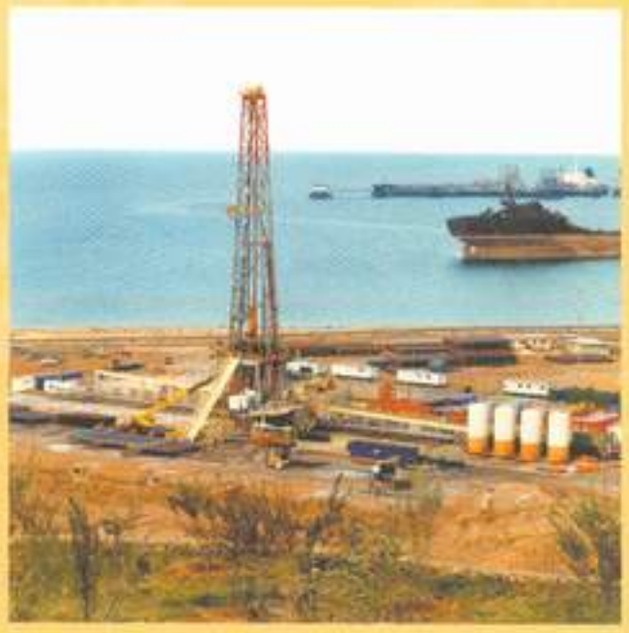
اویل ایندا‌ستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران



# آشنایی با دکلهای دریایی

مدیریت پشتیبانی ساخت تجهیزات مکانیک، برق و ابزار دقیق

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی

# ساخت و تهیه

کالای نفت تهران

# آشنایی با
# دکل‌های دریایی


۱ـ۱ ) تاریخچه دکل‌های دریایی ۵
۱ـ۲ ) تقسیم‌بندی دکل‌های حفاری ۷
۱ـ۲ـ۱ ) دکل‌هایی که در کف دریا قرار می‌گیرند ۷
۱ـ۲ـ۲ ) دکل‌های شناور ۹
۱ـ۳ ) عوامل مؤثر بر انتخاب دکل حفاری ۱۱
۱ـ۳ـ۱ ) انتخاب نوع دکل برای چاه‌های اکتشافی ۱۲
۱ـ۳ـ۲ ) انتخاب نوع دکل برای چاه‌های توسعه‌ای ۱۲
۲ـ۱ ) انواع Jack up ۱۲
۲ـ۱ـ۱ ) Jack up با پایه‌های مستقل ۱۲
۲ـ۱ـ۲) Jack up با پایه‌های وابسته ۱۳
۲ـ۲ ) تقسیم‌بندی اجزاء Jack up ۱۴
۲ـ۲ـ۱ ) بدنه (Hull) ۱۴
۲ـ۲ـ۲ ) پایه‌ها (Legs) ۲۱

## ۱-۱) تاریخچه دکل‌های دریایی

حفر چاه‌های نفت در خشکی از اواسط قرن نوزدهم میلادی آغاز شد و تا نیم قرن بعد، عملیات اکتشاف و استخراج نفت تنها به میادین موجود در خشکی محدود می‌شد. در سال ۱۸۹۷ یک میدان نفتی در ساحل با حفر یک چاه زیردریایی تا زیر دریا گسترش داده شد، اما اولین دکل حفاری در دریا در سال ۱۹۲۰ ساخته شد. در این زمان یک اسکله فلزی که ربع مایل در دریا پیش می‌رفت عملیات اکتشاف نفت را در دریا آغاز نمود. تا سال ۱۹۳۲چاه‌های نفت در نزدیکی ساحل و از روی اسکله‌هایی که محل حفاری را به ساحل مرتبط می‌ساخت، حفر می‌شدند.

در سال ۱۹۳۲ یک کمپانی کوچک به نام Indian Petroleum Corp. یک میدان نفتی در دریا و در فاصله نیم مایلی از ساحل شناسایی نمود. آنها تصمیم گرفتند به جای ساخت یک سکوی طولانی که چاه را به ساحل متصل می‌کرد، یک جزیره کوچک فولادی در دریا بسازند. در سپتامبر ۱۹۳۲ آنها جزیره‌ای فولادی با ابعاد ۹۰×۶۰ فوت برای حفاری در عمق ۳۸ فوتی آب ساختند. آنها جزیره خود را با ساخت دکل و عرشه‌ای که ۲۵ متر با سطح آب فاصله داشت، کامل کردند و به این ترتیب اولین سکوی حفاری در دریای آزاد که به ساحل متصل نمی‌شد، ساخته شد. این دکل در سال ۱۹۴۰ در اثر یک توفان دریایی از بین رفت.

درسال ۱۹۳۸، یک میدان نفتی در دریا و در خلیج مکزیک شناسایی شد و در سال ۱۹۴۱ اولین چاه نفت در دریا در فاصله ۹۰۰۰ فوتی ساحل تگزاس حفر گردید، اما تا پایان جنگ جهانی دوم، فعالیت چشمگیری در زمینه حفاری در آب‌های دور از ساحل صورت نگرفت.

با پایان جنگ جهانی دوم، کشتی‌های به جا مانده از جنگ، در صنعت حفاری به خدمت گرفته شدند.

اولین کشتی جنگی مورد استفاده درصنعت نفت، یک لندینگ کرافت (Landing Craft) بود که به عنوان یک کشتی پشتیبان (Tender) به کار گرفته شد، بدین صورت که با نصب سیستم گل و سیستم‌های تولید برق روی آن و ذخیره سازی برخی از موارد مورد نیاز دکل حفاری، میزان بار روی دکل به یک دهم مقدار قبلی کاهش یافت. گسترش این روش، منجر به پدید آمدن دکل‌های متحرکی گشت که برای حفر چاه‌های اکتشافی (Exploratory Wells) مورد استفاده قرار می‌گرفت از آنجا که پس از اتمام حفاری نیاز به باقی ماندن تجهیزات و سازه در محل نبود، استفاده از این دکل‌های متحرک به شدت هزینه‌های حفاری را کاهش داد. استفاده از این دکل‌های متحرک در دهه‌های ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ به شدت رو به افزایش گذاشت.

با گذشت زمان نوع دیگری از دکل‌های متحرک برای آب‌های کم عمق مورد استفاده قرار گرفت.

این سیستم متشکل از یک Barge متحرک بود که دکل حفاری و تجهیزات آن، روی ستون‌های فولادی متصل به Barge نصب می‌شد. Barge در محل مورد نظر به ته آب می‌رفت و دکل حفاری و تجهیزات آن بیرون آب باقی می‌ماند. پس از آن، از سکوهایی استفاده شد که دارای پایه‌های عمودی بزرگی بود که نیروی شناوری لازم را به هنگام حرکت دادن مجموعه فراهم می‌نمود.

این مجموعه هم در محل مورد نظر در آب فرو می‌رفت و عرشه و دکل حفاری بیرون از آب قرارمی‌گرفت.

این دکل‌ها که شبیه دکل‌های Submersible امروزی است، مقدمه‌ای برای ساختJack Up ها به شمارمی‌آید. دکل‌های بعدی یا همانJack Up ها، از یک بدنهBarge مانند تشکیل شده بود که این بدنه به پایه‌های عمودی متصل‌می‌شد. پس از استقرار در محل مورد نظر، پایه‌ها به کف دریا فرو می‌رفت و پس از رسیدن به کف دریا، بدنه روی پایه‌ها به سمت بالا حرکت می‌نمود و خارج از آب قرار می‌گرفت. این دکل‌ها امکان حفاری را در آب‌هایی تا عمق ۴۰۰ft پدید آورد.

باز هم استفاده از کشتی‌های جنگی باعث پیشرفت صنعت حفاری گردید. این بار تجهیزات حفاری روی عرشه‌ای به کناره بدنه‌کشتی متصل شد وکشتی‌که بعدها به Drill Ship معروف شد، به عنوان یک واحد حفاری متحرک مورد استفاده قرار گرفت. این کشتی، از سال ۱۹۵۳ مورد استفاده قرارگرفت و حفاری را تا اعماق ۳۰۰۰ فوتی امکان‌پذیر ساخت.

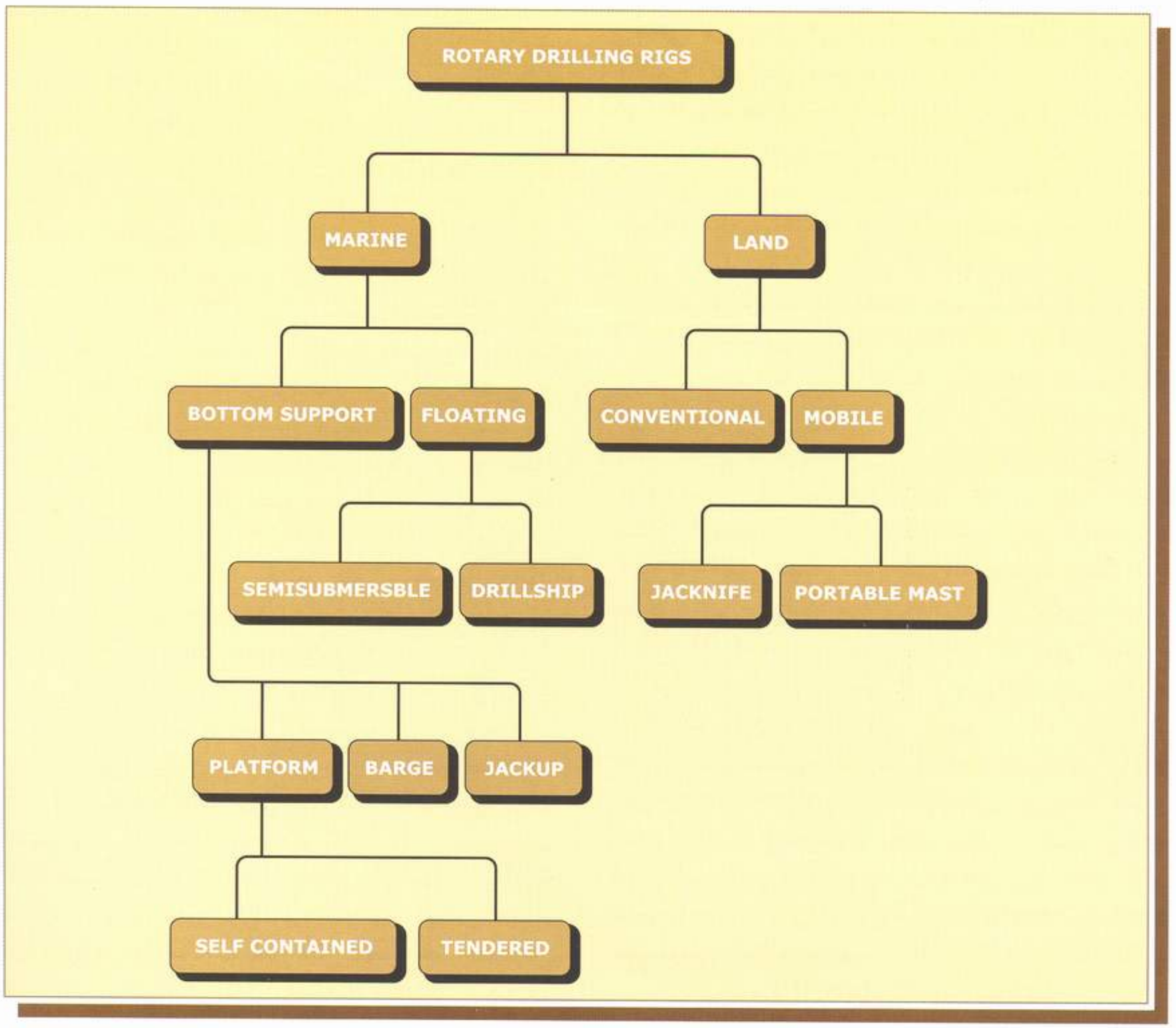
با گذشت زمان و به منظور تسهیل فرآیند حفاری و پایدارتر شدن کشتی، کشتی‌هایی ساخته شد که در آن یک سوراخ (Moon pool) جهت انجام حفاری در وسط کشتی تعبیه شده بود و تجهیزات حفاری روی آن نصب می‌شد. امروزه این کشتی‌ها مجهز به سیستم‌های پیشرفته‌ای برای مقابله با حرکات ناشی از امواج آب (Motion Compensntor) سیستم‌های تنظیم موقعیت (Dynamic Positioning) و سیستم‌های ناوبری (Navigation) و... شده‌اند.

حساسیت این کشتی‌ها به شرایط آب و هوایی، باعث رواج دکل‌های Semisubmersible گردید. این دکل‌ها نیز منتج

از دکل‌های Submersible بود، بدین صورت که استفاده از یک بدنه شناور(Buoyant)، این امکان را محقق ساخت که دکل حفاری به جای آن که درکف دریا بنشیند، روی دریا شناور بماند. این دکل‌ها امروزه برای حفاری درآب‌های عمیق، بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

به موازات گسترش دکل‌های متحرک، دکل‌های ثابت نیز برای شرایط آب و هوایی سخت مثل دریای شمال که امکان استفاده از دکل‌های متحرک وجود نداشت، به‌کارگرفته شد. این دکل‌ها متشکل از سازه‌های بتونی یا فلزی بود که روی کف دریا می‌نشست و تجهیزات حفاری روی آن نصب می‌شد.

به علت هزینه زیاد دکل‌های ثابت و عدم امکان جابجایی سازه پرهزینه آن پس از اتمام حفاری، امروزه استفاده از این دکل‌ها تنها به شرایط آب و هوایی دشوار محدود می‌شود. در خلال سالیان گذشته، انواع دکل‌های حفاری بسته به شرایط محیطی محل حفاری ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته اند، اما دکل‌های گفته شده، رایج‌ترین و متداول‌ترین دکل‌های مورد استفاده می‌باشد. ازطرفی، انواع دیگر دکل را می‌توان جزئی از خانواده هر یک از دکل‌های مزبور قلمداد نمود.




شکل (۱ـ۱) ـ انواع دکل‌های حفاری

## ۱-۲) تقسیم بندی دکل‌های حفاری

دکل‌های حفاری به خاطر تنوع مناطق نفت‌خیز در انواع گوناگونی یافت می‌شوند و در یک تقسیم‌بندی کلی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

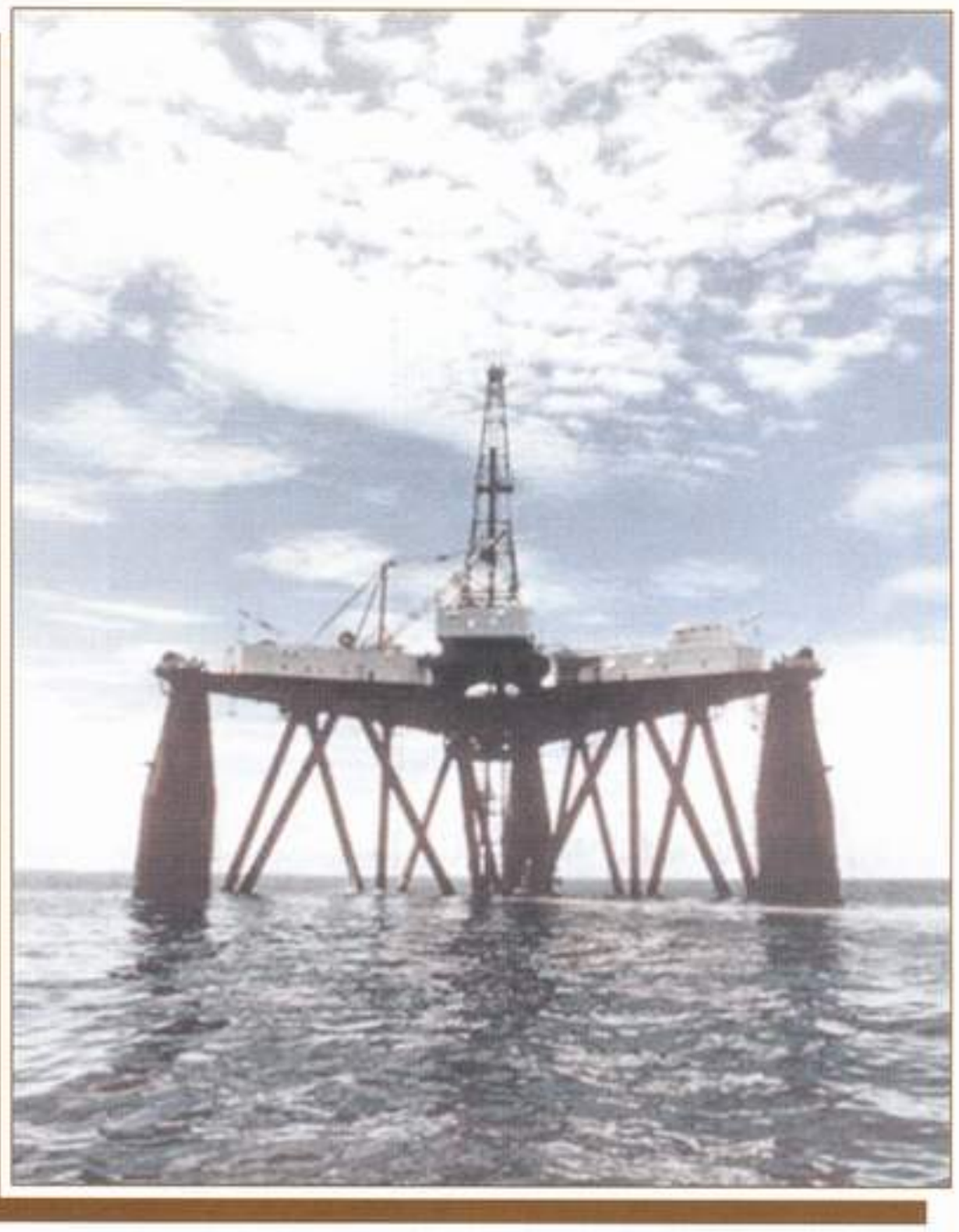
۱- دکل‌هایی که برای حفاری درخشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، با نام دکل‌های زمینی (Land Rigs) شناخته می‌شوند.

۲- دکل‌هایی که برای حفاری درآب مورد استفاده قرار می‌گیرند، دکل‌های دریایی (Offshore Rigs) نامیده می‌شوند.

از آنجا که ماهیت این کتابچه در مورد حفاری در دریاست، از ذکر انواع دکل‌های زمینی و توضیحات آنها خودداری می‌شود.

دکل‌های دریایی، بسته به عمق آب و شرایط حفاری در دو گروه طبقه بندی می‌شوند:

۱- دکل‌هایی که به نحوی روی کف دریا قرار داده می‌شوند (Bottom Support Rig) که خود به سه دسته تقسیم می‌شوند Fixed Platform, Jack Up, Submersible:



شکل (۱-۲) ـ دکل حفاری Submersible

۲-دکل‌هایی که روی آب شناور می‌باشند (Floating Rigs) که در دو نوع Semisubmersible و Drill Ship یافت می‌شوند.

شکل (۱-۱) به خوبی بیانگر نحوه تقسیم بندی دکل‌ها می‌باشد.

### ۱-۲-۱) دکل‌هایی که در کف دریا قرار می‌گیرند (Bottom Supported Rig)

#### ۱-۱-۲-۱) Submersible Rigs

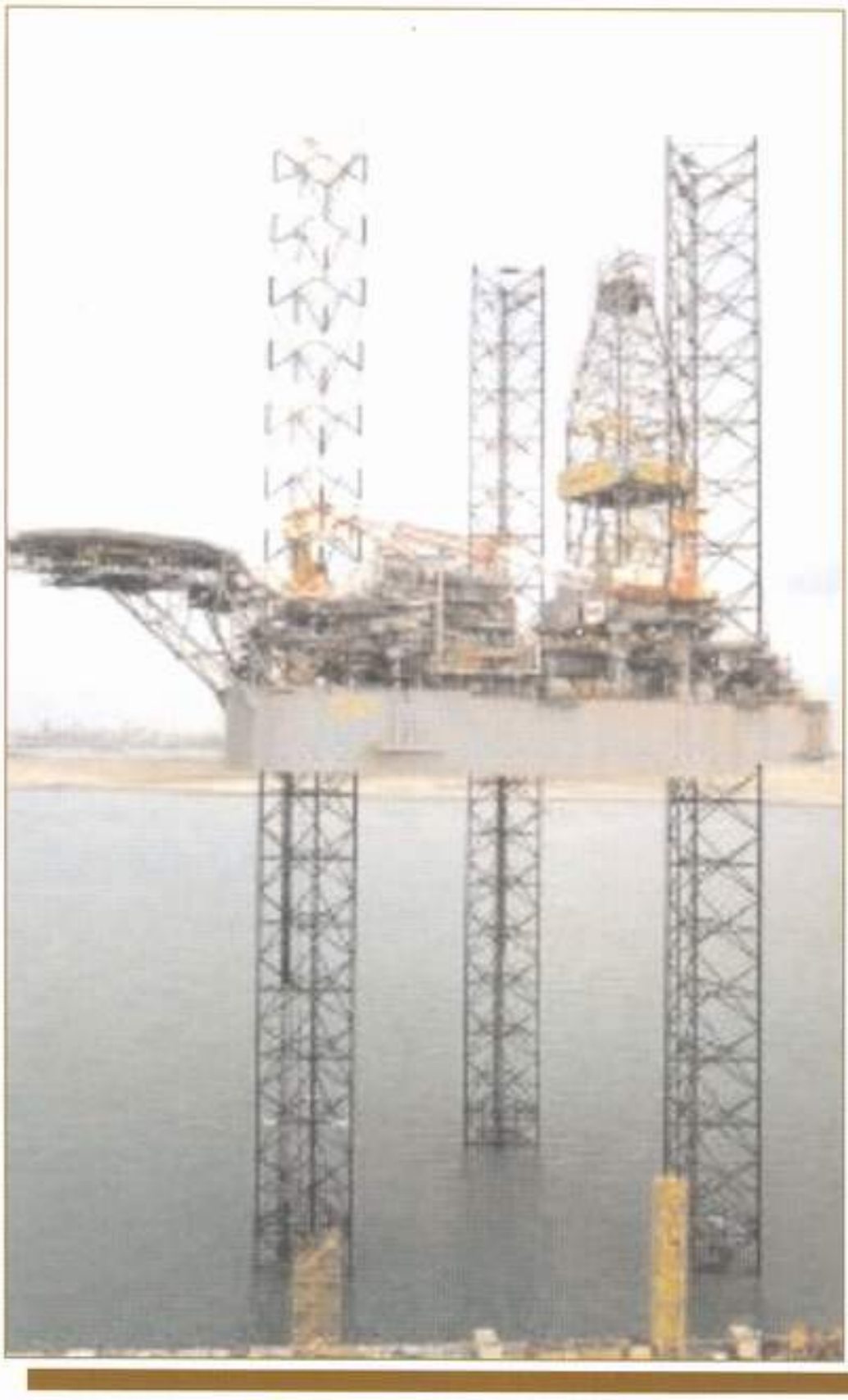
این دکل‌ها معمولاً درآب‌های کم عمق مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ساختمان آنها مخازن بزرگی تعبیه شده است که به هنگام انتقال دکل، خالی هستند و پس از استقرار در محل مورد نظر با آب پر می‌شوند. با پر شدن مخازن، دکل سنگین شده به داخل آب فرو می‌رود و در کف دریا قرار می‌گیرد. از آنجا که سازه دکل روی کف دریا قراردارد، بستر دریا درمنطقه مورد نظر باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. این دکل‌ها معمولاً درآب‌های تا عمق ۳۰ft و در مناطقی که امواج و جریان‌های دریایی شدید نیست به کار می‌روند (شکل ۱-۲).

#### ۲-۱-۲-۱) Jack up Rigs

این دکل از یک بدنه Barge شکل که دارای سه یا چهار پایه است، تشکیل شده است( گاه تعداد پایه‌ها بیشتر می‌شود) Jack up ها توسط کشتی یا یدک‌کش (Tug Boat) به محل مورد نظر حمل می‌شوند. نحوه اتصال پایه‌ها به بدنه به گونه‌ای است که می‌توان آن‌ها را در جهت عمود بر سطح بدنه به سمت بالا یا پایین حرکت داد (شکل ۱-۳).

این کار درسیستم‌های قدیمی‌تر توسط جک‌های هیدرولیکی و در سیستم‌های جدید توسط سیستم دنده و شانه (Rack & Pinion) انجام می‌شود که این سیستم‌ها تحت عنوان Jacking System شناخته می‌شوند.

پس از انتقال دکل به محل مورد نظر، پایه‌ها به داخل آب فرو برده می‌شوند تا به کف دریا برسند. عملیات Jacking با رسیدن پایه‌ها به کف دریا متوقف نمی‌شود، بلکه ادامه می‌یابد تا بدنه (Hull) از سطح آب فاصله بگیرد. این فاصله Air Gap نامیده می‌شود. پس از اتمام حفاری نیز، سیستم Jacking بدنه را تا روی آب پایین می‌کشد و با استفاده از نیروی‌شناوری بدنه پایه‌ها را به سمت بالامی‌فرستد. استقرار و برچیدن دکل هنگامی صورت می‌گیرد که دریا متلاطم



شکل (۱-۳) ـ دکل Jack Up

شکل (۱-۴) ـ Compact Rig

شکل (۱-۵) ـ Drilling Tender

نباشد. علاوه بر این به دلیل قرار گرفتن پایه‌ها در کف دریا، خاک بستر دریا از نظر میزان تحمل بارهای ناشی از وزن دکل باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. همچنین اثرات جریان‌های زیر دریایی در شسته شدن خاک و مسائلی از این دست نیز نباید از نظر دور بماند. Jack Up ها معمولاً برای عملیات درآب‌های تا عمق ۴۰۰ft مناسب می‌باشند.

### ۱-۲-۱-۳) Fixed Jacketed Structure (Platform Rigs)

این دکل‌ها تنها برای حفر چاه‌های توسعه‌ای (Development Wells) مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه این دکل‌ها با استفاده از Pile به کف دریا کوبیده می‌شود. پس از اتمام فرآیند حفاری این سازه برای استخراج نیزمورد استفاده قرار می‌گیرد (Production Structure).

تکنولوژی تجهیزات حفاری مورد استفاده در این دکل‌ها مشابه دکل‌های زمینی می‌باشد. این سازه‌ها تا عمق آب ۳۰۰۰فوت مورد استفاده قرار می‌گیرند و به علت ثابت شدن آنها درکف دریا برای شرایط آب و هوایی سخت نظیر دریای شمال، بسیار مناسب می‌باشند. شاید بتوان عمده‌ترین اشکالات این دکل‌ها را هزینه ساخت سنگین و عدم امکان استفاده از آنها در حفاری‌های متعدد بر شمرد (به خاطر ساکن بودن و عدم قابلیت انتقال). بطور کلی دو نوع از این دکل‌ها یافت می‌شود:

### Compact Rig (Self Contained Platform)

در این دکل‌ها، کلیه تجهیزات حفاری روی یک Platform نصب می‌شود و مواد مورد نیاز توسط کشتی و قایق به محل دکل حمل می‌شود. این دکل‌ها دارای کاربرد زیادی در دریاهای متلاطم نظیر دریای شمال هستند (شکل ۱-۴).

### Drilling Tender

در نواحی که شرایط آب و هوایی چندان سخت نیست، یک سازه ثابت (Platform) تعبیه می‌شود که تنها تجهیزاتی نظیر Derrick و Drawworks روی آن نصب می‌شوند. سایر تجهیزات مانند تجهیزات گل، ژنراتورها، محل سکونت و استراحت کارکنان و... روی یک Barge تعبیه می‌شود و نزدیک دکل قرار داده می‌شود. Barge توسط لنگرها ثابت شده و به وسیله یکCatwalk به Platform متصل می‌گردد. در شرایط آب و هوایی سخت و تلاطم دریا، به علت حرکت Barge عملیات حفاری متوقف می‌شود. به همین دلیل از این سیستم تنها در نواحی که دارای آب و هوایی آرام است، نظیر خلیج گینه و خلیج فارس می‌توان استفاده کرد (شکل ۱-۵).

## ۱-۲-۲) دکل‌های شناور (Floating Rigs)

### ۱-۲-۲-۱) Drill Ship

Drill Ship های اولیه، Landing Craft هایی بودند که با نصب تجهیزات اولیه روی آنها، به یک واحد حفاری تبدیل می‌شدند. کف آنها صاف و آبخور آنها ۴ تا ۵ متر بود و ابعاد آن از ۹۰ متر در طول و ۱۵ متر در عرض تجاوز نمی‌نمود. محدوده عملیاتی آنها نیز تنها به آب‌های آرام‌محدود می‌شد. حفاری از طریق یک حفره به نام Moon pool صورت می‌گرفت و کشتی توسط ۸ تا ۱۰ لنگر در محل مورد نظر ثابت می‌شد. این واحدها برای حفاری در آب‌هایی تا عمق ۲۰۰ متر مورد استفاده قرار می‌گرفتند.

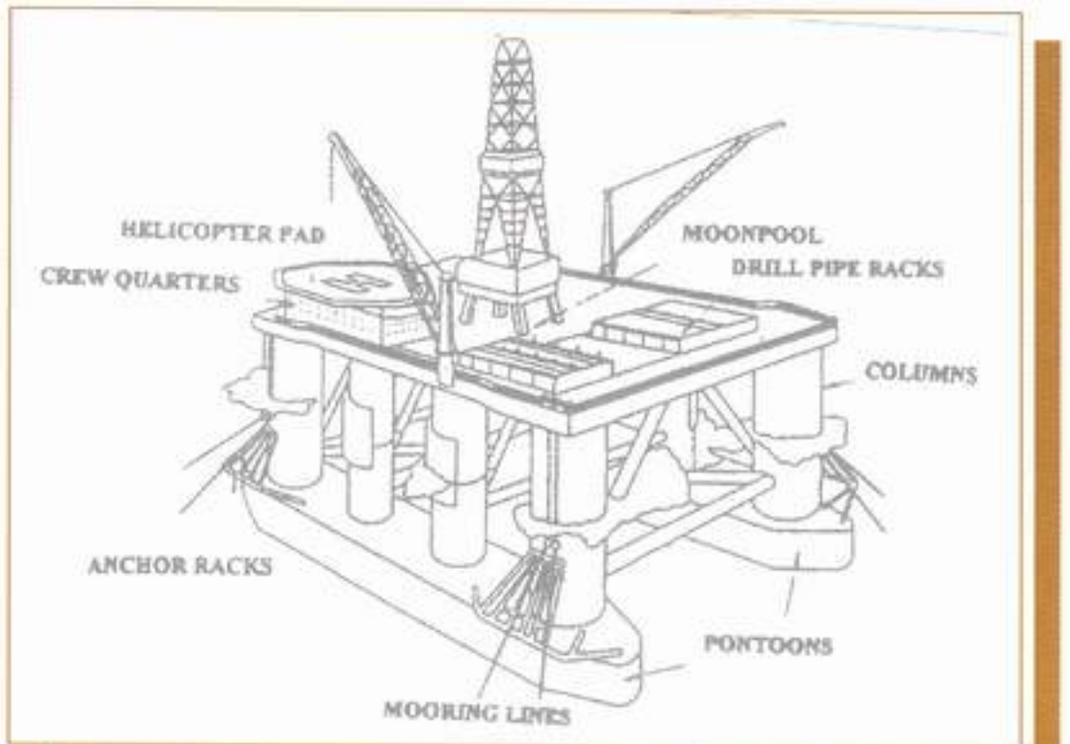
Drill Ship های امروزی حدود ۱۵۰ تا ۱۶۰ متر طول، ۲۰ تا ۲۲ متر عرض و ۷ الی ۸ متر آبخور دارند. این واحدها به دلیل قابلیت تحرک و امکان ذخیره بالای مواد درآنها مورد توجه قرار می‌گیرند. عرض کم، امکان عبور ازکانال‌ها را برای این کشتی‌ها فراهم می‌سازد. این سیستم‌ها نسبت به نمونه‌های اولیه خود به تجهیزات پیشرفته‌ای جهت تنظیم خودکار کشتی روی محل چاه (Dynamic Positioning System) مجهز هستند. اگرچه بازده گسترده باری که کشتی می‌تواند تحمل کند،مزیتی بزرگ برای آن به حساب می‌آید ولی این کشتی‌ها در مقابل امواج دریا بسیار حساس هستند. از این دکل‌ها برای حفاری تا عمق آب ۸۰۰۰ فوت استفاده می‌شود (شکل ۱-۶).

### ۱-۲-۲-۲) Semisubmersible

این دکل‌ها به خاطر حساسیت Drill Ship ها نسبت به شرایط‌آب‌و هوایی و نیاز به حفاری درآب‌های عمیق، ساخته شده‌اند.

ساختار این دکل‌ها از دکل‌های Submersible اقتباس شده است. درساختمان آن‌ها پانتون‌های(Pontoon) بزرگی تعبیه

شکل (۱-۶) - Drill Ship




شکل (۱ـ۷) ـ طرح شماتیک دکل Semisubmersible

شده‌است که درآب غوطه‌ور می‌باشند و عرشه (Deck) توسط چند ستون(Column) روی پانتون‌ها قرار می‌گیرد.حفاری‌از طریق مجرایی که روی عرشه دکل تعبیه گشته و تحت نام Moon pool شناخته می‌شود، صورت می‌گیرد (شکل۱–۷). این ساختار سطح تماس با آب را در مقایسه با Drill Ship ها کاهش و قابلیت آنها را برای‌کار در دریاهای متلاطم افزایش می‌دهد. به عنوان مثال یک دکل Semisubmersible با چهار پایه به قطر ۵۰ فوت، درهر فوت جابجایی ۶۲ تن آب را جابجا می‌کند، حال آنکه یک کشتی به طول ۴۰۰ft و عرض ۶۰ft به ازای هر فوت جابجایی، ۷۵۶ تن آب را جابجا می‌نماید.این واحدها نیز توسط یدک‌کش به محل مورد نظر حمل می‌شوند و پس از استقرار در محل با پر شدن مخازن بیشتر درآب غوطه‌ور می‌شوند. دکل‌های مزبور تا چندی پیش توسط لنگر در جای خود ثابت می‌شد، اما جدیداً برای ثابت‌کردن‌آنها روی‌چاه،ازDynamic Positioning System استفاده می‌شود، این دکل‌ها می‌توانند در آب‌هایی تا عمق ۵۰۰۰ftحفاری نمایند. مهم‌ترین ضعف این دکل‌ها، ظرفیت بار محدودآنها می‌باشد که این محدودیت به این خاطر است که سنگین شدن دکل، شناور بودن آن را دچار مشکل می‌کند.اگرچه دکل‌های شناور، به‌کمک لنگرها و یا سیستم Dynamic Positioning تا حد امکان درجای خود ثابت می‌شوند، اما این ثابت شدن با ثبات دکل‌هایی که سازه آنها روی بستر دریا می‌نشیند (Bottom Supported Rig) قابل قیاس نیست.

به عنوان مثال، این دکل‌ها ممکن است، در اثر امواج بالا و پایین بروند و یا حول یکی از محورهای خود چرخش کنند و یا اینکه حرکت آنها در اثر جریان آب ترکیبی از جابجایی و چرخش باشد. بدین منظور سیستم‌هایی تعبیه شده است‌که تا حد امکان، از تأثیر حرکت سازه بر تجهیزات و عملیات حفاری کاسته شود. این سیستم‌ها عمدتاً تحت نام Motion Compensator شناخته می‌شوند و در واقع اتصالات انعطاف پذیری هستند که مابین قسمت‌هایی که تحت اثر امواج آب قرار دارند و تجهیزاتی‌که باید ثابت باشند، نصب می‌گردند و تا حد امکان از تأثیر حرکت بدنه دکل در اثر نیروهای وارده از آب دریا، به تجهیزات حفاری جلوگیری می‌کنند.

شکل(۱–۸) یک دکل Semisubmersible را در آب نشان می‌دهد.

شکل (۱ـ۵) ـ Semisubmersibl

## ۱-۳) عوامل موثر بر انتخاب دکل حفاری

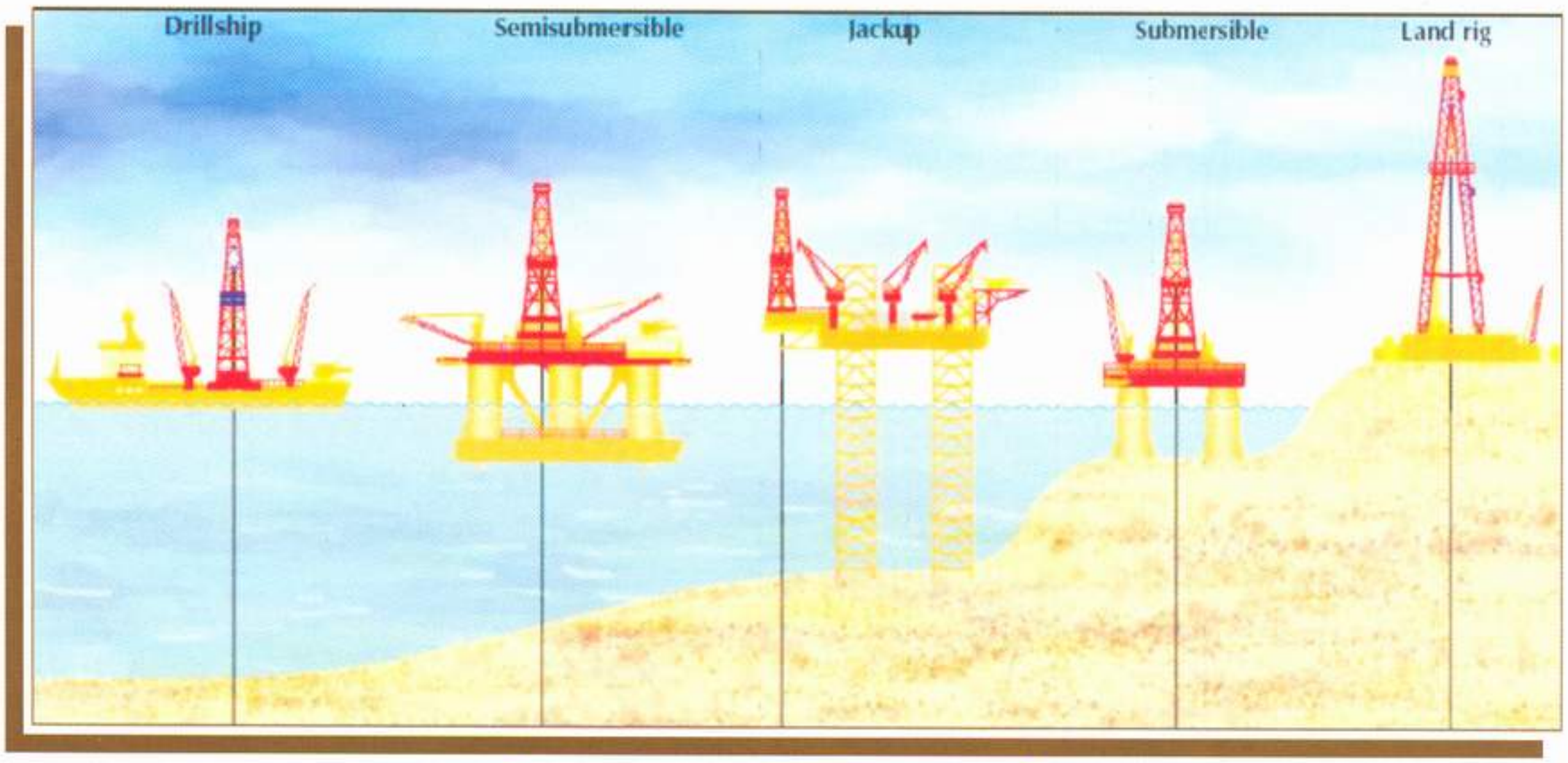
مهم‌ترین عاملی که نوع دکل حفاری را تعیین می‌کند، عمق آب منطقه مورد نظر است. بیشترین عمق آبی که هر یک از انواع دکل‌های دریایی در آن قابلیت عملیات دارند، در توضیحات مربوط به هر دکل ذکر شده است و جهت سهولت دسترسی و اختصار در جدول (۱-۱) قابل مشاهده است. شکل (۱-۹) به طور شماتیک عمق آب متناسب با انواع دکل‌های حفاری را نشان می‌دهد. علاوه بر این، نزدیکی به منابع تأمین مواد مورد نیاز نیز در انتخاب نوع دکل بی‌تأثیر نیست. به عنوان مثال دکل‌های Semisubmersible، ظرفیت گنجایش مقدار زیاد بار را ندارند و شاید نتوان از آنها در مناطقی که دسترسی به مواد اولیه مشکل است، استفاده نمود.

نوع شرایط آب و هوایی نیز در انتخاب نوع دکل بسیارحائز اهمیت است. به عنوان مثال در شرایط آب و هوایی سخت نمی‌توان از Drill Ship استفاده نمود و یا در مناطقی که آب و هوا طوفانی است و یا مه زیاد است، انتقال مواد و نفرات با هلیکوپتر، ممکن است در بسیاری از مواقع امکان‌پذیر نباشد، از این رو نمی‌توان مواد مورد نیاز را با این روش تأمین نمود.

| نوع دکل | بیشترین عمق آب (ft) |
|---|---|
| Submersible | 30 |
| Jack Up | 400 |
| Platform | 2000 |
| Semisubmersible | 5000 |
| Drill Ship | 8000 |

جدول (۱-۱): بیشترین عمق آبی که دکل می‌تواند در آن حفاری کند

زمان متوقف شدن عملیات (Downtime)، پارامتر دیگری است که باید درانتخاب دکل مورد توجه قرار گیرد. به عنوان مثال در شرایط آب و هوایی سخت، Tenderها ( به علت حرکت زیاد Barge) دارای زمان Downtime بالا بوده ومورد استفاده قرار نمی‌گیرند.




شکل (۱-۹) ـ مقایسه حداکثر عمق آب قابل حفاری

عامل بعدی‌که می‌تواند در انتخاب نوع دکل مؤثر واقع شود، نوع عملیات حفاری است. می‌توان گفت حفاری چاه کلاً به دو منظور انجام می‌شود: اکتشاف نفت و استخراج آن. چاه‌هایی را که برای اکتشاف نفت حفر می‌شود، چاه‌های اکتشافی (Exploratory Wells) وچاه‌هایی راکه به منظور استخراج و بهره برداری از یک میدان نفتی حفر می‌شود، چاه‌های توسعه‌ای (Development Wells) می‌نامند. حفرچاه‌های اکتشافی به‌دلیل ناشناخته بودن‌منطقه و امکان بروز مشکلات غیر منتظره، دشوارتر و پرهزینه‌تر از چاه‌های توسعه‌ای است. درچاه‌های اکتشافی غیر از عمق آب، شرایط آب و هوا و... پارامترهای دیگری نیز در انتخاب نوع دکل تأثیرگذار است. به عنوان مثال در حفر چاه‌های اکتشافی معمولاً از Platform ها استفاده نمی‌شود چراکه پس از پایان حفاری، معمولاً نیازی به وجود سازه‌ای روی چاه حفر شده احساس نمی‌شود ( خصوصاً اگر نتایج حفاری منفی باشد). علاوه بر مطالب گفته شده، می‌توان دکل‌های موجود در محدوده منطقه مورد نظر و یا نحوه انتقال‌دکل را پارامترهای دیگری برای انتخاب دکل به شمار آون‌د.

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان دکل‌های متداول را برای انواع حفاری و شرایط گوناگون به شرح زیر برشمرد:

### ۱-۳-۱) انتخاب نوع دکل برای چاه‌های اکتشافی

در آبهای کم عمق معمولاً از دکل‌های Submersible ( برای عمق‌کمتر از ۳۰ft) و یا Jack up (برای عمق بیشتراز ۳۰ft) استفاده می‌شود.

برای حفاری اکتشافی درآب‌های یخی از Drill Ship- Dynamically Positioned استفاده می‌گردد.

درآب‌های عمیق تر از ۱۵۰۰ فوت برای حفر چاه‌های اکتشافی، Dynamically positioned Drill Ship گزینه مناسبی می‌باشند. درآب‌های عمیق و متلاطم (Sever Sea Condition) دکل‌های Semisubmersible به منظورحفاری اکتشافی مورد استفاده قرار می‌گیرند. Platform ها تنها در صورتی برای عملیات اکتشافی به کار می‌روند که استفاده از هیچ یک از انواع دیگر دکل‌ها به هردلیل امکان‌پذیر نباشد.

### ۱-۳-۲) انتخاب نوع دکل برای چاه‌های توسعه‌ای

متداول‌ترین دکل دریایی برای حفاری در آب‌های کمتر از ۴۰۰ft، Jack up می‌باشد. معمولاً در چاه‌های توسعه‌ای یک Fixed Platform در محل چاه نصب می‌شود و یک Cantilever Jack up ، برای حفر یک یا چند چاه از روی Platform مورد استفاده قرار می‌گیرد. درصورتی که عمق آب به بیش از ۵۰۰ فوت برسد (خارج از محدوده Jack Up)، Tender ها یک گزینه مطلوب برای حفر چاه‌های توسعه‌ای برای آب‌های آرام به حساب می‌آیند. درصورت آرام نبودن دریا در این عمق ازCompact Rig ها برای این منظور استفاده می‌شود. در صورتی‌که از روی یک Compact Rig بخواهند در چند منطقه چاه حفر کنند، استفاده از چاه‌های جهتی (Directional Wells) یک امر عادی و رایج به حساب می‌آید.

حفاری در آب‌های عمیق‌تر، نیازمند استفاده از دکل‌های Semisubmersible ویا Drill Ship می‌باشد. در این موارد با توجه به شرایط‌آب و هوایی، دسترسی به منابع تأمین مواد مورد نیاز ( سوخت، خوراک، لوله‌ها و ...)، امکانات حمل و نقل ودر دسترس بودن دکل، یکی از این دو نوع دکل شناور انتخاب می‌شود.

## ۲-۱) انواع Jack Up

آرایش و شکل ظاهری Jack UP ها معمولاً یکسان است و تفاوت آن‌ها تنها در تعداد، شکل هندسی، نحوه اتصال و سیستم بالا و پایین بردن پایه‌ها خلاصه می‌گردد. اگر چه می‌توان Jack Upها را بر اساس هر یک از عوامل مزبور تقسیم‌بندی نمود، اما رایج‌ترین تقسیم‌بندی بر اساس نحوه اتصال پایه‌ها به یکدیگر می‌باشد. دلیل این امر، تأثیر قابل توجه نحوه آرایش پایه‌ها بر محدوده عملکرد دکل حفاری است. Jack UP ها از لحاظ نحوه اتصال پایه‌ها به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

- Jack Up–۱ – با پایه‌های مستقل (Independent Leg Jack Up)
- Jack Up–۲ – با پایه‌های وابسته (Mat Supported Jack Up)

### ۲-۱-۱) Jack UP با پایه‌های مستقل (Independent Leg Jack Up)

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 شیب‌دار و یا ناهموار باشد، را امکان‌پذیر می‌سازد.

نفوذ پایه‌ها در بستر دریا از اهمیت ویژه‌ای در نحوه استقرار و عملیات سکوی حفاری برخوردار است، به نحوی‌که هرقدر نفوذ پایه‌ها دربستر دریا بیشترباشد، استقرار و پایداری سکو نیزبیشترخواهد بود. از طرفی با افزایش نفوذ پایه‌ها در بستر دریا، خروج و آزاد سازی آنها نیز مشکل‌تر خواهد شد. لذا با توجه به لزوم قابلیت تحرک و جابجایی سکوهای حفاری Jack Up 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 (شکل۲-۱).

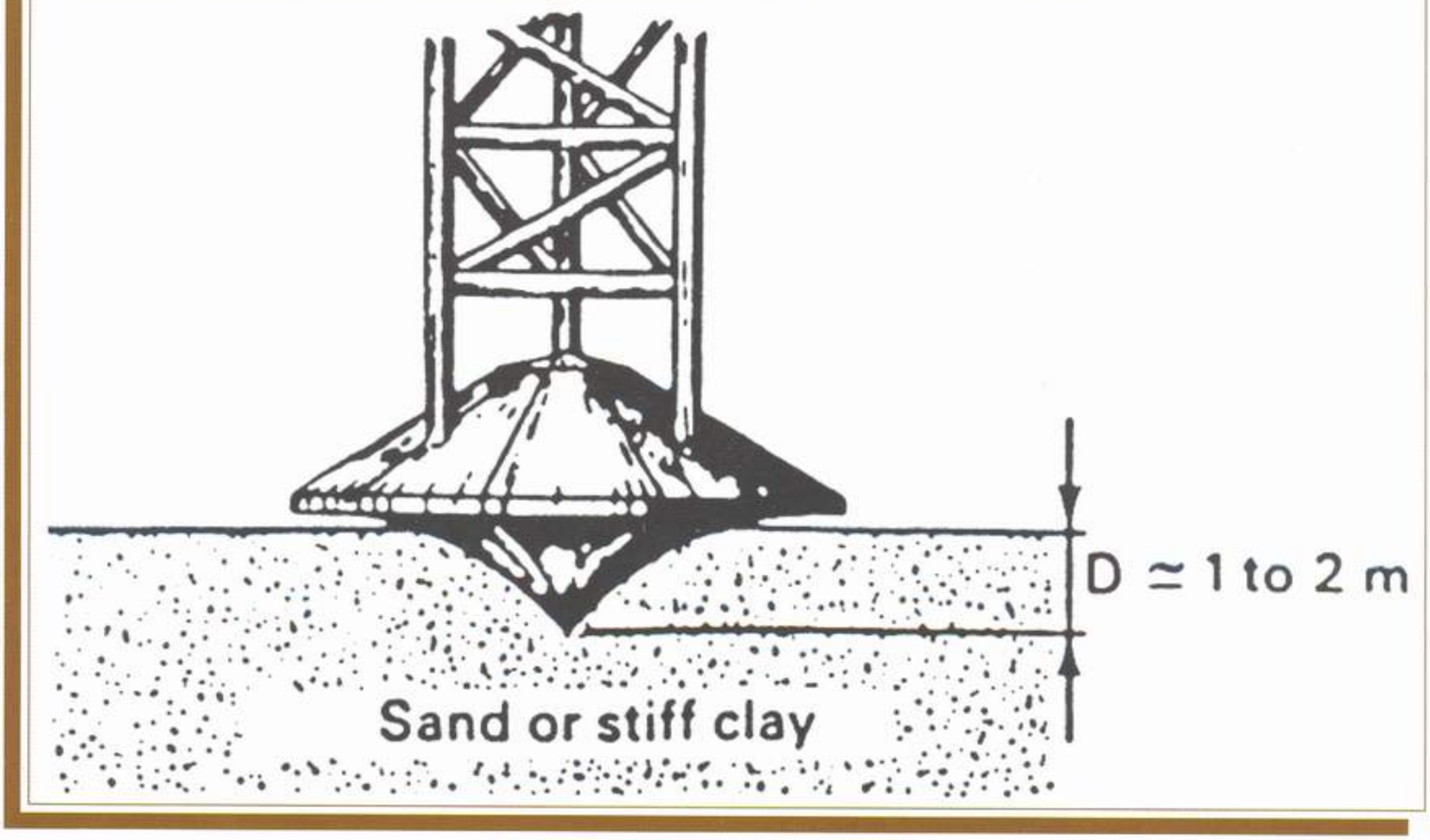
طراحی‌و هندسهSpud Canها می‌تواند استوانه‌ای، مخروطی ویا هیپربولیک باشد. قسمت زیرینSpud Can معمولاً نوک تیز و از فلزات مقاوم‌تر ساخته می‌شودتا در مناطقی‌که بستر دریا سفت است و نفوذ Spud Can ها در کف دریا ناچیز است، از لغزش آن‌ها در بسترهای سنگی و نفوذناپذیر تا حد امکان کاسته شود.

### ۲-۱-۲) Jack Up با پایه‌های وابسته (Mat Supported Jack Up)

در این نوع Jack Up ها کلیه پایه‌ها روی یک یا دو صفحه متصل به هم قرار می‌گیرند که این صفحه اصطلاحاً Mat نامیده می‌شود. Mat ها صفحات فلزی هستند که به تمام پایه‌ها متصل می‌شوند و برای کاهش فشار روی بستر دریا به کار می‌روند.

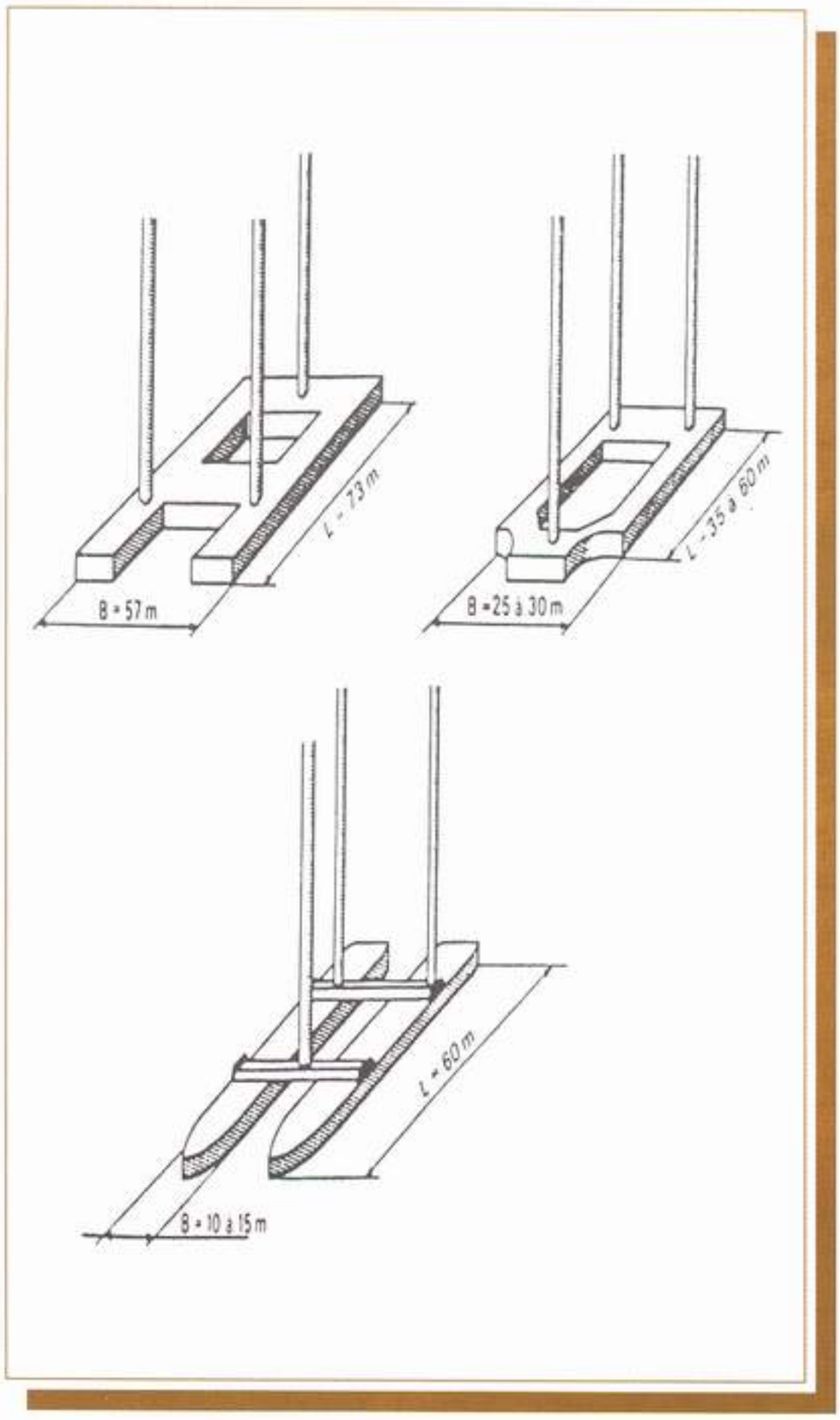
Mat ها ممکن است، A شکل یا مستطیل شکل باشند و یا از دو صفحه متصل به هم (Twin Mat) تشکیل شده باشند (شکل۲-۲).

ابعاد کلی Mat های A شکل از ۵۰×۲۵ تا حدود ۷۵×۵۰ متر و سطوح تماس ۳۰۰۰-۱۰۰۰ متر مربع متغیر است. ابعاد Mat های مستطیل شکل نیز در بازه ۳۵×۲۵ تا۶۰×۳۰ متر می‌باشد.




شکل (۲ ـ ۱) ـ Spud Can و اتصال آن

Mat ها برای نصب روی بستر دریا با ساختار خاک نرم طراحی شده‌اند که سبب توزیع یکنواخت تنش زیر پایه‌ها می‌گردند. در Jack Up ها با پایه‌های متصل، پایه‌ها معمولا استوانه‌ای شکل و در موارد نادر و استثنایی مشبک هستند. مزیت Mat ها نسبت به Spud Can ها، فرورفتگی کمتر آنها درخاک‌های نرم به علت شکل هندسی و سطح تماس زیاد آن‌ها با کف دریا می‌باشد که نتیجه آن افزایش قابلیت Jack Up 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، امروزه‌کمتر از این آرایش در ساخت Jack Up ها استفاده می‌شود. امروزه‌کاربرد این دکل‌ها تنها به‌آب‌هایی تا عمق ۵۰ متر و برای مناطقی که کف دریا هموار است، محدود می‌شود.




شکل (۲ ـ ۲) ـ اتصال پایه‌ها به یکدیگر با انواع Mat های A شکل، مستطیلی و دوگانه

## ۲-۲) تقسیم‌بندی اجزاء Jack Up

در یک تقسیم‌بندی کلی، یک دکل حفاری از نوع Jack Up را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود.

- ۱ – بدنه (Hull)
- ۲ – پایه‌ها (Legs)

### ۲-۲-۱) بدنه (Hull)

منظور از بدنه، قسمت Barge شکل دکل حفاری می‌باشد. کلیه تجهیزات مورد نیاز دکل، اعم از تجهیزات حفاری (Drilling Equipments)، محل‌های زندگی‌کارکنان 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 شودکه ضمن داشتن فضای مناسب و استفاده بهینه از آن برای نصب تجهیزات، از استحکام کافی برای تحمل بارهای وارده درحین عملیات برخوردار باشد. علاوه براین از آنجا که Jack Up ها به هنگام حمل ونقل دردریا، درمعرض امواج دریا قرار دارند، سازه آنها باید توان تحمل بارهای ناشی از امواج آب وکلاً کار درمحیط دریا را داشته باشد.

بدنه بیشتر به صورت سه‌گوش یا چهارگوش ساخته می‌شود. از آن‌جا که دکل‌های مزبور در دریا فعالیت می‌کنند، روش نامگذاری خاصی‌که برای‌شناورها مورد استفاده قرارمی‌گیرد، 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 بایستدکه این قسمت پشت سر وی واقع گردد، سمت راست وی Starboard Side و سمت چپ Port Side نامیده می‌شود. نحوه استقرار تجهیزات در بدنه Jack Up به گونه‌ای است که توزیع وزن به شکل مناسبی در بدنه صورت گیرد. این مسأله چه‌درهنگام شناور بودن بدنه و چه درهنگام عملیات حفاری حائز اهمیت است. اهم قسمت‌های بدنه Jack Up به شرح زیر می‌باشد:

**۲-۲-۱-۱) محل زندگی کارکنان (Accommodation)**

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 پیش‌بینی می‌گردد. تأمین رفاه و آسایش کارکنان در هنگام سکونت در واحد دریایی و ایجاد فضای مناسب برای استراحت آنان، در برطرف‌کردن و یا 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 جبران‌ناپذیر گردد) نقش به سزایی دارد. بسته به موقعیت کارکنان، اتاق‌های یک یا دو نفره برای سکونت آنان در دکل تعبیه شده است. تعداد کمی از اتاق‌ها دارای حمام و دستشویی اختصاصی هستند ولی برای اکثر اتاق‌ها، بین هر دو اتاق یک سرویس حمام و دستشویی برای استفاده مشترک قرار داده می‌شود. این اتاق‌ها و وسایل داخل آن به گونه‌ای طراحی می‌شود که آسایش کارکنان در مواقع استراحت آنان به بهترین نحو ممکن فراهم گردد. 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 ونحوه نصب نیزقوانین و مقررات مخصوص به خود را دارند که در استانداردها و کتب راهنما به تفصیل بیان گردیده‌اند. 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 دکل به واحدهای غذا خوری(Mess Room)، آشپزخانه (Galley)، انبار و سردخانه برای نگهداری مواد غذایی، واحد لباسشویی (Laundry Room)، مکان‌هایی برای استراحت و

شکل (۲ ـ ۳) ـ سالن غذاخوری

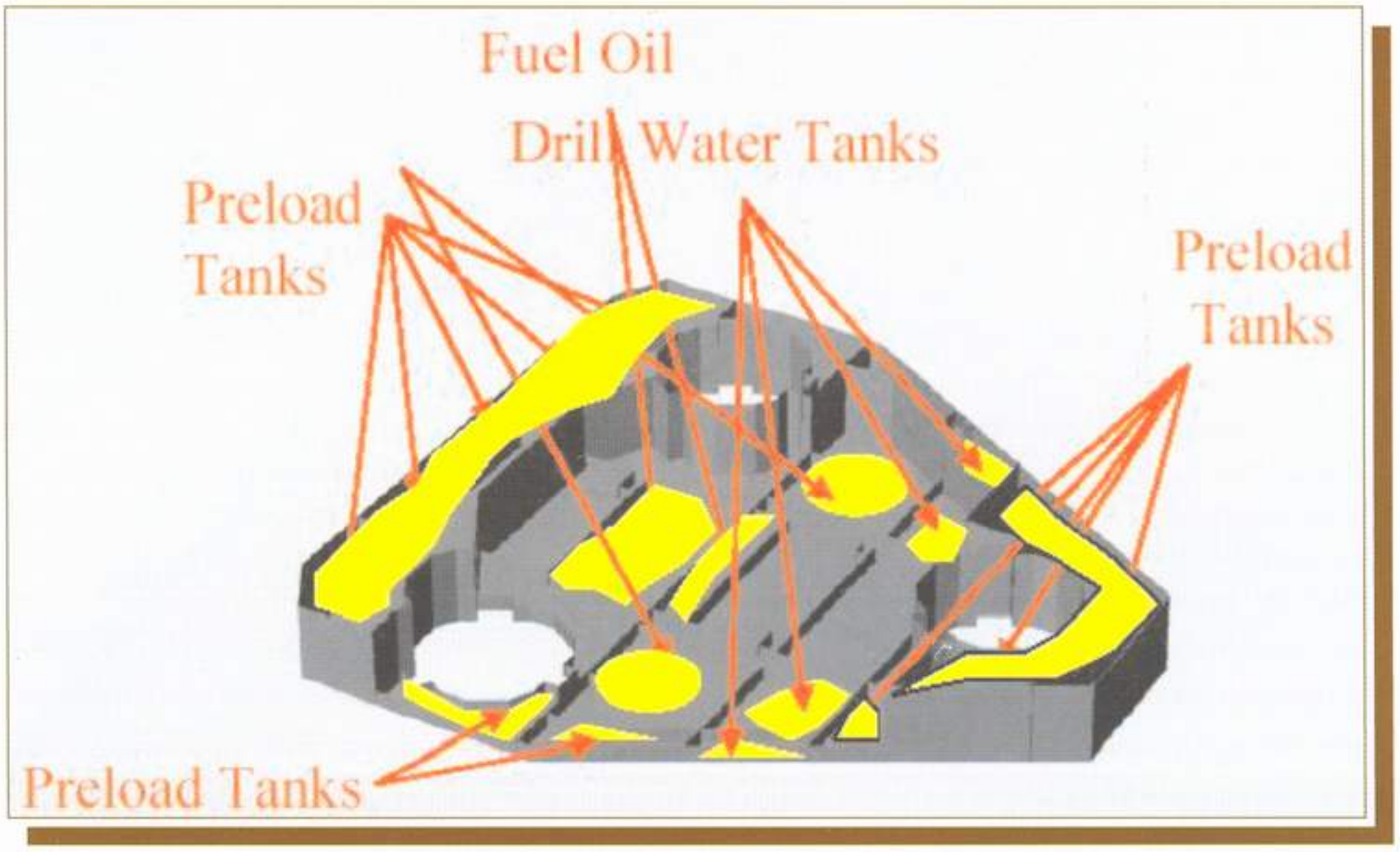
تفریح نظیرسالن بدن‌سازی و اتاق‌تلویزیون(TV Room) و... مجهز می‌گردد. شکل (۲-۳) سالن غذاخوری یک دکل را نشان می‌دهد. همچنین دفاتر اداری، آرشیو اسناد فنی، بخش مخابرات و ناوبری نیز درAccommodation جای داده می‌شوند. کلیه قسمت‌های گفته شده در طبقات مختلف Accommodation که معمولاً چهار یا پنج طبقه است، قرار دارند. تناسب فضای اختصاص داده شده به هر 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 راه‌پله‌ها باید به گونه‌ای صورت گیردکه فضای حرکتی لازم برای رفت و آمد پرسنل و حمل ونقل وسایل مورد نیاز، وجود داشته باشد. معمولاً در ساخت اماکن فوق از موادی 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 نمی‌شود. شرایط تهویه، نور، میزان عایق بودن‌در 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 واحدهایی‌که‌دردریا فعالیت می‌کنند، قوانین و استانداردهای زیادی برای آن نوشته شده است که در آن‌ها حداقل شرایط لازم برای این قسمت قید شده‌است. اداره کشتیرانی آمریکا (American Bureau Of Shipping) که به اسم اختصاری ABS معروف است 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.

### ۲-۲-۱-۲) مخازن (Tanks)

به علت شرایط عملیاتی دکل‌های حفاری دریایی و دوری آنها از مراکز تأمین مواد مورد نیاز، به منظور ذخیره سازی و نگهداری مواد مختلف روی دکل، مخازن مختلفی پیش‌بینی می‌شود. نوع، تعداد و حجم این مخازن در طراحی‌های مختلف متفاوت است، ولی می‌توان گفت اهم مخازن که در اکثر واحدها وجود دارند به شرح زیر می‌باشد:

مخازن گل (Mud Tanks)، مخازن Preloading، مخازن آب شرب (Potable Water Tanks)، مخازن آب حفاری (Drill Waters) ، مخازن سوخت (Fuel Tanks)، مخازن روغن (Oil Tanks)، مخازن جمع‌آوری آب‌های سطحی (Bilge Tanks)، مخازن نگهداری مواد اولیه و ... شکل (۲-۴)




شکل (۲ ـ ۴) ـ مخازن Jack Up

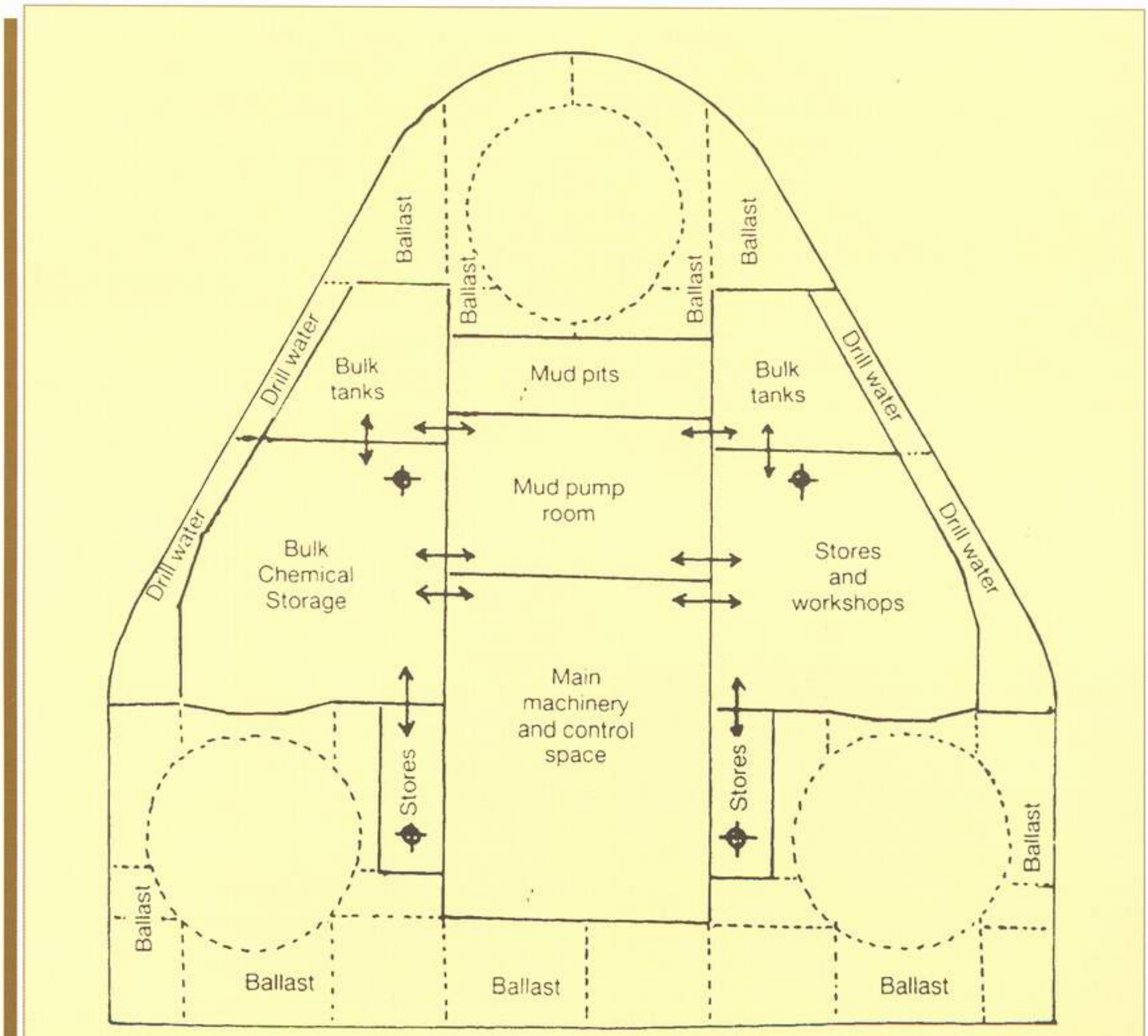
شماتیکی از نحوه قرارگیری مخازن درون بدنه Jack Up و شکل (۲–۵) یک نمونه نقشه مخازن را نشان می‌دهد. توضیح مختصر هر یک از مخازن به شرح زیر است:

مخازن گل (Mud Tanks)

این مخازن به منظور آماده سازی و ذخیره سازی گل حفاری در دکل تعبیه می‌شوند.

مخازن Preloading(Preload Tanks)

این مخازن حجم زیادی از بدنه را به خود اختصاص داده‌اند. به هنگام نصب دکل، با پر شدن این مخازن توسط پمپ‌های آب شور، دکل سنگین شده و عملیات Preloading انجام می‌شود. این مخازن تحت عنوان Ballast Tanks نیز شناخته می‌شوند.




شکل (۲ ـ ۵) ـ نقشه مخازن Jack Up

مخازن آب شیرین (Potable Water Tanks)
این مخازن جهت ذخیره‌سازی آب شیرین مورد نیازکارکنان واحد حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب ذخیره شده در این مخازن توسط آب‌شیرین‌کن تهیه شده و برای شست و شو مورد استفاده قرار می‌گیرد. در برخی از دکل‌ها از آب معدنی جهت شرب استفاده می‌شود و در برخی دیگر تأمین آب شرب مورد نیاز توسط آب‌شیرین‌کن 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 می‌گردد و تجهیزات، سوخت مصرفی خود را از این مخازن دریافت می‌کنند.

مخازن روغن (Oil Tanks)
روغن مورد نیاز دستگاه‌های مختلف در این مخازن ذخیره می‌گر دد. انواع مختلف روغن در مخازن جداگانه نگهداری می‌شوند.

مخازن جمع‌آوری 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.
طراحی بدنه(Hull) و قسمت‌های‌مختلف دکل باید به‌گونه‌ای باشدکه کلیه آب‌های سطحی به این مخازن منتقل‌گردد، به عبارت دیگر آب در هیچ یک از قسمت‌ها جمع نشود.

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

**۲-۲-۱-۳) محل فرود هلی‌کوپتر (Heli Deck)**
به‌علت بعد مسافت بین مناطق عملیاتی و ساحل برای انتقال برخی مواد و پرسنل از هلی‌کوپتر استفاده می‌شود. به همین دلیل روی دکل مکانی برای فرود هلی‌کوپتر در نظر گرفته می‌شود. این قسمت معمولاً در بالای Accommodation قرار داده می‌شود. طراحی و ساخت این قسمت به گونه‌ای صو رت می‌گیرد که وسعت کافی برای عملکرد هلی‌کوپتر 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 (شکل۲-۶)، اما امروزه این قسمت معمولاً در سمت راست (Starboard Side) نصب می‌گردد (شکل۲-۷).
دراین محل تجهیزات سوخت‌گیری و همچنین تجهیزات آتش‌نشانی برای مقابله با حوادث احتمالی پیش‌بینی شده است. از آن جا که به علت بارندگی و یا استفاده از وسایل آتش‌نشانی و...
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 قسمت‌ها، مجراهایی برای خروج آن‌ها در کف دکل تعبیه می‌گردد.

شکل (۲ ـ ۶) ـ Helideck در جلو Jack

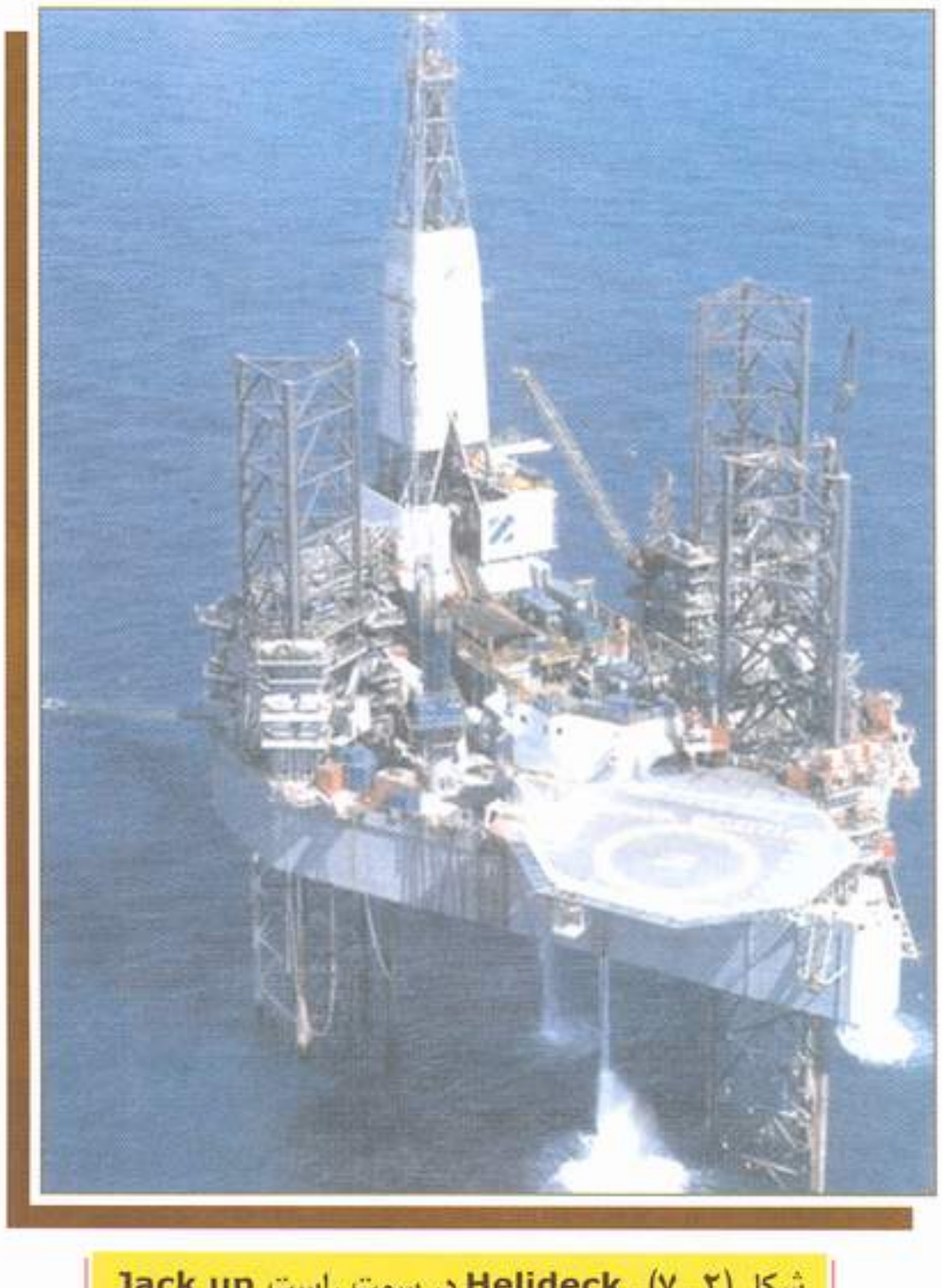
### ۲-۲-۱-۴) جرثقیل (Crane)

به منظور انتقال تجهیزاتی نظیر لوله‌ها از کشتی به دکل حفاری و همچنین جابجایی لوازم روی دکل حفاری، جرثقیل‌هایی‌تعبیه می‌شود. تعداد، ظرفیت و شعاع عملکرد جرثقیل‌ها بسته به نوع دکل‌حفاری متغیراست. معمولاً روی Jack Up ها دو تا سه جرثقیل نصب می‌شود. شکل (۲–۸) یک Jack Up چهار پایه را که دارای دو جرثقیل است، نشان می‌دهد.

### ۲-۲-۱-۵) تجهیزات مخابراتی (Communication System)

کلیه واحدهایی‌که در دریا فعالیت می‌کنند، اعم ازکشتی‌ها، سکوهای نفتی، واحدهای حفاری و... برای تعیین موقعیت خود، ارتباط با ساحل و یا سایر واحدهای دریایی به منظور رفع نیازها و یا درخواست‌کمک درمواقع ضروری و یا دریافت اطلاعات، به تجهیزات مخابراتی مجهز می‌باشند.

تنوع این تجهیزات برای یک واحد دریایی به‌گونه‌ای است‌که واحدها بتوانند در هر شرایطی و هر منطقه‌ای، خصوصاً در مواقع اضطراری با واحدهای مستقر در دریا و خشکی ارتباط برقرار نموده، پیام ارسال یا دریافت دارند. علاوه بر تجهیزات مخابراتی فوق‌الذکر 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.



شکل (۲ ـ ۷) ـ Helideck در سمت راست Jack up

#### ۲-۲-۱-۵-۱) تجهیزات مخابراتی برای ارتباط با خارج

نواحی بحری ازلحاظ ارتباطی به چهاردسته تقسیم می‌شوند.

نواحی که در آنها امکان ارتباط با ساحل از طریق امواج با فرکانس بالا (VHF) امکان پذیر باشد، ناحیه ۱A (1A Area)،

مناطقی‌که ارتباط آن‌ها با ساحل از طریق امواج با فرکانس متوسط (MF) فراهم شود ناحیه ۲A (2A Area)، نواحی‌که از

شکل (۲ ـ ۸) ـ جرثقیل Jack Up

طریق ماهواره قابلیت ارتباط با ساحل را داشته باشند ناحیه ۳A (3A Area) و بالاخره مناطقی که در هیچ یک از موارد فوق نگنجد ناحیه ۴A (4A Area) نامیده می‌شوند. لازم به ذکراست امواج رادیویی بر اساس فرکانس‌خود به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۰/۳ تا ۳ مگا هرتز: MF (Middle Frequency)
۳ تا ۳۰ مگا هرتز: HF (High Fequency)
۳۰ تا ۳۰۰ مگاهرتز: VHF (Very High Frequency)
۳۰۰ تا ۳۰۰۰ مگاهرتز: UHF (Ultra High Frequency)

با توجه به نوع عملیات دکل حفاری Jack Up ، تجهیزات مخابراتی آن به گونه‌ای در نظرگرفته می‌شود که ناحیه ۳A را بپوشاند. کلیه تجهیزات مخابراتی در یک اتاق که اتاق مخابرات (Communication Room) نامیده می‌شود قرار می‌گیرند (شکل ۲–۹).

اهم وسایل مخابراتی که در یک Jack Up مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر می‌باشد:

SSB Transciever
SSB که مخفف Single Side Band می‌باشد، یک فرستنده – گیرنده رادیویی است که در باند فرکانسی ۲ تا ۳۰ مگاهرتز عمل می‌نماید.

E.P.I.R.B. –
(Emergency Positioning Indicating Radio Beacon)
این وسیله یکی از مهم‌ترین‌و معروف‌ترین‌تجهیزات 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 سیگنال‌هایی که معرف نام واحد دریایی و موقعیت آن است،

شکل (۲ ـ ۹) ـ اتاق مخابرات

ماهواره‌ها را از بروز سانحه مطلع می‌نماید و ماهواره‌ها از نزدیک‌ترین و در دسترس‌ترین واحدها تقاضای کمک می‌کنند.

– 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 هلی‌کوپتر 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 سیستم‌هایی 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 جایی‌در مواقع اضطراری وجود داشته باشد، باز هم این سیستم‌ها روی دکل حفاری تعبیه می‌شود.

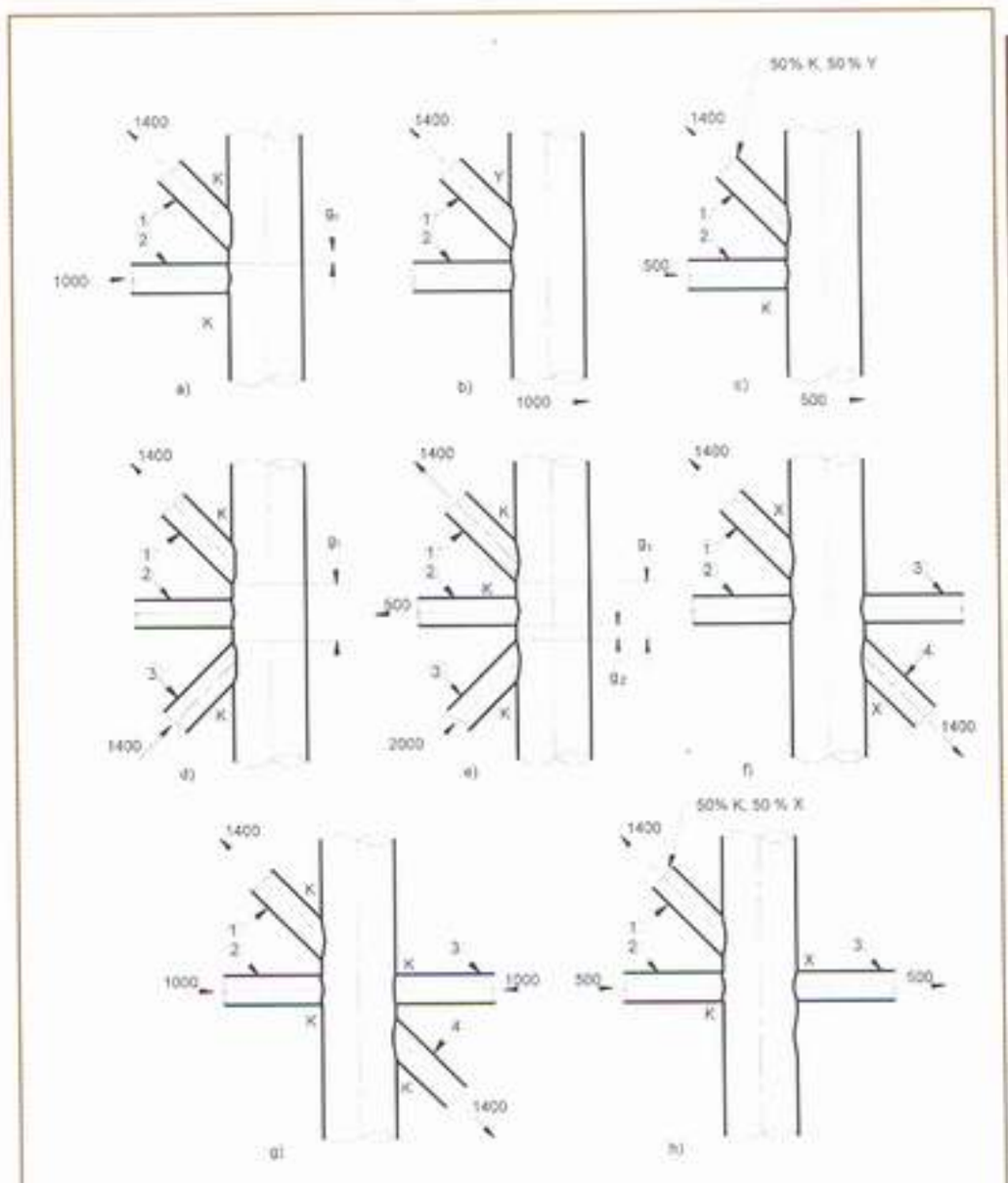
– Navtex
تمام اطلاعات مربوط به امور دریایی، اتفاقات، پیش‌بینی آب و هوا و مسائلی از این دست به صو رت نوشتاری توسط این دستگاه دریافت می‌گردد.

۲–۲–۱–۵–۲) سیستم‌های مخابراتی داخل دکل حفاری
علاوه بر سیستم‌های مخابراتی گفته شده که جهت ارتباط دکل حفاری با خارج ازدکل پیش‌بینی شده‌اند، برای ارتباطات داخلی نیز سیستم‌های مخابراتی مهیا شده است. در دکل حفاری یک مرکزتلفن وجود داردکه ارتباط قسمت‌های مختلف دکل‌حفاری 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 پیش‌بینی شده است. به عنوان مثال سیستم‌فوق نقش مؤثری جهت ایجاد ارتباط بین افراد مستقر روی Rig Floor و Derrickman ایفا می‌نماید. (Derrickman روی Derrick در ارتفاع تقریباً ۲۵ متر از کف دکل مستقر می‌شود و عملیات قرار دادن لوله‌ها در Finger Board و خروج لوله‌ها از آن را انجام می‌دهد).

## ۲–۲–۲ ) پایه‌ها (Legs)

### ۲–۲–۲–۱ ) 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 درتمامی 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 می‌گیرند. نوع دیگری از اتصال که به T شکل معروف است، در واقع نوع خاصی از اتصال Y شکل می‌باشد که در آن زاویه بین تیر اصلی (Chord) و تیر فرعی (Brace) در حدود ۹۰ درجه می‌باشد. اتصال نوع T شکل مضاعف (Double T Joint) در ظاهر تقریباً مشابه نوع X شکل می‌باشد ولی در عمل مانند ترکیبی از دو مفصل Y شکل و یا دو مفصل T شکل چسبیده به هم عمل می‌کند. بطور کلی سازه خرپایی شکل پایه‌های Jack Up از مجموعه‌ای از اتصالات مذکور بین تیرهای اصلی و فرعی تشکیل شده است. در شکل (۲–۱۰) نمونه‌هایی از انواع ساده اتصالات تیرهای اصلی و فرعی به یکدیگر، بصورت شماتیکی نشان داده شده است.

بطورکلی پایداری دکل‌های Jack Up به دو پارامتر اصلی، یعنی طول پایه‌ها و ابعاد بدنه UpJack بستگی دارد. محل مرکز ثقل (Center Of Gravity) دکل Jack Up رابطه تنگاتنگی با میزان پایداری آن دارد، بطوری که با افزایش طول پایه‌های Jack Up، بایستی فاصله بین پایه‌ها و همچنین ابعاد بدنه اصلی افزایش یابد، تا پایداری مجموعه Jack Up حفظ گردد.



شکل (۲ ـ ۱۰) ـ انواع مختلف اتصالات

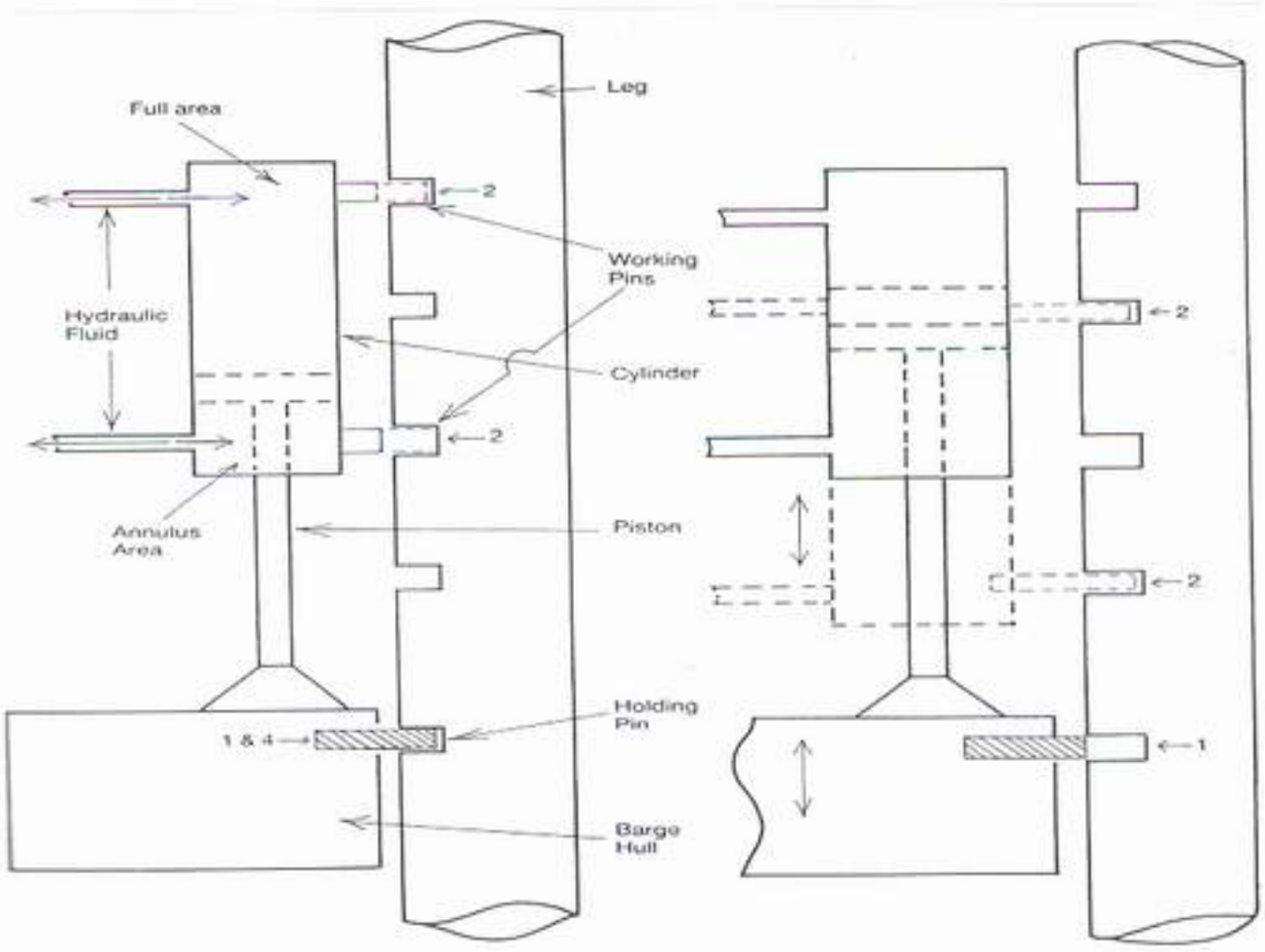
### ۲-۲-۲-۲) مکانیزم حرکت پایه‌ها

بالا و پایین بردن پایه‌ها توسط سیستم‌هایی موسوم به Jacking System انجام می‌شود. حرکت پایه‌ها از مجراهای تعبیه شده دربدنه دکل صورت می‌گیرد. وقتی که‌پایه‌ها به بستردریا رسیده باشند، سیستم Jacking بدنه دکل را به سمت بالا می‌کشد و وقتی دکل در حالت شناور باشد فقط پایه‌ها را بالا و پایین می‌برند. سیستم Jacking شامل چندین واحد بلند کننده روی هر پایه است.

این سیستم‌ها در دو نوع یافت می‌شوند که عبارتند از سیستم هیدرولیکی Ram & Pin و سیستم Rack & Pinion که‌با نیروی الکتریکی حرکت می‌کند.

#### ۲-۲-۲-۲-۱) سیستم هیدرولیکی (Ram & Pin)

درگذشته، ازجک‌های هیدرولیکی برای بالا و پایین بردن پایه‌ها و بدنه استفاده می‌شد. یک سیستم هیدرولیکی Jacking معمولاً شامل یک و یا تعداد بیشتری پیستون روی هر پایه همراه با پین‌های ملحقه به آن است. معمولاً یک رانشگر مرکزی هیدرولیکی برای تمام پایه‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، ولی در برخی واحدها هر پایه برای خود رانشگر هیدرولیکی مستقل داشت. این روش به دلیل دشواری کار برای پرسنل، سرعت پایین و نشت زیاد روغن امروزه جای‌خود را به سیستم‌های دنده شانه‌ای داده است (شکل۲-۱۱).




شکل (۲ ـ ۱۱) ـ سیستم حرکت پایه‌ها با استفاده از جکهای هیدرولیک

۲-۲-۲-۲-۲) سیستم دنده شانه‌ای (Rack & Pinion)
دراین سیستم، شانه(Rack) روی ستون‌های‌پایه‌ها (Chord) نصب می‌گردد وحرکت‌پایه‌ها به‌کمک چرخدنده‌ها (Pinion) صورت می‌گیرد. چرخدنده‌ها نیروی محرکه خود را از الکتروموتورهایی که برای آنها تعبیه شده‌است، دریافت می‌کنند (شکل۲-۱۲). نیروی هر الکتروموتور از طریق یک جعبه دنده (Gear Box) به چرخدنده منتقل می‌شود. به عنوان مثال برای یک دکل سه پایه که هر پایه آن سه ستون دارد و هر ستون توسط چهار چرخ دنده حرکت می‌کند، مجموعاً ۳۶ چرخدنده و الکتروموتور و ۹ شانه وجود دارد. روی اغلب واحدهای Jack Up، سیستم‌های کنترلی برای تمام واحدهای Jacking تعبیه شده است. درسیستم کنترل Jacking، کنترلرهایی برای بالا بردن و پایین بردن هرکدام از پایه‌ها وجود دارد که میزان توان مصرفی را اندازه‌گیری کرده و مصرف توان روی هرکدام از سیستم‌های Jacking را نشان می‌دهد. همچنین آژیر هشدار دهنده برای اعلام خطر در سیستم و نشانگرهایی برای مشخص کردن میزان آبخور Jack Up و مقداری از پایه که زیر Hull قرار گرفته، در آن پیش بینی شده است. امروزه سیستم‌هایی نیز برای مشخص کردن میزان بار لحظه‌ای هر شاخه پایه و همچنین روی هر کدام از Pinion ها یا جک‌های سیستم بالابرنده، نصب می‌شود. در برخی سیستم‌ها سنسورهایی نیز برای نشان دادن میزان انحراف پایه‌ها از محل استقرارخود در نظرگرفته می‌شود.

۲-۲-۲-۳) مکانیزم نصب و ثابت کردن پایه‌ها به بدنه Jack Up
بعد از حرکت دادن پایه‌ها به منظور شناور شدن و یا استقرار بر بستر دریا، برای جلوگیری از هرگونه لرزش و حرکت، پایه‌ها باید نسبت به بدنه ثابت شوند. در هنگام شناور بودن بدنه و به علت حرکات Roll و Pitch ناشی از امواج دریا، پایه‌ها ممکن است در جایگاه‌های خود حرکت نمایندکه این

شکل (۲-۱۲) ـ سیستم Jacking از نوع Rack & Pinion

مسأله می‌تواند سبب بروز اشکالات وخرابی‌هایی برای اجزای پایه و یا سیستم Jacking در نقاط تماس پایه با بدنه گردد. برای غلبه بر مشکل مذکور، روش‌های مختلفی برای اتصال محکم پایه‌ها در جایگاه‌های خود به کار گرفته شده است. پایه‌های سکو توسط روش‌های زیر نسبت به بدنه ثابت می‌شوند:

۲-۲-۳-۱) سیستم Rack Chock

در این روش از اجزای مکانیکی قفل‌کننده استفاده می‌شود که روی هر پایه نصب می‌شوند و با درگیر شدن با دندانه‌های Rack، امکان حرکت را از پایه‌ها سلب می‌کند. قفل‌های Rack، به وسیله جک‌های هیدرولیکی حرکت می‌کنند و برای جلوگیری از خارج شدن آنها از موقعیت خود، وقتی که جک‌ها به عقب برمی‌گردند، پشت قفل‌ها توسط ضامن فلزی محکم می‌گردد (شکل ۲-۱۳).

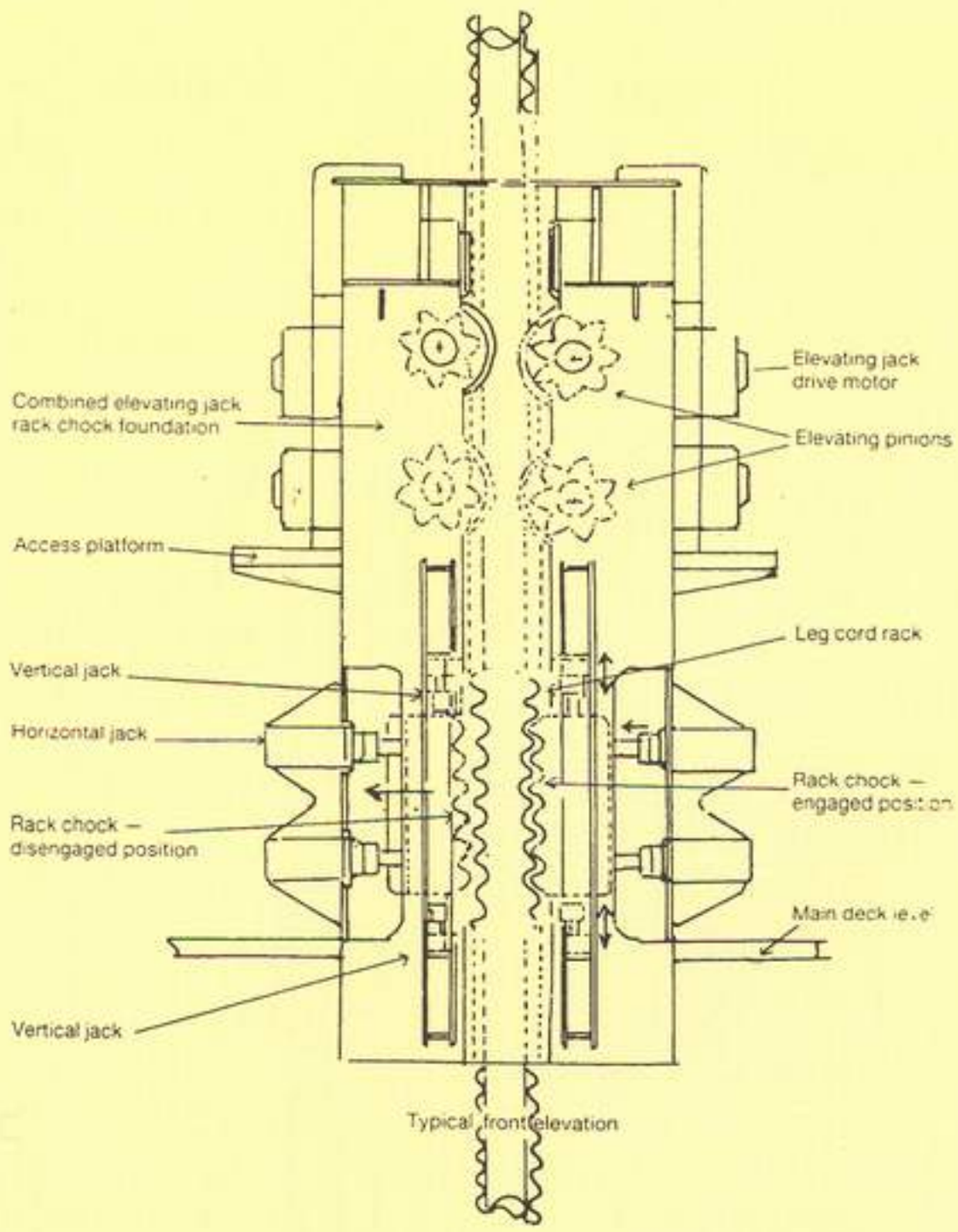
پایه‌ها باید هم هنگام شناوری بدنه و هم در هنگام استقرار روی بستر دریا توسط قفل‌ها به بدنه متصل و نسبت به آن ثابت باشند.

۲-۲-۳-۲) سیستم Leg Guide Chock

این وسیله ساده شامل یک‌گوه فلزی است‌که روی هر یک از لوله‌های پایه جوش داده شده است و هنگامی‌که بطور کامل در سرجای خود قرارگیرد، فاصله بین پایه‌ها و محل استقرار آنراپرمی‌کند. گوه‌ها با استفاده از نیروهای محوری اصطکاکی به طرف بالا، وزن سکو را تحمل می‌کنند.

۲-۲-۳-۳) سیستم Shimming

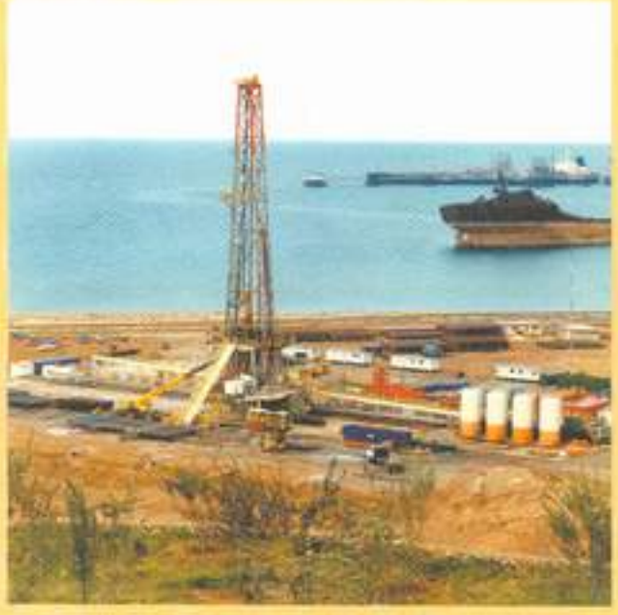
برای بعضی از پایه‌های استوانه‌ای شکل، قطعات فلزی نیم دایره‌ای بنام Shim در قسمت بالایی محل قرارگیری پایه، نصب می‌شود. Shim ها معمولاً به صورت جفت برای هر پایه به کار می‌روند. بعضی از سیستم‌های Shimming دارای قطعات فلزی بسیار سنگینی هستند که بایستی از بالابرهای دستی برای حمل و اتصال آنها استفاده نمود.

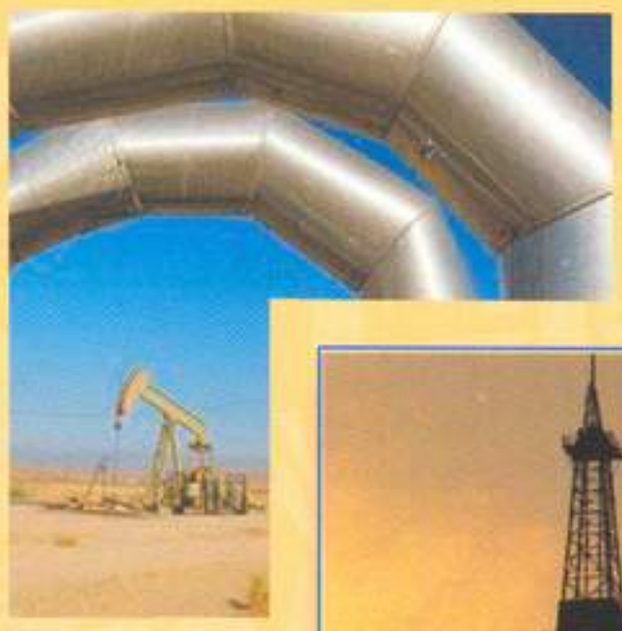



شکل (۲ـ۱۳) ـ قفل شدن پایه‌ها به بدنه سکو توسط قفلهای Rack

Manufacturing Support & Procurement (MSP) Kala Naft Co. Tehran

N.I.O.C





# An Introduction to Marine Drilling Rigs

Directorate of Manufacturing Support for Mechanical, Electrical & Instrumentation