی و کنده کاری قوس و هوا تولید می‌شود.	Respiratory effects, lung oedema
فنول Phenol	ماده تشکیل دهنده چسب و محصول تجزیه چسب.	Short term contact with skin, eye or mucous membranes leads to numbness or slight tingling, then burns, blisters, permanent skin damage and gangrene, damage to the mouth, throat and stomach, internal bleeding, vomiting, diarrhoea and decreased blood pressure. Shock, collapse, coma and death may result from acute serious exposures. A presumed human carcinogen (Carc (B) – skin cancer

مواد شیمیایی	کاربرد / فرآیند	مخاطرات
اسید فسفریک Phosphoric acid	کاتالیزور رزین فوران است.	Eye, skin and respiratory tract irritation, dermatitis
هیدروکربن آروماتیک پلی سیکلیک Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's)	در پیرولیز ترکیبات ارگانیک تولید می شود. محصول تجزیه مواد در بارریزی در ماسه و در ذوب با کوره است.	Associated with lung cancer, skin erythema and sensitisation to ultra violet radiation. Benzo[a]pyrene, benzo[a]anthracene and dibenzo[a, h]anthracene. Presumed human carcinogens (Carc. \B).
سیلیس (کوارتز) Silica (quartz)	در غبار منتشر شده هنگام قالب گیری، ماهیچه سازی، قالب تکانی، فرآیند بازسازی ماسه، پاشش های سایشی قطعات ریختگی هست. از برخی قالب ها متصاعد می شود. در آستری نسوز کوره ها بکار می رود	Chronic lung disease, silicosis
اسید سولفوریک Sulphuric acid	در ساخت رزین های فوران برای چسب ماسه استفاده می شود.	Severely corrosive to skin, eyes and respiratory tract. Permanent scarring and blindness can result from serious exposures. Less serious exposures can result in difficulty in swallowing, intense thirst, coughing and shortness of breath
دی اکسید گوگرد Sulphur dioxide	کاتالیزور چسب ماهیچه گیری جعبه سرد است. از کوره ها و آلیاژهای منیزیم منتشر می شود. محصول شکسته شدن اسید سولفونیک تولون و اسید سولفونیک بنزن بکار رفته در کاتالیزورها است.	Eye and respiratory irritation, chronic bronchitis, asphyxia
هگزا فلوراید گوگرد Sulphur hexafluoride	گاز محافظ در ریخته گری منیزیم است. در عملیات کیفی مذاب آلومینیم پیش از بارریزی به کار می رود.	Asphyxiant, may contribute to oxygen deficiency if in excessive concentrations
تولون Toluene	حلالی است که در هنگام ماهیچه شویی به کار می رود. محصول تجزیه مواد قالب است. حلال رزین های پلی اورتان است.	Short term low level exposures can result in dermatitis, CNS depression, eye, skin and respiratory tract and mucous membrane irritation

مواد شیمیایی	کاربرد/فرآیند	مخاطرات
تری اتیل آمین Triethylamine	کاتالیزوری است که در چسب ماهیچه جعبه سرد به کار می‌رود.	Irritation, oedema, chemical sensitization
غبار چوب (سخت) Wood dusts (hardwoods)	در مدل‌سازی منتشر می‌شود.	Alteration to structure of mucous membrane linings. Known human carcinogen, nasal cancer, respiratory sensitisation and asthma
غبار چوب (نرم) Wood dusts (softwoods)	در مدل‌سازی منتشر می‌شود.	Potential human carcinogen, nasal cancer. Allergic reactions, skin sensitisation, occupational asthma
زایلن Xylene	حلالی است که در ماهیچه شویی به کار می‌رود. محصول تجزیه مواد قالب است.	Irritation, CNS depression, liver and kidney damage, pulmonary oedema
اکسید روی (بخار) Zinc oxide ((fume	ذوب، بارریزی و سنگ‌زنی آلیاژهای روی (زاماک)، فلزات گالوانیزه و آلیاژهای برنج	.Dermatitis, metal fume fever

● مراجع:

مراجع فصل اول

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی)، شورای عالی حفاظت فنی، IR-
MCLS, ۱۳۹۳, <http://dastour.ir/brows/?lid,۳۶۰۷۶۵>.
۲. Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

مراجع فصل دوم

۱. R.F. Tylecote, A History of Metallurgy. British Corrosion Journal. Vol. ۱۲. ۱۹۷۷: Taylor & Francis. ۱۴۰-۱۳۷.
۲. ASM, ASM Handbook Vol. ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. ۲۰۰۸. ۱۵, USA: ASM International.
۳. T.V.R. Rao, Metal Casting: Principles And Practice. ۲۰۰۷, New Delhi: New Age International.
۴. suomivalimo. Foundry Process. ۲۰۲۰; Available from: <https://www.suomivalimo.fi/about-us/foundry-process/>.
۵. W.R. Nyemba, et al., Process Flow Modelling and Optimization of a Foundry Layout in Zimbabwe using Simulation, in International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM). ۲۰۱۷, IEOM Society International: Bristol, UK. p. ۳۰۳-۲۹۲.
۶. ASM HANDBOOK – VOLUME ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. ۱۵. ۱۹۹۸, USA: ASM International.
۷. J.R. Brown, Foseco Ferrous Foundryman's Handbook. ۱۱ ed. ۲۰۰۰, Oxford: Butterworth-Heinemann.
۸. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.
۹. A. Kaye and A. Street, Die Casting Metallurgy. ۱۹۸۲: Butterworth-Heinemann. ۹-۱.
۱۰. P.C. Rosenthal, Richard W. Heine, and C.R. Loper, PRINCIPLES OF METAL CASTING – SECONDE EDITION. ۲ ed. ۱۹۶۷: McGraw-Hill.

۱۱. Casting Design and Performance. ۲۰۰۹, USA: ASM International.
۱۲. J. Campbell, Complete Casting Handbook (Second Edition). ۲ ed, ed. J. Campbell. ۲۰۱۵, Boston: Butterworth-Heinemann.
۱۳. Founding – Patterns, pattern equipment and core boxes for the production of sand moulds and sand cores, European Standards, EN, ۲۰۰۰.
۱۴. W. Kurz and D.J. Fisher, Fundamentals of Solidification. ۳rd revised ed. ۱۹۹۲, Switzerland: Trans Tech Publication Ltd.
۱۵. Y. Han, et al., Comparison of Transverse Uniform and Non-Uniform Secondary Cooling Strategies on Heat Transfer and Solidification Structure of Continuous-Casting Billet. ۵)۹.۲۰۱۹): p. ۵۴۳.
- ۱۳۸۷, تهران: انتشارات دانشگاه علم. ۱۶ ed. ج. حجازی, انجماد و اصول متالورژیکی ریخته‌گری. ۷۰ صنعت ایران.
۱۷. E. Worrell and M.A. Reuter, Handbook of Recycling. ۲۰۱۴, Boston: Elsevier. iii.
۱۸. J. Swamy. British Molding Machine Line – Southern Ductile Casting Company, Bessemer Foundry, ۲۲۱۷ Carolina Avenue, Bessemer, Jefferson County, AL HAER ALA, -۳۷BES, -۵ (sheet ۷ of ۱۹۹۵. (۹; Available from: <https://www.loc.gov/pictures/item/al1178.sheet.0007a/>.
۱۹. V.R. Gandhewar, S.V. Bansod, and A. B. Borade, Induction Furnace – A Review. International Journal of Engineering and Technology, ۴)۳. ۲۰۱۱): p. -۲۷۷ ۲۸۴.
۲۰. B. Dhiman and O. Bhatia, Oil Fired Furnace and Induction Furnace: A Review. ۶. ۲۰۱۵.
۲۱. ج. حجازی, شمش ریزی. ۱۳۴۵, تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران
۲۲. W.R. IRVING, Continuous Casting of Steel. ۱۹۹۳, London: The Institute of Materials.
۲۳. D.G. Eskin, Physical Metallurgy of Direct Chill Casting of Aluminum Alloys. ۲۰۰۸: Taylor & Francis Group.
۲۴. Z. Kwak, et al., Correlation between mechanical properties of selected Vxxx series aluminum alloys obtained by semi-continuous casting. Metallurgy

and Foundry Engineering, ۴۲. ۲۰۱۶: p. ۷۸-۶۹.

۲۵. B. Cantor and K. O'Reilly, Solidification and Casting. ۲۰۰۳, London: IOP Publishing.

۲۶. R. Wilson, Practical Approach to Continuous Casting of Copper-Based Alloys and Precious Metals. ۲۰۰۰, UK: Cambridge University Press.

مراجع فصل سوم

۱. IR-MEDU, الزامات محیط کار. ۴. ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران،

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی فنی و حرفه‌ای و کار دانش، وزارت آموزش و پرورش.

۲. Occupational health and safety management systems — Guide, British Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

۳. راهنمای بهداشت حرفه‌ای در ریخته‌گری، مرکز سلامت و محیط کار، IR-IER، ۱۳۹۱.

۴. BS EN ISO ۱۲۱۰۰:۲۰۱۰ Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction, ISO, I. ۲۰۱۰, ۱۲۱۰۰.

۵. E.A.f.S.a.H. atWork, Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. EUROPEAN RISK OBSERVATORY REPORT, ed. E. Brun and M. Milczarek. ۲۰۰۷, Belgium: European Agency for Safety and Health atWork.

۶. J. Stranks, The Manager's Guide to Health & Safety at Work. ۸th ed. ۲۰۰۶, UK: Kogan Page Limited.

۷. Safety and health in the non-ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۸. Code of practice on safety and health in the iron and steel industry, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۵.

۹. Z. Shen, et al., Study on large-scale steam explosion of molten aluminum and water. Process Safety Progress, ۲۰۲۰. n/a(n/a): p. e۱۲۱۴۹.

۱۰. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۱۱. S. Yazdanirad, et al., Identification, classification, and prioritization of effective factors in producing thermal strain in men at workplaces using fuzzy

AHP technique. Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine, .۲۰۲۰ (۲۴): p. ۱۱۳-۱۰۶.

۱۲. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۱۳. BS EN ISO ۱۴۰۰۱ Environmental management systems – Requirements with guidance for use, BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۵, ۱۴۰۰۱.

۱۴. OSHA ۰۵-۳۳۴۸ Guidance for the Identification and Control of Safety and Health Hazards in Metal Scrap Recycling, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, O. ۲۰۰۸, ۰۵-۳۳۴۸.

۱۵. I. Corp., Induction Heating and Melting Safety Fundamental Guide that Might Save Your Life. ۲۰۰۶: Inductotherm Corp. .

۱۶. P. Satre. Control of Slag and Insoluble Buildup in Ladles , Melting and Pressure Pour Furnaces. ۲۰۰۴.

۱۷. SG/۳۲ SAFETY GUIDELINES FOR IRON & STEEL SECTOR, STEEL MAKING-Route -ELECTRIC ARC FURNACE (EAF), MINISTRY OF STEEL, Gov. of India, G.o.I. MINISTRY OF STEEL, ۲۰۰۶.

۱۸. A. Faizullin, et al., Use of Deep Learning for Sticker Detection During Continuous Casting. ۲۰۱۸: p. ۶-۱.

۱۹. ASM, ASM Handbook Vol. ۱۵ Casting. ASM Handbook. Vol. ۲۰۰۸. ۱۵, USA: ASM International.

۲۰. IR-MEDU, تکمیل کاری قطعات فلزی. ۳ ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشر کتاب های

درسی ایران، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی فنی و حرفه ای و کاردانش، وزارت آموزش و پرورش.

۲۱. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, <https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm>, HSE, ۲۰۰۵, <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made>.

مراجع فصل چهارم

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی)، شورای عالی حفاظت فنی، IR-

۳۶۰۷۶۵=<http://dastour.ir/brows/?lid=۱۳۹۳>, MCLS

۲. DIN EN ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery – Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel, EUROPEAN STANDARD, D.E.

۲۰۱۹, ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹.

۳. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۴. راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری, مرکز سلامت و محیط کار, IR-IER, ۱۳۹۱.

۵. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۶. BS EN ISO ۱۲۱۰۰:۲۰۱۰ Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction, ISO, I. ۲۰۱۰, ۱۲۱۰۰.

۷. M. Kova-ii-i, et al., Comprehensive electric arc furnace electric energy consumption modeling: A pilot study. Energies, ۱۱(۱۲. ۲۰۱۹): p. ۲۱۴۲.

۸. آیین نامه ایمنی ماشین های لیفتراک, شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۸۷.
۹. IR-MEDU, تکمیل کاری قطعات فلزی. ۳ ed. ۱۳۹۸, ایران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران, سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی فنی و حرفه ای و کار دانش, وزارت آموزش و پرورش.

۱۰. آیین نامه حفاظتی ماشین های سنگ زنی, شورای عالی حفاظت فنی, IR-MCLS, ۱۳۹۷.

۱۱. ISO ۳۸۷۳:۱۹۷۷ Industrial Safety Helmets, ISO/TC ۹۴ Personal safety -- Personal protective equipment, I. ۱۹۷۷, ۳۸۷۳.

۱۲. BS EN +۳۹۷:۲۰۱۲ A۱:۲۰۱۲ Industrial safety helmets, B.E. ۲۰۱۲, ۳۹۷.

۱۳. ANSI/ISEA Z۲۰۱۴-۸۹/۱ American National Standard for Industrial Head Protection, ANSI, A.I. Z۲۰۱۴, ۲۰۱۴-۸۹/۱.

۱۴. Occupational protective gloves, Part ۱: Selection, use and maintenance, AS/NZS, ۲۰۱۶.

۱۵. BS EN ISO ۲۰۳۴۵:۲۰۱۱ Personal protective equipment — Safety footwear, Published by BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۴, ۲۰۳۴۵:۲۰۱۱.

۱۶. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, <https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm>, HSE, ۲۰۰۵, <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made>.

مراجع فصل پنجم

۱. A. Cuellar, Occupational health and safety in the smelting and foundry industries in Mexico. American Journal of Industrial Medicine, ۴(۳)۱. ۱۹۸۰): p. ۲۶۳-۲۶۱.

۲. T. Schorn, A Roadmap For Improving Foundry Industry Safety. Modern Casting, ۲۰۱۹. Dec ۲۰۱۹.

۳. س.ح. الست، گزارش کارشناسی حادثه انفجار کوره در شهرک صنعتی سلفچگان، ۱۳۹۹، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی: تهران. ۲۲. p.

۴. ISO ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E) Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use, I. ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E), ۲۰۱۸.

۵. ISO ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery — Fire Prevention and fire protection, ISO, I. ۲۰۱۹, ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹.

۶. I.-F.M.o.S. Development, Explosion during a cupola drop inside a foundry. ۲۰۰۶, French Ministry of Sustainable Development France.

مراجع فصل ششم

۱. SWA, Guide To Managing Risks Associated With Foundry Work. ۲۰۱۳: Safe Work Australia.

۲. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته‌گری (قطعه ریزی و لوله ریزی)، شورای عالی حفاظت فنی، IR-MCLS, ۱۳۹۳, <http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵>.

۳. Safety and health in the non-ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۴. BS EN ISO ۱۴۰۰۱ Environmental management systems – Requirements with guidance for use, BSI Standards Limited, B.E.I. ۲۰۱۵, ۱۴۰۰۱.

۵. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.

۶. آیین نامه جدید مشاغل سخت و زیان آور، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، IR-MCLS, ۱۳۸۶, <https://www.mcls.gov.ir/fa/law>. ۱۲۲۶/.

۷. E. Stefana, et al., A Review of Energy and Environmental Management Practices in Cast Iron Foundries to Increase Sustainability. Sustainability, ۲۰۱۹ (۱۱)(۲۴).

۸. M. Jafari, et al., Relationship between risk perception and occupational accidents: a study among foundry workers. Journal of the Egyptian Public Health Association, ۹۴. ۲۰۱۹: p. ۲۴.

۹. Occupational health and safety management systems — Guide, British

Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.

مراجع فصل هفتم

۱. آیین نامه ایمنی در صنایع ریخته گری (قطعه ریزی و لوله ریزی), شورای عالی حفاظت فنی, IR-
MCLS, ۱۳۹۳, <http://dastour.ir/brows/?lid=۳۶۰۷۶۵>.
۲. راهنمای بهداشت حرفه ای در ریخته گری, مرکز سلامت و محیط کار, IR-IER, ۱۳۹۱.
۳. INSO ۱۷۰۶۳-۱:۲۰۲۰ کوره های صنعتی و تجهیزات فرآیندی وابسته - ایمنی - قسمت ۱: الزامات
عمومی, Iranian National Standardization Organization, I, ۱۷۰۶۳-۱:۲۰۲۰, ۲۰۲۰.
۴. B. Beeley, Foundry Technology. ۲۰۰۱, India: Butterworth-Heinemann.
۵. آیین نامه ایمنی کار با دستگاه های ریخته گری تحت فشار (دایکست), شورای عالی حفاظت فنی,
IR-MCLS, ۱۳۹۷, <http://dastour.ir/brows/?lid=۴۱۹۴۵۳>.
۶. Control of Substances Hazardous to Health ۲۰۰۲ (COSHH). ۲۰۰۲; Available
from: <https://www.hse.gov.uk/nanotechnology/coshh.htm>.
۷. Control of Noise at Work Regulations ۲۰۰۵, <https://www.hse.gov.uk/noise/regulations.htm>, HSE, ۲۰۰۵, <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/۱۶۴۳/۲۰۰۵/contents/made>.
۸. ISO ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E) Occupational health and safety management systems -
Requirements with guidance for use, I. ۴۵۰۰۱:۲۰۱۸(E), ۲۰۱۸.
۹. Occupational health and safety management systems — Guide, British
Standards Institution, B.S. Institution, ۲۰۰۴.
۱۰. S. Sorrell, The meaning of BATNEEC: interpreting excessive costs in UK
industrial pollution regulation. Journal of Environmental Policy & Planning, ۲۰۰۲
(۱۴): p. ۲۳-۴۰.
۱۱. INSO ۱۷۰۶۳-۳:۲۰۱۸ کوره های صنعتی و فرآیندی وابسته - ایمنی - قسمت ۳: تولید و استفاده
از گازهای جوی محافظ و واکنش پذیر, Iranian National Standardization Organization, I, ۱۷۰۶۳-۳:۲۰۱۸, ۲۰۱۸.
۱۲. INSO ۱۷۰۶۳-۴:۲۰۱۵ کوره های صنعتی و فرآیندی وابسته - ایمنی - قسمت ۴: ایمنی, Iranian
National Standardization Organization, I, ۱۷۰۶۳-۴:۲۰۱۵, ۲۰۱۵.
۱۳. ASTM E۱۹ - ۲۳۴۹ Standard Practice for Safety Requirements in Metal
Casting Operations: Sand Preparation, Molding, and Core Making; Melting and
Pouring; and Cleaning and Finishing, A.E.-. ۲۰۱۹, ۱۹.

۱۴. Code of practice on safety and health in the iron and steel industry, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۵.

۱۵. SG/۳۲ SAFETY GUIDELINES FOR IRON & STEEL SECTOR, STEEL MAKING-Route -ELECTRIC ARC FURNACE (EAF), MINISTRY OF STEEL, Gov. of India, G.o.I. MINISTRY OF STEEL, ۲۰۰۶.

۱۶. Safety and health in the non-ferrous metals industries, International Labour Office, ILO, ۲۰۰۳.

۱۷. ISO ۷۰۱۰:۲۰۲۰ Graphical symbols Safety colours and safety signs Registered safety signs (ISO ۷۰۱۰:۲۰۱۹); German and English version, DIN, D.E.I. ۲۰۲۰, ۷۰۱۰.

۱۸. OSHA ۰۵-۳۳۴۸ Guidance for the Identification and Control of Safety and Health Hazards in Metal Scrap Recycling, Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, O. ۲۰۰۸, ۰۵-۳۳۴۸.

۱۹. DIN EN ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery - Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel, EUROPEAN STANDARD, D.E. ۲۰۱۹, ۱۴۷۵۳:۲۰۱۹.

۲۰. DIN EN ۲-۷۴۶ Industrial thermoprocessing equipment - Part ۲: Safety requirements for combustion and fuel handling systems, EUROPEAN STANDARD, D.E. ۲۰۲۰, ۲-۷۴۶.

۲۱. ISO ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹ Safety of machinery — Fire Prevention and fire protection, ISO, I. ۲۰۱۹, ۱۹۳۵۳:۲۰۱۹.

۲۲. BS EN ISO ۱:۲۰۱۷-۲۰۳۴۹ Personal protective equipment — Footwear protecting against risks in foundries and welding — Part ۱: Requirements and test methods for protection against risks in foundries, ISO, B.E.I. ۲۰۱۷, ۱:۲۰۱۷-۲۰۳۴۹.

۲۳. BS EN ISO ۲:۲۰۱۷-۲۰۳۴۹ Personal protective equipment — Footwear protecting against risks in foundries and welding — Part ۲: Requirements and test methods for

۲۴. protection against risks in welding

۲۵. and allied processes, ISO, B.E.I. ۲۰۱۷, ۲:۲۰۱۷-۲۰۳۴۹.

۲۶. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, ACGIH, ACGIH, ۲۰۱۹.

Safety in Casting for workers and employers

