



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار



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

ایمنی کار با جرثقیل ها ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی

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 با جزئیات

(ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی)

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

مولفان و گردآورندگان: مریم قصابزاده سریزدی

سید حسن علوی



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار
چاپ اول

۱۴۰۰

سرشناسه : قصابزاده سریزدی، مریم، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور : ایمنی کار با جرثقیل ها (ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی) / مولفان و گردآورندگان
مریم قصابزاده سریزدی، سیدحسین علوی ؛ 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 : ۱۶۹
ص. : مصور. ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۲-۳۶-۲ : شابک وضعیت فهرست نویسی : فیبا
موضوع : جرثقیل -- پیش بینی های ایمنی -- Safety measures -- Cranes, derricks, etc. -- بالابرها --
پیش بینی های ایمنی -- Safety measures -- Hoisting machinery
شناسه افزوده : علوی، سیدحسین، ۱۳۵۷-
شناسه افزوده : مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار
شناسه افزوده : دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)
Amir Kabir university of technology (Tehran polytechnic) : افزوده شناسه
شناسه افزوده : ایران. وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. معاونت روابط کار
رده بندی کنگره : TJ۱۳۶۳
رده بندی دیویی : ۶۲۱/۸۷۳
شماره کتابشناسی ملی : ۸۶۷۸۱۶۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیبا

ایمنی کار با جرثقیل ها (ویژه بازرسان کار و مسئولین ایمنی)

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

مولفان و گردآورندگان: مریم قصابزاده سریزدی - سیدحسین علوی

ناشر: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار

نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۴۰۰

قیمت: رایگان

شمارگان: ۵۰ نسخه

ISBN: 978-600-6203-36-2

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۰۳-۳۶-۲



مرکز تحقیقات و تعلیمات
حفاظت فنی و بهداشت کار

مرکز پخش: تهران، بزرگراه آیت الله سعیدی، چهارراه یافت آباد
بلوار معلم، نرسیده به میدان معلم کد پستی: ۱۳۷۱۶۱۳۵۱

کلیه حقوق مادی و معنوی برای این مرکز محفوظ است
و هرگونه سوء استفاده و فروش به غیر پیگرد قانونی دارد.

● 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 مهارت‌های شغلی افراد تلقی می‌گردد و نقشی بی‌بدیل در کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از حوادث و بیماری‌های شغلی ایفاء می‌نماید. طبق نظر دفتر بین‌المللی کار، مهم‌ترین اصل در پیشرفت یکپارچه اصول ایمنی و بازتاب آن در محیط کار، توجه به جنبه‌های فرهنگی و اجتماعی با دید زیست‌افزایی است که این امر ضمن تحقق شعار "انسان سالم محور توسعه پایدار"، موجب ارتقای بهره‌وری و بهبود نظام‌های اقتصادی در کشورها محسوب می‌گردد. در همین راستا، بهره‌مندی از محصولات و محتوای فرهنگی و آموزشی تخصصی یکپارچه و استاندارد ایمنی، یکی از کاربردی‌ترین و موثرترین ابزار در امر یادگیری، آموزش و ترویج در مقوله حفاظت فنی و ایمنی کار می‌باشد که ضمن تحقق آموزش‌های کاربردی و هدفمند، نهایتاً به ایجاد کار شایسته منجر می‌گردد.

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 بهره‌مندی از دانش تخصصی اساتید دانشگاهی و متخصصین مراکز علمی و پژوهشی کشور و با حمایت‌های بی‌دریغ جناب آقای دکتر عبد الملکی وزیر محترم تعاون، کار و رفاه اجتماعی، اقدام به تهیه و تدوین محتواهای آموزشی یکپارچه، استاندارد و منطبق با نیازسنجی‌های آموزشی؛ همچنین دستورالعمل‌های فنی در زمینه حفاظت فنی و ایمنی نموده است. امید است نتایج و ثمرات این مکتوب که با بهره‌گیری از جدیدترین متون علمی داخلی و بین‌المللی 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، بعنوان 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 فرآیندهای 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 گردآوردندگان این محتوا سرکار خانم دکتر مریم قصاب‌زاده سریزدی و جناب آقای سید حسن علوی، 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 محتوی 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 بر و ز 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

فهرست

عنوان

شماره صفحه

۱۱	فصل اول تعاریف و دامنه کاربرد.....
۱۳	۱-۱ مفاهیم و کلیدواژهها.....
۱۳	۱-۲ اهمیت موضوع.....
۱۴	۱-۳ دامنه کاربرد.....
۱۴	۱-۳-۱ مالک جرثقیل.....
۱۵	۱-۳-۲ کاربر جرثقیل.....
۱۵	۱-۳-۳ مسئول کارگاه.....
۱۶	۱-۳-۴ مسئول باربرداری.....
۱۷	فصل دوم معرفی انواع جرثقیل ها.....
۱۹	۲-۱ جرثقیل های ساختمانی.....
۱۹	۲-۱-۱ جرثقیل برجی.....
۲۴	۲-۱-۲ جرثقیل متحرک.....
۲۸	۲-۲ جرثقیل های صنعتی.....
۲۸	۲-۲-۱ جرثقیل سقفی.....
۳۰	۲-۲-۲ جرثقیل دروازه ای.....
۳۴	۲-۳ جرثقیل های بنادر و شناورها.....
۳۹	فصل سوم مکانیزم باربرداری انواع جرثقیل ها.....
۴۱	۳-۱ قانون اهرمها.....
۴۲	۳-۲ مکانیزم بالابری.....
۴۳	۳-۳ متعلقات مکانیزم بالابری.....
۴۳	۳-۳-۱ وینچ.....
۴۵	۳-۳-۲ درام.....
۴۶	۳-۳-۳ قرقره و بلوک.....
۴۹	۳-۳-۴ سیم بکسل و اتصالات.....
۵۱	۳-۴ بستن بار.....
۵۴	۳-۵ مکانیزم محرک بوم.....
۵۴	۳-۶ مکانیزم میز گردان.....
۵۵	مکانیزم اربابه بار.....
۵۷	۳-۸ طرح عملیات باربرداری.....
۶۲	۳-۹ دسته بندی بارهای وارده جرثقیل.....
۶۳	۳-۹-۱ بارهای استاتیکی.....
۶۳	۳-۹-۲ بارهای دینامیکی.....

۶۴	۱۰-۳ جدول بار جرقه‌ریل
۶۹	فصل چهارم آشنایی با نگهداری و تعمیر جرقه‌ریل‌ها
۷۱	۴-۱ اصول کلی نگهداری و تعمیر پیشگیرانه جرقه‌ریل‌ها
۷۲	۴-۱-۱ نکات ایمنی تعمیرات جرقه‌ریل
۷۳	۴-۱-۲ انبار داری جرقه‌ریل
۷۴	۴-۲ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرقه‌ریل برجی
۷۵	۴-۳ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرقه‌ریل سقفی و دروازه‌ای
۷۶	۴-۴ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرقه‌ریل متحرک
۷۸	۴-۵ نگهداری و تعویض سیم‌بکسل‌ها
۸۱	فصل پنجم اصول ایمنی و بازرسی انواع جرقه‌ریل‌ها
۸۳	۵-۱ خطرات عمده کار با جرقه‌ریل‌ها
۸۴	۵-۱-۱ تماس با خطوط برق
۸۸	۵-۱-۲ واژگونی یا شکست سازه‌ای
۹۲	۵-۱-۳ گیرکردن قلاب جرقه‌ریل با قرقره‌ی انتهایی بوم
۹۴	۵-۱-۴ گیرافتادن افراد و برخورد با جرقه‌ریل
۹۵	۵-۲ موارد ایمنی آماده‌سازی جرقه‌ریل‌ها
۹۵	۵-۲-۱ موارد ایمنی آماده‌سازی جرقه‌ریل متحرک
۱۰۳	۵-۲-۲ موارد ایمنی آماده‌سازی جرقه‌ریل برجی
۱۰۷	۵-۲-۳ موارد ایمنی آماده‌سازی جرقه‌ریل سقفی و دروازه‌ای
۱۱۱	۵-۳ موارد ایمنی هنگام کار با جرقه‌ریل‌ها
۱۱۱	۵-۳-۱ موارد ایمنی هنگام کار با جرقه‌ریل متحرک
۱۲۰	۵-۳-۲ موارد ایمنی هنگام کار با جرقه‌ریل برجی
۱۲۱	۵-۳-۳ موارد ایمنی هنگام کار با جرقه‌ریل سقفی و دروازه‌ای
۱۲۲	۵-۴ موارد ایمنی پس از پایان کار
۱۲۲	۵-۴-۱ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرقه‌ریل متحرک
۱۲۳	۵-۴-۲ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرقه‌ریل برجی
۱۲۳	۵-۴-۳ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرقه‌ریل سقفی و دروازه‌ای
۱۲۳	۵-۵ بازرسی جرقه‌ریل‌ها
۱۲۳	۵-۱-۱ بازرسی جرقه‌ریل متحرک
۱۲۷	۵-۵-۲ بازرسی جرقه‌ریل برجی
۱۳۱	۵-۵-۳ بازرسی جرقه‌ریل سقفی و دروازه‌ای
۱۳۳	۵-۵-۴ بازرسی سیم‌بکسل
۱۳۵	۵-۵-۵ قلاب
۱۳۶	۵-۵-۶ افراد واجد صلاحیت برای بازرسی
۱۳۷	فصل ششم معرفی آیین‌نامه‌ها و استانداردها

۱۳۹	۶-۱ نهادهای قانونی و آیین‌نامه‌ها
۱۳۹	۶-۱-۱ شورای عالی حفاظت فنی (ایران)
۱۳۹	۶-۱-۲ آیین‌نامه حفاظتی
۱۴۰	۶-۲ استانداردها
۱۴۱	۶-۲-۱ استانداردهای عمومی
۱۴۲	۶-۲-۲ استانداردهای جرثقیل برجی
۱۴۳	۶-۲-۳ استانداردهای جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای
۱۴۵	۶-۲-۴ استانداردهای جرثقیل متحرک
۱۴۷	۶-۲-۵ استانداردهای قلاب و کابل
۱۴۸	۶-۲-۶ استانداردهای ملی ایران
۱۵۱	فصل هفتم بررسی و تحلیل حوادث واقعی
۱۵۳	۷-۱ آمار حوادث
۱۵۵	۷-۲ بررسی حوادث داخل کشور
۱۵۵	۷-۲-۱ سقوط جرثقیل در تهران (جاده مخصوص کرج)
۱۵۶	۷-۲-۲ سقوط جرثقیل در تهران (پارک بسیج)
۱۵۷	۷-۲-۳ حادثه جرثقیل در تهران (نیایش)
۱۵۸	۷-۳ بررسی حوادث خارج کشور
۱۵۸	۷-۳-۱ حادثه مکه (عربستان)
۱۵۸	۷-۳-۲ حادثه نیویورک (آمریکا)
۱۵۹	۷-۳-۳ حادثه سیاتل (آمریکا)
۱۶۰	۷-۳-۴ حادثه سامسونگ (کره جنوبی)
۱۶۱	۷-۳-۵ حادثه اشتوتگارت (آلمان)
۱۶۲	۷-۳-۶ حادثه رتردام (هلند)
۱۶۵	فصل هشتم منابع



فصل اول

تعاريف و دامنه

كاربرد

تعاریف و دامنه کاربرد

۱-۱ مفاهیم و کلیدواژه‌ها

جرتقیل: ماشینی برای بالا بردن، جابجا کردن و پایین آوردن بارهای سنگین است که برای این کار از بازوهای گردان یا تجهیزات بالابری استفاده می‌کند.

مرکز گرانش: نقطه مجازی است که می‌توان کل وزن جسم را به صورت متمرکز در آن نقطه فرض کرد. موقعیت مرکز گرانش جرتقیل به موقعیت اجزای سنگین آن وابسته است.

قانون اهرمها: قانون اهرمها در تعادل جرتقیلها کاربرد دارد. با حرکت بخش‌هایی از جرتقیل (مانند بوم، اتاق راننده، بار و وزنه تعادل) نقطه تکیه‌گاه اهرم و مرکز گرانش تغییر می‌کند. نکته مهم در ارتباط با جابجایی موقعیت مرکز گرانش، حفظ پایداری جرتقیل است. در صورتیکه جرتقیل پایداری خود را از دست بدهد، واژگون می‌شود.

نیروی گریز از مرکز: اگر جسمی به جرم m روی مسیر منحنی با شعاع r با سرعت v حرکت کند، نیرویی در امتداد شعاع به جسم وارد می‌شود، که مقدار آن برابر است با $F_c = m r^2 v^2$ در جابجایی بار توسط بعضی از انواع جرتقیل، احتمال حرکت نوسانی بار وجود دارد که این حرکت، باعث ایجاد نیروی گریز از مرکز می‌شود.

تعادل: اگر مجموع برداری همه نیروها و گشتاورهای وارد به جسم برابر صفر باشد، جسم در تعادل است. بر اساس قانون اول نیوتن، جسمی در حال تعادل است که در حالت سکون قرار دارد یا با سرعت ثابت در مسیر مستقیم حرکت می‌کند.

۱-۲ اهمیت موضوع

جرتقیل‌ها یکی از اجزای مهم در سایت‌های ساختمانی و بسیاری از صنایع مانند خودروسازی، دریایی، نفت و گاز، پتروشیمی، صنعت باد و... هستند. با توجه به اینکه جرتقیل‌ها جهت جابه‌جا کردن بارهای

سنگین استفاده می‌شوند، ایمنی و بازرسی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بروز حوادث جرثقیل علاوه بر خسارات مالی و تاخیر در انجام پروژه، می‌تواند منجر به جراحت و مرگ کارکنان و عابران شود. به همین دلیل سازمان‌های استاندارد و نهادهای قانونی (مانند شورای عالی حفاظت فنی ایران) دستورالعمل‌هایی را برای بازرسی جرثقیل‌ها تدوین می‌کنند. بازرسان کار و کارشناسان ایمنی، جهت انجام بازرسی‌ها و رعایت نکات ایمنی لازم است با انواع جرثقیل‌ها، عملکرد آنها، نگهداری و تعمیر و اصول ایمنی و بازرسی آشنایی داشته باشند.

۳-۱-۳ دامنه کاربرد

بر اساس استاندارد انجمن مهندسان مکانیک آمریکا (ASME) چهار نقش کلیدی در عملیات باربرداری وجود دارد که فرد یا افراد فعال در این نقش‌ها، مخاطب این نوشتار خواهند بود. این چهار نقش عبارتند از:

۱. مالک جرثقیل
۲. کاربر جرثقیل
۳. مسئول کارگاه
۴. مسئول باربرداری

در ادامه به تشریح این چهار نقش کلیدی و مسئولیت‌های هر نقش پرداخته خواهد شد.

۱-۳-۱ مالک جرثقیل

مالک جرثقیل، شخص یا مؤسسه‌ای است که جرثقیل را تحت اختیار خود دارد و اطلاعات مربوط به نحوه انجام عملیات و نگهداری جرثقیل را در اختیار کاربر جرثقیل قرار می‌دهد. سایر مسئولیت‌های مالک جرثقیل عبارتند از:

۱. فراهم کردن جرثقیلی که از لحاظ ساختار و ظرفیت با نیازهای کاربر هماهنگ باشد.
۲. فراهم کردن تمام نمودارها و جداول ظرفیت بار، دستورالعمل‌های نحوه برپا کردن و برچیدن جرثقیل، اطلاعات مربوط به نگهداری و تعمیر جرثقیل و پلاکاردها و علائم هشدار دهنده‌ای که توسط کارخانه تولیدکننده جرثقیل تامین شده‌اند.
۳. تهیه فرایندهای بازرسی و آزمایش جرثقیل و ارائه آنها به کاربر جرثقیل.
۴. تعیین و معرفی افراد آموزش دیده برای انجام نگهداری، تعمیر، انتقال، برپایی، برچیدن و بازرسی جرثقیل.
۵. ثبت اطلاعات مربوط به سیم‌بکسل‌هایی که هم‌اکنون بر روی جرثقیل نصب شده و مورد استفاده قرار دارند.

۲-۳-۱ کاربر جرتقیل

- شخص یا مؤسسه‌ای که فعالیت جرتقیل در محل انجام عملیات یا کارگاه را مدیریت می‌کند و مسئولیت استفاده از پرسنل آموزش دیده و کارآموده با وی می‌باشد. به علاوه کاربر جرتقیل باید اطمینان یابد که پرسنل تیم باربرداری از نقش‌ها و مسولیت‌هایشان آگاهی کامل داشته باشند. سایر مسئولیت‌های کاربر جرتقیل عبارتند از:
۱. اطمینان یافتن از تطابق و پیروی از استانداردها.
 ۲. بررسی و اطمینان از هماهنگی عملیات جرتقیل با دستورالعمل‌های کارخانه سازنده جرتقیل و الزامات کارگاه محل فعالیت جرتقیل.
 ۳. استفاده از ناظرین و رانندگان مجرب.
 ۴. اطمینان یافتن از این که جرتقیل در شرایط کاری مناسبی به سر می‌برد (این کار با دریافت مستندات جرتقیل از مالک جرتقیل و بازرسی‌های منظم میسر می‌شود).
 ۵. بررسی این موضوع که جرتقیل از ظرفیت مناسب برای انجام عملیات مورد نظر برخوردار باشد.
 ۶. در صورتی که یک سیم‌بکسل تعویض شود و یا طول آن کوتاه شود باید مالک جرتقیل را مطلع نماید.

۳-۳-۱ مسئول کارگاه

- مسئول کارگاه شخصی است که بر کارگاه و عملیات باربرداری نظارت دارد. ممکن است یک نفر همزمان مسئول کارگاه و مسئول عملیات باربرداری باشد. وظایف مسئول کارگاه عبارتند از:
۱. اطمینان یافتن از این که راننده جرتقیل مهارت لازم برای انجام کار را دارد.
 ۲. اطمینان یافتن از انجام بازرسی‌های لازم قبل از شروع به کار جرتقیل.
 ۳. تعیین دستورالعمل‌هایی که در حین کار با جرتقیل باید رعایت شوند.
 ۴. به‌کارگیری افراد با مهارت کافی به‌عنوان مسئول باربرداری، مسئول بستن بار (سیم‌بکسل اندازه) و مسئول نگهداری و تعمیر جرتقیل.
 ۵. هماهنگ کردن عملیات باربرداری با سایر فعالیت‌هایی که در کارگاه انجام می‌شود.
 ۶. هماهنگی و برنامه‌ریزی برای آماده کردن محل فعالیت جرتقیل مانند جاده‌های دسترسی، فضای کافی برای برپایی، برچیدن جرتقیل، مناسب بودن زمینی که جرتقیل روی آن فعالیت خواهد کرد.
 ۷. بررسی شرایط محیطی نامطلوب مانند باد شدید، مه، باران شدید، سرما و استفاده از نورهای مصنوعی.
 ۸. بررسی خطوط برق و صدور مجوز فعالیت در نزدیکی آنها پس از اطمینان از رعایت مسایل ایمنی.
 ۹. بررسی و صدور مجوز عملیات پیچیده باربرداری مثل برداشتن یک بار توسط چند جرتقیل پس از اطمینان از رعایت دستورالعمل‌های ایمنی مربوط به این‌گونه عملیات.

■ ۴-۳-۱ مسئول باربرداری

شخصی است که نظارت مستقیم بر عملیات باربرداری و بستن بار (توسط سیم‌پکسل اندازه‌ها) دارد. مسئول باربرداری باید در تمام مراحل بستن بار و عملیات باربرداری در کارگاه حضور داشته باشد. مسئولیت‌های این شخص عبارتند از:

۱. اطمینان حاصل کردن از آماده شدن محل انجام عملیات باربرداری قبل از شروع عملیات.
۲. توجیه تمام کارکنان در مورد مسئولیت‌ها و مخاطرات کار.
۳. گماشتن فرد علامت‌دهنده و توجیه وی در مورد وظایفی که به عهده دارد.
۴. اطمینان یافتن از این که سیم‌پکسل اندازه‌ها، افرادی مجرب و آموزش دیده‌اند.
۵. بررسی صحت بستن بار به قلاب جرثقیل و متعادل بودن بار توسط سیم‌پکسل اندازه‌ها.
۶. اطمینان حاصل کردن از این که تردد وسایل نقلیه و نفرات در محل عملیات تحت کنترل قرار دارد.
۷. نظارت بر فراهم شدن ملزومات باربرداری در مجاورت خطوط برق.
۸. اطمینان یافتن از این که شرایط لازم برای باربرداری‌های خاص مثل بلند کردن بار توسط چند جرثقیل، فراهم است.
۹. متوقف کردن عملیات باربرداری در صورتی که ملاحظات ایمنی نقض شوند.

۲

فصل دوم

معرفی انواع

جرثقیل‌ها

معرفی انواع جرثقیل‌ها

در این فصل انواع جرثقیل‌ها معرفی می‌شوند. دسته‌بندی جرثقیل‌ها در استانداردهای مختلف، متفاوت است. دسته‌بندی ارائه شده در این فصل بر مبنای "استاندارد انجمن مهندسين مکانیک آمریکا" (ASME) است. این استاندارد جرثقیل‌ها را به دو دسته کلی صنعتی و ساختمانی تقسیم می‌کند. جرثقیل بازویی، دروازه‌ای و سقفی در دسته جرثقیل‌های صنعتی و جرثقیل برجی و متحرک در دسته جرثقیل‌های ساختمانی قرار دارند. برای هر یک از انواع جرثقیل، اجزای اصلی آن و طرز کار جرثقیل به طور کلی توضیح داده می‌شود. همچنین کاربرد انواع جرثقیل و برخی از ملاحظات، هنگام کار با جرثقیل تشریح می‌گردد.

● ۱-۲ جرثقیل‌های ساختمانی

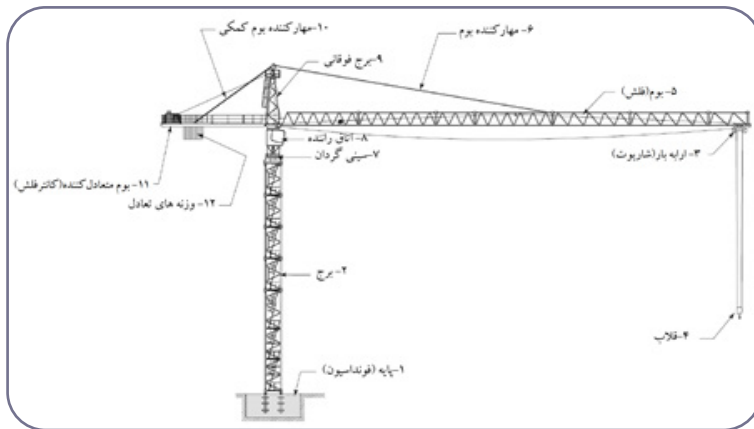
■ ۱-۱-۲ جرثقیل برجی

جرثقیل‌های برجی^۱ مراحل نصب و آماده‌سازی زمان‌بری دارند، با این حال در ساخت و سازه‌های بلندمرتبه تنها گزینه موجود محسوب می‌شوند. شکل ۱-۲ جرثقیل برجی در عملیات ساخت و ساز را نمایش می‌دهد. یکی از قابلیت‌های مطلوب جرثقیل برجی امکان ارتفاع‌گیری جرثقیل است که توسط جک‌های هیدرولیکی بالا برو و افزودن سکشن‌های ارتفاعی به برج جرثقیل انجام می‌شود. به این ترتیب با افزایش ارتفاع سازه در دست ساخت، ارتفاع جرثقیل برجی افزایش یافته و امکان عملیات در ارتفاع بالاتر فراهم می‌شود.



شکل ۱-۲. جرثقیل‌های برجی در عملیات ساخت و ساز

در شکل ۲-۲ شمای کلی و اجزای جرثقیل برجی نشان داده شده است. در جرثقیل برجی با چرخش سینی گردان، بار روی محیط یک دایره جابجا می‌شود. ارابه بار^۳ نیز حرکت بار به سمت جلو و عقب (در جهت شعاعی) را فراهم می‌کند که به این مانور اصطلاحاً "شاریوت" گفته می‌شود^۳. با توجه به شکل ۲-۲ ارابه بار روی بوم نصب می‌شود و در امتداد آن حرکت می‌کند. حرکت بار در جهت عمودی (به سمت بالا و پایین) توسط موتور و گیربکس، کابل‌ها و وینچ صورت می‌گیرد. در انواعی از جرثقیل برجی که دارای پایه متحرک هستند این امکان وجود دارد که پایه جرثقیل بر روی یک ریل حرکت نماید.



شکل ۲-۲. شمای کلی و اجزای جرثقیل برجی سرچکشی

۱- trolley

۲- turntable

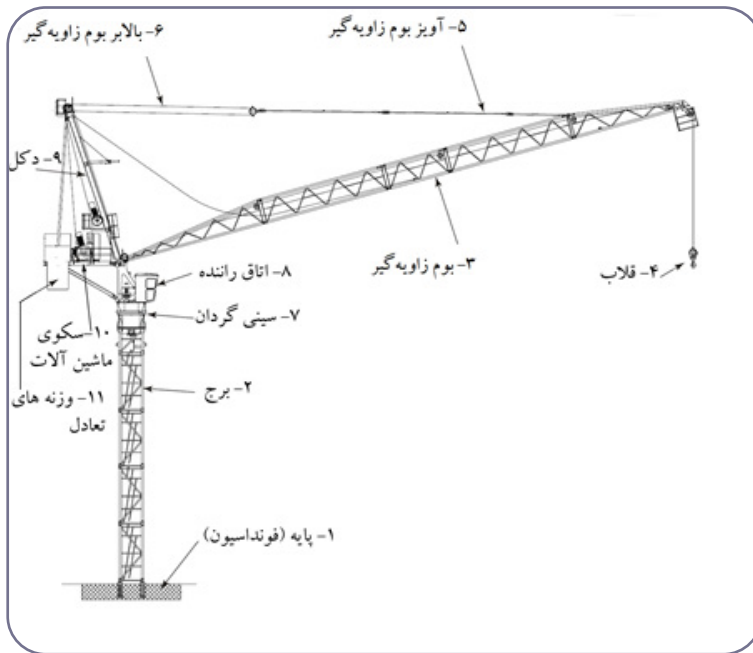
۳- در جرثقیل‌های برجی رایج است که اصطلاحاً به ارابه بار شاریوت نیز گفته می‌شود. همچنین به بوم جرثقیل «فلش» و به بوم کمکی (بوم پشتی یا متعادل‌کننده) «کانترفلش» می‌گویند.

جرثقیل برجی دارای دسته‌بندی‌های مختلفی است. از نظر نحوه موقعیت دهی به بار، دو نوع جرثقیل برجی وجود دارد:

▶ جرثقیل برجی سرچکشی^۱

▶ جرثقیل برجی با بوم زاویه‌گیر^۲

در شکل ۲-۳ این دو نوع جرثقیل نشان داده شده است. در جرثقیل برجی سرچکشی فاصله بار از برج به کمک اربابه بار تنظیم می‌شود در حالی که در جرثقیل برجی با بوم زاویه‌گیر، گردش بوم در صفحه عمودی موقعیت بار نسبت به برج را تنظیم می‌نماید.



شکل ۲-۳. جرثقیل برجی با بوم زاویه‌گیر و نحوه موقعیت دهی به بار

در هر دو نوع جرثقیل برجی سرچکشی و بوم زاویه‌گیر، برج جرثقیل باید به نحوی مهار شود تا لنگر حول پایه برج باعث فرو ریختن جرثقیل نگردد. بنابراین بر حسب نوع مهار به کار رفته می‌توان جرثقیل برجی را به دو دسته تقسیم‌بندی نمود:

▶ جرثقیل برجی با مهار متصل شونده به سازه که اصطلاحاً «کمر بند» نامیده می‌شوند.

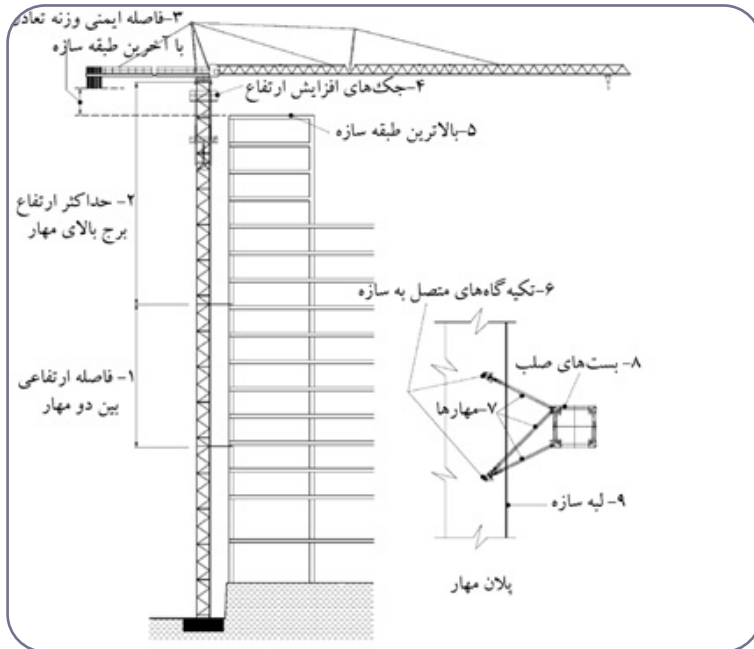
▶ جرثقیل برجی با کابل‌های مهار متصل شونده به زمین.

سازنده جرثقیل برجی ارتفاعی را به عنوان ارتفاع خودایستا توصیه می‌کند. در صورتی که ارتفاع کاری

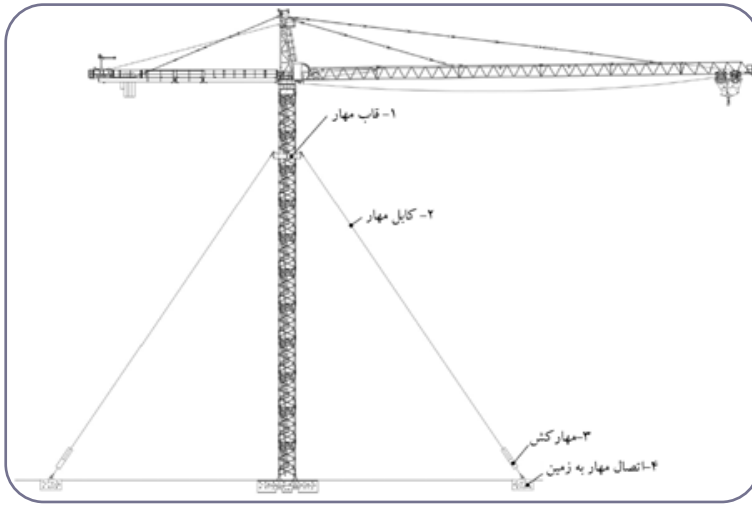
۱- Hammerhead tower crane

۲- Luffing tower crane

جرثقیل کمتر از ارتفاع خود ایستا باشد نیازی به مهار جرثقیل نیست ولی برای ارتفاع کاری بالاتر از ارتفاع خود ایستا باید برج جرثقیل مهار گردد. اگر جرثقیل نزدیک به سازه نصب شود و مشغول عملیات باشد، با استفاده از کمربند مهار می‌توان برج جرثقیل را به سازه متصل کرد. در غیر این صورت باید با استفاده از تعداد مناسبی کابل مهار، برج را به زمین متصل نمود. در شکل ۲-۴ مهار کردن برج به سازه و در شکل ۲-۵ مهار کردن برج با استفاده از کابل به زمین نمایش داده شده است.

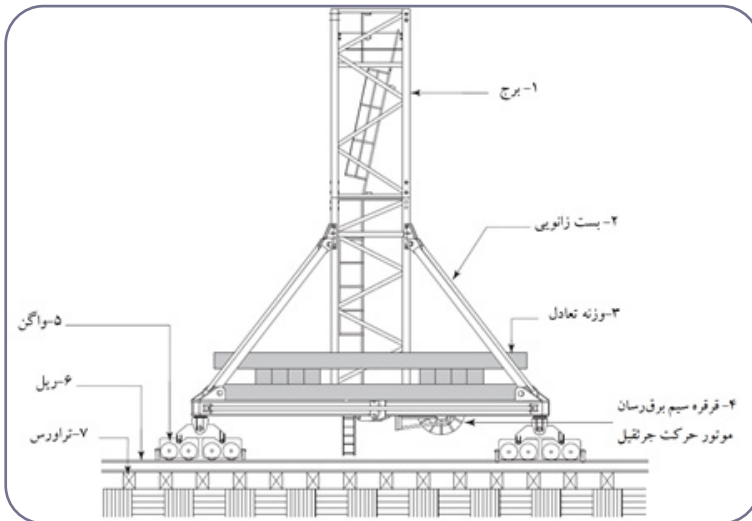


شکل ۲-۴. مهار برج جرثقیل به سازه



شکل ۲-۵. مهار برج جرثقیل به زمین

از لحاظ امکان حرکت جرثقیل نیز جرثقیل‌های برجی به دو دسته جرثقیل برجی با پایه ثابت^۱ و جرثقیل برجی با پایه متحرک^۲ تقسیم می‌شوند. در جرثقیل برجی با پایه متحرک از طریق نصب غلتک و ریل در زیر پایه جرثقیل، امکان جابجایی برج بر روی ریل‌ها وجود دارد. شکل ۲-۶ پایه جرثقیل متحرک و اجزای آن را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶. اجزای پایه متحرک جرثقیل برجی

۱- Fixed-base tower crane

۲- Traveling tower crane

هنگام برپا کردن و کار با جرثقیل‌های برجی باید به نکاتی توجه نمود. تحت شرایط استاتیک، وزن بار متصل به جرثقیل نباید از ۶۷ درصد میزان بار واژگونی فراتر رود. پایداری این جرثقیل‌ها بستگی به طول بوم، محل و مقدار وزنه‌های تعادلی^۲ و ارتفاع برج دارد. مقادیر مناسب برای طول بوم و وزنه تعادل در جدول بار، توسط سازنده ارائه می‌شود. محل اتصال جرثقیل برجی به زمین (پایه) برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه باید توسط نرده‌های چوبی یا فلزی تا ارتفاع دو متر حفاظ گذاری شود. علائم هشداردهنده و ایمنی مانند خطر سقوط اشیاء باید در محل نصب شود.

■ ۲-۱-۲ جرثقیل متحرک

مهمترین ویژگی جرثقیل متحرک^۳، قابلیت جابه‌جایی و استقرار آن در هر محل دلخواه است که البته این امر در کمترین زمان و بدون نیاز به شرایط نصب تخصصی صورت می‌گیرد. این جرثقیل در کمتر از یک ساعت می‌تواند آماده‌کاری شود و محدودیت مکانی نسبت به سایر جرثقیل‌ها ندارد. این مزیت باعث کاربرد روزافزون این نوع جرثقیل شده است. به عنوان مثال جرثقیل‌های متحرک برای نصب جرثقیل برجی و نصب توربین‌های بادی استفاده می‌شوند. این نوع جرثقیل همچنین در صنعت ساختمان، انجام تعمیرات در ارتفاع و کمک‌رسانی بکار گرفته می‌شود. شکل ۲-۷ نصب پره توربین بادی توسط جرثقیل متحرک را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷. نصب پره توربین بادی به کمک جرثقیل متحرک

جرثقیل متحرک از دو بخش اصلی کشنده (تراک)^۴ و جرثقیل تشکیل می‌شود. وظیفه اصلی کشنده،

-
- ۱- Boom (jib)
 - ۲-counterweight
 - ۳- Mobile crane
 - ۴-truck

جابه‌جایی و حمل جرثقیل است. بخش دوم یک سازه پیچیده است که ترکیبی از ادوات هیدرولیکی، سازه‌های فلزی، مدارهای الکترونیکی، انواع مکانیزم‌های انتقال نیرو و حرکت و سامانه‌های مبدل و ذخیره انرژی است. قسمت‌های اصلی بخش سازه جرثقیل شامل پایه یا میز گردان، بوم، وزنه تعادل و وینچ است. میزگردان توسط موتور-گیربکس با شاسی در ارتباط است و می‌تواند نسبت به شاسی حول محور عمودی حرکت کند. وزنه تعادل که معمولاً در قسمت عقبی جرثقیل قرار می‌گیرد، از واژگونی جرثقیل هنگام جابجایی بار جلوگیری می‌کند.

یکی از معیارهای دسته‌بندی جرثقیل متحرک بر اساس نوع کشنده است. پرکاربردترین کشنده‌ها عبارتند از:

▶ جرثقیل با کشنده چرخ لاستیکی^۱

▶ جرثقیل با کشنده چرخ زنجیری یا شنی^۲

جرثقیل با کشنده چرخ لاستیکی: در این نوع جرثقیل، یک میز دوار وجود دارد که روی شاسی کامیون نصب می‌شود و می‌تواند حول محور عمودی بچرخد. بوم متصل به سازه دوار است و سایر ماشین‌آلات و تجهیزات هم روی شاسی نصب می‌شوند. زاویه بوم نسبت به سطح افق قابل تنظیم است. در این نوع جرثقیل از سه نوع بوم تلسکوپی^۳ (هیدرولیکی)، بوم خشک^۴ (مشبک) و بوم مفصلی^۵ استفاده می‌شود. بوم تلسکوپی از تعدادی قطعه با مقطع مستطیل، شش ضلعی یا نیم‌بیضی و توخالی تشکیل می‌شود که داخل هم قرار می‌گیرند و کشویی نامیده می‌شوند. کشویی اول و دوم بصورت یکنواخت با هم همزمان باز می‌شوند. ترتیب باز شدن کشویی‌ها روی دستگاه تنظیم می‌شود، در صورت نیاز به باز کردن تلسکوپ خارج از نوبت این کار توسط اپراتور قابل انجام است و بدین ترتیب طول بوم تلسکوپ قابل تنظیم است. بنابراین طول بوم تلسکوپی قابل تنظیم است. در جرثقیل‌های با بوم خشک امکان تنظیم طول بوم وجود ندارد و لذا در برخی جرثقیل‌های بوم خشک از بوم کمکی استفاده می‌شود. هدف استفاده از بوم کمکی، اضافه کردن طول بوم اصلی برای دسترسی به ارتفاع یا شعاع کار بیشتر است. در جرثقیل‌های سنگین استفاده از بوم زاویه‌گیر^۶ می‌تواند قدرت مانور را افزایش دهد. در شکل ۸-۲ جرثقیل متحرک با دو بوم تلسکوپی و خشک نشان داده شده است. در این شکل جهات حرکت بوم و بالابر با پیکان‌ها مشخص شده است. اجزای بوم تلسکوپی و بوم خشک به ترتیب در شکل ۹-۲ و شکل ۱۰-۲ نمایش داده شده است. در مکان‌هایی که فضای کمی برای حمل و جابجایی بار وجود دارد، از بوم مفصلی استفاده می‌شود. در این نوع بوم، یک یا دو مفصل در طول بوم وجود دارد که امکان خم شدن بوم را فراهم می‌کند. جک هیدرولیکی که در طرفین مفصل نصب می‌شود،

۱- Commercial truck-mounted crane

۲- Crawler crane

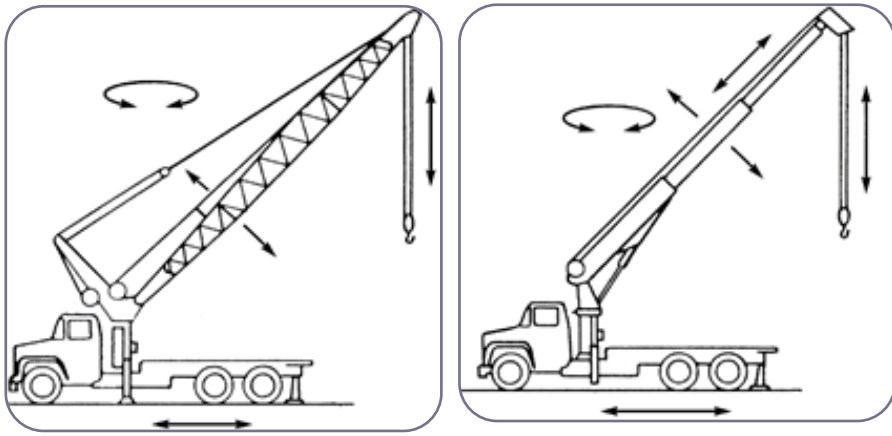
۳- Telescoping boom

۴- Lattice boom

۵- Knuckle boom (articulating crane)

۶- Luffing jib

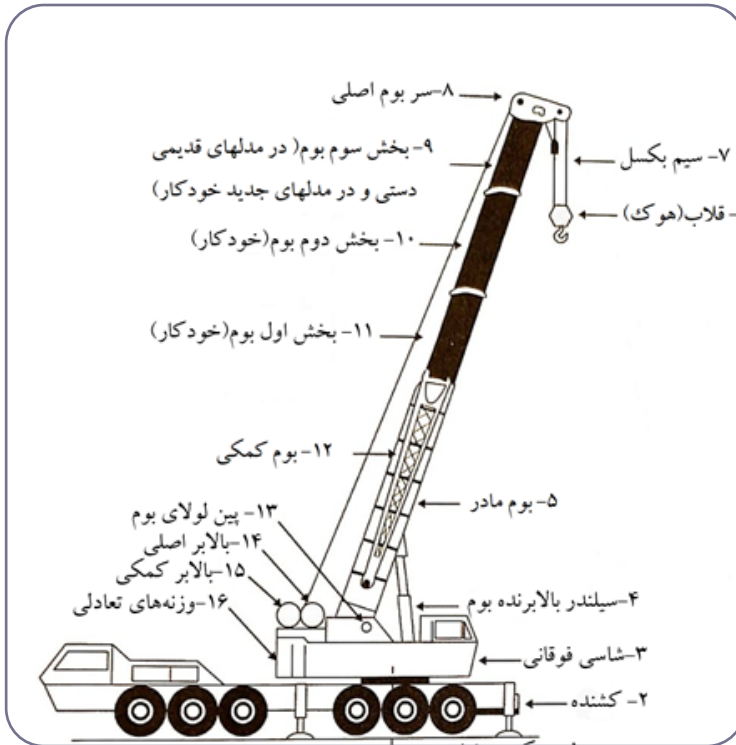
زاویه بین دو قسمت بوم را تنظیم می‌کند. در شکل ۱۱-۲ اجزای بوم مفصلی تشریح شده است.



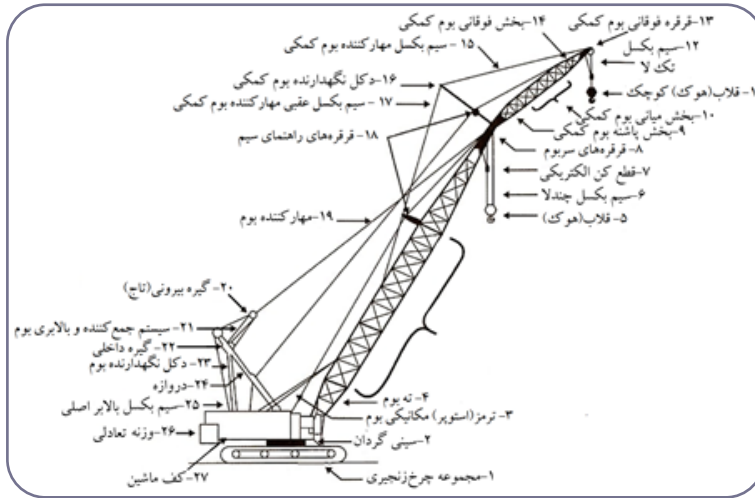
(ب)

(الف)

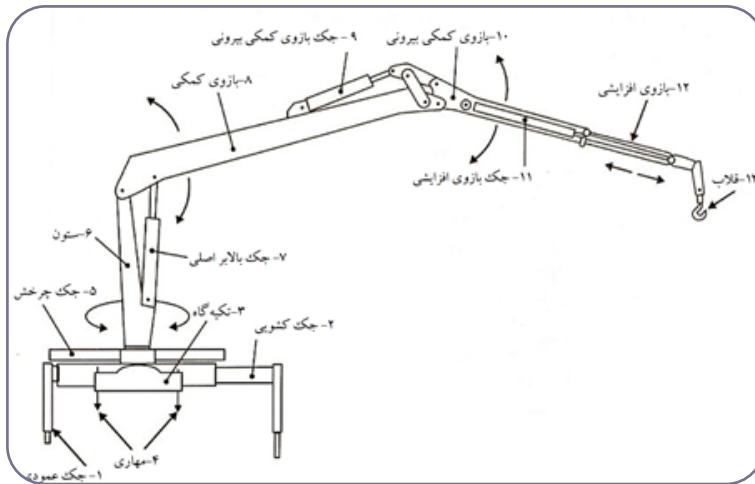
شکل ۸-۲. جرثقیل متحرک با نصب روی کشنده چرخ لاستیکی. (الف) بوم تلسکوپی (ب) بوم خشک



شکل ۹-۲. اجزای جرثقیل متحرک با بوم تلسکوپی

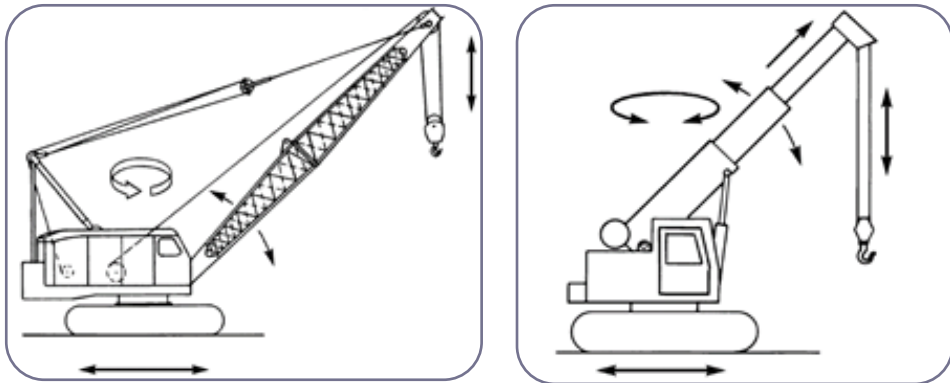


شکل ۱۰-۲. اجزای جرثقیل متحرک با بوم خشک



شکل ۱۱-۲. اجزای بوم مفصلی

جرثقیل با کشنده چرخ زنجیری یا شنی: این نوع جرثقیل در نواحی ناهموار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع جرثقیل متحرک، کابین اپراتور روی کشنده شنی قرار داد و می‌تواند نسبت به محور عمودی بچرخد. زاویه بوم نسبت به افق قابل تنظیم است. در شکل ۱۲-۲ این نوع جرثقیل با دو نوع بوم متفاوت نشان داده شده است.



(ب)

(الف)

شکل ۱۲-۲. جرثقیل متحرک با کشنده چرخ‌زنجیری. (الف) بوم تلسکوپی (ب) بوم خشک

هنگام راه‌اندازی جرثقیل متحرک باید طول جک‌های تعادل^۱ و همچنین وزنه‌های تعادل به درستی و مطابق با دستورالعمل سازنده انتخاب شوند. از میان همه عوامل هنگام کار با جرثقیل، سرعت باد قابل پیش‌بینی و مدیریت نیست. بادی می‌تواند پایداری سازه‌ای جرثقیل را کاهش دهد. هنگام وزش باد احتمال دارد اپراتور توان کنترل بار را نداشته باشد. با توجه به اینکه جرثقیل متحرک در هر محیطی استفاده می‌شود، ارائه یک دستورالعمل جامع و کلی کار ساده‌ای نیست. به هر حال توصیه می‌شود هنگام وزش باد، مقدار بار محدود شود. همچنین هنگام طوفانهای شدید بوم تلسکوپی جمع شود و بوم تا حد امکان نزدیک سطح زمین باشد.

۲-۲ جرثقیل‌های صنعتی

۲-۲-۱ جرثقیل سقفی

جرثقیل‌های سقفی^۲ در محیط‌های صنعتی کاربرد دارند و در اماکن مسقف مانند سوله‌ها یا اماکن روباز در محیط کارخانه، کارگاه یا انبار برای جابجایی بارهای سنگین نصب می‌شوند. در شکل ۱۳-۲ یک جرثقیل سقفی در محیط کارخانه نمایش داده شده است. حوزه عملکرد این جرثقیل‌ها محدود به فضایی است که در آن نصب شده‌اند. از مزایای این گونه جرثقیل‌ها می‌توان به امکان جابجا کردن بارهای سنگین بدون نیاز به وزنه تعادل را نام برد. شمای یک جرثقیل سقفی در شکل ۱۴-۲ نشان داده شده است. جهات حرکت پل^۳ بر روی ریل^۴، ارابه بار بر روی پل و بالابر یا پیکان‌ها نشان داده شده است.

۱- outrigger

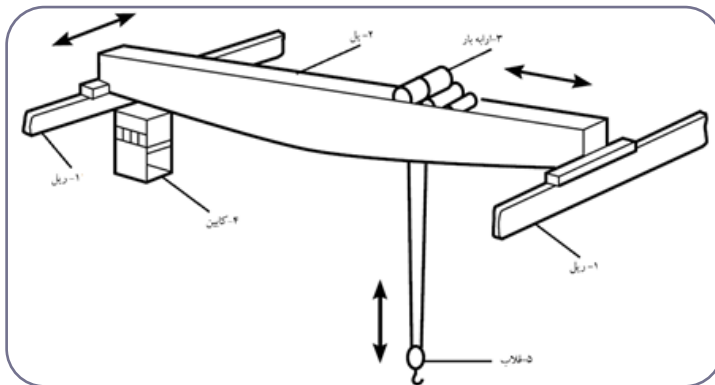
۲- Overhead crane

۳- bridge

۴- rail



شکل ۱۳-۲. جرثقیل سقفی در حال بلند کردن بار در محیط کارخانه



شکل ۱۴-۲. جرثقیل سقفی

در جرثقیل‌های سقفی از دو ریل موازی استفاده می‌شود. یک پل بر روی این ریل‌ها حرکت می‌کند و یک بالابر نیز در امتداد طول پل حرکت می‌کند. در انواع بزرگ و مرتفع جرثقیل‌های سقفی یک کابین وجود دارد که راننده در داخل آن قرار گرفته و جرثقیل را هدایت می‌کند. در انواع کوچک‌تر کاربر از طریق یک صفحه کلید آویز، هدایت دستگاه را انجام می‌دهد. مزیت استفاده از صفحه کلید آویز نزدیک بودن کاربر به بار و تسلط بیشتر بر هدایت بار است. در شکل ۱۵-۲ یک جرثقیل سقفی نمایش داده شده که توسط کاربر به کمک صفحه کلید آویزان هدایت می‌شود.



شکل ۱۵-۲. کاربر در حال هدایت جرثقیل سقفی توسط صفحه کلید آویز

در استفاده از جرثقیل‌های سقفی باید به این نکته توجه داشت که مسیر جابجایی بار از هرگونه وسایل و لوازم اضافی خالی باشد و به هیچ عنوان بار از روی سر نفرات عبور داده نشود. در مورد جرثقیل‌های سقفی که در فضای باز نصب می‌شوند تاثیرات شرایط محیطی مانند باد و باران باید در نظر گرفته شود تا از فرسودگی زود هنگام جرثقیل و خرابی آن پیش‌گیری شود.

۲-۲-۲ ■ جرثقیل دروازه‌ای

جرثقیل‌های دروازه‌ای^۱ نیز مانند جرثقیل‌های سقفی در یک مکان معین برپا می‌شوند اما بر خلاف

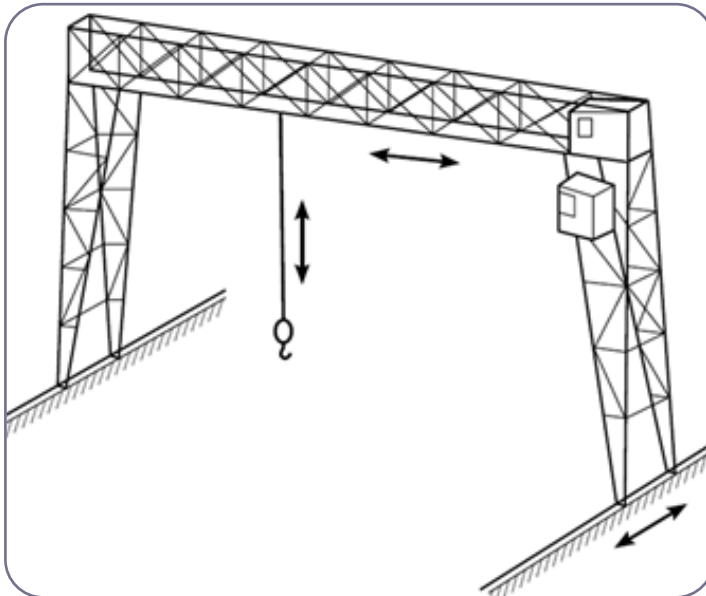
۱- Gantry crane

جرثقیل‌های سقفی که فقط پل و بالابر در آنها متحرک است، در جرثقیل‌های دروازه‌ای کل سازه جرثقیل بر روی دوریل حرکت می‌کند. علاوه بر کاربرد در کارگاه‌ها، کارخانه‌ها و انبارها، یکی از کاربردهای جرثقیل‌های دروازه‌ای جابجایی کانتینرهای کالا در بندر می‌باشد. در شکل ۱۶-۲ یک جرثقیل دروازه‌ای نشان داده شده است.



شکل ۱۶-۲. جرثقیل دروازه‌ای

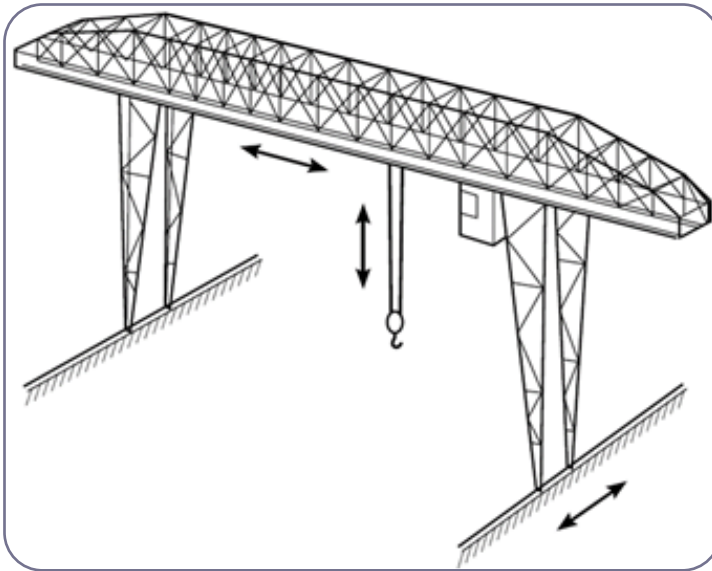
اجزای تشکیل دهنده و نحوه موقعیت دهی بار در جرثقیل‌های دروازه‌ای مشابه جرثقیل‌های سقفی است. در شکل ۱۷-۲ شمایی از جرثقیل دروازه‌ای نمایش داده شده است. ملاحظه می‌شود که کل سازه جرثقیل بر روی ریل‌هایی که بر روی زمین تعبیه شده‌اند حرکت می‌کند.



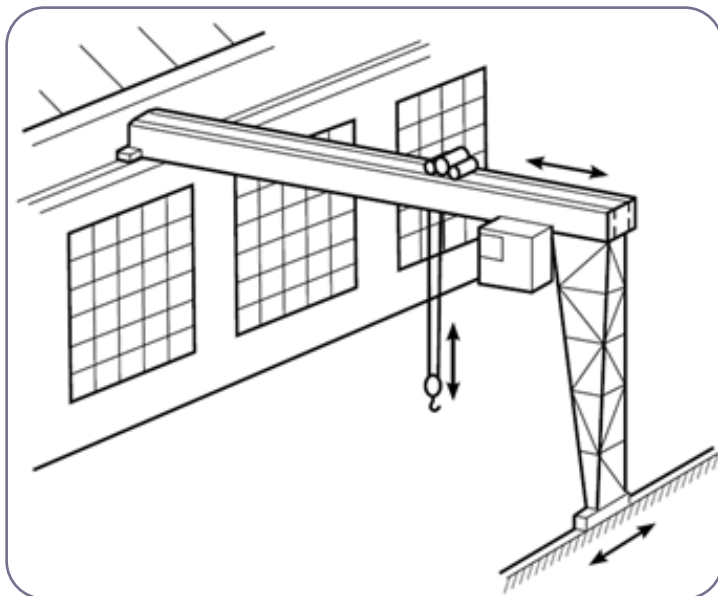
شکل ۱۷-۲. جهت حرکت بار در جرثقیل دروازه‌ای

انواع کوچک (با ظرفیت حمل بار کم) جرثقیل‌های دروازه‌ای وجود دارد که بر روی تیر لاستیکی حرکت می‌کنند و نیازی به نصب ریل بر روی زمین ندارند. این جرثقیل‌های دروازه‌ای کوچک در تعمیرگاه‌ها یا انبار فروشگاه‌های بزرگ برای جابجایی بار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

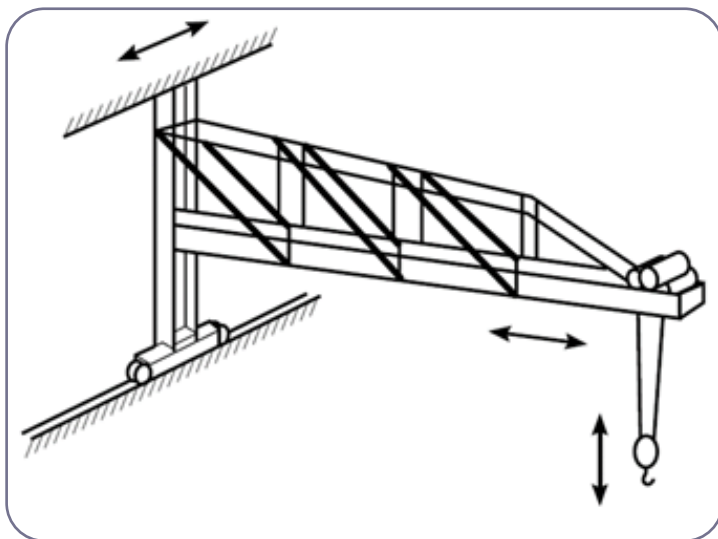
طبق تقسیم‌بندی ASME انواع دیگری از جرثقیل‌ها نیز در دسته جرثقیل دروازه‌ای قرار می‌گیرند که عبارتند از: جرثقیل دروازه‌ای ستونی (شکل ۱۸-۲)، جرثقیل نیم دروازه‌ای (شکل ۱۹-۲) و جرثقیل دیواری (شکل ۲۰-۲). تفاوت جرثقیل دروازه‌ای ستونی و جرثقیل دروازه‌ای در کورس حرکت ارباب بار است. در جرثقیل دروازه‌ای ستونی این کورس حرکت محدود به فاصله دو ریل نیست و می‌تواند بیشتر باشد.



شکل ۱۸-۲. جرثقیل دروازه‌ای ستونی



شکل ۱۹-۲. جرثقیل نیم دروازه‌ای



شکل ۲۰-۲. جرثقیل دیواری

ملاحظات استفاده از جرثقیل‌های دروازه‌ای مشابه جرثقیل‌های سقفی است با این تفاوت که به دلیل قرار گرفتن ریل‌ها بر روی زمین ممکن است موانعی بر روی ریل‌ها، مسیر حرکت جرثقیل را مسدود نماید که باید قبل از آغاز عملیات، مسیر ریل‌ها کنترل شود. همچنین تاثیر باد بر روی جرثقیل‌های دروازه‌ای شدیدتر است

و باید تمهیداتی برای جلوگیری از سرنگونی جرثقیل در اثر وزش باد مانند بستن جرثقیل به ریل با گیره‌های مخصوص مدنظر قرار گیرد.

● ۲-۳ جرثقیل‌های بنادر و شناورها

در بنادر برای جابجا کردن بار از روی شناورها به روی اسکله و بالعکس از جرثقیل استفاده می‌شود. همچنین در شناورها نیز برای جابجایی بارها از جرثقیل استفاده می‌شود. جرثقیل‌هایی که در این بخش معرفی می‌شوند اجزایی مشابه جرثقیل‌های متحرک یا جرثقیل‌های دروازه‌ای دارند.

انواع جرثقیل دروازه‌ای در بنادر مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر انواع جرثقیل دروازه‌ای که در بخش ۲-۲ معرفی گردیدند، دو نوع جرثقیل دیگر در بنادر بسیار رایج هستند: جرثقیل پایه ثابت^۱ و جرثقیل بندری دروازه‌ای^۲. این جرثقیل‌ها بر خلاف جرثقیل‌های دروازه‌ای معرفی شده در بخش ۲-۲ مجهز به بوم می‌باشند. در شکل ۲-۲۱ جرثقیل پایه ثابت و در شکل ۲-۲۲ بندری دروازه‌ای نمایش داده شده است. در جرثقیل بندری دروازه‌ای امکان حرکت پایه بر روی یک ریل امکان‌پذیر است.



شکل ۲-۲۱. جرثقیل پایه ثابت

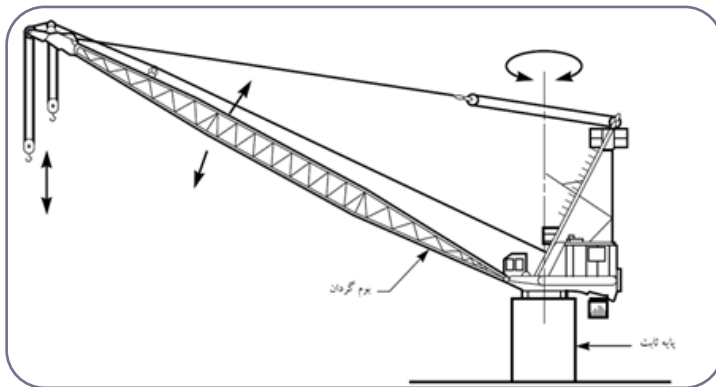
۱- Pedestal Crane

۲- Portal Crane

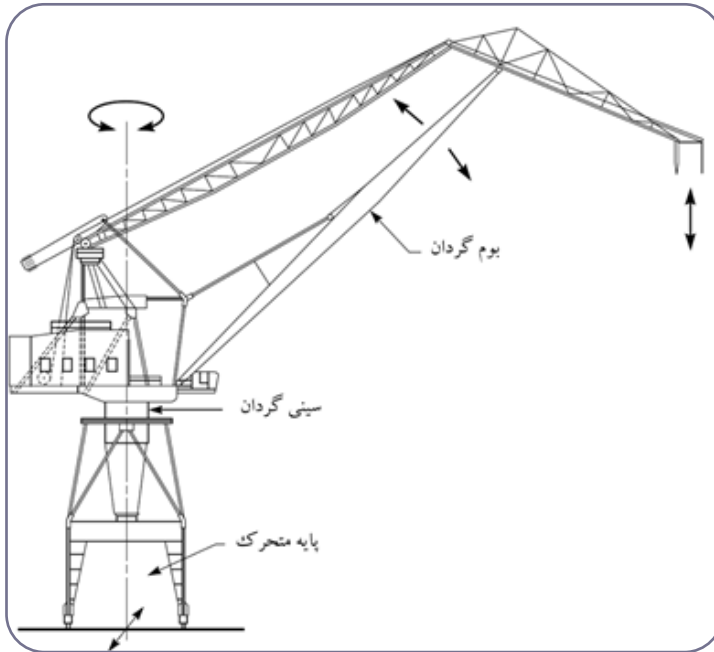


شکل ۲-۲۲. جرثقیل بندری دروازه‌ای

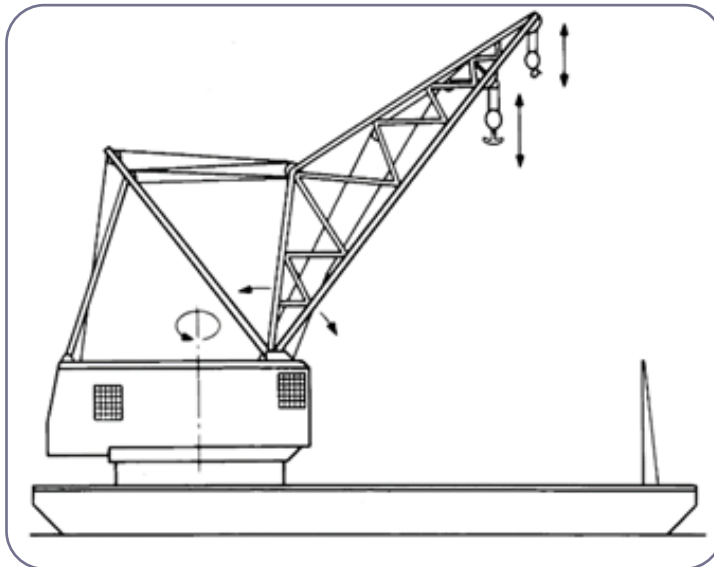
در شکل ۲-۲۳ و شکل ۲-۲۴ نحوه موقعیت‌دهی به بار و درجات آزادی جرثقیل‌های پایه ثابت و بندری دروازه‌ای نمایش داده شده است. جرثقیل‌هایی که بر روی شناورها استفاده می‌شوند مشابه جرثقیل‌های متحرک هستند. انواع مختلف جرثقیل‌های شناور در شکل ۲-۲۵ تا شکل ۲-۲۷ نمایش داده شده است. در هنگام استفاده از جرثقیل‌های شناور توجه به پایداری جرثقیل از اهمیت زیادی برخوردار است چون لنگر ناشی از بار ممکن است بر لنگر نیروی شناوری غلبه کرده و باعث واژگونی جرثقیل شناور شود.



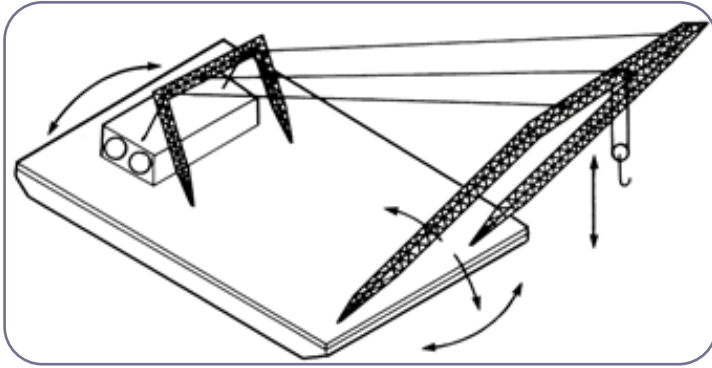
شکل ۲-۲۳. جرثقیل پایه ثابت



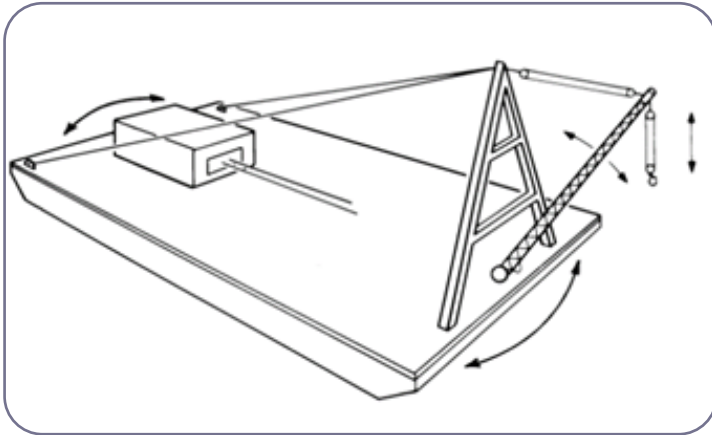
شکل ۲۴-۲. جرثقیل بندری دروازه‌ای



شکل ۲۵-۲. جرثقیل شناور با سینی گردان



شکل ۲-۲۶. جرثقیل شناور نصب شده روی کرجی



شکل ۲-۲۷. جرثقیل شناور با قاب A



فصل سوم

مکانیزم باربرداری

انواع جرثقیل‌ها

مکانیزم باربرداری انواع جرثقیل‌ها

در این فصل مکانیزم‌های بالابری و متعلقات آن، محرک بوم، میزگردان و ارابه بار تشریح می‌شود. سپس انواع بارهای وارد به جرثقیل معرفی می‌گردد و در انتها در مورد عملیات باربرداری، فضای کاری و جدول بار جرثقیل‌ها توضیحاتی ارائه می‌شود.

● ۱-۳ قانون اهرم‌ها

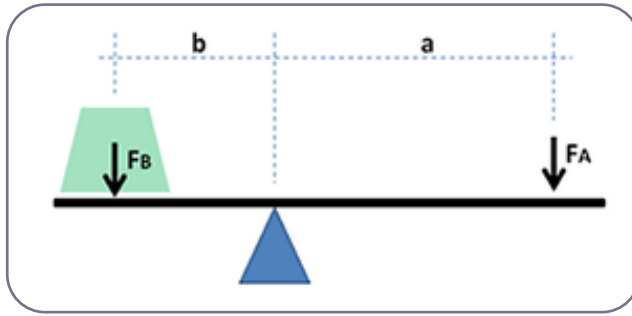
اساس تعادل جرثقیل‌های متحرک مبتنی بر قانون اهرم‌ها است. اهرم ساده‌ترین نوع ماشین است که می‌توان با استفاده از آن وزنه‌ها را با صرف نیروی کمتری بلند کرد. هر مکانیزم اهرم از سه بخش تشکیل شده است:

۱. تکیه‌گاه

۲. بازوی محرک

۳. بازوی مقاوم

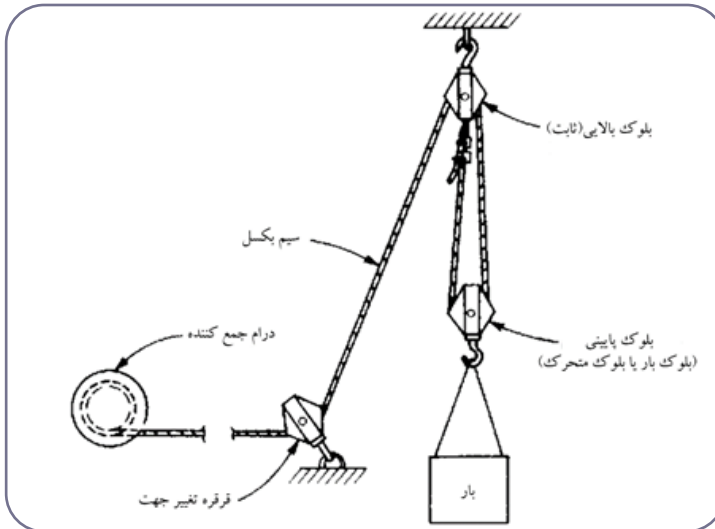
در شکل ۱-۳ یک مکانیزم اهرم نشان داده شده است. فاصله نیروی محرک از تکیه‌گاه را بازوی محرک (a) و فاصله نیروی مقاوم (وزنه یا بار) از تکیه‌گاه را بازوی مقاوم (b) می‌نامند. طبق قانون اهرم‌ها نسبت نیروی مقاوم به نیروی محرک (F_B/F_A) برابر با نسبت بازوی محرک به بازوی مقاوم (a/b) است و این نسبت را مزیت مکانیکی می‌نامند. به عنوان مثال اگر مزیت مکانیکی برابر ۲ باشد ($a/b=2$) بدین معنی است که برای جابجا کردن بار مقاوم صد کیلوگرمی، فقط به نیروی محرک پنجاه کیلوگرمی نیاز است.



شکل-۱.۳. مکانیزم اهرم

۳-۲ مکانیزم بالابری

مکانیزم بالابری^۱، بار را در جهت عمودی جابجا می‌کند. اجزای این مکانیزم در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. بار به بلوک جابجاکننده بار یا بلوک پایینی^۲ متصل است. این بلوک از طریق سیم بکسل^۳ به بلوک ثابت بالایی و قرقره^۴ و درام سیم بکسل^۵ مرتبط می‌شود.



شکل-۲.۳. اجزای اصلی مکانیزم بالابری

- ۱- Hoisting mechanism
- ۲- Lower or load travelling block
- ۳- Wire rope
- ۴- Deflector sheave
- ۵- Winding drum

طبق تعریف مزیت مکانیکی که در بخش قبل ذکر شد، مزیت مکانیکی مکانیزم بالابری عبارت است از نسبت نیروی مقاوم به نیروی محرک. به عنوان مثال اگر نیروی مقاوم (بار) ۲ تن باشد و نیروی لازم برای بلند کردن بار که توسط درام سیم‌بکسل اعمال می‌شود، برابر ۱ تن باشد مزیت مکانیکی مکانیزم باربرداری برابر ۲ است. هرچه مزیت مکانیکی بیشتر باشد به همان نسبت سرعت حرکت بار در باربرداری کاهش می‌یابد. به عنوان مثال در یک مکانیزم باربرداری با مزیت مکانیکی ۲ سرعت بالا رفتن بار نصف سرعت جمع شدن سیم‌بکسل به دور درام می‌باشد. در سیستم‌های شامل قرقره در صورتی که از اصطکاک صرف‌نظر شود، مزیت مکانیکی به سادگی قابل محاسبه است چون می‌توان نیروی سیم‌بکسل را در تمام طول سیم‌بکسل ثابت در نظر گرفت. به عنوان مثال در شکل ۲-۳ در قرقره بلوک پایینی وزن بار به دو سیم‌بکسل وارد می‌شود و در نتیجه هر سیم‌بکسل نصف بار را تحمل می‌کند. بنابراین نیروی لازم برای بالابری نصف وزن بار است و مزیت مکانیکی این مکانیزم ۲ است. وجود اصطکاک باعث می‌شود مزیت مکانیکی اندکی کمتر از مقدار محاسبه شده به روش فوق باشد.

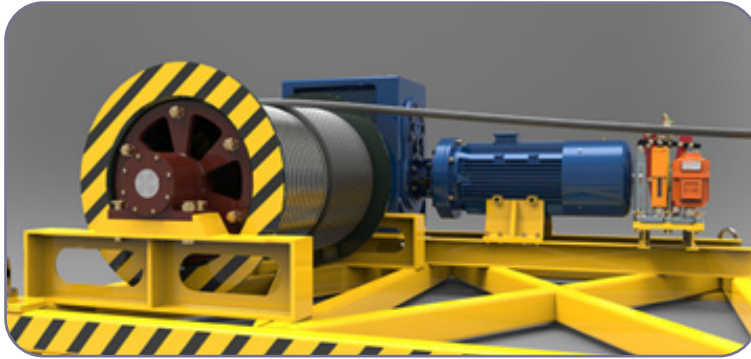
● ۳-۳ متعلقات مکانیزم بالابری

■ ۳-۳-۱ وینچ

یک یا چند درام جمع‌کننده سیم‌بکسل که روی یک قاب قرار گرفته‌اند و از طریق موتور و گیربکس فعال می‌شوند را وینچ می‌نامند. وینچ یکی از اجزای مهم مکانیزم بالابری است. نیروی محرک درام می‌تواند از طریق موتور الکتریکی یا موتور احتراقی تامین شود. در بالابری‌های کوچک این نیروی محرک به صورت دستی و از طریق زنجیر اعمال می‌شود. در شکل ۳-۳، شکل ۳-۴ و شکل ۳-۵ وینچ انواع جرثقیل‌های متحرک، برجی و سقفی نشان داده شده است.



شکل ۳-۳. وینچ جرثقیل متحرک



شکل ۴-۳. وینچ جرثقیل برجی

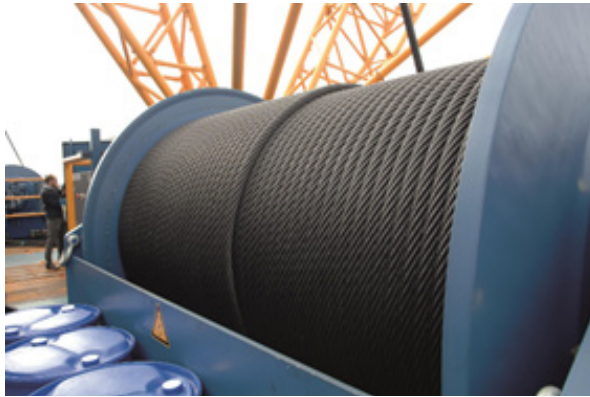


شکل ۵-۳. وینچ جرثقیل سقفی

وینچ دارای مکانیزم‌های کلاچ و ترمز برای انتقال و توقف حرکت است. کلاچ اصلی وظیفه انتقال قدرت از موتور به گیربکس را دارد و هرکدام از درام‌ها نیز دارای یک کلاچ مستقل هستند. برای جلوگیری از برگشت درام و سقوط بار از ترمز تسمه‌ای یا جغجغه استفاده می‌شود. در جرثقیل‌های دارای موتور الکتریکی، مکانیزم ترمز می‌تواند الکتریکی (گشتاور معکوس موتوری، ترمز جریان گردابی، ترمز مغناطیسی) باشد. برای رعایت نکات ایمنی بهتر است ترمزها حتی در هنگام قطع جریان برق، نیروی ترمزی را اعمال نمایند و با اعمال گشتاور موتور به درام، ترمزها آزاد شوند.

■ ۲-۳-۳ درام

درام نیروی تولید شده توسط موتور-گیربکس را به سیم‌بکسل انتقال می‌دهد و در هنگام جمع کردن سیم‌بکسل مازاد سیم‌بکسل را در خود جای می‌دهد. سیم‌بکسل به صورت مارپیچ دور درام جمع می‌شود. جمع شدن سیم‌بکسل دور درام از لبه درام شروع می‌شود و پس از تعدادی دور به لبه مقابل درام می‌رسد. به این ترتیب یک لایه سیم‌بکسل روی درام قرار می‌گیرد. اگر جمع کردن سیم‌بکسل ادامه پیدا کند، لایه دیگری در جهت مخالف لایه اول تشکیل و بدین ترتیب چند لایه سیم‌بکسل روی درام جمع می‌شود (شکل ۶-۳).



شکل ۶-۳. چند لایه سیم‌بکسل روی درام

برای این که سیم‌بکسل از لبه درام بیرون نیفتند باید آخرین لایه سیم‌بکسل به اندازه ۵.۱ برابر قطر سیم‌بکسل از لبه درام پایین‌تر باشد. انتهای سیم‌بکسل با اتصالات استاندارد و مستحکم به درام متصل می‌شود. ولی برای اطمینان باید در شرایطی که سیم‌بکسل کاملاً از روی درام باز شده حداقل سه دور سیم‌بکسل روی درام باقی بماند. برای اطمینان از این که سیم‌بکسل روی درام به درستی و به طور منظم پیچیده شود در بعضی از درام‌ها روی سطح درام شیارهایی ایجاد می‌شود (شکل ۷-۳). پس از پیچیده شدن اولین لایه سیم‌بکسل، سیم‌بکسل‌های لایه اول به عنوان شیار راهنما برای لایه بعدی عمل می‌کنند.



شکل ۳-۷. شیارهای روی سطح درام

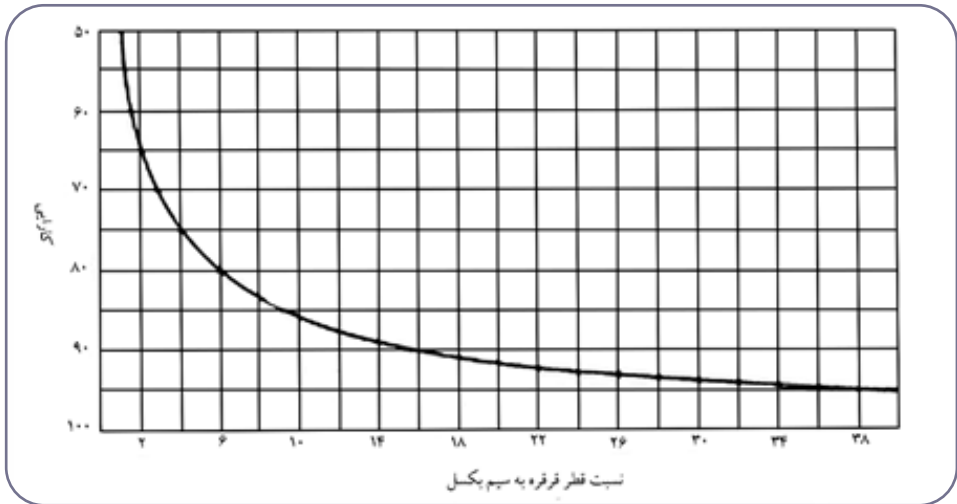
■ ۳-۳-۳ قرقره و بلوک

قرقره‌ها برای تغییر جهت حرکت سیم‌بکسل مورد استفاده قرار می‌گیرند. تعدادی قرقره که در یک بلوک قرار گرفته‌اند می‌توانند مزیت مکانیکی مورد نظر را ایجاد نمایند (شکل ۳-۸).



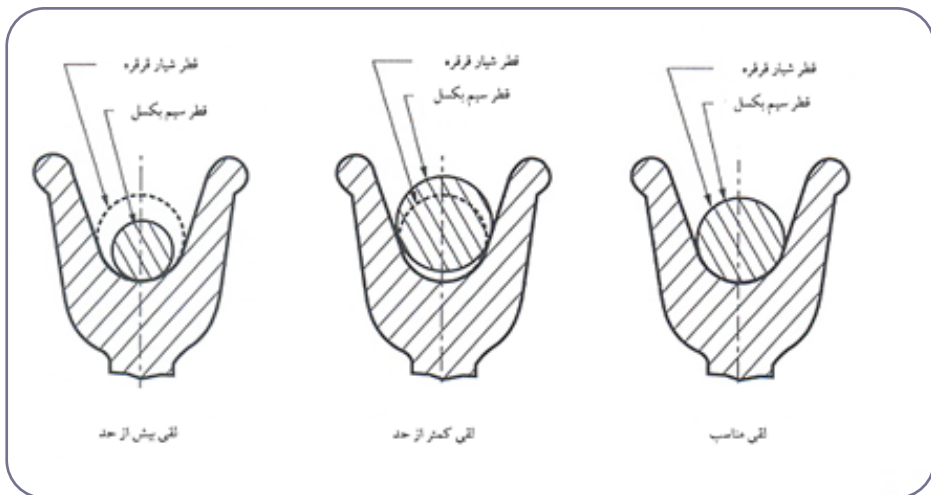
شکل ۳-۸. بلوک‌های تشکیل شده از یک، دو و سه قرقره

استفاده از قرقره متناسب با ضخامت سیم‌بکسل باعث می‌شود بتوان از حداکثر مقاومت و عمر مفید سیم‌بکسل بهره‌مند شد. در شکل ۳-۹ کارایی سیم‌بکسل، بر حسب نسبت قطر قرقره (D) به سیم‌بکسل (d) نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که برای داشتن کارایی بالای ۹۰٪ باید این نسبت بیش از عدد ۱۶ باشد. البته از طرفی افزایش قطر قرقره‌ها باعث سنگین‌تر شدن قرقره و بلوک می‌شود و ظرفیت بلند کردن بار توسط مکانیزم باربرداری را کاهش می‌دهد.



شکل ۹-۳. کارایی سیم بکسل بر حسب نسبت قطر قرقره به سیم بکسل

به علاوه شیار داخلی قرقره باید با قطر سیم بکسل متناسب باشد. لقی کمتری یا بیشتر از مقدار ایده‌آل باعث فرسودگی و خرابی سیم بکسل می‌شود (شکل ۱۰-۳).

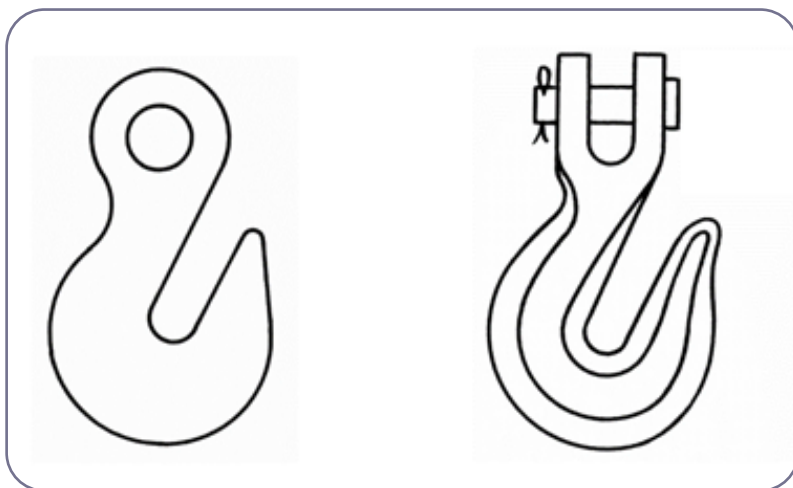


شکل ۱۰-۳. لقی مناسب بین سیم بکسل و شیار قرقره

قلاب یکی از متعلقات مکانیزم باربرداری است. قلاب وسیله‌ای برای گرفتن و بلند کردن بار با جرقه‌پیل و سایر تجهیزات بالابر است. مواد به کار رفته در سازه قلاب باید قابلیت چکش‌خواری بالایی داشته باشند و از لحاظ روش ساخت، عملیات حرارتی و آزمون‌های مورد نیاز منطبق بر اساس استانداردهای معتبر باشد.

مهمترین ماده به کار رفته در قلاب، فولاد است که پس از ساخت به روش ریخته‌گری یا آهنگری برای افزایش استحکام آن بر روی آن عملیات حرارتی انجام می‌دهند. علامت سازنده‌ی قلاب به همراه میزان بار مجاز آن به کمک روش‌های ریخته‌گری-آهنگری روی بدنه‌ی قلاب در جایی که به آسانی از بین نرود حک می‌شود. برای اطمینان از ایمن و سالم بودن قلاب، پس از تولید عملیات تست و بازرسی روی کلیه‌ی قلاب‌های ساخته شده طبق استانداردهای رایج انجام می‌شود.

طبق استاندارد ASME B30. 10 قلاب می‌تواند شکل‌های مختلفی داشته باشد. به طور کلی از نظر اتصال قلاب به مکانیسم بالابر در قسمت بالایی از چشمی^۱ یا پین^۲ استفاده می‌شود. معمولاً قلاب‌های چشمی‌دار برای اتصال به سیم‌بکسل و قلاب‌هایی که پین دارند برای اتصال به زنجیر استفاده می‌شوند. هرچند می‌توان قلاب‌هایی که پین دارند را به سیم‌بکسل متصل نمود ولی اتصال قلاب‌های چشمی‌دار به زنجیر معمول نیست. در شکل ۱۱-۳ این دو نوع قلاب نمایش داده شده است.

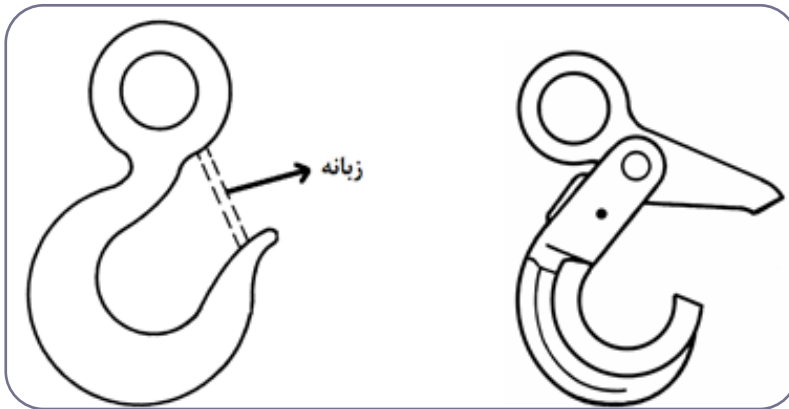


شکل ۱۱-۳. راست: قلاب کلویس‌دار، چپ: قلاب چشمی‌دار

قلاب ممکن است به مکانیزم قفل خودکار مجهز باشد. قفل خودکار، زبان‌های است که توسط یک فنر بسته شده و مانع خروج سیم‌بکسل از قلاب می‌شود. طبیعی است که هنگامی که یک بار سنگین روی قلاب قرار دارد خروج بار از قلاب غیر ممکن است ولی در هنگام جابجایی بارهای سبک یا هنگام قرار دادن بار بر روی زمین و شل شدن سیم‌بکسل امکان خروج وجود دارد. دو نوع قلاب دارای قفل خودکار در شکل ۱۲-۳ نشان داده شده است.

۱- Eye

۲- Clevis



شکل ۱۲-۳. دو نوع قلاب دارای قفل خودکار

■ ۳-۳-۴ سیم‌بکسل و اتصالات

در جرثقیل‌ها نیرو توسط سیم‌بکسل منتقل می‌شود و لذا سیم‌بکسل یکی از اجزای اصلی جرثقیل می‌باشد. امروزه سیم‌بکسل جایگزین طناب‌های کنفی و زنجیرها در انتقال نیرو شده است. رشته‌های سیم به کار رفته در سیم‌بکسل که با استفاده از روش کشش سرد تولید می‌شوند، دارای مقاومت کششی بالایی (۱۱۵۰ تا ۲۳۵۰ مگاپاسکال) می‌باشند که باعث می‌شود با وزن کم، مقاومت بالایی از خود نشان دهند. برای ساختن سیم‌بکسل، رشته‌های سیمی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند تا یک کلاف^۱ را ایجاد نمایند. سپس کلاف‌ها حول یک مغزی^۲ قرار می‌گیرند تا سیم‌بکسل تشکیل شود. تعداد رشته‌های یک کلاف، تعداد کلاف‌های سیم‌بکسل و جنس مغزی در سیم‌بکسل‌های مختلف متفاوت است. سیم‌بکسل‌ها بر اساس این موارد دسته‌بندی می‌شوند. به عنوان مثال دسته ۱۹ × ۶ به معنای ۶ کلاف در هر سیم‌بکسل و ۱۹ رشته در هر کلاف است. در جدول ۱-۳ ویژگی‌های تعدادی از دسته‌های پرکاربرد سیم‌بکسل ذکر شده است. برای مغزی سیم‌بکسل‌ها می‌توان از جنس الیاف غیرفلزی^۳، یک کلاف فلزی^۴ یا یک سیم‌بکسل مستقل^۵ استفاده نمود. در صورتی که یک سیم‌بکسل مستقل به عنوان مغزی استفاده شود باعث استحکام بیشتر سیم‌بکسل شده و مقاومت سیم‌بکسل در برابر له شدگی و خستگی را افزایش می‌دهد ولی انعطاف پذیری سیم‌بکسل را کاهش می‌دهد.

۱-Strand

۲- Core

۳-Fiber Core(FC)

۴-Wire Strand Core(WSC)

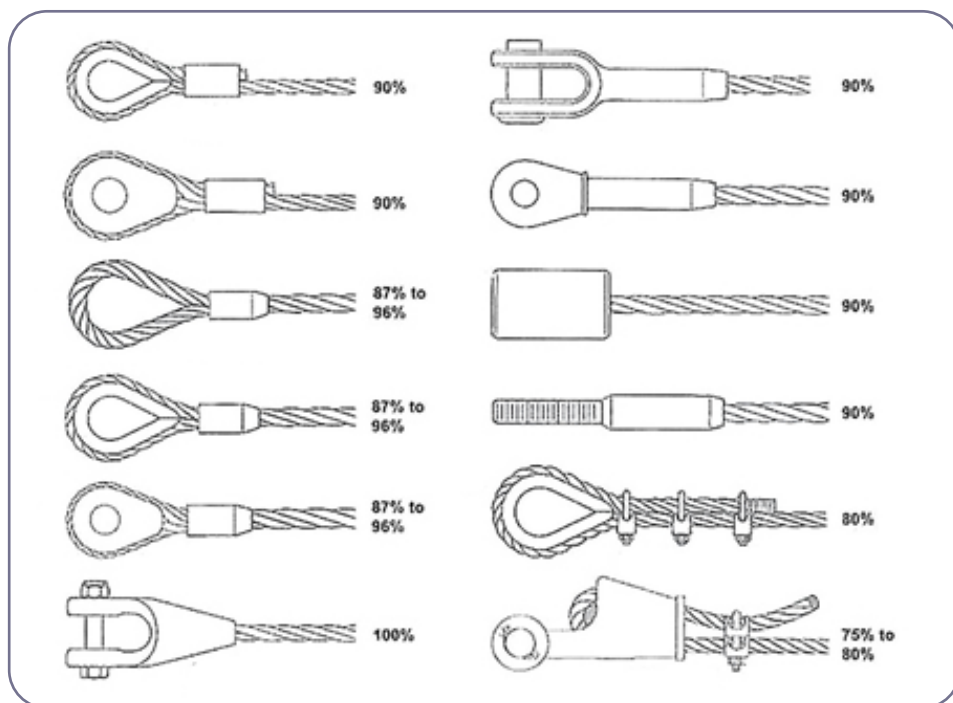
۵-Independent wire-rope core(IWRC)

جدول ۱-۳. ویژگی‌های برخی از دسته‌های پرکاربرد سیم‌بکسل

ویژگی‌ها	مقطع سیم‌بکسل	ویژگی‌ها	مقطع سیم‌بکسل
ساده‌ترین طرح سیم‌بکسل است. مقاومت آن در برابر خستگی، سایش و له‌شدگی مناسب نیست.	$6 \times 7-FC$  شماره ۰.۱ RCN	دارای مقاومت مناسب در برابر سایش و له‌شدگی است ولی مقاومت خستگی آن مناسب نیست.	$6 \times 19S-IWRC$  شماره ۰.۲ RCN
این دسته یکی از رایج‌ترین دسته‌های سیم‌بکسل است. رشته‌های نازک به کار رفته برای پر کردن فضاهاى خالی در برابر خوردگی ضعیف هستند و نباید در محیط‌های مرطوب استفاده شوند.	$6 \times 25F-IWRC$  شماره ۰.۴ RCN	با توجه به وجود رشته‌های زیاد و هسته مستقل (IWRC) در صورت استفاده از قرقره‌های مناسب و درام شیاردار مقاومت خوبی در برابر له‌شدگی و خستگی دارند.	$6 \times 36WS-IWRC$  شماره ۰.۹ RCN

برای اتصال سیم‌بکسل به سایر ادوات یا بار از اتصالات سیم‌بکسل استفاده می‌شود. اتصالات سیم‌بکسل انواع مختلفی دارد. هنگام استفاده از اتصالات توجه به این نکته ضروری است که نیروی قابل تحمل توسط اتصالات ممکن است کمتر از نیروی قابل تحمل توسط سیم‌بکسل باشد. معمولاً نیروی قابل تحمل توسط اتصالات به صورت درصدی از نیروی قابل تحمل توسط سیم‌بکسل بیان می‌شود. در شکل ۱۳-۳ تعدادی از این اتصالات به همراه درصد نیروی قابل تحمل نشان داده شده است.

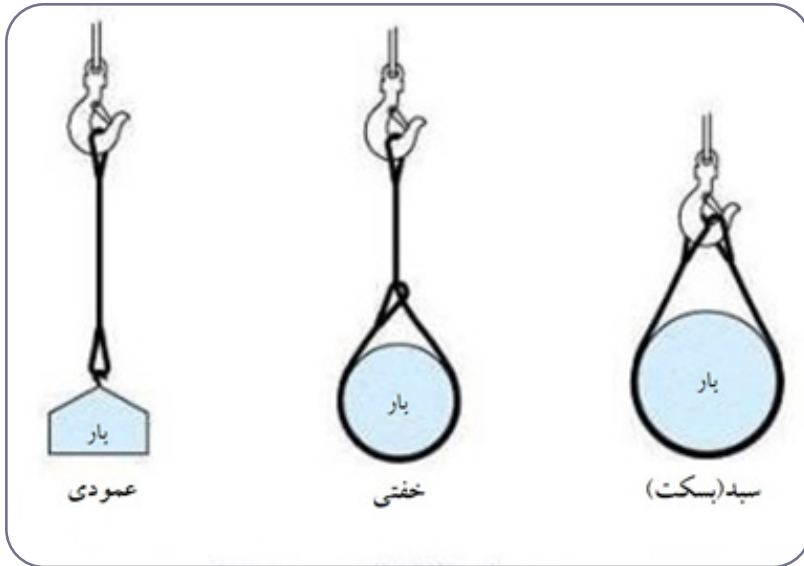
۱- خستگی (Fatigue) در اثر اعمال نیروهای متناوب پدید می‌آید. ممکن است نیرویی کمتر از حد تحمل جسم باشد ولی اعمال آن به دفعات زیاد باعث شکست جسم شود.



شکل ۱۳-۳. اتصالات سیم‌بکسل به همراه درصد نیروی قابل تحمل نسبت به نیروی قابل تحمل سیم‌بکسل

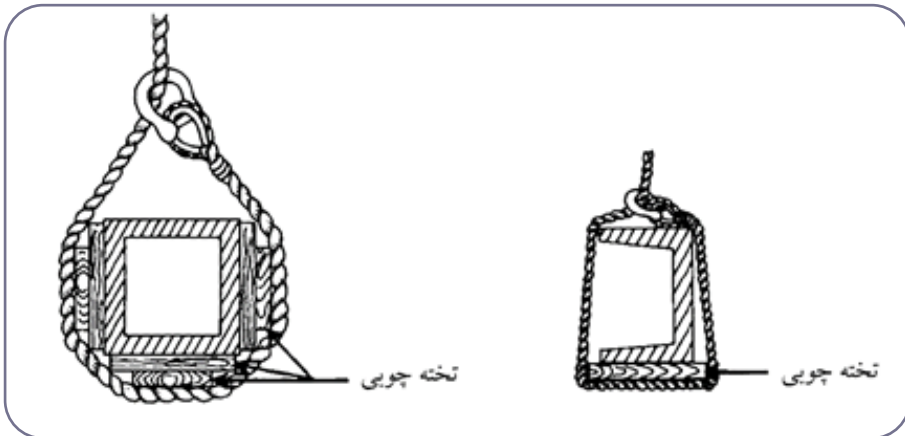
● ۳-۴ بستن بار

برای بستن بار به قلاب بالابر جرثقیل از اسلینگ استفاده می‌شود که ممکن است تسمه یا الیاف فولادی بافته شده، تسمه یا الیاف پلاستیکی بافته شده، زنجیر یا سیم‌بکسل باشد. در واقع اسلینگ‌ها حلقه ارتباطی بین بار و جرثقیل هستند. نحوه صحیح بستن اسلینگ‌ها در ایمنی جابجایی بار نقش به‌سزایی دارد. بهتر است در صورت امکان اسلینگ‌ها طوری بسته شوند که به هنگام بلند کردن بار از روی زمین، بار نچرخد و نوسان زیادی نداشته باشد. در شکل ۱۴-۳ انواع رایج بستن اسلینگ نمایش داده شده است. در اتصال خفتی ۲۰ درصد از ظرفیت اسلینگ در مقایسه با اتصال عمودی کم می‌شود و در اتصال سبد (بسکت) ظرفیت دو برابر حالت عمودی است.

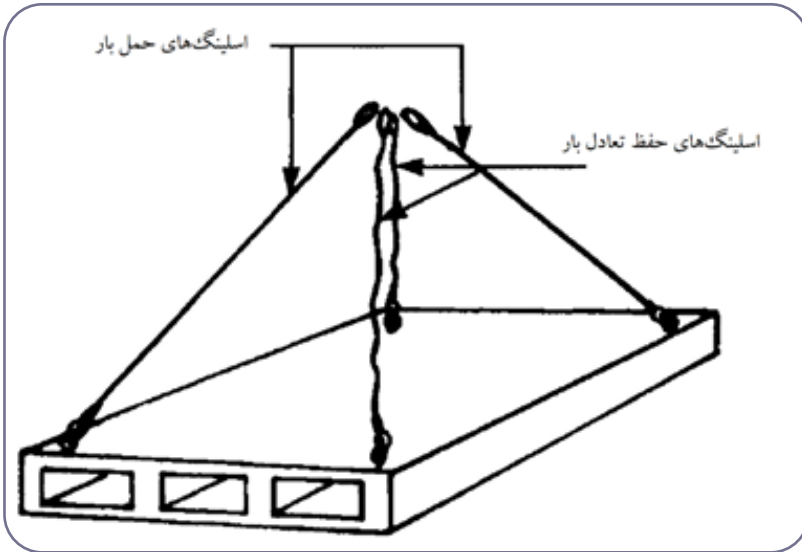


شکل ۱۴-۳. انواع رایج بستن اسلینگ

در بستن اجسامی که دارای لبه‌های تیز هستند از تخته‌های چوبی برای محافظت اسلینگ در برابر لبه‌های تیز استفاده شود (شکل ۱۵-۳). در صورتی که از سه یا چهار اسلینگ برای بستن یک بار استفاده می‌شود، می‌توان اسلینگ‌ها را طوری بست که فقط دو اسلینگ بار را حمل کنند و بقیه اسلینگ‌ها نقش حفظ تعادل بار و جلوگیری از تاب خوردن بار را داشته باشند (شکل ۱۶-۳).

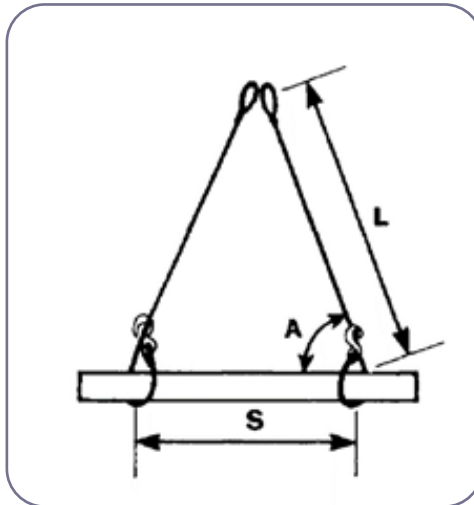


شکل ۱۵-۳. استفاده از تخته‌های چوبی برای ممانعت از تماس اسلینگ با لبه‌های تیز بار



شکل ۱۶-۳. استفاده از بعضی اسلینگ‌ها برای حمل بار و بعضی دیگر برای حفظ تعادل بار

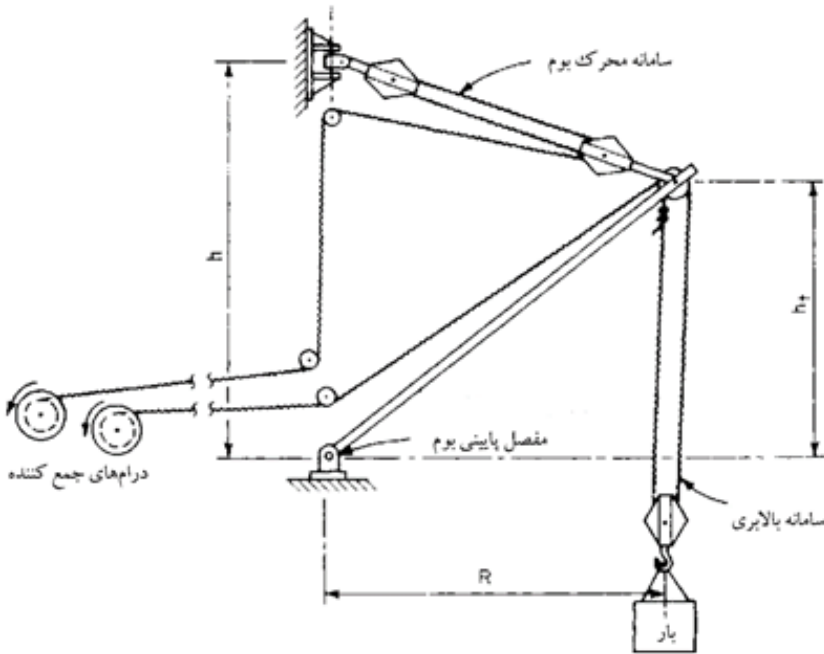
زاویه بستن اسلینگ‌ها به بار نیز اهمیت زیادی در ایمنی و پیشگیری از معیوب شدن اسلینگ‌ها دارد. در شکل ۱۷-۳ اگر طول اسلینگ (L) از فاصله محل اتصال دو اسلینگ به بار (S) بیشتر باشد زاویه اتصال مناسب است.



شکل ۱۷-۳. زاویه مناسب بستن اسلینگ به بار

۳-۵ مکانیزم محرک بوم

مکانیزم محرک بوم زاویه بوم با افق را تغییر می‌دهد و باعث افزایش یا کاهش فاصله بار با مرکز (شعاع بار) می‌شود. این مکانیزم معمولاً در جرثقیل‌های متحرک بوم خشک و برخی جرثقیل‌های برجی استفاده می‌شود. این مکانیزم بخشی از وزن بوم و بار را تحمل می‌کند. سرعت جابجایی بار توسط این مکانیزم پایین است. شکل ۱۸-۳ اجزای مکانیزم محرک بوم را نشان می‌دهد.



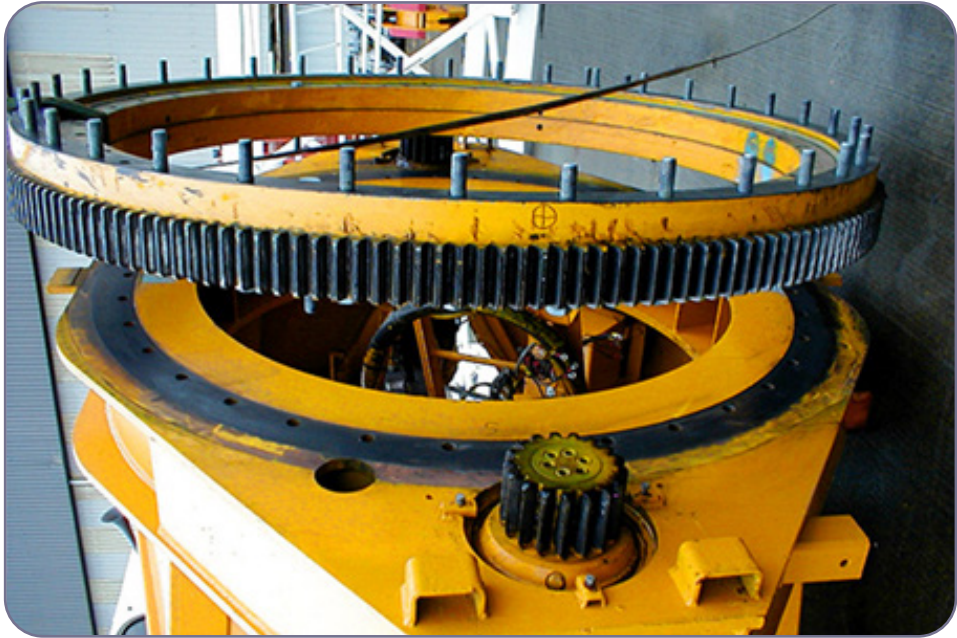
شکل ۱۸-۳. مکانیزم محرک بوم

مکانیزم محرک بوم در ترکیب با مکانیزم دوران بوم (که می‌تواند از طریق میز گردان ایجاد شود) جابجایی افقی بار در یک محدوده دایره شکل را فراهم می‌کند. در جرثقیل‌های متحرک بوم هیدرولیکی این مکانیزم وجود دارد ولی وینچ و سیم‌بکسل و قرقره حذف شده و جک‌های هیدرولیکی این حرکت را ایجاد می‌کنند. در جرثقیل‌های برجی سر چکشی فقط حرکت دورانی بوم حول برج وجود دارد و زاویه بوم نسبت به افق ثابت است. تغییر شعاع بار در این نوع جرثقیل‌ها توسط ارباب بار صورت می‌گیرد.

۳-۶ مکانیزم میز گردان

میز گردان حرکت دورانی بوم را ایجاد می‌کند و در جرثقیل‌های متحرک و جرثقیل‌های برجی سر چکشی

مورد استفاده قرار می‌گیرد. میز گردان در واقع یک چرخ‌دنده بزرگ به همراه یک یاتاقان کف گرد است که بر روی شاسی جرثقیل متحرک یا برج جرثقیل بر جی قرار گرفته و بوم و کابین راننده بر روی آن قرار می‌گیرد. یک چرخ‌دنده کوچک با این چرخ‌دنده بزرگ درگیر شده و آن را به دوران در می‌آورد و در نتیجه باعث چرخش بوم می‌شود. در شکل ۱۹-۳ میزگظط رذردردان یک جرثقیل نمایش داده شده است.

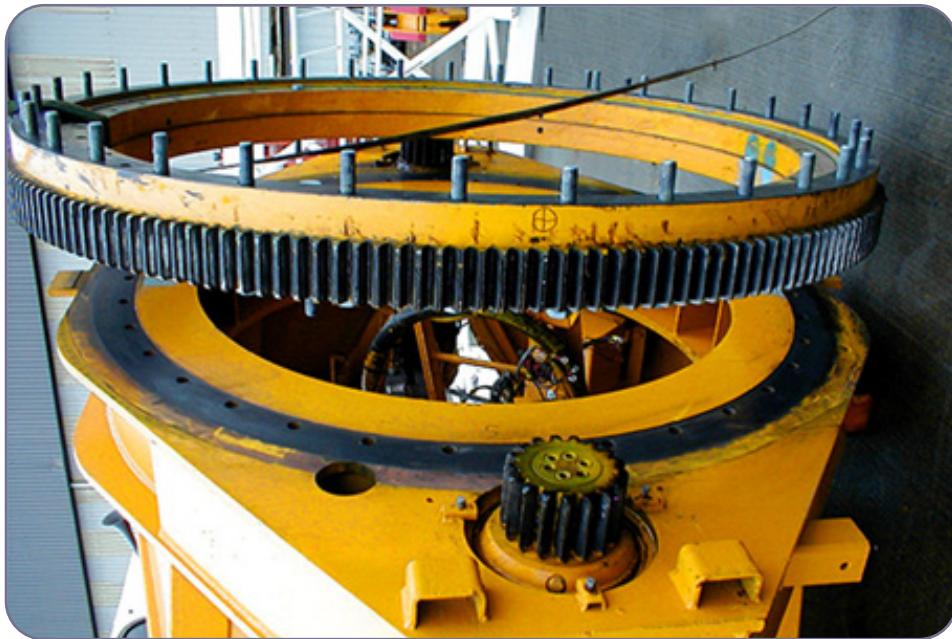


شکل ۱۹-۳. میز گردان

● مکانیزم ارابه بار

ارابه بار برای تغییر شعاع بار در جرثقیل‌های برجی و جابجایی عرضی بار در جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای به کار می‌رود. ^۱ ارابه بار شامل مکانیزم بالابری یا به عبارتی وینچ است و بر روی ریل حرکت می‌کند. حرکت ارابه بار بر روی ریل، توسط یک مجموعه درام و قرقره (مختص حرکت دادن ارابه بار) صورت می‌گیرد. در شکل ۲۰-۳ و شکل ۲۱-۳ ارابه بار جرثقیل سقفی و جرثقیل برجی نمایش داده شده است.

۱- اصطلاحاً در جرثقیل‌های برجی به ارابه بار شاریوت و در جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای ترولی گفته می‌شود.



شکل ۲۰-۳. ارایه بار جرثقیل سقفی



شکل ۲۱-۳. ارایه بار جرثقیل برجی

● ۸-۳ طرح عملیات باربرداری^۱

قبل از اقدام به عملیات باربرداری باید طرح عملیات باربرداری و تمام نکاتی که در حین عملیات دخیل هستند، مشخص شوند. اولین گام در ایجاد طرح عملیات باربرداری مشخص کردن این موضوع است که آیا باربرداری مورد نظریک باربرداری معمولی^۲ است یا یک باربرداری ویژه است. اگر باربرداری مورد نظر یکی از شرایط زیر را داشته باشد باربرداری ویژه^۳ محسوب می‌شود:

- ▶ استفاده از دو جرثقیل یا بیشتر برای حمل یک بار.
 - ▶ باربرداری در نواحی با ملاحظات و خطرات خاص مانند تاسیسات بندری، در نزدیکی خطوط برق و باربرداری در شرایط خاص آب و هوایی.
 - ▶ برداشتن بارهایی که تخمین وزن و مرکز ثقل آنها نامشخص است و یا برآورد آن‌ها با دشواری مواجه است.
 - ▶ برداشتن و یا گذاشتن بار در مکان‌هایی که دسترسی محدود دارند و امکان ورود کارکنان به آن وجود ندارد.
 - ▶ بلند کردن ماشین‌آلاتی که محلی برای اتصال به جرثقیل برای آنها تعبیه نشده است.
 - ▶ بلند کردن و جابجایی نفرات.
 - ▶ بلند کردن بارهایی که بسیار گران‌قیمت هستند و یا نبود آنها پیشرفت پروژه را برای مدت طولانی به تعویق می‌اندازد.
 - ▶ بلند کردن بارهایی که ذاتاً خطرناکند و حمل نامناسب آنها احتمال بروز انفجار یا تبعات گسترده زیست‌محیطی دارد.
- در صورتی که موارد فوق در یک عملیات باربرداری وجود نداشته باشد، آن را یک باربرداری معمولی تلقی می‌کنیم. در باربرداری معمولی طرح عملیات باربرداری باید شامل محدودیت‌های باربرداری، روش باربرداری و فضای عملیاتی باشد. باربرداری ویژه نیازمند طرح عملیات باربرداری بسیار دقیق‌تری است که باید شامل تمام جزئیات باشد. در ادامه مواردی که باید در طرح عملیات باربرداری ویژه به آنها پرداخته شود مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اولین بخش در طرح عملیات باربرداری ویژه توصیف و مشخصات بار است که شامل موارد زیر می‌باشد:

- ▶ وزن بار
- ▶ ابعاد بار (طول، عرض و ارتفاع بار)
- ▶ موقعیت مرکز ثقل بار
- ▶ محل اتصال به قلاب یا اسلینگ‌ها
- ▶ شعاع محل برداشتن بار
- ▶ شعاع محل گذاشتن بار
- ▶ ارتفاع محل برداشتن و گذاشتن بار

۱- Lifting Plan

۲- Ordinary Lifting

۳- Critical Lifting

▶ وزن کل (شامل وزن بار، اسلینگ‌ها، قلاب و بلوک بار)

دومین بخش در طرح عملیات باربرداری انتخاب جرثقیل (های) مناسب است. انتخاب جرثقیل بر اساس مشخصات بار و مشخصات جرثقیل‌ها بر اساس کاتالوگ‌های شرکت‌های سازنده صورت می‌گیرد که باید توانایی انجام عملیات باربرداری بر اساس مشخصات بار و جابجایی‌های مورد نظر را داشته باشد. جزئیات زیر در مورد جرثقیل انتخاب شده باید در طرح برنامه باربرداری ذکر گردد:

▶ شرکت سازنده و مدل جرثقیل

▶ ظرفیت

▶ طول بوم

▶ مقدار باز شدن جک‌های تعادلی (برای جرثقیل متحرک)

▶ توانایی تحمل زمینی که جرثقیل روی آن قرار می‌گیرد.

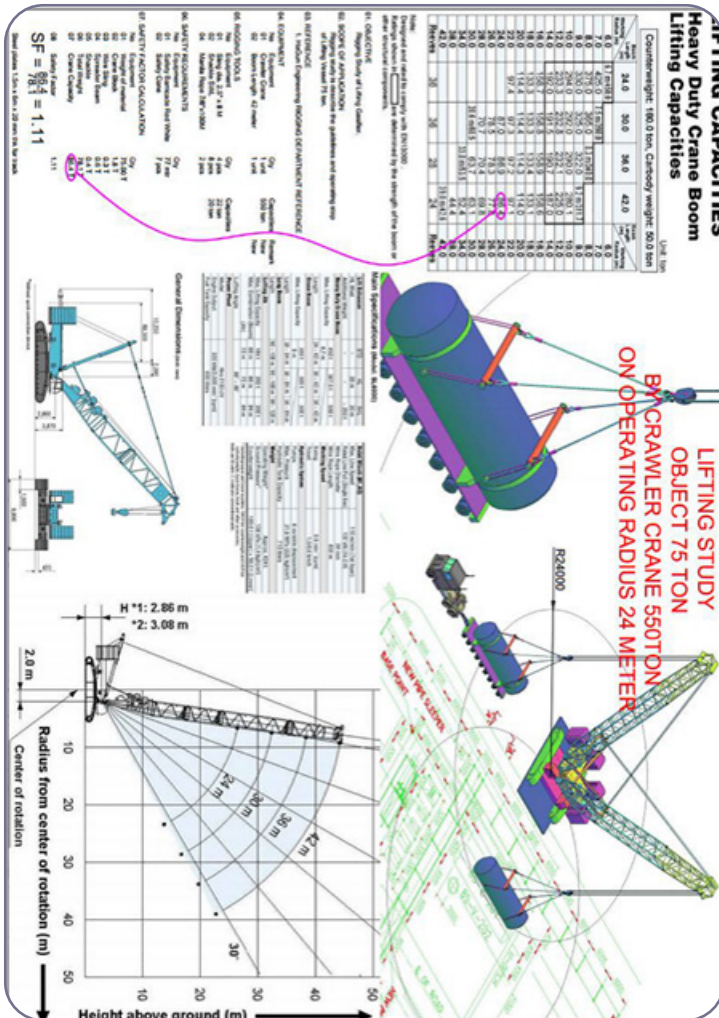
▶ مقدار وزنه‌های تعادلی

▶ وزن جرثقیل

مسئله مهم دیگری که در طرح عملیات باربرداری باید به آن پرداخته شود، انتخاب سیم بکسل‌ها و اسلینگ‌های مناسب و نحوه بستن بار توسط اسلینگ‌ها است. این موارد باید با توجه به مشخصات بار مانند وزن بار و موقعیت مرکز ثقل بار و شکل کلی بار تعیین شود.

بررسی شرایط محیطی به ویژه وزش باد نیز در طرح عملیات باربرداری باید مورد توجه قرار گیرد و با بررسی اثر سرعت‌های مختلف باد بر پایداری بار و جرثقیل، سرعت مجاز وزش باد در زمان انجام عملیات ذکر گردد.

در شکل ۲۲-۳ نمونه نقشه CAD یک طرح عملیات باربرداری نمایش داده شده است که در آن نحوه جابجایی بار، شعاع بار، مشخصات بار، مشخصات جرثقیل مورد استفاده، نحوه بستن بار و تجهیزات مورد نیاز برای بستن بار مشخص شده است.



شکل ۳-۲۲. نقشه CAD طرح عملیات باربرداری

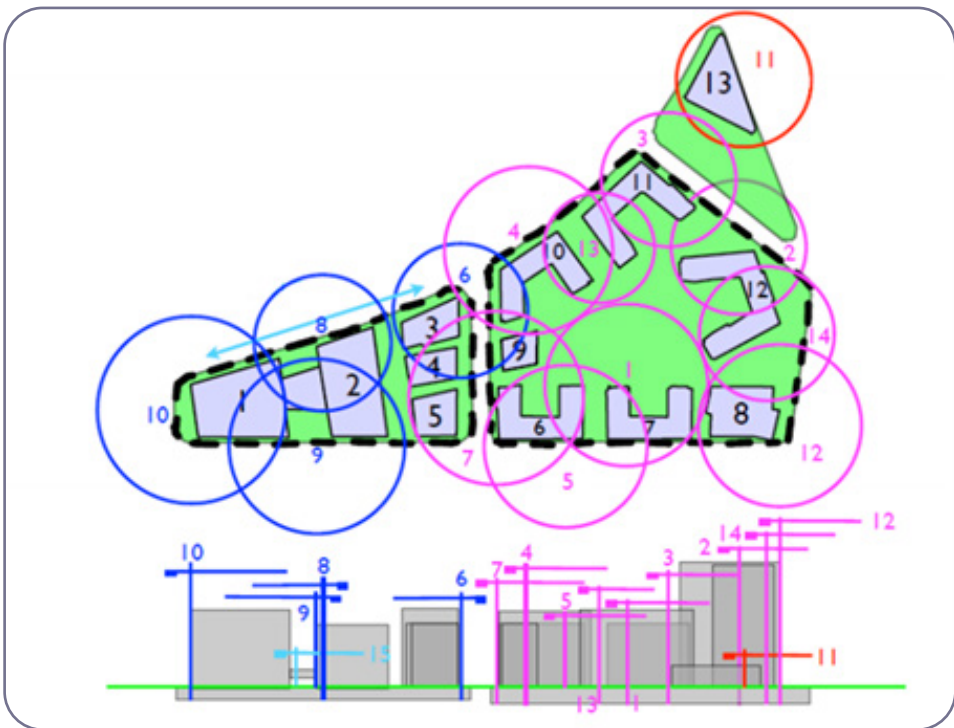
برای تهیه طرح عملیات باربرداری علاوه بر موارد فوق آشنایی با انواع حرکت‌ها در جرثقیل‌های مختلف ضروری است. در جرثقیل‌های برجی و متحرک سه نوع حرکت وجود دارد:

۱. حرکت شعاعی بار به معنای دور و نزدیک شدن بار به مرکز جرثقیل (تغییر شعاع کار) است که در جرثقیل‌های متحرک و جرثقیل‌های برجی با بوم زاویه‌گیر توسط مکانیزم محرک بوم انجام می‌شود. به این ترتیب که تغییر زاویه‌ی بوم باعث تغییر در شعاع کاری می‌شود. در جرثقیل‌های بوم تلسکوپی باز کردن تلسکوپ موجب ایجاد فاصله‌ی بیشتر و جمع کردن تلسکوپ موجب کاهش فاصله بار تا جرثقیل می‌شود. در جرثقیل‌های برجی سرچکشی تغییر شعاع کاری با حرکت اریابه بار (شاریوت) انجام می‌شود.

۲. حرکت گردشی بار حول مرکز جرثقیل که توسط میز گردان انجام می‌شود.

۳. بالا و پایین شدن بار توسط مکانیزم بالابری.

مجموع این سه حرکت باعث می‌شود که امکان جابجایی بار در یک فضای استوانه‌ای شکل فراهم شود. باید توجه شود که بار، بوم و کابل متصل به بار ممکن است در انجام این حرکات به موانع مختلفی برخورد نمایند. برخی از این موانع عبارتند از ساختمان‌ها، درختان، تجهیزات موجود در کارگاه، دکل‌ها و سیم‌های انتقال برق. در مواقعی که چند جرثقیل در یک مکان مشغول به کار هستند، برخورد بوم و بار جرثقیل‌ها به یکدیگر نیز باید مد نظر قرار داده شود. به عنوان مثال برای ساخت یک ساختمان عظیم ممکن است لازم باشد تعداد زیادی جرثقیل برجی همزمان مشغول به کار باشند. کشیدن پلان از بالا و پلان جانبی از محل قرارگیری جرثقیل‌ها و موانع محیطی می‌تواند در تهیه یک طرح عملیات باربرداری دقیق و جلوگیری از برخورد جرثقیل‌ها به یکدیگر و به موانع محیطی راهگشا باشد. در شکل ۲۳-۳ پلان استقرار جرثقیل‌ها و موانع در ساخت یک ساختمان نمایش داده شده است.



شکل ۲۳-۳. پلان و نمای جانبی استقرار جرثقیل‌ها و موانع در ساخت یک ساختمان

حتی اگر طرح عملیات باربرداری دقیق انجام شود، باز هم خطای انسانی ممکن است باعث برخورد

جرثقیل‌ها و بروز سانحه گردد. برای ایجاد یک سطح بالاتر از ایمنی در مواردی که تعدادی جرثقیل با فضای کاری متداخل در کنار هم مشغول به کار هستند، استفاده از سیستم ضد برخورد^۱ پیشنهاد می‌شود. این تجهیز روی تمام جرثقیل‌ها نصب می‌شود و موقعیت بوم، شعاع بار و ارتفاع بار را رصد می‌کند. تجهیزات نصب شده بر روی جرثقیل‌ها به طور پیوسته اطلاعات را با یکدیگر تبادل می‌کنند و راننده جرثقیل‌ها این امکان را پیدا می‌کنند که از وضعیت سایر جرثقیل‌ها مطلع شوند و شرایط را مدیریت نمایند. اگر احیاناً دو جرثقیل به شرایط برخورد خیلی نزدیک شوند، این سیستم حرکت را متوقف می‌کند. در صورتی که تغییری در شرایط محیطی و ارتفاع جرثقیل (برجی) صورت بگیرد باید اطلاعات شرایط جدید به سیستم ضد برخورد داده شود. علی‌رغم رعایت تمام نکات ایمنی، باز هم ممکن است عملیات باربرداری به نحوی که طراحی شده پیش نرود. بدین منظور ارزیابی ریسک قبل از شروع عملیات و در هنگام تدوین طرح عملیات باربرداری می‌تواند پیامدهای بروز هرگونه خطا در عملیات را مشخص نماید. در ارزیابی ریسک سه مرحله زیر باید انجام شود:

▲ شناسایی مخاطرات

▲ پیامدهای ناشی از هر مخاطره

▲ اقدامات لازم برای اجتناب یا کاهش پیامدها

یک نمونه ارزیابی ریسک در جدول ۲-۳ نمایش داده شده است.

جدول ۲-۳. نمونه ارزیابی ریسک برای یک جرثقیل متحرک

ردیف	فعالیت	مخاطره	پیامد	اقدامات
۱	جابجایی بار در کارگاه ساختمانی	قرار داشتن وسایل / تجهیزات در نقطه کور	- آسیب شدید به کارکنان / مرگ - آسیب به تجهیزات	- ارتباط رادیویی - علامت‌دهنده با راننده - اطمینان از موقعیت مناسب آینه‌های کابین راننده
۲	جابجایی بار در کارگاه ساختمانی	اصابت بار یا بوم جرثقیل با خطوط برق	- برق گرفتگی و مرگ کارکنان - آسیب به خطوط برق و قطع برق	ایجاد گذرگاه ایمن برای حرکت جرثقیل

پوشیدن دستکش و کفش کار و کلاه ایمنی توسط بازرس - برداشتن ابزارهای اضافی و تمیز کردن سطوح قبل از انجام بازرسی	- آسیب به دست‌ها و پاها - سر خوردن و سقوط بازرس	- وجود اجسام تیز - سطوح لغزنده (مرطوب) / روغنی) - وجود ابزارهای غیر ضروری روی سطوح	بازرسی جرتقیل	۳
--	--	--	---------------	---

۹-۳ دسته‌بندی بارهای وارده جرتقیل

جرتقیل‌ها در حالت سکون یا حرکت، بارهای مختلفی را تحمل می‌کنند. بارهای وارد به جرتقیل از جنبه‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند. وزن اجزای مختلف جرتقیل، نیروهای اینرسی حین حرکت، وزن باری که توسط جرتقیل جابجا می‌شود، از جمله بارهایی هستند که همواره به جرتقیل وارد می‌شوند و به نام بارهای منظم یا همیشگی^۱ شناخته می‌شوند. عوامل محیطی و نصب نامناسب جرتقیل از جمله عواملی هستند که بار اضافی به جرتقیل وارد می‌کنند. این بارها همیشگی نیستند و گاه به گاه^۲ به جرتقیل وارد می‌شوند. عوامل محیطی که بار اضافی به جرتقیل وارد می‌کنند، عبارتند از: وزش باد، برف، یخ‌زدگی و گرما. بار ناشی از طوفانهای شدید، زلزله، نصب یا برچیدن^۳ جرتقیل و تست در شرایط خاص، به ندرت به جرتقیل وارد می‌شوند.

از جنبه دیگر، بارهای وارد به جرتقیل به بارهای استاتیکی^۴ و دینامیکی^۵ تقسیم می‌شوند. اندازه بار استاتیکی ثابت است و با زمان تغییر نمی‌کند در حالیکه بار دینامیکی با زمان تغییر می‌کند. نیروهای اینرسی یکی از انواع بارهای دینامیکی هستند. وقتی سرعت اجزای متحرک جرتقیل که وزن آنها قابل ملاحظه است، تغییر می‌کند بر اساس قانون دوم نیوتن ($F=ma$) نیروی اینرسی ایجاد می‌شود. باری که از قلاب آویزان است و در اثر وزش باد حرکتی مشابه پاندول دارد، بار دینامیکی به جرتقیل وارد می‌کند. علاوه بر وزن اجزای ثابت، نصب نامناسب جرتقیل می‌تواند بار استاتیکی به آن وارد کند. اگر محل نصب جرتقیل مسطح و تراز نباشد، نیروی وارد به تکیه‌گاه‌ها نامتقارن می‌شود و پایداری جرتقیل کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، تراز نبودن محل نصب جرتقیل برجی، مرکز جرم جرتقیل را در راستای افقی به میزان قابل ملاحظه‌ای جابجا

۱- Regular loads

۲- Occasional load

۳- dismantling

۴- Static load

۵- Dynamic load

می‌کند. این امر موجب تغییر عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها و ناپایداری جرتقیل می‌شود. در مورد جرتقیل‌هایی که روی ریل حرکت می‌کنند، نامیزانی ریل‌ها باعث وارد شدن بارهای جانبی به چرخ‌ها و افزایش سایش می‌شود.

۱-۹-۳ بارهای استاتیکی

وقتی جرتقیل در حال سکون است، بارهای استاتیکی به آن وارد می‌شود ولی در هنگام حرکت جرتقیل نیز بارهای استاتیکی در کنار بارهای دینامیکی لحاظ می‌شوند. بارهای استاتیکی شامل نیروی ناشی از وزن بار که به نام وزن زنده^۱ شناخته می‌شود، نیروی ناشی از وزن جرتقیل و متعلقات آن که به وزن مرده^۲ نیز موسوم است و نیروی ناشی از وزن برف و یخ تجمع کرده بر روی جرتقیل و بار می‌باشند. همچنین بارهای ایجاد شده توسط تغییرات دمایی را می‌توان در زمره بارهای استاتیکی لحاظ نمود. انقباض و انبساط ناشی از تغییر دما در اجزای مقید جرتقیل که نمی‌توانند آزادانه تغییر طول داشته باشند و همچنین تغییر دما در اجزای متصل به یکدیگر که جنس متفاوت (و در نتیجه ضریب انبساط حرارتی متفاوت) دارند باعث ایجاد نیرو در اجزا می‌شود.

بار بلند شده توسط جرتقیل^۳ در میان سازندگان مختلف جرتقیل و جرتقیل‌های مختلف تعریف ثابتی ندارد. معمولاً در جرتقیل‌های متحرک و بسیاری از جرتقیل‌های سبک مجموع وزن اجسامی که قرار است توسط جرتقیل بلند شود به علاوه وزن بلوک قلاب و وزنه اورهال^۴ را به عنوان بار بلند شده در نظر می‌گیرند. در جرتقیل‌های برجی، سرچکشی و جرتقیل‌های بارگیری در بندرگاه‌ها وزن بلوک قلاب و وزنه اورهال را به عنوان بخشی از وزن مرده دستگاه در نظر می‌گیرند. از آنجایی که بار بلند شده توسط جرتقیل برای کاربر جرتقیل حائز اهمیت زیادی است باید برای فهم دقیق آن به دفترچه راهنما و یا جداول بار جرتقیل مراجعه نمود.

۲-۹-۳ بارهای دینامیکی

بارهای دینامیکی در اثر حرکت بار یا حرکت جرتقیل پدید می‌آیند. وقتی بار به قلاب جرتقیل آویزان است و جرتقیل و بار ساکن هستند، سیم‌پکسل متصل به قلاب کاملاً عمود بر سطح زمین قرار گرفته و مرکز

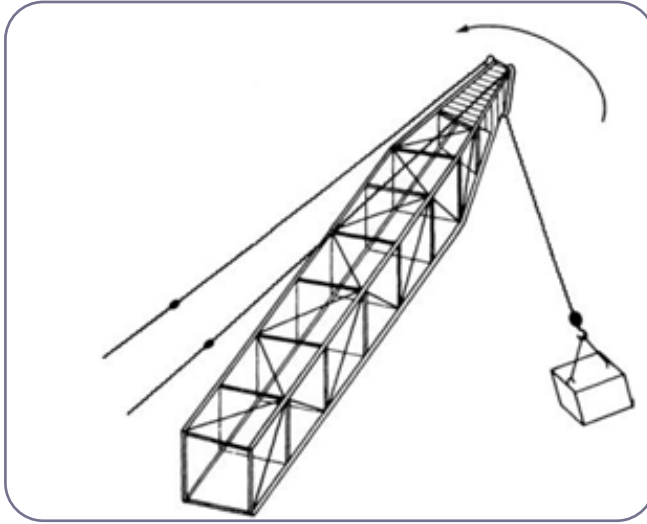
۱- Live Weight

۲- Dead Weight

۳- Lifted Load

۴- وزنه اورهال (overhaul weight) وزنه‌ایست که معمولاً به شکل یک گوی فلزی به بلوک قلاب اضافه می‌شود تا پایین آمدن قلاب بدون بار وقتی طول سیم روی بوم زیاد است به سادگی قابل انجام باشد.

جرم بار دقیقاً زیر قلاب قرار می‌گیرد. اما به محض حرکت دادن بار به جلو و عقب، بار به علت اینرسی، اندکی از حرکت جا می‌ماند. در واقع علاوه بر نیروی عمودی وزن یک نیروی اینرسی نیز به صورت افقی به بار اعمال می‌شود. یک حالت دیگر چرخاندن بار است که به علت نیروی گریز از مرکز یک نیروی افقی به بار اعمال می‌شود (شکل ۲۴-۳)



شکل ۲۴-۳. بار دینامیکی ناشی از حرکت بار

علاوه بر حرکت به جلو و عقب بار و حرکت دورانی بار، بالا و پایین بردن بار نیز نیروهای دینامیکی ایجاد می‌کند. وقتی مکانیزم بالابری شروع به بالا بردن بار از حالت سکون می‌کند، شتاب حرکت بار، باعث ایجاد نیروی اینرسی رو به پایین می‌شود. سیم‌بکسل باید بتواند مجموع بار استاتیکی ناشی از وزن بار و این نیروی اینرسی را تحمل نماید. عکس این مطلب هم صادق است. وقتی بار به سمت پایین جابجا می‌شود، متوقف کردن بار توسط ترمز باعث ایجاد یک نیروی دینامیکی می‌شود که به نیروی استاتیکی ناشی از وزن بار افزوده می‌شود.

یک منشا دیگر نیروی دینامیکی حرکت آونگی بار است. در شرایط عادی راننده جرثقیل می‌تواند با اتخاذ تمهیداتی این حرکت را کنترل کرده و به حداقل برساند، ولی در شرایطی مانند وزش باد شدید یا جرثقیل شناور در دریای مواج حرکت آونگی بار خارج از کنترل راننده جرثقیل است.

۱۰-۳ جدول بار جرثقیل

شرکت‌های سازنده برای هر جرثقیل، جدول بار ارائه می‌کنند که در آن تغییر ظرفیت بار جرثقیل با تغییر

شرایط کاری و محیطی مشخص شده است. جدول بار باید در محل مناسب نصب شود تا کاربر بتواند به راحتی از آن استفاده کند.

ظرفیت بار جرثقیل از دو جنبه باید مورد توجه گیرد:

۱. اجزای جرثقیل باید استحکام لازم جهت تحمل بار را داشته باشند و در اثر جابجا کردن بار، نباید هیچ یک از اجزا دچار شکست یا تسلیم شوند.

۲. جرثقیل نباید در اثر بلند کردن و جابجا کردن بار، نامتعادل شود و واژگون گردد.

عواملی که ظرفیت بار جرثقیل را کاهش می‌دهند، عبارتند از:

- ▶ قرار گرفتن جرثقیل روی زمین شیب‌دار یا غیرمسطح^۱
- ▶ افزایش طول بوم یا شعاع کاری^۲
- ▶ بار جانبی^۳، بوم برای تحمل بار خمشی به سمت پایین (در راستای گرانش زمین) طراحی شده است و اگر بار جانبی به آن وارد شود، ظرفیت آن کاهش می‌یابد.

▶ نرخ چرخش^۴ سرعت زیاد دوران بوم باعث ایجاد بار جانبی و کاهش ظرفیت می‌شود.

در ۱۰-۳ جدول ۳-۳، ظرفیت بار یک جرثقیل متحرک بوم هیدرولیک ملاحظه می‌شود. ستون اول متعلق به شعاع کاری جرثقیل (فاصله بار از مرکز جرثقیل) می‌باشد. سطر اول نیز طول بوم را مشخص می‌کند که به ترتیب از کم به زیاد آورده شده است. برای هر طول بوم مشخص شده در سطر اول، دو ستون در زیر آن قرار دارد که ستون اول زاویه بوم با سطح افقی است و در ستون مقابل آن ظرفیت جرثقیل نوشته شده است. به عنوان مثال اگر جرثقیل بخواهد باری با شعاع ۱۶.۵ متر را بلند کند به دو صورت می‌تواند این کار را انجام دهد:

۱. با طول بوم ۱۸.۵ متر و زاویه بوم ۲۳ درجه با ظرفیت ۷۶۰ کیلوگرم اقدام به باربرداری نماید.

۲. با طول بوم ۲۱.۵ متر و زاویه ۳۷ درجه با ظرفیت ۷۲۰ کیلوگرم اقدام به باربرداری نماید.

۱- Unlevel crane

۲- load radius

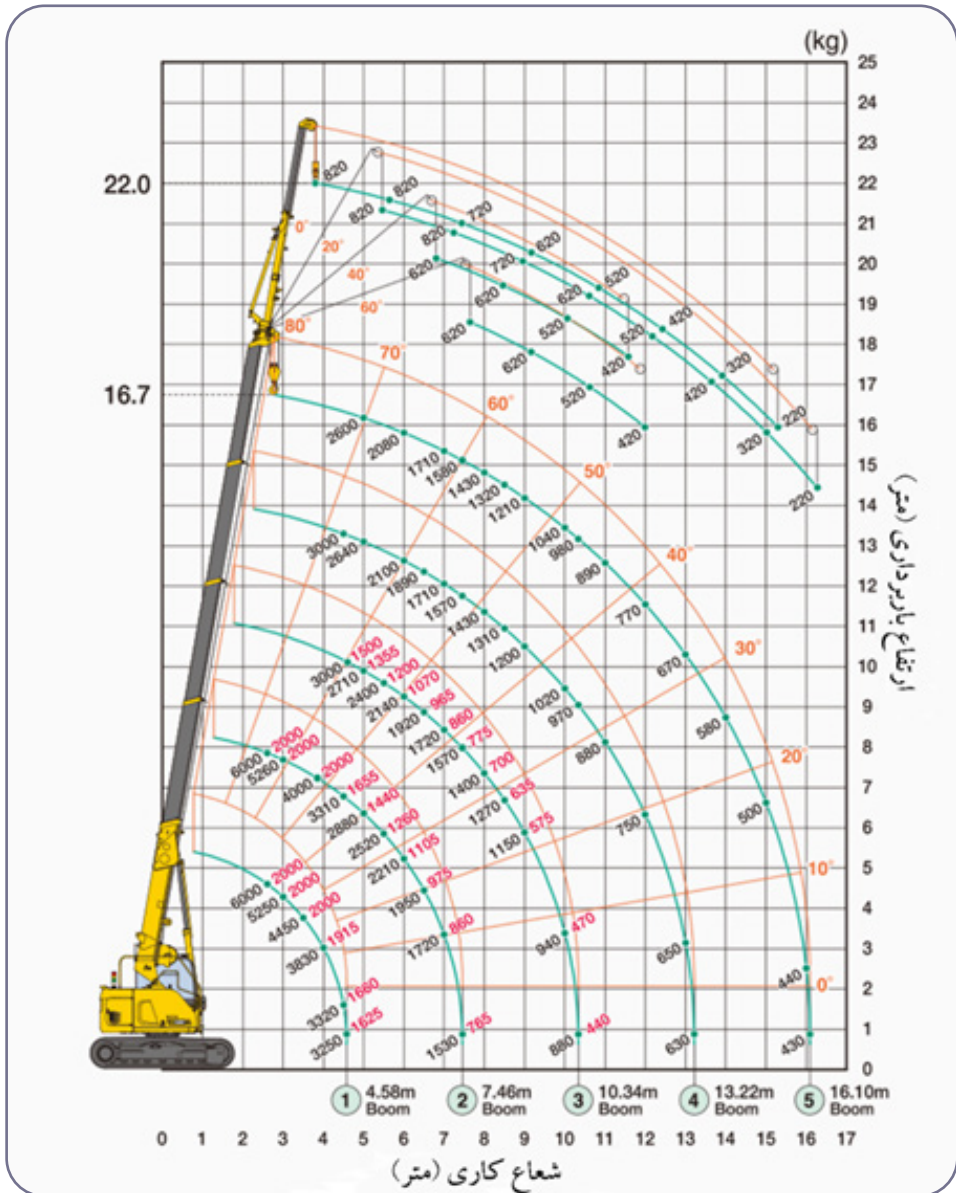
۳- Side load

۴- Swing rate

۳-۳. جدول باریک جرثقیل متحرک بوم هیدرولیکی

BOOM LENGTH	8 m		10.5 m		13 m		16 m		18.5 m		21.5 m	
OPERATING RADIUS(m)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)	LOADED BOOM ANGLE (Degree)	RATED LOAD (kg)
1.5	77	10000										
3.0	66	6500	71	5250	75	5000	78	4750				
4.5	54	4500	62	4250	68	3500	72	3350	75	3300	77	2900
6.0	39	3350	51	3000	61	2750	66	2600	71	2500	73	2250
7.5	17	2400	40	2375	53	2250	61	2100	66	2000	69	1800
9.0			23	2000	44	1850	54	1700	60	1600	64	1500
10.5					33	1450	47	1450	54	1400	60	1250
12.0					16	1050	38	1250	48	1200	55	1100
13.5							27	1000	41	975	49	950
15.0							9	900	33	850	44	800
16.5									23	760	37	720
18.0											29	580
19.5											19	520

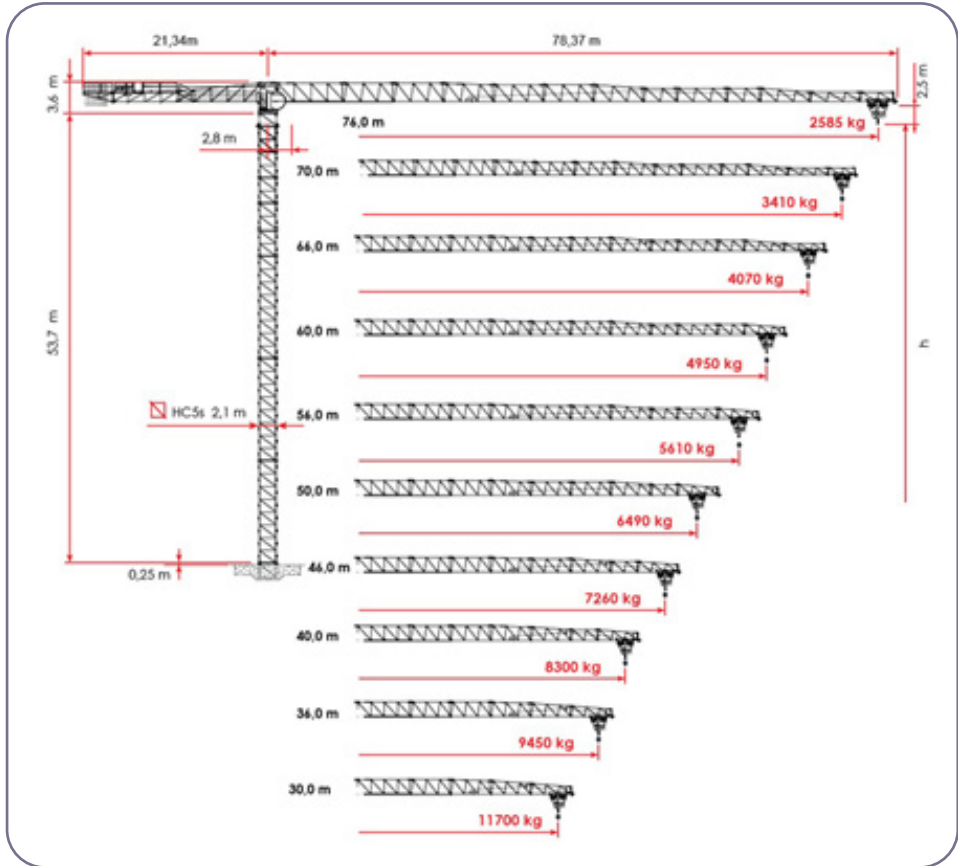
همانطور که از جدول مشخص است هرچه طول بوم کوتاه‌تر باشد ظرفیت جرثقیل بیشتر است. علاوه بر جدول ظرفیت بار، در جرثقیل‌های متحرک یک نمودار برای محدوده باربرداری ارائه می‌شود که نشان می‌دهد چه طولی از بوم برای برداشتن بار در شعاع و ارتفاع کاری مشخص مورد نیاز می‌باشد و ظرفیت حمل بار در این شرایط چه مقدار است. در شکل ۳-۲۵ یک نمودار محدوده باربرداری جرثقیل متحرک بوم تلسکوپی با بوم کمکی نمایش داده شده است. ملاحظه می‌شود در محور افقی شعاع کاری و در محور عمودی ارتفاع بار مشخص شده است. در نمودار منحنی‌هایی به رنگ آبی برای طول بوم و خطوطی به رنگ نارنجی برای زوایای مختلف بوم اصلی و بوم کمکی رسم شده که بار مجاز بر حسب کیلوگرم بر روی آنها درج شده است. بار مجاز در صورتی که باربرداری در حالت سکون انجام شود با اعداد مشکی و در صورتی که باربرداری توأم با حرکت جرثقیل باشد با اعداد قرمز نمایش داده شده است. به عنوان مثال اگر این جرثقیل خاص بخواهد باری را در ارتفاع ۴.۵ متر و شعاع کاری ۶.۵ متر بلند کند، باید از طول بوم ۷.۴۶ متر و زاویه بوم ۲۰ درجه استفاده کند که در این حالت توانایی بلند کردن حداکثر بار ۱۹۵۰ کیلوگرم در حالت سکون و ۹۷۵ کیلوگرم در حال حرکت را دارد.



۲۵-۳. نمودار محدوده باربرداری یک جرثقیل متحرک بوم تلسکوپی مجهز به بوم کمکی

در جرثقیل‌های برجی سر چکشی زاویه بوم ثابت است و لذا ظرفیت جرثقیل فقط بر اساس شعاع کاری یا به عبارتی فاصله اراهه بار از ستون جرثقیل تعیین می‌گردد و در نتیجه استفاده از جداول بار این جرثقیل‌ها

نسبت به جرثقیل‌های متحرک به مراتب ساده‌تر است. در شکل ۲۶-۳ جدول باریک جرثقیل برجی آورده شده است.



شکل ۲۶-۳. جدول باریک جرثقیل برجی

فصل چهارم

آشنایی بانگهداری و

تعمیر جرثقیل‌ها

آشنایی با نگهداری و تعمیر جرثقیل‌ها

نگهداری و تعمیر جرثقیل‌ها، یکی از مهمترین مسائل کارخانه‌های صنعتی و کارگاه‌های ساختمانی می‌باشد. منظور از نگهداری و تعمیر مجموعه عملیات و فعالیت‌هایی است که در جهت حفظ، کنترل و افزایش عمر مفید تجهیزات، تاسیسات و دستگاه‌ها انجام می‌شود. برنامه‌های نگهداری و تعمیر، مدیریت را در جهت برنامه‌ریزی و نظارت بهتر بر اموریاری می‌کند و با به‌کارگیری آن‌ها می‌توان از امکانات موجود حداکثر استفاده را نمود. در این فصل به منظور آشنایی مقدماتی با نگهداری و تعمیر جرثقیل‌ها، ابتدا کلیات نگهداری و تعمیر پیشگیرانه که برای انواع جرثقیل‌ها به کار می‌رود، توضیح داده می‌شود. سپس به طور خاص نکات نگهداری و تعمیر انواع جرثقیل بیان می‌گردد و در انتهای فصل مطالبی در مورد سیم‌بکسل‌ها ارائه می‌شود.

● ۱-۴ اصول کلی نگهداری و تعمیر پیشگیرانه جرثقیل‌ها

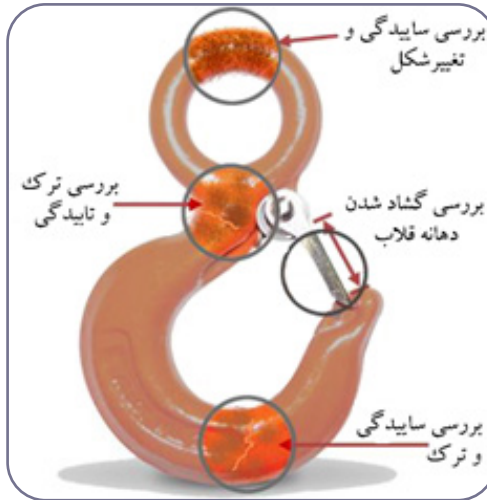
برنامه‌های نگهداری و تعمیر مجموعه‌ای متشکل از روش‌ها، فرم‌ها و دستورالعمل‌هایی است که به برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیر اصلاحی یا اساسی، نحوه تامین قطعات یدکی و برنامه‌ریزی برای تامین نیروی انسانی لازم می‌پردازد. برنامه نگهداری و تعمیر باید به طور منظم مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده جرثقیل اجرا شود. البته باید توجه داشت که آنچه توسط شرکت سازنده پیشنهاد می‌گردد، برنامه نگهداری و تعمیر پیشگیرانه^۱ است که به صورت دوره‌ای اجرا می‌شود و ممکن است جرثقیل بر اساس برنامه بازرسی نیازمند تعمیرات دیگری نیز باشد. در این بخش موارد کلی در مورد نگهداری و تعمیر پیشگیرانه که برای انواع مختلف جرثقیل‌ها مشترک است مورد بررسی قرار می‌گیرد. تمام موارد نگهداری، تعمیر و تعویض باید در دفترچه مخصوص گزارش شود و توسط سرکارگر یا تعمیرکار تأیید گردد. اسناد و مدارک نگهداری و تعمیر باید به نحو مناسب بایگانی شوند. پرسنل بخش نگهداری و تعمیر باید دانش کافی در مورد ماشین‌آلات داشته باشند و از خطرات محیط کار، آگاه باشند.

۱- Predictive Maintenance Program (PMP)

۱-۱-۴ نکات ایمنی تعمیرات جرثقیل

نکات زیر در تعمیرات جرثقیل باید مورد توجه قرار گیرد:

۱. تجهیزات مورد نیاز باید در محل انجام تعمیرات به طور منظم قرارگیرند و محوطه انجام تعمیرات باید توسط طناب یا نرده از محوطه اطراف جدا شود و فقط پرسنل تعمیرات وارد این محوطه شوند.
 ۲. اگر حرکت یا سقوط هر بخش دیگری از جرثقیل باعث ایجاد خطر در هنگام پیاده‌سازی، تعمیر و سرهم کردن می‌شود باید آن بخش را مهار و یا تقویت نمود.
 ۳. اگر روشن بودن موتور برای انجام تعمیرات ضرورتی ندارد باید آن را خاموش نمود.
 ۴. وقتی موتور روشن است و یا راننده در داخل کابین به اهرم‌های کنترل دسترسی دارد، به هیچ وجه نباید افراد بدون هماهنگی و اطلاع راننده زیر قطعات تحت تعمیر و یا روی قطعات قرار بگیرند.
 ۵. تمام اهرم‌های کنترل باید خلاص شوند و اطمینان حاصل شود که اهرم‌ها به طور ناخواسته فعال نشوند.
 ۶. علائم اخطار باید در خارج کابین و بر روی جرثقیل نصب شود که مشخص کند جرثقیل در حال سرویس است و نباید از آن استفاده کرد.
 ۷. از پاک‌کننده‌های غیر قابل اشتعال برای تمیز کردن جرثقیل استفاده شود.
 ۸. پرسنل هنگام تعمیرات از لباس مناسب استفاده کنند. اطمینان حاصل شود که وسایل ایمنی مثل کپسول آتش‌نشانی در دسترس باشند و درست کار کنند.
 ۹. بعد از انجام تعمیرات و قبل از به کارگیری جرثقیل، تمام قسمت‌هایی که در تعمیرات باز و بسته شده باید به صورت چشمی بازرسی شوند و سپس توسط راننده عملکرد آنها بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که اجزا درست کار می‌کنند.
 ۱۰. تجهیزات آسیب‌دیده‌ای که تعمیرات سنگینی روی آنها انجام شده قبل از به کارگیری باید توسط تکنیسین‌های آموزش دیده و مجرب و یا نماینده شرکت سازنده به طور کامل مورد آزمایش قرار بگیرد.
- نکته: اگر بخشی از بوم دچار سانحه‌ای شده باشد که عملکرد بوم را مختل می‌کند و یا احتمال این که تحت تنش زیادی قرار دارد وجود داشته باشد، باید کار متوقف شود تا یک تعمیرکار خبره گواهی کند که تعمیرات ضروری بر روی قطعه انجام شده و ادامه کار بلا مانع است. انجام تعمیرات و تغییرات بر روی بوم جرثقیل یک کار تخصصی است که نیاز به آموزش و تجربه دارد. قبل از اقدام به تعمیر بوم با شرکت سازنده یا نمایندگی شرکت و یا تعمیرگاه مجاز تماس و هماهنگی انجام شود. به خصوص وقتی تعمیرات بوم مستلزم انجام عملیات جوشکاری است.
۱. عیوب زیر باید به سرعت تعمیر شوند تا ایمنی باربرداری تضمین شود:
 ۱. اجزای مهم مکانیزم‌های متحرک در صورتی که دچار ترک، شکستگی، خوردگی، خمیدگی و ساییدگی شدید شده باشند.
 ۲. اجزای مهم سازه جرثقیل در صورتی که دچار ترک، خمیدگی، شکستگی و ساییدگی شدید شده باشند.
 ۳. قلاب بار معیوب (شکل ۱-۴) باید تعویض شود. تعمیر آن با روش‌هایی مثل جوش دادن و خم کردن قابل قبول نیست.



شکل ۱-۴. عیوب قلاب بار

تمام قطعات تعمیر و تعویض شده باید حداقل ضریب اطمینان^۱ و قابلیت اطمینان^۲ قطعه اصلی را دارا باشند و مشخصات فنی آنها با قطعات اصلی هماهنگ باشد. توصیه می‌شود قطعات یدکی تهیه شده برای تعویض، توسط شرکت سازنده جرثقیل تولید شده باشند تا استحکام و کیفیت اولیه جرثقیل حفظ شود. تمام سیم‌بکسل‌ها و قرقره‌ها و سایر ادوات باربرداری باید بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده مورد بازبینی قرار بگیرند. انجام تعمیرات و تنظیمات توسط پرسنل مجرب و آموزش دیده اهمیت بسیاری دارد. بعد از تعمیر جرثقیل، تمام مسئولیت عملیات بعدی جرثقیل با شخص مسئول تعمیرات است. تنها در صورتی که دستورالعمل‌های وی با اصول کلی ایمنی جرثقیل‌ها مغایرت دارد، باید با سرپرست نگهداری و تعمیر برای اتخاذ تصمیم تماس حاصل شود.

۴-۱-۲ ■ انبارداری جرثقیل

وقتی از جرثقیل برای مدت طولانی استفاده نمی‌شود باید نکاتی را در مورد انبارداری آن رعایت کرد که از آسیب جلوگیری شود. به خصوص جرثقیل‌هایی که در محیط بیرون نگهداری می‌شوند، بیشتر در معرض آسیب هستند. در ادامه به این نکات اشاره می‌شود:

۱. در مورد جرثقیل‌های متحرک بوم خشک، بوم روی زمین قرار گیرد و مهارکش‌های بوم شل یا به طور کلی بوم جدا شود. تمام سیم‌بکسل‌ها و مهارها جمع گردد و اطمینان حاصل شود تا در اثر باد به اطراف برخورد نکنند.
۲. برای تجهیزات روکش استفاده شود تا احتمال زنگ زدن و خوردگی کمتر شود.

۱- ضریب اطمینان (Safety Factor) یا ضریب ایمنی بیان می‌کند یک قطعه، سازه یا ماشین چند برابر بار نامی را می‌تواند تحمل کند، بدون اینکه آسیب ببیند یا تسلیم شود.

۲- قابلیت اطمینان (Reliability) مفهومی آماری است که بیان می‌کند چند درصد احتمال دارد یک قطعه، سازه یا ماشین وظیفه‌ای است که برای انجام آن طراحی شده است را با موفقیت انجام دهد.

۳. جرثقیل تمیز و گرد و غبار و مواد خارجی از روی آن حذف شود.
۴. بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده کل وسیله روغن کاری شود.
۵. رنگ بخش‌هایی که رنگ آن آسیب دیده ترمیم شود.
۶. تمام سطوح رنگ نشده به جز سطوح تماس اصطکاکی مانند کلاچ و ترمز با یک لایه ضخیم گریس پوشانده شود تا از زنگ‌زدگی جلوگیری شود. سطوح تماس اصطکاکی ترمز و کلاچ با کاغذ ضد آب یا پلاستیک پوشانده شود تا از زنگ‌زدگی آنها جلوگیری شود.
۷. باد لاستیک‌ها تنظیم شوند و در مدت انبار کردن جرثقیل به صورت دوره‌ای بررسی گردد که باد لاستیک‌ها کم نشود. بهتر است جرثقیل روی پایه قرار گیرد طوری که لاستیک‌ها با زمین در تماس نباشند. اگر امکان استفاده از پایه وجود ندارد چرخ‌ها روی الوار قرار گیرد تا در زمین فرو نرود.
۸. ترمز چرخ‌ها باید فعال ولی ترمزهای بالابر باید آزاد باشد.
۹. تمام جک‌های تعادلی و سیلندرهای هیدرولیک در وضعیت جمع شده قرار گیرند.
۱۰. ورودی هوا و خروجی (گروز موتور) های) دیزلی مسدود شود تا از ورود رطوبت به موتور جلوگیری شود.
۱۱. اگر از ضد یخ در رادیاتور موتور استفاده نشده، آب رادیاتور کاملاً تخلیه گردد و درپوش تخلیه باز باشد.
۱۲. باتری‌ها جدا و به صورت دوره‌ای شارژ شوند.
۱۳. تمام اهرم‌های کنترل در وضعیت خلاص قرار گیرند.
۱۴. تمام درها قفل شوند. اگر جرثقیل در محلی نگهداری می‌شود که احتمال خرابکاری وجود دارد تمام شیشه پنجره‌ها با تخته سه‌لا یا ورق‌های فلزی پوشانده شود.

۲-۴ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرثقیل برجی

- در این بخش نکات مربوط به نگهداری و تعمیر جرثقیل برجی مورد بررسی قرار می‌گیرد. قبل از شروع عملیات نگهداری و تعمیر موارد زیر باید انجام شود:
۱. اگر جرثقیل برجی دارای پایه متحرک است باید به محلی انتقال یابد که کمترین تداخل را با عملیات سایر جرثقیل‌ها و عملیات ساخت و ساز داشته باشد.
 ۲. تمام اهرم‌های کنترل سرعت باید در وضعیت خاموش قرار گیرند.
 ۳. کلید قطع اضطراری در وضعیت فعال قرار گیرد و قفل شود و به جز برای آزمایش کردن تعمیرات انجام شده، در وضعیت غیرفعال قرار نگیرد.
 ۴. علائم هشدار خارج از سرویس بودن جرثقیل نصب شوند.
 ۵. اگر جرثقیل‌های دیگری وجود دارند که با جرثقیل در دست تعمیر از یک ریل مشترک استفاده می‌کنند، ضربه‌گیرهایی تعبیه شود تا مانع برخورد سایر جرثقیل‌ها با جرثقیل در دست تعمیر شود یا فردی با پرچم هشدار در محل مناسب قرار گیرد که به رانندگان سایر جرثقیل‌ها در این مورد هشدار دهد.
 ۶. تمام اجزای جرثقیل در حین روغن کاری، باید متوقف باشند و پرسنلی که روغن کاری انجام می‌دهد از وسایل

حفاظتی مناسب استفاده نماید، مگر این که روغن کاری به صورت اتوماتیک انجام شود.
۷. بهتر است قطعات برقی (مثل ترانسفورماتور، اینورتر، پل دیود، سنسورها) در صورت خرابی تعویض شوند و از تعمیر آن‌ها اجتناب شود.

تنظیمات قسمت‌های مختلف باید انجام پذیرد تا از عملکرد مناسب بخش‌های مختلف جرثقیل اطمینان حاصل شود. به عنوان مثال بخش‌های که در جرثقیل بر جی باید تنظیمات بر روی آن‌ها انجام شود عبارتند از:

۱. مکانیزم‌های عملیات باربرداری مثل وینچ و ارابه بار
۲. ادوات محدودکننده حرکت (سویچ‌هایی که در صورت رسیدن قلاب، ارابه بار و... به یک موقعیت مشخص فعال شده و برق موتور محرک را قطع می‌کنند تا از برخورد و سانحه جلوگیری شود)
۳. سیستم‌های کنترلی (سنسورهای تعیین موقعیت، سیستم ضد قفل و وسایل ارتباطی)
۴. ترمزها
۵. مولد برق

بعد از انجام عملیات نگهداری و تعمیر و قبل از استفاده مجدد از جرثقیل باید علائم هشدار مربوط به نگهداری و تعمیر برداشته شده و علائم هشدار مربوط به انجام عملیات مجدداً نصب شوند. قبل از شروع به کار باید تمام تجهیزات حفاظتی و محدودکننده مجدداً فعال شوند.

● ۳-۴ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

در این بخش نکات مربوط به نگهداری و تعمیر جرثقیل سقفی و دروازه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد. قبل از شروع عملیات نگهداری و تعمیر موارد زیر باید انجام شود:

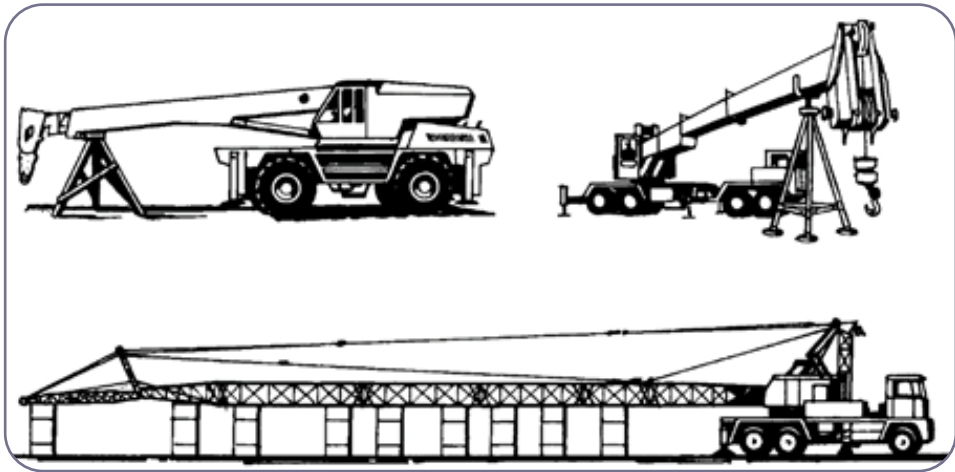
۱. جرثقیل باید به محلی انتقال یابد که کمترین تداخل را با عملیات سایر جرثقیل‌ها و سایر عملیات کارگاه داشته باشد.
۲. بار جرثقیل بر روی زمین گذاشته شود.
۳. تمام کنترلرها (سنسورهای موقعیت، سیستم ضد قفل و وسایل ارتباطی) در وضعیت خاموش قرار گیرند.
۴. کلید قطع اضطراری در وضعیت فعال قرار گیرد و قفل شود و به جز برای آزمایش کردن تعمیرات انجام شده در وضعیت غیرفعال قرار نگیرد.
۵. علائم هشدار خارج از سرویس بودن جرثقیل نصب شوند.
۶. اگر جرثقیل‌های دیگری وجود دارند که با جرثقیل در دست تعمیر از یک ریل مشترک استفاده می‌کنند، ضربه‌گیرهایی تعبیه شود تا مانع برخورد سایر جرثقیل‌ها با جرثقیل در دست تعمیر شود، یا فردی با پرچم هشدار در محل مناسب قرار گیرد که به رانندگان سایر جرثقیل‌ها در این مورد هشدار دهد.
۷. در صورتی که ریل جرثقیل در مجاورت ریل سایر جرثقیل‌ها قرار دارد باید با نرده کشی، نصب موانع ایمنی، نوار اخطار و یا استفاده از فرد پرچم‌دار، حفاظت لازم برای جلوگیری از ورود نفرات و جرثقیل‌های دیگر به محدوده تعمیرات انجام شود.

۸. تمام اجزای جرثقیل در حین روغن کاری باید متوقف باشند و پرسنلی که روغن کاری را انجام می‌دهند از وسایل حفاظتی مناسب استفاده نمایند.
 ۹. بهتر است قطعات برقی تعویض شوند و از تعمیر آن‌ها اجتناب شود.
 ۱۰. اگر صفحه کلید آویزان دارای دکمه‌های خراب و ناخوانا باشد باید آن را تعویض نمود.
- تنظیمات قسمت‌های مختلف باید انجام پذیرد تا از عملکرد مناسب بخش‌های مختلف جرثقیل اطمینان حاصل شود. به عنوان مثال بخش‌هایی که در جرثقیل سقفی و دروازه‌ای باید تنظیمات بر روی آن‌ها انجام شود عبارتند از:
۱. مکانیزم‌های عملیات باربرداری
 ۲. ادوات محدودکننده حرکت (سوییچ‌هایی که در صورت رسیدن قلاب، ارباب بار و... به یک نقطه مشخص فعال شده و برق موتور محرک را قطع می‌کنند تا از سانحه جلوگیری شود)
 ۳. سیستم‌های کنترلی (سنسورهای موقعیت، سیستم ضد قفل و وسایل ارتباطی)
 ۴. ترمزها
- بعد از انجام عملیات نگهداری و تعمیر و قبل از استفاده مجدد از جرثقیل باید علائم هشدار مربوط به نگهداری و تعمیر برداشته شده و علائم هشدار مربوط به انجام عملیات نصب شوند. قبل از شروع به کار باید تمام تجهیزات حفاظتی و محدودکننده مجدداً فعال شوند.

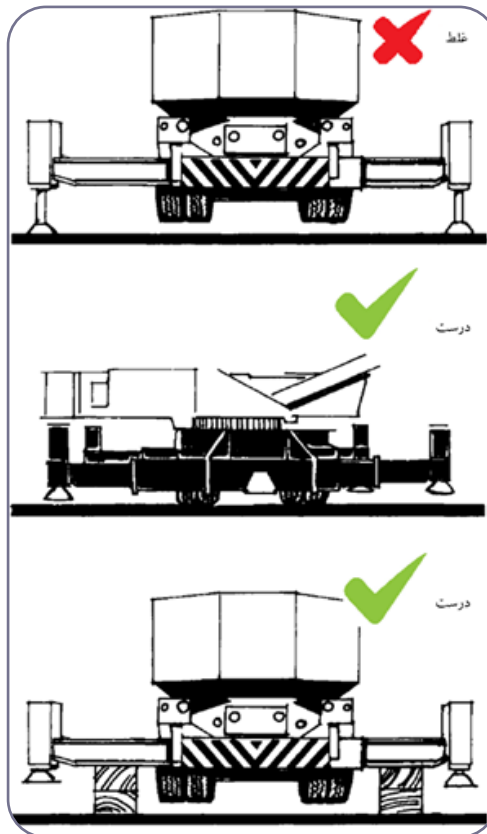
۴-۴ نکات ویژه نگهداری و تعمیر جرثقیل متحرک

- در جرثقیل‌های متحرک از ادوات هیدرولیک فراوانی استفاده می‌شود و هنگام انجام عملیات نگهداری و تعمیر، خطرات و احتیاطات خاص خود را دارند که توسط پرسنل باید مورد توجه قرار گیرد. باید توجه داشت که بوم، جک‌های تعادلی و متعلقات آنها توسط فشار روغن کار می‌کنند. برداشتن فشار روغن باعث سقوط بوم و جمع شدن جک‌های تعادلی می‌شود. فشار روغن توسط انباره^۱ تامین می‌شود. اگر فشار انباره به طور کامل تخلیه نشود باعث پاشیده شدن روغن و پرتاب اجزایی مثل بسط لوله‌ها با سرعت زیاد می‌شود. با توجه به این توضیحات لازم است نکات زیر در مورد نگهداری و تعمیر جرثقیل‌های متحرک رعایت شود:
۱. بوم باید مطابق شکل ۲-۴ در پایین‌ترین موقعیت قرار گیرد و مهار شود و در زمان سرهم کردن یا پیاده کردن، زیر بوم پایه قرار گیرد.
 ۲. اگر بوم را نمی‌توان پایین آورد، باید بار را روی زمین گذاشت و یا به نحوی آن را محدود کرد که از افتادن یا تاب خوردن آن جلوگیری شود تا خطری ایجاد نکند.
 ۳. قبل از شروع تعمیرات تمام متعلقات بوم را که با فشار روغن کار می‌کنند باید تا سطح زمین پایین آورد یا روی پایه قرار داد و یا به نحو مناسبی مهار نمود.
 ۴. قبل از شروع تعمیرات وزن جرثقیل باید از روی جک‌های تعادلی برداشته شود (شکل ۳-۴).

۱- انباره یا اکومولاتور (Accumulator) آلمانی از سیستم‌های هیدرولیکی است که فشار یکنواخت روغن را تامین می‌کند. وقتی پمپ روغن غیرفعال است، اکومولاتور تا مدتی می‌تواند فشار مورد نیاز مدار را تامین نماید.



شکل ۲-۴. مهار کردن بوم جرثقیل متحرک در پایین‌ترین وضعیت



شکل ۳-۴. قرار دادن وزن جرثقیل متحرک بر روی پایه یا چرخ جرثقیل هنگام تعمیرات

۵. تمام اهرم‌های کنترلی در وضعیت‌هایی قرار گیرند تا در صورتی که فشار روغن در بعضی از مدارها حبس شده است آزاد شود.
۶. اگر بالاجبار تعمیرات باید در شرایطی انجام شود که بوم یا سایر متعلقات را نمی‌توان پایین آورد یا وزن جرثقیل را نمی‌توان از روی جک‌های تعادلی برداشت، باید با استفاده از پایه یا مهار مناسب جلوی حرکت متعلقات گرفته شود. پس از مهار کردن متعلقات، لازم است اهرم‌های کنترلی در وضعیت‌های مختلف قرار داده شود تا فشار حبس شده آزاد و اطمینان حاصل شود که پایه‌ها و مهارهای استفاده شده می‌توانند وزن متعلقات را تحمل نمایند.
۷. در حین عملیات، روغن داخل تانک گرم و باعث انبساط و افزایش فشار روغن می‌گردد. اگر در پوش تانک روغن، بلافاصله و قبل از سرد شدن روغن باز شود باعث می‌شود روغن به خارج بپاشد. بنابر این همیشه درب تانک روغن باید به آرامی باز شود تا فشار داخل تانک تخلیه و سپس درب به طور کامل باز شود.
۸. سوپاپ اطمینان روغن نباید روی فشاری بیشتر از فشار تعیین شده توسط کارخانه سازنده تنظیم شود. در صورت نیاز به تنظیم فشار سوپاپ این کار باید توسط تعمیرکار مجرب انجام شود.

۵-۴ نگهداری و تعویض سیم‌بکسل‌ها

- سیم‌بکسل‌ها از اجزای مهم و حساس در جرثقیل‌ها هستند که در صورت خرابی منجر به سقوط بار و آسیب‌های جانی و مالی می‌شوند. سیم‌بکسل‌ها در صورت خرابی قابل تعمیر نیستند و باید حتماً تعویض گردند. با توجه به این که سیم‌بکسل‌ها در همه انواع جرثقیل کاربرد دارند در این بخش به طور جداگانه به تعویض و نگهداری آن‌ها خواهیم پرداخت. برای افزایش عمر سیم‌بکسل‌ها نکاتی را باید رعایت کرد که در ادامه شرح داده خواهند شد:
۱. هیچ قانون دقیقی در مورد زمان مناسب برای تعویض سیم‌بکسل وجود ندارد، چون عوامل متعددی در این امر دخیل هستند. سیم‌بکسل‌های معیوبی که به علل مختلف مثل ساییدگی^۱، خوردگی^۲، پیچ‌خوردگی^۳، له‌شدگی^۴، قفسی‌شدن^۵، کاهش قطر^۶ و پارگی سیم‌ها توسط بازرس فنی دستور تعویض آن‌ها داده می‌شود باید در پایان شیفت کاری جرثقیل یا قبل از شروع شیفت کاری بعدی تعویض شوند. شکل ۴-۴-۴ عیوب معمول سیم‌بکسل‌ها را نشان می‌دهد.
 ۲. استحکام تمام اتصالات و سیم‌بکسل‌های جایگزین شده باید حداقل به اندازه استحکام قطعات قبلی باشد. جایگزین کردن سیم‌بکسل‌ها، قلاب‌ها و کرپی‌ها با قطعات ضعیف‌تر مجاز نیست.
 ۳. تمام سیم‌بکسل‌هایی که برای مدت یک ماه یا بیشتر به علت عدم استفاده یا انبار کردن جرثقیل، مورد استفاده قرار نگرفته‌اند باید توسط بازرس بررسی شده و در صورت نیاز تعویض شوند.
 ۴. سیم‌بکسل‌ها باید در شرایطی انبارداری شوند که آسیب به آنها به حداقل ممکن برسد.
 ۵. باز کردن سیم‌بکسل‌ها از روی تویی و نصب سیم‌بکسل‌ها باید طبق دستورالعمل‌های شرکت سازنده سیم‌بکسل

-
- ۱- Abrasion
 - ۲- Corrosion
 - ۳- Kinking
 - ۴- Crushing
 - ۵- Bird Caging
 - ۶- Reduction in Diameter

- انجام شود تا از پیچ خوردگی سیم‌بکسل جلوگیری شود.
۶. برش دادن سیم‌بکسل، اتصال دو سیم‌بکسل به یکدیگر، نصب بست‌ها و کرپی‌ها باید بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده انجام شود.
۷. در هنگام نصب سیم‌بکسل باید مراقب بود که سیم‌بکسل روی خاک کشیده نشود و در تماس با اجسام دیگر دچار خراش، لهیدگی و تاخوردگی نشود.
۸. سیم‌بکسل باید به خوبی روغن کاری شود تا طول عمر آن افزایش یابد. روغن مورد استفاده باید بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده سیم‌بکسل باشد و روغنی استفاده شود که باعث مخفی شدن عیوب سیم‌بکسل نگردد. به قسمت‌هایی از سیم‌بکسل که در پشت قرقه‌ها و درام‌ها قرار می‌گیرد و از دید پنهان می‌شود باید در هنگام روغن کاری توجه ویژه‌ای داشت.
۹. اگر سیم‌بکسل در نقاط خاصی دچار ساییش شده است می‌توان با بریدن سیم‌بکسل و حذف نقاط ساییده شده مجدداً از آن استفاده نمود یا اگر طول آن کوتاه‌تر از مقدار مورد نیاز است از آن در جاهایی که سیم‌بکسل کوتاه‌تر مورد نیاز است استفاده نمود.



شکل ۴-۴. عیوب سیم‌بکسل‌ها

۵

فصل پنجم
اصول ایمنی و
بازرسی انواع
جرثقیل‌ها

اصول ایمنی و بازرسی انواع جرثقیل‌ها

در این فصل ابتدا مخاطرات کار با انواع جرثقیل توضیح داده می‌شود. در بخش دوم اصول ایمنی انواع جرثقیل، قبل از شروع به عملیات، در حین انجام عملیات و پس از پایان کار تشریح می‌گردد. در انتها نیز به اصول بازرسی انواع جرثقیل پرداخته می‌شود.

● ۱-۵ خطرات عمده کار با جرثقیل‌ها

خطرات بالقوه‌ای در هنگام کار با انواع جرثقیل وجود دارند که در صورت عدم رعایت نکات ایمنی می‌توانند منجر به وقوع سانحه و ضررهای مالی و جانی غیر قابل جبران شوند. افراد دخیل در عملیات باربرداری با آگاهی از خطرات حین کار با جرثقیل و رعایت نکات ایمنی می‌توانند از بروز چنین مخاطراتی جلوگیری نموده و نقش مهمی در ایمنی محیط کار جرثقیل ایفا نمایند. اقدامات مختلفی برای کاهش مخاطرات انجام می‌شود. این اقدامات را می‌توان در ۶ محور عمده خلاصه نمود:

۱. طراحی ایمن جرثقیل: طراحی ایمن جرثقیل یکی از مهمترین روش‌های پیشگیری از حوادث است. علاوه بر تمرکز بر روی افراد و آموزش مناسب و مستمر آنها، ایمن‌سازی جرثقیل‌ها در مرحله طراحی و هوشمندسازی آنها برای جلوگیری از وقوع خطای انسانی گام مهمی در کاهش مخاطرات محسوب می‌شود.

۲. برنامه‌ریزی پروژه: در نظر گرفتن مخاطرات در مرحله برنامه‌ریزی پروژه با توجه به ویژگی‌ها و خطرات بالقوه‌ای که در یک پروژه وجود دارد می‌تواند به کاهش خطرات، در حین اجرای پروژه کمک کند. انجام "تحلیل ایمنی شغلی" (داشتن برنامه‌ی ایمنی پیش از شروع کار الزامی است. برنامه‌ی ایمنی، شرح وظایف افراد مختلف اعم از مدیران ارشد، سرپرستان، ناظران، پیمانکاران، کارکنان و شرکت‌های اجاره‌دهنده‌ی تجهیزات و دستگاه‌ها را تعیین می‌کند. این برنامه همچنین سطح مسئولیت‌پذیری این افراد را در قبال مسائل ایمنی ارتقا می‌دهد.

۳. حفاظت‌گذاری: حفاظت‌گذاری مناسب می‌تواند برخی از خطرات را در حین اجرای پروژه به حداقل برساند. به عنوان مثال می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ▲ نصب حفاظ و پوشش‌های مناسب در اطراف قسمت‌های متحرک جرثقیل
 - ▲ نصب پوشش عایق بر روی بخش‌های مختلف جرثقیل که احتمال تماس با خطوط برق را دارند.
 - ▲ نرده‌کشی در محل چرخش و حرکت جرثقیل برای جلوگیری از برخورد به افراد
۴. **علائم هشداردهنده:** علائم هشداردهنده و برجسب‌ها، علائم و اکنشی‌اند و به نوعی خطر را نشان داده و نتیجه‌ی آن را متذکر می‌شوند. به یاد داشته باشید علائمی که خطرات تهدید کننده‌ی جانی را یادآوری می‌کنند باید در صورت امکان تصویری بوده و همراه با کلمه‌ی خطر با حروف سفید و روی زمینه‌ی قرمز بیضی شکل و حاشیه‌ی مشکی قرار داشته باشند. این علائم باید بزرگ، خوانا و ترجیحاً شبرنگ و روزرنگ بوده و به راحتی از فاصله‌ی دور قابل دیدن باشند. علائم باید در اطراف محل کار جرثقیل به تعداد کافی نصب شوند و ارتفاع آنها به طور معمول از سطح زمین در حد ۱۰۰ سانتی متر باشد. این نشانه‌ها باید برای همه‌ی افراد قابل درک باشند. به یاد داشته باشید که این علائم هیچ‌گاه جایگزین حفاظ‌گذاری و حذف خطر نیستند.
۵. **آموزش کارکنان:** با آموزش مستمر و هدفمند کارکنان، می‌توان تا حدود زیادی موفقیت‌آمیز بودن برنامه‌ی مدیریت ریسک را تضمین کرد.
۶. **وسایل حفاظت فردی:** آخرین مرحله از برنامه‌ی مدیریت ریسک و کاهش حوادث، استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب است. وسایل حفاظت فردی باید متناسب با نوع خطر بوده و نحوه‌ی استفاده درست از آنها به کارکنان آموزش داده شود. این وسایل باید کیفیتی مناسب داشته و به راحتی توسط افراد قابل استفاده باشند. وسایل حفاظت فردی برای عملیات باربرداری عبارتند از: دستکش ایمنی، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک، کمربند ایمنی^۲، جلیقه‌ی نجات در مناطقی که خطر سقوط در آب وجود دارد و جلیقه‌ی شبرنگ.
- در ادامه این فصل، خطرات عمده حین کار با جرثقیل‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند.

■ ۱-۱-۵- تماس با خطوط برق

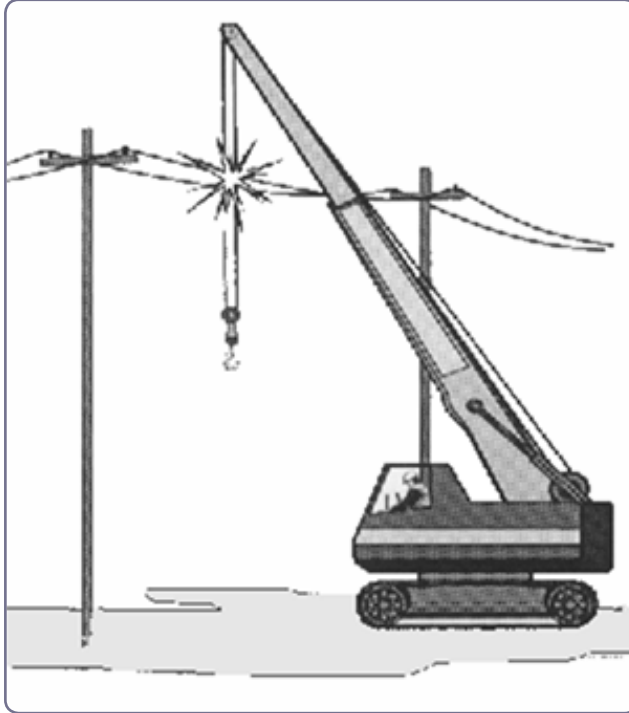
تماس جرثقیل با خطوط برق بالاترین ریسک را در هنگام عملیات باربرداری دارد. در جابجایی اجسام توسط جرثقیل در مجاورت و زیر خطوط برق، امکان تماس بوم یا سیم‌بکسل با سیم حامل جریان برق وجود دارد (شکل ۱-۵). زمانی که بوم یا سیم‌بکسل در تماس با خطوط برق قرار بگیرد، سوار یا پیاده شدن یا دست زدن به دستگاه منجر به برق‌گرفتگی خواهد شد. یک تماس جزئی با خطوط برق می‌تواند باعث آسیب‌های جدی مثل سوختگی شدید، نقص عضو و حتی مرگ کارکنان شود. طبق آمار OSHA، هر ساله تقریباً ۱۵۰ الی ۱۶۰ نفر در اثر تماس جرثقیل با خطوط برق جان خود را از دست می‌دهند و سه برابر این تعداد نیز دچار آسیب‌های شدید می‌شوند. از هر ۱۰ نفر قربانی، ۸ نفر هنگام هدایت بار دچار سانحه می‌شوند علاوه بر خطوط برق، هنگام کار در نزدیکی تجهیزات فرستنده‌ی رادیو، تلو بیزیون و دکل‌های مخابراتی باید جوانب

۱- DANGER

۲- Personal Protective Equipment(PPE)

۳- Harness

- احتیاط را رعایت نمود زیرا احتمال برق گرفتگی، سوختگی و شوک وجود دارد.
- جهت پیشگیری یا کاهش خطرات، موارد زیر می‌تواند مورد توجه قرار گیرد:
۱. مجهز بودن شبکه‌ی انتقال برق به سیستم اتصال زمین: در صورتی که شبکه‌ی انتقال برق از سیستم اتصال زمین (سیم ارت) مناسب برخوردار باشد؛ در صورت تماس، خطر کمتری کارکنان و جرثقیل را تهدید می‌کند.



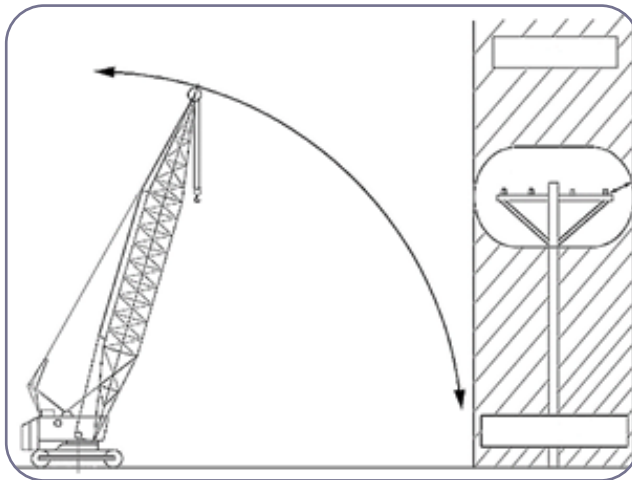
شکل ۱-۵. برخورد جرثقیل با خطوط برق

۲. رعایت حداقل فاصله‌ی مجاز از خطوط برق: بهترین روش پیشگیری از چنین حوادثی، رعایت حداقل فاصله‌ی مجاز از خطوط برق، طبق استاندارد است. حداقل فاصله ایمن کاملاً بستگی به ولتاژ خطوط برق دارد و در جدول ۱-۵ فهرست شده است.

جدول ۱-۵. فاصله ایمن تا خطوط جریان برق هوایی

ولتاژ	حداقل فاصله ایمن (متر)
تا ۵۰ کیلوولت	۳/۱
۲۰۰-۵۰ کیلوولت	۴/۶
۲۰۰-۳۵۰ کیلوولت	۶/۱
۳۵۰-۵۰۰ کیلوولت	۷/۶
۵۰۰-۷۵۰ کیلوولت	۱۰/۷
۷۵۰-۱۰۰۰ کیلوولت	۱۳/۷

۳. نرده‌کشی و مانع‌گذاری: منطقه‌ی خطر باید توسط علائم ایمنی و هشداردهنده نظیر نرده‌کشی و مانع‌گذاری محدود و مشخص شود (شکل ۲-۵).



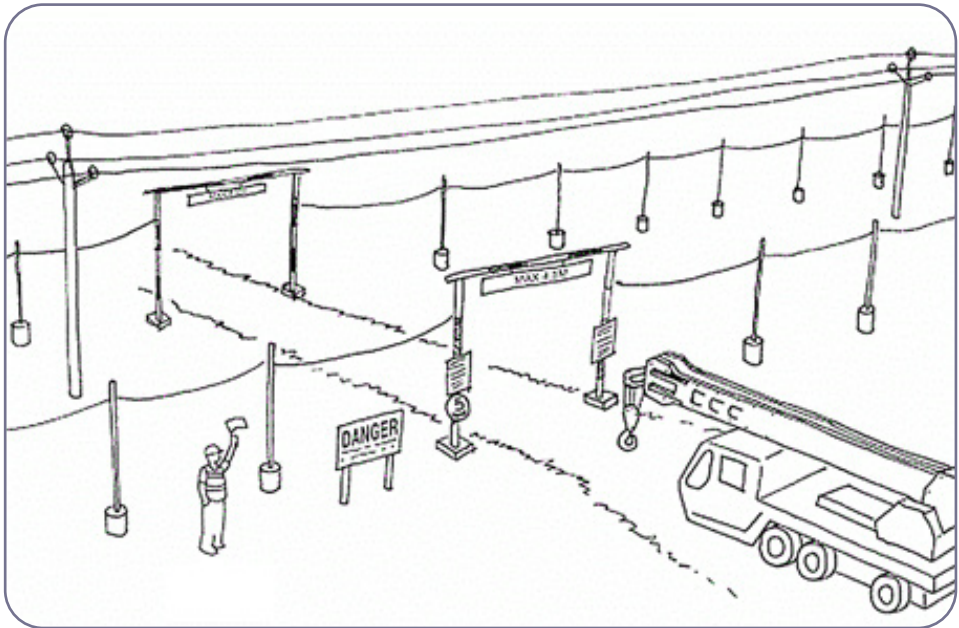
شکل ۲-۵. محدوده ایمن اطراف خطوط برق

۴. اتصال زمین کردن جرثقیل: یکی دیگر از روش‌های پیشگیری، اتصال زمین کردن جرثقیل است که این امر باید با نظارت متخصصین مربوطه انجام شود.

۵. قطع برق: در صورت ناگزیر بودن به انجام کار در محدوده‌ی خطر، باید با هماهنگی شرکت برق منطقه نسبت به قطع جریان برق اقدام کرد و پس از اطمینان از قطع بودن جریان برق، به کار ادامه داد. در حین انجام عملیات باربرداری، هیچ فردی حق نزدیک شدن و دست زدن به جرثقیل و بار را نخواهد داشت تا زمانی که مسئول عملیات، ایمن بودن محیط را تأیید کند.

۶. تجهیزات عایق: یکی دیگر از روش‌های پیشگیری استفاده از تجهیزات عایق مانند قلاب و سیم‌بکسل نارسانا (سرامیکی) برای کار در نزدیکی خطوط برق می‌باشد.

۷. وسایل حفاظت فردی: هنگام کار در نزدیکی خطوط برق، استفاده راننده و سایر افراد از دستکش ضد برق یا لاستیکی و سایر وسایل حفاظت فردی می‌تواند در کاهش حوادث موثر باشد.



شکل ۳-۵. استفاده از گذرگاه عبور ایمن

۸. گذرگاه عبور ایمن: یکی دیگر از روش‌های پیشگیری، استفاده از گذرگاه عبور ایمن است (شکل ۳-۵). گذرگاه عبور ایمن نوعی چارچوب مستحکم است که در زیر خطوط جریان برق نصب می‌شود و با محدود کردن ارتفاع، اجازه‌ی ورود بوم جرثقیل به محدوده‌ی خطر اطراف خطوط جریان برق را نمی‌دهد. این چارچوب مجهز به علائم هشداردهنده نظیر محدودیت ارتفاع، خطر برق‌گرفتگی و علائم دید در شب است. در ضمن این چارچوب باید مقاومت کافی هنگام برخورد با بوم جرثقیل را داشته باشد و بتواند هنگام برخورد بوم با آن، راننده را متوجه خطر کند.
۹. عدم حرکت جرثقیل هنگام حمل بار: حرکت کردن جرثقیل‌های متحرک هنگام بلند کردن و جابه‌جا کردن بار، باعث حرکت نوسانی بار می‌شود و کنترل کردن آن در هنگام کار در مجاورت خطوط برق را دشوار می‌سازد. بنابراین باید از حرکت جرثقیل در هنگام حمل بار در مجاورت خطوط برق حتی‌المقدور اجتناب شود.
۱۰. عدم مجاورت انبارها با خطوط برق: بهتر است انبارها و محل نگهداری اجناس و کالاها در مجاورت خطوط برق ساخته نشوند. در صورت ناگزیر بودن به ساخت انبار در این مکان‌ها، بهتر است ارتفاع کالاها تا حدی باشد که بتوان با لیفتراک بار را جابه‌جا کرد و نیازی به استفاده از جرثقیل نباشد. اگر استفاده از جرثقیل اجتناب‌ناپذیر باشد، جابه‌جایی بار باید با حداقل طول بوم در جرثقیل‌های متحرک یا حداقل شعاع بار در جرثقیل‌های برجی انجام شود.
۱۱. برنامه‌ریزی ایمنی: اتکالی صرف به راننده‌ی ماهر یا علامت‌دهنده مجرب (ریگر) و بدون برنامه‌ریزی ایمنی به منظور انجام عملیات در نزدیکی خطوط جریان برق، منجر به حوادث جبران‌ناپذیر و مرگباری خواهد شد. گاهی علت سانحه، حرکت جرثقیل، بار یا سایر اجزای متحرک نیست بلکه نوسان و شل شدن خطوط هوایی برق در اثر بادهای

شدید و تغییرات حرارتی است که سانه می‌آفریند. بنابر این مهم‌ترین راه پیشگیری از وقوع این‌گونه حوادث، داشتن برنامه‌ی ایمنی پیش از شروع کار است.

قبل از شروع کار و استقرار جرتقیل، راننده موظف است خطوط برق اطراف محل کار خود را مورد بررسی قرار دهد. برای راننده مشکل خواهد بود که از طریق تخمین چشمی فاصله‌ی اجزای متحرک جرتقیل تا منطقه‌ی خطر را به آسانی تشخیص دهد. پس برای رعایت جوانب احتیاط بهتر است هنگام کار، با ناظر عملیات مشورت کند. راننده باید مدنظر داشته باشد که گاهی خطوط برق، پشت شاخه‌ی درختان و ساختمان‌ها پنهانند و یا قرار گرفتن بوم یا قلاب جرتقیل در وضعیت‌های خاص، دید را نسبت به خطوط برق محدود می‌کند. در صورت تماس بوم یا سیم‌بکسل با خطوط برق، راننده باید به موارد زیر توجه کند:

۱. خونسردی خود را حفظ کند.
۲. داخل جرتقیل بماند و به دیگران هشدار دهد تا از بار و جرتقیل دور بایستند.
۳. در صورت امکان، بوم را از برق در خلاف جهتی که به آن متصل شده جدا کند.
۴. در شرایط خیلی اضطراری که مجبور به ترک جرتقیل است به روش معمول از جرتقیل پایین نیاید بلکه از جرتقیل پایین بپرد به طوری که همزمان با بدنه جرتقیل و زمین در تماس نباشد.
۵. به قسمت‌های فلزی جرتقیل دست نزند.
۶. تماس با برق فشار قوی باعث می‌شود جریان از بوم به زمین منتقل شده و در نتیجه زمین نزدیک اطراف جرتقیل دارای ولتاژ بالا و در فاصله‌ی دورتر دارای ولتاژ کمتر باشد. بنابر این به حالت قدم رو یا دویدن از جرتقیل دور نشود بلکه خود را به حالت لی‌لی از منطقه برق‌دار دور کند.
۷. پس از قطع برق، تمام قسمت‌های جرتقیل را بازرسی کند و سیم‌بکسل جرتقیل را تعویض نماید.

■ ۲-۱-۵ واژگونی یا شکست سازه‌ای

واژگونی^۱ یا شکست سازه‌ای^۲ یکی از مخاطرات کار با جرتقیل است. در شرایط خاص و بارهای ویژه، گاهی جرتقیل قبل از واژگونی دچار شکست سازه‌ای می‌شود. تخمین زده می‌شود که به ازای هر ۱۰ هزار ساعت کار، یک مورد واژگونی برای جرتقیل رخ می‌دهد. تقریباً ۳٪ از واژگونی‌ها منجر به مرگ، ۸٪ منجر به زمان از دست رفته‌ی کاری و ۲۰٪ درصد موجب آسیب به اموال می‌شود و باقی موارد حوادث جزئی‌اند.

عواملی که باعث واژگونی یا شکست سازه جرتقیل می‌شوند، عبارتند از:

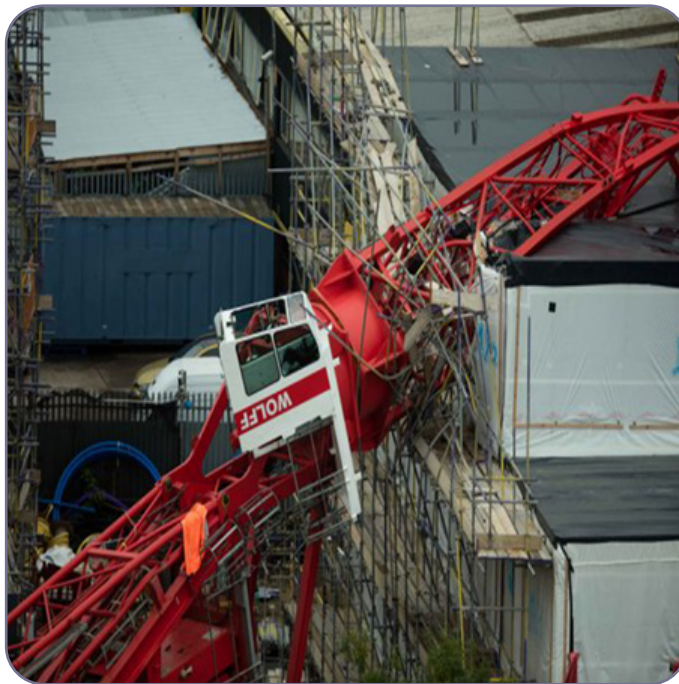
۱. اضافه بار: در همه انواع جرتقیل اضافه بار می‌تواند منجر به واژگونی یا شکست سازه جرتقیل شود. ظرفیت بار جرتقیل با توجه به شرایط محیطی و کاری در جدول بار مشخص می‌گردد. در گذشته، جداول بار پیچیده بودند و جهت استفاده از آنها رانندگان باید در دوره‌های آموزشی شرکت می‌کردند. ولی امروزه در حد ممکن جداول بار ساده

۱- Overturn

۲- Collapse

و قابل درک تدوین شده‌اند تا رانندگان رغبت و تمایل بیشتری به استفاده از آن‌ها داشته باشند. شرایطی که بر ظرفیت باربرداری تأثیر می‌گذارد، عبارتند از:

- ▶ پایین آوردن بوم جرثقیل متحرک موجب افزایش شعاع و کاهش ظرفیت می‌شود.
- ▶ بیرون دادن بوم هیدرولیک در جرثقیل متحرک باعث افزایش شعاع و کاهش ظرفیت می‌شود.
- ▶ در جرثقیل متحرک پایین آوردن و با سرعت بیرون دادن بوم سبب کاهش ظرفیت می‌شود. در این جرثقیل‌ها بر اساس موقعیت قرارگیری بوم نسبت به کشنده و شاسی، ظرفیت بار تغییر می‌کند.
- ▶ در جرثقیل برجی، دور شدن ارابه بار از برج، ظرفیت را کاهش می‌دهد. شکل ۴-۵ واژگونی جرثقیل برجی در اثر اضافه بار را نشان می‌دهد.
- ▶ در جرثقیل متحرک در شرایطی که نتوان از جک‌های تعادلی به طور کامل استفاده کرد، ظرفیت بار کم می‌شود و باید از جدول باری که براساس استفاده از چرخ‌های جرثقیل ارائه شده بهره گرفت.



شکل ۴-۵. واژگونی جرثقیل برجی در اثر اضافه بار

۲. حرکت سریع بار: حرکت دادن سریع بار باعث ناپایداری و واژگونی جرثقیل می‌شود.
۳. تخمین اشتباه بار: راننده ممکن است با اتکاء به تجربه‌ی خود در تخمین وزن بار دچار اشتباه شود و بار اضافی موجب واژگونی یا شکست جرثقیل شود. تعیین وزن بار جزء مسئولیت‌های ناظر عملیات است و باید راننده را قبل از شروع عملیات نسبت به وزن بار آگاه کند. راننده‌ی جرثقیل نیز باید قادر به تعیین وزن تقریبی بار باشد تا بتواند ارزیابی درستی از عملیات داشته باشد.

۴. استفاده نادرست از جک‌های تعادلی^۱: در مورد جرثقیل‌های متحرک استفاده نادرست از جک‌های تعادلی می‌تواند منجر به واژگونی جرثقیل شود (شکل ۵-۵). به عنوان مثال راننده به علت فقدان فضای کافی و کار در شرایط خاص نمی‌تواند جک‌ها را کاملاً باز کند و یا کفشک‌های زیر جک برای توزیع فشار وارده حتی با وجود زمین‌های سخت، بسیار کوچک هستند که باعث ناپایداری دستگاه می‌شود. در زمین‌های سست و نرم در صورتی که کفشک‌های زیر جک به اندازه‌ی کافی بزرگ نباشد حادثه در کمین خواهد بود. بهتر است که رانندگان در هر نوع خاکی که می‌خواهند جک بزنند حتماً زیر کفشک جک‌ها از تخته چوبی یا کفپوش‌های فلزی استفاده کنند. این تجهیزات به توزیع یکسان و یکنواخت فشار وارده از جک‌ها به زمین بسیار کمک می‌کنند. همچنین جک‌های تعادلی به دلیل اضافه بار، نقص فنی و یا قرار گرفتن در زمین‌های نامناسب دچار شکستگی می‌شوند. در صورت استفاده از جک‌های تعادلی، وزن دستگاه نباید روی لاستیک‌های کشنده قرار گیرد و لاستیک‌ها باید به طور کامل از زمین جدا شوند.

۵. عدم استفاده از جک‌های تعادلی: راننده جرثقیل متحرک، باید توجه داشته باشد که استفاده از جک‌های تعادلی اختیاری نیست و باید مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده از جک تعادلی استفاده کند. عدم استفاده از جک‌های تعادلی بر پایداری دستگاه تأثیر می‌گذارد و باعث واژگونی آن می‌شود.

در جدول ۲-۵ آمار حوادث رخ داده برای ۱۰۰۰ جرثقیل متحرک در یک بازه زمانی ۲۰ ساله که توسط سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا^۲ بدست آمده ارائه شده است. همانگونه ملاحظه می‌شود منشاء بیش از نیمی از حوادث واژگونی جرثقیل‌های متحرک، جک‌های تعادلی هستند.



شکل ۵-۵. واژگونی جرثقیل متحرک به دلیل استفاده ناصحیح از جک‌های تعادلی

جرثقیل‌های متحرک در هنگام جابجایی نیز احتمال واژگونی دارند. به علت بالا قرار گرفتن مرکز گرانش جرثقیل‌های متحرک، این نوع جرثقیل‌ها در صورت عدم رعایت موارد ایمنی به راحتی واژگون شده و خطرات زیادی را برای راننده، کارکنان و سایر شهروندان به وجود می‌آورند (شکل ۶-۵). موارد متعددی از واژگونی

۱- Outriggers

۲- Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

این نوع جرثقیل‌ها در آمارها ثبت شده است. هنگامی که جرثقیل‌های متحرک به سمتی که کابین راننده قرار دارد واژگون می‌شوند، صفحه‌ی فلزی سبک کابین به راحتی خرد شده و ممکن است باعث حبس شدن راننده در کابین گردد.



شکل ۶-۵. واژگونی جرثقیل متحرک در هنگام جابجایی

جدول ۲-۵. آمار حوادث رخ داده برای ۱۰۰۰ جرثقیل متحرک در یک بازه ۲۰ ساله - OSHA

وضعیت	درصد
هنگام حرکت جرثقیل	۱۵٪
انجام چرخش با جک‌های جمع شده	۳۹٪
بلند کردن بار با جک‌های جمع شده	۱۵٪
بلند کردن بار و چرخش با جک‌های جمع شده	۱۴٪
بلند کردن بار و چرخش و استفاده نادرست از جک‌ها	۶٪
نقص جک‌های تعادلی	۷٪
سایر وضعیت‌ها	۴٪

به منظور پیشگیری از واژگونی و شکست سازه‌ای، در سالهای اخیر بیشتر پیشرفت‌های فنی و مهندسی بر روش‌های پیشگیری از اضافه بار متمرکز شده است. با استفاده از حسگرهای متنوع و تجهیزات کنترلی پیشرفته، سیستم‌های اندازه‌گیری بار رشد چشمگیری داشته‌اند. چنین سیستم‌هایی می‌توانند مقدار بار واقعی را با دقت قابل قبول اندازه‌گیری و با در نظر گرفتن شرایط به ویژه طول و زاویه‌ی بوم، ظرفیت بار جرثقیل را حساب کنند. در صورت اضافه بار سیستم‌های هشدار، به راننده اخطار می‌دهند و در صورت بی‌توجهی

راننده، سیستم کنترلی از ادامه‌ی کار جلوگیری می‌کند. سیستم‌های هوشمند نشانگر موقعیت بار نیز می‌توانند در کاهش حوادث موثر باشند.

حوادث ناشی از عدم استفاده صحیح از جک‌های تعادلی را می‌توان با استفاده از تجهیزات ایمنی و سیستم‌های هوشمند کاهش داد. این تجهیزات در صورت خطای راننده، دستگاه را تا حصول شرایط ایمن غیرفعال می‌سازند.

بهره‌گیری از برنامه‌ریزی ایمنی و آموزش مستمر کارکنان در پیشگیری از حوادث بسیار موثر است.

■ ۳-۱-۵ گیرکردن قلاب جرثقیل با قرقره‌ی انتهایی بوم

تماس قلاب با بوم جرثقیل زمانی اتفاق می‌افتد که قلاب بالا بر به علت اشتباه راننده تا جایی بالا می‌رود که به قرقره بوم یا ارابه بار گیر می‌کند و در ادامه باعث پارگی سیم‌بکسل و سقوط بار می‌شود. در این موارد کارکنانی که در محوطه و در زیر مسیر جابجایی بار مشغول به کار هستند در معرض آسیب جدی قرار دارند. به علاوه پارگی سیم‌بکسل و سقوط بار می‌تواند ضررهای مالی هنگفت ناشی از تخریب جرثقیل و یا تجهیزات موجود در محیط کارگاه را به بار آورد.

در جرثقیل‌های بوم مشبک و جرثقیل‌های برجی این مساله می‌تواند منجر به اعمال بار زیاد به بوم و تغییر شکل بوم شود. در شکل ۷-۵ تغییر شکل بوم مشبک در اثر گیرکردن قلاب به قرقره انتهایی بوم. همچنین در جرثقیل‌های متحرک با بوم تلسکوپی بیرون دادن بوم و بالا کشیدن بار به طور همزمان باعث پارگی ناگهانی سیم‌بکسل می‌شود.



شکل ۷-۵. تغییر شکل بوم مشبک در اثر گیرکردن قلاب به قرقره انتهایی بوم

در جرثقیل‌های متحرک و قتی راننده، جابجایی جرثقیل و بلند کردن بار را به طور همزمان انجام می‌دهد،

گیر کردن قلاب به قرقره بیشتر رخ می‌دهد چون راننده بر روی حرکت دادن جرثقیل متمرکز و از موقعیت قلاب نسبت به قرقره غافل می‌شود. یکی دیگر از علل وقوع این سانحه میدان دید محدود و عدم تسلط راننده بر بار و قلاب جرثقیل می‌باشد.

مهمترین راه پیشگیری از این حادثه، نصب "قطع کن الکتریکی" است. این وسیله بر روی بسیاری از جرثقیل‌های قدیمی وجود ندارد اما با رشد چشمگیر حوادث ناشی از برخورد قلاب با بوم، سازمان ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا سازندگان جرثقیل را مجاب کرده که نصب ATB در جرثقیل‌ها الزامی شود. در نزدیکی انتهای بوم توسط زنجیر یا سیم‌بکسل به شکل معلق نصب می‌شود و در صورت تماس قلاب با این وسیله، آژیر و چراغ هشدار در اتاق راننده فعال شده و راننده متوجه تماس می‌شود. در صورت بی‌توجهی راننده و ادامه‌ی کار، این قطع‌کن از بالا رفتن بیشتر قلاب جلوگیری می‌کند. در شکل ۵-۸ حسگر (سوییچ) قطع کن الکتریکی بر روی قرقره انتهای بوم ملاحظه می‌شود.



شکل ۵-۸. سوییچ قطع کن الکتریکی بر روی قرقره انتهای بوم

در جرثقیل‌های متحرک بوم تلسکوپی فشار روغن در مدار هیدرولیکی باید به گونه‌ای تنظیم شود که هنگام بیرون دادن بوم، سیم‌بکسل به آرامی و آهسته بیرون داده شود تا از تماس قلاب با بوم جلوگیری شود.

■ ۴-۱-۵ گیرافتادن افراد و برخورد با جرثقیل

گیرافتادن افراد و برخورد آنها با جرثقیل ممکن است با اشکال مختلفی رخ دهد. یکی از حالات شایع آن برخورد باریا اجزای متحرک جرثقیل در حین کار با کارکنان می‌باشد و حالت دیگر گیرافتادن افراد بین اتاق راننده، بخش گردنده جرثقیل متحرک، ستون‌های جرثقیل دروازه‌ای و... و اشیای ثابت نظیر دیوار یا سایر جرثقیل‌ها می‌باشد. جراحات شدید و مرگ و میرهای زیادی به واسطه‌ی برخورد و گیرافتادن بین اتاق راننده و بدنه‌ی کشنده گزارش شده است. بسیاری از این حوادث منجر به قطع عضو، ناشی از برخورد بدن با اجزای متحرک بدون حفاظ در جرثقیل شده است.

در فضاهای محدود ممکن است هنگام چرخش و دور زدن دستگاه، اتاق راننده و یا وزنه‌های تعادلی آن با اشیاء ثابت مانند دیوار، تجهیزات نصب شده و... برخورد کند یا از فاصله بسیار کمی از اشیای ثابت گذر کند. حال اگر کارکنان در این فضای باریک قرار داشته باشند دچار جراحات‌های شدیدی خواهند شد. تعمیرکاران جرثقیل از جمله افرادی هستند که بیشتر در معرض این گونه حوادث قرار دارند. معمولاً جرثقیل‌های کارگاهی (سقفی و دروازه‌ای) و انواع جرثقیل‌های متحرک از جمله پرحادثه‌ترین جرثقیل‌ها در این موردند. بررسی حوادث به وقوع پیوسته نشان می‌دهد که قربانیان این گونه حوادث معمولاً در فضاهای خطرناک برای دسترسی به موارد زیر دچار حادثه شده‌اند:

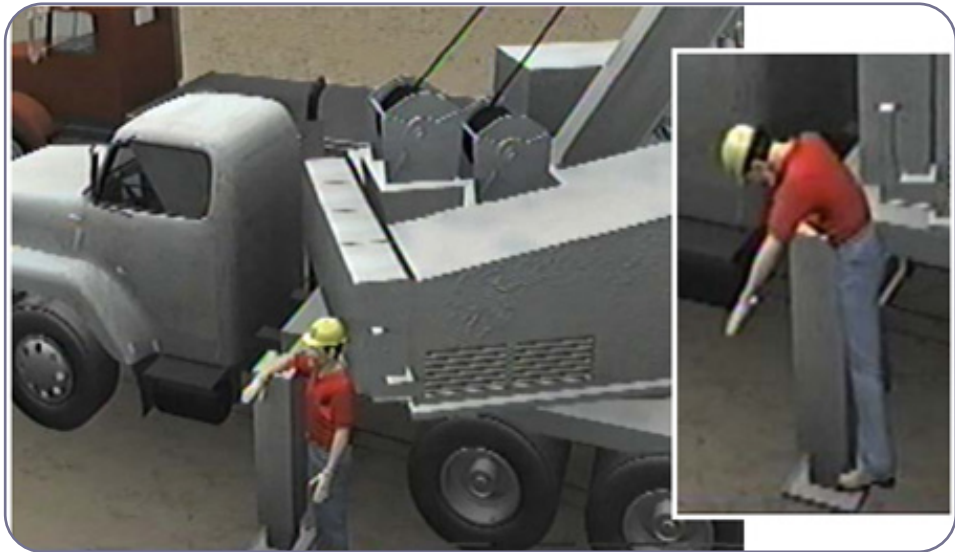
- ▶ سیستم‌خنک‌کننده
- ▶ جعبه ابزار
- ▶ کنترل‌های جک تعادلی
- ▶ ناحیه‌ی انجام تعمیرات
- ▶ انبار تجهیزات باربرداری

سقوط بار، واژگونی جرثقیل‌ها و شکسته شدن اجزای جرثقیل نیز می‌تواند حادثه‌ی برخورد با افراد را ایجاد کند. در تمام مواردی که شخص وارد منطقه‌ی خطر شده و گیر می‌افتد، ناحیه‌ی خطر خارج از منطقه‌ی دید فرد قرار دارد. این افراد تصور می‌کنند که در آن لحظه راننده‌ی جرثقیل قصد حرکت یا چرخش نداشته و بنابراین خود را در منطقه‌ی خطر قرار می‌دهند. در شکل ۹-۵ شماتیکی از گیرافتادن فرد بین جرثقیل و موانع اطراف به علت عدم دید راننده و عدم رعایت نکات ایمنی نمایش داده شده است.

برای پیشگیری از این گونه حوادث منطقه‌ی حرکت یا چرخش اتاق راننده، وزنه‌های تعادلی و سایر بخش‌های متحرک جرثقیل باید با موانع هشداردهنده محدود و متمایز شود تا مانع ورود افراد متفرقه به محدوده‌ی خطر شود. تمام تجهیزات غیر ضروری مانند جعبه ابزار، تجهیزات باربرداری و... را باید از کابین راننده و روی جرثقیل دور کرد تا ورود افراد متفرقه به ناحیه‌ی خطر به حداقل برسد.

نصب آینه‌های بغل و پشت برای مشاهده‌ی ناحیه‌ی پشت جرثقیل باید مد نظر قرار گیرد. در جرثقیل‌های جدیدتر برای سهولت دید راننده به جای آینه از دوربین‌های مدار بسته (CCTV) استفاده می‌شود که راننده به

کمک آن به راحتی می‌تواند قسمت عقب دستگاہ را مشاهده کند. استفاده از علائم صوتی مثل آژیر حرکت، بوق دنده عقب و آژیر چرخش هنگام عملیات باربرداری ضروری است و می‌تواند این سوانح را به حداقل برساند. در صورتی که دو جرثقیل همزمان در یک فضای مشترک کار می‌کنند ارائه‌ی دستورالعمل کار با دو جرثقیل به کارکنان توسط ناظر عملیات ضروری است.



شکل ۹-۵. گیرافتادن کارکنان بین جرثقیل و موانع اطراف به دلیل عدم دید راننده و عدم رعایت موارد ایمنی

● ۲-۵ موارد ایمنی آماده‌سازی جرثقیل‌ها

در این بخش موارد ایمنی قبل از شروع عملیات باربرداری، در حین آماده‌سازی و برپا نمودن جرثقیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

■ ۱-۲-۵ موارد ایمنی آماده‌سازی جرثقیل متحرک

موارد ایمنی که قبل از آماده‌سازی جرثقیل متحرک باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از نکات ایمنی جهت جلوگیری از واژگونی جرثقیل در حین جابجایی در مسیر کارگاه و بازگشت از آن، نکات ایمنی برپایی و برچیدن قطعات بوم، نکات ایمنی استفاده از جک‌های تعادلی و تراز کردن جرثقیل که در ادامه به تفصیل به آنها پرداخته خواهد شد.

۱-۲-۵-۱ واژگونی جرثقیل متحرک حین جابجایی

به علت بالا قرار گرفتن مرکز گرانش جرثقیل‌های متحرک، این نوع جرثقیل‌ها به راحتی می‌توانند واژگون

شده و خطرات زیادی را برای راننده، کارکنان و سایر شهروندان به وجود آوردند. جرتقیل‌های متحرک هیدرولیک، هنگام حرکت از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر ممکن است که به آسانی در شانه‌های جاده یا خاک ریزها واژگون شوند (شکل ۶-۵). موارد متعددی از واژگونی این نوع جرتقیل‌ها در آمارها ثبت شده است. هنگامی که جرتقیل‌های هیدرولیک به سمتی که کابین راننده قرار دارد واژگون می‌شوند، صفحه‌ی فلزی سبک کابین به راحتی خرد شده و ممکن است باعث حبس شدن راننده در کابین گردد.

برای حرکت در مسافت‌های طولانی، راننده باید موقعیت بوم جرتقیل‌های بوم خشک را متناسب با مسیر حرکت مشخص کند، به این معنی که در سراسیمی‌ها بوم به سمت عقب و در سربالایی بوم به سمت جلو قرار گیرد. به طور کلی حین حرکت جرتقیل، بوم باید به طور کامل پایین آمده و مهار شود. همچنین سینی گردان دستگاه باید قفل شود و ترمز چرخش فعال گردد.

جرتقیل‌های متحرک که هم زمان بار را بلند کرده و حمل می‌کنند بیشتر در معرض خطر واژگونی قرار دارند، زیرا در این جرتقیل‌ها با توجه به ارتفاع مرکز ثقل از سطح زمین، کمترین شیب زمین می‌تواند یک عامل مهم در واژگونی باشد. احتمال واژگونی در این جرتقیل‌ها با افزایش شعاع بار افزایش می‌یابد. واژگونی در جرتقیل‌های متحرک در شرایط زیر نیز می‌تواند اتفاق بیفتد:

- ▲ زاویه‌ی پایین بوم می‌تواند باعث افزایش شعاع کاری و چپ شدن جرتقیل شود.
 - ▲ زاویه‌ی بالا می‌تواند موجب برگشت به عقب و چپ شدن به پشت جرتقیل شود. شیب کناری دو یا سه درجه‌ی جاده (شانه‌ی خاکی جاده) می‌تواند تأثیر منفی شدیدی بر پایداری جرتقیل داشته باشد.
- با رعایت نکات زیر می‌توان از واژگونی جرتقیل‌های متحرک پیشگیری نموده و یا مخاطرات ناشی از واژگونی را به حداقل رساند:

۱. استفاده از کابینه‌های ضد ضربه و ضد خرد شدن در جرتقیل‌ها توسط سازندگان
۲. صاف و تراز بودن سطح جاده‌ای که جرتقیل در آن کار می‌کند
۳. فشار مناسب باد چرخها
۴. زاویه و طول بوم مناسب طبق جدول بار سازنده
۵. پرهیز از حرکت‌های سریع و ناگهانی

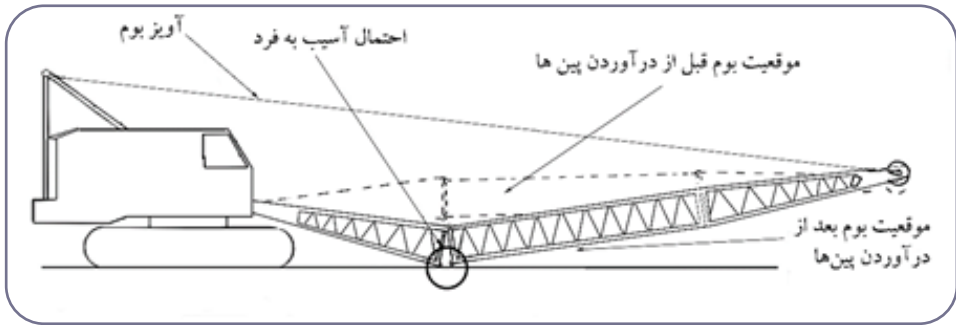
۲-۱-۲-۵- موارد ایمنی در حین برپایی^۱ و برچیدن^۲ قطعات بوم

اگر قطعات بوم در جرتقیل‌های بوم خشک به طور کامل مهار نشوند هنگام برپایی و برچیدن قطعات، امکان فرو ریختن آنها و ایجاد آسیب وجود دارد. در جرتقیل‌های بوم خشک معمولاً برای کوتاه یا بلند کردن طول بوم یا حمل و نقل و جابه‌جایی بوم، قطعات بوم از یکدیگر باز می‌شوند. فرو ریختن بوم در این‌گونه

۱- Erection

۲- Dismantle

جرثقیل‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که بوم به وضعیت افقی پایین آورده می‌شود و از نقطه‌ی رأس با تسمه‌های نگهدارنده آویزان شده اما به طور مناسب مهار نمی‌شود. اگر بین‌های پایینی که بخش‌های مختلف بوم را به هم وصل می‌کند ناگهان بریده شوند، بوم سقوط کرده و ممکن است به نفراتی که زیر آن مشغول کارند آسیب جدی وارد سازد. در شکل ۱۰-۵ فروریختن بوم در حالتی که مهار نشده نمایش داده شده است.

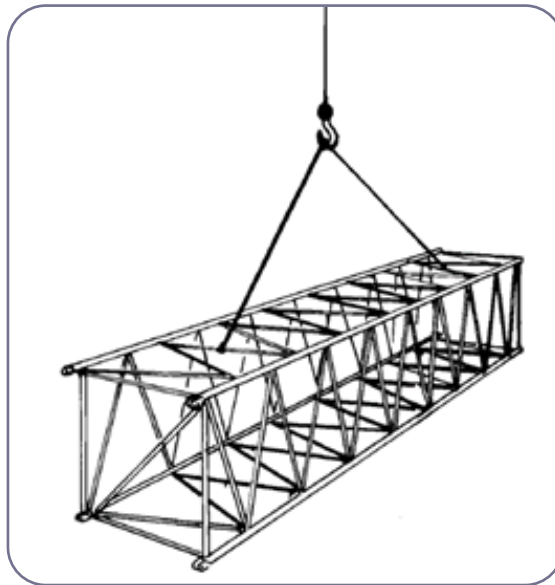


شکل ۱۰-۵. فروریختن بوم مشبک در حالتی که به درستی مهار نشده است

- عوامل و شرایطی که هنگام باز و بسته کردن قطعات بوم خشک، منجر به حادثه می‌شوند عبارتند از:
۱. کارگران و پرسنل مربوطه با تجهیزات کار ناآشنا بوده و آموزش کافی در این زمینه ندیده باشند.
 ۲. منطقه‌ی نامناسبی برای عملیات باز کردن بوم انتخاب شده باشد.
 ۳. وقت کافی برای انجام ایمن کار وجود نداشته باشد.
 ۴. در طی عملیات باز کردن و بستن قطعات بوم، نظارت بر اجرای دستورالعمل‌های سازنده وجود نداشته باشد.
- برای پیشگیری از سانحه هنگام برپایی و برچیدن بوم نکات زیر را مدنظر قرار دهید:
۱. انجام عملیات در محل مناسب و مطابق با دستورالعمل‌های سازنده باشد و قبل از شروع کار برنامه‌ریزی کنید.
 ۲. توالی و ترتیب برپایی و برچیدن را دقیقاً رعایت کنید.
 ۳. قبل از برپایی و برچیدن بوم یا بوم کمکی، ابتدا وزنه‌های تعادلی دستگاه را وصل کنید.
 ۴. هر قطعه از بوم را به طور مناسب روی کفی تریلی مهار کنید.
 ۵. علائم هشداردهنده‌ی ایمنی و نوار خطر را در محدوده‌ی محل انجام عملیات نصب کنید تا از ورود افراد متفرقه جلوگیری شود.
 ۶. راه‌های دسترسی به جرثقیل، با استانداردهای مربوطه متناسب باشد.
 ۷. انجام عملیات باز کردن و بستن قطعات، تداخلی در روند سایر فعالیت‌های هم‌جوار نداشته باشد.
 ۸. رای بلند کردن قطعات بوم، اسلینگ^۱ را به تیرهای اصلی بوم ببندید، نه به شبکه‌های داخلی (شکل ۱۱-۵).
 ۹. اثر شرایط محیطی مانند آب و هوای شرجی و مرطوب و یا باد را در حین کار در نظر بگیرید.
 ۱۰. تمام نفرات مشغول در این فعالیت‌ها از تجهیزات حفاظت فردی مناسب مخصوصاً کمر بند ایمنی برای کار در

ارتفاع استفاده کنند.

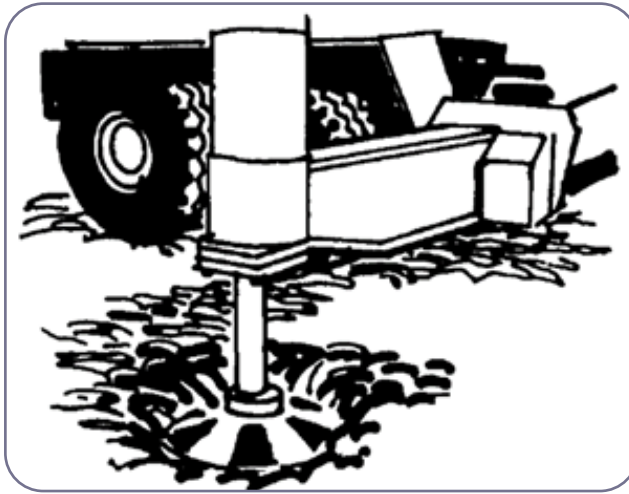
۱۱. نظم و ترتیب و نظافت را در محوطه‌ی عملیات باربرداری رعایت کنید.



شکل ۱۱-۵. بستن اشتباه قطعات بوم مشبک در هنگام جابجایی

۳-۲-۵ موارد ایمنی مربوط به استفاده از جک‌های تعادلی

هنگامی که راننده بازوی جک‌های تعادلی^۱ را به طور کامل باز نکند و یا در زمین‌های سست اقدام به جک زدن کند، ممکن است جرثقیل واژگون شود. در شکل ۱۲-۵ فرورفتن کفشک جک تعادلی در زمین سست نمایش داده شده است. بسیاری از واژگونی‌های جرثقیل به علت عدم استفاده از جک‌های تعادلی در حین کار روی می‌دهد. برای مثال راننده به علت فقدان فضای کافی و کار در شرایط خاص، نمی‌تواند بازوی جک‌ها را کاملا باز کند و یا کفشک‌های زیر جک برای توزیع فشار وارده حتی با وجود زمین‌های سخت، بسیار کوچک هستند که باعث ناپایداری دستگاه می‌شود.



شکل ۱۲-۵. فرورفتن کفشک جک تعادلی در زمین سست

بهترین راه برای پیشگیری از سوانح ناشی از عدم استفاده صحیح جک‌های تعادلی، در نظر گرفتن تجهیزات ایمنی است که در صورت عدم استفاده از جک‌های تعادلی به راننده اجازه‌ی ادامه انجام کار را ندهد. استفاده از تجهیزات ایمنی هوشمند در صورت خطای راننده، دستگاه را تا حصول شرایط ایمن غیرفعال می‌سازد. برای مثال در جرثقیل‌های مدرن امروزی از سیستم‌های هیدرولیکی مجهز به قفل ایمنی^۱ (یک نوع شیر هیدرولیک تعبیه شده در سیستم هیدرولیک است که در صورت قطع فشار روغن به هر دلیل از خالی شدن جک جلوگیری می‌کند) استفاده می‌شود.

در ادامه نکات ایمنی در استفاده از جک‌های تعادلی به اجمال مورد اشاره قرار می‌گیرد:

۱. همیشه برای استفاده از جک‌های تعادلی مطابق با توصیه‌های سازنده‌ی جرثقیل عمل کنید.
۲. جک‌ها را قبل از شروع کار بررسی کنید تا هیچ‌گونه نشانی روغن، شکستگی و آسیب‌دیدگی نداشته باشند.
۳. برای افزایش ایمنی در زیر کفشک جک‌های تعادلی از تراورس (تخته چوبی^۲ یا کفپوش فلزی^۳) استفاده کنید. این تراورس‌ها، باعث توزیع یکسان و یکنواخت فشار وارد شده از جک‌ها به زمین می‌شوند. در شکل ۱۳-۵ نحوه استفاده صحیح از تراورس در زیر کفشک جک تعادلی نمایش داده شده است. سطح اتکای ایجاد شده توسط تراورس باید به قدر کافی بزرگ باشد و حداقل سه برابر سطح کفشک جرثقیل باشد.
۴. در زمین‌های سست و نرم، کفشک‌های زیر جک باید به اندازه‌ی کافی بزرگ باشند و یا از تراورس زیر کفشک استفاده شود. راننده و ریگر (سیم‌بکسل انداز) باید درک درستی از مقاومت خاک محل عملیات داشته باشند. به عنوان نمونه در جدول ۳-۵ مقاومت فشاری سه نوع سطح ارائه شده است.

۱- Interlock

۲- Timber

۳- Bog mat

جدول ۳-۵. مقاومت فشاری انواع سطوح

نوع سطح	مقاومت (پوند بر فوت مربع)	مقاومت (بر حسب تن بر متر مربع)
ماسه مرطوب	۲۰۰۰	۷۵.۱۰
خاک رس خشک	۴۰۰۰	۵.۲۱
سیمان	۱۰۰۰۰	۸.۵۳

۵. برای افزایش ضریب ایمنی، بازوی جک‌های تعادلی باید به طور کامل باز باشند مگر آنکه سازنده جرثقیل توصیه‌ی دیگری کرده باشد.

۶. چنانچه بازوی یکی از جک‌ها به صورت کامل باز نشود و یا به دلیل بازوی جک اصلاً باز نشود، باید از جدول بار خاص همان موقعیت استفاده کرد. در این وضعیت، ظرفیت اسمی سمتی که بازوی جک بیرون نیامده است، تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. در این حالت باید از جدول بار روی لاستیک استفاده شود.

۷. جک‌های عمودی (سنبه جک) باید تا جایی باز شوند که لاستیک‌ها به طور کامل از زمین جدا شوند (وزن جرثقیل نباید روی لاستیک‌های کشنده قرار گیرد). در این صورت به دلیل افزایش سطح اتکا پایداری جرثقیل افزایش یافته و شاسی دستگاه بیشترین استفاده را از وزنه‌ی تعادلی می‌برد.

۸. اگر جرثقیل دارای جک‌های تعادلی مکانیکی (غیر هیدرولیک) است، مطمئن شوید که پین‌های نگهدارنده‌ی کفشک جک به درستی نصب شده باشند. در غیر این صورت ممکن است در حین کار کفشک از سیلندر جدا شود.

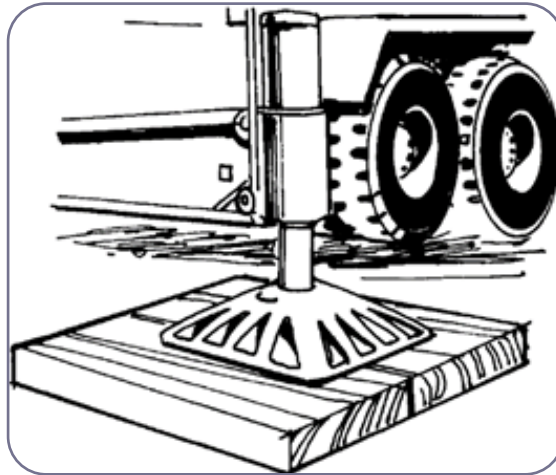
۹. تخته‌های چوبی زیر جک باید به طور کامل تراز و با سیلندر (پیستون) جک زاویه قائمه (۹۰ درجه) داشته باشند. در غیر این صورت احتمال شکستن و خرد شدن تخته‌ها وجود دارد.

۱۰. جک‌های تعادلی باید دارای علائم هشداردهنده و ایمنی باشند که به شکل برجسب روی بدنه‌ی جک حک شده باشد.

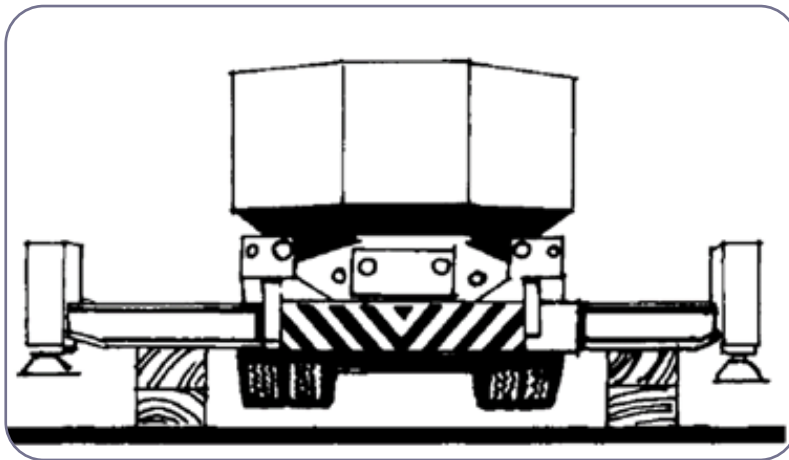
۱۱. فاصله‌ی جک‌های تعادلی از لبه‌ی کانال‌های حفاری شده برای زمین سفت و محکم از قانون یک به یک تبعیت می‌کند؛ یعنی جک باید به اندازه‌ی عمق کانال از لبه‌ی کانال فاصله داشته باشد. به طور مثال اگر عمق کانال سه متر است حداقل سه متر از لبه‌ی کانال فاصله بگیرید و سپس جک بزنید.

۱۲. هرگز از الوار یا تراورس، زیر بازوی جک استفاده نکنید زیرا باعث ناپایداری دستگاه می‌شود.

(شکل ۱۴-۵)



شکل ۱۳-۵. استفاده از تخته چوبی در زیر کفشک جک تعادلی با هدف توزیع فشار ناشی از جک



شکل ۱۴-۵. استفاده ناصحیح تخته چوبی زیر بازوی جک

۱۳. اگر از الوار یا تراورس برای زیر کفشک جک تعادلی استفاده می‌کنید توجه داشته باشید که:

▶ تراورس‌ها باید کاملاً سالم و عاری از هرگونه شکستگی و پوسیدگی باشند.

▶ ابعاد تراورس‌ها برابر و هم جنس باشند.

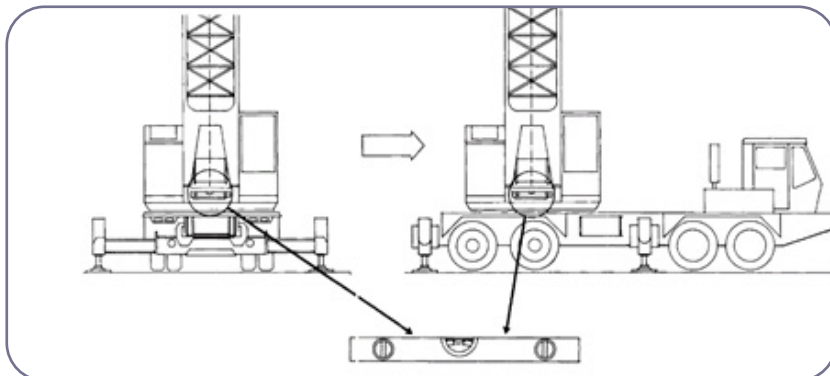
۵-۲-۱-۴ تراز کردن جرثقیل و استفاده از وزنه‌های تعادلی

تراز بودن جرثقیل نقش زیادی در ایمنی و پایداری آن دارد. جدول بار براساس تراز بودن جرثقیل تنظیم شده است. برای تراز کردن جرثقیل می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

۱. با استفاده از تراز سنج: امروزه در جرثقیل‌های پیشرفته وضعیت تراز بودن جرثقیل توسط تراز سنج خودکار انجام می‌شود که وضعیت تراز بودن جرثقیل را در هر چهار جهت نشان می‌دهد.
۲. با استفاده از تراز بنایی: تراز بنایی را روی سینی گردان جرثقیل قرار دهید و به چهار طرف منطقه عملیاتی گردش و وضعیت تراز بودن سینی گردان را بررسی نمایید. در شکل ۱۵-۵ نحوه استفاده از تراز بنایی برای تراز کردن جرثقیل نمایش داده شده است.
۳. با استفاده از قلاب جرثقیل: برای تراز کردن جرثقیل می‌توان از سیم‌بکسل تک لایه به عنوان تراز یا شاقول استفاده کرد. به یاد داشته باشید جرثقیل‌هایی که جک تعادلی دارند را می‌توان به کمک این روش تراز کرد. به کمک جدول ۴-۵ می‌توانید مقدار ظرفیتی را که جرثقیل به علت تراز نبودن از دست می‌دهد محاسبه نمایید.

جدول ۴-۵. از دست رفتن ظرفیت جرثقیل در اثر تراز نبودن

ظرفیت از دست رفته (درصد)		طول بوم و فاصله بار	
۳ درجه	۲ درجه	۱ درجه	
٪۳۰	٪۲۰	٪۱۰	بوم کوتاه و فاصله کم
٪۲۰	٪۱۵	٪۸	بوم کوتاه و فاصله زیاد
٪۵۰	٪۴۱	٪۳۰	بوم بلند و فاصله کم
٪۱۵	٪۱۰	٪۵	بوم بلند و فاصله زیاد



شکل ۱۵-۵. تراز کردن جرثقیل متحرک با استفاده از تراز بنایی

وجود وزنه‌های تعادلی در پایداری جرثقیل از اهمیت زیادی برخوردار است. نصب وزنه‌های تعادلی

نامناسب مانند وزنه‌های خیلی سبک یا خیلی سنگین می‌تواند باعث واژگونی دستگاه شود. در اکثر جرثقیل‌های متحرک کوچک و کارگاهی، وزنه‌های تعادلی به صورت ثابت از طرف شرکت سازنده بر روی جرثقیل نصب می‌شود و به آسانی نمی‌توان وزنه‌ها را جابه‌جا نمود. اما در انواعی از جرثقیل‌های بزرگ و تناژ بالا، وزنه‌های تعادل به گونه‌ای طراحی شده‌اند که قابل جابه‌جا کردن هستند و برای عملیات باربرداری خاص یا هنگام حرکت، نوع وزنه تعادلی و تعداد مناسب وزنه‌ها مشخص و بر روی جرثقیل نصب می‌شوند (وزنه‌های تعادلی کمکی).

وزنه‌های تعادلی باید طبق توصیه‌ی شرکت سازنده به طور کامل به دستگاه محکم شوند. نام سازنده‌ی وزنه و وزن هر یک از وزنه‌های تعادلی باید روی آن حک شده باشد. وزنه‌های تعادلی باید به علائم هشداردهنده تجهیز شوند.

جرثقیل به علت تأثیر وزنه‌های تعادلی در حالات زیر می‌تواند از سمت عقب واژگون شود:

- ▶ وزن وزنه‌های تعادلی مورد استفاده بسیار سنگین‌تر از مجموعه بوم و بار باشد.
- ▶ دستگاه در حال بالا رفتن از یک شیب با بوم رو به بالا باشد.
- ▶ تخته چوبی که زیر جک‌های تعادلی قرار می‌گیرد مناسب نباشد.
- ▶ جک‌ها به طور کامل باز نشده باشند.

■ ۲-۲-۵ موارد ایمنی آماده‌سازی جرثقیل برجی

در جرثقیل‌های برجی ثابت، فونداسیون اهمیت زیادی در پایداری و استحکام جرثقیل دارد و آماده‌سازی فونداسیون باید طبق توصیه‌ی سازنده و زیر نظر فرد مجرب انجام شود. مواردی که در مرحله نصب جرثقیل برجی جهت آماده‌سازی زمین باید در نظر گرفت، عبارتند از:

- ▶ آزمایش‌های مقاومت و مکانیک خاک بر اساس توصیه سازنده و زیر نظر افراد مجرب انجام شود.
- ▶ برای برپایی این‌گونه جرثقیل‌ها باید زمین زیر جرثقیل کاملاً مسطح باشد.
- ▶ ابتدا باید زمین توسط غلتک تا حد ممکن فشرده شود. سپس با استفاده از صفحات بتنی، آماده‌سازی نهایی زمین صورت گیرد.

▶ بتن مسلح برای آماده‌سازی زیربنای جرثقیل بر اساس توصیه سازنده و زیر نظر افراد مجرب آماده شود.

▶ از نصب جرثقیل در نزدیکی کانال‌ها، گودال‌ها، منهول‌ها، روی خطوط آب و فاضلاب، گاز و سایر مناطقی که خاک برداری شده‌اند پرهیز شود.

▶ خطرات مربوط به زلزله و تأثیرات آن در منطقه‌ی کاری باید در نظر گرفته شود.

در مرحله نصب و برپایی جرثقیل لازم است به نکات زیر توجه شود:

- ▶ رویه‌های نصب باید پیش از آغاز عملیات اجرایی و نصب، تهیه و در حین عملیات به کار گرفته شوند.

- ▶ حمل قطعات جرثقیل به محل نصب بر اساس توصیه سازنده و زیر نظر افراد مجرب انجام گردد.
- ▶ پیش از برپایی و نصب اجزاء، تمامی آنها باید به صورت چشمی بازرسی شود. اجزای خراب و آسیب دیده تا زمانی که طبق دستور سازنده تعمیر یا تعویض نشده‌اند، نباید نصب شوند.
- ▶ شاسی اصلی دستگاه باید به صورت تراز به کمک جک‌های تعادلی روی زمین قرار گیرد. پس از نصب شاسی اطمینان حاصل شود که دستگاه به راحتی قابلیت چرخش ۳۶۰ درجه را دارد و هیچ‌گونه مانعی سر راه آن قرار ندارد.
- ▶ حداقل تا ارتفاع یک متر از سطح زمین اطراف دستگاه نرده کشی شود. در صورتی که جرثقیل در شهرها و خیابان‌ها نصب شده است برای پیشگیری از خطرات احتمالی، محوطه اطراف جرثقیل باید با نرده، حفاظ و علائم هشداردهنده مشخص شود. محوطه‌ی چرخش این نوع جرثقیل‌ها باید حداقل به فاصله‌ی یک متر از جرثقیل حفاظ‌گذاری شود.
- ▶ در حین عملیات نصب، در صورت نیاز از سیم‌بکسل‌های نگهدارنده و مهارهای موقتی استفاده شود.
- ▶ تسمه‌ها، سیم‌بکسل‌ها و سایر متعلقات باربرداری باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در حین عملیات نصب، به سایر اجزای جرثقیل آسیبی وارد نشود.
- ▶ از وزنه‌های تعادلی در روی پایه جرثقیل برای ادامه نصب استفاده شود.
- ▶ برپایی جرثقیل بهتر است در خارج از زمان کاری انجام شود تا افراد کمتری در معرض خطر باشند.
- ▶ از تردد نفرات در پشت، زیر و اطراف جرثقیل و وزنه‌های تعادلی هنگام بالا بردن سکش‌ن ارتفاعی جلوگیری شود.
- ▶ هرگونه عملیات چرخشی هنگام بالا بردن سکش‌ن ارتفاعی ممنوع است.
- ▶ به سرعت باد هنگام عملیات نصب به عنوان یک عامل محدودکننده توجه شود. حداکثر سرعت باد مجاز هنگام عملیات بالا بردن قالب نصاب، ۳۶ کیلومتر بر ساعت است.
- ▶ هنگام برپایی جرثقیل برجی خود برپا، سرعت و جهت وزش باد باید در محدوده‌ی توصیه‌های سازنده باشد.
- ▶ نگهدارنده، فونداسیون و ریل‌های جابه‌جایی در جرثقیل برجی پایه متحرک، باید استحکام کافی برای تحمل وزن بار، وزن جرثقیل و سایر نیروهای دینامیکی را داشته باشند. در ضمن تمامی نگهدارنده‌ها، فونداسیون و بخش‌های ریلی باید حداقل ۱۵۰ درصد حداکثر ظرفیت واژگونی جرثقیل، مقاومت و استحکام داشته باشند.
- ▶ جرثقیل‌های برجی باید شاقول و تراز بوده و در برابر نیروهای وارده و نوسانات بار، از مقاومت و تحمل کافی برخوردار باشند.
- ▶ کلیه‌ی افراد مخصوصاً نصاب جرثقیل باید از وسایل حفاظت فردی نظیر کلاه ایمنی، کفش ایمنی، دستکش، لباس کار و کمربند ایمنی استفاده کنند.
- ▶ در هنگام نصب جرثقیل برجی رعایت مفاد آیین نامه کار در ارتفاع الزامی است.
- ▶ برای جلوگیری از سقوط نفرات، باید تمام پرتگاه‌ها و لبه‌ها توسط نرده‌ها و توری فلزی حفاظ‌گذاری شوند.
- ▶ هنگام عملیات برپایی یا برچیدن جرثقیل حداقل به فاصله‌ی ۲۰ متر از ستون جرثقیل به عنوان منطقه‌ی خطر، توسط نوار خطر و موانع ایمنی مشخص شود.
- ▶ هنگام برپایی و برچیدن، باید به خطوط برق هوایی توجه کرد.

- ▶ گاه برای جلوگیری از سقوط اشیاء از ارتفاع، از توری فلزی^۱ که به دور قالب نصاب وصل می‌شود استفاده می‌کنند. ابعاد مش‌توریها باید متناسب با اندازه پیچ و مهره‌ها و شفت‌های مورد استفاده باشد.
- ▶ تمام سطوح راهروها و راه‌پله‌ها باید از مواد غیر لغزنده مانند صفحات فلزی آجدار پوشیده شود.

برای جرثقیل‌های برجی که روی ریل حرکت می‌کنند، باید در مورد ریل‌ها به نکات زیر توجه نمود:

- ▶ ریل‌ها باید تراز و مستقیم باشند مگر زمانی که طبق توصیه‌ی سازنده برای مسیرهای منحنی یا شیبدار طراحی شده باشند.
- ▶ سیستم‌های نگهدارنده و مسیرهای جابه‌جایی باید از استحکام کافی در برابر نوسانات بار برخوردار باشند. ریل‌ها باید برای مقاومت در برابر نیروهای وارده افقی و عمودی ناشی از بار به طور محکم و مناسب به نگهدارنده‌ی ریل متصل شوند.

▶ برای انقباض و انبساط ریل‌ها ناشی از تغییر دما باید تمهیداتی در نظر گرفته شود.

▶ محل اتصال از نوع جوش یا پیچ و مهره، در مسیرهای ریل باید به طور کامل صاف و مستقیم باشد.

▶ در صورت نیاز، یک قسمت مشخص از مسیر ریلی به عنوان پارکینگ در نظر گرفته شود؛ در شرایط بد آب و هوایی مانند طوفان و باد شدید و یا برای جابه‌جایی‌های ناخواسته، جرثقیل می‌تواند در پارکینگ توقف کند. مسیر پارکینگ باید قبل از برپایی جرثقیل ساخته شود.

▶ زمانی که بیش از یک جرثقیل در یک مسیر در حال کار است، تمهیدات ایمنی ویژه‌ای باید در مورد تعداد و محل پارکینگ‌ها لحاظ شود.

▶ در دو انتهای مسیر ریلی باید ضربه‌گیر و متوقف‌کننده طراحی و نصب گردد.

▶ سیستم اتصال به زمین مناسب باید برای جرثقیل‌های الکتریکی و ریل‌ها در نظر گرفته شود.

افرادى که در عملیات برپایی جرثقیل برجی فعالیت می‌کنند باید ویژگی‌های زیر را دارا باشند:

- ▶ آشنا با قوانین پیشگیری از حادثه.
- ▶ داشتن احساس مسئولیت کاری.
- ▶ تخصص و تجربه‌ی لازم در فعالیت برپایی و برچیدن جرثقیل.
- ▶ آگاهی و دانش کافی در زمینه‌ی وسایل و تجهیزات برقی.
- ▶ آگاهی از قوانین و مقررات سازنده‌ی جرثقیل و دستورالعمل‌های مربوطه.

نکات کلی که در طراحی و نصب و راه‌اندازی باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

- ▶ سطوح فلزی (راه‌پله، نردبان و ...) آجدار و ضد لغزش باشند.
- ▶ قلاب جرثقیل باید دارای ضامن ایمنی باشد.
- ▶ جدول بار باید خوانا و واضح بوده و در دسترس راننده قرار داشته باشد.

- ▶ داخل کابین راننده حتما یک عدد کپسول آتش نشانی شارژ شده و کیف کمک‌های اولیه موجود باشد.
- ▶ موقعیت و نصب صحیح وسایل نشانگر، اهمیت زیادی در ایمنی این نوع جرثقیل‌ها دارد.
- ▶ نصب و تنظیم محدود کننده‌های مربوط به وزن و مسیر حرکت قلاب و ترولی نقش مهمی در ایمنی دستگاه دارد. نردبان‌های دسترسی به جرثقیل بر جی باید طبق استاندارد و توصیه‌ی سازنده بوده و فاصله عمودی بین دو پاگرد پشت سرهم بیش از ۶ متر نباشد.
- ▶ سطح شیارهای قرقره‌ی بالا بر نباید آسیب دیده باشد زیرا باعث صدمه به سیم‌بکسل می‌شود.
- ▶ قطر درام نباید کمتر از ۱۸ برابر قطر اسمی سیم‌بکسلی باشد که به دور آن پیچیده شده است.
- ▶ لازم است تمام ترمزهای مورد استفاده در جرثقیل‌های بر جی به گونه‌ای طراحی شده باشند که در صورت قطع جریان الکتریکی، نیروی ترمزی را اعمال نمایند و تا زمان وصل مجدد برق، نیروی ترمزی حفظ شود.
- ▶ گشتاور ترمزی ترمزهای مورد استفاده در جرثقیل باید ۲۵٪ بیشتر از بیشینه گشتاور اعمالی به درام در شرایط کاری باشد.
- ▶ پدال ترمز باید با روکشی با اصطکاک زیاد پوشانده شود تا پای راننده از روی آن نلغزد.
- ▶ برای متوقف کردن حرکت بر روی ریل در جرثقیل‌های بر جی که بر روی ریل حرکت می‌کنند باید از ترمزهای مغناطیسی یا هیدرولیکی استفاده شود که قدرت ترمزی آنها برای متوقف کردن جرثقیل در مسافتی معادل ۱۰٪ سرعت اسمی جرثقیل کافی باشد.
- ▶ محل اتصال جرثقیل بر جی به زمین (پایه) برای جلوگیری از ورود افراد متفرقه باید توسط نرده‌های چوبی یا فلزی تا ارتفاع دو متر حفاظ گذاری شود. نرده‌های حفاظتی باید قفل داشته باشند و کلید آن در دست اپراتور و ناظر عملیات باشد.
- ▶ علائم هشدار دهنده و ایمنی مانند خطر سقوط اشیاء، باید در محل مناسب نصب شود.
- ▶ نورافکن، روشنایی و علامت‌های دید شب و کابل‌های برق باید با دقت نصب شوند تا در اثر باد و سایر نیروها خطر افتادن و برق گرفتگی وجود نداشته باشد.
- ▶ نصب هرگونه تابلوی تبلیغاتی می‌تواند باعث بادگیر شدن جرثقیل بر جی و تاثیر نامطلوب باد روی عملکرد آن شود.
- ▶ نورافکن‌های نصب شده در این جرثقیل‌ها در صورت استفاده از لامپ‌های گازی (سدیم و متال هالید) در محدوده ۴۰۰ الی ۶۰۰ وات می‌باشند. نصب نورافکن‌های سنگین می‌تواند موجب کاهش ظرفیت جرثقیل شود.
- ▶ زمانی که جرثقیل بر جی در نزدیکی فرودگاه‌ها و مناطق تردد بالگردها نصب می‌شود، برای جلوگیری از خطر برخورد ادوات پرنده، چراغ‌های هشدار دهنده‌ی قرمز رنگ چشمک زن که شدت روشنایی آنها ۱۰ فوت-کندل است در بالاترین نقطه‌ی این جرثقیل‌ها، نصب می‌شوند.
- ▶ در صورتی که جرثقیل تعمیر شده و یا اصلاحاتی روی آن انجام گرفته تنها توسط سازنده اصلی یا فرد مجاز تست و راه‌اندازی گردد.

پس از نصب تمام اجزاء، جرثقیل توسط بازرسان مجرب مورد تست و بازرسی فنی قرار گرفته و در صورت تأیید اجازه‌ی شروع کار داده خواهد شد. قبل از شروع کار، عملیات تست مهارها و نگهدارنده‌ها با ۱۱۰ درصد میزان بار در حداکثر شعاع کاری انجام می‌شود. در جرثقیل‌های بر جی با چرخش آرام بار در وضعیت‌هایی

که حداکثر فشار را به سازه وارد می‌کنند این تست انجام شده و به مدت حداقل ۱۵ دقیقه در نقاط حساس ادامه می‌یابد.

در جرثقیل‌های برجی پایه متحرک، عملیات تست بار با حداکثر میزان بار وارد بر چرخها روی هر دوریل انجام می‌شود. در حین عملیات تست، شتاب کاهشی یا افزایشی کمتر از حد عملیاتی در نظر گرفته می‌شود.

■ ۳-۲-۵ موارد ایمنی آماده‌سازی جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

موارد کلی که هنگام طراحی، نصب و استفاده از جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

- ▶ مقدار تناژ مجاز دستگاه به صورت درشت و خوانا روی پل دستگاه نوشته شود.
- ▶ جنس، نوع و اندازه‌ی قلاب جرثقیل مطابق با توصیه‌ی سازنده و مقدار بار مجاز دستگاه انتخاب شود. قلاب‌ها باید به ضامن ایمنی^۱ مجهز باشند.
- ▶ مسیر حرکت جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای در داخل و خارج ساختمان باید به طور مشخص روی زمین با رنگ زرد رنگ آمیزی شود، به طوری که برای همگان قابل دید و درک باشد. از قرار دادن هرگونه موانع، اجناس، ماشین آلات و تردد نفرات در این مسیر باید جلوگیری شود.
- ▶ جرثقیل‌های دروازه‌ای که بیرون ساختمان کار می‌کنند باید برای حداکثر سرعت باد طراحی شده باشند.
- ▶ در هنگام طراحی و نصب جرثقیل‌ها همیشه فاصله‌ی مناسب بین جرثقیل و اجسام ثابت مانند دیوارها، ستون‌ها و... در نظر گرفته شود.

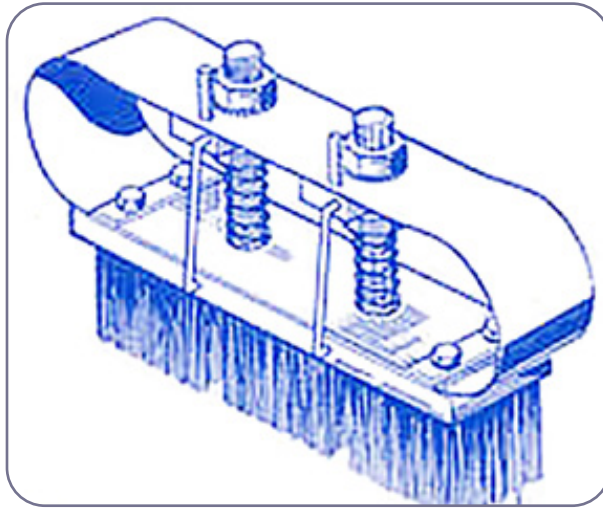
در ارتباط با اتاق راننده و راهروهای منتهی به آن باید به موارد زیر توجه نمود:

- ▶ در سازه اتاق راننده باید از موادی استفاده شود که در صورت سقوط اشیاء روی کابین یا برخورد کابین با موانع، مقاومت کافی داشته باشد.
- ▶ در کارگاه‌هایی که کار در حرارت بالا انجام می‌شود مانند کوره‌های ذوب فلز، اتاق راننده باید از مواد عایق حرارت و ضد اشتعال ساخته شود.
- ▶ شیشه‌های اتاق راننده باید سالم و فاقد هرگونه شکستگی بوده و روزانه توسط راننده تمیز شود.
- ▶ اتاق راننده باید در موقعیتی قرار گرفته باشد که مشرف بر کل عملیات باشد.
- ▶ چنانچه اتاق راننده به راهروی خروجی متصل باشد، درب اتاق راننده می‌تواند به سمت خارج اتاق باز شود و اگر راهرو تعبیه نشده باشد، درب اتاق باید به سمت داخل اتاق باز شود.
- ▶ کلیدها، دکمه‌ها، اهرم‌های کنترلی و کنترل‌های الکتریکی باید در دسترس راننده قرار داشته باشند.
- ▶ هرگونه تغییر در وضعیت اهرم‌های عملگر، دکمه‌ها و پدال‌های نصب شده در اتاق راننده خارج از توصیه‌های سازنده

ممنوع است.

- ▶ حداقل فاصله‌ی ایمن زیر اتاق راننده تا سطح کار و اجناس انبار شده ۲ متر است.
- ▶ راهروهای منتهی به اتاق راننده باید با نرده‌های محافظ که در دو ارتفاع کمر و زانو نصب می‌شوند مجهز شود.
- ▶ تمام راهروها و مسیرهای رفت و آمد جرثقیل باید فاقد هرگونه مانعی برای تردد باشد.
- ▶ در کف راهروها و مسیرهای دسترسی به کابین راننده باید از پوشش‌هایی استفاده شود که لغزنده نباشند تا مانع سر خوردن راننده و بروز حادثه شوند.
- ▶ استفاده از چوب در راهروهای جرثقیل‌هایی که مواد مذاب جابه‌جا می‌کنند ممنوع است.
- ▶ همیشه در اتاق راننده یک دستگاه کپسول آتش‌نشانی شارژ شده وجود داشته باشد.
- ▶ تمامی نردبان‌های منتهی به سکوها‌ی کاری باید محکم در جای خود بسته شوند. فاصله بین پله‌های نردبان نباید از ۳۳ سانتی متر بیشتر باشد.

- با توجه به توضیحات فصل ۲، در جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای، ارابه بار روی پل جابجا می‌شود و در بعضی از انواع جرثقیل‌های دروازه‌ای، جرثقیل روی دو ریل جابجا می‌شود. در ارتباط با این مسیرهای حرکت (پل و ریل) نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:
- ▶ تمام مسیرهای حرکت باید از مواد مقاوم ساخته شده و این مسیرها به خوبی محکم و مهار شوند.
 - ▶ ریل‌ها باید موازی با یکدیگر بوده و دو ریل متوالی کاملاً در یک راستا باشند.
 - ▶ ضربه‌گیرهای انتهای پل یا ریل، باید برای حداکثر سرعت و بیشترین بار و فشار ممکن طراحی و نصب شوند و در برابر ضربات احتمالی مقاومت کافی داشته باشند.
 - ▶ ابعاد ضربه‌گیر باید از ابعاد چرخ ارابه بار یا جرثقیل بزرگتر باشد.
 - ▶ ضربه‌گیرها باید به صورت روزانه و قبل از شروع کار بازرسی شوند.
 - ▶ برای کاهش سرعت ارابه بار یا جرثقیل، ریل و پل در انتهای مسیر به صورت منحنی ساخته می‌شوند. ارتفاع انحنای مسیر باید حداقل برابر شعاع چرخ باشد.
 - ▶ گردگیرهای ریل^۱ که اصطلاحاً جاروبک نامیده می‌شوند برای زدودن گرد و غبار از مسیر حرکت، جلوی چرخها نصب شوند. (شکل ۱۶-۵)



شکل ۱۶-۵. جاروبک‌های جلوی چرخ

▶ هرگونه عملیات کار گرم نظیر جوش کاری، برش کاری و سنگ زنی روی پل، خرپاها، ارابه و مسیر حرکت بدون مجوز و توصیه‌ی سازنده ممنوع است.

ترمز جرثقیل یکی از اجزای بسیار مهم جرثقیل است و در صورتیکه طراحی، نصب و یا استفاده از آن مطابق با استاندارد نباشد و یا معیوب باشد، می‌تواند منجر به حوادث ناگواری شود. نکاتی که در ارتباط با ترمز باید مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

▶ ترمزها باید طوری طراحی شوند تا در صورت قطع شدن برق، نیروی ترمزی اعمال نمایند و تا وصل مجدد برق این نیرو حفظ شود.

▶ ترمزهای جرثقیل باید از مواد مقاوم در برابر حرارت، سایش و خوردگی ساخته شوند.

▶ ترمزها و مکانیزم‌های نگهدارنده بالابر باید در برابر حداکثر بار و سرعت جرثقیل مقاومت کافی داشته باشند.

▶ سطح پدال ترمز باید از مواد غیرلغزنده ساخته شود.

▶ محل نصب ترمزهای پایی و دستی در اتاق راننده، باید کمترین فاصله را تا راننده داشته باشند.

▶ تمام بالابرها باید مجهز به ترمزهای نگهدارنده باشند که در زمان خاموش شدن دستگاه یا وجود هرگونه نقص، حرکت بالابر را متوقف کند. به علاوه بالابرها باید به ترمز کنترل سرعت مجهز باشند تا سرعت پایین آمدن بار از حد مجاز تجاوز نکند. ترمزهای کنترل سرعت ممکن است الکتریکی، هیدرولیکی یا مکانیکی باشند.

▶ جرثقیل‌های دروازه‌ای که در محیط‌های باز کار می‌کنند باید به ترمزهایی مجهز شوند که در شرایط باد شدید بتوانند عملیات را متوقف کنند.

▶ در صورت استفاده از ترمزهای هیدرولیکی، نوع، سطح و مقدار روغن هیدرولیکی روزانه اندازه‌گیری شود.

- عملکرد صحیح تجهیزات الکتریکی و بازرسی منظم آنها در پیشگیری از حوادث بسیار موثر است. نکاتی که توصیه می‌شود، مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:
- ▶ تمام وسایل و تابلوهای برقی به علائم هشداردهنده نظیر خطر برق گرفتگی مجهز شوند.
 - ▶ حداقل سه عدد کلید توقف اضطراری و قطع جریان برق در مکان‌هایی مانند داخل اتاق راننده، راهروی منتهی به اتاق راننده و در سطح زمین طراحی و نصب شود.
 - ▶ تمامی کابل‌های اصلی و فرعی برق به طور مناسب عایق بندی شوند.
 - ▶ قطع کن الکتریکی مناسب در دستگاه استفاده شده و عملکرد صحیح آن هر روز در ابتدا و انتهای شیفت کاری توسط راننده بررسی شود.
 - ▶ تمامی کنترل‌کننده‌ها، کلیدهای اصلی قطع و وصل جریان، کنتاکتورها، قطع کن الکتریکی و سایر تجهیزات الکتریکی توسط بازرس برق به طور منظم بازرسی شوند.
 - ▶ دستگاه کنترل از راه دور (ریموت) روزانه بازرسی شود.
 - ▶ تمام تجهیزات الکتریکی طوری طراحی و نصب گردند که از فعال شدن خودبه خودی جلوگیری شود.
 - ▶ در فضاهایی که مواد قابل انفجار و قابل اشتعال وجود دارد از کلیدهای ضد جرقه استفاده شود.
 - ▶ تمامی کابل‌ها و سیم‌های برق آویزان به خوبی مهار شده و در کانال (داکت) مناسب قرار گیرند.
 - ▶ حداقل فاصله‌ی مجاز تا خطوط برق هوایی در مورد جرثقیل‌های دروازه‌ای رعایت شود.
 - ▶ در مورد صفحه کلید آویزان که جهت کنترل حرکت بار از آن استفاده می‌شود، توصیه شده در طراحی و حین استفاده از آن به موارد زیر توجه شود:
 - ▶ در طراحی صفحه کلید آویزان به یاد داشته باشید که دکمه‌های آن باید به نحوی طراحی و نصب شده باشند که به راحتی و با فشار کمی عمل کند و در صورتی که فشار از روی آن برداشته شود، فرمان آن دکمه قطع شود. فقط دکمه‌ی توقف اضطراری از این حالت مستثنی است، یعنی با فشردن دکمه‌ی آن و برداشتن انگشت نباید دوباره به وضعیت اول برگردد. دکمه‌ی توقف اضطراری به رنگ قرمز، درشت و برجسته است.
 - ▶ اگر قاب صفحه کلید شکست یا آسیب دید، آن را جایگزین کنید. در صورتی که صفحه کلید تعمیر شود نباید مورد استفاده قرار گیرد تا زمانی که توسط بازرس مجرب مورد ارزیابی و تأیید قرار گیرد.
 - ▶ صفحه کلید باید توسط زنجیر یا سیم پکسل مهار شده تا باعث کشیدگی و آسیب دیدگی کابل فرمان نشود.
 - ▶ رانندگان جرثقیل سقفی که در کابین کار می‌کنند برای کار با صفحه کلید باید دوره‌ی ویژه‌ی آموزش را بگذرانند.
 - ▶ جرثقیل‌های سقفی که در محیط‌های خطرناک نظیر کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی، مواد قابل اشتعال و انفجار مستقر بوده و با صفحه کلید آویزان کنترل می‌شوند برای جلوگیری از خطر انفجار و اشتعال، اجزاء و مدارات آنها باید حداقل از درجه حفاظت IP۴۴ برای کارگاه مسقف و IP۵۵ یا IP۵۴ برای کارگاه روباز برخوردار باشند.

در مورد جرثقیل‌های مگنت‌دار رعایت موارد زیر حائز اهمیت است:

- ▶ مگنت جرثقیل حتماً روزانه بازرسی شود.
- ▶ مدار جریان الکترومغناطیس و مقاومت عایق آن به طور مرتب بازرسی و نگهداری شود.
- ▶ طراحی کلیدهای کنترل مگنت باید به گونه‌ای باشد که از به کار افتادن خود به خودی آنها جلوگیری شود.
- ▶ زمانی که از مگنت استفاده نمی‌شود باید در جای مخصوص خود قرار گیرد.
- ▶ کابل مدار جریان الکترومغناطیسی در همه حال باید در وضعیت کشیده شده قرار گرفته باشد.

● ۳-۵ موارد ایمنی هنگام کار با جرثقیل‌ها

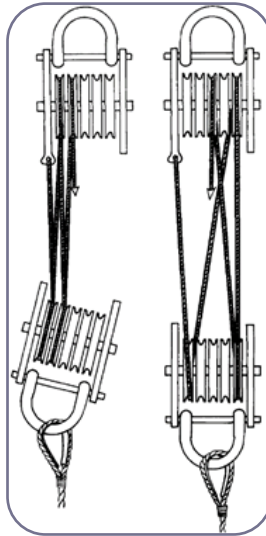
■ ۳-۱-۵ موارد ایمنی هنگام کار با جرثقیل متحرک

هنگام کار با جرثقیل متحرک برای حفظ ایمنی موارد متعددی باید رعایت گردد که در ادامه در سه بخش سیم‌بکسل و قلاب، بوم و باربرداری به آنها خواهیم پرداخت:

۱-۳-۵ نکات مربوط به سیم‌بکسل و قلاب

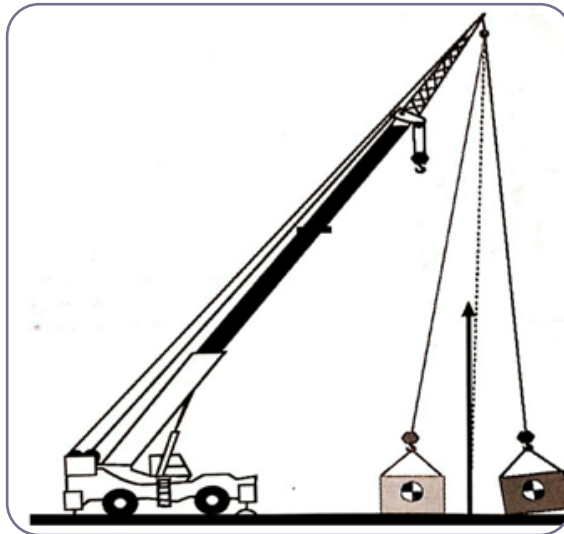
سیم‌بکسل‌ها باید سفت و کاملاً صاف و به طور صحیح روی درام پیچیده شوند. غلط و یا ناصاف پیچیده شدن سیم‌بکسل می‌تواند باعث بریدگی آن شود. ناهموار جمع شدن سیم‌بکسل می‌تواند بر اثر ایست ناگهانی بار به وجود آید. همچنین ناهموار جمع شدن سیم‌بکسل می‌تواند بر اثر سبک بودن وزن قلاب اتفاق بیفتد، به عبارتی زمانی که بوم بالا می‌رود به علت نداشتن نیروی کافی قلاب، سیم‌بکسل ناهموار جمع می‌شود. در سیم‌بکسل نباید گره خوردگی، پیچ خوردگی، ساییدگی، کشیدگی و خوردگی وجود داشته باشد. زمانی که قلاب در پایین‌ترین سطح قرار دارد سیم‌بکسل باید حداقل دو دور روی درام باقی مانده باشد. در صورت استفاده از دو یا چند رشته سیم‌بکسل، احتمال وقوع سانحه کمتر می‌شود. معمولاً زمانی که از یک سیم‌بکسل برای بلند کردن بار استفاده می‌شود، وزش باد و بارگذاری ضربه‌ای وضعیت را خطرناک‌تر و ناایمن‌تر می‌کند.

اگر قلاب چند قرقره دارد و تعداد سیم‌بکسل‌ها کمتر از قرقره‌ها است، انتخاب قرقره‌ها باید متقارن باشد. چنانچه درگیری سیم‌بکسل با قرقره‌های قلاب نامتقارن باشد، سبب کج شدگی بار خواهد شد. (شکل ۱۲-۵)



شکل ۱۷-۵. نحوه صحیح (راست) و غلط (چپ) عبور دادن سیم‌بکسل بین قرقره‌های سر بوم و قلاب

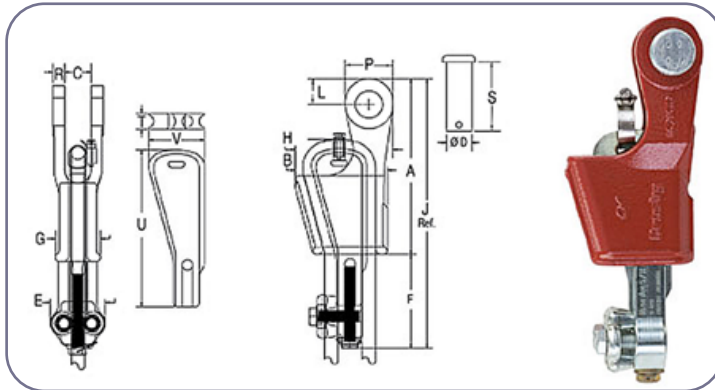
قلاب و بار باید همیشه در یک راستا و به حالت عمودی باشند. اگر بار در شعاعی کمتر از شعاع قلاب قرار گرفته باشد، پس از بلند کردن بار، شعاع بار افزایش یافته و باعث کاهش ظرفیت جرثقیل می‌شود (شکل ۱۸-۵).



شکل ۱۸-۵. تغییر شعاع بار در صورتی که بار زیر قلاب قرار نداشته باشد

بار باید نسبت به سیم‌بکسل کاملاً متقارن قرار گیرد و قلاب جرثقیل دقیقاً روی مرکز بار باشد.

اتصال صحیح سیم‌بکسل به گوه^۱ نگهدارنده اهمیت زیادی در جلوگیری از دررفتن سیم‌بکسل دارد. اجزای گوهی استاندارد و نحوه اتصال آن به سیم‌بکسل در شکل ۱۹-۵ نشان داده شده است. هیچ گاه انتهای مرده^۲ سیم‌بکسل نباید به قسمت اصلی سیم‌بکسل متصل شود. طول سیم‌بکسل آزاد بیرون آمده از گوه حداقل باید ۶ برابر قطر سیم‌بکسل باشد. کج شدن گوه باعث آسیب دیدگی سیم‌بکسل می‌شود.



شکل ۱۹-۵. گوه و نحوه اتصال آن به سیم‌بکسل

۲-۱-۳-۵ نکات مربوط به بوم

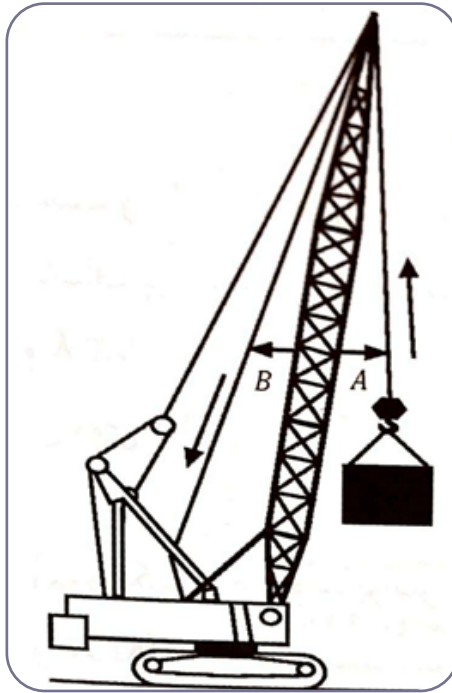
به طور کلی تمام حرکت‌های بوم جرثقیل باید به آرامی انجام شود. از هرگونه حرکت شتاب‌زده و سریع هنگام بیرون دادن یا جمع کردن بوم تلسکوپی خودداری شود. در زمانی که زاویه‌ی بوم زیاد است، از شروع حرکت چرخشی یا توقف ناگهانی این حرکت خودداری شود زیرا می‌تواند باعث واژگونی بوم شود. برگشت رو به عقب بوم زمانی اتفاق می‌افتد که زاویه‌ی بوم و سیم‌بکسل (زاویه A در شکل ۲۰-۵) به زاویه‌ی سیم بالابر بوم مشبک با بوم (زاویه B در شکل ۲۰-۵) نزدیک شود. در طراحی جرثقیل برای جلوگیری از بازگشت رو به عقب بوم^۳ از بازوهای نگهدارنده‌ی بوم استفاده می‌شود.

سکشن آخر بوم تلسکوپی، در برخی مدل‌های قدیمی بصورت دستی باز می‌شود. امروزه این سکشن مانند سایر سکشن‌ها است اما بیرون آمدن و جمع شدن آن ممکن است توسط سیم‌بکسل باشد. سکشن‌های دوم و سوم بعد از بوم مادر بصورت یکنواخت باز می‌شوند. بقیه سکشن‌ها بطور اتوماتیک برنامه‌ریزی شده‌اند. در صورت نیاز به عدم رعایت ترتیب برنامه‌ریزی شده، انجام این کار توسط اپراتور امکان‌پذیر است.

۱- Wedge

۲- Dead End

۳- Boom Stop



شکل ۲۰-۵. برگشت رو به عقب بوم

۳-۱-۳-۵ نکات مربوط به باربرداری

در مواقعی که سرعت باد فراتر از ۱۰ متر بر ثانیه (۳۶ کیلومتر بر ساعت) است کار باید متوقف شود. مرجع اندازه‌گیری سرعت باد نوک بوم جرثقیل است و راننده نباید سرعت باد را از بالای کابین اندازه‌گیری کند. سرعت باد توسط بادسنجی که روی بوم قرار گرفته اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۲۱-۵).



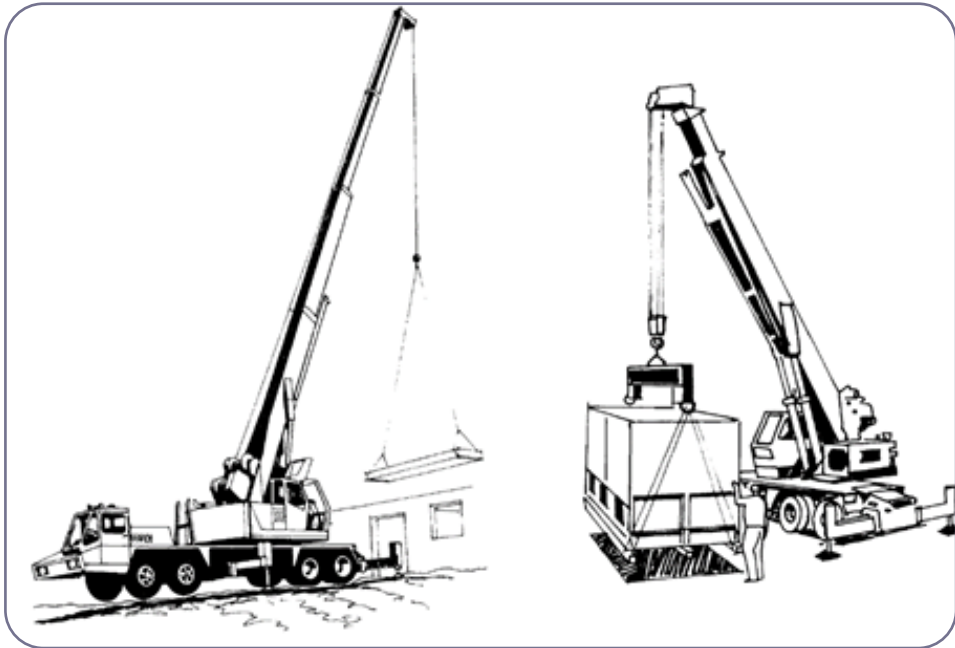
شکل ۲۱-۵. بادسنج

تمامی اندازه‌ها و فواصل قید شده در جدول بار، بر پایه‌ی عملیات در زمین مسطح و با جک‌های تعادلی کاملاً باز محاسبه شده‌اند. در غیر این صورت باید طبق توصیه سازنده عمل شود. شعاع بار یا شعاع عملیاتی از مرکز چرخش دستگاه محاسبه می‌شود (نه از پین پایه بوم). اگر شعاع بار بیش از حد مجاز باشد، موجب بلند شدن جک‌های تعادلی و واژگونی جرثقیل می‌شود. توصیه می‌شود در حین کار و مخصوصاً پس از باربرداری سنگین، موقعیت جک‌ها بررسی گردد و در صورت لزوم مجدداً تنظیم شود.

پیش از باربرداری بارهای سنگین، عملکرد ترمزها باید بررسی شود. به این صورت که راننده بار را کمی از زمین به آرامی بلند کرده، متوقف کند و عملکرد ترمزها را بررسی نماید. بارهایی را که وزن آنها نزدیک به ظرفیت مجاز جرثقیل است تا حد امکان نزدیک به زمین جابه‌جا شوند. پایین آوردن یا بالا بردن بار باید به آرامی صورت گیرد و بار معلق نباید به صورت ناگهانی متوقف شود. هنگام پایین آوردن بار، راننده باید مراقب باشد ریگر (سیم‌بکسل اندازه) یا افراد دیگر زیر و نزدیک بار قرار نگرفته باشند و همیشه به علامت‌های علامت‌دهنده خود توجه کند. هنگام جابه‌جایی بار، در نزدیکی کارگرانی که در نقاط مرتفع کار می‌کنند راننده و سایر افراد مسئول باید بسیار احتیاط کنند.

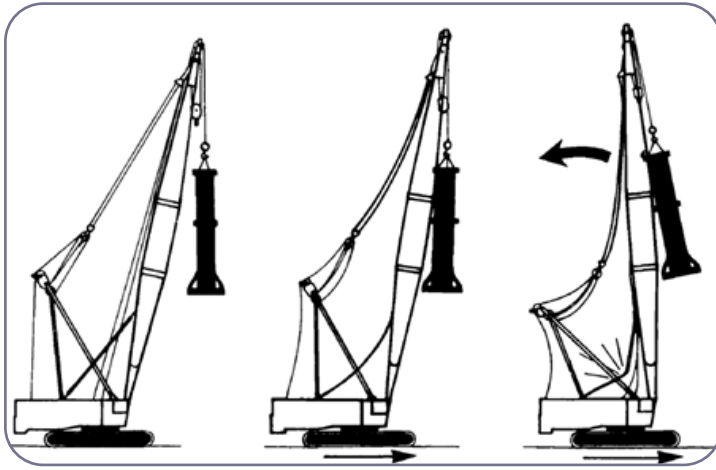
زاویه بوم باید مطابق جدول بار و یا توصیه‌ی سازنده تنظیم شود. در صورتیکه زاویه بوم بیشتر از حد مجاز باشد، ممکن است بوم به سمت عقب برگردد.

تا حد ممکن از بوم با طول کوتاه استفاده شود (شکل ۲۲-۵).



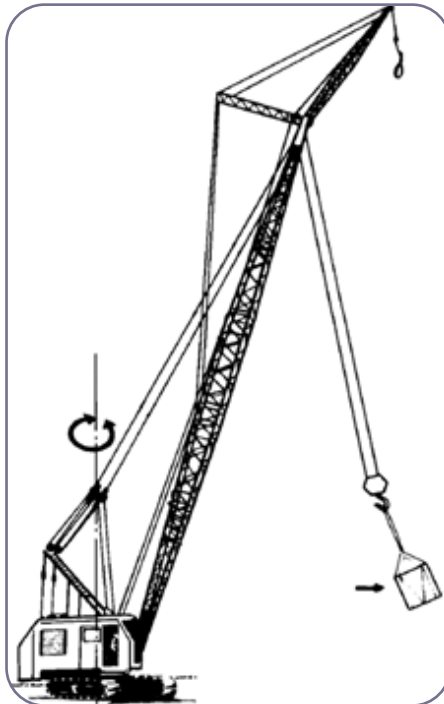
شکل ۲۲-۵. ایمنی بیشتر بوم کوتاه‌تر در مقایسه با بوم بلندتر

در صورت استفاده از بوم کمکی یا بوم افزایشی، از جدول بار مخصوص به آن استفاده شود. در این حالت حرکت جرثقیل باید بسیار با احتیاط صورت گیرد زیرا احتمال واژگونی یا شکست بوم بسیار زیاد است. دقت شود که هنگام جابجایی بار، بار به بوم یا جک‌های تعادلی برخورد نکند. در صورت برخورد بار با بوم، بوم حتماً باید توسط کارشناس مربوطه، بازرسی شود (شکل ۲۳-۵).



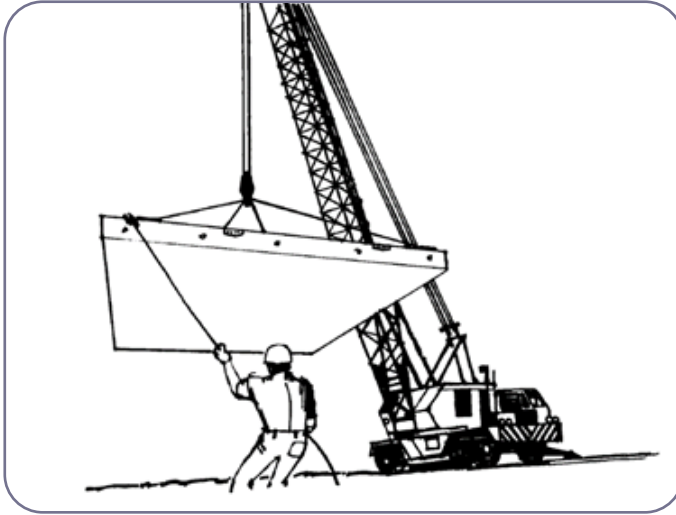
شکل ۲۳-۵. حرکت ناگهانی جرثقیل و برخورد بار با بوم

از چرخش سریع بار و ترمز ناگهانی پرهیز شود، زیرا باعث حرکت نوسانی بار و افزایش شعاع بار می‌شود (شکل ۲۴-۵).



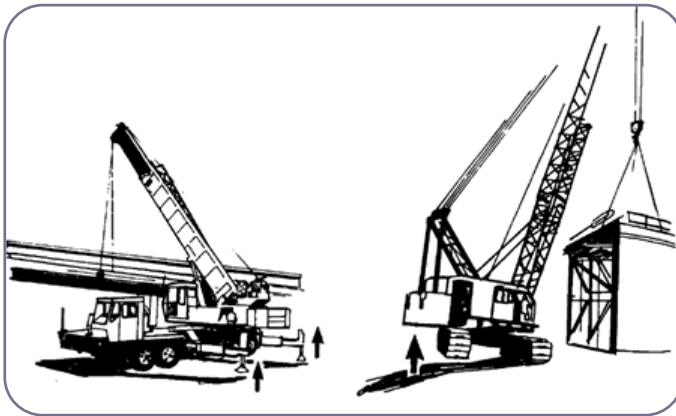
شکل ۲۴-۵. افزایش شعاع بار در اثر چرخش سریع بار

توصیه می‌شود در صورت لزوم ریگر از طناب مهار برای مهار کردن بار استفاده کند (شکل ۲۵-۵).



شکل ۲۵-۵. استفاده از طناب مهار برای جلوگیری از نوسان بار

در حالت‌های خاص که هنگام بلند کردن بار از روی زمین، بار از حالت افقی به حالت عمودی تغییر وضعیت می‌دهد، باید مطمئن بود که باربرداری به صورت طور ایمن انجام می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که با تغییر وضعیت بار، شعاع بار افزایش یافته و ظرفیت جرثقیل کم خواهد شد. هرگز از جرثقیل برای کشیدن بار روی زمین استفاده نشود. تعیین حداکثر ظرفیت حمل بار جرثقیل نباید بر اساس شروع واژگونی و عدم پایداری آن باشد. این کار بسیار پرمخاطره است و احتمال واژگونی جرثقیل بسیار زیاد است (شکل ۲۶-۵).



شکل ۲۶-۵. استفاده از پایداری دستگاه برای تعیین ظرفیت حمل بار

به هیچ وجه نباید دو یا چند بار مجزا به صورت ترکیبی با یک مرحله عملیات باربرداری جابه‌جا شوند، حتی اگر مجموع وزن بارها در حد ظرفیت جرثقیل باشد.

در جرثقیل‌های بوم مفصلی راننده باید مراقب باشد هنگام چرخش بوم، بار یا بوم به اتاق راننده برخورد نکند. هنگامی که از دو یا چند جرثقیل برای بلند کردن یک بار استفاده می‌شود، یک فرد باید به عنوان مسئول عملیات مشخص گردد. مسئول عملیات، کلیه‌ی پرسنل را نسبت به استقرار در محل مناسب، بستن درست بار و جابه‌جایی‌های مورد نیاز راهنمایی می‌کند. مسئول عملیات، ظرفیت جرثقیل‌ها را بر اساس محل قرارگیری بار، موقعیت بوم و سرعت جابه‌جایی بار تعیین می‌کند.

باری که روی زمین قرار دارد، باید زیر قلاب جرثقیل قرار داشته باشد تا بتوان آن را بلند کرد. اگر فاصله افقی بار از قلاب زیاد باشد نباید اقدام به بلند کردن بار نمود. زیرا این کار موجب کشیده شدن بوم به سمت بیرون و کاهش ظرفیت می‌شود و احتمال واژگونی جرثقیل وجود دارد.

هنگام بالا بردن بار و جابجا کردن آن، جرثقیل باید ثابت باشد. در صورتیکه در شرایط خاص هنگام حرکت جرثقیل، جابجا کردن بار اجتناب‌ناپذیر است، استفاده از راننده ماهر و باتجربه ضروری است و موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- ▶ توصیه‌ی سازنده هنگام حرکت جرثقیل با بار رعایت شود.
- ▶ بار تا حد ممکن نزدیک زمین و نزدیک جرثقیل باشد و تا حد ممکن بوم کوتاه باشد.
- ▶ مسیر حرکت صاف، محکم و هموار باشد.
- ▶ حداکثر سرعت مجاز طبق توصیه‌ی سازنده رعایت شود.
- ▶ به موانع اطراف، ساختمان‌ها، افراد و خطوط برق توجه شود.
- ▶ وضعیت لاستیک‌ها و فشار باد مطابق توصیه‌ی سازنده باشد.
- ▶ در صورت امکان برای جلوگیری از نوسان بار، باید بار مهار گردد.
- ▶ ابعاد بار نباید به قدری بزرگ باشد که از طرفین لاستیک‌ها یا شنی بیرون بزند.
- ▶ مقدار بار نباید نزدیک به حداکثر ظرفیت باربرداری جرثقیل باشد.

در شرایط خاص که لازم است بار در حین حرکت جرثقیل جابجا شود توجه شود که هنگام حرکت در سرآشویی، افزایش فاصله‌ی به وجود آمده بین بار و جرثقیل، موجب کاهش ظرفیت جرثقیل می‌شود.

از جرثقیل متحرک در صورتی می‌توان برای بالا بردن افراد استفاده کرد که جرثقیل بر اساس توصیه سازنده قابلیت تجهیز با بسکت حمل نفرات را دارا باشد و به آن مجهز شده باشد.

۲-۳-۵ موارد ایمنی هنگام کار با جرثقیل برجی

- ▶ قبل از عملیات باربرداری، ناظر عملیات از نواحی قابل دسترس جرثقیل بازدید به عمل آورده و نسبت به جمع‌آوری مواد اضافی رها شده در روی سکوی کاری، اقدام کند تا خطر سقوط آنها به پایین وجود نداشته باشد.
- ▶ هنگام بلند کردن بار، به جهت و سرعت وزش باد توجه شود. بادسنج و بادنما در نوک بوم نصب می‌شوند و هر لحظه راننده از سرعت و جهت وزش باد مطلع می‌شود. حداکثر سرعت باد مجاز برای جرثقیل‌های برجی هنگام کار ۳۶ کیلومتر بر ساعت است.
- ▶ هنگام عملیات باربرداری از تردد و ایستادن افراد زیر بارهای معلق و آویزان جلوگیری شود.
- ▶ هنگام کار در مجاورت خطوط هوایی انتقال برق، برای هدایت بار از طناب مهار^۱ نارسانا که حداقل ۱۶ میلی‌متر قطر داشته باشد استفاده شود.
- ▶ برای جلوگیری از تداخل کاری از فعالیت همزمان جرثقیل برجی با جرثقیل متحرک در مجاورت هم پرهیز شود.
- ▶ میدان دید راننده باید کاملاً وسیع باشد تا بتواند به وضوح منطقه‌ی عملیات را مشاهده کند.
- ▶ در صورت انجام کار در شب، محوطه‌ی عملیات باید از روشنایی کافی برخوردار بوده و راننده‌ی دستگاه به راحتی بتواند افراد و اشیاء را مشاهده کند.
- ▶ هرگز از جرثقیل برای درآوردن درخت، تیرهای برق و کشیدن بار بر روی زمین استفاده نشود.
- ▶ نواحی قابل دسترسی در جرثقیل‌های برجی باید تمیز و عاری از روغن، گریس و هرگونه مواد ضایعاتی نگه داشته شود تا خطر سرخوردن و افتادن ایجاد نکند.
- ▶ کابین جرثقیل باید عاری از مواد قابل اشتعال باشد.
- ▶ شرایط باربرداری باید مطابق جدول باربرداری و توصیه‌های سازنده باشد. پایداری این جرثقیل‌ها به طول بوم، طول بوم کمکی یا مجموع هر دو، استقرار وزنه‌های تعادلی و ارتفاع برج، سرعت باد و... بستگی دارد و توجه به جدول بار الزامی است.
- ▶ از جابه‌جا کردن جدول بار جرثقیل‌ها خودداری شود. جدول بار هر جرثقیل مختص به همان جرثقیل است.
- ▶ زمانی که قلاب در پایین‌ترین وضع ممکن قرار دارد، باید حداقل دو دور کامل سیم‌بکسل در دام بالابر باقی بماند.
- ▶ انتهای سیم‌بکسل درام باید طبق روش تعیین شده توسط سازنده به درام وصل شود.
- ▶ برای جلوگیری از آسیب دیدگی سیم‌بکسل، پیچیدن سیم‌بکسل باید بدون شل‌شدگی و در خطی مستقیم از قرقره‌ی مربوطه به درام بالابر انجام شود. استفاده از پیچنده موتوری برای انجام این کار توصیه می‌شود (روش دستی به دلیل احتمال پیچیده شدن نامنظم نایمن است).
- ▶ سطح تماس کنترل‌های پایینی نباید لغزنده باشد تا اپراتور به راحتی بتواند حرکت بار را مهار کند.
- ▶ کلیه پرسنل و راننده‌ی جرثقیل برای جابه‌جایی ابزار دستی هنگام بالا یا پایین رفتن از دستگاه باید از کوله پشتی‌های مخصوص استفاده نمایند.

- ▶ کلیه پرسنل برای بالا رفتن از نردبان باید از کمر بند ایمنی استفاده کنند. طول طناب کمر بند ایمنی تا محل اتصال به طناب مهار عمودی، حداکثر ۳۰ سانتی‌متر است.
- ▶ در صورت بروز هرگونه حادثه باید هماهنگی‌های لازم با تیم امداد و نجات انجام شود.
- ▶ در صورت استفاده همزمان از چندین جرثقیل در یک محوطه، لازم است از سیستم رادیویی ضد برخورد^۱ یا ACRS، استفاده شود. در این سیستم، هر راننده دارای یک رادیو بی‌سیم جداگانه است و تمام بی‌سیم‌ها دارای فرکانس واحدند و هر راننده با راننده‌ی مجاور خود ارتباط رادیویی دارد. این سیستم قبل از برپایی جرثقیل باید در دستگاه نصب گردد و نحوه‌ی کار با آن، به رانندگان و افراد تعمیر کار آموزش داده شود.
- ▶ نباید از جرثقیل برچی برای بالا بردن نفرات استفاده شود. بالا بردن نفرات فقط از طریق بالا برهای ثابت یا متحرک با ویژگی‌های مندرج در آیین‌نامه ایمنی کار در ارتفاع مجاز می‌باشد.

■ ۳-۳-۵ موارد ایمنی هنگام کار با جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

- ▶ راننده‌ی جرثقیل باید در حین کار توجه کامل به عملیات داشته باشد و از مواردی که تمرکز وی را منحرف می‌کند دوری نماید. وی مسئولیت مستقیم ایمنی عملیات را برعهده دارد و در صورت بروز شرایط ناایمن و موارد خطرناک باید کار را متوقف کند. راننده باید هنگام حرکت جرثقیل از آژیر هشداردهنده، بوق، بلندگو و... برای هشدار به پرسنل محوطه عملیات استفاده کند. جابه‌جایی بار از روی سر نفرات ممنوع است. اگر کلید وضعیت اضطراری هنگام عملیات باربرداری فعال شده است تا حصول شرایط ایمن نباید آن را غیرفعال کرد.
- ▶ حداقل فاصله‌ی مجاز بین دو جرثقیل که روی یک ریل رفت و آمد می‌کنند، برای جلوگیری از برخورد در نظر گرفته شود. این فاصله معمولاً ۹ متر در نظر گرفته می‌شود.
- ▶ نصب هرگونه پرده، روزنامه، پوستر، عکس و سایر موارد مشابه در اتاق راننده که مانع دید مستقیم راننده شده و یا باعث حواس پرتی وی می‌شوند، ممنوع است.
- ▶ چنانچه به دلیلی راننده نتواند بار را مشاهده کند توسط وسایلی نظیر رادیو بی‌سیم، تلفن، آئینه، دوربین مدار بسته و یا فرد علامت‌ده باید از موقعیت دقیق بار و شرایط عملیات آگاه شود.
- ▶ داخل کابین و اطراف آن، راهروها و محوطه باربرداری از روشنایی کافی برخوردار باشند.
- ▶ ترمزهای جرثقیل قبل از شروع شیف‌ت کاری توسط راننده بازرسی شود. در زمانی که بار توسط جرثقیل پایین آورده می‌شود از ترمزهای مکانیکی استفاده شود. راننده‌ی جرثقیل باید با نحوه‌ی استفاده و موقعیت هر ترمز آشنا باشد.
- ▶ قلاب جرثقیل باید دقیقاً بالای مرکز گرانش بار قرار گیرد تا از تاب خوردن و چرخش بار جلوگیری شود.
- ▶ زمانی که قلاب در پایین‌ترین وضعیت ممکن قرار دارد، حداقل دو دور کامل سیم‌پکسل روی درام باقی مانده باشد.
- ▶ قلاب باید به راحتی و آزادانه بچرخد. تسمه‌ها طبق روش‌های ایمن به بار بسته شوند. استفاده از تسمه‌های دست‌ساز و غیر کارخانه‌ای و تسمه‌های فرسوده ممنوع است. انتهای سیم‌پکسل طبق توصیه‌ی سازنده به درام بالابر متصل شود.

۱- Anti Collision Radio System (ACRS)

- ▶ برای کنترل بار و جلوگیری از نوسان آن، از طناب مهار در انتهای بار استفاده شود. هنگام جابه‌جایی بار حداقل فاصله بین زیر بار و اجسام ثابت ۵۰ سانتی‌متر باشد.
- ▶ بارگیری از داخل مخازن، واگنها، کامیون‌ها و... که افراد در داخل آن هستند ممنوع است. کشیدن و غلتاندن بار روی زمین، کف سوله و واگن ممنوع است.
- ▶ تا زمانی که بار به قلاب کاملاً بسته نشده و ریگر، فرمان بالا بردن را صادر نکرده، بالا بردن بار ممنوع است.
- ▶ در صورت استفاده از جرثقیل مگنت‌دار (آهن ربا) حتماً مگنت آن روزانه بازرسی شود و هنگام حمل بارهای خطرناک مانند مواد مذاب و بارهایی که به وسیله‌ی جرثقیل مگنت‌دار حمل می‌شود علائم مخصوص داده شود که کارگران خود را به محل امن برسانند و تا رسیدن کارگران به محل امن حرکت بالابر باید متوقف شود. هدایت و جابه‌جایی بار توسط جرثقیل مگنت‌دار از بالای سر و نزدیک نفرات اکیداً ممنوع است.
- ▶ در صورت بلند کردن یک بار توسط دو جرثقیل، باید طبق برنامه ایمنی پروژه باربرداری انجام شود.
- ▶ جرثقیل هنگام حرکت دارای بوق و چراغ هشداردهنده باشد تا افراد از خطر آن آگاه شوند.
- ▶ هنگام باربرداری بارهایی که نزدیک به ظرفیت جرثقیل هستند، ابتدا بار را کمی از سطح زمین بلند کنید و ترمزهای بالابر را بررسی کنید.

● ۴-۵ موارد ایمنی پس از پایان کار

■ ۱-۴-۵ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرثقیل متحرک

- پس از پایان کار با جرثقیل متحرک لازم است اقدامات زیر انجام شود:
- ▶ پس از اتمام کار بوم تلسکوپی (هیدرولیکی) دستگاه کاملاً بسته شود و در پایین‌ترین نقطه‌ی ممکن قرار گیرد.
 - ▶ بارها پایین آورده شده و از قلاب جرثقیل باز شوند.
 - ▶ قلاب جرثقیل در پایین‌ترین مکان، مهار و بسته شود.
 - ▶ جک‌های تعادلی جمع و در جای خود قرار گیرد.
 - ▶ اگر جرثقیل در وسط جاده متوقف باشد، اطراف آن باید علائم هشداردهنده و ایمنی نصب شود.
 - ▶ کلاچ اصلی قطع یا موتور خاموش شود. همه‌ی ترمزها و ابزارهای قفل‌کننده فعال شوند.
 - ▶ ترمز سیستم چرخش و قفل چرخش فعال شود.
 - ▶ اهرمهای کنترلی خلاص شوند.
 - ▶ درب کابین جرثقیل قفل شود تا از ورود افراد متفرقه جلوگیری شود.
 - ▶ دستگاه خاموش و کلید آن برداشته شود.

۲-۴-۵ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرثقیل برجی

- ▶ برچیدن جرثقیل برجی بهتر است در خارج از زمان کاری انجام شود تا افراد کمتری در معرض خطر باشند.
- ▶ حداقل به فاصله‌ی ۲۰ متر از ستون جرثقیل به عنوان منطقه‌ی خطرناک توسط نوار خطر و موانع ایمنی مشخص شود.
- ▶ تمام نفرات هنگام کار باید از وسایل حفاظت فردی مخصوصاً گمر بند ایمنی استفاده کنند.
- ▶ هنگام برچیدن جرثقیل برجی خود بریا، به سرعت و جهت وزش باد باید توجه شود که در محدودهی توصیه‌های سازنده باشد.
- ▶ ابتدا هرگونه بار از دستگاه جدا شود و سپس وزنه‌های تعادلی باز شوند. در نهایت سایر اجزاء به آرامی جمع و برای بریایی بعدی آماده شود.
- ▶ هنگام برچیدن جرثقیل، باید به خطوط برق هوایی توجه داشت.

۳-۴-۵ موارد ایمنی پس از پایان کار با جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

- ▶ پس از خاتمه کار راننده باید تمام کلید و سوئیچ‌ها را در وضعیت خاموش قرار دهد و در صورت نیاز به تعمیرات و تنظیمات، به ناظر مربوطه گزارش دهد.
- ▶ برای جلوگیری از ایجاد بی‌نظمی، تمام ابزارهای دستی، فیوزها و کلیدهای برقی یدکی، ظرف روغن و... باید در جعبه ابزار قرار داده شوند.
- ▶ تمامی چرخ‌دنده‌ها، زنجیرها و قسمت‌های متحرک ترمزهای مکانیکی بازرسی و در صورت لزوم روغن کاری شوند.
- ▶ جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای که در محیط روباز نصب شده‌اند و مورد استفاده قرار نمی‌گیرند، توسط گیره‌های مخصوص بستن جرثقیل به ریل، مهارهای ضربدری یا ترمزهای ویژه ثابت شوند تا از اثر مخرب باد جلوگیری گردد.

● ۵-۵ بازرسی جرثقیل‌ها

در این بخش، بازرسی انواع جرثقیل توضیح داده می‌شود. ابتدا برای هر نوع جرثقیل، زمان و موارد بازرسی بر اساس استاندارد ISO و استاندارد ASME باهم مقایسه می‌شوند و سپس انواع بازرسی بر اساس استاندارد ASME توضیح داده می‌شود. همچنین به طور خاص در مورد بازرسی سیم‌بکسل و قلاب بحث می‌شود.

۱-۱-۵ بازرسی جرثقیل متحرک

جرثقیل‌های متحرک به طور کلی باید تحت بازرسی‌های ارائه شده در جدول ۵-۵ با توجه به شرایط و زمان‌بندی قرار بگیرند. در ادامه فقط به ارائه بازرسی‌ها بر اساس استاندارد ASME پرداخته می‌شود.

جدول ۵-۵. زمان بندی بازرسی های جرثقیل متحرک

نوع بازرسی	زمان انجام براساس استاندارد ISO	زمان انجام براساس استاندارد ASME
بازرسی اولیه ^۱	-	جرثقیل های تازه نصب شده یا تعمیر شده یا تغییر داده شده
بازرسی روزانه ^۲	روزانه	-
بازرسی مستمر ^۳	حداکثر سه ماه (با توجه به شرایط کاری و محیطی)	با توجه به شرایط بکارگیری تعیین می گردد
بازرسی دوره ای ^۴	حداکثر ۱۲ ماه (با توجه به شرایط کار و محیطی)	با توجه به شرایط بکارگیری تعیین می گردد
بازرسی موردی ^۵	پس از وقوع شرایط خاص از قبیل حادثه یا پس از انجام تعمیرات یا تغییرات اساسی	-

۲-۱-۵-۵-۵ بازرسی اولیه

این بازرسی باید برای تمامی جرثقیل های جدید، جرثقیل های تعمیر شده و جرثقیل هایی که در آن ها تغییرات اساسی ایجاد شده، قبل از اولین استفاده به منظور اطمینان از صحت عملکرد انجام شود. بازرسی اولیه باید توسط یک فرد با صلاحیت (قسمت ۵-۵-۶) انجام شود.

۳-۱-۵-۵-۵ بازرسی مستمر

بازرسی مستمر باید برای تمامی جرثقیل های متحرک در حال فعالیت، توسط یک فرد با صلاحیت (قسمت ۵-۵-۶) انجام شود. براساس استاندارد ASME زمان انجام این بازرسی با توجه به نوع جرثقیل و ماهیت اجزای بحرانی و همچنین شرایط کاری آن متفاوت است. این زمان بندی باید بین بازه روزانه تا ماهانه، توسط یک فرد متخصص تعیین گردد. مواردی که باید در این بازرسی مورد توجه قرار بگیرند، در جدول ۵-۶ ارائه شده است.

۱-Initial Inspection

۲-Daily Inspection

۳-Frequent Inspection

۴-Periodic Inspection

۵-Exceptional Inspection

جدول ۵-۶. موارد مورد بررسی در بازرسی مستمر جرثقیل‌های متحرک در استاندارد ASME

شماره	شرح بازرسی
۱	بازرسی تمامی مکانیزم‌های کنترلی به منظور اطمینان از عملکرد و عدم وجود ناسازگاری در حین استفاده روزانه
۲	بررسی تمامی مکانیزم‌های کنترلی به منظور اطمینان از عدم سایش بیش از حد و عدم وجود آلودگی توسط روان‌کارها
۳	بررسی عملکرد سیستم‌های کمک هدایتی از قبیل قطع کن الکتریکی، نمایشگر بار، نمایشگر ظرفیت بار نامی، سیستم محدود کنند بار، نمایشگر زاویه و شعاع بوم، نمایشگر سطح، نمایشگر چرخش سیم جمع کن و نمایشگر طول بوم
۴	بررسی قلاب و قفل آن از لحاظ تغییر شکل، آسیب‌های شیمیایی، ترک و سایش
۵	بررسی نحوه رد کردن سیم‌بکسل از روی قرقره‌ها از نظر انطباق با دستور العمل سازنده
۶	بررسی تمامی شیلنگ‌های هیدرولیک به صورت چشمی قبل از استفاده روزانه، به خصوص قسمت‌هایی که تحت خمش قرار می‌گیرند
۷	بررسی تجهیزات الکتریکی از نظر عملکرد، فرسودگی، کثیف بودن، وجود خاک و تجمع رطوبت
۸	بررسی سطح روغن سیستم هیدرولیک به صورت روزانه قبل از استفاده
۹	بررسی فشار باد تایرها مطابق با مقدار توصیه شده از طرف سازنده
۱۰	بررسی سازه و بوم از نظر آسیب، ترک و تغییر شکل

نتایج حاصل از بازرسی باید به صورت گزارش، ثبت و نگهداری شود. در صورت وجود نقص، یک فرد باصلاحیت باید در خصوص تعمیر، عدم استفاده و یا محدود کردن فعالیت جرثقیل تصمیم‌گیری کند.

۴-۱-۵-۵ بازرسی دوره‌ای

بازرسی دوره‌ای جرثقیل‌های متحرک، توسط یک فرد باصلاحیت باید انجام شود. بر اساس استاندارد ASME بازه زمانی انجام این بازرسی با توجه به ماهیت اجزای بحرانی جرثقیل و شرایط کاری آن توسط یک فرد متخصص در بازه زمانی بین یک ماه تا ۱۲ ماه تعیین می‌گردد. در مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان این زمان ۶ ماه در نظر گرفته شده است. پس از هرگونه تغییر در ساختار (تغییر ارتفاع، تغییر طول بوم و انجام تعمیرات موثر بر باربرداری) گواهی سلامت جرثقیل ابطال شده و باید مجدداً مورد بازرسی قرار گیرد. مواردی که باید در این بازرسی مورد توجه قرار بگیرند، در جدول ۷-۵ آمده است. همچنین کلیه موارد اشاره شده در بازرسی مستمر در این بازرسی نیز باید بررسی شوند.

جدول ۵-۷. موارد مورد بررسی در بازرسی دوره‌ای جرثقیل متحرک در استاندارد ASME

شماره	شرح بازرسی
۱	بازرسی کل سازه جرثقیل و بوم از نظر تغییر شکل، ترک و خوردگی
۲	بررسی پیچ‌ها و پرچ‌ها
۳	بررسی قسمت‌های مختلف نظیر پین‌ها، بلبرینگ‌ها، شفت‌ها، چرخ‌دنده‌ها، رولرها و قفل‌کن‌ها از نظر تغییر شکل، ساییدگی و ترک
۴	بررسی کلاچ، ترمز، لنت‌ها و قفل‌ها و دنده جعبه‌ها از نظر ساییدگی
۵	بررسی سیستم‌های کمک هدایتی از نظر صحت عملکرد و داشتن دقت لازم
۶	بررسی زنجیر و چرخ زنجیر
۷	بررسی قلاب از نظر ترک، سایش
۸	بررسی تاپرها از نظر ساییدگی و آسیب بیش از حد
۹	بررسی شیلنگ‌های و لوله‌های هیدرولیک و نیوماتیک و فیتینگ‌ها از نظر عدم نشتی
۱۰	بررسی شیلنگ‌های هیدرولیک و نیوماتیک از نظر عدم وجود باد کردگی
۱۱	بررسی پمپ هیدرولیک و موتور از نظر نحوه اتصال (پیچ‌های آن‌ها)
۱۲	بررسی پمپ هیدرولیک از نظر نشت روغن
۱۳	بررسی شفت پمپ هیدرولیک و موتور از نظر آب‌بندی
۱۴	بازرسی پمپ هیدرولیک و موتور از لحاظ سر و صدا و ارتعاش غیرطبیعی
۱۵	بازرسی پمپ هیدرولیک از نظر افزایش بیش از حد دمای روغن
۱۶	بررسی مجموعه پمپ هیدرولیک از نظر افت فشار
۱۷	بررسی وجود ترک در بدنه شیرهای هیدرولیک و نیوماتیک
۱۸	بازرسی شیرهای هیدرولیک و نیوماتیک از نظر بازگشت مناسب قرقره به موقعیت خنثی
۱۹	بررسی شیرهای هیدرولیک و نیوماتیک از نظر عدم وجود نشتی در قرقره و محل اتصال شیلنگ
۲۰	کسب اطمینان از عدم چسبندگی قرقره شیرهای هیدرولیک و نیوماتیک
۲۱	بررسی عملکرد شیر اطمینان در فشار تعیین شده توسط سازنده
۲۲	بررسی عدم وجود نشت روغن در پیستون و حرکت خارج از کنترل پیستون
۲۳	بررسی عدم وجود نشتی در آب‌بند بین میله پیستون و سیلندر
۲۴	بررسی عدم وجود نشتی در محل پورت‌های سیلندر
۲۵	بررسی میله پیستون از نظر کماتش
۲۶	بررسی فیلتر روغن هیدرولیک از نظر وجود ذرات (تجمع ذرات پلاستیکی بیانگر خوردگی اورینگ‌ها و شیلنگ‌ها است و تجمع ذرات فلزی بیانگر خوردگی پمپ، سیلندر و میله پیستون است که در هر دو صورت باید اقدامات فوری برای پیدا کردن مشکل و رفع آن انجام شود)

نتایج حاصل از بازرسی باید به صورت گزارش، ثبت و نگهداری شود. در صورت وجود نقص یک فرد باصلاحیت باید در خصوص تعمیر، عدم استفاده و یا محدود کردن فعالیت جرثقیل تصمیم‌گیری کند.

■ ۲-۵-۵ بازرسی جرثقیل برجی

به منظور اطمینان از عملکرد صحیح جرثقیل‌های برجی، انواع بازرسی‌ها در بازه‌های زمانی مختلف، باید انجام شود. در جدول ۵-۸ انواع بازرسی‌ها و بازه زمانی آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۵-۸. زمان بندی انجام بازرسی‌های جرثقیل برجی

نوع بازرسی	زمان انجام بر اساس استاندارد ISO	زمان انجام بر اساس استاندارد ASME
بازرسی روزانه	روزانه	-
بازرسی مستمر	باتوجه به موارد مورد بررسی، زمان بندی متفاوت است	روزانه یا در بازه پیشنهاد شده توسط سازنده
بازرسی دوره‌ای	سالیانه و پس از هر بار نصب	سالیانه یا در بازه پیشنهاد شده توسط تولید کننده
بازرسی کلی ^۱	در انتهای سال ۴، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و پس از آن هر سال	در انتهای سال ۵، ۱۰ و پس از آن هر سال
بازرسی موردی	بعد از بروز شرایط خاص	-
بازرسی اولیه	-	پس از هر بار نصب جرثقیل

در ادامه تنها بازرسی‌ها و موارد مطرح شده در استاندارد ASME پرداخته می‌شود.

۵-۲-۲ بازرسی مستمر

بازرسی مستمر باید به صورت چشمی، توسط یک فرد باصلاحیت (قسمت ۶-۵-۵) انجام شود. مواردی که باید در این بازرسی، مورد بررسی قرار بگیرند، در جدول ۹-۵ مشخص شده است.

جدول ۹-۵. موارد مورد بررسی در بازرسی مستمر جرثقیل‌های برجی در استاندارد ASME

شرح بازرسی	شماره
بررسی تمام مکانیزم‌های کنترلی جرثقیل	۱
بررسی عملکرد نمایشگرها و ابزارهای کنترل کننده	۲
بررسی چشمی سیم‌بکسل	۳
بررسی عضوها و میله‌ها از نظر خم شدگی یا شکستگی	۴
بررسی سیستم‌های محدودکننده حرکت ارابه بار، سیستم محدودکننده حرکت حد بالا و حد پایین بوم زاویه گیر، سیستم کاهش دهنده سرعت آویز بوم زاویه گیر	۵

ادامه جدول ۹-۵

۶	بررسی سطح روغن روانکاری
۷	بررسی سطح مایعات خنک کننده
۸	بررسی سطح روغن هیدرولیک
۹	بررسی سیلینگ‌های هیدرولیک و نیوماتیک به خصوص قسمت‌هایی که تحت خمش قرار می‌گیرند.
۱۰	بررسی تجهیزات هیدرولیکی از نظر نشتی
۱۱	بررسی حرکت جرثقیل از لحاظ نرمی، سرعت و دقت
۱۲	بررسی قلاب و قفل کن از نظر تغییر شکل قابل رویت، وجود ترک و خوردگی
۱۳	بررسی فونداسیون جرثقیل از نظر جابجایی، تغییر شکل، جمع شدن آب، ریختن آوار یا هر نشانه غیر طبیعی دیگر
۱۴	بررسی لنت‌های ترمز از نظر ضخامت، تنظیم بودن و سر و صدا
۱۵	بررسی تجهیزات الکتریکی از نظر خرابی و جمع شدن رطوبت

نتایج بازرسی‌های مستمر باید ثبت و نگهداری شوند. در صورت مشاهده نقص در حین بازرسی باید مراتب به مقام مسئول ارائه شود تا در خصوص ادامه فعالیت، تعمیر و یا محدود کردن فعالیت جرثقیل تصمیم‌گیری شود.

۳-۲-۵-۵ بازرسی دوره‌ای

بازرسی دوره‌ای به صورت سالیانه^۱ و توسط فرد دارای صلاحیت (قسمت ۵-۵-۶) باید انجام شود. این بازرسی تا حد امکان به صورت چشمی انجام می‌شود، به جز در مواردی که نیاز است تا برای بازرسی، قطعات جداسازی شوند. بازرس باید به گزارش بازرسی‌های قبلی و همچنین اطلاعاتی که به صورت اتوماتیک (سیکل کاری، ساعت کاری، بارگذاری، روزهای کاری...) توسط جرثقیل ذخیره می‌گردد، دسترسی داشته باشد.

قسمت‌هایی که باید در بازرسی دوره‌ای، مورد بازرسی قرار بگیرند، در جدول ۵-۱۰ ارائه شده است. همچنین کلیه موارد ذکر شده در بازرسی مستمر باید در این بازرسی، بررسی شوند.

جدول ۱۰-۵. موارد مورد بررسی در بازرسی دوره‌ای جرثقیل برچی در استاندارد ASME

شماره	شرح بازرسی
۱	بررسی وجود دفترچه راهنما، چارت‌ها و اسناد فنی جرثقیل
۲	بررسی پلاک‌ها و برجسب‌های جرثقیل از نظر خوانایی و صحت
۳	بررسی اجزا، تجهیزات و سازه فلزی جرثقیل از نظر مطابقت با اسناد فنی

۱- بر اساس استاندارد ISO، بازرسی دوره‌ای علاوه بر اینکه باید به صورت سالانه انجام شود باید پس از هر بار نصب و برپاسازی جرثقیل نیز انجام شود.

۴	بررسی عضوها از نظر تغییر شکل، شکستگی، ترک و زنگ زدگی در صورت مشاهده موارد ذکر شده باید رنگ عضو پاک شود تا با دقت بیشتری بررسی گردد و یا عضو توسط یک روش غیر مخرب مورد بررسی قرار گیرد.
۵	بررسی وجود آسیب در قسمت قرقره‌ها و درام‌ها
۶	بررسی اجزای مختلف نظیر شفت‌ها، بلبرینگ‌ها، رولرها، پیچ‌ها، پرچ‌ها، پین‌ها، چرخ‌دنده‌ها، قفل‌کن‌ها، کلمپ‌ها، تسمه، ریل، زنجیرها و چرخ زنجیرها از نظر ساییدگی، ترک و خرابی
۷	بررسی قسمت‌های مختلف سیستم ترمز، کلاچ و دنده جغجغه و همچنین بررسی لنت ترمز از نظر مطابقت با حدود تعیین شده توسط سازنده
۸	بررسی دقت نمایشگرهای بار، سرعت باد و ...
۹	بررسی سیستم‌های الکتریکی از نظر خراب شدن کنترلرها، سوئیچ‌های اصلی، کانتک‌ها، سیم‌های برق و بردهای آن‌ها
۱۰	بررسی قسمت‌های متحرک نظیر ارابه بار، بوم زاویه گیر، بالابرنده‌های بوم گردن و ... از نظر سایش و سایر آسیب‌ها
۱۱	بررسی موتور، پمپ هیدرولیک، لوله‌ها، شیلنگ‌ها، فیتینگ‌ها و شیرهای هیدرولیک از نظر فرسایش و خرابی
۱۲	بررسی سیم‌بکسل
۱۳	بررسی حفاظ‌ها، راهروها و نردبان‌ها و سکوها
۱۴	بررسی اتصال به زمین جرثقیل
۱۵	بررسی هرگونه سرو صدا غیر عادی
۱۶	بررسی گرم شدن بیش از حد تجهیزات
۱۷	بررسی قلاب و قفل‌کن
۱۸	آزمایش جرثقیل با بار نامی به منظور کسب اطمینان از عملکرد مکانیزم‌ها به خصوص ترمزها و سیستم‌های محدودکننده و نمایشگرها

نتایج بازرسی باید ثبت و نگهداری شوند و همچنین گزارش بازرسی باید به فرد متخصص، ارجاع داده شود تا در خصوص ادامه فعالیت، تعمیرات و یا محدود کردن فعالیت، تصمیم‌گیری شود. همچنین بر اساس استاندارد ASME برای جرثقیل‌هایی که بیشتر از یک ماه بدون استفاده بودند، فرآیند بازرسی دوره‌ای باید انجام شود و برای جرثقیل که به مدت ۵ سال یا بیشتر بدون استفاده باشند، فرآیند بازرسی دوره‌ای باید در بازه زمانی کمتر از یکسال انجام شود.

۴-۲-۵-۵ بازرسی کلی

بازرسی کلی توسط یک فرد متخصص (قسمت ۶-۵-۵) باید صورت پذیرد. بر اساس استاندارد ASME این بازرسی باید در انتهای سال پنجم، دهم و پس از آن هر سال انجام شود. برای انجام بازرسی کلی، فرد بازرسی باید به گزارش بازرسی‌های قبلی و اطلاعاتی که به صورت اتوماتیک (سیکل کاری، ساعت کاری، بارگذاری، روزهای کاری و ...) توسط جرثقیل جمع‌آوری می‌شود، دسترسی داشته باشد.

مواردی که باید در این بازرسی، بررسی شوند در جدول ۱۱-۵ آمده است. همچنین کلیه موارد اشاره شده در بازرسی دوره‌ای نیز باید انجام شوند.

جدول ۱۱-۵. موارد مورد بررسی در بازرسی کلی جرثقیل برچی در استاندارد ASME

شماره	شرح بازرسی
۱	بررسی وجود دفترچه راهنما، چارت‌ها و اسناد فنی جرثقیل
۲	بررسی نتایج بازرسی‌های گذشته (روزانه، مستمر، دوره‌ای و کلی)
۳	بررسی آخرین نسخه بروز شده اسناد فنی و دستورالعمل‌های منتشر شده توسط سازنده جرثقیل
۴	حصول اطمینان از عملکرد سیستم کنترل فشار سیال و وضعیت جبران کننده‌ها
۵	تمامی قسمت‌های برج و محل اتصال سینی گردان باید تحت تست غیر مخرب قرار گیرند و در صورت نیاز به جداسازی این فرایند باید مطابق با دستورالعمل سازنده انجام شود.
۶	بررسی تمامی عضوهای سازه از نظر تغییر شکل، ترک و زنگ‌زدگی و در صورت مشاهده ترک روی رنگ، برای بررسی بیشتر باید رنگ عضو پاک شود تا بررسی دقیق‌تر صورت گیرد و یا از یک روش تست غیر مخرب استفاده شود.
۷	باز کردن سیستم‌های محرک، موتور، چرخنده‌ها و بازرسی آن‌ها مطابق با زمان‌بندی ارائه شده از طرف سازنده
۸	بررسی و تست کردن تمامی اجزای الکتریکی شامل سیم‌ها، دراپورها، کنترلر، اتصالات و ...
۹	بررسی بلبرینگ‌ها و شیارهای قرقره‌ها و درام
۱۰	بررسی اسلیورینگ و در صورت نیاز باز کردن اسلیورینگ برای تعمیر و تمیز کردن مطابق با زمان‌بندی و دستورالعمل ارائه شده از طرف سازنده

نتایج بازرسی باید به صورت کامل ثبت و نگهداری شوند. همچنین گزارش بازرسی باید به فرد متخصص، ارجاع داده شود تا در خصوص ادامه فعالیت، تعمیرات و یا محدود کردن فعالیت، تصمیم‌گیری شود.

۵-۲-۵-۵ بازرسی اولیه

این بازرسی پیش از هر بار نصب کردن جرثقیل و یا پس از انجام تغییرات و تعمیرات اساسی، باید توسط فرد باصلاحیت (قسمت ۶-۵-۵) انجام شود. مواردی که باید پیش از نصب جرثقیل، مورد توجه قرار بگیرند، مطابق با موارد بازرسی کلی و بازرسی دوره‌ای است.

پس از انجام تعمیرات و تغییرات اساسی در جرثقیل و بعد از نصب، باید دوباره بازرسی اولیه انجام شود با این تفاوت که در این شرایط، موارد بازرسی متناسب با تغییرات و تعمیرات انجام شده انتخاب می‌گردند.

■ ۵-۵-۳ بازرسی جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

بطور کلی پنج نوع بازرسی برای جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای با توجه به زمان و شرایط تعریف می‌گردد. زمان بندی انجام این بازرسی‌ها در جدول ۵-۱۲ ارائه شده است.

جدول ۵-۱۲. زمان بندی انجام بازرسی‌های جرثقیل سقفی و دروازه‌ای

نوع بازرسی	زمان انجام بر اساس استاندارد ISO	زمان انجام بر اساس استاندارد ASME
بازرسی اولیه	-	جرثقیل‌های تازه نصب شده یا تعمیر یا تغییر داده شده
بازرسی روزانه	روزانه	-
بازرسی مستمر	حداکثر هر شش ماه یکبار	با توجه به شرایط بکارگیری تعیین می‌گردد
بازرسی دوره‌ای	حداکثر هر ۱۲ ماه یکبار	با توجه به شرایط بکارگیری تعیین می‌گردد
بازرسی موردی	بعد از بروز شرایط خاص انجام می‌شود.	-

در ادامه تنها به موارد ارائه شده توسط استاندارد ASME پرداخته می‌شود.

۲- ۵-۵-۳-۲ بازرسی اولیه

این بازرسی، پس از هر بار نصب جرثقیل و یا پس از انجام تعمیرات و تغییرات اساسی در جرثقیل، باید توسط فرد باصلاحیت (قسمت ۵-۵-۶) انجام شود. مواردی که باید پس از هر بار نصب جرثقیل، مورد توجه قرار بگیرند، مطابق با موارد اشاره شده در بازرسی دوره‌ای می‌باشند. پس از انجام تعمیرات و تغییرات اساسی در جرثقیل، باید دوباره بازرسی اولیه، انجام شود با این تفاوت که در این شرایط، موارد بازرسی، متناسب با تغییرات و تعمیرات انجام شده انتخاب می‌گردند.

۳- ۵-۵-۳-۳ بازرسی مستمر

بازرسی مستمر باید توسط فرد باصلاحیت (بخش ۵-۵-۶) انجام شود. بر اساس استاندارد ASME زمان بندی انجام این بازرسی با توجه به شرایط کاری، میزان استفاده از جرثقیل و همچنین ماهیت اجزای بحرانی^۱ توسط فرد دارای صلاحیت مطابق با جدول ۵-۱۳ تعیین می‌گردد. کلیه مواردی که باید در این بازرسی مورد بررسی قرار بگیرند، در جدول آمده است.

جدول ۵-۱۳. زمان بندی انجام بازرسی مستمر جرثقیل سقفی و دروازه‌ای بر اساس استاندارد ASME

شرایط کاری	زمان بندی انجام بازرسی مستمر
سرویس دهی عادی ^۲	ماهانه

۱- Critical Components

۲- Normal Service

هفتگی-ماهانه	سرویس دهی سنگین ^۱
روزانه-هفتگی	سرویس دهی بسیار سنگین ^۲

جدول ۱۴-۵. موارد مورد بررسی در بازرسی مستمر جرثقیل سقفی و دروازه‌ای در استاندارد ASME

شرح بازرسی	شماره
بررسی تمام مکانیزم‌ها برای اطمینان از صحت عملکرد، دقت و سر و صدا	۱
بررسی سیستم‌های محدودکننده بالا	۲
بررسی مخزن، شیرهای هیدرولیک و نیوماتیک، لوله‌ها، شیلنگ‌ها و سایر قسمت‌های سیستم هیدرولیک و نیوماتیک به منظور اطمینان از عدم نشتی	۳
بررسی قلاب و قفل آن	۴
بررسی سیم‌بکسل و محل اتصال آن	۵
بررسی قرقره و درام از نظر اینکه سیم‌بکسل به صورت مناسب به دور آن پیچیده شده باشد.	۶
بررسی موارد ایمنی از قبیل آتش خاموش کن، نرده‌ها، محافظ، نردبان و ...	۷
بررسی سازه، پل‌ها و تیرها از نظر تغییر شکل و ترک	۸
بررسی سیستم آویز کابل ^۳	۹
بررسی ریل‌ها از نظر فرسودگی، سایش و تغییر شکل	۱۰

نتایج حاصل از بازرسی باید به صورت گزارش، ثبت و نگهداری شود. در صورت وجود نقص، یک فرد متخصص باید در خصوص تعمیر، عدم استفاده و یا محدود کردن فعالیت جرثقیل تصمیم‌گیری کند.

۴-۳-۵-۵ بازرسی دوره‌ای

این بازرسی توسط فرد باصلاحیت (قسمت ۶-۵-۵) انجام می‌شود. بر اساس استاندارد ASME زمان‌بندی انجام این بازرسی با توجه به شرایط کاری جرثقیل و میزان استفاده و ماهیت اجزای بحرانی با استفاده از جدول ۱۵-۵ توسط یک فرد متخصص تعیین می‌گردد.

جدول ۱۵-۵. زمان‌بندی انجام بازرسی دوره‌ای جرثقیل سقفی و دروازه‌ای بر اساس استاندارد ASME

شرایط کاری	زمان‌بندی انجام بازرسی مستمر
سرویس دهی عادی	سالانه
سرویس دهی سنگین	سالانه

- ۱- Heavy Service
۲- Severe Service
۳- Ffestoon System

سه ماه یکبار

سرویس دهی بسیار سنگین

مواردی که باید در این بازرسی مورد توجه قرار گیرند، در جدول ۱۶-۵ ارائه شده است. لازم به ذکر است علاوه بر موارد ذکر شده در جدول ۱۶-۵ تمامی موارد اشاره شده در بازرسی مستمر نیز در این بازرسی، باید مورد بررسی قرار بگیرند.

جدول ۱۶-۵. موارد مورد بررسی در بازرسی دوره‌ای جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای در استاندارد ASME

تعداد	شرح بازرسی
۱	بررسی اجزا از نظر تغییر شکل، ترک، فرسودگی شیمیایی و زنگ زدگی
۲	بررسی تمامی پیچ‌ها، مهره‌ها، پین‌ها و پرچ‌ها
۳	بررسی قرقره‌ها و درام‌ها از نظر ترک و ساییدگی
۴	بررسی قسمت‌هایی مانند بلبرینگ‌ها، چرخ‌ها، شفت‌ها، چرخ‌دنده‌ها، رولرها، قفل‌کن‌ها، کلمپ‌ها، ضربه‌گیرها و نگهدارنده‌ها از نظر ترک، ساییدگی و تغییر شکل
۵	بررسی زنجیرها از نظر کشیدگی و چرخ زنجیر از نظر ساییدگی
۶	بررسی کلیدها، کنترلرها، سوئیچ‌های اصلی، سوئیچ‌های محدودکننده و ...
۷	بررسی قسمت‌های مختلف سیستم ترمزها از لحاظ ساییدگی بیش از حد
۸	بررسی بادسنج به منظور اطمینان از صحت عملکرد
۹	بررسی عملکرد موتورهای دیزل، بنزینی، الکتریکی و ژنراتورهای برق
۱۰	آزمایش وسایل محدودکننده و قطع‌کننده توان در حالت بدون بار
۱۱	بررسی نحوه رد کردن سیم‌بکسل از روی قرقره‌ها و مطابقت آن با دستورالعمل سازنده
۱۲	بررسی صحت و خوانا بودن دستورالعمل‌ها، برچسب‌ها، پلاک‌ها و هشدارها

نتایج حاصل از بازرسی باید به صورت گزارش، ثبت و نگهداری شود. در صورت وجود نقص یک فرد باصلاحیت باید در خصوص تعمیر، عدم استفاده یا محدود کردن فعالیت جرثقیل تصمیم‌گیری کند.

■ ۴-۵-۵ بازرسی سیم‌بکسل

سیم‌بکسل‌ها یکی از اصلی‌ترین و بحرانی‌ترین اجزا در جرثقیل‌ها می‌باشند. به دلیل ماهیت خاص سیم‌بکسل‌ها و آسیب‌هایی که ممکن است در آن‌ها بروز کند، نحوه انجام بازرسی آن‌ها با سایر اجزا متفاوت است. بطور کلی تمام طول سیم‌بکسل باید تحت بازرسی قرار بگیرد. اما در موارد خاص که طول سیم‌بکسل بلند است و فقط بخشی از آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این حالت با تشخیص بازرسی، می‌توان فقط قسمتی از سیم‌بکسل که مورد استفاده قرار می‌گیرد، به همراه پنج دور اضافه از سیم‌بکسل که به دور درام پیچیده شده را تحت بازرسی قرار داد. همچنین در بازرسی سیم‌بکسل، بازرسی باید توجه ویژه‌ای به قسمت‌های زیر داشته باشد:

- ▶ تکیه‌گاه درام
- ▶ قسمت‌های انتهایی و نواحی نزدیک به نقاط اتصال و انتهایی سیم‌پکسل
- ▶ قسمت‌هایی از سیم‌پکسل که در حال حرکت به دور قرقره‌ها هستند.
- ▶ قسمت‌هایی که بر روی ابزار نشانگر بار مجاز که بر روی قرقره تعبیه می‌شود حرکت می‌کنند.
- ▶ قسمت‌هایی که به دور درام می‌پیچند. بخصوص قسمت‌هایی که در ناحیه تداخل در درام‌های چند لایه^۱ قرار می‌گیرند.
- ▶ قسمت‌هایی که در بلوک قلاب حرکت می‌کنند.
- ▶ قسمت‌هایی که در ابزارهای چرخنده عبور می‌کنند.
- ▶ قسمت‌هایی که تحت سایش اجزای خارجی قرار می‌گیرند.
- ▶ قسمت‌هایی که در معرض حرارت هستند.

اگر به هر دلیلی تغییرات قابل ملاحظه‌ای در نرخ خرابی سیم‌پکسل مشاهده شود، باید علت این موضوع بررسی گردد. در این حالت ممکن است شخص دارای صلاحیت اقدامات اصلاحی انجام دهد. در موارد نرخ خرابی شدید ممکن است شخص بازرس تصمیم بگیرد تا سیم‌پکسل را از رده خارج کند، زمان‌بندی انجام بازرسی دوره‌ای را کاهش دهد و یا معیارهای لازم برای از رده خارج کردن سیم‌پکسل را اصلاح کند. برای مثال ممکن است تعداد مجاز سیم‌های پاره شده را کاهش دهد.

در مواقعی که طول سیم‌پکسل بلند است و تنها قسمتی از آن دچار خرابی شده است، ممکن است شخص دارای صلاحیت تصمیم بگیرد، تنها قسمت آسیب دیده را از سیم‌پکسل جدا کند و باقی قسمت‌های سیم‌پکسل به سرویس دهی ادامه دهند.

در بازرسی سیم‌پکسل موارد زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

- ▶ پارگی سیم
- ▶ پارگی رشته
- ▶ خوردگی
- ▶ تغییر شکل
- ▶ کاهش یکنواخت قطر
- ▶ کاهش موضعی قطر
- ▶ نحوه پیچیدن سیم‌پکسل به دور درام

■ ۵-۵-۵ قلاب

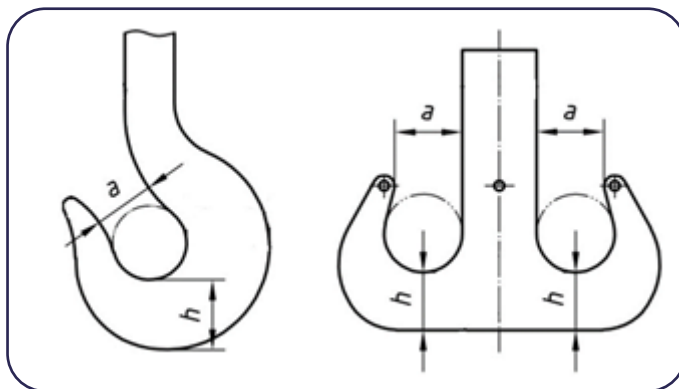
قلاب‌ها یکی دیگر از اجزای بحرانی هستند که باید مورد بازرسی چشمی قرار بگیرند. مواردی که باید در بازرسی چشمی قلاب مورد توجه قرار گیرند، عبارتند از:

تغییر شکل: برای بررسی تغییر شکل قلاب باید مقدار دهانه قلاب (پارامتر a در شکل ۲۷-۵) اندازه‌گیری و با مقدار نامی (اولیه) مقایسه شود. در صورتیکه میزان بازشدگی (افزایش پارامتر a) بیشتر از ۱۰ درصد باشد،

۱- Crossover zone

۲- Multilayer drum

قلاب باید تعویض گردد.



شکل ۲۷-۵. نمای شماتیک از قلاب‌های مورد استفاده در جرثقیل‌ها

آسیب سطحی: قلاب باید از نظر آسیب‌های سطحی و چاک خوردن مورد بازرسی چشمی قرار گیرد و اطمینان حاصل شود که این آسیب‌ها در محدوده‌ی مجاز قرار دارند. در شکل ۲۸-۵ یک نمونه قلاب با آسیب سطحی نشان داده شده است.



شکل ۲۸-۵. قلاب با آسیب سطحی

سایش: قلاب باید از نظر سایش نیز مورد بررسی قرار گیرد. میزان سایش قلاب با اندازه‌گیری تغییرات پارامتر h (شکل ۲۷-۵) نسبت به مقدار اولیه تعیین می‌گردد. میزان تغییرات این پارامتر نباید بیشتر از ۵ درصد باشد. همچنین باید دقت شود به منظور جبران کاهش سطح مقطع پدید آمده بر اثر سایش از جوش کاری استفاده نشده باشد.

ترک: قلاب باید از نظر عدم وجود ترک به خصوص در قسمت گردن بررسی شود (شکل ۴-۱). لازم به ذکر است تنها برخی از ترک‌ها با چشم قابل رویت هستند و در بسیاری از موارد به منظور بررسی دقیق باید از

روش‌های غیرمخرب استفاده شود.

۶-۵-۵ افراد واجد صلاحیت برای بازرسی

بازرسی‌های اشاره شده در قسمت‌های قبل با توجه به نوع بازرسی باید توسط افراد دارای صلاحیت انجام شوند. در جدول ۱۷-۵ افراد دارای صلاحیت برای انواع بازرسی‌های معرفی شده‌اند.

جدول ۱۷-۵. افراد واجد صلاحیت برای بازرسی

بازرسی اولیه	بازرسی کلی	بازرسی موردی	بازرسی دوره‌ای	بازرسی مستمر	بازرسی روزانه
-	-	-	-	-	کاربر
-	-	-	-	شخص نگهدارنده	شخص نگهدارنده
-	-	-	تکنسین با تجربه	تکنسین با تجربه	تکنسین با تجربه
-	-	بازرس جرثقیل	بازرس جرثقیل	بازرس جرثقیل	بازرس جرثقیل
مهندس متخصص	مهندس متخصص	مهندس متخصص	مهندس متخصص	مهندس متخصص	مهندس متخصص

▲ فرد نگهدارنده در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۳۵۸ تعریف شده است.

▲ بازرس جرثقیل در استاندارد ISO 23814 تعریف شده است.

▲ تکنسین با تجربه، فردی است با سابقه و تجربه، دارای مهارت و دانش کافی در حوزه جرثقیل‌ها و آشنایی کافی با مقررات مربوط به تعیین انحراف از شرایط مناسب (یعنی پرسنل آموزش دیده)

▲ مهندس متخصص مهندسی است با تجربه در طراحی یا نگهداری جرثقیل‌ها که دانش کافی در ارتباط با مقررات و استانداردها و تجهیزات لازم برای انجام بازرسی دارد. علاوه بر این، باید ایمن بودن شرایط جرثقیل را تشخیص دهد و تصمیم بگیرد که به منظور اطمینان از کارکرد ایمن جرثقیل چه تمهیداتی باید در نظر گرفت.

۶

فصل ششم

معرفی آیین نامه ها و

استانداردها

معرفی آیین نامه ها و استانداردها

در این فصل ابتدا نهادهای قانونگذار و آیین نامه مصوب بررسی می گردد. سپس استانداردهای بین المللی و ملی شامل BSI، ISO، ASME و استاندارد ملی ایران معرفی می شوند.

● ۶-۱-۱ نهادهای قانونی و آیین نامه ها

یکی از راهبردهای اصلی و بالادستی در حوزه ایمنی و بهداشت کار، تاسیس نهادهای قانونگذار است. دامنه فعالیت این نهادها ممکن است بین المللی، محلی و یا ملی باشد، برخی از این نهادها در قالب سازمانهای مردم نهاد و مستقل عمل می کنند. معرفی این نهادها و سازمانها از نظر آگاهی از قوانین و مقررات و همچنین شناخت خدمات و دسترسی به آنها مفید است.

■ ۶-۱-۱-۱ شورای عالی حفاظت فنی (ایران)

شورای عالی حفاظت فنی ایران از معاونان وزارتخانهها تشکیل می شود و زیر نظر وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می کند. این شورا بر اساس قانون اساسی، دستورالعملها و آیین نامه های ایمنی و بهداشت کار در صنایع مختلف را تصویب و منتشر می کند. تمامی صنایع و کارخانه های ایران ملزم به اجرای دستورالعملها و آیین نامه های مصوب این شورا هستند. آیین نامه "حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاهها" توسط این شورا تصویب شده است.

■ ۶-۱-۲ آیین نامه حفاظتی

آیین نامه حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیاء در کارگاهها مشتمل بر یازده فصل و ۲۲۷

ماده در دو بیست و پنجاه و پنجمین جلسه شورای عالی حفاظت فنی ایران در تاریخ ۲۳/۸/۱۳۴۵ به تصویب رسید و پس از نشر در روزنامه رسمی کشور، لازم‌الاجرا شد.
دو فصل اول آیین‌نامه به تعاریف و کلیات می‌پردازد. در فصل سوم، الزامات مربوط به راننده و اتاق راننده بیان می‌شود. از فصل چهارم الی دهم، در مورد یکی از انواع جرثقیل بحث می‌شود. فصل یازدهم به تجهیزات بالابری مانند قرقره، کابل و ... می‌پردازد.

۲-۶ استانداردها

سازمانهای متعددی به تدوین استانداردهای بین‌المللی، منطقه‌ای یا ملی در زمینه جرثقیل پرداخته‌اند. در این بخش پرکاربردترین و معتبرترین استانداردها معرفی می‌شوند:

▲ استاندارد^۱ ASME

▲ استاندارد^۲ ISO

▲ استاندارد^۳ BSI

▲ استاندارد ملی ایران

استانداردهای ASME توسط انجمن مهندسی مکانیک آمریکا تدوین می‌شود و مورد تأیید سازمان ملی استاندارد آمریکا^۴ است. استاندارد ASME B30^۵ به مبحث ایمنی جرثقیل‌ها، بالابرها، قلاب‌ها، کابل و تسمه‌ها و جک‌ها می‌پردازد. این استاندارد شامل ۳۰ مجلد است که در آنها طراحی، نصب، عملکرد، بازرسی و تعمیر و نگهداری انواع تجهیزات مطرح می‌شود.

سازمان بین‌المللی استاندارد، ISO کار رسمی خود را در سال ۱۹۴۷ با شرکت ۶۵ نماینده از ۲۵ کشور در یک همایش مشترک، آغاز کرد. این موسسه هم اکنون ۱۶۴ عضو و ۶۷ کمیته فنی دارد. کمیته فنی ISO/ TC96 از سال ۱۹۶۰ به تهیه و تنظیم استانداردهای مربوط به جرثقیل می‌پردازد.

موسسه استاندارد بریتانیا در سال ۱۹۰۱ میلادی تاسیس شد. هدف اصلی این سازمان بهبود ایمنی، تولیدات و خدمات در صنایع از طریق توسعه استانداردها و تشویق صنایع به استفاده از آنها می‌باشد. این موسسه به عنوان نماینده بریتانیا در سازمان استاندارد جهانی ISO، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک IEC^۶، سازمان استاندارد اروپا CEN^۷ حضور دارد. این سازمان با کمک و همکاری متخصصان صنعت، بخش دولتی و با الهام گرفتن از سایر استانداردهای بین‌المللی بیش از ۳۱۰۰ عنوان استاندارد منتشر کرده است.

۱- American society of mechanical engineering

۲- International Organization for Standardization

۳- British Standard Institution

۴- American National Standards Institute (ANSI)

۵- Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings

۶- International Electrotechnical Commission

۷- European Standards Organization

سازمان استاندارد ایران در سال ۱۳۳۲ به صورت یک اداره آزمایشگاهی زیر نظر اداره بازرگانی تاسیس گردید. استاندارد ملی ایران در زمینه جرثقیل ها بیش از ۹۰ عنوان استاندارد تدوین کرده است که مرجع اصلی آنها استانداردهای ISO است.

■ ۱-۲-۶ استانداردهای عمومی

در جدول ۱-۲ و ۶-۲ به ترتیب لیست استانداردهای عمومی که توسط ISO و BSI منتشر شده، آمده است.

جدول ۱-۶. لیست استانداردهای عمومی ISO در زمینه جرثقیل

Title	Number
Cranes- Control layout and characteristics- Part 1: General principles	ISO 7752-1
Cranes- Control layout and characteristics- Part 1: General principles	ISO 7752-1
Cranes- Cabins and control stations- Part 1: General	ISO 8566-1
Cranes- Access, guards and restraints- Part 1: General	ISO 11660-1
Cranes- Graphic symbols- Part 1: General	ISO 7296-1
Cranes- Safety signs and hazard pictorials- General principles	ISO 13200

جدول ۲-۶. لیست استانداردهای عمومی BSI در زمینه جرثقیل

Title	Number
Code of practice for safe use of cranes- Part 1: General	BS 7121-1
Code of practice for the safe use of cranes- Part 2: Inspection, maintenance and thorough examination. General	BS 7121-2-1
Cranes safety. Requirements for health and safety- Limiting and indicating devices	BS EN 12077-2
Crane- Information for use and testing- Part 1: Instructions	BS EN 12644-1
Cranes- Information for use and testing- Part 2: Marking	BS EN 12644-2
Crane safety- General design- Part 1: General principles and requirements	BS EN 13001-1
Crane safety- General design- Part 2: Load actions	BS EN 13001-2
Cranes- General Design- Limit States and proof competence of steel structure	BS EN 13001-3-1
Cranes- General design- Limit states and proof of competence of wheel/rail contacts	BS EN 13001-3-3
Cranes- General design- Limit states and proof of competence of machinery- Bearings	BS EN 13001-3-4

■ ۲-۲-۶ استانداردهای جرثقیل بر جی

در جدول ۳-۶، جدول ۴-۵ و ۶-۵ به ترتیب لیست استانداردهای ISO، ASME و BS در زمینه جرثقیل‌های بر جی آمده است. استانداردهایی که به بحث بازرسی و ایمنی جرثقیل‌های بر جی می‌پردازند، عبارتند از:

ISO 9927-3:2005 ▲

ISO 12480-3:2016 ▲

BS 7121-2-5 ▲

S 7121-5 ▲

BS EN 17076 ▲

جدول ۳-۶. لیست استانداردهای ISO در زمینه جرثقیل‌های بر جی

Title	Number
Cranes- Classification- Part 3: Tower cranes	۳-۴۳۰۱ ISO
Cranes- Vocabulary- Part 3: Tower cranes	۳-۴۳۰۶ ISO
Cranes- Graphical symbols- Part 3: Tower cranes	۳-۷۲۹۶ ISO
Cranes -- Control layout and characteristics -- Part 1: General principles	۱-۷۷۵۲ ISO
Cranes- Control layout and characteristics- Part 3: Tower cranes	۳-۷۷۵۲ ISO
Cranes- Cabins and control stations- Part 3: Tower cranes	۳-۸۵۶۶ ISO
Cranes- Design principles for loads and load combinations- Part 3: Tower cranes	۳-۸۶۸۶ ISO
Cranes- Information to be provided for enquiries, orders, offers and supply- Part 3: Tower cranes	۳-۹۳۷۴ ISO
Cranes- Training of operators- Part 3: Tower cranes	۳-۹۹۲۶ ISO
Cranes- Inspections- Part 3: Tower cranes	۳-۹۹۲۷ ISO
Cranes- Information labels- Part 3: Tower cranes	۳-۹۹۴۲ ISO
Cranes- Limiting and indicating devices- Part 3: Tower cranes	۳-۱۰۲۴۵ ISO
Cranes- Requirements for mechanisms- Part 3: Tower cranes	۳-۱۰۹۷۲ ISO
Cranes- Access, guards and restraints- Part 1: General	۱-۱۱۶۰ ISO
Cranes- Access, guards and restraints- Part 3: Tower cranes	۳-۱۱۶۰ ISO
Cranes- Safe use- Part 3: Tower cranes	۳-۱۲۴۸۰ ISO
Tower cranes- Stability requirements	۱۲۴۸۵ ISO
Cranes- Tower cranes- International Standards for design, manufacture, use and maintenance requirements and recommendations	ISO/TR ۲۷۲۴۵

جدول ۴-۶. لیست استانداردهای ASME در زمینه جرثقیل های برجی

Title	Number
Tower cranes: Safety Standard for Cable-ways Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings	ASME B30.3

جدول ۵-۶. لیست استانداردهای BSI در زمینه جرثقیل های برجی

Title	Number
Code of practice for the safe use of cranes- Inspection, maintenance and thorough examination- Tower cranes	۵-۲-۷۱۲۱ BS
Code of practice for safe use of cranes. Tower cranes	۵-۷۱۲۱ BS
Cranes - Tower cranes	۱۴۴۳۹ BS EN
Tower cranes - Anti-collision systems - Safety requirements	۱۷۰۷۶ BS EN
Tower cranes :۳ Cranes - Classification- Part	۳-۴۳۰۱ BS ISO
Cranes- Vocabulary- Tower cranes	۳-۴۳۰۶ BS ISO
Cranes- Control layout and characteristics- Tower cranes	۳-۷۷۵۲ BS ISO
Cranes- Training of drivers- Tower cranes	۳-۹۹۲۶ BS ISO
Cranes- Training of operators- Tower cranes	۳-۹۹۲۶ BS ISO

۳-۲-۶ استانداردهای جرثقیل های سقفی و دروازه ای

در جدول ۶-۶، ۶-۷ و ۶-۸ به ترتیب لیست استانداردهای ASME، ISO و BS در زمینه جرثقیل های برجی آمده است. استانداردهایی که به بحث بازرسی و ایمنی جرثقیل های سقفی و دروازه ای می پردازند، عبارتند از:

ISO 9927-3:2005 ▾

ISO 12480-3:2016 ▾

BS 7121-2-5 ▾

BS 7121-5 ▾

BS EN 17076 ▾

جدول ۶-۶. لیست استانداردهای ISO در زمینه جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای

Title	Number
Overhead travelling :Δ Cranes - Classification - Part and Portal	۵-۴۳۰۱ ISO
Lifting appliances - Controls - Layout and Overhead traveling cranes and :Δ characteristics- Part portal bridge cranes	۵-۷۷۵۲ ISO
Overhead travelling and :Δ Cranes- Cabins- Part portal bridge cranes	۵-۸۵۶۶ ISO
Cranes- Design principles for loads and load Overhead travelling and portal :Δ combinations- Part bridge cranes	۵-۸۶۸۶ ISO
Overhead: Δ Cranes - Information to be provided -Part travelling cranes and portal bridge cranes	۵-۹۳۷۴ ISO
:Δ Cranes- Limiting and indicating devices - Part Overhead traveling and potal bridge cranes	۵-۱۰۲۴۵ ISO
Non-destructive testing- Acoustic emission testing- Steel structures of overhead travelling cranes and portal bridge cranes	۱۹۸۳۵ ISO
:Δ Cranes- Requirements for mechanisms- Part Bridge and gantry	۵-۱۰۹۷۲ ISO
Bridge :Δ Cranes- Access, guards and restraints- Part and gantry cranes	۵-۱۱۶۶۰ ISO
Cranes- Stiffness- Bridge and gantry cranes	۲۲۹۸۶ ISO

جدول ۶-۷. لیست استانداردهای ASME در زمینه جرثقیل‌های سقفی و دروازه‌ای

Title	Number
Overhead and Gantry Cranes: Top Running Bridge, Single or Multiple Girder, Top Running Trolley Hoist	ASME B۳۰/۲

جدول ۸-۶. لیست استانداردهای BSI در زمینه جرتقیل های سقفی و دروازه ای

Title	Number
Code of practice for the safe use of cranes- Inspection, maintenance and thorough examination- Overhead travelling cranes, including portal and semi-portal cranes, hoists, and their supporting structures	۷-۲-۷۱۲۱ BS
Non-destructive testing- Acoustic emission testing. Steel structures of overhead travelling cranes and portal bridge cranes	۱۹۸۳۵ BS ISO
Overhead travelling cranes :۵ Cranes- Information to be provided- Part and portal bridge cranes	۵-۹۳۷۴ BS ISO
Code of practice for safe use of cranes- Bridge and gantry cranes, including light crane systems	۷-۷۱۲۱ BS
Cranes - Bridge and gantry cranes	۱۵۰۱۱ BS EN
Cranes. Vocabulary- Bridge and gantry cranes	۵-۴۳۰۶ BS ISO
Bridge and gantry :۵ Cranes- Control layout and characteristics- Part cranes	۵-۷۷۵۲ BS ISO
Cranes- Inspections- Bridge and gantry cranes, including portal and semi-portal cranes and their supporting structures	۵-۹۹۲۷ BS ISO

■ ۶-۲-۴ استانداردهای جرتقیل متحرک

در جدول ۹-۶، ۱۰-۶ و ۱۱-۶ به ترتیب لیست استانداردهای ISO، ASME و BS در زمینه جرتقیل های برجی آمده است. استانداردهایی که به بحث بازرسی و ایمنی جرتقیل های متحرک می پردازند، عبارتند از:

ISO/TR 19961 ▾

ISO/TR 19961 ▾

BS 7121-2-3 ▾

BS 7121-3 ▾

جدول ۹-۶. لیست استانداردهای ISO در زمینه جرثقیل‌های متحرک

Title	Number
Cranes-Classification- Part 2: Mobile cranes	ISO4301-2
Mobile cranes- Determination of stability	ISO 4305
Cranes- Vocabulary- Part 2: Mobile cranes	ISO 4306-2
Cranes- Graphical symbols- Part 2: Mobile cranes	ISO 7296-2
Cranes- Control layout and characteristics- Part 2: Basic arrangement and requirements for mobile cranes	ISO 7752-2
Cranes- Cabins and control stations- Part 2: Mobile cranes	ISO 8566-2
Cranes- Design principles for loads and load combinations- Part 2: Mobile cranes	ISO 8686-2
Cranes- Crane operating manual- Part 2: Mobile cranes	ISO 9928-2
Cranes- Limiting and indicating devices- Part 2: Mobile cranes	ISO 10245-2
Cranes- Requirements for mechanisms- Part 2: Mobile cranes	ISO 10972-2
Cranes- Access, guards and restraints- Part 2: Mobile cranes	ISO 11660-2
Mobile cranes- Presentation of rated capacity charts	ISO 11661
Mobile cranes- Experimental determination of crane performance- Part 1: Tipping loads and radii	ISO 11662-1
Cranes- Safety signs and hazard pictorials- General principles	ISO 13200:1995
Cranes- Safety requirements for loader cranes	ISO 15442:2012
Mobile cranes- Experimental determination of crane performance- Part 2: Structural competence under static loading	ISO 11662-2
Cranes- Safety code on mobile cranes	ISO/TR 19961

جدول ۱۰-۶. لیست استانداردهای ASME در زمینه جرثقیل‌های متحرک

Title	Number
Mobile and Locomotive Cranes	ASME B30.5

جدول ۱۱-۶. لیست استانداردهای BSI در زمینه جرثقیل‌های متحرک

Title	Number
Code of practice for the safe use of cranes- Inspection, maintenance and thorough examination- Mobile cranes	BS 7121-2-3
Code of practice for safe use of cranes- Mobile cranes	BS 7121-3

Cranes - Mobile cranes	BS EN 13000
Cranes- Limiting and indicating devices- Mobile cranes	BS ISO 10245-2
Tyres for mobile cranes and similar specialized machines	BS ISO 10571
Cranes- Access, guards and restraints- Mobile cranes	BS ISO 11660-2
Mobile cranes- Presentation of rated capacity charts	BS ISO 11661
Mobile cranes- Experimental determination of crane performance- Structural competence under static loading	BS ISO 11662-2
Mobile cranes- Determination of stability	BS ISO 4305
Cranes- Vocabulary- Mobile cranes	BS ISO 4306-2
Cranes- Graphical symbols- Mobile cranes	BS ISO 7296-2
Cranes- Cabins and control stations- Mobile cranes	BS ISO 8566-2

■ ۶-۲-۵ استانداردهای قلاب و کابل

در جدول ۶-۱۲، ۶-۱۳، ۶-۱۴ و ۶-۱۵ به ترتیب لیست استانداردهای ISO، ASME و BS در زمینه قلاب و کابل آمده است.

جدول ۶-۱۲. لیست استانداردهای ISO در زمینه قلاب و کابل

Title	Number
Cranes- Wire ropes- Care and maintenance, inspection and discard	۴۳۰۹:۲۰۱۷ ISO
Cranes and hoists- Selection of wire ropes, drums and sheaves	۱۶۶۲۵:۲۰۱۳ ISO

جدول ۶-۱۳. لیست استانداردهای ASME در زمینه قلاب و کابل

Title	Number
Winches	ASME B30.7
Slings	ASME B30.9
Hooks	ASME B30.10
Overhead Underhung and Stationary Hoists	ASME B30.16
Below-the-Hook Lifting Devices	ASME B30.20
Lever Hoists	ASME B30.21
Ropes	ASME B30.30

جدول ۱۴-۶. لیست استانداردهای BSI در زمینه قلاب و کابل

Title	Number
Cranes- Power driven winches and hoists- Power driven winches	BS EN 14492-1
Cranes- Power driven winches and hoists. Power driven hoists	BS EN 14492-2
Cranes- General design. Limit states and proof of competence of forged hooks	BS EN 13001-3-5
Cranes - General design. - Part 3-5: Limit states and proof of competence of forged and cast hooks	BS EN 13001-3-5
Cranes- General design- Limit states and proof of competence of forged steel hooks	BS ISO 17440
Cranes- Competency requirements for crane drivers (operators), slingers, signallers and assessors	BS ISO 15513
Cranes- Training of slingers and signallers	BS ISO 23853
Cranes- General design- Limit states and proof of competence of wire ropes in reeving systems	BS EN 13001-3-2

■ ۶-۲-۶ استانداردهای ملی ایران

سازمان استاندارد ایران در سال ۱۳۳۲ به صورت یک اداره آزمایشگاهی زیر نظر اداره بازرگانی تاسیس گردید. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تنها سازمانی در ایران است که بر طبق قانون می‌تواند استاندارد رسمی فرآورده‌ها را تعیین، تدوین و اجرای آن‌ها را با کسب موافقت شورای عالی استاندارد، اجباری اعلام نماید. استاندارد ملی ایران در زمینه جرثقیل‌ها بیش از ۹۰ عنوان استاندارد تدوین کرده است. لازم به ذکر است در تدوین استانداردهای ملی ایران در زمینه جرثقیل از استانداردهای ISO به عنوان مرجع اصلی استفاده شده است. متن این استانداردها در سایت سازمان استاندارد ایران^۱ در دسترس عموم قرار گرفته است. در جدول ۶-۱۵ موضوعات اصلی استانداردهای تدوین شده در زمینه جرثقیل ارائه شده است. این استانداردها به موضوعات مختلفی مانند طبقه‌بندی جرثقیل‌ها، الزامات طراحی و ساخت، دستورالعمل آزمون، ایمنی، بازرسی و آموزش کاربران می‌پردازند. برخی از این استانداردها شامل چندین بخش هستند. به عنوان مثال استاندارد ۱۰۰۵۳ دارای ۵ بخش است که به صورت ۱-۱۰۰۵۳ الی ۵-۱۰۰۵۳ ارائه می‌شود.

۱- <http://standard.isiri.gov.ir>

جدول ۱۵-۶. لیست استانداردهای ملی ایران در زمینه جرقیل‌ها

شماره استاندارد مرجع	موضوع	شماره استاندارد
ISO ۴۳۰۱-۱۹۸۶:۱	جرقیل‌ها و وسایل بالابر-طبقه بندی	۱۰۰۵۳
ISO ۱۹۸۷:۴۳۰۴	جرقیل‌های غیر سیار و غیر شناور-الزامات عمومی برای پایداری	۱۰۰۵۹
ISO ۲۰۱۴:۴۳۰۵	جرقیل‌های متحرک-تعیین پایداری	۱۰۰۶۰
ISO ۷۲۹۶-۱۹۹۱:۱	جرقیل‌ها-نمادهای گرافیکی	۱۰۰۶۱
ISO ۱۹۸۶:۷۳۶۳	جرقیل‌ها و وسایل بالابر-مشخصه های فنی و مدارک پذیرش	۱۰۰۶۲
ISO ۷۷۵۲-۲۰۱۰:۱	جرقیل‌ها-چیدمان و خصوصیات کنترل	۱۰۰۶۳
ISO ۸۵۶۶-۲۰۱۰:۱	جرقیل‌ها-کابین‌ها و ایستگاه‌های کنترل	۱۰۰۶۴
ISO ۸۶۸۶-۲۰۱۲:۱	جرقیل‌ها-اصول طراحی برای بارها و ترکیبات بار	۱۰۰۶۵
ISO ۹۳۷۴-۲۰۱۴:۳	جرقیل‌ها-اطلاعات لازم برای استعلام‌ها، سفارش‌ها، پیشنهادها و تامین	۱۰۰۶۶
ISO ۹۳۷۴-۱۹۸۹:۴	جرقیل‌ها-اطلاعات که لازم است ارائه شود	۱۰۰۶۶
ISO ۹۹۲۶-۱۰۱۹۹۰:	جرقیل‌ها-آموزش رانندگان	۱۰۰۶۷
ISO ۹۹۲۷-۲۰۱۳:۱	جرقیل‌ها-بازرسی‌ها	۱۰۰۶۸
ISO ۹۹۲۸-۲۰۱۵:۱	جرقیل‌ها-دفترچه راهنمای رانندگی جرقیل	۱۰۰۶۹
ISO ۲۰۰۵:۱۴۵۱۸	جرقیل‌ها-الزامات بارهای آزمون	۱۰۰۷۰
ISO ۱۵۴۴۲:۲۰۱۲	جرقیل‌ها-الزامات ایمنی جرقیل‌های بارکن	۱۰۰۷۱
ISO ۱۵۵۱۳:۲۰۰۰	جرقیل‌ها-الزامات صلاحیت رانندگان (کاربران) هدایت کننده‌های بار، علامت دهنده‌ها، ارزیاب‌ها	۱۰۰۷۲
ISO ۱۹۸۵:۶۰۴۴	صنایع دریایی-اتصالات پاشنه بوم جرقیل-ابعاد اصلی	۱۰۱۹۷
ISO ۱۲۴۸۰-۱۹۹۷:۱	جرقیل‌ها-کاربری ایمن	۱۰۳۵۸
ISO ۹۹۴۲-۱۹۹۴:۱	جرقیل‌ها-برچسب‌های اطلاعاتی	۱۰۳۵۹
ISO ۱۰۹۷۲-۱۹۹۸:۱	جرقیل‌ها-الزامات ساز و کارها	۱۰۳۶۰
ISO ۱۱۶۶۰-۱۰۲۰۰۸	جرقیل-شیوه‌های دسترسی، حفاظ‌ها و موانع حفاظتی	۱۰۳۶۱
ISO ۱۹۹۸:۱۱۶۶۱	جرقیل‌های متحرک-نحوه ارائه جداول و نمودارهای ظرفیت اسمی	۱۰۳۶۲
ISO ۱۶۸۸۱-۲۰۰۵:۱	جرقیل‌ها-محاسبات طراحی چرخ‌های ریلی و سازه نگهدارنده واگن حمل	۱۰۳۶۳
ISO ۴۳۱۰:۱۹۸۱	جرقیل‌ها-ضوابط و دستورالعمل‌های آزمون	۱۰۴۵۲
ISO ۲۱۳۰۸-۲۰۱۴:۵	خودروهای جاده‌ای-تبادل داده‌های تولید بین سازندگان شاسی و بدنه کاری	۱۰۷۰۴
BS ۱۹۹۷:۷۱۲۱	آیین کار برای کاربرد ایمن جرقیل‌ها	۱۱۴۷۸
ISO ۱۰۲۴۵-۲۰۰۸:۱	جرقیل‌ها-وسایل نشانگر و محدود کننده	۱۲۰۰۶
ISO ۲۰۰۴:۱۱۶۲۹	جرقیل‌ها-اندازه‌گیری جرم جرقیل و اجزاء آن	۱۲۰۰۷

۱:۱۹۹۵-۱۱۶۶۲ ISO	جرتقیل‌های سیار- تعیین تجربی عملکرد جرتقیل	۱۲۰۰۸
۱:۱۹۹۸-۱۲۲۱۰ ISO	جرتقیل‌ها- وسایل مهار کردن برای شرایط در سرویس و خارج از سرویس	۱۲۰۰۹
۲۰۱۴:۱۲۴۸۲ ISO	جرتقیل‌ها-پایش دوره کاری طراحی شده برای جرتقیل	۱۲۰۱۰
۲۲۹۸۶:۲۰۰۷ ISO	جرتقیل‌ها- استحکام سازه - جرتقیل‌های پل و دروازه‌ای	۱۲۰۱۱
۱:۲۰۱۲-۱۲۴۸۸ ISO	جرتقیل‌ها-رواداری‌های کشنده‌های چرخ دار و قابل حمل و نقل	۱۲۰۳۱
۱۲۴۸۵:۱۹۹۸ ISO	جرتقیل‌ها- جرتقیل‌های برجی- الزامات پایداری	۱۳۶۶۰
۲۰۱۸:۲۳۸۵۳ ISO	جرتقیل‌ها- آموزش هدایت-کننده‌های بار و علامت-دهنده‌ها	۱۴۱۶۹
۲۰۳۳۲:۲۰۰۸ ISO	جرتقیل‌ها- اثبات قابلیت سازه‌های فولادی	۱۴۴۳۷
۲۰۱۸:۱۹۸۳۵ ISO	آزمون غیر مخرب-آزمون گسیل صوتی-سازه-های فولادی جرتقیل‌های سقفی متحرک و جرتقیل‌های پلی دروازه-ای	۱۵۸۶۸
۴۳۰۹:۲۰۱۷ ISO	جرتقیل‌ها- طناب‌های سیمی-مراقبت، نگهداری و تعمیرات، بازرسی و از رده خارج کردن	۱۶۲۹۱
۱۱۶۳۰:۱۹۹۷ BS ISO	جرتقیل‌ها اندازه گیری هم محوری چرخ‌ها	۱۶۳۱۱
۲۰۱۲:۱۱۲۰۹ ISO	دریا-کشتی سازی و فن آوری دریایی-شناورهای تفریحی بزرگ-الزامات استحکام جرتقیل عرشه و پله متحرک دسترسی	۱۷۷۱۸
۱۹۳۵۴:۲۰۱۶ ISO	کشتی‌ها و فناوری دریایی- جرتقیل‌های دریایی- الزامات کلی	۱۹۹۶۳
۱۹۳۵۷:۲۰۱۶ ISO	کشتی‌ها و فناوری دریایی- جرتقیل‌های دریایی- الزامات طراحی برای عملیات در دمای کم	۱۹۹۶۴
۲۵۵۹۹:۲۰۰۵ ISO/TR	جرتقیل‌ها-جرتقیل‌های بازویی-الزامات و توصیه‌های طراحی، ساخت ، استفاده و نگهداری	۲۰۰۰۹
۲۷۲۴۵:۲۰۰۷ ISO/TR	جرتقیل‌ها-جرتقیل‌های برجی-الزامات و توصیه‌های طراحی، ساخت، استفاده و نگهداری	۲۰۰۱۰
۱۶۷۱۵:۲۰۱۴ ISO	جرتقیل‌ها-علائم دستی مورد استفاده در جرتقیل‌ها	۲۰۶۸۶
۱۷۰۹۶:۲۰۱۵ ISO	جرتقیل‌ها-ایمنی-ملحقات بالابر بار	۲۱۲۰۲
۲۰۱۴:۱۷۴۴۰ ISO	جرتقیل-طراحی عمومی-حدود و آزمون قابلیت قلاب‌های فولادی آهنگری شده	۲۱۷۰۹
۱۹۷۶-۸۳۰/۲/۰ ANSI	جرتقیل دروازه‌ای نیمه دورانه‌ای بازویی و بازویی گردان	۴۳۷۹
۱۹۹۵:۸۱۴۷ ISO	کشتی سازی و سازه‌های دریایی-دکلهای جرتقیل و متعلقات-واژه نامه	۷۹۵۴
(E)۱۵۵۱۶:۲۰۰۶ ISO	دریا- کشتی‌ها و فن آوری‌های دریایی-تجهیزات جرتقیل به آب اندازی قایق های نجات	۹۵۷۹
۱۳۲۰۰:۱۹۹۵ ISO	جرتقیل‌ها-علائم ایمنی و تصویری خطر- اصول کلی	۹۹۵۷



فصل هفتم

بررسی و تحلیل

حوادث واقعی

بررسی و تحلیل حوادث واقعی

در این فصل ابتدا آمار حوادث جرتقیل ارائه می‌گردد و سپس برخی از حوادث جرتقیل در داخل و خارج کشور مرور می‌شوند.

● ۱-۷ آمار حوادث

مطالعات مختلفی در مورد آمار حوادث جرتقیل‌ها در کشورهای مختلف انجام شده است. یکی از مراجعی که آمار دقیقی از سوانح جرتقیل ارائه می‌دهد سازمان ناظر بر امنیت و سلامت کار آمریکا است. در یک بررسی، آمار سوانح جرتقیل منجر به فوت در فاصله زمانی ۱۱ ساله بین ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۴ میلادی گردآوری گردید. در این بازه زمانی ۵۰۲ نفر در ۴۷۹ حادثه جان باخته‌اند. در جدول ۱-۷ آمار تفکیکی علت فوت این افراد بر حسب نوع سانحه ارائه شده است.

جدول ۱-۷. آمار تفکیکی علت فوت در سوانح جرتقیل در سالهای ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۴ میلادی

علت حادثه	تعداد موارد فوت	درصد از کل موارد
برق‌گرفتگی	۱۹۸	۳۹
برپایی و برچیدن جرتقیل	۵۸	۱۲
فرو ریختن بوم	۴۱	۸
واژگونی جرتقیل	۳۷	۷
خطای سیم‌بکسل انداز	۳۶	۷
اضافه بار	۲۲	۴
برخورد بار با نفر	۲۲	۴
سوانح جرتقیل‌های بالا برنفرات	۲۱	۴
سوانح مربوط به کار کردن در شعاع حرکتی وزنه‌های تعادلی	۱۷	۳

۲	۱۱	گیرکردن قلاب به بلوک
۱	۷	محدودیت‌های بالابری
۶	۳۲	سایر دلایل
۱۰۰	۵۰۲	جمع کل

ملاحظه می‌شود که بیشتر موارد مرگ و میر در سوانح جرثقیل، ناشی از برق گرفتگی است که نزدیک به ۴۰ درصد موارد را تشکیل می‌دهد. در رتبه‌های بعدی برپایی و برچیدن جرثقیل، فرو ریختن بوم و واژگونی جرثقیل علت‌های مهم مرگ میر در سوانح جرثقیل محسوب می‌شوند.

در مطالعه دیگری موارد مرگ و میر مرتبط با جرثقیل در پروژه‌های ساختمانی در فاصله سالهای ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ میلادی مورد بررسی قرار گرفت که در مجموع ۶۳۲ مورد فوت را شامل می‌شود. در جدول ۷-۲ آمار تفکیکی علت فوت بر حسب نوع سانحه ارائه شده است.

همانگونه که ملاحظه می‌شود، در سوانح مرتبط با پروژه‌های ساختمانی نیز برق گرفتگی عمده‌ترین دلیل سوانح منجر به فوت را تشکیل می‌دهد. حدود یک سوم موارد فوت ناشی از برق گرفتگی یا برخورد بار جرثقیل و خود جرثقیل با نفرات است که با رعایت موارد ایمنی توسط نفرات قابل پیشگیری است.

جدول ۷-۲. آمار تفکیکی علت فوت مرتبط با سوانح جرثقیل در پروژه‌های ساختمانی در سالهای ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ میلادی

درصد از کل موارد	تعداد موارد فوت	علت حادثه
۲۵	۱۵۷	برق گرفتگی در اثر برخورد با خطوط برق هوایی
۲۱	۱۳۲	برخورد بار جرثقیل با نفر
۲۰	۱۲۵	برخورد بدنه یا اجزای متحرک جرثقیل با نفر
۱۴	۸۹	فرو ریختن جرثقیل
۹	۵۶	سقوط نفرات از روی جرثقیل
۵	۳۰	گیرافتادن نفرات
۷	۴۳	سایر دلایل
۱۰۰	۶۳۲	جمع کل

۷-۲ بررسی حوادث داخل کشور

۷-۲-۱ سقوط جرثقیل در تهران (جاده مخصوص کرج)

در تاریخ ۲۷ تیرماه ۱۳۹۹ در جاده مخصوص کرج- خیابان جهاد، یک جرثقیل برجی متعلق به یک پروژه ساختمانی در حین برپایی دچار سانحه گردید. بوم جرثقیل از نزدیکی محل کابین راننده دچار شکستگی شد و از ارتفاع ۱۵ متری سقوط کرد. در این سانحه کسی آسیب ندید و بوم سقوط کرده بر روی ساختمان‌های دیگر یا خودروهای پارک شده در خیابان سقوط نکرد ولی برخورد آن به تیر و کابل‌های برق باعث پارگی کابل‌ها و قطعی برق گردید (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱. مامورین آتش نشانی در حال ایمن سازی محل و جمع آوری جرثقیل سقوط کرده

■ ۷-۲-۲ سقوط جرثقیل در تهران (پارک بسیج)

در تاریخ ۷ مهرماه ۱۳۹۸ یک جرثقیل متحرک در پارک بسیج تهران واقع در بزرگراه شهید محلاتی واژگون گردید. این جرثقیل با ظرفیت ۱۶۰ تن برای نصب و تجهیز یک چرخ فلک در شهر بازی پارک بسیج توسط پیمانکار طرح به این محل اعزام شده بود. در خیابان مجاور پارک بسیج، تعدادی تاکسی به طور معمول توقف کرده و رانندگان تاکسی به استراحت می‌پرداختند. واژگونی و سقوط بوم جرثقیل بر روی این تاکسی‌ها باعث شد دو تن از رانندگان که در حال استراحت در داخل تاکسی بودند، فوت کنند و ۴ تن دیگر نیز مصدوم و به بیمارستان منتقل شوند.

پس از بررسی فیلم ضبط شده دوربین‌های مدار بسته در اطراف محل سانحه مشخص شد که عدم رعایت موارد ایمنی باعث واژگونی جرثقیل شده و راننده جرثقیل و پیمانکار به عنوان خاطیان این حادثه دستگیر شدند. در شکل ۷-۲-۲ صحنه‌هایی از این حادثه نشان داده شده است.



شکل ۷-۲-۲. صحنه‌هایی از حادثه سقوط جرثقیل متحرک در پارک بسیج تهران

■ ۷-۲-۳ حادثه جرتقیل در تهران (نیایش)

در تاریخ ۱۰ آبان ۱۳۹۴ یک جرتقیل برجی که مشغول کار بر روی یک پروژه ساختمانی در محدوده بزرگراه نیایش بود دچار سانحه شد. در این سانحه بوم جرتقیل و کابین راننده از ارتفاع ۲۵ متری بر روی زمین سقوط کرد. ماموران آتش‌نشانی پس از حضور در محل حادثه، راننده جرتقیل را که در کابین محبوس شده بود خارج نمودند ولی راننده پیش‌تر به علت شدت جراحات وارده جان باخته بود. در بررسی‌های انجام شده بر روی جرتقیل‌های برجی مورد استفاده در ایران، که سوانح زیادی نیز حین استفاده از آنها رخ می‌دهد، فرسودگی جرتقیل‌ها و عدم رعایت موارد ضروری در بازرسی‌های فنی دلیل این سوانح متعدد بر شمرده شده است. بوم سقوط کرده جرتقیل مذکور در شکل ۷-۳ نمایش داده شده است.

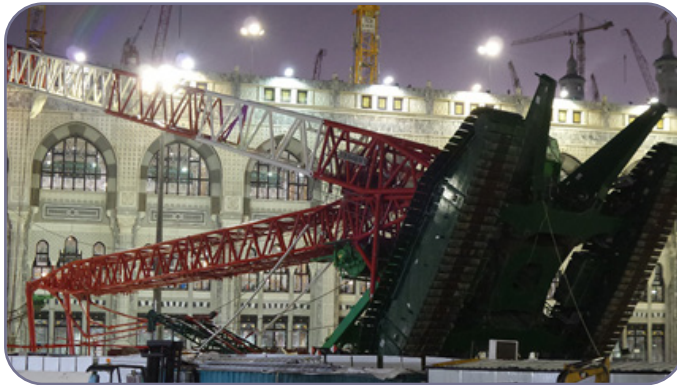


شکل ۷-۳. صحنه‌ای از سقوط بوم جرتقیل برجی در محدوده نیایش

۷-۳ بررسی حوادث خارج کشور

۷-۳-۱ حادثه مکه (عربستان)

در تاریخ ۲۰ شهریور ۱۳۹۴ یک سانحه جرثقیل در مسجدالحرام (شکل ۷-۴) به وقوع پیوست که منجر به درگذشت ۱۱۱ نفر و مصدومیت ۳۹۴ گردید که ۱۱ نفر از درگذشتگان و ۳۲ نفر از مصدومین ایرانی بودند. این سانحه در ماه ذی القعدة و در زمانی که شهر مکه در تدارک مقدمات برگزاری مراسم حج تمتع سال ۱۴۳۶ قمری بود به وقوع پیوست. این سانحه به عنوان مرگبارترین سانحه جرثقیل در عصر جدید شناخته می‌شود. در این حادثه یک جرثقیل متحرک (متحرک بر روی شنی) بوم خشک، ساخت شرکت آلمانی Liebherr با ظرفیت حمل بار ۱۳۵۰ تن واژگون گردید. هرچند دلیل اصلی سانحه به درستی مشخص نیست اما تیم تحقیقاتی ترکیبی از خطای انسانی، بارش شدید باران و وزش باد (۴۰ کیلومتر بر ساعت) را علت حادثه اعلام نمود. شرکت سازنده جرثقیل مدتی بعد اعلام نمود که بوم جرثقیل توسط شرکت بن‌لادن (پیمانکار عمده پروژه‌های عمرانی مسجدالحرام) به اندازه کافی برای تحمل بادهای شدید در ارتفاع کاری ۱۹۰ متری، ایمن سازی نشده و بنابر این وزش باد منجر به بروز حادثه شده است.



شکل ۷-۴ تصویری از سقوط جرثقیل متحرک بوم خشک در مسجدالحرام

۷-۳-۲ حادثه نیویورک (آمریکا)

در سال ۲۰۰۸ میلادی در منهنن نیویورک یک جرثقیل برجی با بوم زاویه گیر که برای ساخت یک برج ۳۲ طبقه به کار گرفته شده بود سقوط کرد و منجر به درگذشت ۷ نفر و مصدومیت ۲۴ نفر گردید. حادثه زمانی رخ داد که کارگران مشغول نصب یک مهار برای اتصال برج جرثقیل به طبقه ۱۸ ساختمان بودند. تحقیقات OSHA نشان داد که دستورالعمل‌های شرکت سازنده برای نصب مهار، به درستی رعایت نشده و فقط نیمی از تسمه‌های پلی‌استری توصیه شده برای مهار کردن برج جرثقیل استفاده شده است. مهارهای نصب شده

قابلیت تحمل بار را نداشته و پاره شده‌اند و این مساله باعث شده مهار طبقات پایین تر نیز از جا کنده شوند و جرتقیل سقوط نماید. سقوط جرتقیل منجر به تخریب یک ساختمان ۴ طبقه در مجاورت کارگاه ساختمانی گردید (شکل ۷-۵).

مورد جالب توجه در این پرونده این است که بخش نظارت بر ساخت و ساز شهرداری نیویورک یک هفته قبل از وقوع حادثه بازرسی را به محل اعزام نموده و بازرسی هیچ موردی از نقض موارد ایمنی گزارش نکرده بود، در حالی که اتصال نامناسب مهارها در زمان بازرسی انجام شده و باید گزارش می‌شد. بازرسی اعزامی پس از تکمیل تحقیقات به خاطر ارائه گزارش کذب مورد پیگرد قانونی قرار گرفت.



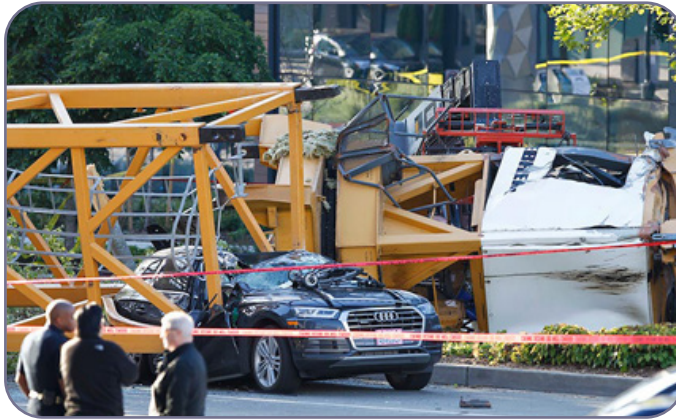
شکل ۷-۵. ساختمان تخریب شده در اثر سقوط جرتقیل برجی بوم زاویه‌گیر در نیویورک

■ ۳-۳-۷ حادثه سیاتل (آمریکا)

در بهار سال ۲۰۱۹ میلادی، در شهر سیاتل ایالت واشنگتن آمریکا، یک جرتقیل برجی پس از اتمام کار و در حین برچیدن سقوط کرد و باعث تخریب ۶ اتومبیل، مرگ ۴ نفر و مصدومیت ۴ نفر شد (شکل ۷-۶). از میان کشته شدگان ۲ تن از کارکنان پروژه و ۲ تن دیگر سرنشینان وسایل نقلیه‌ای بودند که حین تردد در خیابان، جرتقیل بر روی آنها سقوط کرده بود. به علاوه جرتقیل در حین سقوط سقف پروژه ساختمانی که مشغول کار بر روی آن بود را نیز تخریب کرد.

در روز سانحه وزش بادهای نسبتاً شدیدی در شهر وجود داشته و از جمله در لحظه سانحه، بادی به سرعت ۳۷ کیلومتر بر ساعت ثبت شده است. بنابراین وزش باد به عنوان یکی از عوامل وقوع این سانحه در نظر گرفته شده است. سازمان ایالتی کار و صنایع ایالت واشنگتن به همراه کارفرما، پیمانکار و شهرداری سیاتل تحقیقاتی در خصوص علت سانحه انجام داده و به این نتیجه رسیدند که علاوه بر وزش باد، در عملیات برچیدن جرتقیل، نحوه باز کردن پیچ‌ها و پین‌های سکشن‌های ارتفاعی برج جرتقیل علت اصلی سانحه بوده است. در این مورد کارکنان برای سرعت بخشیدن به برچیدن جرتقیل در هر مرحله حدود ۵۰ عدد پین و پیچ

رایبتر از حد مجاز باز کرده بودند. پس از انجام تحقیقات پیمانکار، شرکتی که مسئول برجیدن جرثقیل بود و شرکت اجاره‌دهنده جرثقیل مجموعاً به پرداخت ۱۰۷۰۰۰ دلار غرامت محکوم شدند.



شکل ۶-۷. جرثقیل برجی که در حادثه سیاتل بر روی خیابان مجاور سقوط کرده است

■ ۲-۳-۷ حادثه سامسونگ (کره جنوبی)

این سانحه در سال ۲۰۱۷ در کارخانه کشتی‌سازی شرکت سامسونگ در بندر گوج کشور کره جنوبی (شکل ۷-۷) به وقوع پیوست. در حین ساخت یک سکوی نفتی که قرار بود در دریای شمال مورد استفاده قرار بگیرد، برخورد باریک جرثقیل برجی با یک جرثقیل دروازه‌ای باعث سقوط بار و جرثقیل بر روی عرشه سکوی نفتی شد که کارگران بر روی آن مشغول کار بودند. در اثر این سانحه ۵ کارگر کشته و ۲۶ نفر مصدوم شدند که یکی از مصدومین بعداً در اثر شدت جراحات وارده در بیمارستان درگذشت. شرکت سامسونگ سومین شرکت بزرگ جهان در زمینه تولید سکوهای نفتی است و علی‌رغم اینکه در کشور کره جنوبی، اقدامات خوبی جهت کاهش سوانح صنعتی صورت پذیرفته این سانحه به وقوع پیوست. شرکت سامسونگ علت این حادثه را اختلال در ارتباط بین فرد علامت دهنده و راننده جرثقیل عنوان نمود.



شکل ۷-۷. حادثه سقوط جرثقیل در کارخانه کشتی‌سازی سامسونگ در کره جنوبی

■ ۵-۳-۷ حادثه اشتوتگارت (آلمان)

در ۲۰ فوریه ۲۰۱۱ یک جرثقیل برجی در حین کار در یک استادیوم ۴۰۰۰۰ نفری سقوط کرد. بوم جرثقیل ۱۴ متر از زمین فاصله داشت. کابین راننده به همراه بوم جرثقیل از میز گردان جدا شده و به پایین سقوط کرد. در اثر سقوط بوم به سایر افرادی که در محل مشغول کار بودند، آسیبی وارد نشد و راننده جرثقیل نیز علیرغم جراحات وارده و شکستگی دنده‌ها، پس از بستری و مداوا جان به در برد. تصاویری از این سانحه در شکل ۷-۸ دیده می‌شود.



شکل ۷-۸. تصاویری از سقوط بوم و کابین جرثقیل برجی در استادیوم ۴۰۰۰۰ نفره اشتوتگارت

دلیل این حادثه طبق نظر کارشناسان خطای انسانی در مرحله برپایی جرثقیل بوده است. بوم و سایر متعلقات آن از طریق تعدادی پیچ به میز گردان متصل می‌شوند. این پیچ‌ها اگر در هنگام برپایی جرثقیل با گشتاور مناسب سفت نشوند، در حین کار ممکن است شل شوند و منجر به چنین سوانحی شوند.

■ ۶-۳-۷ حادثه رتردام (هلند)

این حادثه در سال ۲۰۰۸ برای یک جرثقیل برجی روی داد که مشغول کار بر روی یک ساختمان ۲۴ طبقه بود. جرثقیل مشغول انتقال یک قطعه ۷ تنی برای نصب در بالکن طبقه ۱۷ ساختمان بود. جرثقیل قبل از وقوع حادثه مورد بازرسی و تایید قرار گرفته بود و شرایط آب و هوایی نیز در روز حادثه مساعد بود. کارگران در محل نصب قطعه مورد نظر حضور داشته و ارتباط رادیویی با راننده جرثقیل بدون هیچ مشکلی برقرار بود. در لحظه ای که ارابه بار باید به سمت اسکلت ساختمان حرکت می کرد تا بار را به محل مورد نظر نزدیک کند، کارگران حاضر در محل نصب به راننده جرثقیل هشدار می دهند که مسیر حرکت بار اشتباه است ولی راننده جرثقیل می گوید هیچ کنترلی بر حرکت بار ندارد. با دور شدن ارابه بار از برج و افزایش شعاع بار، بوم جرثقیل به همراه کابین راننده و سایر متعلقات سقوط می کند. راننده از کابین به بیرون پرت می شود (یک احتمال وجود دارد که آگاهانه اقدام به این کار کرده باشد) و روی سقف ساختمان می افتد ولی جان خود را از دست می دهد. سقوط بوم باعث بروز خسارات قابل ملاحظه ای می شود (شکل ۹-۷)

در این حادثه خطای انسانی یا شرایط آب و هوایی دخالتی نداشتند بلکه طراحی نامناسب جرثقیل عامل حادثه بوده است. استحکام ناکافی بوم جرثقیل باعث شد که هنگام برداشتن بار سنگین خم شده و ترمزها نیز نتوانستند نیروی لازم برای نگهداشتن ارابه بار را اعمال نمایند. در نتیجه ارابه بار به سمت نوک بوم شروع به حرکت نموده و هرچه ارابه بار بیشتر به نوک بوم نزدیک شد شیب بوم نیز بیشتر شده و در نهایت منجر به سقوط بوم گردید.

سوانحی از این دست در صورتی که به خوبی مورد بررسی و کنکاش قرار گیرد منجر به اصلاح و بهبود استانداردهای طراحی، ساخت و بازرسی می شوند.



شکل ۹-۷. سقوط بوم جرثقیل برجی در زرتدام هلند



فصل هشتم

منابع

منابع

منابع فصل اول

۱. ASME B20.18 30/5, Mobile and Locomotive Cranes
۲. ASME B20.16 30/3, Tower Cranes

منابع فصل دوم

۱. ASME B20.11 30/2, Overhead and Gantry Cranes
۲. ASME B20.16 30/3, Tower Cranes
۳. ASME B20.15 30/4, Portal and Pedestal Cranes
۴. ASME B20.18 30/5, Mobile and Locomotive Cranes
۵. ASME B20.15 30/8, Floating Cranes and Floating Derricks
۶. Lawrence K. Shapiro, Jay P. Shapiro, Cranes and Derricks, fourth edition, 2011
۷. رضا امیرنژاد، سینا جعفری، ایمنی در جرثقیلها، بالابرها و تجهیزات باربرداری، ویرایش ۲، ۱۳۹۰

منابع فصل سوم

۱. ASME B20.19 30/80, Hooks (Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings)
۲. Hositing and Rigging Safety Manual, Infrastructure Health and Safety Assoc.
۳. Lawrence K. Shapiro, Jay P. Shapiro, Cranes and Derricks, fourth edition, 2011
۴. Ing. J. Verschoof, Cranes - Design, Practice, and Maintenance, 2nd Edition, Professional Engineering Publishing Limited, 2002
۵. Wire Rope Handbook, WireCO, 2016
۶. رضا امیرنژاد، سینا جعفری، ایمنی در جرثقیل‌ها، بالابرها و تجهیزات باربرداری، ویرایش ۲، ۱۳۹۰

منابع فصل چهارم

۱. D. E. Dickie, Douglas Short, Crane Handbook, ۱۹۷۵
۲. ASME B20.11 30/2, Overhead and Gantry Cranes
۳. ASME B20.16 30/3, Tower Cranes

منابع فصل پنجم

۱. استاندارد ملی ایران ۱-۱۰۰۶۸
۲. مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان، ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا، ۱۳۹۲
۳. آیین نامه ایمنی کار در ارتفاع، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی
۴. ISO 1:1994-9924, Cranes - Inspections- Part 1: General.
۵. ISO 3:2005-9927, Cranes - Inspections -Part 3: Tower cranes.
۶. ISO 5:2017-9927, Cranes - Inspection-Part 5: Bridge and gantry cranes, including portal and semi-portal cranes and their supporting structures
۷. ASME B20.16-30/3, Tower Cranes
۸. FEM 1/007, Recommendations to maintain tower cranes in safe condition
۹. ASME B20.05-30/2 Overhead and Gantry Cranes (Top Running Bridge, Single or Multiple Girder, Top Running Trolley Hoist)
۱۰. FEM 9/871_Logbook for storage and retrieval machines and transfer devices, german

۱۱. ASME B۲۰۱۴-۳۰/۵, Mobile and Locomotive Cranes
۱۲. Mobile Crane Inspection Guidelines for OSHA Compliance Officers

منابع فصل ششم

۱. <http://standard.isiri.gov.ir>
۲. <https://www.iso.org/committee/۵۰۶۴۲.html>
۳. <https://www.asme.org/>
۴. <https://www.bsigroup.com/en-GB/standards/>
۵. <https://www.mcls.gov.ir/>

۶. آیین نامه حفاظتی وسایل حمل و نقل و جابجا کردن مواد و اشیا در کارگاهها

منابع فصل هفتم

۱. <http://www.tasnimnews.com/fa/news/۲۳۰۸۶۳۴/۲۷/۰۴/۱۳۹۹>
۲. <http://towercraneaccidents.blogspot.com/۲۰۱۱>
۳. <https://www.yjc.ir/fa/news/۷۰۹۴۱۰۸>
۴. <https://risknews.ir/news/۶۹۱۹۷>
۵. https://en.wikipedia.org/wiki/Mecca_crane_collapse
۶. https://en.wikipedia.org/wiki/Seattle_crane_collapse
۷. https://en.wikipedia.org/wiki/۳۰۳_East_۵۱st_Street
۸. Cho, C. S., Boaf, F., Byon, Y. J., & Kim, H. (۲۰۱۷). Impact analysis of the new OSHA cranes and derricks regulations on crane operation safety. KSCE Journal of Civil Engineering, ۶۶-۵۴, (۱)۲۱.
۹. Swuste, P. (۲۰۱۳). A 'normal accident' with a tower crane? An accident analysis conducted by the Dutch Safety Board. Safety science, ۲۸-۲۷۶, ۵۷

**Safety in Working
with Cranes
for labor inspectors and safety officers**

