اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

جک آپ

نزدیک به نیمی از دستگاه‌های حفاری فعال از نوع جک آپ می‌باشند. به صورت دقیق‌تر در حاضر از ۱۳۹۲ دستگاه انواع دستگاه حفاری موجود در جهان، ۶۵۷ دستگاه آن یعنی ۴۷٪ آنها جک آپ می‌باشد. همچنین از ۸۵۲ دستگاه حفاری فعال تعداد ۳۹۴ دستگاه از آن یعنی در حدود ۴۶٪ آن جک آپ می‌باشد. در خلیج فارس نیز همه ۱۳۹ دستگاه حفاری موجود از نوع جک آپ می‌باشند که در حاضر تنها ۱۰۰ دستگاه از آنها در حال حفاری می‌باشد. از سوی دیگر به دلیل عمق کم و شرایط خلیج فارس تقریباً همه دستگاه‌های حفاری در حال کار این منطقه از نوع جک آپ می‌باشند. به دلیل آنکه بخش عمده منابع گازی و بخش قابل توجهی از منابع نفت‌خام کشور در آب‌های خلیج فارس واقع شده‌اند در این قسمت به معرفی بیشتر این نوع دستگاه حفاری می‌پردازیم. این دستگاه حفاری به دلیل اینکه پایه‌های آن همانند جک می‌توانند دستگاه را بالا و پایین ببرند به Jackup معروف گشته است. اگرچه این دستگاه را به فارسی دکل خودبالابر نیز ترجمه نموده‌اند، اما به دلایلی بهتر است که از کلمه جک آپ استفاده کرد. یکی از این دلایل این است که کلمه جک در فارسی از گذشته استفاده شده و معمول شده است.

مهندس مسعود زیاری[1]، مهندس سید حمزه علم‌الهدی،
مهندس مجتبی خانی

۱ انواع جک آپ حفاری

آرایش و شکل ظاهری جک آپ‌ها معمولاً یکسان است و تفاوت آن‌ها تنها در تعداد پایه، شکل هندسی، نحوه اتصال و سیستم بالا و پایین بردن پایه‌ها و همچنین امکان فعالیت در شرایط سخت آب‌وهوایی می‌باشد. جک آپ‌ها را می‌توان براساس هر یک از عوامل اشاره شده تقسیم بندی نمود. تقسیم بندی براساس نحوه اتصال پایه‌ها با توجه به اینکه بر روی مکانیزم کلی دستگاه تاثیر می‌گذارد از اهمیت بیشتری برخوردار است. جک آپ‌ها از لحاظ نحوه اتصال پایه‌ها به دو گروه عمده زیر تقسیم می‌شوند:

» جک آپ با پایه‌های مستقل (Independent Leg Jack Up)

» جک آپ با پایه‌های وابسته (Mat Supported Jack Up)

همچنین جک آپ‌ها از نظر نوع پایه‌ها به دو نوع زیر تقسیم می‌شوند. بیشتر جک آپ‌ها از پایه‌های مشبک یا پایه‌های خرپای باز استفاده می‌کنند زیرا این نوع پایه ضمن داشتن استحکام لازم مشبک بوده و کمتر جریان آب بر روی آن تاثیر می‌گذارد:

» جک آپ با پایه‌های مشبک/ خرپا (Open-truss legs)

» جک آپ با پایه‌های ستونی/ استوانه‌ای (Columnar legs)

جک آپ‌ها با توجه به محل و نحوه قرار گرفتن تجهیزات حفاری به دو نوع زیر تقسیم می‌شوند. در سال‌های اخیر با توجه به مناسب‌تر بودن عملکرد نوع Cantilever بیشتر جک آپ‌ها از این نوع ساخته شده‌اند:

» جک آپ با مکانیزم پایه‌های مشبک/ خرپا (Cantilever type)

» جک آپ با مکانیزم تجهیزات حفاری به صورت کشویی (Stot type)

در ادامه این قسمت ابتدا به صورت کلی جک آپ‌ها را شرح داده و در ادامه بخش‌های مختلف آن را شرح می‌دهیم:

» جک آپ با پایه‌های مستقل

در این نوع دکل‌ها، حرکت پایه‌ها (Legs) مستقل از یکدیگر می‌باشد. به عبارت دیگر هر پایه می‌تواند مستقل از پایه‌های دیگر دکل به سمت بالا یا پایین حرکت نماید که این امر، نصب دکل در مناطقی که کف دریا شیب دار و یا ناهموار باشد، را امکان پذیر می‌سازد. نفوذ پایه‌ها در بستر دریا از اهمیت ویژه‌ای در نحوه استقرار و عملیات سکوی حفاری برخوردار است، به نحوی که هر قدر نفوذ پایه‌ها در بستر دریا بیشتر باشد، استقرار و پایداری سکو نیز بیشتر خواهد بود. از طرفی با افزایش نفوذ پایه‌ها در بستر دریا، خروج وآزادسازی آنها نیز مشکل‌تر خواهد شد. لذا با توجه به لزوم قابلیت تحرک و جابجایی سکوهای حفاری جک آپ، که بر مبنای آن پایه‌های سکو بایستی قابلیت تحرک و جدا شدن از بستر دریا را داشته باشند، در محل تماس پایه‌ها با بستر دریا مخازن فلزی مخروطی شکلی تعبیه می‌گردد که این مخازن Spud Can نامیده می‌شوند.

طراحی و هندسه Spud Canها می‌تواند استوانه‌ای، مخروطی و یا هیپربولیک باشد. قسمت زیرین Spud Can معمولاً نوک تیز و از فلزات مقاوم‌تر ساخته می‌شود تا در مناطقی که بستر دریا سفت است و نفوذ Spud Canها در کف دریا ناچیز است، از لغزش آن‌ها در بسترهای سنگی و نفوذ ناپذیر تا حد امکان کاسته شود.

» جک آپ با پایه‌های وابسته

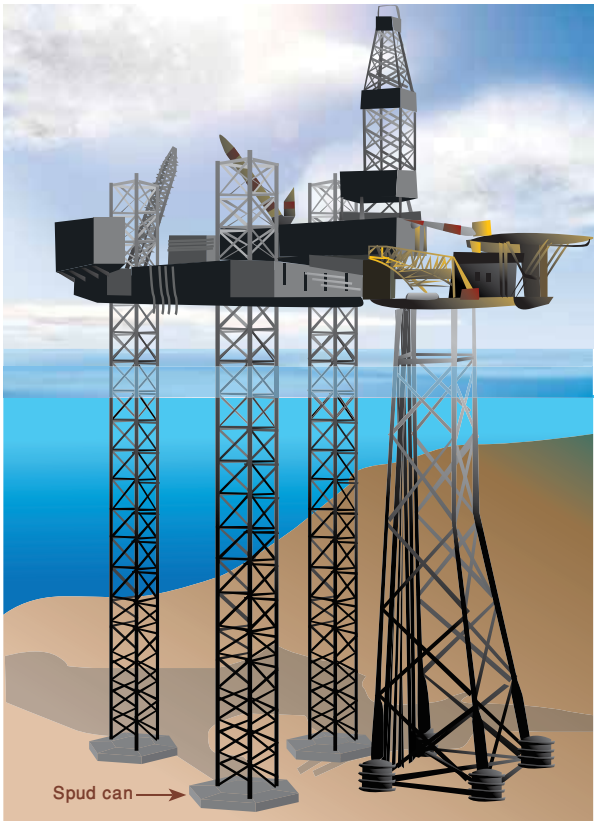
در این نوع از جک آپ‌ها کلیه پایه‌ها روی یک یا دو صفحه متصل به هم قرار می‌گیرند که این صفحه اصطلاحاً Mat نامیده می‌شود. Matها صفحات فلزی هستند که به تمام پایه‌ها متصل می‌شوند و برای کاهش فشار روی بستر دریا به کار می‌روند. Matها ممکن است، A شکل یا مستطیل شکل باشند و یا از دو صفحه متصل به هم (Twin Mat) تشکیل شده باشند. ابعاد کلی Matهای A شکل از ۵۰×۲۵ تا حدود ۷۵×۵۰ متر و سطوح تماس ۱۰۰۰-۳۰۰۰ متر مربع متغیر است. ابعاد Matهای مستطیل شکل نیز در بازه ۳۵×۲۵ تا ۶۰×۳۰ متر می‌باشد. Matها برای نصب روی بستر دریا با ساختار خاک نرم طراحی شده‌اند که سبب توزیع یکنواخت تنش زیر پایه‌ها می‌گردند. در جک آپ‌های با پایه‌های متصل، پایه‌ها معمولاً استوانه‌ای شکل و در موارد نادر و استثنایی مشبک هستند. مزیت Matها نسبت به Spud Canها، فرورفتگی کمتر آنها در خاک‌های نرم به علت شکل هندسی و سطح تماس زیاد آن‌ها با کف دریا می‌باشد که نتیجه آن افزایش قابلیت جک آپ‌ها در استقرار روی خاک‌های نرم است. بزرگترین مشکل این آرایش، در عدم امکان استفاده از آن در مناطقی که بستر دریا شیبدار یا ناهموار است، خلاصه می‌گردد. به دلیل عدم قابلیت این سیستم در مناطقی که بستر دریا ناهموار است، امروزه کمتر از این آرایش در ساخت جک آپ‌ها استفاده می‌شود. امروزه کاربرد این دکل‌ها تنها به آب‌هایی تا عمق ۵۰ متر و برای مناطقی که کف دریا هموار است، محدود می‌شود.

باید توجه داشت که تقسیم‌بندی‌های اشاره شده در این بخش تقریباً از یکدیگر مستقل می‌باشند. به همین دلیل ۴ نوع دستگاه حفاری زیر وجود دارد:

1. ILC[Independent Leg Cantilever]
2. ILS[Independent Leg Slot-type]
3. MC[Mat-supported Cantilevered]
4. MS[Mat-supported Slot-type]

جک آپ‌ها بیشتر برای عمق آب ۷۵ تا ۱۲۰ متر ساخته می‌شوند. کمترین عمق با ۹ متر متعلق به دستگاه حفاری ShengLi ۳ متعلق به کشور چین و بیشترین عمق با ۱۷۵ متر متعلق به دستگاه در حال ساخت Dubai Expo ۲۰۲۰ NS می‌باشد.

شکل ۱ یک دستگاه جک آپ حفاری را که درکنار یک سکوی بهره‌برداری قرار گرفته است را نشان می‌دهد. در این شکل همچنین Spud Canهای پایه‌ها نیز به خوبی مشاهده می‌شوند. یکی دیگر از موضوعات مربوط به جک آپ، امان استفاده از آن در شرایط سخت و دشوار آب و هوایی می‌باشد. جک آپ شکل روبرو یک جک آپ مناسب اینگونه آب و هوا می‌باشد.



شکل ۱: جک آپ در کنار یک سکو بهره‌برداری

در دستگاه حفاری دریایی سازه دکل و دکل به صورت ثابت بوده و مانند دستگاه خشکی نیاز به برپایی و خواباندن ندارد، چرا که یک دستگاه حفاری دریایی پس از اتمام عملیات حفاری در محل مورد نظر، پس از شناور شدن سکو بر روی سطح آب بوسیله ۳ دستگاه یدک کش دریایی ازسه نقطه مهار شده و به جایگاه جدید منتقل می گردد.

معمولاً جنس سازه دکل در دستگاه‌های دریایی بدلیل شرایط محیط گالوانیزه می‌باشد تا در مقابل عوامل خوردگی محیط مقاومت بیشتری داشته باشد . علاوه بر آن معمولاً در دستگاه حفاری دریایی پایه‌ها و سازه دکل به سیستم حفاظت از خوردگی کاتدی مجهزمی‌باشد. این سیستم دارای مجموعه‌ای از آندهای فداشونده است، که در بخش های مختلف سازه نصب می گردد. این آندها بدلیل جنس خاص پیش از نفوذ عوامل محیطی به سازه اصلی دچار خوردگی شده و از آسیب دیدن سازه اصلی جلوگیری بعمل می آورند.

۲ اجزاء جک آپ

یک دستگاه حفاری دریایی از نوع جک آپ به صورت کلی از دو بخش بدنه (Hull) و پایه‌ها (Legs) تشکیل شده و سایر بخش های بر روی بدنه قرار گرفته یا به پایه‌ها متصل می‌شوند. برخی از این بخش ها عبارتند از: دکل (Derrick)، پمپ گل حفاری، جرثقیل ها، Top drive، هلی پد، ژنراتورها و سیستم برق، سیستم ارتباطی و مخابراتی، محل اسکان و دفاتر اداری و ... جدول ۱ مشخصات چند نمونه جک آپ متعلق به شرکت های مختلف را نشان می دهد. هدف از ارائه این جدول ضمن آنکه لیستی از اجزاء جک آپ را ارائه می کند، حاوی مقادیر نمونه در دکل های مختلف نیز می‌باشد ویک برآوردی از مقادیر در این دستگاه‌ها را در اختیار می گذارد. یک دستگاه حفاری دریایی دارای طبقات مختلف می‌باشد، در بالاترین طبقه که حکم عرشه را دارد اردوگاه و محل استراحت پرسنل قرارگرفته است، در سمت دیگر تجهیزات سکوی حفاری نصب گردیده در یک طبقه زیر عرشه مخازن ذخیره گل، طبقه پایین تر پمپ‌های گل و در پایین ترین طبقه موتورخانه شامل دستگاه دیزل ژنراتور و اتاق کنترل واقع شده است در دستگاه‌های دریایی یونیت سیمان‌زنی و همچنین وایرلاین به صورت ثابت وجود دارد. در دو سمت سکوی حفاری دریایی ۲ دستگاه جرثقیل نصب گردیده. این جرثقیل ها جهت تخلیه و بارگیری یدک کش هایی که ملزومات عملیات حفاری را به دستگاه منتقل می کند استفاده می شود. موتورهای مورد استفاده در دستگاه‌های دریایی از نظر سیستم خنک کننده و افترکولر با موتورهای مورد استفاده در دستگاه‌های خشکی متفاوت است. سیستم خنک کننده در این موتورها بدلیل محدودیت فضا و قرار گرفتن در محیط بسته شامل یک عدد مبدل حرارتی از نوع پوسته با لوله های داخلی می باشد و نحوه کار به صورتی است که آب دریا بوسیله پمپ از درون لوله های مسی عبور کرده و با عبور آب درون موتور از قسمت بیرونی تبادل حرارتی صورت می گیرد. با توجه به خورندگی آب شور دریا، لوله های این مبدل حرارتی و همچنین سیستم خنک کن روغن و خنک کننده بعدی (After cooler) باید مقاومت بالایی در مقابل اثرات خوردگی آب دریا داشته باشند. همچنین سیستم های حفاظتی به کار گرفته شده در

	عنوان	Mærsk Inspirer	Deep Driller 6	Aban VIII	Saturn
۱	مالک	Maersk Drilling	Sinvest	Aban Offshore	Eurasia Drilling Company
۲	مدیر	Maersk Drilling	Aban Offshore	Aban Offshore	Eurasia Drilling Company
۳	اپراتور	استات اویل	پتروپارس	Ready Stacked	پترونواس
۴	منطقه عملیاتی	دریای شمال- نروژ	خلیج‌فارس- ایران	خلیج‌فارس- ایران	دریای خزر - ترکمنستان
۵	سال ساخت	۲۰۰۴	۲۰۰۸	۲۰۰۸	۲۰۰۰
۶	کلاس	DNV	ABS	ABS	ABS
۷	نوع پایه‌ها	ILC	ILC	ILC	ILC
۸	ابعاد بدنه(m)	۸۸/۸x۱۰۲/۵x۱۲	۷۴/۹x۶۶/۴x۷/۶	۷۴/۷x۶۸/۳x۸/۵	۶۹/۵x۶۷/۴x۹
۹	ارتفاع پایه‌ها	۲۰۵/۳ m	۱۴۸	۲	۵۳
۱۰	حداکثرعمق آب	۱۵۰m	۱۰۶/۷m	۱۱۴m	۱۰۶m
۱۱	حداقل عمق آب	۹m	۹m	۹m	۵/۸m
۱۲	عمق حفاری	۹,۱۴۴m	۱۰,۶۶۸m	۹,۱۴۴m	۷۹۲۴
۱۳	حداکثر بار	۴,۶۸۰t	۲,۴۹۵t	۲,۵۰۰t	۴,۰۴۸t
۱۴	XY cantilever	۳۰/۵ x ۲۰ m	–	–	–
۱۵	توان گردونه حفاری	۴,۶۰۰HP	۴,۶۰۰HP	۳,۰۰۰HP	۳,۰۰۰HP
۱۶	سرعت	۴knots	–	–	–
۱۷	تاپ درایو	Varco TD, 1110HP	NOV HPS, 1000HP	Varco TDS, 1150HP	CanRig 1275E, 1150HP
۱۸	قطر Spud	۲۲m	۱۵/۸m	۱۷m	
۱۹	Rotary Table	49.5”		49.5”	60.5”
۲۰	یارد	Hyundai[Ulsan], کره‌جنوبی	Keppel FELS, سنگاپور	PPL Shipyard, سنگاپور	Keppel Offshore and Marine, باکو
۲۱	طراحی و مدل	Gusto MSC, CJ70-150MC	Baker Marine, Pacific 375	Baker Marine, Pacific 375	Keppel FELS, Mod V
۲۲	ظرفیت اداری و سکونت	۱۲۰نفر	–	–	–

جدول ۱ : مشخصات چهار جک آپ مختلف

ILC:=Independent Leg Cantilever

شکل ۲: یک نما از جک آپ با پایه‌های استوانه‌ای

موتورهای دریایی بدلیل حساسیت های کاری و محیطی پیشرفته تر از موتورهای خشکی می باشد. تعداد موتورها نیز در دستگاه حفاری دریایی بدلیل مصرف کننده‌های بیشتر ۵ دستگاه بوده که یکی بیشتر از دستگاه‌های خشکی می‌باشد دستگاه دریایی حتماً باید مجهز به موتور اضطراری باشد که در مواقع لزوم بتواند برق روشنایی دستگاه را تأمین نماید. این موتور دارای توان کمتری نسبت به موتورهای اصلی است و محل نصب آن در قسمت فوقانی استراحت گاه پرسنل می باشد و مجهز به سیستم اتوماتیک راه‌انداز می‌باشد که در صورت قطع برق به صورت خودکار روشن می شود . سیستم هوای فشرده در دستگاه حفاری دریایی بدلیل شرایط خاص آب و هوایی و وجود رطوبت فراوان الزاماً بایستی مجهز به سیستم رطوبت گیر و خشک کن باشد، چرا که ورود رطوبت به درون هوا علاوه بر افزایش خوردگی مسیر و لوله‌ها باعث مسدود شدن مجاری کلیدها و سویچ های هوایی شده و موجب از کار افتادن تجهیزات نیوماتیکی می گردد. لذا علاوه بر وجود فیلترهای رطوبت گیر در مسیر معمولاً از خشک کن های تبریدی یا جذبی جهت خشک کردن هوا استفاده می شود.

در ادامه این قسمت پایه‌ها و سیستم **Jacking**، جرثقیل‌ها، بدنه، مخازن، محل استقرار دفاتر اداری و اسکان کارکنان، هلی‌پد، و به صورت مختصر سیستم ارتباطی و مخابراتی جک آپ را شرح می دهیم:

» پایه‌ها

همانگونه که اشاره شد پایه‌ها(**Legs**) از بخش های اصلی جک آپ می‌باشند. جک آپ‌ها از ۳ یا ۴ پایه و به ندرت از تعداد پایه بیشتری ساخته می شوند. در مورد انواع پایه در قسمت قبل توضیح داده شد. در این قسمت فقط به مکانیزم جک و نحوه مهار و ثابت کردن پایه‌ها اشاره می کنیم.

ارتفاع پایه‌ها تابعی از عمق آب می‌باشد. در واقع طول نهایی پایه‌ها باید به اندازه عمق آب + ارتفاع کف بدنه از سطح آب + ارتفاع بدنه + عمقی که پایه در کف دریا فرو می‌رود + مقداری از پایه که بالاتر از بدنه قرار می گیرد. به صورت تقریبی می توان گفت طول پایه‌ها در حدود ۵۰ متر بیشتر از حداکثر عمق آب می‌باشد.

» اتصالات پایه‌ها

اکثر ساختارهای پایه **Jack Up** ترکیبی سه بعدی از سه اتصال مذکور می‌باشد، که در مجموع واحدی را تشکیل می‌دهند که توان مقاومت در برابر انواع نیروهای وارد بر پایه‌های **Jack Up** را دارا می‌باشد. کلیه نیروهای وارد بر ساختار **Jack Up** در تمامی اتصالات، چه در اتصالات موجود در یک صفحه (**One Plane Joints**) و چه در اتصالات سه بعدی و چند صفحه‌ای(**Multi-Planer Joints**) به دقت مورد تحلیل قرار می گیرند. نوع دیگری از اتصال که به **T** شکل معروف است، در واقع نوع خاصی از **Y** اتصال می‌باشد که تیر اصلی(**Chord**) و تیر فرعی(**Brace**) بر هم عمود می‌باشند.

» مکانیزم حرکت پایه‌ها

بالا و پایین بردن پایه‌ها توسط مکانیزمی به نام **Jacking system** انجام می شود. این سیستم پایه‌ها را در مجرا تعبیه شده به بالا و پایین حرکت می دهد. در هنگامی که پایه‌ها بر روی بستر دریا قرار دارند این سیستم بدنه را بالا می برد و هنگامی که بدنه بر روی سطح آب شناور است این سیستم پایه‌ها را بالا می آورد. در مجموع از دو روش هیدرولیکی(**Ram & Pin**) و الکتریکی دنده و شانه(**Rack & Pinion**) برای بالا و پایین بردن پایه‌ها استفاده می شود. روش هیدرولیکی که از جک‌های هیدرولیکی در آن استفاده می شود روش قدیمی تری می باشد که امروزه به دلیل مشکلات ناشی از نشت روغن و سختی کار کاربرد کمتری دارد. در روش الکتریکی چرخ‌دنده‌های بزرگی که نیروی خود را از گیربکس متصل به الکتروموتور دریافت می کنند باعث حرکت شانه(**Rack**)هایی که بر روی ستون‌های (**Chord**) پایه‌ها نصب شده و در نتیجه پایه‌های متصل به شانه‌ها با حرکت چرخ‌دنده‌ها بالا و پایین می‌روند. پس از آنکه پایه‌ها در جای خود قرار گرفتند لازم است پایه‌ها نسبت به بدنه ثابت گردند. در پایه‌های از نوع خرپا از **Rack chock** یا **Leg guide chock** و در پایه‌های استوانه‌ای از **Shim** که قطعات فلزی نیم‌دایره‌ای شکل فلزی می‌باشند استفاده می شود.

شکل ۳: یک نما از دنده

شکل ۴: یک مدل کامپیوتری از جک آپ

» بدنه دستگاه حفاری

منظور از بدنه (Hull)، قسمت Barge شکل دکل حفاری می‌باشد. کلیه تجهیزات مورد نیاز دکل، اعم از تجهیزات حفاری (Drilling Equipments)، محل‌های زندگی کارکنان و دفاتر اداری (Accommodation)، مخازن (Tanks)، انبارها، و... در داخل بدنه و یا روی عرشه (Deck) آن قرار گرفته‌اند. بدنه دکل باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که ضمن داشتن فضای مناسب و استفاده بهینه از آن برای نصب تجهیزات، از استحکام کافی برای تحمل بارهای وارده در حین عملیات برخوردار باشد. علاوه بر این از آنجا که جک آپ‌ها به هنگام حمل و نقل در دریا، در معرض امواج دریا قرار دارند، سازه آنها باید توان تحمل بارهای ناشی از امواج آب و کلاً کار در محیط دریا را داشته باشد. طراحی بدنه (Hull) و قسمت‌های مختلف دکل باید به گونه‌ای باشد که کلیه آب‌های سطحی به این مخازن منتقل گردد، به عبارت دیگر آب در هیچ یک از قسمت‌ها جمع نشود.

بدنه بیشتر به صورت سه گوش یا چهارگوش ساخته می‌شود. ضخامت یا در واقع ارتفاع بدنه بین ۶ تا ۹ متر می‌باشد. پهنا و طول بدنه بستگی به نوع طراحی و نیاز می‌تواند بین ۶۰ تا ۱۰۰ متر می‌باشد. البته بدنه با طول یا پهنای بیشتر به ویژه در مورد جک‌های نصب توربین‌های بادی (Constraction Jackup)C‌ها وجود دارد، در مورد این نوع جک آپ پهنا تا ۱۵۰ متر نیز می‌رسد زیرا از سطح جک آپ برای حمل پایه‌های توربین‌های بادی نیز استفاده می‌شود. که طول و پهنای بدنه که تعیین کننده فاصله میان پایه‌ها می‌باشد به ارتفاع پایه‌ها بستگی دارد. هرچه ارتفاع جک آپ بیشتر باشد برای حفظ تعادل آن باید فاصله پایه‌ها زیادتر شود.

شکل ۵: حمل جک آپ به وسیله کشتی

از آن جا که دکل‌های مزبور در دریا فعالیت می‌کنند، روش نامگذاری خاصی که برای شناورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، در مورد آن‌ها نیز صدق می‌کند، بدین صورت که قسمت انتهایی آن که حفاری از آن سمت انجام می‌گیرد، Aft یا Stern نامیده می‌شود. در صورتی که یک ناظر به گونه‌ای بایستد که این قسمت پشت سر وی واقع گردد، سمت راست وی Starbnoard Side و سمت چپ Port Side نامیده می‌شود. نحوه استقرار تجهیزات در بدنه جک آپ به گونه‌ای است که توزیع وزن به شکل مناسبی در بدنه صورت گیرد. این مسأله چه در هنگام شناور بودن بدنه و چه در هنگام عملیات حفاری حائز اهمیت است. اهم قسمت‌های بدنه جک آپ به شرح زیر می‌باشد:

» محل زندگی کارکنان

از آنجا که واحدهای حفاری دریایی عمدتاً در مناطق دور از ساحل حفاری می‌کنند و کارکنان دکل حداقل به مدت دو هفته کامل در آن به سر می‌برند، کلیه تمهیدات لازم برای سکونت و آسایش آنان در دکل پیش بینی می‌گردد. به این قسمت Accommodation گفته می‌شود. تأمین رفاه و آسایش کارکنان در هنگام سکونت در واحد دریایی و ایجاد فضای مناسب برای استراحت آنان، در برطرف کردن و یا کاهش خستگی جسمی و روحی ناشی از کار و دوری از خانه و در نتیجه کاهش خستگی جسمی و روحی ناشی از کار و دوری از خانه و در نتیجه کاهش ضریب اشتباه (که گاه ممکن است باعث ایجاد خسارات جبران ناپذیر گردد) نقش به سزایی دارد. به عنوان مثال سیستم‌های تهویه و میزان عایق بودن دیواره‌ها به گونه‌ای است که بتواند شرایط آب و هوایی مطلوب را در اتاق فراهم نماید. وسایل موجود در اتاق از لحاظ نوع، شکل طراحی، چیدمان و نحوه نصب نیز قوانین و مقررات مخصوص به خود را دارند که در استانداردها و کتب راهنما به تفصیل بیان گردیده اند. معمولاً افراد ساکن در یک اتاق دو نفره در دو شیفت متفاوت کار می‌کنند که این امر باعث می‌شود هر فرد در شیفت استراحت خود در اتاق تنها باشد. همچنین جک آپ به واحدهای غذاخوری (Mess Room)، آشپزخانه (Gelley)، انبار و سردخانه برای نگهداری مواد غذایی، واحد لباسشویی (Laundry Room)، مکان‌هایی برای استراحت و تفریح نظیر سالن بدن سازی و اتاق تلویزیون (TV Room) و... مجهز می‌گردد. سالن غذاخوری یک دکل را نشان می‌دهد. همچنین دفاتر اداری، آرشیو اسناد فنی، بخش مخابرات و ناوبری نیز در Accommodation جای داده می‌شوند. کلیه قسمت‌های گفته شده در طبقات مختلف Ac-commodation که معمولاً چهار یا پنج طبقه است، قرار دارند. تناسب فضای اختصاص داده شده به هر

شکل ۶: جک‌آپ نصب توربین‌های بادی فراساحل

قسمت با نوع عملیات و تجهیزات مربوطه، از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. علاوه بر این نحوه چیدمان درست اماکن نامبرده شده نیز بسیار حائز اهمیت است. همچنین طراحی راهروها و راه پله‌ها باید به گونه‌ای صورت گیرد که فضای حرکتی لازم برای رفت و آمد پرسنل و حمل و نقل وسایل مورد نیاز، استفاده می‌شود که در صورت بروز حوادثی مانند آتش سوزی مشکلات خاصی ایجاد نگردد. به عنوان مثال از موادی که در صورت اشتعال، گازهای سمی تولید می‌کنند، برای ساختن بخش‌های فوق استفاده نمی شود. شرایط تهویه، نور، میزان عایق بودن در برابر صوت و مسائلی از این دست نیز باید با نوع استفاده‌ای که از فضا می‌شود، در تطابق کامل باشد. به علت اهمیت بالای Accommodation در واحدهایی که در دریا فعالیت می‌کنند، قوانین و استانداردهای زیادی بر آن نوشته شده است که در آن‌ها حداقل شرایط لازم برای این قسمت قید شده است. اداره کشتیرانی آمریکا ABS[American Bureau Of Shipping] در جزوه‌ای تحت عنوان (Giude For Crew Habitability On Offshore Installations) شرایط لازم برای قسمت‌های مختلف Accommodation را از لحاظ نور، دما، رطوبت، صدا و... به منظور تأمین آسایش کارکنان بیان نموده است، در ساخت شناورها عمدتاً به مقررات و توصیه‌های این اداره به عنوان استاندارد توجه می‌شود.

» مخازن

به علت شرایط عملیاتی دکل‌های حفاری دریایی و دوری آنها از مراکز تأمین مواد مورد نیاز، به منظور ذخیره‌سازی و نگهداری آب و مواد مایع دیگر، مخازن مختلفی پیش بینی می‌شود. نوع، تعداد و حجم این مخازن

شکل ۷: یک جک‌آپ در حال عملیات حفاری

در طراحی‌های مختلف متفاوت است، ولی می‌توان گفت اهم مخازن که در اکثر واحدها وجود دارند عبارتند از:

مخازن گل (Mud Tanks)، مخازن Preloading، مخازن آب شرب (Potable Water Tanks)، مخازن آب حفاری (Drill Waters)، مخازن سوخت (fuel Tanks)، مخازن نگهداری مواد اولیه و... توضیح مختصر هر یک از مخازن به شرح زیر است:

مخازن گل (Mud Tanks). این مخازن به منظور آماده سازی و ذخیره سازی گل حفاری در دکل تعبیه می‌شوند. مخازن Preload Tanks، این مخازن حجم زیادی از بدنه را به خود اختصاص داده اند، به هنگام نصب دکل، با پرشدن این مخازن توسط پمپ‌های آب شور، دکل سنگین شده و عملیات Preloading انجام می‌شود. این مخازن تحت عنوان Ballast Tanks نیز شناخته می‌شوند. مخازن آب شیرین (Potable Water Tanks)، این مخازن جهت ذخیره سازی آب شیرین مورد نیاز کارکنان واحد حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب ذخیره شده در این مخازن توسط آب شیرین کن تهیه شده و برای شست و شو مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی از دکل‌های از آب معدنی جهت شرب استفاده می‌شود و در برخی دیگر تأمین آب شرب مورد نیاز توسط آب شیرین کل صورت می‌گیرد.

» مخازن آب حفاری (Drill Water Tanks)، آب شیرین مورد نیاز برای ساختن گل حفاری و یا شستن قسمت‌های مختلف دکل و تجهیزات توسط کشتی به دکل حفاری منتقل گشته و در این مخازن ذخیره می‌گردد.

» مخازن ذخیره سوخت (Fuel Tanks)، سوخت مورد نیاز تجهیزات واحد حفاری با کشتی به محل دکل منتقل می‌گردد و از کشتی به دکل پمپ شده، در این مخازن ذخیره می‌گردد. مخازن سوخت مصرفی روزانه (Fuel Daily Tanks)، سوخت از مخازن تصفیه به این مخازن منتقل گردده و تجهیزات، سوخت خود را از این مخازن دریافت می‌کنند.

» **مخازن روغن (Oil Tanks)**، روغن مورد نیاز دستگاه‌های مختلف در این مخازن ذخیره می‌گردد. انواع مختلف روغن در مخازن جداگانه نگهداری می‌شوند.

» مخازن جمع آوری آب‌های سطحی (Bilge Tanks)، آب جمع شده در سطوح مختلف در اثر بارندگی یا شستشو، از طریق مجراهای تعبیه شده به این مخازن وارد می‌شود و پس از جدا کردن مواد آلاینده محیط زیست از آن، به دریا ریخته می‌شود.

» مخازن نگهداری مواد اولیه، برای ذخیره سازی مواد افزودنی به گل حفاری نظیر باریت، بنتونیت و همچنین سیمان، مخازنی در واحد حفاری تعبیه می‌گردد.

شکل ۸: انتقال جک‌آپ به وسیله یدک‌کش

» محل فرود هلی کوپتر (Heli Deck)

به علت بعد مسافت بین مناطق عملیاتی و ساحل برای انتقال برخی مواد و پرسنل از هلی کوپتر استفاده میشود. به همین دلیل روی دکل مکانی برای فرود هلی کوپتر در نظر گرفته می شود. این قسمت معمولاً در بالای Accommodation قرار داده می‌شود. طراحی و ساخت این قسمت به گونه‌ای صورت می‌گیرد که وسعت کافی برای عملکرد هلی کوپتر وجود داشته و سازه آن برای تحمل بارهای اعمال شده از استحکام کافی برخوردار باشد. در گذشته این قسمت در سمت جلوی دکل (مقابل بخشی که حفاری از آن جا صورت می‌گرفت) قرار داده می‌شد، اما امروزه این قسمت معمولاً در سمت راست (Starboard Side) نصب می‌گردد. در این محل تجهیزات سوخت گیری و همچنین تجهیزات آتش نشانی برای مقابله با حوادث احتمالی پیش بینی شده است. از آن جا که به علت بارندگی و یا استفاده از وسایل آتش نشانی و غیره. امکان جمع شدن آب یا مایعات دیگر وجود دارد، به منظور تسریع در تمیز کردن آنها و جلوگیری از ورود آب یا سایر مایعات به سایر قسمت ها، مجراهایی برای خروج آن‌ها در کف دکل تعبیه می‌گردد.

» جرثقیل

به منظور انتقال تجهیزاتی نظیر لوله‌ها از کشتی به دکل حفاری و همچنین جابجایی لوازم روی دکل حفاری، از جرثقیل (Crane) استفاده می‌شود. تعداد، ظرفیت و شعاع عملکرد جرثقیل‌ها بسته به نوع دکل حفاری متغیر است. معمولاً روی جک‌آپ‌ها دو تا سه جرثقیل نصب می‌شود.

» ارتباطات و مخابرات

کلیه واحدهایی که در دریا فعالیت می‌کنند، اعم از کشتی‌ها، سکوهای نفتی، واحدهای حفاری و... برای تعیین موقعیت خود، ارتباط با ساحل و یا سایر واحدهای دریایی به منظور رفع نیازها و یا درخواست کمک در مواقع ضروری و یا دریافت اطلاعات، به سیستم مخابراتی (Communication System) مجهز می‌باشند. تنوع این تجهیزات برای یک واحد دریایی به گونه‌ای است که واحدها بتوانند در هر شرایطی و هر منطقه ای، خصوصاً در مواقع اضطراری با واحدهای مستقر در دریا و خشکی ارتباط برقرار نموده، پیام ارسال یا دریافت دارند. علاوه بر تجهیزات مخابراتی فوق الذکر که امکان ارتباط با محیط خارج را فراهم می‌نماید، هر واحد دریایی به یک سیستم مخابراتی داخلی برای ارتباط قسمت‌های مختلف با یکدیگر نیازمند است. امروزه سیستم مخابراتی و همچنین ناوبری مبتنی بر ماهواره کاملاً گسترش یافته است. همچنین علاوه بر سیستم های مخابراتی آنالوگ و دیجیتال قدیمی که در جک آپ ها به صورت معمول استفاده می شود، امروزه از سیستم های پیشرفته نظیر اینترنت و ارتباطات و مخابرات مبتنی بر آن نیز استفاده می شود.

» تجهیزات مخابراتی برای ارتباط با خارج

نواحی دریایی از لحاظ ارتباطی به چهاردسته تقسیم می‌شوند. نواحی که در آنها امکان ارتباط با ساحل از طریق امواج با فرکانس بالا VHF[Very High Frequency] امکان پذیر باشد، ناحیه 1A، مناطقی که ارتباط آنها با ساحل از طریق امواج با فرکانس متوسط MF[Middle Ferquency] فراهم شود ناحیه 2A، نواحی که از طریق ماهواره قابلیت ارتباط با ساحل را داشته باشند ناحیه 3A و بالاخره مناطقی که در هیچ یک از موارد فوق نگنجد ناحیه 4A نامیده می‌شوند. با توجه به نوع عملیات دکل حفاری Jack Up، تجهیزات مخابراتی آن به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که ناحیه 3A را بپوشاند. کلیه تجهیزات مخابراتی در یک اتاق که اتاق مخابرات (Communication Room) نامیده می‌شود قرار می‌گیرند. اهم وسایل مخابراتی که در یک Jack Up مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر می‌باشد:

SSB[Single Side Band] Transciever، یک فرستنده - گیرنده رادیویی است که در باند فرکانسی ۲ تا ۳۰ مگاهرتز عمل می‌نماید.

EPIRB[mergency Positioning Indicating Radio Beacon]، این وسیله یکی از مهم ترین و معروف ترین تجهیزات مخابراتی و شاید ایمنی در واحدهای دریایی به حساب می‌آید. دستگاه مزبور در بدنه (Hull) واحد دریایی تعبیه می‌شود و در مواقع بروز سانحه که بدنه به داخل آب فرو می‌رود با انتشار سیگنال هایی که معرف نام واحد دریایی و موقعیت آن است، ماهواره‌ها را از بروز سانحه مطلع می‌نماید و ماهواره‌ها از نزدیک ترین و در دسترس ترین واحدها تقاضای کمک می کنند.

» Marine VHF Radio، این رادیوها برای ارسال و دریافت پیام در باند فرکانسی ۱۵۰ تا ۱۶۵ مگاهرتز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

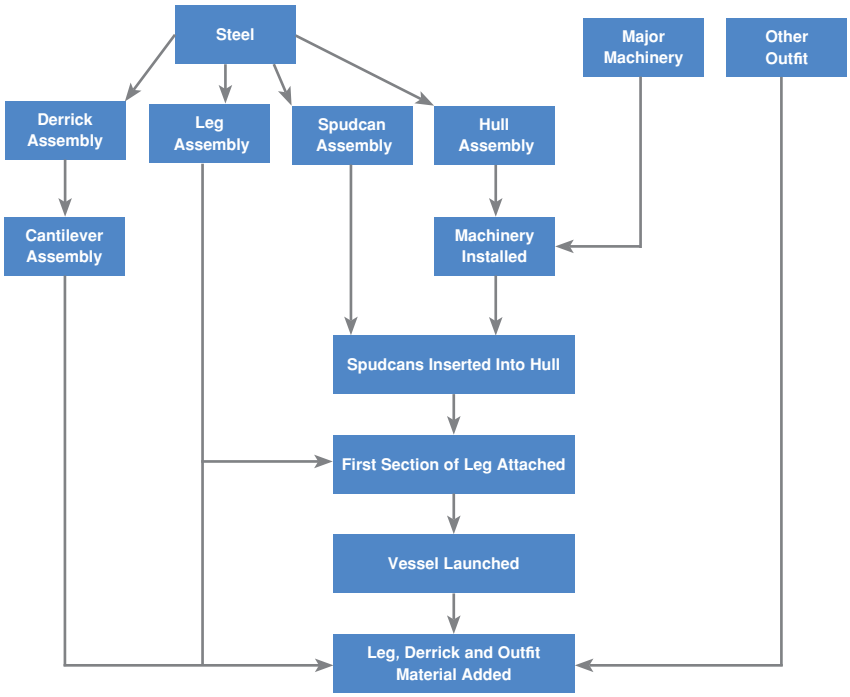
» Aircraft Radio Beacon Transmitter، دستگاه مزبور جهت ایجاد ارتباط با هلی کوپتر در دکل حفاری قرار داده می‌شود.

» Watch Reciever، این رادیو روی کانال ۱۶ باند VHF تنظیم می‌گردد و همواره آماده دریافت اطلاعات می‌باشد. معمولاً پیام‌های اضطراری روی این کانال ارسال می‌گردد و اشغال آن برای مدت زمان بیشتر از یک دقیقه ممنوع می‌باشد.

» Satellite Communication System، به طور کلی تجهیزات و سیستم هایی که فرآیند تبادل اطلاعات را با استفاده از ماهواره‌ها انجام می‌دهند تحت این نام شناخته می‌شوند. تبادل پیام می‌تواند به صورت صوتی (Voice) یا نوشتاری (Text) باشد.

» Telex, Facsimile، دستگاه Facsimile یا همان Fax و Telex به منظور ارسال پیام نوشتاری یا دریافت آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر چه به علت وجود اینترنت، امروزه استفاده از آنها و مخصوصاً استفاده از Telex کاهش یافته است، اما به علت اهمیت ایمنی در دکل حفاری و این که قابلیت دریافت و ارسال هر گونه پیامی در هر جایی در مواقع اضطراری وجود داشته باشد، باز هم این سیستم‌ها روی دکل حفاری تعبیه می‌شود.

» Navtex، تمام اطلاعات مربوط به امور دریایی، اتفاقات، پیش بینی آب و هوا و مسائلی از این دست به صورت نوشتاری توسط این دستگاه دریافت می‌گردد.



شکل ۹: مراحل ساخت یک جک آپ

» سیستم‌های مخابراتی داخلی دکل حفاری

علاوه بر سیستم‌های مخابراتی گفته شده که جهت ارتباط دکل حفاری با خارج از دکل پیش بینی شده‌اند، برای ارتباطات داخلی نیز سیستم‌های مخابراتی مهیا شده است. در دکل حفاری یک مرکز تلفن وجود داد که ارتباط قسمت‌های مختلف دکل حفاری نظیر اتاق‌های کارکنان، اماکن اداری و... را فراهم می‌سازد.
همچنین امکانات لازم برای پیج (Page) کردن افراد به صورت خصوصی یا عمومی در نقاط مختلف دکل تعبیه گردیده است. علاوه بر این سیستم‌های مخابراتی موضعی نظیر Walky Talky برای ارتباط کارکنان یک قسمت با یکدیگر پیش بینی شده است.

۳ بخش‌های جدید

با پیشرفت فناوری استفاده از این فناوری‌ها در کشتی‌رانی و دستگاه‌های شناور یا ثابت دریایی به کار گرفته شده‌اند. در این قسمت نگاهی گذرا به این فناوری‌ها می‌اندازیم:

» ارتباطات و ناوبری مبتنی بر ماهواره

امکان ارتباطات ماهواره‌ای، استفاده از اینترنت و همچنین ناوبری با استفاده از سیستم ارتباطی GPS[Global Positioning System] ارتباطات و ناوبری در این حوزه را تسهیل کرده و به آن قابلیت اطمینان بیشتری بخشیده است. ازطرف دیگر استفاده از این فناوری‌ها به کاهش کلی هزینه‌ها نیز کمک می‌کند.

» استفاده از انرژی‌های نو/ کاهش آلاینده‌ها

واضح است که در فاصله دور از ساحل کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی می‌تواند ضمن تاثیر در کاهش هزینه‌ها، ریسک دسترسی به منابع انرژی را نیز کاهش دهد. استفاده از انرژی خورشیدی و انرژی باد و همچنین در صورت امکان استفاده از گازهای فلر نیز می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی میزان آلایندگی ناشی از انرژی‌های فسیلی را نیز کاهش دهد.

» سیستم‌های سیستم کنترل یکپارچه

جک آپ یک دستگاه بزرگ برای انجام یک هدف مشخص می‌باشد. واضح است که هرچه کنترل بخش‌های مختلف این دستگاه یکپارچه‌تر گردد، امکان راهبری آن با تعداد پرسنل کمتر و با شرایط مطمئن‌تر امکان‌پذیر خواهد بود.

» استفاده از RFID

در سال‌های اخیر شناخت از طریق RFID و ذخیره اطلاعات مربوط به تجهیزات در بسیار رایج شده است. به دلیل کاربرد مناسب این فناوری در حفاری این موضوع در این مقاله به صورت کامل‌تر بررسی می‌شود.

» مهندسی قابلیت اطمینان

در مورد ساخت، استفاده و نگهداری از تجهیزات و تاسیساتی که به صورت مستقیم با ایمنی و جان انسان‌ها ارتباط دارند و از سوی دیگر هزینه ساخت این تجهیزات یا تاسیسات بالا باشد و همچنین در صورت ایراد در فعالیت این بخش انرژی یا مواد با ارزشی تلف شده یا باعث آلایندگی محیط زیست شوند، لازم است به وسیله روش‌های مناسب کیفیت ساخت، کاربری و نگهداری از این بخش‌ها در جهت افزایش ایمنی، کیفیت و کاهش هزینه‌ها به شرایط مطلوب ارتقاء داده شوند. در این رابطه حادثه در خلیج مکزیک برای تاسیسات شرکت BP یک مثال خوب می‌باشد. در این حادثه خرابی و بروز مشکلی که با چند ده هزار دلار از وقوع آن می‌شد از بروز آن جلوگیری کرد، با بی‌توجهی به موضوع قابلیت اطمینان به یک فاجعه زیست محیطی با هزینه بالغ بر ۲۵ میلیارد دلار مبدل گردید. این حادثه و حادثه‌های مشابه دیگر باعث شد که مهندسی قابلیت اطمینان از حوزه هوافضا به حوزه انرژی به ویژه حفاری و تولید فراساحل ورود کند.
واضح است دلیل اهمیت توجه به این موضوع صیانت از سرمایه‌ها و کاهش حوادث منتهی به خسارات جانی و مالی می‌باشد. به هرحال هزینه ساخت تجهیزات فراساحل بسیار بیشتر از نمونه‌های خشکی آن می‌باشد و همچنین هزینه‌های بخش منابع انسانی نیز بسیار بالا می‌باشد. از این لحاظ می‌توان بخش فراساحل را با حوزه هوافضا مقایسه نمود. به دلیل بالا بودن هزینه‌ها در بخش دریا و فراساحل از گذشته به موضوع بیمه نیز در این حوزه توجه ویژه‌ای شده است. موضوع قابلیت اطمینان به نوعی یک فعالیت پیش‌گیرانه در حوزه بیمه می‌باشد. در واقع با توجه به موضوع مهندسی قابلیت اطمینان می‌توان هزینه‌بیمه و هزینه‌های مرتبط با آن را به میزان قابل توجهی کاهش داد. در شماره ۱۱ و ۱۲ نشریه موضوع قابلیت اطمینان و تاثیر آن در حوزه نفت، گاز و پتروشیمی بررسی گردید. خوانندگان محترم برای اطلاع بیشتر می‌توانند به این مقالات مراجعه نمایند.

منابع

1: The Offshore Drilling Industry and Rig Construction in the Gulf; Mark J. Kaiser, Brian F. Snyder; 2013 Springer-Verlag
2: www.offshore-technology.com
3: www.drillingcontractor.org
4: www.maerskdrilling.com
5: www.rigzone.com
6: www.infield.com

[1]: مدیر عامل شرکت پتروگوهرفراساحل کیش