الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة السورية الخاصة
كلية هندسة البترول

تصميم وتصنيع منصة حفر بحرية Jack-UP

اسم المنصة HAV-2025

دراسةٌ أُعِدَت لنيلِ درجةِ الإجازةِ في هندسةِ البترول

إشراف:

الدكتور المهندس عدنان إبراهيم البارودي

إعداد:

هفند علي علو
حسن محمد راشد يوسف

2024-2025

الفهرس

الموضوع الصفحة

-2-3-1الفصل الأول – منصات الحفر البحري

1-1أهمية الحفر البحري: 5

الفصل الثاني – أنواع منصات الحفر البحري

1-2-1 جزر الحفر الاصطناعية: 8

2-2-1 المنصات البحرية الثابتة: 9

1-2-2-2-1 المنصات البحرية ثابتة بشبكة متصالبة من الانابيب معدنية: 11

الفصل الثالث – منصات ذات أرجل أسطوانية

3-2-1 منصات الحفر المنتقلة: 13

1-3-2-1 المنصات ذات مرفاع JACK-UP : 14

الفصل الرابع – القسم العملي

طريقة انشاء المنصة JACK-UP : 20

مخطط المنصة قبل البدء بالتصميم: 2

الفصل الأول

منصات الحفر البحري

(Offshore Drilling Platform)

1-1. أهمية الحفر البحري:

يشكل الجزء المغمور من الماء حوالي ثلاثة أرباع السطح الكلي للقشرة الارضية وهو ما دفع العديد من الدول والشركات النفطية العالمية للبحث عن النفط والغاز والثروات المعدنية الاخرى في البحار والمحيطات ، وخصوصاً بعد التوقعات الكثيرة التي تشير إلى احتمال نضوب النفط والغاز في الحقول المكتشفة حتى الآن على الجزء القاري خلال زمن قصير نسبياً ، وعدم امكانية الصناعة العالمية الاستغناء عن هاتين المادتين ، بالرغم من المحاولات العديدة لاستثمار مصادر أخرى للطاقة (طاقة الرياح، الطاقة الشمسية ، الطاقة النووية ،طاقة المياه) ، وأدى اكتشاف امتداد بعض المكامن النفطية على الجزء القاري داخل البحار كما في ولاية لويزيانا وكاليفورنيا عام 1930 إلى البحث عن الوسائل والتقنيات التي تمكن من استخراج هذا النفط ومعها بدأ الحفر البحري الذي شهد تطوراً سريعاً عام 1973 بعد الحظر الجزئي على تصدير النفط الذي فرضته الدول العربية المنتجة باتجاه الدول التي ساندت الكيان الصهيوني في حرب 1973 ، حيث نشطت الدراسات من قبل العديد من الدول للبحث عن مصادرها الخاصة من النفط والغاز ضمن مياهها الاقليمية ، ونتيجة ذلك اكتشفت حقول نفطيو وغازية عديدة في البحار نذكر منها:

. خليج المكسيك : يعتبر المكان الأول الذي شهد الحفر البحري وتطور التقنية والمعدات الخاصة بهذا الحفر

. بحر الشمال : وهو يعتبر حالياً من أنشط المناطق في مجال الحفر البحري

.الخليج العربي : وقد اكتشف أسفله أهم المكامن البحرية في العالم ، حيث يقدر احتياطه حالياً حوالي (68%) من احتياطي النفط العالمي المكتشف حتى الآن في البحار.

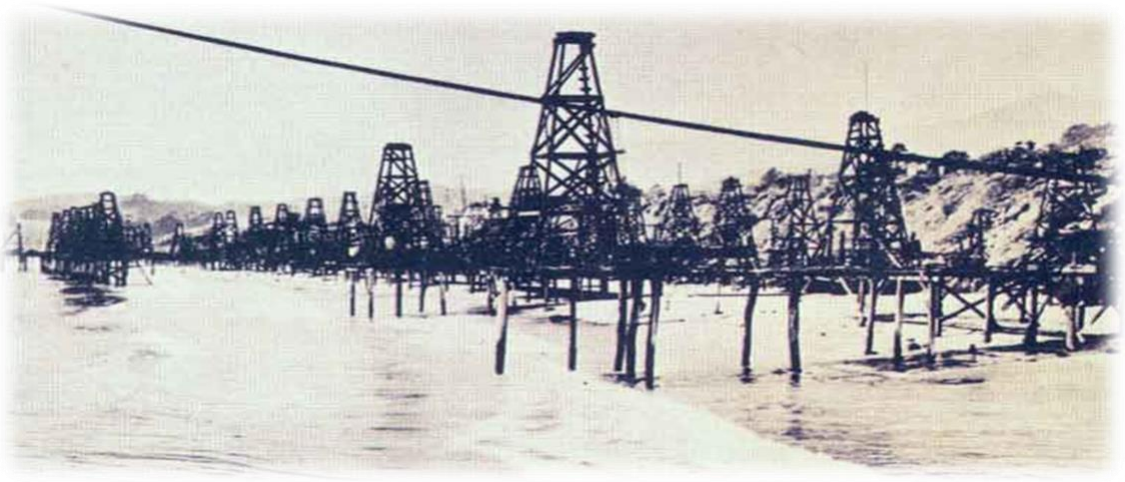
. سواحل البحر الابيض المتوسط مقابل مصر، تونس ، ليبيا، الجزائر ، سورية ، لبنان.

. سواحل نيجيرياً على المحيط الأطلسي.

. سواحل جنوب شرق أسيا وخصوصاً الجزر الاندونيسية.

يعد استخراج النفط من البحر جزءاً من صناعة النفط لا يقل أهمية عن استخراجه من البر، ولكنه يتطلب خبرات وتقنيات خاصة تختلف قليلاً عن تلك التي تستخدم على اليابسة، كما أن تكاليف استخراجه أكبر.

بدأت أول عمليات استخراج النفط من البحر في مرحلة مبكرة من تاريخ صناعة النفط. ومن المعروف أن أول بئر منتجة تم حفرها في العالم كانت في بلدة تيتوسفيل Titusville من ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1859م. وبعد ثمانية وثلاثين عاماً من ذلك التاريخ أي في سنة 1897م تم حفر أول بئر بحرية (شاطئية). فقد لاحظ المنقبون عن النفط أن النفط والغاز الطبيعي يطلقان فقاعات من الينابيع الكثيرة التي تحيط ببلدة سمرلند الصغيرة Summerland بالقرب من سانتا بربارة Santa Barbara من ولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد جاءت الآبار التي تم حفرها هناك بنتائج طيبة وتبين أن الآبار الأقرب إلى ساحل المحيط أكثر غزارة وتنتج نفطاً أفضل، فأقام هنري وليامس L.H.Williams رصيفاً بطول (90) متراً داخل البحرحيث كانت سماكة المياه قليلة بحدود (20) قدم ونصب حفارة عليه وتمكن بها من حفر أول الآبار البحرية، ولم يمض وقت طويل حتى غص ذلك الساحل بالأرصفة والمراسي وبلغ أطولها نحو 400م في مياه المحيط (الشكل1-1).



الشكل (1-1)أول بئر في البحر (سمرلند، كليفورنية) نحو عام 1900

الفصل الثاني

المنصات الحفر البحري

1-2-1. جزر الحفر الاصطناعية:

شكلت الجزر الاصطناعية الخطوة الثانية بعد مد الجرف القاري وتشييد طرق داخل البحرفي استغلال المركبات الهيدروكربونية من مناطق تغمرها المياه السطحية.

ويتم إنشاء الجزر في المناطق الأقل سماكة بالمياه، ويمكن استخدام الحصى والرمال في قاع البحر من المناطق القريبة للمكان الذي تشيد فيه الجزيرة، بالإضافة إلى الكتل الصخرية الكبيرة التي تحضر من اليابسة بواسطة سفن نقل خاصة، تعتمد هذه الجزر حالياً في المناطق القطبية خصوصاً في السواحل الشمالية لكندا حيث لا يمكن استخدام المنصات البحرية بسبب الانهيارات والتيارات الثلجية المستمرة . الشكل (1-2)

ويستغرق أنشاء مثل هذه الجزر زمناً كبيراً، إذ يتم رفعها في البداية فوق سطح الماء بحوالي ستة أقدام (1.8م) وتترك لتتعرض لفصل شتائي كامل لتحديد مدى مقاومتها بعد ذلك يتم رفعها عن سطح البحر وفقاً للشروط الجوية للمنطقة وتبعاً لشدة العواصف والرياح وارتفاع الأمواج ، علماً ان ارتفاعها عن سطح البحر هو في الغالب بحدود خمسة عشرة قدماً

(4.57 م)، وبعد الانتهاء من تشييد الجزيرة يتم الحفر عليها بشكل مشابه تماماً لما يجري على اليابسة باستثناء ان الآبار تكون موجهة لتغطية أكبر مساحة ممكنة من المكمن، إن تكاليف أنشاء الجزر الاصطناعية باهظة جداً وقد تفوق تكاليف منصة حفر بحرية ثابتة.



الشكل (1-2) جزر الحفر الاصطناعية

1-2-2. المنصات البحرية الثابتة (Fixed Drilling Platform) :

تستخدم في المناطق ذات السماكة القليلة للماء ، تعتبر هذه المنصات الأكثر انتشاراً في الحفر البحري وخصوصاً في البحر الكاريبي وخليج المكسيك والخليج العربي ، تستخدم كمنصات حفر في البداية ثم كمنصات انتاجية لاستثمار المكمن لاحقاً.

توجد منصات حفر بحرية صغيرة بنوعين:

1. منصات مكتفية ذاتياً: وهي التي تحوي على سطحها كل مستلزمات عملية الحفر من معدات ومواد معدنية وكيميائية، وحتى أماكن سكن ومعيشة العمال.

يمكن أن تبقى المنصات الثابتة في موقعها بعد الانتهاء من الحفر وتستخدم كقواعد للإنتاج ، حيث يتم الحفر الاستكشافي البحري بواسطة منصات متحركة وبعد تحديد أبعاد المكمن واحتياطه من النفط والغاز ، تركب منصة ثابتة او اكثر،ويجري حفر سلسلة من الابار الموجهة على سطح كل منصة وقد يصل العدد إلى(35) بئر من منصة واحدة ، بحيث يتم توزيع شبكة من الآبار لتغطية كامل سطح المكمن المكتشف ، ويمكن أت يعمل جهازا حفر بآن واحد على المنصة البحرية ، كما يمكن ان توضع بعض الآبار في الانتاج خلال زمن حفر العدد المتبقي منها وهنا يجب تركيب جميع معدات الانتاج على المنصات باستثناء المستودعات الكبيرة لتخزين النفط ، وبعد الانتهاء من حفر سلسلة الآبار المقررة تنتقل معدات الحفر واجهزتها المساعدة وتبقى

على المنصة معدات الانتاج فقط ، ويزداد عدد الآبار التي تحفر من على كل منصة ثابتة واحدة بازدياد عمق المياه للتقليل من كلفة بناء منصات ثابتة اخرى.

إن عدد المنصات البحرية الثابتة التي تعمل في البحار هو ثابت بل يوجد للتقليل منها بسب كلفتها المرتفعة العالية والزمن الكبير لإنجازها والصعوبات التي تصادف أثناء التركيب وخصوصاً في المياه المضطربة (بحر الشمال) بينما المنصات المتنقلة في تزايد مستمر

وتستخدم عدة انواع من المنصات البحرية الثابتة نذكر منها:

1. منصات بحرية ثابتة بشبكة متصالبة من الانابيب المعدنية :

يعرف هذا النوع بالمنصات المعايرة (platform – template)أو المنصات ذات الغلاف (jacket)،وتتألف منصات الحفر الثابتة ذات الانابيب من ثلاثة أجزاء هي :

1.ركائز من الانابيب لتثبيت المنصة.

2.شبكة من الأنابيب المعدنية من قعر البحر وحتى ارتفاع معين فوق سطح المياه.

3.سطح المنصة ذو أبعاد معينة حيث تركب وحدات الحفر ثم الانتاج

إن عمق انغراس الركائز يعتمد على مقاومة قعر البحر والتي يجب أن تحدد بأخذ عينات اسطوانية بمساعدة سفينة حفر صغيرة ، إذ كان قعر البحر مكوناً من صخور طرية يمكن غرس الركائز بالدق فقط حتى عمق (100m) ، أما إذا كانت الصخور قاسية يجب إنجاز حفر ثم تنزل الركائز وتسمنت ن وتتكون الركائز من انابيب معدنية بقطر يصل أحياناً إلى متر واحد وبسماكة جدرا متزايدة باتجاه قعر البحر علماً ان قطرها يحدد قطر الارجل العمودية للمنصة البحرية ، ويعتمد عدد أرجل المنصة الثابتة اعتماداً على مساحة المنصة وعدد نقط العمل فيها وهو يتراوح بين (4-12) ، تصنع المنصات الثابتة على اليابسة ثم تنقل وفق أجزاء محددة وتثبت في المنطقة البحرية المحددة لها ن وتتميز بكلفة متغيرة تتبع عمق المياه التي ستعمل بها والمعدات الركبة عليها والشروط الجوية وسنة التصنيع وهي بارتفاع مستمر.





منصات بحرية ثابتة بشبكة متصالبة من الانابيب المعدنية

الفصل الثالث

منصات بحرية ذات أرجل أسطوانية

صممت هذه المنصة للعمل في المناطق ذات الشروط الجوية الصعبة (رياح قوية، أمواج البحر، تيارات بحرية شديدة، درجات بحرية منخفضة) مثل شواطئ ألاسكا، حيث لوحظت سهولة مواجهة القوى الأفقية كلما قل عدد الأرجل كما صنعت منصات بثلاثة أو أربع أرجل يصل القطر الخارجي لكل رجل (4.7m) وتتكون من انبوبين متمركزين يحصران فيما بينهما موجهات الركائز ويمكن استخدام الارجل كسلالم للهبوط إلى قاع البحر والعمل اسفل المناطق الجليدية وتستخدم في المناطق ذات سماكة المياه القليلة بحدود(32m).

1-2-3. منصات الحفر المتنقلة:mobile offshore drilling unit

نظراً للتكاليف المرتفعة لتركيب وفك المنصات البحرية الثابتة دفعت الباحثين للتفكير في صنع منصات متنقلة وقد كانت الخطوة الأولى استخدام سفينة تموين مع منصة ثابتة صغيرة إلا ان الزمن المنتج قد قل مع استعمال هذه السفينة حيث يتم التوقف عن العمل خلال العواصف والرياح الشديدة وكانت الخطوة الثانية تصنيع المنصات المتنقلة وعندما تقرر الشركات حفر بئر استكشافية (تجريبية) للتحقق من وجود مركبات هيدروكربونية (نفط أو غاز) في موقع بحري في ضوء معطيات المسح السابقة يجب اختيار مكان البئر بالضبط واختيار الحفارة المناسبة لأعمال الحفر، ويختار مكان البئر عادة في أعلى نقطة من منطقة الحفر

المقترحة، أما المنصة فيجب أن تكون وحدة حفر بحرية متنقلة mobile offshore drilling unit ليمكن نقلها إلى موقع آخر بعد انتهاء الحفر في الموقع الأول ،وتتكون منصات الحفر المتنقلة من الانواع التالية:

1-2-3-1. المنصات ذات المرفاع :jack-up

وتعد الوحدات ذات المرفاع أكثر هذه الحفارات شيوعاً وتشغل المكانة الأولى من اهتمام المنقبين عن النفط ويوجد منها نحو 500 وحدة حفر في مختلف أنحاء العالم ويختص هذا الطراز من وحدات الحفر باستناد جزء من بنيانه إلى قعر البحر، أما باقي الأجزاء فتبقى بارزة فوق سطح الماء على دعامات، ولكن الوحدة كلها قابلة للتحرك (قطراً بالمراكب) لدى تعويمها.

أقيمت أول حفارة ذات مرفاع سنة 1954 ولم تلبث أن أصبحت الحفارة الأكثر شيوعاً في العالم، لأنها تستطيع العمل في أعماق كبيرة نسبياً (حتى 107م) وتوفر استقراراً تاماً لعمليات الحفر لأن جزءاً من بنيانها يرتكز على القعر مع إمكانية تحريكها بسهولة من موقع إلى آخر. ولها نوعان رئيسان أولهما مجهز بأرجل على هيئة أنابيب فولاذية ضخمة، وثانيهما مجهز بأرجل مفرغة مصنوعة من أنابيب فولاذية متقاطعة قريبة الشبه بالأعمدة البرجية لخطوط التوتر العالي تتكون الارجل من شبكة من الانابيب المتصالبة وبأقطار كبيرة

وتنتهي من الاسفل بحواجز للتقليل من ضغط تلامسها مع القعر ن يضغط على الأرجل لغرسها في القعر حتى الوصول لقوة تحمل كافية ،يجب فحص القوة التي تتعرض لها الاجل باستمرار خلال الحفر والتأكد من التوزيع المتجانس للقوى على الأرجل لتلافي تعريض إحدى الأرجل لجهد كبير قد يتسبب بانحنائها وما يتبعه من ميل المنصة ويمكن أن تكون الأرجل عمودية على القعر أو مائلة ، في المنصات ذات الأرجل الثلاث يمكن أن تكون الأرجل بمقطع مثلثي أو مربع ، ويجب تسوية سطح القعر قبل إنزال الأرجل.

والنوع الأول أقل تكلفة عند الصنع إلا أنه لا يتحمل الإجهادات العنيفة مثل النوع الثاني، ولا يمكن استعماله على أعماق تزيد على 75م، وكلا النوعين يرتكزان إلى القعر ولكل منهما ثلاث أرجل أو أربع تبرز عن سطح الماء، وتخترق منصة طوفية عليها معدات الحفر ولوازمه. ويمكن رفع الارجل من المنصة فتطفو المنصة على سطح الماء، وعندها يمكن تحريك الوحدة إلى موقع جديد تحريكاً ذاتياً بقوة دفع محركاتها أو قطراً بوساطة مركب آخر، وقد تستخدم لنقلها سفينة كبيرة ذات سطح مستو تحملها إلى الموقع الجديد إذا كان بعيداً. فإذا بلغت وحدة الحفر مكانها المطلوب تنزل سوقها لترتكز على القعر فترتفع المنصة عن سطح الماء، ولا تتأثر بحركة الموج.

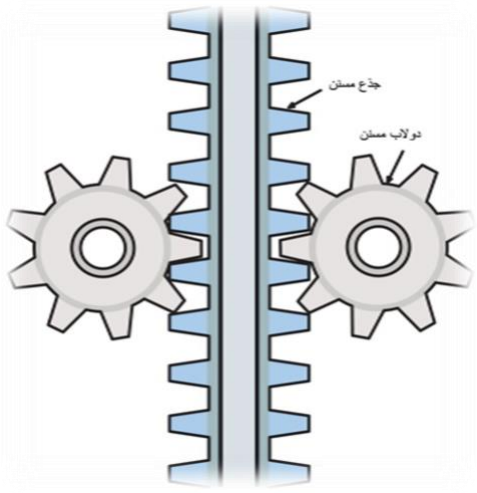


وحدة حفر ذات مرفاع سوقها مفرغة برجية

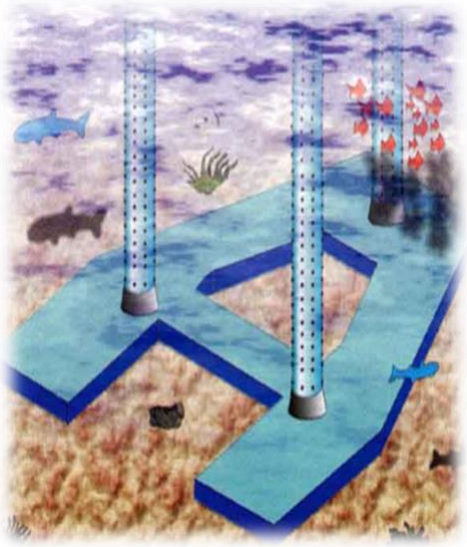


وحدة حفر ذات مرفاع سوقها أنابيب فولاذية

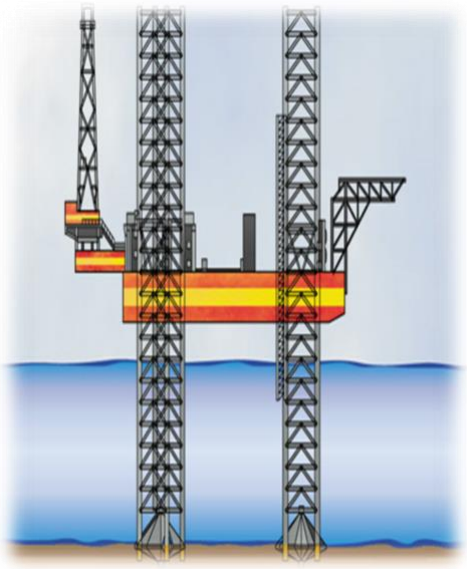
يستعمل لرفع الارجل وإنزالها من خلال فتحاتها في المنصة مرفاع ذو دواليب مسننة rack and pinion وهو جهاز خاص يتألف من جذع مسنن مستقيم مثبت على كل ساق ودولابين مسننين يتشابكان مع أسنان الجذع مثبتين على جسم المنصة ويديرهما محركان كهربائيان أو هدروليكيان. وتنتهي كل ساق بغوارز أسطوانية أو قاعدة حصيرية متنوعة الأشكال، ولاسيما إذا كان قعر البحر رخواً موحلاً، توزع ثقل الوحدة بالتساوي وتحول دون انغرازها في تربة القعر.



مخطط المرفاع ذي الدواليب المسننة ولكل ساق من وحدة الحفر مرفاع خاص



وحدة حفر ذات مرفاع تنتهي كل ساق من سوقها بغارز يغرز في القعر



وحدة حفر ذات مرفاع مزدوجة بقاعدة حصيرية

تركب آلة الحفر بارزة عن المنصة على ذراعين فولاذيتين متينتين، وتسمى الحفارة عندئذ حفارة ذات مرفاع كابولي cantilever jack up، أو تركب فوق تجويف (ثقب slot) يسمى ثقب المفتاح keyway بالقرب من حافة المنصة وهي أقل استعمالاً من الأولى لأنها تحد من حرية حركة معدات الحفر.



برج الحفر مركب في وحدة الحفر هذه فوق ثقب المفتاح بالقرب من حافة المنصة

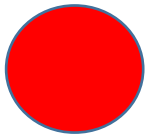
الفصل الرابع

طريقة انشاء المنصة ذات المرفاع

Jack-UP

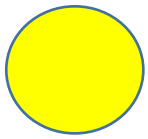
القسم العملي

تصميم الأفكار وترجمتها على الحاسب



قاعدة المنصة:

القسم الأكبر والذي يحمل جميع المنشآت ويصمم بطريقه خاصه ليساعد في تسهيل العمل والتحرك على متنه.



أرجل المنصة:

تصمم هذه الارجل بحيث تكون قادرة على حمل المنصة وتنزل لتصل الى قاع البحر ويترك قسم منها بارزا.



برج الحفر:

برج الحفر ولوازمه يصمم بطريقه خاصه حيث يكون على طرف المنصة بمكان خاص به ليسهل العمل والحفاظ على الشاقولية البئر.

المنشآت على ضهر المنصة:

تضم الرافعات وبرج الحفر ومكان أقامه الطاقم ومولدات الطاقة والمضخات وغيرها.

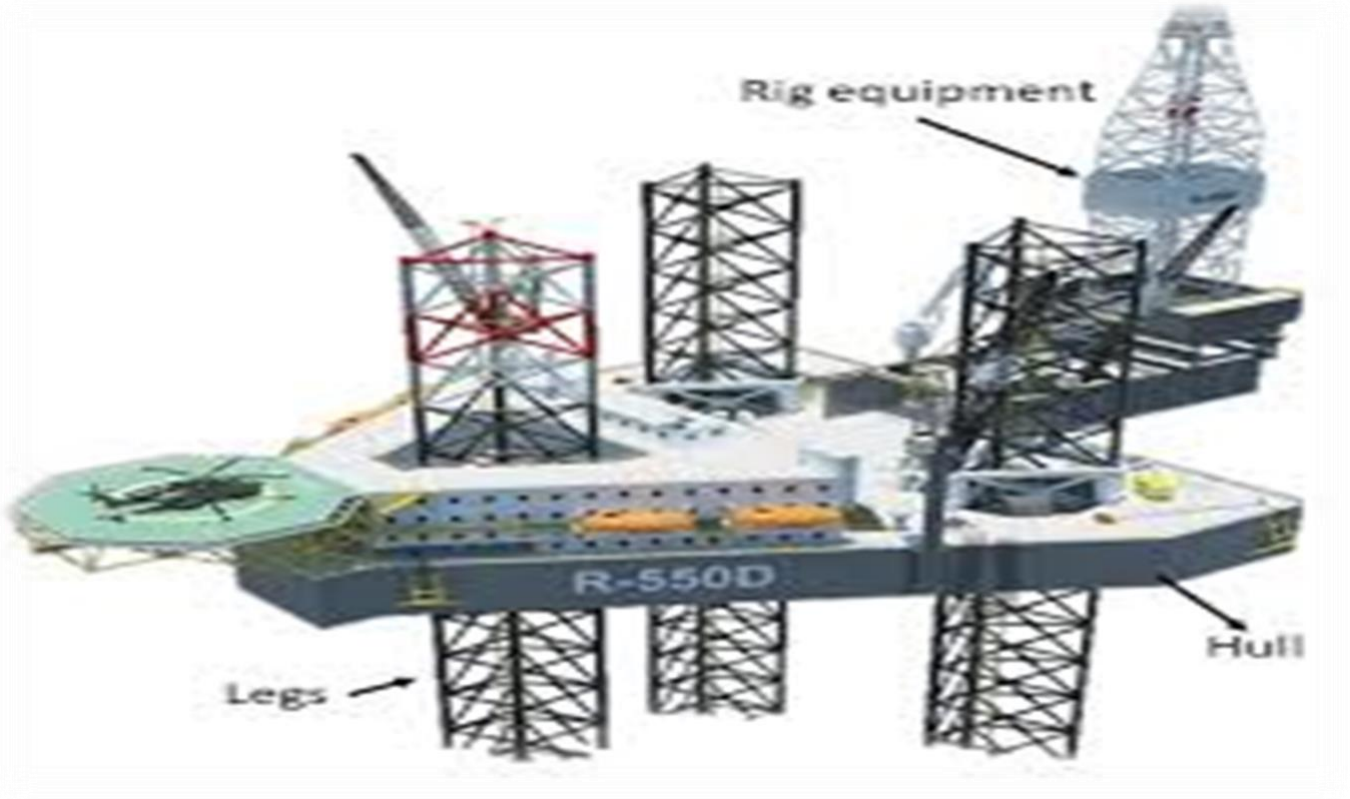
المنصة الخاصة بالطائرة المروحية:

مكان خاص لهبوط واقلاع الطائرات الحوامه لجلب المواد اللازمة او إيصال الطاقم من والى المنصة.

مكان إقامة طاقم المنصة:

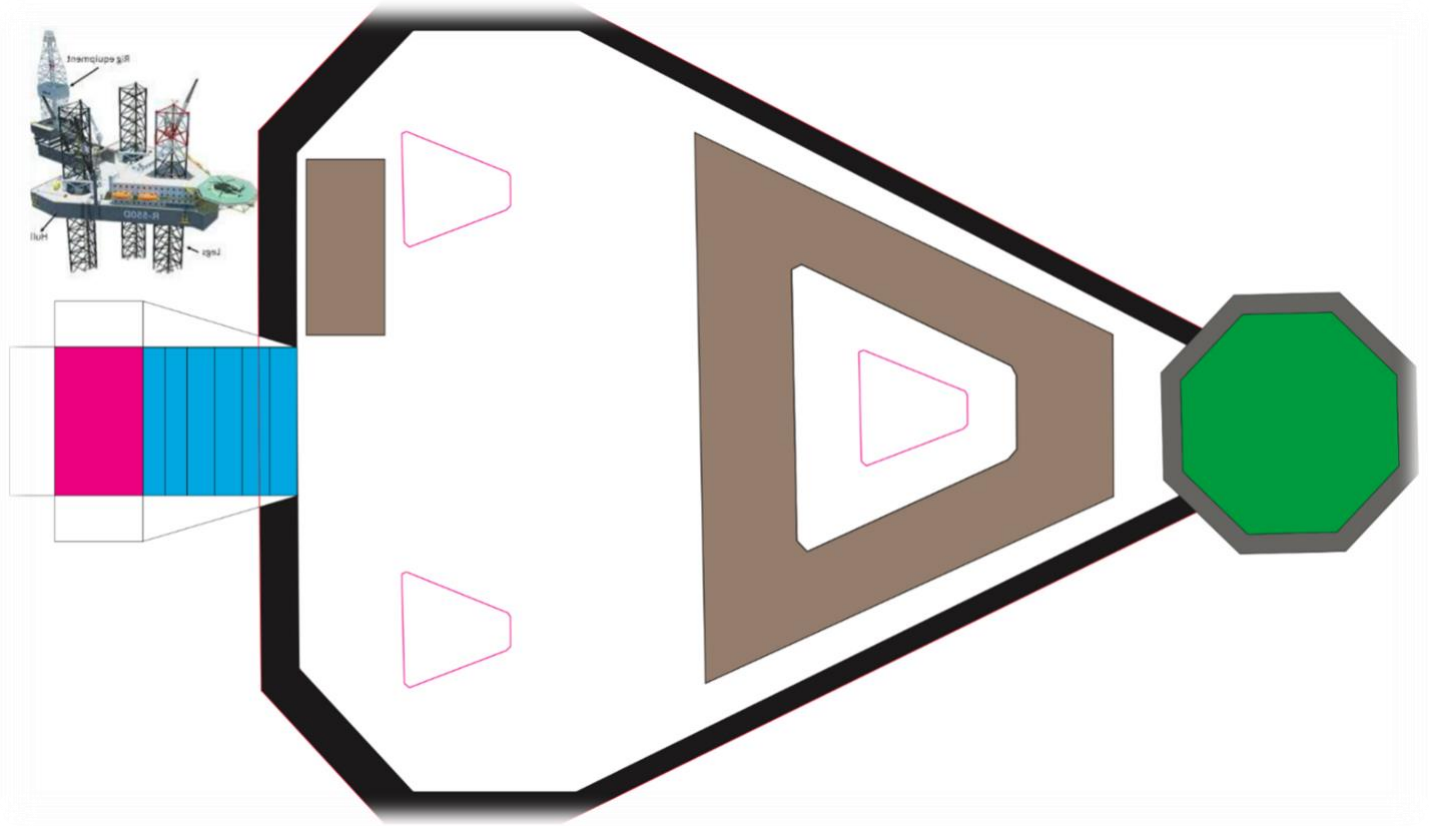
بناء سكني مخصص لراحة الطاقم يحوي على مطاعم ومنافع وصالات رياضيه وغيرها اضافه الى غرف النوم وأماكن التجمع لأخذ القرارات اللازمة.

مخطط المنصة قبل البدء بالتصميم



بداية التصميم

اخذت القياسات من الصورة الحقيقية للمنصة بمعامل تكبير عن الصورة 10*



* عمل منصة جاك أب Jack up :

- يتم توجيه المنصة إلى موقع العمل مع رفع الأرجل.

عند الوصول، يتم خفض الأرجل إلى قاع البحر.

يتم استخدام نظام الرفع لرفع المنصة إلى ارتفاع محدد فوق سطح الماء، مما يقلل من تأثير الأمواج والتيارات.

* الاستخدامات الرئيسية لمنصة جاك أب Jack up :

- تستخدم في حفر آبار النفط والغاز في المياه الضحلة.
- يمكن استخدامها أيضاً في مشاريع البناء البحرية وصيانة الهياكل البحرية.
- تستخدم في تركيب وصيانة توربينات الرياح البحرية.

* المزايا الرئيسية لمنصة جاك أب Jack up :

- توفر استقراراً عالياً أثناء عمليات الحفر.
- يمكن نقلها بسهولة إلى مواقع مختلفة.
- تتمتع بكفاءة عالية في العمل في ظروف البحر المتغيرة.

* التقنيات المستخدمة في منصة جاك أب Jack up :

- تعتمد على أنظمة هيدروليكية لرفع وخفض الأرجل.
- تستخدم تقنيات متقدمة في الملاحة لتحديد المواقع بدقة.
- تحتوي على أنظمة مراقبة لمراقبة الأداء والسلامة أثناء العمليات.

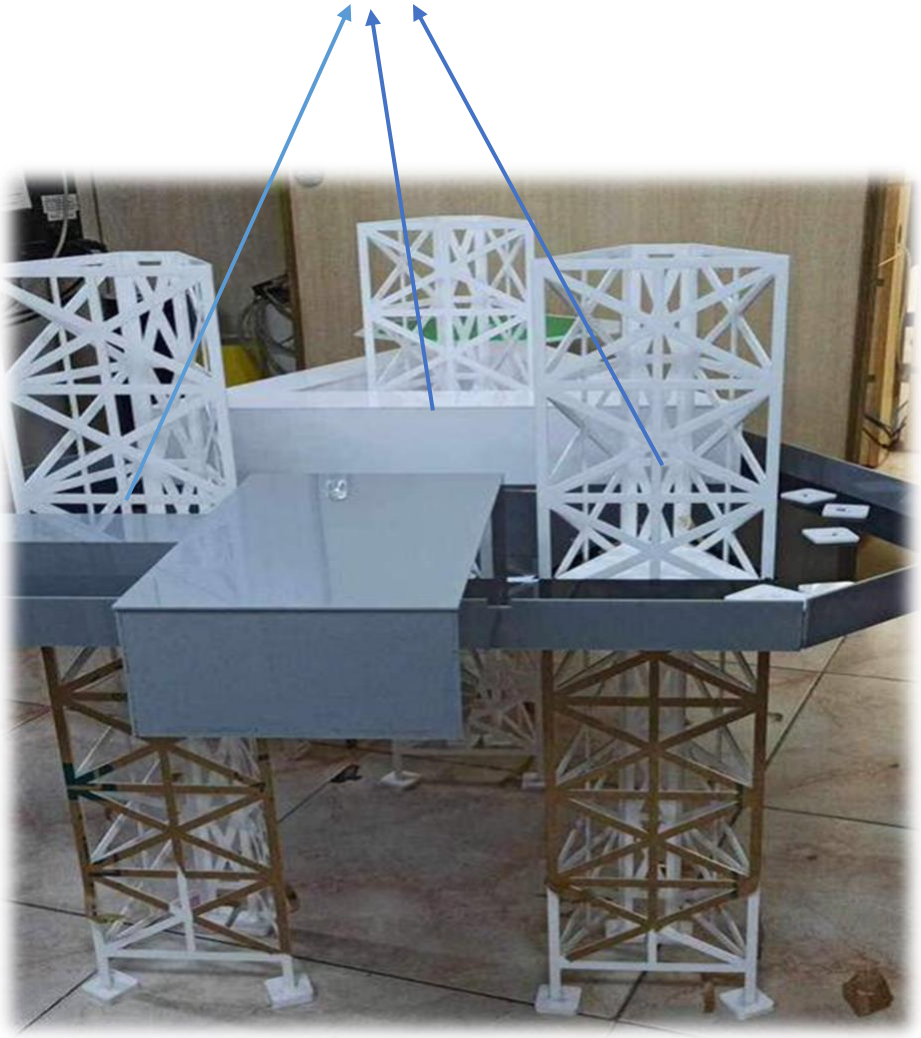
* نقل منصة جاك أب Jack up :

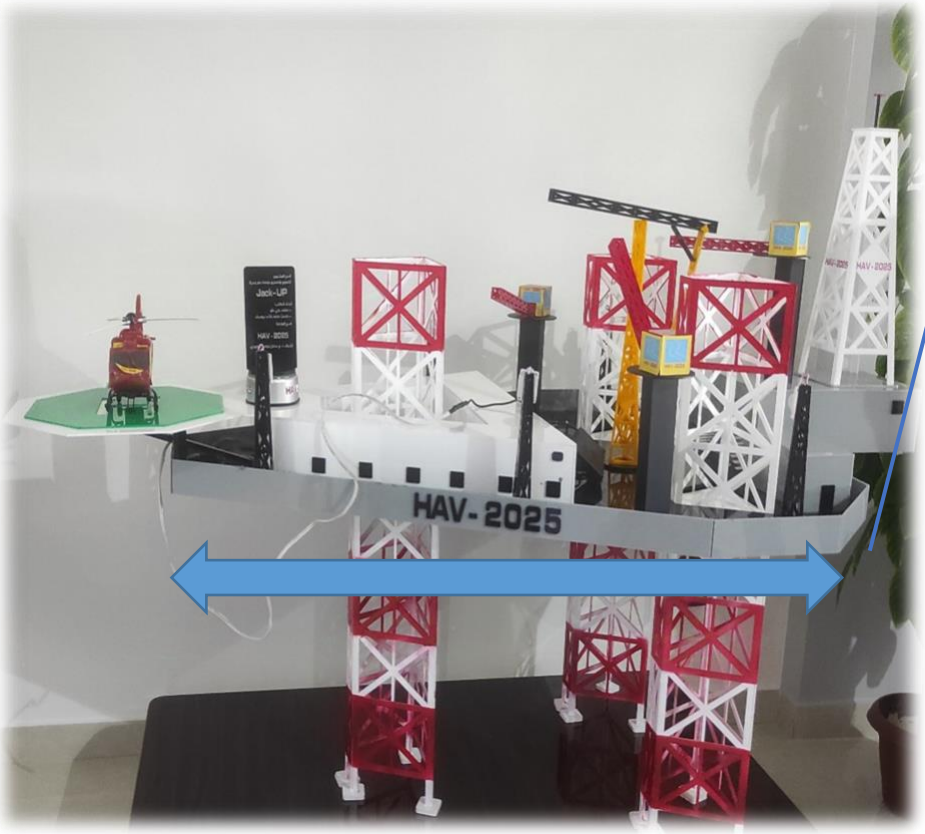
- يتم تفكيك بعض الأجزاء لتسهيل النقل.
- تستخدم سفن خاصة المنصة إلى مواقع العمل.
- يتم إعادة تجميع المنصة في الموقع قبل بدء العمليات.

أرجل المنصة

طول كل رجل

82 سم





سطح المنصة

الطول منصة

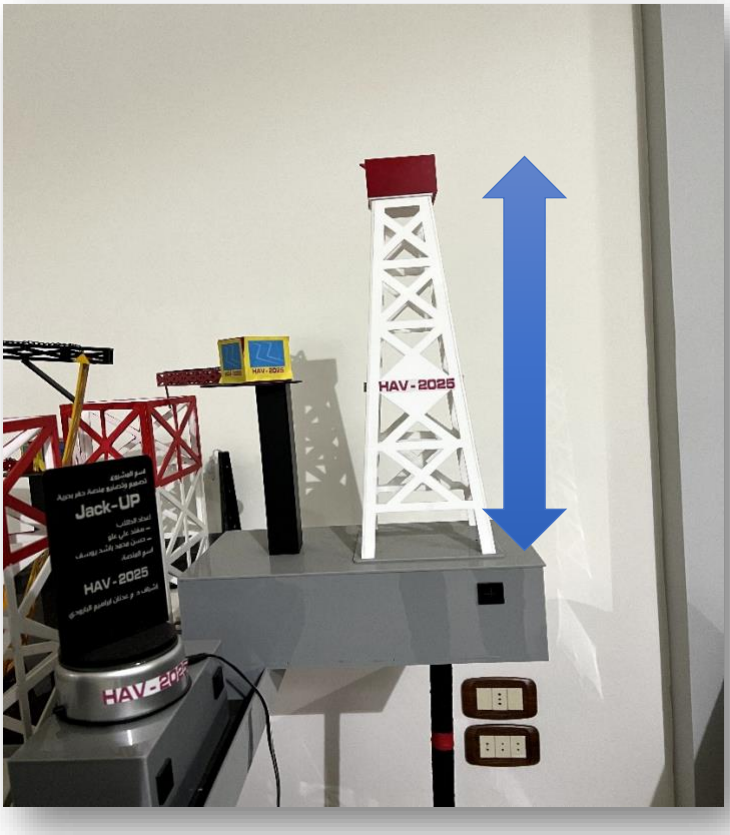
110 سم

سطح المنصة

عرض منصة

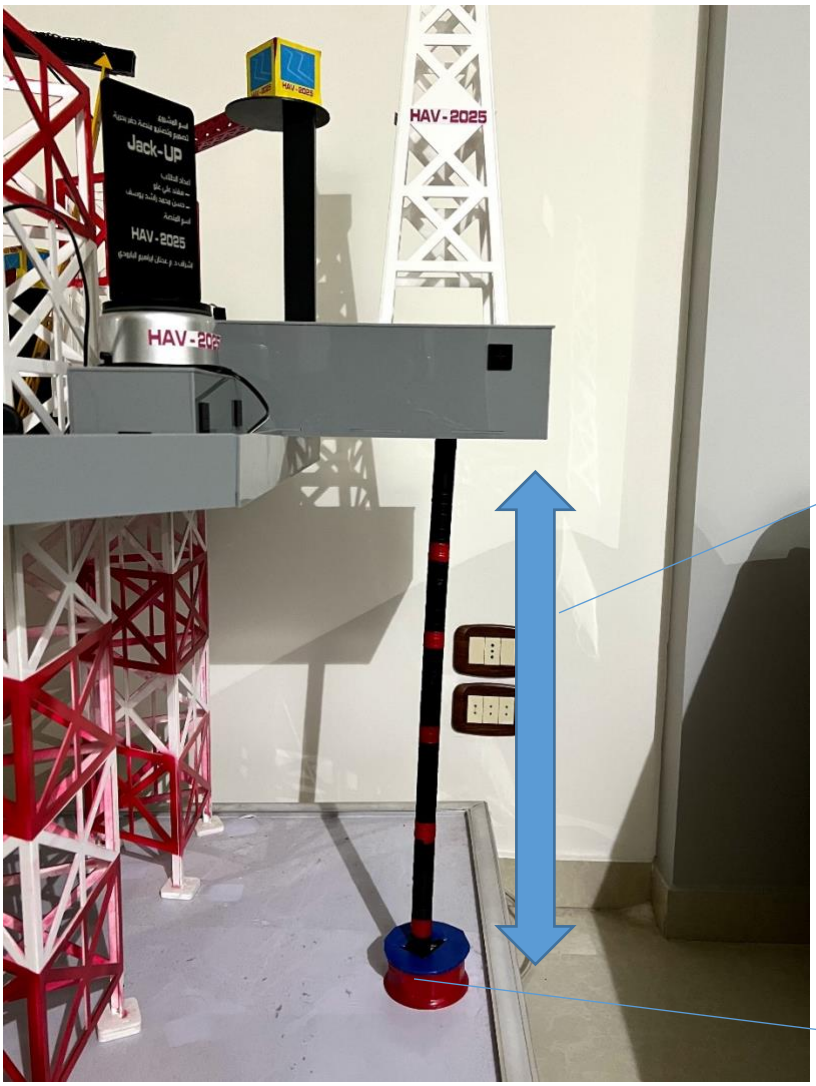
90 سم





برج الحفر

ارتفاع 40سم



مواسير الحفر

57 سم

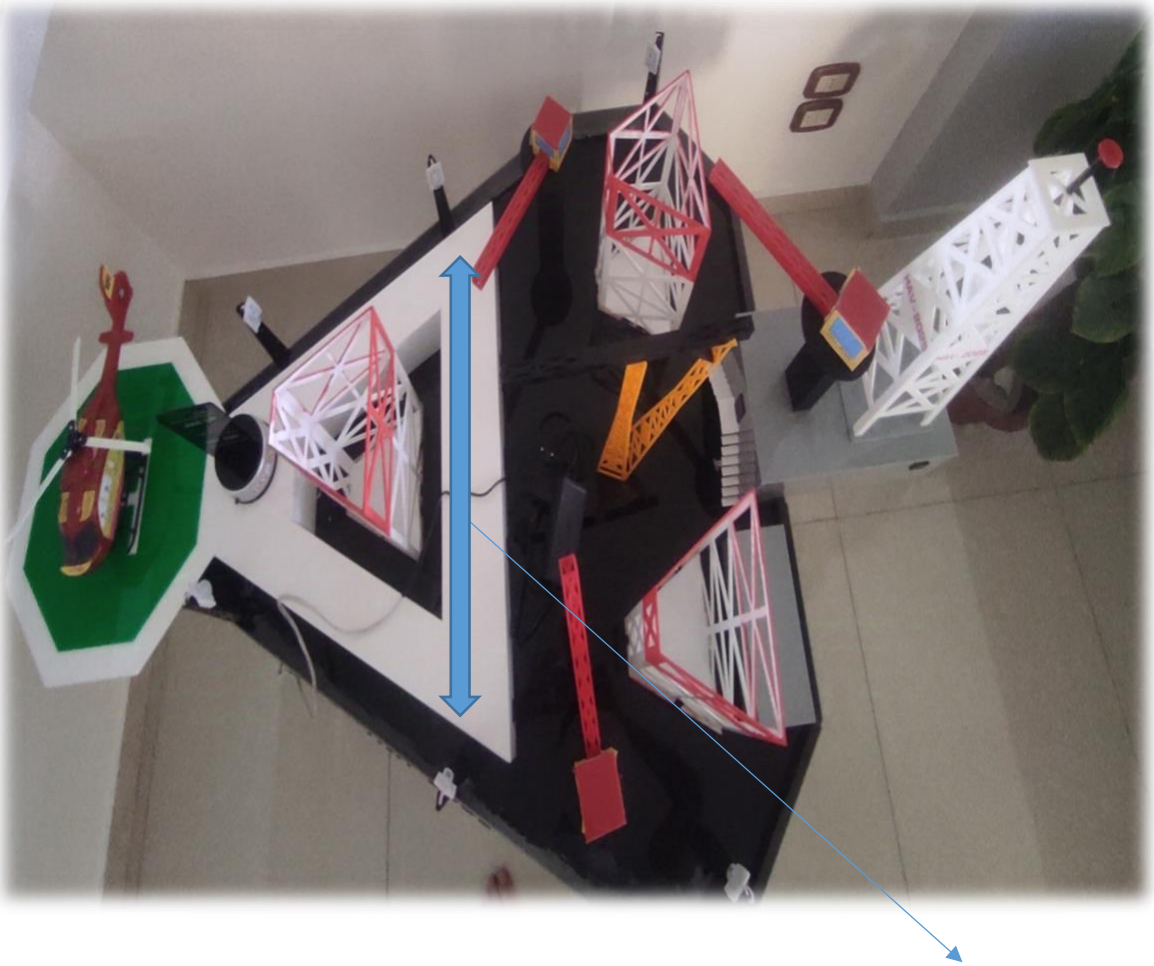
موانع اندفاع



المنصة الخاصة
بالطائرة المروحية

طول المهبط

35 سم



مكان إقامة
طاقم المنصة

ارتفاع 60 سم



الرافعة



سطح البحر

المنصة HAV-2025

Jack-UP

