

بررسی اجرای ایمن فعالیت های باربرداری با تجهیزات مختلف در پالایشگاه فاز ۱۴ پارس جنوبی

محمد بشیری

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی HSE دانشگاه غیرانتفاعی تابناک لامرد، کارشناس
ایمنی اجرایی لیفتینگ شرکت IPMI

چکیده

کنترل و اجرای موفقیت آمیز هر گونه عملیات لیفتینگ با هر نوع تجهیز مخصوص باربرداری (اعم از دستگاهها و تجهیزات کمک باربرداری) و همچنین استفاده ایمن از این تجهیزات مستلزم بستر سازی صحیح مدیریتی برای استفاده درست از توانایی ها و قابلیت های حرفه ای تیم عملیات و ابتکار عمل کافی و مناسب برای اجرای آن عملیات مطابق با استانداردهای مهندسی و تجارب متخصصین مربوطه می باشد. پایه و اساس موفقیت در هر نوع عملیات لیفتینگ، این حقیقت است که از همان شروع کار، وظایف تک تک نفرات درگیر در عملیات مشخص و اصول کار دقیقاً مطابق با Lifting Plan که از قبل توسط تیم لیفتینگ سایت بدقت تهیه و تدوین گردیده، اجرا گردد. نتیجه ی نهایی رعایت این اصول، سلامتی تمامی نفرات و سالم ماندن تمامی تجهیزات و همچنین قرارگیری بار مربوطه در محل مورد نظر با کمترین خطای ممکن می باشد. در این مقاله با بهره گیری از اصول استانداردهای مهندسی و با استفاده از تجارب کاری مفید در صنایع مختلف، ملزومات باربرداری صحیح برای انواع عملیات لیفتینگ در شرایط مختلف که در سایت پالایشگاه گازی فاز ۱۴ پارس جنوبی اجرایی و عملی می گردد مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: لیفتینگ، جرثقیل، اسلینگ، ارزیابی ریسک، تعمیر و نگهداری

۱. مقدمه

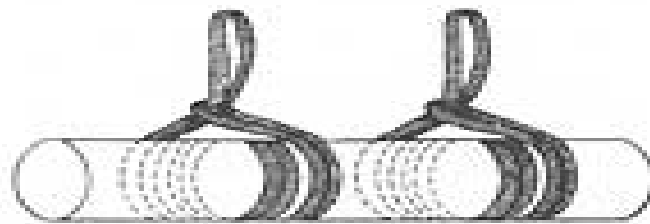
عملیات باربرداری معمولاً با استفاده از انواع جرثقیل ها در سایت های صنعتی در مرحله ی ساخت، کارگاهها و کارخانه های کشتی سازی و یا استفاده از دیگر دستگاههای باربرداری از قبیل لیفتراک ها و بالابرهای کانتینری در موقعیت های صنعتی دیگر مانند شرکت های تجاری و بازرگانی تخلیه و حمل کالا انجام می گیرد. تجهیزات مختلفی برای انجام عملیات باربرداری می توان براساس مطابقت با هدف مودنظر، مشخصات باری که قرار است باربرداری شود و همچنین موانع و محدودیت های محیطی مورد استفاده قرار داد. عواملی مانند ناهموار بودن مسیر عبور بار یا ناصافی و شیب دار بودن محل باربرداری یا تخلیه ی بار، کم بودن میزان دید محل موردنظر، ارتفاع کم یا نزدیکی به خطوط انتقال برق فشار قوی، وجود موانع در مسیر عبور بار مانند تأسیسات مکانیکی و الکتریکی سایت و... از جمله عواملی هستند که در انتخاب مشخصات و نوع دستگاه و تجهیزات بالابری و کمک بالابری تأثیرگذار می باشند. هر دستگاه باربرداری، خصوصیات منحصر به فرد خود را دارد. معمولاً اولویت اول برای تمامی عملیات باربرداری، استفاده از تجهیز باربرداری مناسب مطابق با تناژ موردنیاز بار مربوطه می باشد. عواملی مانند تنوع زیاد جرثقیل ها، در دسترس بودن آسان و سریع، ایمنی بالا نسبت به دیگر تجهیزات باربرداری، امکان انجام انواع حرکات در باربرداری از جمله بالا و پایین کردن بار، گردش حول محور خود و نیز حرکت با بار در مسافت های کوتاه در بعضی موارد؛ و نیز نگهداشتن بار در ارتفاع تا مدت زمان نسبتاً طولانی از جمله عواملی هستند که استفاده از جرثقیل ها را نسبت به دیگر تجهیزات باربرداری پرکاربردتر و مناسب تر کرده است. اما بعضی مواقع بسته به نوع فعالیت، تجهیزات دیگر مانند انواع لیفتراک ها (شامل فورک لیفتراک، تاپ لیفتراک، ساید لیفتراک، ریچ استاکر و...)، انواع بالابرهای کار در ارتفاع دارای پلت فرم های مخصوص حمل نفر و بار، انواع نگهدارنده های دستی و ماشین آلات صنعتی سنگین کاربرد دارند. استفاده از هریک از این دستگاهها، شرایط و اصول ایمنی و کاری مربوط به خود را می طلبد. در ادامه درمورد انواع باربرداری هایی که در شرایط مختلف در سایت پالایشگاه فاز ۱۴ انجام گرفته و رعایت اصول درست هریک بحث و تبادل نظر خواهد شد. همچنین ارزیابی ریسک درمورد انواع باربرداری ها در سایت پالایشگاه در طول ۱۲ ماه اخیر انجام گرفته که نتایج آن در ادامه ارائه و توضیح کامل داده خواهد شد. از جمله عملیات باربرداری که اینجا بحث خواهد شد عبارتست از:

- a. باربرداری بارهای لوله ای شکل (Handling of Tubulars)
- b. عملیات باربرداری با جرثقیل های متحرک (Mobile Crane)
- c. عملیات باربرداری با جرثقیل های سقفی و دروازه ای (Overhead & Gantry Crane)
- d. عملیات باربرداری نزدیک خطوط و کابل های الکتریکی انتقال برق
- e. عملیات باربرداری دوسویه یا چندسویه (استفاده از دو یا چند جرثقیل همزمان برای بلند کردن یک بار Tandem Lifting)
- f. عملیات باربرداری با لیفتراک ها و تراک های انجام عملیات سنگین صنعتی
- g. عملیات باربرداری با تجهیزات باربرداری پرسنلی (Man Basket) یا بالابرهای کار در ارتفاع

۲. باربرداری بارهای لوله ای شکل (Handling of Tubulars)

۲-۱. باربندی بار لوله ای شکل

برای داشتن یک عملیات باربرداری ایمن در باربرداری انواع بارهای لوله ای شکل، فقط لوله های دارای یک قطر یا یک اندازه و دارای طول تقریباً برابر باید با هم پکیج و دسته بندی شوند. تعداد لوله های هر دسته باید براساس میانگین گیری از کل لوله های موجود و طوری بسته شوند که به هیچ وجه در حین باربرداری یا تخلیه بار از هم جدا و دچار لغزش نشوند. در صورتی که قطر نامی هر لوله بیشتر از 5.5 ft (معادل 167.64 cm) باشد، بهتر است هر لوله را بصورت تکی باربرداری کرد. (درواقع هر لوله را بعنوان یک دسته در نظر گرفت). تمامی لوله ها باید توسط دو اسلینگ محکم و سالم بسته شوند، با طول و مقدار SWL (بار کاری مجاز) یکسان. اسلینگ های باربندی باید با فاصله های دقیقاً مساوی از انتهای بار (تقریباً 25% از طول کل لوله) بسته شوند (شکل ۱)؛ در اینصورت بهتر است با بلت ها (وایرهای) دو لا و کاملاً دور تا دور لوله بصورت محکم بسته شوند بخصوص زمانی که از اسلینگ های فولادی یا نوارهای نایلونی کاهنده فشار (نوارهای جاذب فشار) برای باربرداری استفاده می شود. در صورتی که بار لوله ای شکل، دارای وزن نامتقارن در طول آن باشد (یعنی یک طرف بار سنگین تر از طرف دیگر آن باشد) بدلیل اینکه مرکز ثقل بار در وسط بار قرار نداشته و نزدیک به انتهای سنگین بار قرار دارد، باید یکی از اسلینگ های باربرداری را در فاصله ی نزدیکتر به انتهای قسمت سنگین تر آن بار بست تا تعادل نسبت به مرکز ثقل بار برقرار گردد. اسلینگ باربرداری باید دارای طول کافی برای بستن کامل دور تا دور لوله باشد. به هیچ وجه نباید دو اسلینگ کوتاه را با تجهیزات مختلف متصل کننده مانند چشمی، بست، اتصالات، کابل و وایر به هم وصل کرد. از محکم بسته شدن و سفت بودن نگهدارنده های انتهای اسلینگ ها (مانند U-Bolt ها) باید اطمینان کامل حاصل شود.



شکل ۱: شماتیک باربندی بار لوله ای شکل

۳. عملیات باربرداری با جرثقیل های متحرک (Mobile Crane)

تمامی پرسنل درگیر در باربرداری بخصوص ریگرها و نفراتی که مستقیماً در باربرداری نقش دارند باید از شرایط جوی و سرعت باد قبل از شروع به کار باربرداری مطلع گردند. زمانی که سرعت باد باعث ایجاد مشکل و محدودیت کاری شده و یا بیش از حد مجاز دستورالعمل سازنده ی جرثقیل باشد، عملیات لیفتینگ یا باید متوقف گردد یا جرثقیل باید به مکان امنی منتقل گردد. پرسنل باربرداری باید مطمئن گردند که خاک زمین محل باربرداری یا هر وسیله ای که بعنوان ساپورت در باربرداری عمل می کند توانایی تحمل بار و وزن جرثقیل را داشته و برای

عملیات لیفتینگ در آن نقطه مناسب می باشد و شرایط فعالیت مطابق با دستورالعمل های سازنده جرثقیل را دارا می باشد. همچنین جرثقیل باید به اندازه ی شعاع کاری محاسبه شده در Lifting Plan از بارهای اطراف خود فاصله داشته باشد. هنگام جانمایی یک جرثقیل روی زمین و آماده شدن برای جک زدن، جک های پایه ی تعادلی دستگاه باید در صورت وجود جای مناسب بطور کامل باز شوند تا از ناپایداری یا واژگونی آن جلوگیری بعمل آید. میزان بازشدگی جک های پایه ی جرثقیل باید مطابق با لودچارت شرکت سازنده ی جرثقیل برای بار موردنظر باشد. در هنگام جک زدن باید همیشه مراقب تأسیسات الکتریکی و مکانیکی زیر زمین بود که فشار بیش از اندازه ی جک ها باعث خسارت به تأسیسات مختلف زیرزمینی نشود. لازم بذکر است حرکت جرثقیل داخل سایت چه با بار و چه بدون بار در حالت بیرون بودن جک های پایه جرثقیل حتی به اندازه ی بسیار کم نیز مجاز نیست. همچنین بوم جرثقیل باید کاملاً بسته و در جهت حرکت جرثقیل جمع شود. درمورد جرثقیل های برجی، باید بوم را در خلاف جهت دوران آن قفل کرد. قلاب جرثقیل نیز باید توسط کابل های مخصوص محکم بسته شود تا از تاب خوردن آزادانه آن جلوگیری بعمل آید. وزنه های تعادلی جرثقیل نیز باید کاملاً محکم مهار و قفل شده و تحت هیچ شرایطی نباید بیشتر از وزن پیشنهادی سازنده جرثقیل باشد.

براساس استاندارد ASME B30.5، بازرسی های روزانه از جرثقیل های متحرک باید شامل :

- بازرسی چشمی از وضعیت سازه ی اصلی جرثقیل از نظر هرگونه شکستگی، ترک و ...
- بازرسی چشمی از وضعیت کل بوم جرثقیل شامل بوم های تلسکوپی یا تمام اجزای بوم خشک از نظر هرگونه شکستگی، ترک و ...
- بازرسی از وینچ، درام و کل وایرراپ سیستم باربرداری جرثقیل
- بازرسی وضعیت سیستم هیدرولیک جرثقیل بانضمام تمامی متعلقات آن شامل مخزن روغن هیدرولیک، تمامی شیلنگ ها، شیرها، اتصالات و ... از نظر روغن ریزی و سالم بودن آنها
- بازرسی از وضعیت سیستم لیمیت سوئیچ های (قطع کن های) جرثقیل شامل قطع کن های بالابری قلاب های اصلی و فرعی برای ممانعت از برخورد با سر بوم جرثقیل، سیستم قطع کن افزایش بیش از حد باربرداری (Over Load)، سیستم قطع کن افزایش بیش از حد زاویه بوم جرثقیل (Over Luffing) و سیستم قطع کن زاویه ی چرخش جرثقیل حول محور خود (Swinging)
- بازرسی وضعیت تمامی لاستیک ها یا چرخ زنجیرهای جرثقیل
- بازرسی وضعیت کابین و عملگرهای جرثقیل شامل پدال ها و لیورهای سیستم باربرداری
- بازرسی وضعیت سیستم کامپیوتر جرثقیل برای نشان دادن عملکرد صحیح جرثقیل مطابق با جدول بار
- بازرسی وضعیت قلاب، قرقره ها و بلاک های بالا و پایین جرثقیل و تمامی متعلقات آنها

۴. عملیات باربرداری با جرثقیل های سقفی و دروازه ای (Overhead & Gantry Crane)

اپراتور یا سوپروایزر لیفتینگ سایت باید روزانه مطابق با استاندارد، جرثقیل را چک کرده و در صورت وجود هرگونه مشکل و ایراد فنی در قطع کن ها، وایرراپ ها، زنجیرها یا دیگر اجزاء مهم دستگاه باید کار را تعطیل و

تعمیرات لازم صورت پذیرد. تحت هیچ شرایطی نباید بیش از رنج ظرفیت اسمی جرثقیل و تجهیزات کمک باربرداری از آنها استفاده کرد. اسلینگ ها، زنجیرهای باربرداری و دیگر متعلقات آنها باید قبل از باربرداری کاملاً محکم به قلاب بسته شوند. هرنوع لقی در هریک از تجهیزات باربندی را باید قبل از شروع بکار باربرداری از بین برد.

به منظور جلوگیری از تاب خوردن بار، راهکارهای زیر را می توان بکار برد:

- قراردادن قلاب بالابری دقیقاً بالای بار و در مرکز ثقل بار قبل از باربرداری و جلوگیری از تکان خوردن بار هنگام آویزان بودن بار از قلاب بالابری
- باقیماندن حداقل ۵ دور وایر بر روی درام وینچ بالابری در هر شرایطی

زمانی که بار موردنظر نزدیک به رنج ظرفیت اسمی جرثقیل می باشد، باید قبل از انجام باربرداری، ترمزهای بالابری و همچنین سیستم قفل بار جرثقیل را با برگرداندن سوئیچ اصلی یا فشاردادن دکمه ی OFF پس از بلندکردن بار به ارتفاع بسیار کم (در حد چند سانتیمتر) از زمین تست کرد. اگر ترمز عمل نکرد یا با افت ارتفاع داشت باید به آهستگی بار را بر روی زمین قرار داده و عملیات لیفتینگ را متوقف کرده و بلافاصله وضعیت به وجود آمده را به واحد فنی یا تعمیرات سایت گزارش داده و تا زمانی که تعمیرات لازمه روی جرثقیل انجام نشده است تحت هیچ شرایطی نباید از جرثقیل مزبور استفاده کرد. قبل از حرکت دادن ترولی بر روی پل جرثقیل، همچنین قبل از حرکت پل طولی جرثقیل های سقفی، باید از فاصله داشتن بار از روی زمین اطمینان کامل حاصل کرد. در صورت امکان، بهتر است بار حداقل 300mm از موانع اطراف فاصله داشته باشد. بار موردنظر را فقط به میزان ارتفاعی که در Lifting Plan قید شده بالا برده و به منظور کاهش ریسک، از دادن ارتفاع بیش از حد ممانعت بعمل آید. به هیچ عنوان بار آویزان شده از قلاب بالابری جرثقیل را با کابل های اتصالی به آن نباید هول داد چرا که باعث وارد شدن تنش های یکباره ای ناشی از تکان های ایجادشده توسط هول دادن بار به جرثقیل می شود. ذکر این نکته ضروریست که اپراتور تنها در صورتی امکان ترک بار آویزان شده را دارد که بار موردنظر را روی سطح زمین قرار داده و از بی بار بودن جرثقیل کاملاً اطمینان حاصل گردد. در صورت ایجاد افت توان الکتریکی، کنترلر جرثقیل را در حالت OFF قرار داده تا از واردشدن شوک ناشی از برقراری مجدد توان الکتریکی به دستگاه جلوگیری بعمل آید. قطع برق سیستم بالابری جرثقیل در حالت فعالیت ناایمن یا حالتی که احتیاج به تعمیرات دارد منجر به پروسه قفل کل سیستم خواهد شد.

براساس استاندارد ASME B30.2، بازرسی های روزانه از جرثقیل های سقفی یا دروازه ای باید شامل :

- چک کردن هر عضو لقی یا مفقود شده یا ساییده شده یا خراب شده جرثقیل
- چک کردن توقف دهنده های انتهایی پل های طولی و عرضی جرثقیل (End Stop) که وظیفه ممانعت از برخورد ترولی به انتهای تیرک ها را دارند.

- اطلاع از محل سویچ قطع کننده / قفل کننده اضطراری بار و بررسی وضعیت آماده بکار بودن آن که وظیفه قطع برق سیستم بالابری و درنهایت قفل سیستم را بر عهده دارد. محل دسترسی به این سویچ باید آسان و براحتی در دسترس و در حالت قفل باز (Unblocked) باشد.

- چک کردن قطع کن های بالابری از طریق بالابردن آهسته بلاک تا نزدیک سویچ قطع کننده.

- چک کردن قرارگیری دقیق و ایمن وایر روی شیار قرقره ها و درام بدون هیچگونه لقی یا روی هم افتادگی وایرها

- چک کردن عملکرد حرکتی جرثقیل در همه ی راستاهای حرکتی آن (بالا، پایین، چپ و راست) حداقل تا فاصله ی کوتاهی به میزان 300 تا 600 میلیمتر و گوش دادن به هر صدای غیر معمولی و جستجو برای مشاهده هرگونه حرکت غیر معمول

- در زمان حرکت جرثقیل سقفی روی ریل ها، دقت کردن به محل قرارگیری چرخ ها روی پل های طولی و عرضی که فاقد هرگونه نامتوازی بوده و دقیقاً روی ریل های پل ها حرکت کنند.

- چک کردن بلاک و متعلقات آن و تمامی قلاب ها. قلاب ها باید فاقد هرگونه شکستگی، ترک، بازشدگی دهانه، خمیدگی بیش از حد یا پیچ خوردگی باشند. هر قلاب باید دارای یک مهار باشد (مگر اینکه شرایط کاری بگونه ای باشد که وجود مهار روی قلاب باعث ایجاد مشکل برای آن فعالیت شود) که بطور اتوماتیک باز و بسته شده و در دهانه قلاب قرار گیرد. قلاب ها باید قابلیت چرخش آزادانه داخل بلاک را داشته باشند. حفاظ قرقره ها نباید با وایرهای عبوری از شیار قرقره ها و نیز خود قرقره ها کوچکترین تماسی داشته باشند.

- پایین آوردن بلاک جرثقیل به پایین ترین ارتفاع ممکنه به منظور:

- چک کردن وایرراپ جرثقیل از نظر کاهش قطر احتمالی نامی وایر. در صورت کاهش قطر وایر، احتمال ارتجاعی شدن وایر در چند نقطه، خوردگی یا شکسته شدن هسته وایر یا ساییدگی بیش از حد وایر وجود دارد.

- چک کردن قطع کن کاهش ارتفاع (در صورت وجود) و همچنین چک کردن اینکه در پایین ترین نقطه بلاک، حداقل 5 دور وایر روی درام وینچ بالابری جرثقیل مانده باشد.

- بررسی کل طول وایر برای تعیین وایرهای شکسته در هر استرنده یا گام وایر و مقایسه با حد مجاز قید شده در استاندارد ASME برای تعداد وایر شکسته در هر طول گام یا استرنده وایر.

- پیچ خوردگی، له شدگی، شکستگی، آسیب حرارتی، حالت قفس پرنده شدن وایر.

پروسه توقف باربرداری باید مطابق زیر انجام پذیرد :

قراردادن جرثقیل در محل مناسب فاقد هرگونه موانع، پایین آوردن بار و تجهیزات کمک بالابری از قلاب، پایین آوردن بلاک در محلی فاقد موانع؛ پرسنل و وسایل مختلف، گرفتن ترمز، اطمینان حاصل کردن از کنترلر جرثقیل که در وضعیت خلاص بوده و فشار دادن دکمه STOP، خاموش کردن سویچ های سیستم های بالابری اصلی و فرعی.

۵. عملیات بابررداری دوسویه یا چندسویه (استفاده از دو یا چند جرثقیل همزمان برای بلند کردن یک بار Tandem Lifting)

انجام لیفت دو یا چند سویه (استفاده از دو یا چند جرثقیل برای یک بار) که معمولاً دلیل انجام آن، سنگینی بیش از حد بار برای یک جرثقیل می باشد باید بعنوان آخرین گزینه برای انجام لیفت مدنظر قرار بگیرد. براساس ویرایش جدید استاندارد ASME B30.5 که شرایط و مشخصات لیفت های بحرانی (Critical Lifts) را در انتهای استاندارد ارائه داده است، تمامی لیفت های دوسویه (چند سویه) باید تنها توسط مهندس لیفتینگ سایت و مدیر سایت مجوز گرفته و براساس ارزیابی ریسکی به انجام برسد که مشخص کند دیگر راههای بابررداری برای لیفت کردن بار موردنظر عملی و شدنی نیست. عملیات لیفتینگ دوسویه باید تنها بوسیله تجهیزات بابررداری آماده و مجهز دارای شاخص مقدار بار و رنج ظرفیت اسمی آنها انجام پذیرد. این لیفت ها همیشه باید بعنوان بک عملیات لیفتینگ غیر روتین و سنگین تلقی شده و تمامی اصول مربوط به این نوع لیفت ها باید برای لیفت های دوسویه مدنظر قرار گیرد. بعلاوه، موارد زیر نیز باید همواره برای مکان بابررداری لحاظ گردد:

- موقعیت مکانی بار و جرثقیل باید با دقت تمام در Lifting Plan و نقشه های از قبل آماده شده سایت مشخص و ارزیابی دقیق شده و قبل از شروع عملیات بابررداری توسط نفرات کنترل کننده بابررداری مورد نقد قرار گیرد.
- مشخصات و وضعیت بابررداری هر دو (چند) جرثقیل شامل رنج ظرفیت مجاز هر جرثقیل؛ سرعت بالا و پایین آوردن بار و همچنین جابجایی افقی بار در سایت توسط جرثقیل ها باید در Lifting Plan از قبل بصورت دقیق مشخص و تعیین گردیده باشد.
- محدوده محل بابررداری باید توسط فنس یا نوارهای خطر محصور شود بگونه ای که مجوز کار به هیچ یک از نفرات دیگر در محدوده لیفت دوسویه داده نشود.
- تمامی کارهای تست مربوط به عملکرد جرثقیل مانند توان بابررداری هر جرثقیل، نحوه جابجایی هر جرثقیل، سیستم قفل و ترمز بار هر جرثقیل، سیستم کنترلی و ایمنی هر جرثقیل باید قبل از شروع عملیات بابررداری توسط بازرس ذیصلاح یا شخص دارای صلاحیت انجام شود.
- فقط و فقط یک نفر برای علامت دادن به اپراتور های هر دو جرثقیل مشخص و تعیین می شود و این شخص باید بگونه ای قرار گیرد که در معرض دید مستقیم هر دو اپراتور باشد.
- به محض اعلام شروع، هر دو جرثقیل باید به آهستگی همزمان با هم شروع به لیفت کنند بگونه ای که از همان ابتدا، محدوده ی بار محاسبه شده برای هر جرثقیل دقیقاً بین آنها تقسیم گردد.
- باید به این نکته توجه کرد که در صورت حرکت بار از وضعیت افقی به عمودی، وزن بر روی هریک از جرثقیل ها به میزان قابل توجهی تغییر می کند زیرا مرکز ثقل بار در این شرایط کاملاً جابجا می شود.

۶. عملیات باربرداری نزدیک خطوط و کابل های الکتریکی انتقال برق

اگر هر جزء از جرثقیل شامل وایرراپ ها، اسلینگ ها یا تجهیزات باربندی دیگر هرگونه تماس یا اصابت با خطوط الکتریکی یا کابل های الکتریکی داشته باشند، ریسک ایجاد خطر را افزایش داده و ممکن است باعث ایجاد یک اتفاق مهیب شود. در حالت کلی، نفرات کنترل کننده باربرداری باید مطمئن شوند که جرثقیل در شرایط زیر کار نمی کند:

- فاصله ی حداقل 15 متری (50 فوتی) بعلاوه ماکزیمم طول بوم قابل دسترسی بصورت افقی از خطوط کابل برق برای جرثقیل های سقفی حرکت کننده بر روی برج های فولادی ، یا فاصله ی حداقل 9 متری (30 فوتی) بعلاوه ماکزیمم طول بوم قابل دسترسی بصورت افقی برای جرثقیل های حرکت کننده روی برج های چوبی، بتنی یا پایه فولادی.

علاوه بر این، برای کنترل کننده های باربرداری باید این موارد را نیز همواره مدنظر داشت: ایزوله کردن جریان های الکتریکی در صورت امکان، تأثیر آب و هوا بر روی ایمنی کار و استفاده از موانع فیزیکی برای خطوط الکتریکی مانند پست های برق. جرثقیل ها نباید برای بلند کردن متریال نگهداری شده زیر خطوط فشار قوی برق استفاده شوند. خطوط انتقال برق و دیگر تجهیزات الکتریکی همواره باید بعنوان یک خطر زنده تلقی شوند مگر اینکه توسط اپراتورها و نفرات مسئول، ایمن و مرده اعلام شوند. اپراتورهای جرثقیل نباید به هیچ وجه به پوشش وایرینگ کابل های الکتریکی اعتماد کنند. هرجایی که امکان تماس با خطوط فشار قوی برق وجود دارد باید برچسب های بادوام دارای علائم هریک بر روی آن نصب شود بگونه ای که در معرض دید اپراتور باشد. همچنین علائم هشداردهنده نیز باید همواره در تمامی نقاط دارای خطوط برق که احتمال برخورد بار و دست افراد با آنها وجود دارد نصب گردد. مطابق با استاندارد، باید فاصله ی مناسب از خطوط جریان برق، دستگاههای الکتریکی فشار قوی یا هر تجهیز در معرض القای الکتریکی رو باز یا بدون عایق مطابق با حداقل فاصله کاری ایمن (MSAD) را رعایت کرد. (جدول شماره ۱). جدول زیر، حداقل فاصله ی دستگاهها با جریان های الکتریکی مختلف را نشان می دهد.

جدول ۱: حداقل فاصله ی دستگاهها با جریان های الکتریکی

Voltage Range (Phase to Phase)	MINIMUM SAFE APPROACH DISTANCE in Feet (Meters)
0 to 300V	AVOID CONTACT
Over 300V to 50 KV	10 (3)
Over 50KV to 200KV	15 (5)
Over 200 KV to 350 KV	20 (6)
Over 350 KV to 500 KV	25 (8)
Over 500 KV to 750 KV	35 (11)
Over 750 KV to 1000 KV	45 (14)

۷. عملیات بابررداری با لیفتراک ها و تراک های انجام عملیات سنگین صنعتی

۷-۱. بازرسی روزانه / بازرسی قبل از شروع به کار دستگاه

این بازرسی ها باید براساس استاندارد ASME B56.1 قبل از شروع بکار هر روز توسط اپراتور یا سوپروایزر لیفتینگ انجام شده و مستندسازی و مکتوب گردند. درواقع یکی از برنامه های روزانه ی اپراتور یا سوپروایزر لیفتینگ، بازرسی روزانه از دستگاه مطابق با چک لیست های استاندارد و ثبت در بایگانی روزانه مربوط به همان دستگاه است. این بازرسی های روزانه، علاوه بر بالا بردن ایمنی کار، این امکان را فراهم می کند که هر روز از وضعیت سلامت دستگاه اطلاع داشته و در صورت ایجاد هرگونه نقص فنی یا مشکلی، بلافاصله نسبت به تعمیرات لازمه اقدامات موردنیاز صورت پذیرد.

۷-۲. انجام عملیات

المان ها و تکنیک های کلیدی برای داشتن یک عملیات بابررداری ایمن در بابررداری با انواع لیفتراک ها در زیر توصیف می شوند. البته ممکن است بسته به نوع فعالیت، شرایط محیطی کارگاه و... قوانین مرتبط با شرایط آن محل وضع گردد.

- قبل از انجام هر کاری، اپراتور موظف است اقدامات زیر را انجام دهد:
 - انجام بررسی های قبل از شروع بکار به منظور تعیین میزان آماده بکار بودن دستگاه. در صورت عدم سالم بودن کنترلرهای مختلف دستگاه، اپراتور مسئول ارائه گزارش به سوپروایزر می باشد. تعمیرات و تعویض قطعات در صورت نیاز، باید قبل از شروع بکار انجام گیرد.
 - اطمینان حاصل کردن از بازرسی شدن و تست کامل دستگاه توسط شرکت بازرسی ثالث دارای مجوز با مشاهده ی تاریخ اعتبار گواهینامه ی صادرشده.
 - چک کردن سقف کابین دستگاه به منظور سالم بودن آن بخصوص در مکان های سقف دار، چک کردن سیستم روشنایی دستگاه و سیم کشی های الکتریکی آن، چک کردن سیستم لوله ها، اسپرینکلرها و...
- در طول انجام عملیات، اپراتور باید اقدامات زیر را انجام دهد:
 - با سرعت مناسب مطابق با قوانین داخلی سایت و متناسب با شرایط دستگاه خود(شرایطی مانند ابعاد دستگاه، بار، وضعیت سطح زمین و...) رانندگی کرده و مراقب موانع موجود باشد.
 - اطمینان از عدم وجود نفرات مختلف در شعاع کاری دستگاه قبل از شروع بکار یا حرکت با دستگاه
 - اطمینان از مناسب بودن سطح زمینی که دستگاه بر روی آن در حال حرکت است از نظر برآمدگی ها، ناصافی ها و از نظر نرم بودن یا سخت بودن خاک سطح زمین.
 - به منظور جلوگیری از خطر واژگونی دستگاه، حرکت با بار در مکان های با شیب بیش از حد نباید انجام گیرد
- بویژه حرکت بر روی سطوح غیریکنواخت و دارای شیب زیاد. لیفتراک ها برای جابجایی بار در سطوح خیلی شیب دار مناسب نیستند(در حالت کلی، لیفتراک ها را می توان رو به جلو یا دنده عقب روی سطوح کمی شیب

- دار حرکت داد یا در مسیرهایی که شیب اندکی دارند. در اینصورت باید دیرک ها و فورک ها را اندکی به عقب متمایل کرد تا از واژگونی یا واردشدن فشار زیاد به آن جلوگیری بعمل آید.)
- لیفتراک ها فقط باید برای باربرداری استفاده شوند آن هم در شرایط ایمن و دارای فورک ها و اتصالات سالم. به هیچ وجه نباید از لیفتراک ها برای بلندکردن بارهای بسیار عریض و نامتوازن استفاده کرد، بخصوص بلندکردن لوله های طویل مگر با بستن اتصالات مناسب به آن.
 - بالابردن افراد با لیفتراک ها به هیچ وجه مجاز نیست. برای بالابردن افراد باید از روشهای جایگزین مناسب و استاندارد مانند دستگاههای مخصوص بالابر نفر یا من بسکت ها ... استفاده کرد.

۷-۳. انجام عملیات روی زمین های ناصاف با تراک ها و لیفتراک ها

- انجام عملیات روی زمین های ناصاف با تراک ها و لیفتراک ها باعث خطرات محسوسی می شود که احتیاج به دقت و ملاحظات بیشتری در حین فعالیت دارد:
- اپراتور در اینگونه زمین ها باید سرعت حرکت دستگاه خود را به حداقل ممکن رسانده تا احتمال ریسک واژگونی دستگاه (بخصوص دستگاههای باری) ناشی از نابالانسی ایجاد شده حین حرکت روی زمین ناهموار و همچنین عدم تعادل دستگاه بدلیل انتقال وزن ناشی از نیروی زیادی که در اثر جهش های یکباره ی چرخ های دستگاه به آن وارد می شود به حداقل برسد.
 - چک کردن موانع بالاسری قبل از انجام لیفت و جابجایی بار با لیفتراک ها
 - رانندگی با تراک ها و لیفتراک ها در جاده های عبوری عمومی باید با حداقل سرعت ممکنه انجام پذیرد. زمانی که اپراتور مجبور به حرکت در جاده های عمومی باشد، بازوهای فورک های لیفتراک باید برداشته شود زیرا بجاماندن فورک ها روی لیفتراک یا حتی بستن فورک ها در شرایطی که کارایی ندارند ممکن است باعث ایجاد خطر برای دیگران شود. در صورتی که امکان جمع کردن فورک ها میسر نیست، فورک ها را باید به رنگ خاص رنگ آمیزی کرد یا به هر شکل دیگر که کاملاً تحت دید دیگران باشد.

۷-۴. تعمیرات

- اگر دستگاهی نیاز به تعمیر یا تعویض قطعه دارد، رهنمودهای زیر می تواند مفید باشد:
- در صورتی که دستگاه در شرایط ناایمن کاری قرار داشته یا فاقد کارایی مناسب باشد یا در شرایطی باشد که کار کردن با آن، باعث ایجاد خطر برای افراد و تجهیزات دیگر می شود باید بلافاصله دستگاه را خارج از سرویس کرده و به واحد تعمیرات سایت انتقال داد.
 - تعمیر یا تعویض هرگونه قطعه ی مهم و حیاتی هر دستگاهی باید بدون معطلی تحت نظر مکانیک و سوپروایزر تعمیرات انجام گیرد.
 - در تعمیرات یا تعویض قطعات دستگاه باید از قطعات اصلی شرکت سازنده دستگاه یا دیگر کمپانی های معتبر تولید کننده قطعات اصلی دستگاه باید استفاده گردد.

- تمامی فعالیت های تعمیراتی یا تعویض قطعات روی دستگاه باید مستند و در برنامه تعمیر و نگهداری (PM) ماهانه آن دستگاه بایگانی گردد.

۸. عملیات بابر داری با تجهیزات بابر داری نفر (Man Basket) یا بالابرهای کار در ارتفاع

۸-۱. بازرسی روزانه / بازرسی قبل از شروع بکار دستگاه

این بازرسی ها باید براساس استاندارد ASME B30.23 قبل از شروع بکار هر روز توسط اپراتور یا سوپروایزر لیفتینگ انجام شده و مستندسازی و مکتوب گردند.

۸-۲. اجرای عملیات

اپراتور تجهیزات لیفتینگ و بالابرهای کار در ارتفاع باید مطابق با ملزومات سازمان دهی شده و دستورالعمل های سازنده دستگاه با تجهیزات کار کنند. موارد زیر در این خصوص باید مدنظر قرار گیرد:

- قبل از شروع بکار باید:
 - دفترچه ی کاربردی و راهنمای دستورالعملی شرکت سازنده ی دستگاه را مطالعه کرده و راهکارهای ایمنی مرتبط با نحوه ی عملکرد هر دستگاه به نفرات درگیر در هر کار آموزش داده شود همچنین بر روی هر دستگاه، برچسب اخطارهای ایمنی باید نصب گردد.
 - انجام بررسی های پیش از کار برای تعیین میزان آماده بکار بودن دستگاه. در صورت عدم کارکرد مناسب کنترلرهای دستگاه، اپراتور مسئول اطلاع به سوپروایزر لیفتینگ می باشد. هرگونه تعمیر یا تعویض هر قطعه ای از دستگاه باید قبل از شروع بکار دستگاه انجام گیرد. اپراتور باید به تمامی برچسب های روی کنترلرهای دستگاه آگاهی و اشراف کامل داشته باشد.
 - تست و بررسی سالم بودن سیستم ارتباطی دستگاه. در صورت خراب بودن سیستم ارتباطی دستگاه، کار باید بلافاصله متوقف شده و تا زمان درست شدن آن نباید کار را شروع کرد.
- کلیه ی نفرات باید:
 - در حین بالارفتن، پایین آمدن و جابجایی، تمامی قطعات مربوط به بدنه، ابزارآلات و تجهیزات کمک بالابری و... را داخل پلت فرم دستگاه قرار دهند. هر دو دست نفرات قرار گرفته داخل پلت فرم بالابر باید آزاد باشد. ابزارآلات و تجهیزات کاری نفرات باید داخل جعبه ها یا بسته های مناسب قرار گیرد.
 - برای بالابردن پلت فرم باید از کابل و قرقره ی کوتاه که به تکیه گاه مناسب و استاندارد بسته شده باشد استفاده کرد. لازم به ذکر است برای هر تکیه گاه فقط یک کابل استفاده گردد.
 - کلیه ی آپشن های لازم برای کار در ارتفاع از قبیل دکمه ی توقف اضطراری، وسایل ارتباطی و دیگر ملزومات موردنیاز باید قبل از بالارفتن تهیه و در اختیار نفرات قرار گیرد.

- از تجهیزات بالا بر نفر و همچنین دستگاههای کار در ارتفاع به هیچ وجه نباید بیشتر از رنج ظرفیت اسمی آنها استفاده کرد مگر فقط برای انجام تست و بازرسی آن ها در حین بازرسی های دوره ای به منظور اخذ گواهینامه ی ایمنی آن تجهیز.
- همیشه باید به شرایط محیطی توجه کرد (مانند ماکزیمم سرعت باد که نباید بیشتر از 12.5 m/s باشد یا مقداری که خود شرکت سازنده در دستورالعمل ها ارائه داده است) همچنین نحوه ی استقرار دستگاه از نظر شیب محل قرارگیری آن قبل از شروع بکار.
- نکات زیر را باید برای انجام بهتر کار با تجهیزات کار در ارتفاع مدنظر قرار داد:
- چک کردن تمامی قطع کن ها و جک های پایه دستگاه در صورت وجود
- بررسی خطرات احتمالی محل کار نفرات در ارتفاع از قبیل: موانع بالاسری نفرات و کابل های فشار قوی جریان برق، خاکریزه های انباشته شده روی تجهیزات هوایی باقیمانده روی آنها، پیچ و مهره های لق احتمالی، عدم متعادل بودن پایه ی دستگاه و دیگر مخاطرات احتمالی در حین کار.
- ❖ نکته: برای پلت فرم های غیر عایق، پیشنهاد می شود به این صورت عمل شود: برچسبی بر روی آن نصب شود حاوی این متن: این دستگاه عایق نبوده و در برابر تماس یا مجاورت جریان برق ایمن نیست.
- مخاطرات حین کار:
- اپراتور باید از وضعیت سطح زمینی که دستگاه روی آن قرار گرفته آگاهی کامل داشته باشد. به هیچ وجه در حین کار نباید شیب دستگاه از حد مجاز بیشتر شود.
- نفرات قرار گرفته داخل پلت فرم را نباید در حین افزایش زاویه ی شیب سطح، ناهموار شدن یا قرار گرفتن روی سطح ناصاف، افزایش ارتفاع داد. همچنین نباید هنگامی که نفرات داخل پلت فرم هستند دستگاه از جایی به جای دیگر حرکت کند. تنها بالا و پایین شدن و چرخش حول محور خود دستگاه آن هم با رعایت تمامی احتیاطات مجاز است.
- قبل از حرکت روی هر سطحی مانند پل، تراک و... باید ظرفیت اسمی آن سطح برای سنجش میزان تحمل آن ارزیابی شود.
- شاسی دستگاه را در فاصله ی حداقل 2ft (0.6 m) از چاله، گودال، موانع و دیگر سطوح ناهموار و مخاطره آمیز باید قرار داد.
- افزایش دادن سطح پلت فرم بدون مجوز شرکت سازنده ی دستگاه مجاز نیست زیرا باعث کاهش پایداری دستگاه در مقابل وزش باد می شود.
- حداقل فاصله ی مجاز دستگاه از نفرات مجاور هنگام جابجایی یا چرخش حول محور خود 1.8m (6ft) می باشد.
- نکات زیر برای کار با من بسکت ها الزامیست:

- من بسکت ها تنها برای استفاده در شرایط اضطراری کاربرد دارند زمانی که راه جایگزین مناسب دیگری وجود نداشته و توسط مدیر سایت و مهندس اجرایی سایت کتباً مورد تأیید قرار گرفته باشد. به همین منظور، از یک جرثقیل متحرک مناسب و تأیید شده برای بستن من بسکت و بلند کردن آن استفاده می شود.
- ارتباط صدایی و تصویری مابین نفرات حاضر در من بسکت و اپراتور و نفر علامت دهنده باید همواره در حین عملیات لیفتینگ برقرار باشد. همچنین وسایل نجات مورد نیاز کار در ارتفاع برای هر نفر از قبیل کمر بند ایمنی و اتصالات مربوطه برای اتصال به قلاب جرثقیل که من بسکت به آن متصل شده باید در دسترس همه ی افراد حاضر در من بسکت قرار گیرد.
- در طول انجام عملیات کار با من بسکت، اپراتور جرثقیل و شخص علامت دهنده هیچ کار دیگه ای نباید انجام دهند جز راهنمایی و کنترل همان من بسکت مورد وظیفه ی خودشان.
- من بسکت های معلق در هوا نباید زمان وزش باد با سرعت بیش از 7m/s یا در شرایط آب و هوایی که ممکن است باعث مخاطرات احتمالی شود مورد استفاده قرار گیرد.
- ماشین آلاتی که در مجاورت جرثقیل حامل من بسکت مشغول فعالیت مشابه هستند و احتمال برخوردشان بدلائل مختلف کاری و آب و هوایی قرار دارد نباید همزمان با هم کار کنند. در این صورت باید به اندازه ی شعاع بوم جرثقیل ها حداقل از هم فاصله داشته باشند.
- ظرفیت اسمی جرثقیل حامل من بسکت تا حدود 10% رنج اسمی آن در هر شعاع کاری کاهش می یابد.

۹. ماتریس ارزیابی ریسک (RAM) (Risk Assessment Matrix)

RAM عبارتست از یک معیار تعیین سطح ارتباط هر نوع ریسک موجود با هر نوع کار مرتبط با آن پروسه ی کاری بواسطه ی ملاحظه ی میزان شدت بالقوه هر حادثه یا رویداد و احتمال اتفاق افتادن آن حادثه یا رویداد. (جدول شماره ۲)

❖ RAM (Risk Assessment Matrix) را می توان برای جایگشت های مختلف عملیات های مختلف بکار برد.

جدول ۲: ماتریس ارزیابی ریسک

میزان شدت	نتایج				احتمال افزایش				
	آسیب	تأثیر بدون آسیب	تأثیر بدون آسیب	بی اثر	A	B	C	D	E
					بسیار بعید (هرگز در صنعت مشاهده نشده)	نسبتاً بعید (کم در صنعت مشاهده شده)	محتمل (رخداد اتفاق افتاده)	بسیار محتمل (چندین بار در طول سال اتفاق افتاده)	نسبتاً قطعی (چندین بار در طول سال در یک مکان مشخص اتفاق افتاده)
0	تأثیر بدون صدمه	بدون آسیب	بدون تأثیر	بی اثر					

1	تأثیر بسیار اندک صدمه	آسیب بسیار اندک	تأثیر بسیار اندک	اثر ناچیز					
2	تأثیر کم صدمه	آسیب کم	تأثیر کم	اثر محدود					
3	تأثیر زیاد صدمه	آسیب متمرکز	تأثیر متمرکز	اثر قابل ملاحظه					
4	ناتوانی کامل دائمی یا ۱ تلفات	آسیب شدید	تأثیر زیاد	اثر ملی					
5	چندین تلفات	آسیب گسترده	تأثیر کلان	اثر بین المللی					

۹-۱۰. ارزیابی ریسک :

یک مقیاس نتایج از ۰ تا ۵ برای تعیین افزایش میزان شدت هر آیت استفاده شده است. نتایج بالقوه نسبت به نتایج واقعی دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. پس از ارزیابی نتایج بالقوه، احتمال رخداد آن ها براساس تجارب قبلی یا مدارک موجود بر روی محور افقی تخمین زده شده است که اغلب نتایج در صنعت، کارخانه یا واحدهای کوچکتر بصورت عملی مشاهده گردیده است. خاطرنشان می شود نباید این مسئله با احتمال اینکه خطر کاملاً از بین رفته اشتباه گرفت: این عبارتست از احتمال تقریبی نتایج اتفاقات.

توضیحات زیر می تواند به تعیین احتمال ارزیابی ریسک انجام شده مرتبط با عملیات لیفتینگ در پالایشگاه فاز ۱۴ کمک کند:

ریسک پایین : می تواند قابل قبول باشد اما کار باید بازبینی شود تا مشخص گردد آیا می توان آن ریسک را اندکی کاهش داد یا خیر.

ریسک متوسط : کار موردنظر فقط باید تحت مدیریت مناسب بعد از مشورت با اشخاص متخصص و تیم ارزیاب کننده با صلاحیت انجام گیرد. جایی که احتمال ریسک وجود دارد، کار باید مجدداً تعریف گردد تا خطرات مرتبط یا ریسک موجود نسبت به ابتدای کار بصورت دقیق محاسبه و کاهش یابد.

ریسک بالا : کار نباید انجام گیرد. در این صورت کار باید مجدداً تعریف یا اقدامات کنترلی بیشتری در محل حادثه برای کاهش ریسک قرار داد. اقدامات کنترلی جدید برای بهبود شرایط کار و نتایج حاصله باید مجدداً ارزیابی گردند.

۱۰. نتیجه گیری

انجام هر گونه عملیات لیفتینگ بدون رعایت اصول ایمنی مربوط به آن به هیچ وجه امکان پذیر نیست. بعبارت دیگر، لیفتینگ و ایمنی، دو جزء جداناپذیر از هم هستند. بسیاری از اصول ایمنی و کاری عملیات لیفتینگ برای

اکثر دستگاههای باربرداری یکسان هستند. در بعضی مواقع بسته به شرایط محیطی و فضای سایت موردنظر یا محل باربرداری که باعث ایجاد محدودیت هایی می شود لازم است مطابق با مطالب ارائه شده، فاکتورهای مختص به همان شرایط را پیش از شروع بکار عملیات فراهم کرد. آموزش های لازم به کلیه پرسنل قبل از مشغول به کار، بازرسی فنی اصولی قبل از استفاده از تجهیزات، استفاده از دستگاهها و تجهیزات باربرداری و کمک باربرداری سالم و ایمن متناسب با نوع فعالیت موردنظر، ارائه ی Lifting Plan دقیق قبل از شروع عملیات و انجام ارزیابی ریسک و ارائه ی آن به کلیه ی نفرات درگیر در پروسه ی باربرداری، رعایت دستورالعمل های ارائه شده قبل؛ حین و پس از انجام عملیات در کنار مدیریت دقیق و درست تمامی پرسنل و فعالیت های مرتبط با لیفتینگ موردنظر، پیش بینی مقابله با مخاطرات ناشی از انواع تأسیسات الکتریکی و مکانیکی قبل و حین انجام عملیات لیفتینگ و ارائه ی راه حل های مناسب و انجام کارهای اصولی مطابق با آنچه ارائه شد، از جمله مهم ترین فاکتورهای انجام موفقیت آمیز یک عملیات لیفتینگ می باشد. عدم رعایت اصول درست باربرداری مطابق با استانداردهای موجود بین المللی و تجارب متخصصان لیفتینگ، علاوه بر ایجاد خسارت های مالی به تجهیزات؛ تأسیسات و بار موردنظر، ممکن است صدمات جبران ناپذیری بر منابع انسانی نیز وارد گردد. لذا با رعایت موارد ارائه شده در این مقاله، از ابتدای فعالیت پالایشگاه گازی فاز ۱۴ پارس جنوبی تاکنون در زمینه ی عملیات لیفتینگ، کمترین مخاطرات ممکن انسانی و عملیاتی اتفاق افتاده است.

۱۱. منابع

۱. امیرنژاد، رضا و جعفری، سینا؛ ایمنی در جرثقیل ها، بالابرها و تجهیزات باربرداری؛ جرثقیل ها، انتشارات فدک ایستاتیس، چاپ سوم، تهران، ۱۳۹۳
۲. امیرنژاد، رضا و جعفری، سینا؛ ایمنی در جرثقیل ها، بالابرها و تجهیزات باربرداری؛ لیفتراک ها، انتشارات فدک ایستاتیس، چاپ سوم، تهران، ۱۳۹۳
3. Petroleum Development Oman L.L.C. Lift Planning/- Execution Procedure, 2015
4. ASME (American Society of Mechanical Engineering) B30.1 , B30.2 , B30.3 , B30.4 , B30.5 , B30.9 , B30.10 , B30.19, B30.23 , B30.26 , B30.27 , B30.28 .
5. Creating Lifting Plan Guidelines WG DRAFT for Industry and Public Comment, 2014.