

عمليات الرفع والتنزيل

Lifting Operations

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الأول



عمليات الرفع والتنزيل

Lifting Operations

الصف الثاني عشر • كتاب الطالب • الفصل الدراسي الأول



الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

الطبعة التجريبية
١٤٤٧ هـ - ٢٠٢٥ م

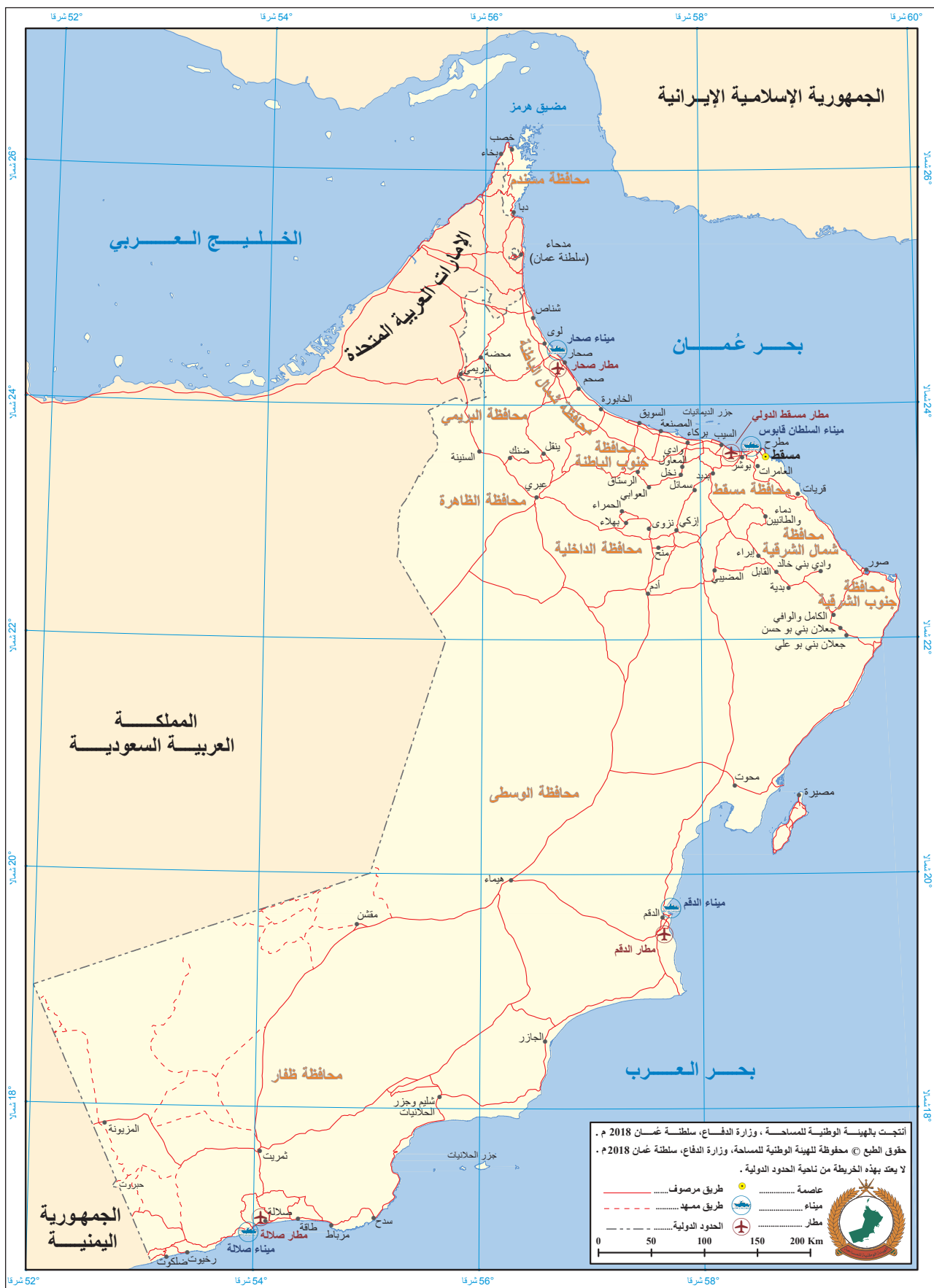


حضرة صاحب الجلالة
السلطان هيثم بن طارق المعظم
-حفظه الله ورعاه-



المغفور له
السلطان قابوس بن سعيد
-طيب الله ثراه-

سلطنة عُمان





النَّشِيدُ الْوَطَنِيُّ

يَا رَبَّنَا احْفَظْ لَنَا
وَالشَّعْبَ فِي الْأَوْطَانِ
وَلْيَدُمُ مُؤَيَّدًا
جَلَالَةَ السُّلْطَانِ
بِالْعِزِّ وَالْأَمَانِ
عَاهِلًا مُمَجَّدًا

بِالنُّفُوسِ يُفْتَدَى

يَا عُمَانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبِيِّ
فَارْتَقِي هَامَ السَّمَاءِ
أَوْفِيَاءُ مِنْ كِرَامِ الْعَرَبِ
وَأَمْلِي الْكَوْنَ الضِّيَاءِ

وَاسْعَدِي وَانْعَمِي بِالرِّخَاءِ

ترتكز مناهج التخصصات الهندسية والصناعية في التعليم المهني والتقني على التطبيق العملي في ورش التدريب المجهزة باشتراطات الأمن والسلامة؛ وذلك وفق إرشادات وخطوات وأسس تقويم مضمنة في الإطار العام للمناهج، والأنشطة العملية، والخطط التدريسية للوحدات الدراسية، ووثيقة تقويم تعلم الطلبة. وتحتوي الوحدات المضمنة في هذا الكتاب على المحتوى المعرف النظري فقط من المنهج.

ألف هذا الكتاب فريق من المتخصصين تحت إشراف الجمعية العمانية للطاقة (أوبال) الشريك الاستراتيجي في تطبيق التخصصات الهندسية والصناعية، وروجع من عدد من المختصين التربويين من وزارة التربية والتعليم، والمديرية العامة للكليات المهنية والكلية المهنية بالسيب (وزارة العمل).



جميع حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم، ولا يجوز الطبع أو التصوير أو إعادة نسخ الكتاب كاملاً أو مجزأً أو ترجمته أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حالة الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.



الجمعية العمانية للطاقة
Oman Energy Association

جمعية مهنية مرخصة من وزارة التنمية الاجتماعية منذ عام ٢٠٠١م، تضم في عضويتها أكثر من 500 مؤسسة تعمل في قطاع الطاقة - والذي يعد أهم قطاع اقتصادي في سلطنة عمان - وتشمل هذه المؤسسات المنتجين والمشغلين والمقاولين والموردين. وتقوم الجمعية بالشراكة مع وزارة العمل ووزارة الطاقة والمعادن وبالتعاون مع المؤسسات والشركات العاملة بالقطاع برصد هيكل سوق العمل، وتحليل احتياجاته من الكوادر، وبناء القدرات، وتطوير كفاءة الموارد البشرية، وتعزيز الجودة، وبناء المعايير المهنية، وتطوير البرامج التدريبية والتعليمية واعتمادها من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والابتكار.

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خير المرسلين، سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يأتي تطبيق التعليم المهني والتقني في مرحلة التعليم ما بعد الأساسي (١١-١٢) استجابة للتوجيهات السامية لحضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم -حفظه الله ورعاه- الداعية إلى تطوير التعليم بمستوياته وأنواعه المختلفة، والاهتمام بالمرجات التعليمية للالتحاق بسوق العمل ومؤسسات التعليم العالي، وتطبيقاً لرؤية عُمان ٢٠٤٠ التي أكدت على أهمية إيجاد مناهج تعليمية مواكبة لمتطلبات التنمية المستدامة ومهارات المستقبل، ومعززة للقيم، ومراعية لمبادئ الدين الإسلامي، والهوية العمانية، ومستلهمة من تاريخ عمان وتراثها الثري.

ويهدف التعليم المهني والتقني إلى دعم التنوع في المسارات التعليمية، وإكساب الطلبة المعارف والمهارات المهنية التي تهيئهم لسوق العمل وتؤهلهم للالتحاق بمؤسسات التعليم العالي، وتنمية اتجاهاتهم وقيمهم المهنية الإيجابية، وتحفيزهم للالتحاق بالمهن المختلفة، وتوفير بيئة جاذبة للتعلم تساعد الطلبة على اكتساب المعارف وتنمية مهاراتهم المختلفة.

وتحرص وزارة التربية والتعليم على تطبيق التعليم المهني والتقني من خلال تحقيق الشراكات مع القطاعات الاقتصادية في كافة مراحل التخطيط والتنفيذ، ويشمل ذلك تحديد التوجهات والمجالات والتخصصات وتحليل الاحتياجات. ويأتي تدريس التخصصات الهندسية والصناعية لطلبة الصفين الحادي عشر والثاني عشر بالتعاون مع قطاع الطاقة ممثلاً بالجمعية العمانية للطاقة (أوبال) بصفتها شريكاً استراتيجياً في تدريس المواد التخصصية، من خلال عدد من المؤسسات التدريبية الخاصة المعتمدة من وزارة العمل.

وقد بُنيت المناهج الدراسية للتعليم المهني والتقني (التخصصات الهندسية والصناعية) استناداً إلى المعايير المهنية الوطنية التي تم تطويرها في ضوء الإطار الوطني للمؤهلات، وإلى قانون التعليم المدرسي في تنظيم مجالات العمل التربوي، ومبادئ فلسفة التعليم المؤكدة على تهيئة الفرص المناسبة لبناء الشخصية المتكاملة للمتعلمين، وتعزيز قيم العمل والإنتاج لدى الطلبة، وصقل مهاراتهم، وتعزيز قدراتهم وميولهم المهنية، وتمكينهم من مهارات ريادة الأعمال والابتكار.

إن هذا الكتاب بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات يأتي متوافقاً مع خصوصية البيئة العمانية والهوية الثقافية للمجتمع العماني، إذ يعدّ مصدراً معرفياً ومهارياً خصباً متضمناً تطبيقاتاً مهنية داعمة لتعلم الطلبة.

سائلة الله العلي القدير لأبنائنا الطلبة التوفيق والنجاح، وتحقيق ما يصبون إليه من تطلعات وآمال؛ لخدمة هذا الوطن العزيز تحت ظل القيادة الحكيمة لمولانا حضرة صاحب الجلالة السلطان هيثم بن طارق المعظم حفظه الله ورعاه.

د. مديحة بنت أحمد الشيبانية
وزيرة التربية والتعليم

المحتويات

1..... تقديم

الوحدة الأولى

الصحة والسلامة في عمليات الرفع والتنزيل

5..... (Health and Safety in Lifting Operations)

الوحدة الثانية

تشغيل الرافعات وعمليات المناورة

53..... (Crane and Hoist Maneuvering)

الوحدة الثالثة

فحص وصيانة معدّات الرفع والتنزيل

99..... (Inspection and Maintenance of Lifting Equipment)

الوحدة الأولى

الصحة والسلامة في عمليات الرفع والتنزيل

Health and Safety in Lifting Operations



محتويات الوحدة الأولى

الدرس الأول

8..... (Safety Measures for Lifting Activities) تدابير السلامة لأنشطة الرفع والتنزيل

الدرس الثاني

13..... (Preparing Lifting Plan) إعداد خطة عملية الرفع والتنزيل

الدرس الثالث

20..... (Risks of Lifting Operations) المخاطر المرتبطة بعمليات الرفع والتنزيل

الدرس الرابع

24. (Risk Assessment Lifting Operations) تقييم المخاطر في عمليات الرفع والتنزيل

الدرس الخامس

31..... (Risk Assessment Methods) طرق تقييم مخاطر عمليات الرفع والتنزيل

الدرس السادس

40..... (Emergency Response Planning) تخطيط الاستجابة للطوارئ

51..... أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرف على إجراءات السلامة الأساسية الواجب اتباعها أثناء عمليات الرفع والتنزيل.
- يحدد أنواع المخاطر المرتبطة بأنشطة الرفع والتنزيل وتحليل أسبابها الجذرية.
- يطبق طرق مختلفة لتقييم مخاطر عمليات الرفع والتنزيل باستخدام أدوات مثل مصفوفة 5×5.
- يُعد خطة الرفع والتنزيل الآمن.
- يخطط للاستجابة الفعالة لحالات الطوارئ المحتملة في موقع العمل.
- يقيّم فاعلية التدابير المتخذة وتحديثها بناءً على التغيرات أو الحوادث السابقة.

ملخص الوحدة

تتناول هذه الوحدة الجوانب الأساسية للسلامة في عمليات الرفع والتنزيل، بدءاً من التعرف على المخاطر المرتبطة بهذه الأنشطة وطرق تقييمها، مروراً بتطبيق إجراءات العمل الآمن واختيار معدّات الرفع والتنزيل المناسبة، وانتهاءً بإعداد وتنفيذ خطط الاستجابة للطوارئ بما يشمل الإسعافات الأولية، والإخلاء، والإنقاذ، كما تؤكد الوحدة على أهمية توزيع الأدوار والمسؤوليات بين الفريق، والتدريب المستمر لضمان الجاهزية والتعامل الفعال مع الحوادث، مما يساهم في حماية الأرواح والممتلكات، وتحقيق بيئة عمل آمنة ومستقرة.

تدابير السلامة لأنشطة الرفع والتنزيل

(Safety Measures for Lifting Activities)

تُعد السلامة عنصرًا أساسيًا في جميع مراحل عمليات الرفع والتنزيل، ويتم تحقيقها من خلال نوعين متكاملين من التدابير، وهما إجراءات السلامة وممارسات العمل الآمن؛ حيث تُعرّف إجراءات السلامة (Safety Procedures) بأنها خطوات منهجية تُنفذ قبل بدء العملية، وتهدف إلى إعداد بيئة العمل والمعدات والأشخاص بشكل يضمن تقليل المخاطر المحتملة، أما ممارسات العمل الآمن (Safe Work Practices) فهي السلوكيات اليومية والتنظيمية التي يتم تطبيقها أثناء تنفيذ العملية.

إجراءات السلامة قبل عمليات الرفع والتنزيل

(Safety Procedures Before Lifting Operations)

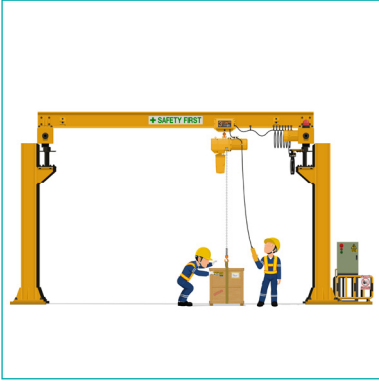
توجد العديد من إجراءات السلامة التي يجب الالتزام بها قبل البدء في عمليات الرفع والتنزيل، وهي كالآتي:

1 التقييم التفصيلي للحمولة

(Detailed Load Assessment)

يشمل تحديد نوع الحمولة، وتحديد مركز الثقل بدقة؛ لضمان توازن الحمل أثناء الرفع، ويتطلب ذلك استخدام جداول حساب الأحمال وقوة الشد لكل نقطة ربط في أدوات الرفع (مثل السلاسل، والحبال، والمشابك).





2 اختيار وتحديد مواصفات ومعايير معدّات الرفع

يتم اختيار الرافعة وأدوات الرفع المناسبة بناءً على طبيعة الحمولة ومتطلبات عملية الرفع، مع الأخذ في الاعتبار الحد الأقصى للحمولة ((Working Load Limit (WLL)، ويجب مراجعة شهادات اختبار المعدّات (Certificates of Test) للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية.



أنظمة الأمان الإلكترونية:
تتضمن الحساس الذي ينبه
بزيادة وزن الحمولة على
قدرة الرافعة، ويمنع استمرار
الحركة لتجنب المخاطر.



3 الفحص الفني للمعدّات قبل الاستخدام (Technical Inspection of Equipment Before Use)

يتكون من الفحص الشامل لمكونات الرافعة، والتحقق من نظام المكابح (Brake System)، وأنظمة الأمان الإلكترونية.

4 التعامل مع الظروف البيئية

كالتأكد من أن سرعة الرياح لا تتجاوز الحد المسموح به أثناء الرفع، وكذلك التحقق من ثبات الأرضية وقدرتها على تحمل وزن الرافعة والحمولة.



ممارسات العمل الآمن أثناء عمليات الرفع والتنزيل (Safe Work Practices During Lifting Operations)

فيما يأتي أبرز الممارسات التي ينبغي الالتزام بها أثناء القيام بعمليات الرفع والتنزيل:

- 1 إجراءات التشغيل القياسية (Standard Operating Procedure (SOPs):** هي وثائق تُحدّد الخطوات القياسية لتنفيذ عملية رفع معينة، وتشمل تحديد الأدوات، وأسلوب التثبيت، وأماكن الوقوف، وتنظيم وسائل التواصل بين الأفراد، فمثلاً: عند رفع حاوية شحن ثقيلة في ميناء، تحدّد إجراءات التشغيل القياسية الآتية:
 - نوع الرافعة.
 - موقع تثبيت الحبال أو السلاسل في الحمولة.
 - إشارات المؤشر خلال المناورة.
 - خطوات الإيقاف الآمن في حالة انقطاع الكهرباء.
- 2 تدريب العاملين (Training):** يتضمن التدريب على تشغيل الرافعات، واستخدام أدوات التثبيت، والتعامل مع الحالات الطارئة، ويُعد التدريب الدوري إلزامياً لتجديد المهارات ومواكبة المخاطر المستجدة.
- 3 التنظيم الجيد لموقع العمل (Workplace Housekeeping):** يتضمن إزالة العوائق، وتحديد المسارات؛ حيث يجب أن يكون مسار الرافعة خالياً من الكابلات الأرضية أو البراميل غير المثبتة، وكذلك يجب تخزين الأدوات بشكل منظم.
- 4 صيانة المعدات (Equipment Maintenance):** الفحص الدوري للرافعات، والخطّافات، وأدوات الرفع، والمشغلات الهيدروليكية، ويجب الاحتفاظ بسجل فني مفصل لكل عملية صيانة.
- 5 الاستعداد للطوارئ (Emergency Response):** يشمل إعداد خطط استجابة للحوادث، وتدريب الفرق على الإسعافات الأولية، والإخلاء، وإطفاء الحريق.

تقييم كفاءة ضوابط التحكم (Evaluating the Effectiveness of Control Measures)



ضوابط التحكم

(Control Measures) هي

الإجراءات أو الأدوات

التي تُستخدم لتقليل

أو إزالة المخاطر في بيئة

العمل، وتُعد جزءاً أساسياً

من نظام إدارة السلامة

والصحة المهنية.

يُعد تقييم كفاءة ضوابط التحكم في المخاطر خطوة أساسية لضمان فاعليتها، ويجب تعديلها وتحديثها عند الحاجة، وعادة ما يتم التقييم بعد الانتهاء من العملية، كما يجب التأكد من أن الوسائل المتخذة لا تُسبب مخاطر جديدة، وتُراجع ضوابط التحكم من خلال قائمة فحص (Check List) تتضمن أسئلة متخصصة، مثل الآتي:

لا	نعم	قائمة فحص فاعلية ضوابط التحكم
		■ هل منعت الوسائل المستخدمة سقوط الحمولة أو انزلاقها؟
		■ هل ساعدت وسائل التواصل (مثل إشارات المؤشر أو أجهزة الاتصال اللاسلكية) في تجنب التصادم أو المناورة الخاطئة؟
		■ هل تم استخدام معدات الوقاية الشخصية الملائمة لعملية الرفع؟
		■ هل تم تحديد منطقة الرفع بحواجز أو علامات واضحة؟
		■ هل امتنع غير المصرّح لهم من الدخول؟
		■ هل كانت خطط الطوارئ فعالة عند حدوث توقف مفاجئ في الرافعة أو فقدان توازن الحمولة؟



مراجعة ضوابط التحكم في موقع بحري:

في أحد الموانئ، كانت هناك عملية رفع حاويات شحن كبيرة باستخدام رافعة مثبتة على الأرض، وخلال إحدى عمليات الرفع، لاحظ الفريق أن ذراع الرافعة بدأت تهتز بشدة بسبب قوة الرياح البحرية، مما شكّل خطراً على استقرار الحمولة.

بعد هذه الحادثة، قام مشرف السلامة بمراجعة خطة الرفع، وتبين أن التحكم في ظروف الطقس لم يكن كافياً؛ لذا، تم تعديل ضوابط التحكم بحيث:

- يُمنع تنفيذ أي عملية رفع إذا تجاوزت سرعة الرياح 30Km/h.
- تم تركيب جهاز لقياس سرعة الرياح أعلى الرافعة.
- أضيف هذا الشرط إلى نموذج التصريح بالرفع.

نتيجة لهذا التعديل، أصبح الفريق يعرف مسبقاً متى يجب إيقاف العمل، مما منع تكرار الخطر وضمن سلامة المعدات والعمال.

إعداد خطة عملية الرفع والتنزيل

(Lifting Plan Preparation)

تُعد خطة الرفع الآمن من العناصر الأساسية في تنفيذ عمليات الرفع والتنزيل بنجاح، حيث تهدف إلى تقليل المخاطر وضمان سلامة العاملين والمعدات، ويتطلب إعداد الخطة المرور بعدة خطوات مترابطة، تُراعى فيها الجوانب الفنية والتنظيمية والوقائية، كالآتي:

- دراسة مهمة الرفع.
- تحليل بيئة العمل وتحديد المخاطر.
- اختيار معدات الرفع المناسبة.
- تخطيط إجراءات التنفيذ.
- تنظيم وسائل التواصل.
- توزيع الأدوار والمسؤوليات.
- التأكد من التصاريح الرسمية.
- الاستعداد للطوارئ.
- عقد اجتماع تمهيدي قبل التنفيذ.
- تنفيذ الخطة ومراقبة الأداء.

مثال تطبيقي: رفع مضخة صناعية في محطة مياه

فيما يأتي نموذج عملي لتطبيق خطوات إعداد خطة الرفع الآمن، وكيفية تنظيم العملية بدءاً من دراسة المهمة وتحليل المخاطر، وصولاً إلى التنفيذ والمراقبة:

- الموقع: حطة معالجة مياه.
- المهمة: رفع مضخة مياه معطلة من داخل حفرة إلى سطح الأرض للصيانة.
- نوع الرافعة المستخدمة: رافعة متحركة (Mobile Crane).
- مدة المهمة: 3 ساعات.



■ تطبيق خطوات خطة الرفع الآمن:

1 دراسة مهمة الرفع:

- الحمولة: مضخة طولها 2.2m، وعرضها 1.1m، ووزنها 3.5 tons.
- مركز الثقل: مائل نحو الجهة الخلفية بسبب موقع وحدة المحرك (الكتلة الأكبر من وزن المضخة تتركز في الجزء الخلفي).
- الموقع: تقع المضخة على عمق 3m في حفرة مغطاة جزئياً.

2 تحليل بيئة العمل وتحديد المخاطر المحتملة:

- وجود كابلات كهرباء قريبة من مسار حركة الذراع.
- أرضية إسمنتية مبللة: مما يزيد من احتمال انزلاق الرافعة.
- موقع العمل محاط بجدران إسمنتية قد تعيق حركة المؤشر (Signaler).

3 اختيار معدّات الرفع:

- استخدام رافعة متحركة مزودة بذراع يصل إلى 10m.
- اختيار حبال فولاذية (Wire Rope Slings) بقدرة تحميل لا تقل عن 5 tons.
- استخدام عوارض توزيع الحمل (Spreader Beams)؛ لضمان استقرار المضخة أثناء الرفع.

4 تخطيط إجراءات التنفيذ:

- تركيب الحبال أسفل المضخة باستخدام رافعة يدوية أولاً.
- رفع بطيء على مرحلتين: حتى مستوى الحفرة، ثم إلى السطح.
- إنزال الحمولة على قاعدة خشبية مخصصة للصيانة.

5 توزيع الأدوار والمسؤوليات:

- المشغل (Operator): تشغيل الرافعة وفق التعليمات.
- المؤشر (Signaler): التواصل مع المشغل وتوجيهه.
- مشرف السلامة (Safety Supervisor): مراقبة التزام الفريق بالخطة.
- الفنيون (Technicians): تركيب أدوات التثبيت وضمان استقرار الحمولة.

6 تنظيم وسائل التواصل:

- استخدام إشارات يدوية موحدة من المؤشر إلى مشغل الرافعة.
- توفير جهاز اتصال لاسلكي بين مشرف السلامة ومشغل الرافعة.

7 التأكد من التصاريح الرسمية:

- الحصول على تصريح رفع من إدارة السلامة بالمحطة.
- الحصول على تصريح فصل الكهرباء مؤقتاً عن الكابلات القريبة.

8 الاستعداد للطوارئ:

- توفير حقيبة إسعافات أولية.
- تجهيز رافعة احتياطية في حال حدوث عطل.
- تحديد نقطة التجمع في حالة الإخلاء.

9 عقد اجتماع تمهيدي:

- مناقشة الخطة كاملة، وتوضيح نقاط الخطورة.
- استعراض إشارات التواصل وتأكيد أدوار كل عضو.

10 تنفيذ الخطة ومراقبة الأداء:

- تم تنفيذ عملية الرفع بنجاح، مع توقف مؤقت بسبب هبوب رياح مفاجئة.
- أعيد تقييم الوضع، واستؤنفت العملية بعد 20 دقيقة بأمان.

الكوادر الفنية والإدارية في عمليات الرفع والتنزيل (Technical and Administrative Personnel in Lifting Operations)

تتطلب عمليات الرفع والتنزيل وجود فريق متخصص يتعاون لضمان سير العمل بأمان وكفاءة؛ بحيث يؤدي كل منهم أدواراً محددة، كما يجب أن يكون جميع أعضاء الفريق حاصلين على التدريب المناسب ورخصة سارية لمزاولة مهامهم لضمان الكفاءة والسلامة في جميع مراحل عملية الرفع، وهؤلاء الكوادر هم كالآتي:



- **المخطط لعملية الرفع (Appointed Person):** المسؤول عن تخطيط عملية الرفع وتحديد الخطوات والإجراءات اللازمة.
- **المشرف على عملية الرفع (Lifting Supervisor):** يُشرف على تنفيذ عملية الرفع، ويتأكد من الالتزام بإجراءات السلامة والمعايير الفنية.
- **مُشغِّل معدّات وأجهزة الرفع (Lifting Operator):** يقوم بتشغيل معدّات الرفع بدقة ووفق التعليمات المقررة.
- **مُثبَّت الحمولة (Slinger):** يقوم بربط الحمولة وثبيتها.
- **المؤشِّر (Signaler):** يقوم بتوجيه الإشارات اللازمة لضمان سلامة التحريك والرفع.
- **فاحص معدّات الرفع (Lifting Inspector):** مسؤول عن فحص معدّات الرفع وصيانتها، والتأكد من صلاحيتها للاستخدام.

■ **المؤشِّر (Signaler)**

يؤدي المؤشِّر (Signaler) دوراً محورياً في توجيه عمليات الرفع؛ حيث تتطلب مهمته دقة وانتباه وتواصل مباشر مع مُشغِّل الرافعة باستخدام إشارات اليد القياسية، التي تُعد وسيلة التواصل الأساسية أثناء تنفيذ عمليات الرفع، خاصة في البيئات التي يصعب فيها استخدام الصوت بسبب الضوضاء أو المسافة، وفيما يأتي أهم إشارات اليد المستخدمة أثناء عمليات الرفع والتنزيل، ودلالات كل منها:

وصف الإشارة	الدلالة	شكل توضيحي
تحريك يد واحدة ببطء إلى اليمين واليسار على مستوى الكتف بشكل متكرر.	توقف (Stop)	
تثبيت قبضتي اليدين؛ بحيث تكون الواحدة فوق الأخرى أمام الصدر أو الرأس دون تحريك.	استعد (Ready to Move)	
تحريك الإصبع السبابة في حركة دائرية للأعلى.	ارفع الحمولة (Raise the Hoist)	
تحريك الإصبع السبابة في حركة دائرية للأسفل.	اخفض الحمولة (Lower the Hoist)	
تحريك اليد باتجاه اليمين أو اليسار ببطء.	حرّك ذراع الرافعة أفقيًا باتجاه اليد Swing towards the hand (stretched direction)	
رفع الذراعين بشكل مائل على الجانبين مع راحتي اليدين للخارج (بشكل زاوية ٧٠°).	حركة بطيئة Move Slowly by Indicating (Distance)	

وهناك إشارات إضافية يستخدمها المؤشر في مواقع معينة أثناء عمليات الرفع والتثبيت، ويسهم التعرف عليها في تحسين الوعي بالمواقف الميدانية المختلفة، كما يُعدّ إتقانها جزءاً مهماً من المهارات المهنية في بيئات العمل، ومن هذه الإشارات ما يأتي:

				
توقّف طارئ	توقّف	استعد للحركة	تحرك بعيداً عن المؤشر	تحرك باتجاه المؤشر
				
التحرك ببطء مع توضيح المسافة	التحرك باتجاه اليد الممتدة	التحرك باتجاه اليد الممتدة	تحريك الذراع أفقياً باتجاه اليد الممتدة	تحريك الذراع أفقياً باتجاه اليد الممتدة
				
ارفع ذراع الرافعة	ارفع ذراع الرافعة ببطء	أخفض ذراع الرافعة	أخفض ذراع الرافعة ببطء	ارفع الذراع وأخفض الحمولة
				
أخفض الذراع وارفع الحمولة	مدّ ذراع الرافعة	اسحب ذراع الرافعة	استخدم نظام الرفع الرئيسي	استخدم الحبل المساعد

مخاطر عمليات الرفع والتنزيل

(Lifting Operations Risks)

تُعدّ مهام الرفع والتنزيل من العمليات الشائعة في مختلف مواقع العمل، وغالبًا ما ترتبط هذه العمليات بمخاطر متعددة قد تؤدي إلى حوادث، أو إصابات، أو حتى وفيات؛ لذا، من الضروري أن يكون كل من العاملين وأصحاب العمل على دراية تامة بهذه المخاطر، واتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة للحد منها وضمان بيئة عمل آمنة.

المخاطر المحتملة في عمليات الرفع والتنزيل (Types of Risks in Lifting Operations)

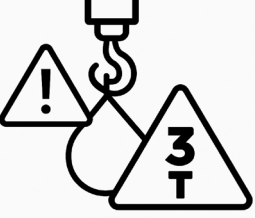
تتنوع المخاطر التي قد يتعرض لها العاملون أثناء عمليات الرفع والتنزيل، وتشمل جوانب متعددة تتعلق بوزن الحمولة، وطبيعتها، وبيئة العمل، وسلامة المعدات، وطريقة التشغيل، ويوضح الجدول الآتي أبرز هذه المخاطر:

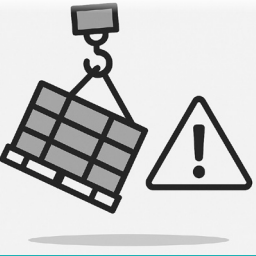
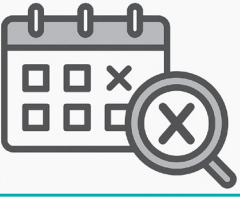
المخاطر المحتملة	الوصف	شكل توضيحي
الإجهاد البدني	يتسبب الوزن الزائد في إجهاد بدني، ويحدّد المعيار الدولي (1-ISO 11228) الحد الأقصى للحمولة المسموح بها للرجال عند 25 kg و 15 kg للنساء، كوزن أقصى ينبغي عدم تجاوزه.	
السقوط أو التعثر	الحمولات الكبيرة تؤدي إلى حجب الرؤية، وترفع احتمال السقوط والتعثر.	
فقدان التوازن	مثال: في حال رفع خزان مياه نصف ممتلئ، قد تتحرك الكتلة السائلة وتسبب تأرجحاً مفاجئاً في الحمولة، مما يؤدي إلى اختلال التوازن.	

المخاطر المحتملة	الوصف	شكل توضيحي
إصابة القدم	الأحمال الزلقة أو الحادة أو دون مقابض تُسبب انزلاق الحمولة واحتمالية إصابة القدم.	
التصادم	قد يحدث بسبب سوء التثبيت أو اختيار ملحقات غير مناسبة (مثل الحبال أو السلاسل).	
انقلاب الرافعات أو المنصات	يحدث ذلك نتيجة التثبيت غير السليم، أو الأحمال الزائدة، أو الظروف البيئية، مثل الرياح القوية أو الأرض غير المستقرة.	
المسحوق أثناء التشغيل	يحدث عند تحرك المنصات أو المعدات أثناء وجود الأفراد، أو عند تلامس أجزاء متحركة مع الأشخاص.	
ملامسة خطوط الكهرباء الهوائية	يحدث خطر الصعق الكهربائي عند اقتراب معدات الرفع أو ملحقاتها من أسلاك الكهرباء.	
انقطاع الحبال أو السلاسل	يحدث بسبب الاستخدام الخاطئ أو التآكل أو الأحمال الزائدة.	
الأعطال المفاجئة	بسبب عيوب التصميم أو الصيانة قد تحدث أعطال مفاجئة في المكونات، مثل الكوابح أو أنظمة التحكم، مما يسبب خطراً كبيراً أثناء التشغيل.	

الأسباب الجذرية لحدوث مخاطر عمليات الرفع والتنزيل (Root Causes of Lifting Risks)

لا تقتصر المخاطر المرتبطة بعمليات الرفع والتنزيل على طبيعة الحمل أو خصائص المعدة المستخدمة فقط، بل قد تنشأ أيضاً عن مجموعة من العوامل التنظيمية والفنية والبشرية التي تؤثر بشكل غير مباشر على سلامة العملية، لذا يُعد تحديد هذه الأسباب الجذرية خطوة مهمة في الوقاية من الحوادث وتعزيز ثقافة السلامة في بيئة العمل، وفيما يأتي أبرز الأسباب التي قد تؤدي إلى حدوث المخاطر في مواقع العمل:

شكل توضيحي	الوصف	الأسباب
	قد تحتوي بعض معدات الرفع على عيوب تصميمية، مثل ضعف مكونات التحميل أو أنظمة التوازن، مما يؤدي إلى أعطال مفاجئة أثناء التشغيل.	التصميم الميكانيكي غير الملائم (Inadequate Mechanical Design)
	يشمل ذلك تصميم موقع العمل بطريقة تعيق الحركة أو تفتقر إلى مسارات واضحة للرافعات، أو وجود عوائق مادية في أماكن التشغيل.	سوء تنظيم بيئة العمل (Poor Workplace Layout)
	أي خلل أو غموض في الإشارات قد يؤدي إلى تحركات غير متوقعة للمعدات أو تصادمات خطيرة.	ضعف أنظمة الإشارة والتواصل (Inadequate Signaling and Communication Systems)
	يؤدي استخدام المعدات لحمل أحمال تفوق طاقتها المصممة، أو استخدامها في ظروف تشغيل غير مناسبة إلى انهيار أو تلف المعدة.	التقدير الخاطئ لقدرة المعدات (Incorrect Load Assessment or Use)

شكل توضيحي	الوصف	الأسباب
	تثبيت الحمولة بطريقة غير صحيحة، كاستخدام ملحقات رفع غير مناسبة أو عدم تحقيق التوازن الصحيح، يُعرض الحمولة للانزلاق أو السقوط.	التثبيت غير الآمن للحمولة (Unsafe Load Securing)
	عدم الالتزام بجدول الفحص المنتظم لمعدات الرفع يعني أن الأعطال أو التآكل قد تمر دون ملاحظة، مما يزيد من احتمال تعطل المعدات.	ضعف برامج الفحص الدوري (Lack of Regular Inspection Programs)
	قد يؤدي إهمال أعمال الصيانة الوقائية أو تأجيل الإصلاحات اللازمة إلى تدهور حالة المعدات.	الصيانة غير الكافية أو المتأخرة (Poor or Delayed Maintenance)
	يشمل ذلك جميع التصرفات غير الآمنة الناتجة عن ضعف التدريب، أو قلة الخبرة، أو تجاهل تعليمات السلامة.	الخطأ البشري (Human Error)
	قد تكون المعدات غير متوافقة مع اللوائح الوطنية أو متطلبات السلامة المعتمدة في الدولة؛ مما يسبب خطرًا كبيرًا على سلامة العاملين.	عدم التوافق مع التشريعات المحلية

تقييم مخاطر عمليات الرفع والتنزيل

(Risk Assessment in Lifting Operations)

تُعدّ عمليات الرفع والتنزيل من أكثر الأنشطة خطورة في مواقع العمل، لما تتضمنه من تعامل مع أحمال ثقيلة ومعدات معقدة، إضافة إلى تنفيذها أحياناً في ظروف بيئية غير مستقرة، وأي خلل بسيط في التخطيط أو التنفيذ قد يؤدي إلى حوادث جسيمة؛ لذا، يُعدّ تقييم المخاطر وسيلة أساسية تُنفَّذ قبل وأثناء عمليات الرفع والتنزيل، بهدف التعرف على مصادر الخطر، وتحليل احتمالية حدوث المخاطر وشدة تأثيرها، ثم اتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة.

خطوات تقييم المخاطر (Steps of Risk Assessment)

للتقليل من مخاطر عمليات الرفع والتنزيل والسيطرة عليها، يتم اتباع منهجية معتمدة تعرف باسم الخطوات الخمس لتقييم المخاطر، والتي تُستخدم لتحديد الخطر، وتحليله، ووضع التدابير المناسبة لمنعه أو الحد من آثاره قبل بدء العمل، وتشمل الآتي:

■ تحديد الخطر (Hazard Identification)

تُعدّ خطوة "تحديد الخطر" الأساس الذي تُبنى عليه عملية تقييم المخاطر، ففي هذه المرحلة، يتم التعرف على جميع العوامل التي قد تُسبب ضرراً أثناء عملية الرفع، بما يشمل المخاطر التي تهدد سلامة الأفراد مثل الاصطدام أو التلامس مع الأجزاء المتحركة، والمخاطر البيئية كخطوط الكهرباء والأرضيات غير المستقرة، إضافة إلى المخاطر الناتجة عن المعدات غير المناسبة أو غير المفحوصة، والأخطاء البشرية الناتجة عن ضعف التدريب أو التنسيق، كما تشمل التحقق من توازن الحمولة، واستقرار الأرضية، ومدى تأثير الظروف الجوية، وطبيعة الحمولة كالحواف الحادة أو السوائل المتحركة.

■ تحديد الفئات المعرضة للخطر وكيفية تأثرها

(Decide Who Might Be Harmed and How)

تختلف درجة الخطورة في موقع العمل حسب طبيعة المهام، فبعض الفئات تكون أكثر عرضة للأذى من غيرها أثناء عمليات الرفع، مثل:

■ **مُشغِّلُو معدّات الرفع (Crane Operators/Lift Operators):** هم أول من يُحتمل تعرضهم للمخاطر أثناء التشغيل، خاصة إذا حدث خلل في التحكم أو انهيار مفاجئ في الحمولة، فمثلاً: قد يتعرض المشغل للسقوط أو السحق إذا لم تكن مقصورة القيادة مؤمنة أو إذا تحركت المعدة بشكل غير متوقع.

■ **المُثبِّتون (Slings):** يقوم المثبتون بربط الحبال أو السلاسل حول الحمولة، فمثلاً: قد يُصاب المثبت في حالة انفلات الحمولة أو تأرجحها المفاجئ.

■ **المُؤشِّرون (Signalers):** يقوم المؤشرون بتوجيه حركة المشغل، وهم غالباً ما يعملون في مسافة قريبة جداً من الحمولة والمعدة، وفي حال تجاهل الإشارات أثناء الرفع يمكن تعرضهم للمخاطر.

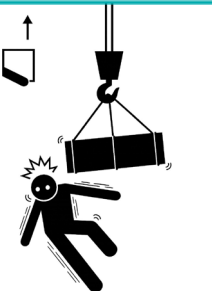
■ **العمال القريبون من منطقة الرفع (Workers Near the Lifting Area):** الأشخاص الذين يعملون في محيط منطقة الرفع دون أن يكونوا جزءاً مباشراً من العملية.

■ **الزوّار أو المشرفون أو الفنيون (Visitors, Supervisors or Technicians):** قد يدخل الزوار أو المشرفون الموقع دون دراية كافية بمخاطر عمليات الرفع، مما يجعلهم أكثر عرضة للمخاطر.

■ **الجمهور أو المارة في المواقع المفتوحة (The Public or Passerby in Open Sites):** في مواقع العمل المفتوحة أو القريبة من الطرق العامة، قد يتعرض أفراد من العامة للمخاطر إذا لم يتم إغلاق المنطقة المحيطة بشكل محكم، فمثلاً: إذا كان هناك ورشة قريبة من الشارع العام، قد تسقط حمولة خارج نطاق السيطرة، وتسبب في إصابة أحد المارة.



وتختلف العواقب المحتملة باختلاف طبيعة المخاطر والفئات المعرضة لها، ومن أبرز الإصابات التي قد تتجم عن عمليات الرفع والتنزيل ما يأتي:

الإصابة	الوصف	شكل توضيحي
السحق (Crushing)	نتيجة لسقوط الأحمال أو تحرك المعدات في المساحات الضيقة.	
السقوط (Falls)	خاصة للعاملين على ارتفاعات أو في ظروف أرضية غير مستقرة.	
الاصطدام (Impact)	بسبب تأرجح الحمولة أو تحرك معدة بشكل مفاجئ.	
الصعق الكهربائي (Electric Shock)	ملامسة المعدة لخطوط الكهرباء دون عزل مناسب.	
الإجهاد أو التعب (Fatigue)	نتيجة العمل في ظروف صعبة دون تدريب أو معدات مناسبة.	

■ تقييم المخاطر (Risk Evaluation)

تهدف هذه الخطوة إلى التمييز بين المخاطر الحرجة التي تتطلب إجراءات فورية، وتلك التي يمكن التحكم بها بتعديلات بسيطة، ويتم هذا التقييم بالنظر إلى مدى تكرار المخاطر المحتملة في موقع العمل، وتأثيرها الفعلي إذا وقعت.

■ تحديد ضوابط التحكم (Control Measures Identification)

بعد تحديد المخاطر ودرجة خطورتها، تأتي مرحلة وضع الضوابط المناسبة للتحكم بها، وقد تشمل هذه الضوابط حلولاً هندسية، أو إجراءات تنظيمية، أو استخدام معدات وقاية شخصية.

■ تسجيل النتائج وتطبيق ضوابط التحكم

(Record Findings and Implement Identified Control Measures)

من المهم توثيق ما تم التوصل إليه وتنفيذ الإجراءات عملياً في موقع العمل، فالخطة المكتوبة دون تطبيق فعلي لا تحقق السلامة، ولا تُعفي الجهات المسؤولة من التبعات في حال وقوع حادث، ويشمل توثيق نتائج تقييم المخاطر ما يأتي:

■ وصف الخطر الذي تم رصده (مثلاً: احتمال سقوط الحمولة عند رفعها فوق منطقة عمل).

■ مستوى الخطر بعد التقييم (مثل: عالٍ أو شديد جداً).

■ الإجراء المقترح أو تدابير السيطرة (مثل: تركيب حواجز أو استخدام جهاز تحكم لاسلكي).

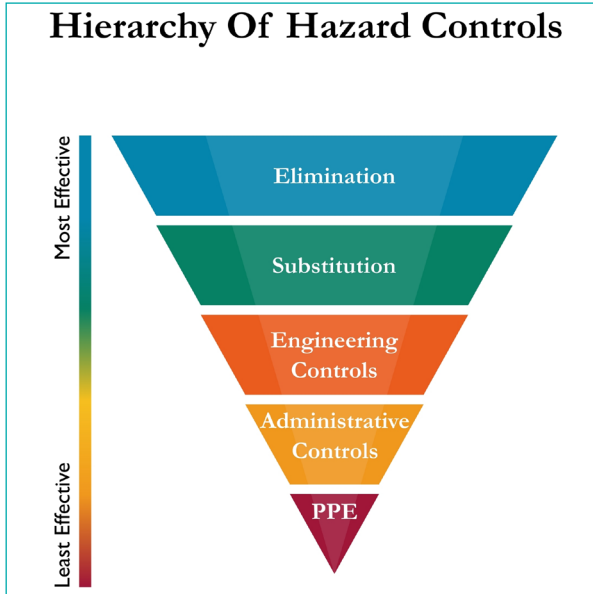
■ المسؤول عن تنفيذ كل إجراء (مثل: مشرف السلامة أو فني التشغيل).

■ الجدول الزمني للتنفيذ (فوراً، أو خلال 24 ساعة، أو قبل بدء العملية).

■ مثال عملي:

الخطر	مستوى الخطورة	الإجراء المطلوب	المسؤول	الجدول الزمني للتنفيذ
وجود كابل كهرباء فوق مسار الرفع.	شديد جداً.	عزل المنطقة وتغيير مسار الحمولة.	مشرف السلامة.	قبل بدء الرفع.

ضوابط التحكم والسيطرة



هرم السيطرة على المخاطر

تعتمد هذه الضوابط على نوع الخطر وشدته، وتُقسم عادة إلى خمسة مستويات رئيسية: الإزالة، والاستبدال، والضوابط الهندسية، والضوابط الإدارية، ومعدات الوقاية الشخصية، وكلما تم التحكم في الخطر من مصدره، كانت الإجراءات أكثر فاعلية واستدامة.

■ الإزالة (Elimination)

- يتمثل هذا الإجراء في إزالة الخطر (Hazard) بالكامل من بيئة العمل، مثل:
 - إذا كانت هناك آلة تسبب خطراً، فيمكن إزالتها نهائياً لعدم الحاجة لاستخدامها.
 - استخدام نظام آلي لنقل مواد خطرة بدلاً من العمال.

■ الاستبدال (Substitution)

- يتضمن هذا الإجراء استبدال مادة أو عملية خطيرة بأخرى أقل خطورة، مع التأكد من أن البديل أكثر أماناً، مثل:
 - استخدام منظف خالٍ من المواد السامة بدلاً من منظف كيميائي خطير.

■ الضوابط الهندسية (Engineering Controls)

تصميم أو تعديل المعدّات أو العمليات لعزل (Isolation) أو فصل (Separation) الأشخاص عن مصدر الخطر، ومن أمثلتها ما يأتي:

- استخدام رافعات وأدوات رفع معتمدة ومفحوصة وفق المعايير الدولية.
- تثبيت حواجز حول منطقة العمل لمنع دخول غير المصرح لهم.
- استخدام أرضيات مقاومة للانزلاق في أماكن تشغيل الرافعات المتنقلة.
- تثبيت نقاط رفع أو قواعد تثبيت مصممة هندسياً لتحمل الوزن.
- استخدام كاميرات أو مستشعرات رؤية لمراقبة النقاط العمياء أو الأحمال البعيدة.

■ الضوابط الإدارية (Administrative Controls)

تتمثل هذه الضوابط في تغيير السياسات والقواعد، وطريقة أداء العمل لتحسين سلامة العمال، وتقليل مستوى الخطورة، أو تقديم تعليمات إضافية للعمال، ومن الأمثلة العملية على الضوابط الإدارية في عمليات الرفع ما يأتي:

- إعداد خطة رفع تفصيلية تتضمن تسلسل العمل، والمسؤوليات، ونقاط الخطر.
- عقد اجتماعات توعوية سريعة قبل العمل (Toolbox Talks)؛ للتأكيد على تعليمات السلامة.
- تطبيق نظام تصاريح العمل (Permit to Work) عند تنفيذ عمليات معقدة أو في أماكن ضيقة.
- وضع لوحات تحذيرية عند المسارات أو تحت الحمولة أو قرب خطوط الكهرباء.
- تقديم دورات تدريبية منتظمة حول تقنيات الرفع الآمن وقراءة مخططات الحمولة.
- وقف العمل مؤقتاً في حال الرياح القوية أو الأمطار الغزيرة.

■ معدّات الوقاية الشخصية (Personal Protective Equipment (PPE)

تُعدّ خط الدفاع الأخير في منظومة السيطرة على المخاطر، وتُستخدم عند تعذّر إزالة الخطر من المصدر أو الحد منه بشكل كافٍ بالوسائل الهندسية والإدارية، وينبغي النظر إليها كإجراء تكميلي، وليس بديلاً عن الضوابط الأخرى الأكثر فاعلية، وفيما يأتي أهم معدّات الوقاية الشخصية الواجب استخدامها أثناء تنفيذ عمليات الرفع والتنزيل:



- **خوذات السلامة (Safety Helmets)** المزودة ببطانة داخلية، لحماية الرأس من الأجسام الساقطة أو الصدمات العرضية.
- **قفازات أمان مقاومة للتمزق أو الحرارة (Fire or Tear Resistant Safety Gloves)**، خاصة عند التعامل مع الحبال المعدنية، أو السلاسل، أو ملحقات الرفع.
- **أحذية أمان ذات مقدمة مدعّمة (Steel Toe Caps)** لتوفير الحماية للقدم من السحق أو سقوط الأحمال.
- **سترات عاكسة للضوء (High-Visibility Vests)** تُسهم في زيادة وضوح رؤية العاملين في مواقع العمل المزدحمة أو منخفضة الإضاءة.
- **أحزمة الأمان وسترات التثبيت (Safety Harnesses)** عند تنفيذ المهام في مناطق مرتفعة أو على منصات غير محمية.
- **وسائل حماية السمع، مثل سدادات الأذن أو سماعات عزل الضوضاء (Ear Plugs or Noise Cancelling Headphones)** عند العمل في بيئات تتجاوز فيها مستويات الصوت الحدود الآمنة.

عوامل اختيار طرق تقييم مخاطر الرفع والتنزيل

(Factors for Selecting Risk Assessment Methods in Lifting Operations)

تُعدّ عملية تقييم المخاطر جزءاً أساسياً من التخطيط الآمن لعمليات الرفع والتنزيل، ويعتمد نجاحها على اختيار الطريقة المناسبة التي تتلاءم مع طبيعة المهمة وبيئة العمل وتعقيد المعدات، ويتطلب هذا الاختيار دراسة عدد من العوامل المؤثرة التي تساعد في تحديد الأسلوب الأنسب والأكثر فاعلية للتقييم.

عوامل اختيار طريقة تقييم المخاطر

قبل اختيار الطريقة المناسبة لتقييم المخاطر، ينبغي مراعاة الآتي:

- **مدى تعقيد عملية الرفع:** تعتمد بعض عمليات الرفع على خطوات بسيطة ومعدات تقليدية، بينما تتطلب عمليات أخرى تجهيزات خاصة أو تتم في بيئات معقدة كالمساحات الضيقة، أو المناطق المزدحمة، أو الأماكن ذات المخاطر العالية مثل المنشآت النفطية، فكلما زادت درجة التعقيد، زادت الحاجة إلى استخدام طرق تحليل مفصلة، مثل تحليل السلامة الوظيفية ((Job Safety Analysis (JSA) أو تحليل شجرة الأخطاء ((Fault Tree Analysis (FTA).
- **توفر الخبرات والكفاءات:** تعتمد بعض الطرق، مثل التحليل الكمي أو تحليل "ماذا لو"، على وجود فريق مؤهل لديه فهم تقني عميق للمخاطر، ففي حال كان الفريق محدود الخبرة، يمكن الاكتفاء بأساليب أبسط، مثل قوائم التحقق أو الفحص الميداني المباشر.
- **نوع المعدات والحمولات:** تحديد نوع المعدات سواء كانت معدات خفيفة (مثل الروافع اليدوية)، أو متوسطة (مثل الرافعات المتحركة)، أو معقدة (مثل الرافعات البرجية أو الهيدروليكية الضخمة)، فالمعدات المعقدة مثل الرافعات البرجية أو ذات الذراع التلسكوبي تتطلب تحليلاً أعمق مقارنةً بالمعدات القياسية كالروافع الشوكية، كذلك تؤثر خصائص الحمولة (شكلها، ووزنها، ومركز الجاذبية) في اختيار أسلوب التقييم.

■ **الزمن المتاح للتخطيط:** إذا كان هناك متسع من الوقت، يمكن إجراء تحليل شامل يتضمن الخطوات التفصيلية، وإشراك الفريق في تقييم المخاطر، أما في الحالات الطارئة أو الروتينية المتكررة، فقد يكون من الأنسب استخدام طريقة مبسطة وسريعة مثل الفحص البصري أو قوائم التحقق؛ فكلما زاد الوقت المتاح للتخطيط، زادت دقة تحديد وتقدير المخاطر واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة.

أنواع تحليل تحديد المخاطر وتقييمها (Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA))

يمكن تقييم مدى تأثير المخاطر واحتمالية حدوثها من خلال التحليل الدقيق لهذه المخاطر، مما يساعد في وضع خطط مناسبة للوقاية من الأضرار وتقليلها، وتتعدد الطرق التي يمكن الاعتماد عليها في هذه العملية، وفيما يأتي مقارنة شاملة تبين خصائص كل طريقة، ومتى يُفضل استخدامها:

الطريقة	الوصف	الاستخدام المناسب	مثال تطبيقي
الفحص المعتمد على قوائم التحقق (Checklist-Based Assessment)	استخدام نموذج جاهز يحتوي على عناصر السلامة للتأكد من جاهزية العملية.	العمليات المتكررة أو اليومية ذات الطابع الروتيني.	التحقق من حالة المعدات وتصاريح العمل قبل بدء عملية رفع منتظمة.
الفحص الميداني المباشر (Live Site Inspection)	معاينة الموقع ميدانياً قبل تنفيذ عملية الرفع للتأكد من الجاهزية.	العمليات الجديدة أو المواقع المتغيرة.	زيارة موقع رفع داخلي ضيق للتأكد من خلوه من العوائق واستواء الأرضية.
تحليل السلامة الوظيفية (Job Safety Analysis (JSA))	تقسيم العملية إلى خطوات وتحديد المخاطر والضوابط في كل منها.	العمليات غير النمطية أو ذات المخاطر المرتفعة.	تحليل خطوة "ربط الحمولة" ووضع ضوابط منع الانزلاق باستخدام مشابك خاصة.
التقييم التشاركي (Participatory Assessment)	مشاركة أفراد الفريق (المشغل، والمشرف، والمؤشر) لتحديد المخاطر بناءً على الخبرة.	عندما تكون الخبرات الميدانية ضرورية لتمييز المخاطر الواقعية.	توصية المؤشر بوضع مرايا إضافية لتحسين الرؤية في نقطة التفاف ضيقة.

الطريقة	الوصف	الاستخدام المناسب	مثال تطبيقي
التحليل الكمي (Quantitative Risk Assessment)	استخدام حسابات رقمية ومصنوفات لتقدير درجة الخطورة.	المشاريع الكبيرة أو العمليات التي تتطلب توثيقاً رسمياً.	استخدام مصنوفة 5x5 لحساب مستوى الخطورة الناتج عن احتمال سقوط حمولة ثقيلة.
التحليل النوعي (Qualitative Risk Assessment)	تقدير مدى الخطورة واحتمالية حدوث الخطر بطريقة مبسطة دون حسابات رقمية.	عندما نحتاج إلى ترتيب أولويات التعامل مع المخاطر بناءً على تقدير تقريبي.	تصنيف المخاطر بناءً على تقدير ما إذا كانت خطيرة، أو متوسطة، أو بسيطة.

وفي كثير من الحالات، لا تكفي طريقة واحدة لتقييم جميع المخاطر، لذلك من الأفضل استخدام أكثر من طريقة معاً، مما يساعد على فهم المخاطر بشكل أفضل، ويساعد الفريق في وضع خطط أكثر أماناً.

مصنوفة تقييم المخاطر 5x5 (5x5 Risk Matrix)

مصنوفة المخاطر					
25	20	15	10	5	5
20	16	12	8	4	4
15	12	9	6	3	3
10	8	6	4	2	2
5	4	3	2	1	1
5	4	3	2	1	

زيادة العواقب ↑

← زيادة احتمالية الحدوث

هي أداة بصرية تُستخدم لتقييم وتصنيف المخاطر بناءً على احتمالية حدوثها وعواقبها، وتُستخدم بشكل واسع في أنظمة إدارة المخاطر، والصحة والسلامة المهنية، والجودة وإدارة المشاريع، وتمثل مصنوفة 5x5 في جدول يتقاطع فيه محور الاحتمالية (الأفقي) مع محور العواقب (الرأسي)، وكل مربع داخل الجدول يمثل مستوى الخطورة وفق المعادلة الآتية:

مستوى الخطورة = احتمالية الحدوث X شدة العواقب

- الاحتمالية (Probability): تقيس مدى إمكانية حدوث المخاطر، وتنقسم إلى المستويات الآتية:

المستوى	الوصف
1. نادر (Rare)	من النادر جداً أن يحدث.
2. غير محتمل (Unlikely)	من غير المرجح أن يحدث.
3. محتمل (Possible)	من الممكن أن يحدث.
4. مرجح (Likely)	من المحتمل جداً أن يحدث.
5. مؤكد تقريباً (Almost Certain)	من المؤكد حدوثه.

- العواقب (Consequences): تقيس مدى شدة النتائج في حال وقوع المخاطر، وتنقسم إلى مستويات كالآتي:

المستوى	الوصف
1. ضئيلة/طفيفة (Negligible)	لا تسبب ضرراً يُذكر.
2. بسيطة (Minor)	ضرر بسيط أو إصابة طفيفة.
3. متوسطة (Moderate)	ضرر يتطلب علاجاً طبياً.
4. خطيرة (Major)	ضرر بليغ أو عجز دائم.
5. كارثية (Catastrophic)	تؤدي إلى الوفاة أو خسائر جسيمة.

■ طريقة استخدام مصفوفة المخاطر 5x5

تتمثل خطوات استخدام مصفوفة تقييم المخاطر 5x5 فيما يأتي:

1. تحديد تفاصيل المشروع أو النشاط: في بداية التقييم، يجب توثيق البيانات

الأساسية المرتبطة بنشاط الرفع والتنزيل، مثل:

- اسم المشروع أو المهمة، مثلاً: رفع خزانات فولاذية في ورشة الإنتاج.
- موقع التنفيذ (داخل الورشة أو في موقع بناء).
- تاريخ التقييم.
- أسماء أعضاء الفريق الفني أو مسؤول السلامة المشاركين في عملية التقييم.

ويُعد هذا التوثيق مرجعاً مهماً، يُستند إليه عند مراجعة التقييم أو تطوير خطط الرفع المستقبلية.

2. مراجعة مصفوفة المخاطر: يجب على فريق التقييم مراجعة مصفوفة 5x5 بعناية، وفهم معاني مستويات الاحتمالية وشدة العواقب، بالإضافة إلى معرفة كيفية تفسير الرموز والألوان المستخدمة في المصفوفة.



تُستخدم ثلاثة ألوان لتمييز مستويات الخطورة، وهي:

- الأخضر للمخاطر المنخفضة.
- الأصفر للمخاطر المتوسطة.
- الأحمر للمخاطر العالية.

وفي مؤسسات أخرى، يُضاف لون رابع مثل البرتقالي (قبل الأحمر) لتوضيح مستوى الخطورة المرتفع الذي لا يصل إلى درجة الخطورة القصوى، ويعتمد هذا الاختلاف في الألوان على سياسة الجهة المنظمة، ومدى الحاجة إلى دقة أكبر في التفريق بين مستويات الخطورة، خاصة في القطاعات الحساسة كالصناعات النفطية أو الطيران.

3. تحديد درجة الاحتمالية (Probability): تُقيّم باستخدام مقياس من خمس درجات

تبدأ من "نادر" وتنتهي بـ "مؤكد"، وتُمنح كل درجة قيمة عددية من 1-5، ويُحدّد المستوى المناسب استناداً إلى خبرة الفريق، وسجل الحوادث السابقة، وطبيعة البيئة التشغيلية.

4. تحديد شدة العواقب (Consequence): تُقيّم باستخدام مقياس من خمس درجات

من "ضئيلة" إلى "كارثية"، وتُعطى كل درجة قيمة من 1-5.

المستوى	الوصف	الوصف
1	إصابة طفيفة	تتطلب إجراء إسعافات أولية فقط، دون الحاجة إلى علاج خارجي أو توقف عن العمل.
2	إصابة متوسطة	تتطلب العلاج في العيادات الخارجية أو مركز صحي، دون دخول المستشفى.
3	إصابة خطيرة	تستوجب التتويج المؤقت في المستشفى للعلاج أو المراقبة.
4	عجز دائم	إصابة دائمة تؤدي إلى فقدان القدرة على أداء العمل بشكل جزئي أو كلي.
5	الوفاة	تؤدي إلى فقدان الحياة نتيجة مباشرة للحدث أو للمضاعفات الناتجة عنه.

5. حساب مستوى الخطورة (Risk Rating): بمجرد تحديد القيم العددية لكل من

الاحتمالية والعواقب، يتم حساب مستوى الخطورة باستخدام المعادلة الآتية:

مستوى الخطورة = احتمالية الحدوث X شدة العواقب

ويكون الناتج رقمًا يتراوح بين 1-25.

6. تصنيف الخطر وتحديد الإجراء المناسب: استناداً إلى ناتج المعادلة السابقة، يُصنّف مستوى الخطورة إلى إحدى الفئات الآتية:

معدل الخطورة	تصنيف الخطورة	الوصف
1-4	خطر مقبول	لا حاجة لاتخاذ إجراءات إضافية، مع الحفاظ على ضوابط السلامة المعتمدة.
5-9	خطر كافٍ	يُفضّل إدراج تحسينات في المراجعة الآتية، دون حاجة لتدخل فوري.
10-16	خطر مسموح	يتطلب تنفيذ تحسينات محددة ضمن فترة زمنية واضحة لتقليل الخطر.
17-25	خطر غير مقبول	يجب إيقاف النشاط فوراً واتخاذ إجراءات تصحيحية عاجلة قبل الاستمرار.

7. اقتراح ضوابط التحكم بالمخاطر: بعد تصنيف الخطر، يقترح الفريق الضوابط المناسبة للتحكم بالمخاطر والسيطرة عليها.

8. توثيق النتائج واعتماد التحليل: في نهاية عملية التقييم، تُوثّق جميع النتائج والتوصيات المعتمدة، بما في ذلك مستوى الخطورة، والإجراءات المقترحة، والمسؤوليات، وتاريخ التنفيذ، كما تُعتمد الوثائق من قبل المسؤولين المعنيين، مثل مسؤول السلامة أو مدير المشروع أو أعضاء الفريق.

مثال تطبيقي على استخدام مصفوفة تقييم المخاطر 5×5 في بيئة الرفع والتنزيل

فيما يأتي مثال عملي يُظهر كيفية تطبيق مصفوفة تقييم المخاطر 5×5 لتقدير خطر محدد في عملية رفع داخل ورشة صناعية:

■ حالة التقييم:

كان من المقرر تنفيذ عملية رفع آلة صناعية ثقيلة تزن 1.5 tons، داخل الورشة رقم (3) التابعة لوحدة الصيانة الثقيلة، بتاريخ 2025-7-3، بواسطة رافعة جسرية، وشارك في التقييم كل من فني الرفع، ومشرف الورشة، ومسؤول السلامة المهنية.



■ المعطيات:

لاحظ الفريق أن الأرضية مبللة جزئياً، وأن الرافعة تُستخدم لأول مرة بعد الصيانة، كما أن المشغل جديد نسبياً في الموقع، وبعد مراجعة مصفوفة المخاطر المعتمدة في المؤسسة، والتي تُستخدم أربعة ألوان (منخفض، متوسط، مرتفع، عالي جداً)، تم البدء بتقدير الخطر.

■ الخطوات التطبيقية:

البند	القيمة المختارة	التعليل
درجة الاحتمالية	(3) محتمل	وجود أرضية مبللة + تشغيل رافعة جديدة + مشغل غير متمرس.
درجة العواقب	(4) شديدة	في حال وقوع الحادث، قد يؤدي إلى سقوط الآلة وتلفها وإصابة العاملين بجروح خطيرة.
درجة الخطورة	$3 \times 4 = 12$	يقع ضمن مستوى "مرتفع" وفق مصفوفة تقييم المخاطر المعتمدة (اللون البرتقالي).

■ الإجراء المقترح:

بناءً على التصنيف، تقرّر عدم تنفيذ عملية الرفع قبل اتخاذ الإجراءات الآتية:

- تجفيف الأرضية، وتحديد المسار بخطوط مرئية.
- فحص الرافعة الجسرية من قبل فني مؤهل بعد الصيانة.
- توفير مساعد للمشغل لمراقبة النقاط العمياء.
- تدريب المشغل على خطة الرفع.
- التأكد من ثبات الحمولة وتوزيعها بشكل متوازن.

■ توثيق التقييم:

تم تسجيل نتائج التحليل في نموذج تقييم المخاطر المعتمد، ووقع عليه كل من مسؤول السلامة، وفني التشغيل، ومشرف الورشة، وتم حفظه في سجل المشروع لاستخدامه في المراجعة المستقبلية أو عند تكرار المهمة.

تخطيط الاستجابة للطوارئ

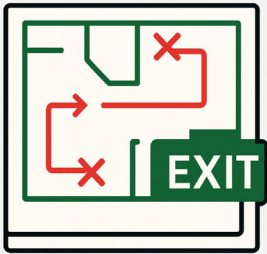
(Emergency Response Planning)

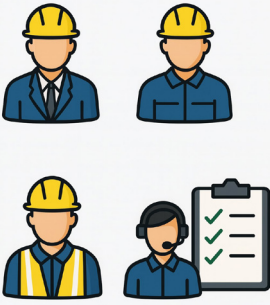
في عمليات الرفع والتنزيل، قد تحدث حالات طارئة بشكل مفاجئ، مثل سقوط حمولة أو تعطل ميكانيكي، لذلك تُعد خطة الاستجابة للطوارئ (Emergency Response Planning (ERP)) من العناصر الأساسية التي تهدف إلى حماية الأرواح والممتلكات وضمان استمرارية العمل بأمان.

وتُعرف خطة الاستجابة للطوارئ بأنها وثيقة رسمية توضح الإجراءات التي يجب اتباعها فور وقوع حادث مفاجئ، مثل سقوط حمولة، أو انهيار رافعة، أو إصابة عامل، أو اندلاع حريق، أو انسكاب مواد خطرة، وتهدف هذه الخطة إلى تقليل الضرر البشري والمادي، وضمان التصرف المنظم والسريع في اللحظات الحرجة، كما تُعد جزءاً لا يتجزأ من أنظمة إدارة السلامة المهنية في المؤسسات، وتتطلب مشاركة جميع العاملين وفهمهم لدورهم المحدد في الخطة.

مكونات خطة الاستجابة للطوارئ (Emergency Response Plan Components)

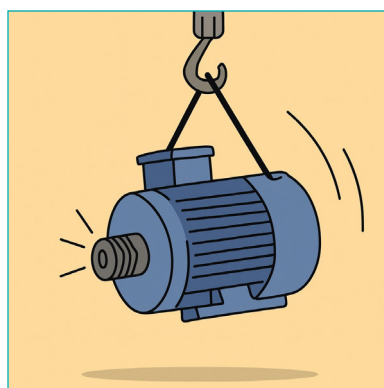
تتضمن خطة الاستجابة للطوارئ ما يأتي:

المكوّن	الوصف	شكل توضيحي
خرائط ومسارات الإخلاء	تبين المخارج، والسلالم، ونقاط التجمّع.	
معدّات الطوارئ	مثل الطفايات، والإسعافات الأولية، وأجهزة الإنذار.	

المكوّن	الوصف	شكل توضيحي
توزيع المسؤوليات	تحديد فرق الطوارئ، مثل مسؤول الإخلاء، وقائد الحادث، وضابط الاتصالات.	
وسائل التواصل	استخدام الأجهزة اللاسلكية، ولوحات الإبلاغ، وأنظمة نداء عامة.	
آلية التقييم والتحسين	توثيق الحوادث، وتحديث الخطة بناءً على التجارب.	

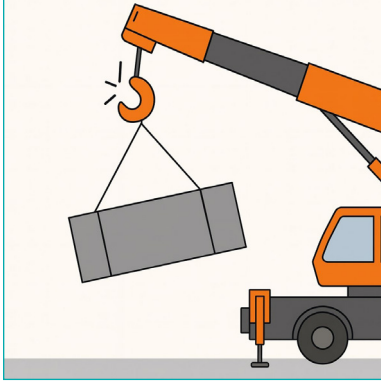
حالات الطوارئ في بيئات الرفع والتنزيل (Emergency Situations in Lifting Environments)

تشمل الحالات التي تتطلب استجابة طارئة في بيئات الرفع والتنزيل ما يأتي:



1 سقوط الحمولة (Load Drop):

مثل سقوط محرك صناعي أثناء رفعه.



2 تعطُّل معدّات الرفع (Equipment Failure):

مثل انفصال خُطّاف رافعة شوكية مؤدياً إلى ارتطام الحمولة بالأرض.



3 الإصابات (Injuries):

مثل جرح في اليد نتيجة سقوط أداة أثناء التثبيت، ويتطلب الأمر تدخلاً فورياً من مسؤول الإسعافات الأولية.



4 احتجاز العامل في موقع مرتفع

(Worker Suspension at Height):

في حال تعطل الحبل أو النظام، يبقى العامل مُعلّقاً، ويجب إنقاذه بسرعة.

إجراءات الاستجابة السريعة (Rapid Response Procedures)

عند وقوع حادث طارئ، يجب التصرف بسرعة وحزم وفق الخطوات الآتية:

الخطوة	الوصف	شكل توضيحي
إيقاف العمليات فوراً	باستخدام زر التوقف الطارئ (Emergency Stop Button) المتوفر في الرافعات ومعدات التحكم.	
تأمين المنطقة	من خلال الحواجز أو الشريط التحذيري لمنع الدخول غير المصرح به.	
إخلاء العاملين	إلى نقاط التجمع المحددة سلفاً، مع التأكد من سلامة الجميع.	
إبلاغ الجهات المختصة	مثل مسؤول السلامة أو غرفة الطوارئ.	
تنفيذ الخطوة المناسبة	سواء كانت إسعافاً أولياً، أو إطفاء حريق، أو إنقاذ عامل عالق.	

وفقاً للمعايير الدولية (ISO 45001)، يجب تسجيل أي حادث صناعي خطير في سجلات السلامة خلال مدة لا تتجاوز 24 ساعة.



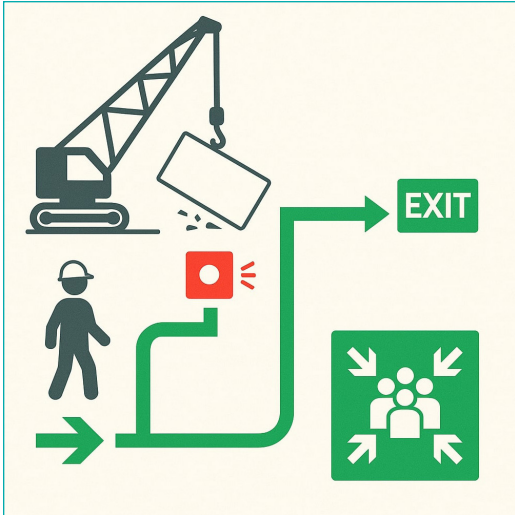
■ الاستجابة لسقوط الحمولة أو تعطل المعدات

(Response to Load Drop or Equipment Failure)



تُعد هذه من أخطر السيناريوهات التي قد تحدث أثناء عمليات الرفع والتنزيل، فعند سقوط حمولة ضخمة أو تعطل الذراع الهيدروليكي للرافعة، يجب إيقاف كل الأنشطة فوراً، وتأمين الموقع بعناية لمنع وصول الأفراد إليه، وفي حال كانت الحمولة تحتوي على مواد خطيرة مثل غاز مضغوط أو سوائل كيميائية، ينبغي التواصل مباشرة مع وحدات الطوارئ المتخصصة، كما يجب تقييم المخاطر الثانوية، مثل تسرب الوقود أو خطر الصدمة الكهربائية، واتخاذ الإجراءات المناسبة.

عند سقوط الحمولة أو تعطل المعدات، يجب نقل المصابين فوراً إلى مناطق آمنة، وتقديم الإسعافات الأولية بواسطة فرق مدربة، كما يجب تأمين موقع الحادث ومنع دخول غير المخولين، كذلك ينبغي أن تتضمن خطة الإخلاء تعليمات واضحة للخروج الآمن من منطقة الخطر، وتحديد نقاط التجمع لضمان سلامة الجميع.



تمثل هذه الصورة نموذجاً مبسطاً لخطة إخلاء خاصة بمنطقة رفع، وتستخدم لتوضيح كيف يمكن للعمال مغادرة الموقع بأمان في حال حدوث طارئ، مثل سقوط الحمولة أو تعطل المعدات، حيث يجب على العامل فوراً التوجه إلى زر الإنذار لتشغيله، وتنبيه جميع من في الموقع بوجود خطر، بعد ذلك يجب اتباع الأسهم الخضراء التي تُرشد العاملين إلى المسار الآمن للخروج من المنطقة الخطرة، وينتهي هذا المسار عند مخرج الطوارئ (EXIT)، وبعد الخروج، يجب على الجميع التوجه إلى نقطة التجمع، وهي موضحة برمز يحتوي على عدة أشخاص، وذلك حتى يتم التأكد من سلامة جميع الأفراد، وعدم فقدان أي شخص خلال عملية الإخلاء (Evacuation).

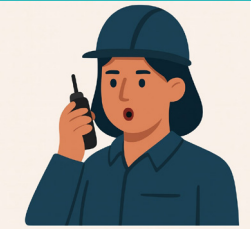
■ إنقاذ العمال المعلقين (Rescue of Suspended Workers)

يُعد بقاء العامل معلقاً في الهواء بعد السقوط من أخطر الحالات الطارئة، خاصةً إذا كان معلقاً بحزام الأمان، فقد يؤدي هذا الوضع إلى فقدان الوعي خلال دقائق بسبب توقف الدورة الدموية، لذا يجب أن تكون هناك خطة إنقاذ خاصة لهذه الحالة تتضمن أدوات إنزال، ومعدات تسلق، وأفراد مدربين على تنفيذ عمليات الإنقاذ، كما يُفضل التنسيق مع الجهات الرسمية، مثل الدفاع المدني في الحالات المعقدة.

عندما يكون العامل معلقاً بحزام الأمان لفترة طويلة، فإن وزن جسمه كله يكون محملاً على الحزام، مما يضغط على الأوعية الدموية خاصة في منطقة الفخذين أو تحت الإبطين، وهذا الضغط يمنع الدم من التدفق بشكل طبيعي إلى القلب والرئتين، ويؤدي إلى نقص الأكسجين في الجسم؛ نتيجة لذلك، قد يشعر العامل بالدوار، وفي حالات متقدمة يمكن أن يفقد وعيه خلال دقائق إذا لم يتم إنقاذه بسرعة.

الفرق القيادية وأدوارها في الاستجابة للطوارئ (Emergency Response Leadership Roles)

يتوقف نجاح خطة الاستجابة على وضوح الأدوار، حيث تشمل الوظائف الرئيسية ما يأتي:

الدور	الوظيفة	شكل توضيحي
قائد الحادث	مسؤول عن اتخاذ القرارات والتنسيق العام لفريق الطوارئ.	
مسؤول السلامة	تقييم المخاطر الثانوية وحماية العاملين.	
ضابط الاتصالات	نقل المعلومات وتوثيق الحادث.	

الدور	الوظيفة	شكل توضيحي
مسؤول الإسعافات الأولية	تقديم الرعاية الطبية العاجلة.	
ضابط اللوجستيات	توفير الدعم والإمدادات اللازمة.	
مُرشد الطرق	توجيه العاملين أثناء عملية الإخلاء وضمان سلامة الجميع.	

■ تدريب العاملين على خطة الطوارئ (Training Workers on the Emergency Plan)

تعتبر التدريبات المنتظمة ركيزة أساسية لضمان فاعلية الخطة، ويشمل التدريب ما يأتي:

- تعريف العاملين الجُدد بمحتوى الخطة ومسارات الإخلاء.
- تنفيذ تدريبات عملية تحاكي سيناريوهات الطوارئ.
- تحديث مهارات العاملين، وتقديم دورات تنشيطية دورية.
- تخصيص تدريب لأعضاء فريق الطوارئ ومسؤولي السلامة.

■ إجراءات الإبلاغ والتحقيق (Reporting and Investigation Procedures)

بمجرد السيطرة على حالة الطوارئ، يجب بدء التحقيق لتحديد الأسباب الجذرية، حيث إن الهدف من هذا التحقيق ليس معاقبة الأفراد، بل التعلم من الخطأ وتحسين الإجراءات، ويتضمن التقرير الرسمي: وقت ومكان الحادث، وتسلسل الأحداث، وأسماء المصابين، ووصف الاستجابة، والتوصيات المستقبلية، وتُستخدم هذه البيانات في تحسين الخطط وتحديث التدريب.

■ تقييم الحوادث وتحديث الخطة (Incident Evaluation and Plan Update)

بعد التعامل مع أي حادث، يجب القيام بالآتي:

- إجراء تحقيق شامل لمعرفة الأسباب الجذرية.
- تحليل بيانات الحوادث لتحديد أنماط الخطر.
- تنفيذ الإجراءات التصحيحية لمنع تكرارها.
- مراجعة وتحديث الخطة بناءً على الدروس المستفادة.



المعايير المرجعية (Reference Standards) تعتمد خطط الاستجابة على معايير مرجعية، مثل:

- NFPA 1670 المعيار الأمريكي للتعامل مع حوادث الإنقاذ الفني.
- ISO 45001:2018 المعيار الدولي لنظم إدارة السلامة المهنية، والذي يتضمن قسمًا خاصًا بالتأهب للطوارئ.

مثال توضيحي لخطة كاملة

في موقع بناء كبير يتم تركيب وحدات ضخمة من معدّات التكييف باستخدام رافعة متحركة (Mobile Crane)، والوزن التقريبي للحمولة 4 tons، والرافعة تعمل في منطقة ضيقة بجانب مبنى قائم.

■ الحدث الطارئ:

أثناء رفع الحمولة، حدث خلل في تثبيت الحبال، مما أدى إلى انزلاق الحمولة وسقوطها على الأرض، وكان هناك عامل يسير قريباً من موقع الرفع وتعرّض لإصابة في الساق نتيجة سقوط جزء من الحمولة على ساقه.



■ التصرف الفوري (الاستجابة الأولية):

- إيقاف العمليات فوراً: ضغط مشغل الرافعة على زر التوقف الطارئ مباشرة بعد ملاحظة سقوط الحمولة.
- تأمين المنطقة: سحب العاملين الآخرين بعيداً، ووضع حواجز وشريط تحذير حول موقع الحادث؛ لمنع دخول غير المخولين.
- إبلاغ قائد الحادث: يقوم المشغل بإبلاغ مسؤول السلامة في الموقع على الفور عبر الجهاز اللاسلكي.

■ الإخلاء والإسعافات الأولية:

- إخلاء العاملين: يقوم مُرشد الطرق بتوجيه العاملين إلى نقاط التجمع الآمنة بعيداً عن موقع الحادث.
- تقديم الإسعافات الأولية: يصل مسؤول الإسعافات الأولية سريعاً، ويقوم بتقييم حالة المصاب، ويقدم العلاج المبدئي مع تثبيت الساق المصابة.
- طلب الإسعاف الخارجي: بناءً على تقييم الإصابات، يتم الاتصال بسيارة الإسعاف لنقل المصاب إلى المستشفى.

■ التواصل مع الجهات الخارجية:

- إبلاغ الدفاع المدني والطوارئ الطبية وفقاً للخطة.
- يقوم ضابط الاتصالات بتوثيق كل تفاصيل الحادث، ووقت الإبلاغ، والاستجابة عبر سجلات السلامة.

■ التقييم والتحقيق:

- بعد السيطرة على الموقف، يعقد قائد الحادث اجتماعاً مع الفريق لمراجعة الحادث.
- يتم جمع شهادات الشهود وفحص معدات الرفع.
- يتبين أن الحبال لم تكن مثبتة بطريقة صحيحة، ويتم تحديد السبب الجذري.

■ الإجراءات التصحيحية:

- تعديل إجراءات تثبيت الحمولة، وتدريب المشغلين على طرق الربط الصحيحة..
- فحص معدات الرفع، والتأكد من سلامتها قبل الاستخدام.
- تحديث خطة الطوارئ لتشمل هذا السيناريو وتدريب العاملين على التعامل معه.

■ النتائج والتوصيات:

- لم تحدث إصابات بالغة بفضل سرعة الاستجابة وتطبيق الخطة.
- تقليل مدة توقف العمل بسبب التنسيق الفوري بين الفرق المختلفة.
- تعزيز ثقافة السلامة والتدريب في الموقع.



أسئلة الوحدة

- 1 اشرح أهمية تطبيق تدابير السلامة قبل البدء في تنفيذ عمليات الرفع والتنزيل.
- 2 عدّد اثنين من ممارسات العمل الآمن الواجب الالتزام بها أثناء عمليات الرفع والتنزيل.
- 3 ما العناصر الأساسية التي يجب تضمينها في خطة الرفع؟
- 4 اذكر اثنين من الأسباب الجذرية الشائعة التي قد تؤدي إلى وقوع الحوادث أثناء عمليات الرفع.
- 5 بين الخطوات المعتمدة لتقييم المخاطر المرتبطة بأنشطة الرفع والتنزيل.
- 6 اشرح دور مصفوفة تقييم المخاطر 5×5 في تحليل مخاطر عمليات الرفع والتنزيل.
- 7 في إحدى عمليات الرفع، كان من المقرر رفع خزان معدني ثقيل باستخدام رافعة جسرية داخل ورشة مغلقة، ولوحظ أن الحمولة غير مثبتة بشكل جيد، ولا توجد علامات أرضية واضحة لتحديد منطقة الخطر، والمشغل جديد في الموقع، كما لا يوجد مؤشر لتوجيه عملية الرفع، ولا توجد خطة رفع موثقة.
 - كيف تُقيّم الخطر في هذا الموقف باستخدام مصفوفة 5×5؟
 - ما الإجراء الوقائي الذي تقترحه قبل البدء بالعملية؟
 - اشرح تقديرك للعاقبة والاحتمالية، وحدد معدل الخطورة، ثم اقترح الحل المناسب.
- 8 وضع الغرض من إعداد خطة الاستجابة للطوارئ في مواقع تنفيذ أنشطة الرفع والتنزيل.

الوحدة الثانية

تشغيل الرافعات وعمليات المناورة

Crane and Hoist Manoeuvring



محتويات الوحدة الثانية

الدرس الأول

56 (Types of Cranes) أنواع الرافعات

الدرس الثاني

64 (Crane Components and Controls) مكونات الرافعة وضوابطها

الدرس الثالث

73 (Telescopic Crane) الرافعة التلسكوبية

الدرس الرابع

81 (Selection of Crane and Lifting Tools) اختيار الرافعة وأدوات الرفع

الدرس الخامس

تقنيات التعامل مع الأحمال وتجهيزها

86 (Load Handling and Preparation Techniques)

الدرس السادس

93 (Crane Operation and Maneuvering) تشغيل الرافعة والمناورة

97 أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يميز بين أنواع الرافعات الثابتة والمتحركة واستخدامات كل منها في مواقع العمل.
- يحدد المكونات الأساسية للرافعات ووظائفها.
- يشرح خصائص الرافعة التلסקوبية، ومكوناتها، ومجالات استخدامها.
- يختار الرافعة المناسبة وأدوات الرفع الملائمة بحسب الحمولة وظروف الموقع.
- يطبق تقنيات التعامل مع الأحمال وتجهيزها بشكل آمن قبل عملية الرفع.
- يشرح إجراءات تشغيل الرافعة والمناورة.
- يُفسر إشارات اليد القياسية المستخدمة أثناء عمليات الرفع.

ملخص الوحدة

تهدف الوحدة إلى تزويد الطلبة بالمعرفة والمهارات الأساسية المتعلقة بأنواع الرافعات ومكوناتها، مع التركيز على خصائص واستخدامات الرافعة التلסקوبية، كما تُعرّف الطالب بأسس اختيار الرافعة وأدوات الرفع المناسبة لكل مهمة، وتتناول الوحدة تقنيات التعامل الآمن مع الأحمال من حيث التقييم والتجهيز، بالإضافة إلى توضيح أدوار الفريق الفني والإداري في عمليات الرفع والتنزيل، وأهمية استخدام إشارات اليد في التواصل أثناء المناورة.

أنواع الرافعات

(Types of Cranes)

يمكن تصنيف الرافعات بطرق متعددة؛ حيث إنها تصنف حسب طريقة تشغيلها إلى رافعات يدوية تُشغَّل باستخدام القوة البشرية، ورافعات ميكانيكية تعمل بواسطة أنظمة ميكانيكية أو هيدروليكية أو كهربائية، وتُصنف أيضًا حسب قابلية الحركة إلى رافعات متحركة يمكن نقلها من مكان إلى آخر وفقًا لاحتياجات موقع العمل، ورافعات ثابتة تُركَّب في موضع محدد وتُستخدم ضمن نطاق ثابت.

الرافعات الثابتة (Fixed Cranes)

تُعد الرافعات الثابتة من المعدات الأساسية في مشاريع البناء والإنشاءات التي تتطلب العمل في موقع واحد لفترة زمنية طويلة، حيث تُثبت هذه الرافعات بشكل دائم على الأرض أو تُركَّب على هيكل المبنى أو سقفه، لذلك تُعد الخيار الأمثل للأعمال التي تتطلب عمليات رفع متكررة في موقع ثابت، ويوجد العديد من أنواع الرافعات الثابتة، منها الآتي:

1 الرافعات البرجية (Tower Cranes)

تُعد الرافعات البرجية من أكثر أنواع الرافعات استخدامًا في مواقع البناء، وخاصة عند إنشاء المباني العالية، حيث تتكوّن من برج رأسي ثابت، وذراع أفقي يدور حوله بزاوية تصل إلى 360 درجة، وتتحرك عربة الرفع على طول هذا الذراع لتوصيل الحمولة إلى الموقع المطلوب، وبفضل تصميمها، تستطيع هذه الرافعات رفع أحمال ثقيلة إلى ارتفاعات شاهقة، وللرافعات البرجية عدة أنواع كالآتي:



رافعتان برجيتان تعملان في موقع إنشاء مبنى

شكل توضيحي	الوصف	أنواع الرافعات البرجية
	تتميز هذه الرافعة بشكلها الذي يشبه الحرف (L) المقلوب، حيث يبقى الذراع الأفقي ثابتاً أثناء الدوران، وتُستخدم في المشاريع التي تتطلب تشغيل عدة رافعات في الوقت نفسه، خاصة في الأماكن الضيقة أو داخل الهياكل، وتُعتبر من أكثر التصميمات انتشاراً في مواقع البناء.	الرافعة البرجية ذات رأس المطرقة (Hammerhead Crane)
	تشبه هذه الرافعة في مظهرها الرافعة ذات رأس المطرقة، إلا أن ذراعها قابل للرفع والخفض، مما يمنحها مرونة إضافية في العمل خاصة عندما تكون المساحة محدودة، وبالرغم من تكلفتها العالية، إلا أنها أكثر فاعلية في المشاريع المعقدة.	الرافعة البرجية ذات الذراع القابل للإمالة (Luffing Jib Crane)
	هي رافعة خفيفة الوزن تُركَّب وتُفكَّك بسهولة، وتُستخدم عادة في المشاريع الصغيرة أو المؤقتة، وتُعد مثالية للعمل في المساحات الضيقة، إلا أن قدرتها على رفع الأحمال محدودة مقارنة بالأنواع الأخرى.	الرافعة البرجية ذاتية التثبيت (Self-Erecting Crane)

■ مزايا الرافعات البرجية:

تُعد الرافعات البرجية من أهم الرافعات في مواقع البناء الحديثة، لما توفره من قدرات تشغيلية عالية، ومن أبرز مزاياها:

■ القدرة على الرفع لارتفاعات كبيرة:

مما يجعلها مثالية للمباني الشاهقة والمشاريع الرأسية.

■ القدرة على تحمّل الأوزان الثقيلة:

إذ يمكنها رفع حمولات ضخمة مثل الهياكل الخرسانية أو المعدنية.

■ تغطية مساحة واسعة أفقيًا:

بفضل الذراع الطويل والدوران الكامل (360 درجة)، يمكنها الوصول إلى جميع زوايا موقع العمل.

■ الثبات العالي أثناء التشغيل:

بفضل التصميم القائم على التوازن والثقل المضاد، مما يقلل من خطر الانقلاب.

■ التشغيل الآلي أو نصف الآلي:

مما يساهم في زيادة الدقة وتقليل الجهد البشري.

■ عدم الحاجة إلى مساحة أرضية كبيرة:

لأنها غالبًا ما تُثبت على قواعد ضيقة أو على المباني نفسها.

■ عيوب الرافعات البرجية:

رغم مزاياها الكبيرة، إلا أن للرافعات البرجية بعض التحديات والقيود التي يجب مراعاتها، ومنها الآتي:

■ صعوبة النقل والتركيب.

■ قلة المرونة في الحركة.

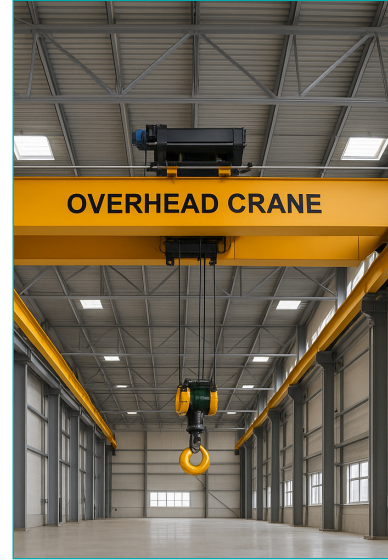
■ تأثرها بالرياح الشديدة.

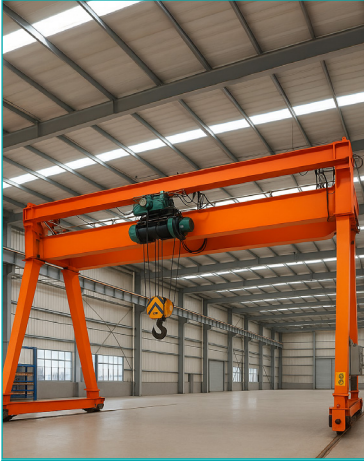
■ تكلفتها العالية في التركيب والصيانة.

■ خطر التصادم مع المباني أو المعدات الأخرى.

2 الرافعات العلوية (Overhead Cranes)

تُعد الرافعات العلوية من أبرز أنواع الرافعات المستخدمة في المصانع، والمستودعات، والموانئ، وورش الصيانة، وهي مصممة لنقل الأحمال الثقيلة أفقياً وعمودياً في بيئات مغلقة أو مفتوحة على حد سواء، وتتكوّن الرافعة العلوية من جسر أفقي (Girder) يمتد عبر مساحة العمل، وتتحرك عليه عربة (Trolley) تحمل الخطاف أو أداة الرفع، ويُثبت الجسر عادةً على مسارات موازية، إما في السقف كما في الرافعات المعلقة، أو على أعمدة داعمة كما في الرافعات الجسرية ورافعات الجانثري، وتتنوّع الرافعات العلوية حسب تصميمها وآلية التثبيت، وتشمل الآتي:



النوع	الوصف	شكل توضيحي
الرافعة الجسرية (Bridge Crane)	تُستخدم عادةً داخل المصانع وورش الصيانة، وتتكوّن من جسر أفقي يمتد بين سكتين مثبتتين في جانبي المبنى، ويتحرك فوق هذا الجسر عربة تحمل الخطاف أو جهاز الرفع.	
رافعة جانثري (Gantry Crane)	تشبه الرافعة الجسرية، ولكنها تُركّب على أرجل معدنية تسير على مسارات أرضية بدلاً من التثبيت في السقف، وتُستخدم هذه الرافعة بشكل واسع في البيئات الخارجية مثل الموانئ والمصانع الكبيرة.	

النوع	الوصف	شكل توضيحي
الرافعة المعلقة (Suspension Crane)	هي رافعة تُعلّق مباشرة في هيكل السقف دون مسارات داعمة، مما يجعلها مثالية للورش الصغيرة.	
الرافعة ذات الذراع الدوارة (Jib Crane)	هي رافعة تتكوّن من ذراع أفقي متّصل بعمود رأسي، يدور الذراع حول العمود لنقل الحمولة داخل دائرة نصف قطرها محدود.	

■ مزايا الرافعات العلوية:

تُعد الرافعات العلوية من أكثر معدات الرفع كفاءة داخل المصانع والمخازن والموانئ، ولها عدة مميزات كالآتي:

- القدرة على الرفع الثقيل:
- يمكنها رفع أوزان كبيرة تصل إلى عدة أطنان بسهولة.
- توفير المساحة الأرضية:
- لأنها تعمل من الأعلى، فلا تعيق الحركة على الأرض.
- الوصول الدقيق:
- تتيح نقل الأحمال بدقة في الاتجاهين الأفقي والعمودي.
- الأمان العالي:
- تقلل من احتمالية التصادم أو الحوادث عند استخدامها بطريقة صحيحة.
- المرونة في الاستخدام:
- يمكن استخدامها داخل المباني أو في الأماكن المفتوحة كالموانئ.

■ عيوب الرافعات العلوية:

رغم مزاياها الكبيرة، إلا أن للرافعات البرجية بعض التحديات والقيود التي يجب مراعاتها، ومنها الآتي:

- **التكلفة العالية:** تركيب وصيانة هذا النوع من الرافعات قد يكون مكلفاً.
- **الحاجة لبيئة مُجهزة:** بعض الأنواع تحتاج إلى تثبيت مسارات أو أعمدة داعمة.
- **صعوبة النقل:** لا يمكن نقلها بسهولة من مكان إلى آخر.
- **محدودية الحركة خارج المسارات:** لا يمكنها الخروج عن نطاق السكة أو المسار المحدد.
- **صعوبة الاستخدام في المساحات المفتوحة غير المنظمة:** مثل الأراضي غير المستوية أو مواقع الإنشاء المؤقتة.

الرافعات المتحركة (Mobile Cranes)

تعتبر الرافعة المجنزرة - المعروفة أيضاً باسم الرافعة الزاحفة - من أبرز أنواع معدات الرفع المتحركة، بالإضافة إلى وجود أنواع أخرى من الرافعات المتحركة التي تختلف في خصائصها وتطبيقاتها العملية في المشاريع الهندسية.



تتميز الرافعات المتحركة بإمكانية نقلها بسهولة داخل موقع البناء أو بين المواقع المختلفة، مما يمنحها مرونة عالية في الاستخدام، وغالباً ما تُركَّب هذه الرافعات على شاحنات أو مركبات مخصصة لتتيح لها التنقل عبر الشوارع والمناطق الضيقة، ولتعزيز الاستقرار أثناء العمل، تُزوَّد عادةً بأذرع جانبية تمنع الانقلاب، وبفضل تصميمها، تُستخدم هذه الرافعات بكفاءة في المواقع التي لا تتوفر فيها بنية تحتية ثابتة أو يصعب فيها استخدام الرافعات الثابتة، مما يجعلها مثالية للأعمال المؤقتة أو في المساحات المحدودة، وتوجد عدة أنواع من الرافعات المتحركة كالآتي:

1 الرافعة المجنزرة (Crawler Crane)

تُركَّب هذه الرافعة على هيكل مزوَّد بسلاسل حديدية تشبه تلك المستخدمة في الدبابات، مما يمنحها القدرة على التحرك بثبات على الأراضي الناعمة أو غير المستوية، وحتى في المستنقعات، وتُستخدم الرافعة المجنزرة بكثرة في بداية مشاريع البناء على الأراضي غير الممهدة، وتمتاز بقوتها العالية ونظامها الهيدروليكي المتطور، مما يتيح لها رفع أوزان ثقيلة تفوق قدرة معظم الرافعات المتحركة الأخرى.



2 رافعات التضاريس الوعرة (Rough-Terrain Cranes)

تُصمم هذه الرافعات للعمل في بيئات صعبة، مثل الأراضي الرملية أو غير المستوية، وهي أصغر حجمًا وأخف وزنًا من الرافعات المجنزرة، مما يسهل استخدامها في المساحات الضيقة، ومع ذلك، فإن قدرتها على رفع الأوزان أقل بسبب توازنها المحدود.



3 الرافعة متعددة التضاريس (All-Terrain Cranes)

تجمع بين مميزات القيادة على الطرق العامة والعمل في الأراضي الوعرة، وتُركَّب على شاحنات مزوَّدة بعدد كبير من العجلات (من 6 إلى 18 عجلة)، ويمكن قيادتها مباشرة من موقع إلى آخر، كما تتمتع بقدرة عالية على رفع الأحمال، خاصة عند تركيب أذرع امتداد وأنقال توازن إضافية في موقع العمل.



4 الرافعة المثبتة على المركبات (Truck Mounted Cranes)

تُركَّب على شاحنات عادية، مما يسهل نقلها وتشغيلها دون الحاجة إلى معدات إضافية للنقل، وتُستخدم في المشاريع التي لا تتطلب رفع أحمال كبيرة، كما أنها مناسبة للعمل في أكثر من موقع خلال فترة قصيرة، وتُعرف أيضاً بالرافعة الشاحنة، أو الرافعة المثبتة على شاحنة.



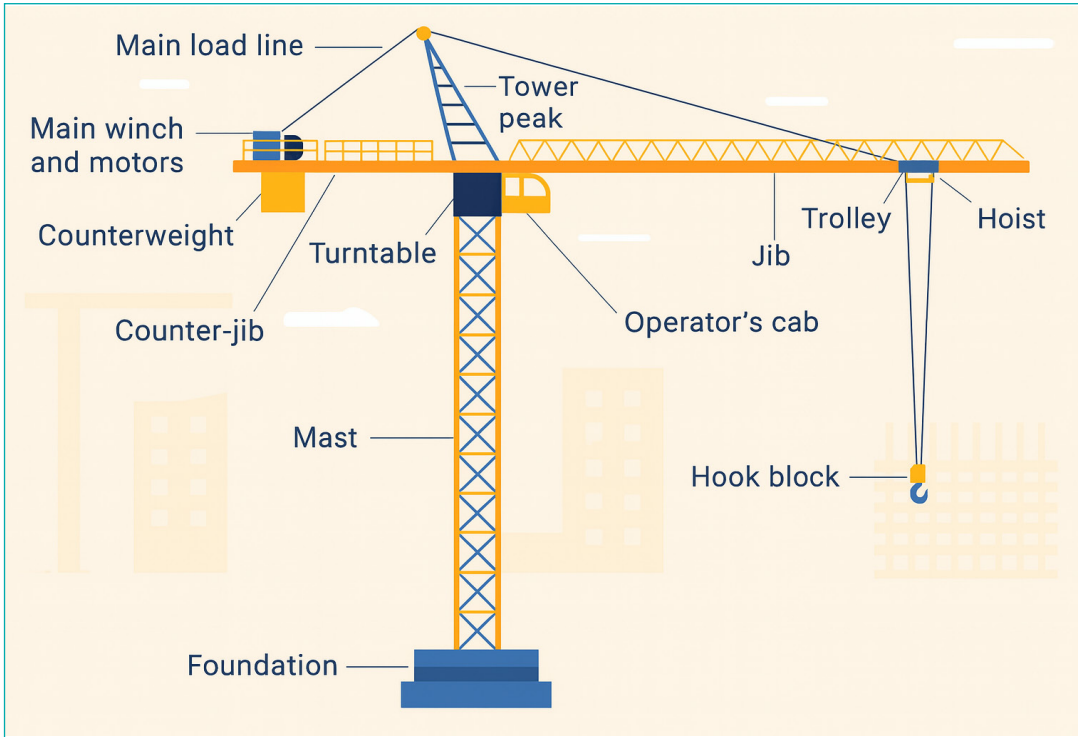
مكونات الرافعة وضوابطها

(Crane Components and Controls)

تتكوّن الرافعة من أجزاء رئيسية تعمل معاً لرفع الأحمال وتحريكها بأمان، وتختلف هذه المكونات حسب نوع الرافعة، سواء كانت ثابتة أو متحركة، كما توجد ضوابط فنية تساعد في تشغيل الرافعة بطريقة صحيحة وآمنة، وتقلل من حدوث الأخطاء أو الحوادث أثناء عمليات الرفع والتنزيل.

مكونات الرافعات الثابتة (Crane Components and Controls)

تُعد الرافعة البرجية (Tower Crane) من أشهر أنواع الرافعات الثابتة وأكثرها تعقيداً، ولذلك تُستخدم كمثال توضيحي لشرح مكونات هذا النوع من الرافعات، وتتكوّن الرافعة البرجية من الأجزاء الآتية:



المكوّن	الوظيفة
الأساس (Foundation)	يوفّر الدعم والثبات للرافعة على الأرض.
البرج (Mast)	يشكّل الهيكل العمودي الرئيسي للرافعة ويحدد ارتفاعها.
البرج الدوّار (Turntable)	يسمح للذراع بالدوران حول المحور العمودي.
الذراع (Jib)	الجزء الأفقي الذي يحمل الحمولة وتتحرّك عليه العربة (Trolley).
الذراع الخلفي (Counter-jib)	يحمل الأثقال الموازنة ومحرّك الرفع.
الأثقال الموازنة (Counterweight)	تحافظ على توازن الرافعة عند رفع الأحمال.
قمة البرج (Tower Peak)	نقطة التقاء الأسلاك والعناصر العلوية للرفع.
الونش الرئيسي والمحركات (Main Winch and Motors)	مسؤولة عن حركة الأسلاك ورفع الحمولة.
العربة (Trolley)	تتحرّك على الذراع لحمل الحمولة للأمام أو الخلف.
الرافعة (Hoist)	ترفع وتخفض الحمولة بواسطة الخط الرئيسي.
الخط الرئيسي (Main Load Line)	ينقل الحمولة من العربة إلى أسفل.
الخطاف (Hook Block)	يُستخدم لتعليق الحمولة.
كابينة المشغل (Operator's Cab)	المكان الذي يجلس فيه المشغل ويتحكم في الرافعة.

تُعد مكونات الرافعة البرجية نموذجًا شائعًا للرافعات الثابتة، غير أنها لا تمثل جميع أنواعها على نحو دقيق؛ إذ تختلف مكونات الرافعات الثابتة الأخرى باختلاف تصاميمها ووظائفها التشغيلية، ويوضح الجدول الآتي أبرز أنواع الرافعات الثابتة والاختلافات في مكوناتها:

نوع الرافعة الثابتة	ملاحظات على المكونات
الرافعة البرجية (Tower Crane)	تتكوّن من برج طويل، وذراع أفقي، وعربة متحركة، وقاعدة ثابتة، وأثقال موازنة، إلخ.
الرافعة الجسرية (Gantry Crane)	لا تحتوي على برج، بل على هيكلين رأسيين مرتبطين بجسر أفقي يسير عليه الخطاف.
الرافعة المعلقة (Suspension Crane)	تتحرك على سكة مثبتة في سقف المبنى، وتستخدم في المصانع، ولا تحتوي على برج أو ذراع خارجي.

مكونات الرافعات المتحركة (Components of Mobile Cranes)

تمثل الرافعة المجنزرة (Crawler Crane) نموذجًا عمليًا للرافعات المتحركة، وتحتوي على معظم الأجزاء الرئيسية للرافعة المتحركة حيث تتكون من الآتي:

المكوّن	الوظيفة
القاعدة (Base)	تدعم الرافعة بالكامل، وتربط جميع المكونات ببعضها، وتُركّب فوق المجنزرات.
الذراع الرئيسي (Main Boom)	الذراع الأساسية التي ترفع الأحمال وتديرها.
الخط الرئيسي (Main Load Line)	ينقل الحمولة إلى الخطاف.
الخطاف (Hook Block)	يُستخدم لتعليق الأحمال.
الأثقال الموازنة (Counterweight)	تحافظ على توازن الرافعة عند رفع الأحمال.

المكوّن	الوظيفة
كابينة المشغل (Operator's Cab)	المكان الذي يجلس فيه المشغل ويتحكم في الرافعة.
المجنزرات أو السلاسل (Crawler Tracks)	تُمكن الرافعة من الحركة على الأرض الوعرة.
نظام الرفع (Hoisting System)	يُستخدم لرفع الأحمال وإنزالها بأمان ودقة، ويشمل المحرك، والبكرة، والحبل.

ليست كل الرافعات المتحركة متماثلة تمامًا، لكنها تشترك في مكونات أساسية مثل القاعدة والذراع والكابينة ونظام الرفع، كما تختلف في بعض التفاصيل مثل نوع الذراع (تلسكوبي (Telescopic Boom)، أو شبكي (Lattice Boom)، أو مفصلي (Articulating Boom)، وطريقة التشغيل (هيدروليكية أو كهربائية)، ونوع الهيكل (بعجلات، أو مجنزرة، أو مركبة على شاحنة)، وذلك حسب طبيعة العمل والاستخدام.

أنظمة الحركة والتثبيت في الرافعات (Mobility and Stability Systems in Cranes)

لا تقتصر مكونات الرافعة على الأجزاء التي تُستخدم في الرفع فحسب، بل تشمل أيضًا أنظمة تُساعد الرافعة على التحرك أو الثبات حسب طبيعة عملها، وتختلف هذه الأنظمة باختلاف نوع الرافعة، كما تُعد جزءًا أساسيًا في تصميمها وتركيبها، ومن هذه الأنظمة ما يأتي:

1 أنظمة الحركة (Mobility Systems)

تُعد أنظمة الحركة من المكونات الحيوية في تصميم الرافعات، حيث تُحدّد قدرة الرافعة على التنقل داخل موقع العمل أو بين المواقع المختلفة، وتختلف هذه الأنظمة باختلاف نوع الرافعة والبيئة التشغيلية، وفيما يأتي أبرز أنظمة الحركة المستخدمة في الرافعات:

■ العوامات (Floats):

تُستخدم غالبًا في البيئات البحرية، مثل الموانئ أو المنصات النفطية البحرية، حيث لا يمكن تثبيت الرافعة على أرض صلبة، وفي هذه الحالة، تُثبت مكونات الرافعة الأساسية مثل الذراع والخطاف على منصة عائمة مستقرة تُعرف بالعوامة.

■ المسارات (Tracks):

هي أجزاء تُركَّب أسفل بعض الرافعات لتساعد على الحركة في الأماكن غير المستوية مثل التربة اللينة، مما يجعل الرافعة أكثر ثباتاً وسهولة في التنقل على التضاريس الصعبة.

■ العجلات (Wheels):

من أشهر وسائل الحركة في الرافعات المتحركة، خصوصاً الرافعات التلسكوبية أو تلك المثبتة على شاحنات، وتتيح العجلات سهولة التنقل في موقع العمل، وتوفّر قدرة عالية على المناورة في الطرق والمناطق الوعرة.

2 أنظمة التثبيت (Stability Systems)

تُستخدم أنظمة التثبيت للحفاظ على توازن الرافعة واستقرارها أثناء التشغيل، وخصوصاً عند رفع أحمال ثقيلة أو عند العمل على أسطح غير مستوية، وتختلف أنظمة التثبيت بحسب نوع الرافعة وظروف التشغيل، ومن أبرزها:

■ الأساس (Foundation):

قاعدة خرسانية تُستخدم لتثبيت الرافعات الثابتة مثل الرافعة البرجية.

■ الأذرع الداعمة (Outriggers):

دعامات معدنية قابلة للتمدد تُستخدم في الرافعات المتحركة مثل الرافعات التلسكوبية أو المثبتة على شاحنات، وتُنشر على جانبي الرافعة لتوسيع قاعدة التوازن أثناء العمل؛ مما يمنع انقلاب الرافعة عند رفع الأحمال البعيدة أو الثقيلة.

■ أثقال الموازنة (Counterweights):

أوزان تُثبت في الجزء الخلفي من الرافعة لتحقيق التوازن ومنع الميل أو الانقلاب.

3 أنظمة التثبيت الأرضي المؤقت (Temporary Ground Anchoring System)

هي أدوات مثل الكتل الخرسانية أو المسامير التي تُستخدم لتثبيت الرافعة مؤقتاً في البيئات غير المستقرة، وتختلف أنظمة الحركة والتثبيت بين رافعة وأخرى بحسب طبيعة العمل، لكنها ترتبط دائماً بالمكونات الأساسية للرافعة، وتحدد كيف تُثبت الرافعة أو كيف تتحرك، ويُساعد فهم هذه الأنظمة على اختيار نوع الرافعة المناسب لموقع العمل وظروف الأرض.

ضوابط تشغيل الرافعات (Crane Operation Guidelines)

يمكن تقسيم ضوابط تشغيل الرافعات إلى أربع مراحل رئيسية: قبل التشغيل، وأثناء التشغيل، وعند وجود عوامل بيئية خاصة، وبعد انتهاء العمل كالاتي:

■ الضوابط قبل التشغيل (Pre-Operation Checks)

قبل تشغيل أي رافعة، يجب إجراء فحص بصري وفني شامل لجميع المكونات الأساسية مثل الذراع، والخطاف، والأسلاك، والقاعدة أو الدعامات، كما يجب التأكد أن الحمولة لا تتجاوز السعة القصوى المحددة من الشركة المصنّعة، كذلك من الضروري تثبيت القاعدة أو فرد الدعامات الجانبية (في الرافعات المتحركة) لضمان التوازن الكامل، كما يجب اختبار أنظمة الأمان مثل محددات الحمولة والفرامل، وتحديد منطقة العمل بعلامات واضحة لمنع اقتراب الأشخاص غير المصرح لهم.

■ الضوابط أثناء التشغيل (During Operation Guidelines)

أثناء تشغيل الرافعة، يجب رفع الحمولة بشكل تدريجي مع مراقبة ثباتها وتوازنها، ويمنع تماماً تمرير الحمولة فوق الأشخاص أو المعدات، ويجب الحفاظ على توازن الرافعة في جميع الأوقات، خاصةً عند تحريك الذراع أو تغيير اتجاه الحمل، ويجب أن يكون هناك تواصل واضح بين المشغل وفريق العمل الأرضي باستخدام إشارات متعارف عليها، كما ينبغي ألا يُسمح لأي شخص غير مؤهل أو غير مخوّل بالتحكم في الرافعة.

■ الضوابط بعد انتهاء العمل (Post-Operation Procedures)

بعد انتهاء العمل، يجب إعادة الذراع إلى وضع الأمان وإنزال الخطّاف إلى مستوى مناسب وتأمينه جيداً، كما يجب إيقاف تشغيل الرافعة بالطريقة الصحيحة وفقاً لتعليمات المصنع، وفصل مصدر الطاقة إن وُجد، وأخيراً، يجب على المشغل توثيق أي ملاحظات أو أعطال تظهر أثناء التشغيل في سجل الفحص والصيانة، ليتم التعامل معها من قبل الفريق الفني المختص.

■ الضوابط في الظروف البيئية الخاصة

(Special Environmental Conditions Guidelines)

في حال وجود ظروف بيئية خاصة، مثل الرياح القوية أو الأمطار أو العواصف الرملية، ينبغي توخي الحذر الشديد أثناء تشغيل الرافعة، ويجب إيقاف التشغيل فوراً إذا تجاوزت سرعة الرياح الحدود المسموح بها من قبل الشركة المصنّعة، كما يُنصح بعدم استخدام الرافعة في حالات ضعف الرؤية أو تقلبات الطقس الشديدة، كذلك يجب التأكد من سلامة المكونات الكهربائية والميكانيكية عند العمل في بيئات رطبة أو ذات درجات حرارة عالية أو منخفضة، فالالتزام بهذه الضوابط يقلل من مخاطر الحوادث.

الفحوصات (Inspections)

فحص معدات عملية الرفع عملية دقيقة تهدف إلى التحقق من كفاءة وسلامة معدات الرفع المستخدمة في المنشآت الصناعية والمواقع الإنشائية، ويعتمد هذا الفحص على معايير دولية ومحلية صارمة؛ لضمان أن المعدات تعمل بشكل آمن، مما يقلل من مخاطر الحوادث، ويزيد من كفاءة العمليات اليومية، وتنقسم عمليات فحص الرافعات إلى الآتي:

م	نوع الفحص	الوصف	مثال
1	الفحص الأولي (البصري)	يُجرى هذا الفحص عند استلام معدات الرفع لأول مرة أو بعد تركيبها في موقع العمل، ويتضمن فحصاً بصرياً شاملاً للبحث عن أي تلف أو عيوب ظاهرة.	عند تركيب رافعة برجية جديدة في موقع بناء، يقوم المهندس بفحص الذراع، والبرج، والكابلات بصرياً للتأكد من عدم وجود تشققات أو تآكل واضح.
2	الفحص الوظيفي (الفحص قبل الاستخدام)	يُجرى يومياً أو قبل كل مهمة عمل، ويهدف إلى التأكد من أن جميع وظائف الرافعة تعمل بشكل طبيعي مثل الرفع، والدوران، والفرملة.	قبل تشغيل الرافعة الشوكية، يقوم المشغل بفحص استجابة الرافعة للأوامر، والتحقق من سلامة الفرامل، والأضواء التحذيرية.

م	نوع الفحص	الوصف	مثال
3	الفحص الدوري (كل 12 شهراً كحد أقصى)	فحص شامل تقوم به جهة معتمدة (مثل شركة فحص هندسي أو مفتش مرخص)، ويشمل اختبارات للتحميل، والتحقق من حالة جميع المكونات الرئيسية.	في ورشة صيانة صناعية، يتم إجراء فحص سنوي للرافعة العلوية من قبل جهة مختصة، حيث تُختبر قدراتها على رفع الحمولة القصوى، ويُفحص نظام التحكم والفرامل بدقة.
4	فحص المعدات غير المستخدمة بانتظام	يُجرى قبل إعادة تشغيل أي رافعة كانت متوقفة لفترة طويلة، للتأكد من جاهزيتها وسلامة أجزائها.	بعد توقف رافعة تلسكوبية عن العمل لمدة 6 أشهر في موقع صحراوي، يتم إجراء فحص خاص يشمل اختبار المحرك الهيدروليكي، وتشحيم الأجزاء، والتأكد من عدم وجود صدأ أو تسرب زيت.

■ نموذج فحص الرافعة (Crane Inspection Form)

من أجل توثيق نتائج الفحوصات بشكل دقيق ومنظم، تُستخدم نماذج فحص خاصة لكل رافعة، تُسجّل فيها جميع البيانات الأساسية للرافعة، بالإضافة إلى عناصر الفحص وتقييم حالتها التشغيلية، وتهدف هذه النماذج إلى تسهيل عملية المتابعة الدورية، وتحديد الأعطال المحتملة، واتخاذ القرار المناسب بشأن صلاحية المعدة للتشغيل، كما تُعد هذه النماذج وثائق رسمية تُحفظ ضمن سجلات السلامة والصيانة في المنشأة، ويجب تعبئته من قبل مفتش معتمد وفقاً للمعايير المعتمدة، وفيما يأتي نموذج مقترح لفحص الرافعة يشمل بيانات التعريف، وعناصر الفحص، ونتيجة التقييم:

نموذج فحص الرافعة (Crane Inspection Form)

الجهة المالكة: _____

موقع الاستخدام: _____

تاريخ الفحص: _____

اسم المفتش: _____

الصفة/الشركة: _____

بيانات الرافعة:

البند	التفاصيل
نوع الرافعة	يدوية ☐ كهربائية ☐ علوية ☐ شوكية ☐ أخرى ☐
الرقم التسلسلي	
سعة التحميل القصوى	كجم / طن
سنة الصنع	
تاريخ آخر فحص	

عناصر الفحص:

م	العنصر	الحالة (✓) (✗)	ملحوظات
1	الحالة العامة للهيكل		
2	الكابلات/السلاسل		
3	الخطاف/البكرة		
4	فرامل الحمل		
5	مفاتيح التشغيل		
6	وحدة التحكم (ريموت/مقبض)		
7	التزيت والتشحيم		
8	التحكم في الاتجاهات		

نتيجة الفحص:

- صالحة للتشغيل ()
 - بحاجة إلى صيانة ()
 - غير صالحة للتشغيل ()
- توقيع المفتش:
- توقيع مسؤول الصيانة:

الرافعة التلسكوبية

(Telescopic Crane)

تُعتبر الرافعة التلسكوبية من الرافعات المتحركة التي تُركَّب على شاحنات أو هياكل مزودة بعجلات، وتتميز بوجود ذراع تلسكوبي يمكن تمديده أو تقصيره باستخدام نظام هيدروليكي، حيث إن هذا التصميم يمنحها قدرة كبيرة على رفع الأحمال إلى ارتفاعات مختلفة مع سهولة التنقل بين مواقع العمل، وتُستخدم هذه الرافعة في مواقع البناء، والنقل الثقيل، والصيانة، حيث تتطلب العمليات مرونة في الارتفاع والمسافة.

استخدامات الرافعة التلسكوبية

(Telescopic Crane Uses)

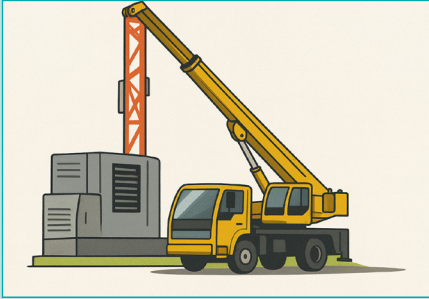
تُعد الرافعة التلسكوبية من المعدات الحيوية في مختلف الصناعات، نظرًا لقدرتها على رفع الأحمال الثقيلة بمرونة إلى ارتفاعات ومسافات متباينة، وفيما يأتي أهم الأمثلة العملية التي توضح استخدامات الرافعة التلسكوبية:



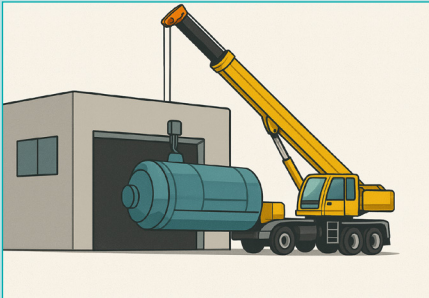
1 إنشاء المباني والمنشآت
لقدرتها على رفع مواد البناء
الثقيلة.



2 تحميل وتفريغ البضائع في
المستودعات والموانئ.



3 صيانة المنشآت العالية
كأبراج الاتصالات والمولدات
الكهربائية.



4 تركيب المعدات الصناعية
الكبيرة في المصانع ومحطات
الطاقة.

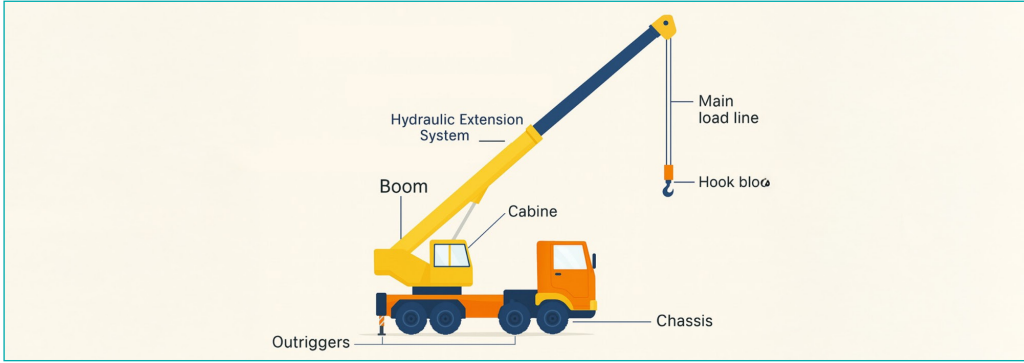


5 أعمال الإنقاذ والطوارئ كرفع
الحطام ونقل المركبات الثقيلة
في مواقع الحوادث.

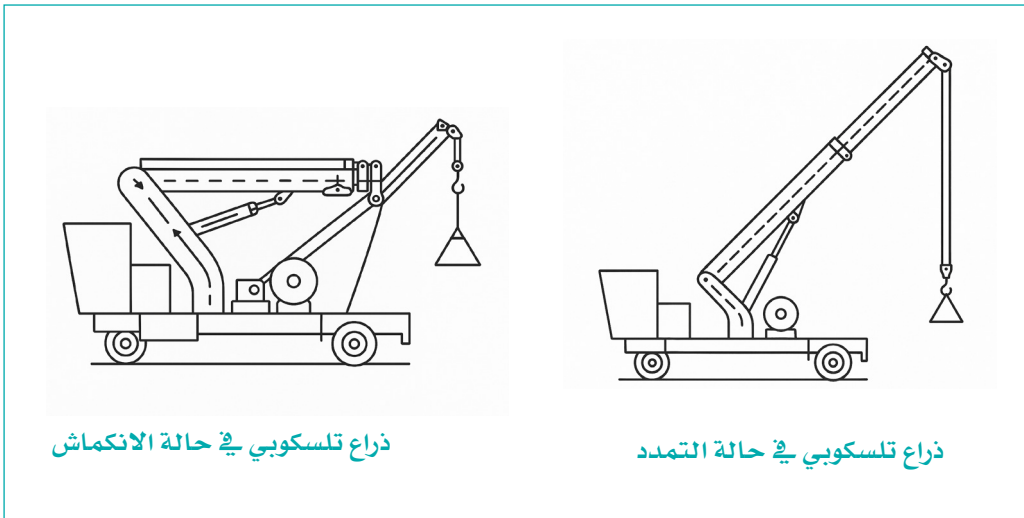
المكونات الرئيسية للرافعة التلسكوبية (Telescopic Crane Main Components)

تتكون الرافعة التلسكوبية من عدة أجزاء مترابطة، يعمل كل منها لأداء وظيفة محددة، ومن أهم هذه الأجزاء ما يأتي:

1 **قاعدة الرافعة (Chassis):** هو الجزء الذي تُركَّب عليه الرافعة بالكامل، وغالبًا ما يكون عبارة عن شاحنة أو هيكل مجنزر، ويسمح بنقل الرافعة بسهولة من موقع إلى آخر.



2 **الذراع التلسكوبي (Boom):** هو الذراع الأساسي المستخدم في الرفع، ويتكون من مقاطع مجوفة تنزلق داخل بعضها البعض، كما يمكن تمديده لرفع الأحمال إلى الارتفاعات المطلوبة، أو تقصيره باستخدام نظام هيدروليكي لتسهيل حركة الرافعة وتخزينها أو نقلها بأمان إلى موقع العمل التالي.

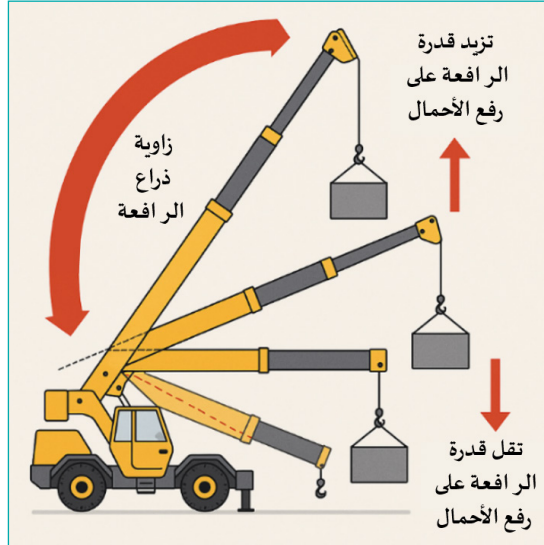


- 3 **نظام التمديد الهيدروليكي (Hydraulic Extension System):** يتحكم في حركة الذراع التلسكوبي، ويستخدم الضغط الهيدروليكي لدفع أو سحب المقاطع داخل الذراع، مما يسمح بتغيير طوله بشكل آمن ودقيق.
- 4 **الأذرع الداعمة (Hydraulic Extension System):** هي أذرع معدنية قابلة للامتداد تُثَبَّت على جانبي قاعدة الرافعة التلسكوبية، وتمد لتلامس الأرض قبل بدء عملية الرفع؛ حيث تعمل هذه الأذرع على توزيع وزن الرافعة والحمولة بشكل أفضل على مساحة أكبر من الأرض، مما يزيد من استقرار الرافعة ويمنع ميلانها أو انقلابها أثناء رفع الأحمال الثقيلة.
- 5 **وحدة الرفع (Lifting Unit):** تشمل مجموعة من البكرات والحبال المعدنية (Steel Wire Ropes) المتصلة بخطاف (Hook)، وهي المسؤولة عن رفع الحمولة أو خفضها.
- 6 **قمرة التشغيل (Cabin):** هي غرفة التحكم بجميع عمليات الرافعة، وتحتوي على أدوات تحكم، وشاشات، وأجهزة أمان لمتابعة زاوية الذراع، وطول الامتداد، والحمولة.
- 7 **نظام الدوران (Slew System):** يسمح للذراع بالدوران حول محور رأسي لليسار أو اليمين، مما يوفر حرية حركة أكبر أثناء توجيه الأحمال.
- 8 **نظام الأمان والتحذير (Safety and Warning System):** يشمل حساسات إلكترونية، وصافرات إنذار، وأجهزة لقياس الحمولة والزوايا، تُنبه المشغل في حال تجاوز الحد الأقصى للحمولة أو الميل الخطر للرافعة.

السعة القصوى للحمولة في الرافعة التلسكوبية (WLL)

تعني السعة القصوى للحمولة أقصى وزن يمكن للرافعة التلسكوبية رفعه بأمان دون التعرّض لخطر الانقلاب أو تلف المعدات، وتختلف حسب عدة عوامل، منها ما يأتي:

- 1 طول الذراع التلسكوبي، حيث تقل السعة كلما زاد طول الذراع.
- 2 زاوية ميل الذراع أثناء الرفع، حيث تقل قدرة الرافعة على رفع الأحمال كلما انخفضت زاوية ميل الذراع، وتزداد عند الزوايا القائمة أو القريبة منها.



- 3 موقع الحمولة بالنسبة لقاعدة الرافعة، حيث تزيد قوى الإجهاد على الرافعة عندما تكون الحمولة أبعد من القاعدة، مما يقلل السعة القصوى.

- 4 الأذرع الداعمة (Outriggers) المثبتة على الأرض، حيث يُسهّم تمديد الأذرع الداعمة بشكل صحيح في تعزيز ثبات الرافعة، مما يمكنها من رفع حمولات تقترب من السعة القصوى المصنفة، أما في حال عدم استخدامها، كما في المواقع الضيقة أو أثناء التنقل المتكرر، فإن استقرار الرافعة يقل، وبالتالي تُخفض السعة القصوى المسموح بها حفاظًا على السلامة.

تحديد السعة القصوى للحمولة

تُحدّد السعة القصوى عادةً في جدول خاص يسمى جدول الحمولة (Load Chart)، ويجب على مُشغّل الرافعة الالتزام بما ورد فيه لتجنب الحوادث.



تختلف جداول الحمولة الحقيقية باختلاف نوع ومواصفات الرافعة والشركة المصنعة؛ لذا، يجب على المشغلين الرجوع دائماً إلى دليل التشغيل الرسمي الخاص بالرافعة للحصول على جدول الحمولة الدقيق والموثوق والالتزام بالقيم المذكورة فيه لضمان السلامة.

السعة القصوى (كجم)	زاوية الميل (درجة)	طول الذراع (متر)
3000	75	6
2500	70	8
2000	65	10
1600	60	12
1200	55	14

مميزات وعيوب الرافعة التلسكوبية

الرافعة التلسكوبية كغيرها من معدات الرفع لها مميزات تجعلها الخيار الأمثل في مواقف معينة، إلى جانب بعض العيوب التي ينبغي أخذها في الاعتبار، وهي كالآتي

■ مزايا الرافعات التلسكوبية:

- قابلية تمديد الذراع يتيح الوصول إلى ارتفاعات ومسافات مختلفة.
- سهولة وسرعة الإعداد والتشغيل.
- إمكانية العمل في مواقع محدودة المساحة بفضل التحكم في طول الذراع وزاويته.
- تعدد الاستخدامات في مهام البناء والصيانة والإنقاذ.
- التشغيل الدقيق والأمن لحركة الذراع والرفع بفضل نظام التحكم الهيدروليكي.

■ عيوب الرافعة التلسكوبية:

- انخفاض السعة القصوى للحمولة عند تمديد الذراع بشكل كبير أو عند تقليل زاوية الرفع.
- الحاجة إلى سطح مستوٍ ومستقر لتأمين ثبات الرافعة أثناء العمل.
- محدودية رفع الأحمال الثقيلة جداً مقارنة ببعض أنواع الرافعات الثابتة.
- ارتفاع تكلفة الصيانة بسبب تعقيد نظام الذراع الهيدروليكي.
- تحديات في العمل ضمن المساحات المنخفضة أو الأماكن التي تحتوي على عوائق علوية.

مخاطر استخدام الرافعة التلسكوبية

على الرغم من كفاءة الرافعة التلسكوبية في إنجاز العديد من مهام الرفع، إلا أن استخدامها ينطوي على مجموعة من المخاطر المحتملة، ومن أبرزها ما يأتي:

1 **انهيار الذراع التلسكوبي (Boom Collapse):** قد يتسبب التمديد المفرط أو وجود خلل في النظام الهيدروليكي المسؤول عن تمديد الذراع إلى فقدان الدعم الهيكلي للذراع وانهياره.

2 **تعطل نظام التمديد (Telescoping System Failure):** سوء الاستخدام أو عدم الصيانة قد يؤدي إلى توقف الذراع أو انكماشه فجأة.

3 **فقدان التوازن (Instability):** عندما يُمَدّ الذراع إلى أقصى مدى دون تحميل كافٍ في الجهة المقابلة أو دون دعم مناسب، فإن مركز الثقل ينتقل، مما يزيد خطر الانقلاب.

4 **تجاوز الحد المسموح للحمولة عند الامتداد (Overloading at Extended Boom Load):** مع كل امتداد إضافي للذراع، تقل قدرة الرافعة على التحميل، ويؤدي تجاهل مخطط الحمولة (Charts) إلى رفع حمولة فوق الحد المسموح به لطول الذراع.

5 **تلف الكابلات داخل الذراع التلسكوبي (Internal Cable Damage):** مرور الكابلات داخل الذراع يجعل صيانتها أصعب، وقد يؤدي وجود تآكل داخلي أو تشابك غير مرئي إلى فشل مفاجئ دون تحذير.



مخطط الحمولة

(Load Chart):

هو جدول أو رسم بياني

يصدر من الشركة

المصنعة يوضح الحمولة

القصى المسموح بها

حسب طول الذراع

(Boom Length) وزاوية

الميل ونصف قطر

التشغيل (Radius): فكلما

زاد امتداد الذراع أو

زاد نصف القطر، تقل

الحمولة المسموح بها.

اختيار الرافعة وأدوات الرفع

(Selection of Crane and Lifting Tools)

يُعد اختيار الرافعة المناسبة وأدوات الرفع الملائمة من العوامل الأساسية لضمان سلامة وكفاءة عملية الرفع، ويعتمد هذا الاختيار على عدة معايير، منها طبيعة الحمولة، ووزنها، وشكلها، بالإضافة إلى ظروف الموقع مثل المساحة المتاحة وسطح الأرض، فالاختيار غير الصحيح قد يؤدي إلى سقوط الحمولة أو تلفها، أو التسبب في إصابات للعاملين، فضلاً عن تعطيل العمل وارتفاع التكاليف الناتجة عن الأعطال أو الحوادث.

اختيار الرافعة المناسبة (Selection of Crane)

لكل نوع من الرافعات خصائص فنية تتيح له أداء مهام محددة، ويتم اختيار الرافعة المناسبة بناءً على مجموعة من المعايير الفنية الدقيقة، من أهمها ما يأتي:

■ وزن الحمولة (Load Weight)

يجب أن تكون قدرة الرافعة أكبر من وزن الحمولة؛ فعلى سبيل المثال، عند رفع حمولة ثقيلة تفوق 10 tons، تُستخدم غالباً الرافعات الجسرية (Bridge Cranes) أو الرافعات المجهزة، نظراً لقدرتها على تحمل الأوزان الثقيلة، أما الرافعات المتحركة الصغيرة مثل الرافعات ذات الذراع القابل للإمالة، فهي مناسبة للأوزان الخفيفة إلى المتوسطة.

■ الارتفاع المطلوب (Required Lifting Height)

يُحدد اختيار الرافعة بناءً على أقصى ارتفاع يجب أن تصل إليه أثناء عملية الرفع، ففي مواقع البناء العالية مثل الأبراج متعددة الطوابق، تُستخدم الرافعات البرجية (Tower Cranes) التي تتميز بقدرتها على الوصول إلى ارتفاعات كبيرة، بينما تناسب الرافعات الجسرية الاستخدام في المصانع أو المستودعات ذات الأسقف المنخفضة.

■ نطاق الحركة والمساحة المتاحة (Range of Motion and Available Space)

يجب مراعاة مساحة موقع العمل، ففي مواقع العمل ذات المساحات الضيقة، يُفضل استخدام الرافعات ذات الذراع القابل للإمالة (Knuckle Boom Cranes) أو الرافعات المتحركة، لأنها تتطلب مساحة أقل مقارنة بالرافعات الجسرية التي تحتاج إلى نطاق حركة واسع ومفتوح.

■ ظروف الموقع والتربة (Site Conditions and Ground Stability)

تؤثر طبيعة الأرض في موقع العمل على استقرار الرافعة وسلامة التشغيل، ففي حالة الأرض غير المستقرة أو الطينية، يُفضل استخدام الرافعات المتحركة ذات القواعد الواسعة، أو الرافعات البرجية التي تعتمد على أساسات خرسانية عميقة لضمان ثبات الرافعة ومنع انقلابها أثناء العمليات.

■ تكرار الاستخدام ومدة التشغيل (Frequency of Use and Duration of)

(Operation)

في المصانع التي تتطلب عمليات رفع يومية ومتواصلة، تُعتبر الرافعات الجسرية الكهربائية الأنسب، لأنها مصممة لتحمل التشغيل لمدة طويلة، أما للمشاريع المؤقتة أو قصيرة المدة، فيمكن استخدام الرافعات المتحركة أو الرافعات البرجية ذاتية التثبيت، لما توفره من مرونة وسهولة في التنقل والتركيب.

يعرض الجدول الآتي مقارنة بين أنواع الرافعات المناسبة بحسب طبيعة المشروع وظروف الموقع، مع ذكر الأسباب الفنية لكل اختيار:

السبب الفني	نوع الرافعة الأنسب	طبيعة المشروع
توفر مدى وارتفاع كبيرين.	رافعة برجية	بناء برج سكني
سهولة النقل من موقع لآخر.	رافعة متحركة	مشروع في عدة مواقع
قدرة تحميل عالية وثبات كبير.	رافعة جسرية أو مجنزرة	رفع حمولات ثقيلة جداً
تناسب العمل في المساحات المحدودة.	رافعة ذات الذراع القابل للإمالة	موقع ضيق أو داخلي

اختيار معدات الرفع المناسبة (Selection of Lifting Tools)

بعد اختيار الرافعة المناسبة وفقاً لطبيعة المشروع وظروف الموقع؛ تأتي أهمية اختيار أدوات الرفع المناسبة، والتعرّف على استخداماتها الأساسية وإجراءات السلامة المتعلقة بها مثل الحبال السلكية، والسلاسل، والخُطّافات، والأصفاد، والمسامير ذات الحلقة، وذلك للحد من المخاطر، وتفادي تلف الحمولة.

■ العوامل الأساسية في اختيار معدات الرفع

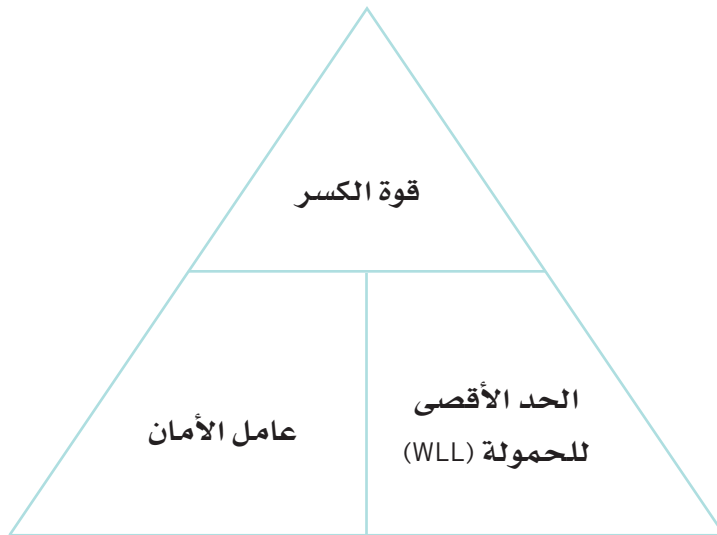
يعتمد اختيار معدات الرفع المناسبة على مجموعة من العوامل الفنية، وفيما يأتي أهمها

1 **نوع الحمولة (Type of Load):** تختلف متطلبات الحماية والتثبيت حسب نوع الحمولة، ويوضح الجدول الآتي بعض الأمثلة:

نوع الحمولة	أداة الرفع المناسبة	ملحوظات مهمة
الحمولة المعدنية	حبال أو سلاسل معدنية.	تتحمل الاحتكاك، لكن الحواف الحادة قد تُتلف الحملات القماشية.
الزجاج أو البلاستيك	حملات قماشية ناعمة أو مشابك ذات حماية مطاطية.	تحتاج إلى أدوات غير ضاغطة لحمايتها من الكسر.
الخشب أو الخرسانة	عدة حملات موزعة بشكل متساوٍ.	يجب توزيع التثبيت بعناية لتفادي الانكسار أو الانزلاق.

2 **وزن الحمولة (Load Weight):** يجب أن تكون قدرة معدات الرفع، مثل الحبال والسلاسل والخُطَّافات، أعلى من الوزن الفعلي للحمولة، مع احتساب عامل أمان يضمن سلامة عملية الرفع، وتُقاس هذه القدرة بما يُعرف بالحد الأقصى للحمولة (Working Load Limit (WLL)، وهو أقصى وزن يمكن للمعدة تحمله بأمان أثناء التشغيل، وتعتمد قدرة التحمل للمعدة على ما يُعرف بقوة الكسر (Breaking Strength)، ويُحسب الحد الأقصى للحمولة باستخدام المعادلة الآتية:

الحد الأقصى للحمولة (WLL) = قوة الكسر ÷ عامل الأمان



قوة الكسر

(Breaking Strength): هي القوة القصوى التي يمكن للمعدة أو أداة الرفع أن تتحملها قبل أن تتعرض للتلف أو الانهيار، وتُقاس هذه القوة عادة بوحدة الكيلوغرام (kg) أو النيوتن (N).



عامل الأمان (Safety Factor): هو نسبة أمان إضافية، ويُعبّر عنه عادة بنسبة مثل 3:1 أو أكثر، أي أن المعدة يجب أن تتحمل ثلاثة أضعاف الحمل المتوقع على الأقل.

مثال

إذا كانت قوة كسر الحبل المستخدم في الرفع تساوي 10000 kg، وكان عامل الأمان المستخدم هو 5:1، فإن الحد الأقصى للحمولة (WLL) يكون:

$$\text{الحد الأقصى للحمولة (WLL)} = 10,000 \text{ kg} \div 5 = 2000 \text{ kg}$$

أي أن وزن الحمولة التي يُسمح برفعها بأمان يجب ألا يتجاوز 2000 kg لضمان عدم تعرض الحبل للكسر أو التلف أثناء العمل.

3 **شكل الحمولة:** يتطلب التعامل مع الحمولات الأسطوانية، كالحزانات استخدام الحبال الدائرية أو الشبكات التي تتيح إحاطة الحمولة بشكل آمن ومتوازن، بينما الألواح المسطحة، كالصفائح المعدنية أو الزجاجية، فتتاسبها المشابك الجانبية المصممة للإمساك بالحواف دون الإضرار بها، وفي حال كانت الحمولة ذات شكل غير منتظم أو تحتوي على زوايا متعددة، فيُوصى باستخدام حمالات مرنة تتيح توزيع قوى الرفع على أكثر من نقطة.

4 **عدد نقاط الرفع :** يُسهّم تحديد عدد نقاط الرفع في توزيع وزن الحمولة بشكل متوازن وتقليل الضغط على كل نقطة، حيث إن استخدام نقطتين أو أكثر يُحقق توازناً أفضل أثناء الرفع، ويمكن استخدام عوارض التوزيع (Spreader Beams) لزيادة الاستقرار وتقليل إجهاد المعدات.



عوارض التوزيع (Spreader Beams): عبارة عن قضيب أفقي (معدني عادةً) يوضع بين نقطتي رفع، وتُربط أطرافه بالحبال أو السلاسل المتصلة بالحمولة، كما يُوصل بالرافعة من نقطة مركزية أعلاها.

5 **ظروف البيئة المحيطة :** تؤدي بيئة العمل دوراً كبيراً في اختيار معدات الرفع المناسبة؛ فعلى سبيل المثال، تتطلب الأرضيات المبللة أو الزلقة استخدام معدات ذات مقاومة عالية للانزلاق لضمان السلامة أثناء التشغيل، بالإضافة إلى ذلك، يجب مراعاة الظروف الجوية مثل الرياح القوية، واتخاذ احتياطات إضافية لتثبيت الحمولة ومنع اهتزازها أو سقوطها.

6 **طريقة الربط والتثبيت:** يعتمد ذلك على تصميم الحمولة:

- الحمولات المزودة بحلقات أو فتحات يمكن ربطها بخطافات أو مسامير ذات حلقة.
- في حال عدم وجود نقاط تثبيت، تُستخدم الحمالات أو الحبال.

تقنيات التعامل مع الأحمال وتجهيزها

(Load Handling and Preparation Techniques)

يتطلب التعامل مع الأحمال في بيئات العمل الصناعية والإنشائية اتباع تقنيات دقيقة لضمان رفعها ونقلها بأمان وكفاءة، ويشمل ذلك اختيار وسائل الرفع المناسبة، وتقييم الحمولة، وتجهيزها بشكل آمن قبل عملية الرفع، فالفهم الجيد لهذه التقنيات يساعد في منع الحوادث وتقليل التلف في المعدات والمواد.

مراحل تجهيز الحمولة وتنفيذ عملية الرفع (Stages of Load Preparation and Lifting Execution)

تمر عملية رفع الأحمال بعدة مراحل متسلسلة تتطلب التخطيط الجيد والتنفيذ الدقيق، وفيما يأتي عرض لهذه المراحل بشكل منظم ومترابط:

■ تقييم الحمولة (Load Assessment)

قبل البدء في رفع أي حمولة، يجب تقييم عدة عوامل تؤثر على طريقة التعامل معها، وهي كالآتي:

■ الوزن الكلي للحمولة (Total Load Weight):

يجب تحديد الوزن بدقة لضمان اختيار معدات الرفع المناسبة.

■ مركز الثقل (Center of Gravity):

يؤثر موقع مركز الثقل على توازن الحمولة أثناء الرفع.

■ أبعاد الحمولة (Dimensions):

يُساعد معرفة الطول والعرض والارتفاع في تحديد أسلوب الرفع والمساحة المطلوبة.

■ طبيعة المادة (Material Type):

نوع مادة الحمولة يحدد طريقة التعامل معها، مثل المواد الصلبة، أو الهشة، أو الحادة الحواف، أو التي تحتوي على سوائل.

■ حالة السطح (Surface Condition):

يشمل ذلك مدى خشونة أو انزلاق السطح، وتوفر نقاط التثبيت المناسبة.

■ تجهيز الحمولة للرفع (Load Securing and Preparation)

يجب أن تُجهَّز الحمولة بطريقة تمنع انزلاقها أو تفككها أثناء الرفع، من خلال الآتي:

■ استخدام الحبال والسلاسل المناسبة (Slings and Chains):

تُحدد نوعية الحبال أو السلاسل حسب الوزن ونوع الحمولة (قماشية، أو معدنية، أو شبكية).

■ تثبيت الأحمال غير المنتظمة (Irregular Load Securing):

استخدام أحزمة أو قيود إضافية لتثبيت الحمولة من عدة جهات.

■ توزيع الوزن (Weight Distribution):

يُفضل توزيع الحمولة على أكثر من نقطة رفع لضمان التوازن.

■ إزالة العوائق (Removing Obstructions):

التأكد من خلو مسار الحمولة من أي مواد قد تعيق الحركة.

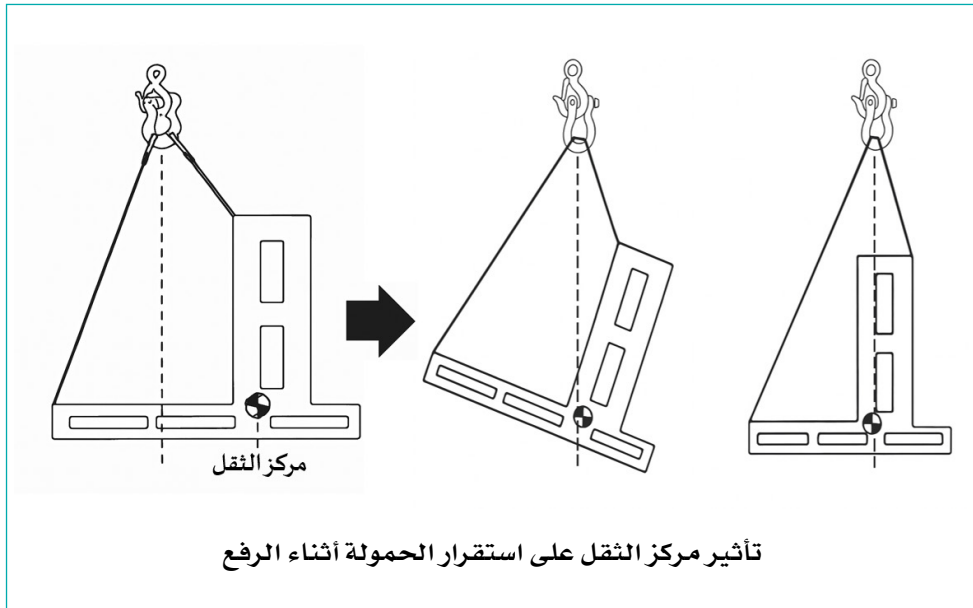
■ اختيار معدات الرفع المناسبة (Choosing the Right Lifting Equipment)

لكل حمولة خصائصها من حيث الوزن، والحجم، والشكل، وطبيعة السطح، مما يتطلب استخدام معدات رفع مختلفة، واختيار المعدات المناسبة يضمن ثبات الحمولة أثناء الرفع، ويقلل من المخاطر المحتملة، مما يعزز من كفاءة العملية ويحافظ على سلامة العاملين

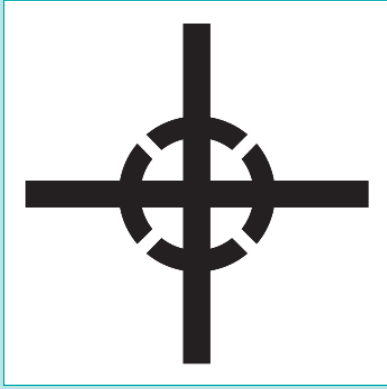
■ تحديد مركز الثقل (Identifying the Center of Gravity)

مركز الثقل هو النقطة التي يتوازن عندها وزن الحمولة بالكامل، وإذا لم يتم تحديده بدقة، فقد تتقلب الحمولة أو تنزلق أثناء الرفع، مما يشكل خطراً على الأشخاص والمعدات، وهناك عدة طرق لتحديد مركز الثقل، ولا يلزم أن تمر كل حمولة بجميع هذه الطرق، بل يُختار الأسلوب المناسب حسب طبيعة الحمولة وتعقيدها، فيما يأتي أبرز الطرق المستخدمة لتحديد مركز الثقل:

1 فحص توزيع الكتلة (Mass Distribution): هل الحمولة متماثلة؟ أم أثقل من جهة دون أخرى؟



- 2 **التجريب بحبال الرفع (Test Lift Using Slings):** يمكن رفع الحمولة بشكل خفيف من نقطة محددة لمعرفة إن كانت تميل إلى أحد الجوانب، وإذا كانت كذلك، تُعدّل نقطة التعليق حتى تتوازن.
- 3 **العلامات المصنعية (Manufacturer's Mark):** في بعض المعدات أو الحاويات، يكون مركز الثقل محددًا مسبقًا بعلامة على سطح الحمولة.



رمز يُستخدم عادةً للدلالة على مركز الثقل في الرسومات الهندسية أو في تعليمات مناولة الأحمال

- 4 **المعادلات الهندسية (في الحمولة المعقدة):** في قد تُستخدم حسابات لتحديد مركز الثقل خصوصًا في الأحمال غير المتجانسة أو غير المنتظمة.



المركز الهندسي

(Geometric Center)

هو النقطة التي تقع في منتصف الشكل من الناحية الهندسية، دون اعتبار توزيع الكتلة أو الوزن.

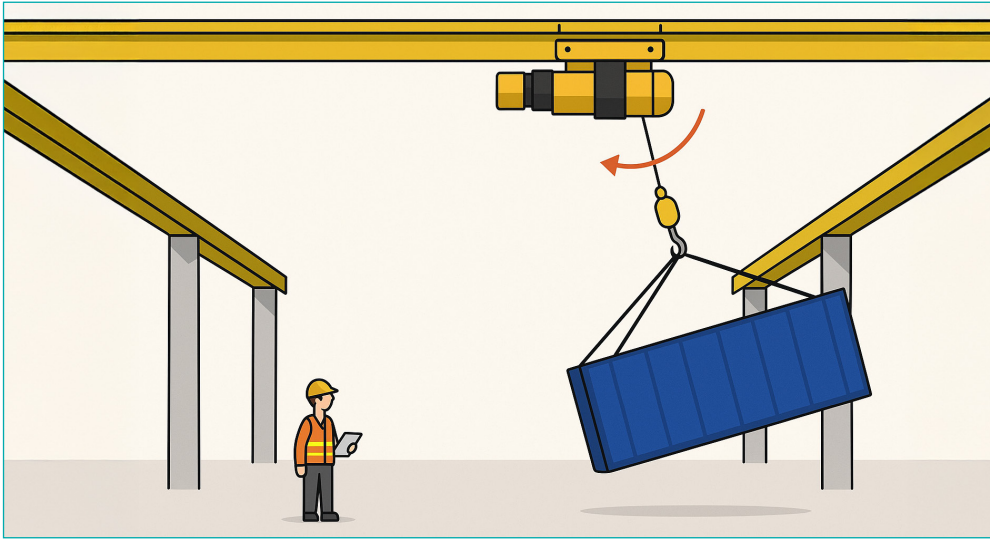
مثال

عند رفع محرك ثقيل غير متماثل، يكون مركز الثقل أقرب إلى جهة الأسطوانات الثقيلة، لذا لا يجب ربطه من المركز الهندسي (Geometric Center) فقط، بل من نقطة تجعل الجانبين متوازنين أثناء الرفع.

■ اتباع تقنيات الرفع والنقل الآمن (Adherence to Safe Lifting and Handling Techniques)

لتطبيق الرفع والنقل بشكل آمن وفعال، ينبغي الالتزام بمجموعة من التقنيات الأساسية، ومن أبرزها الآتي:

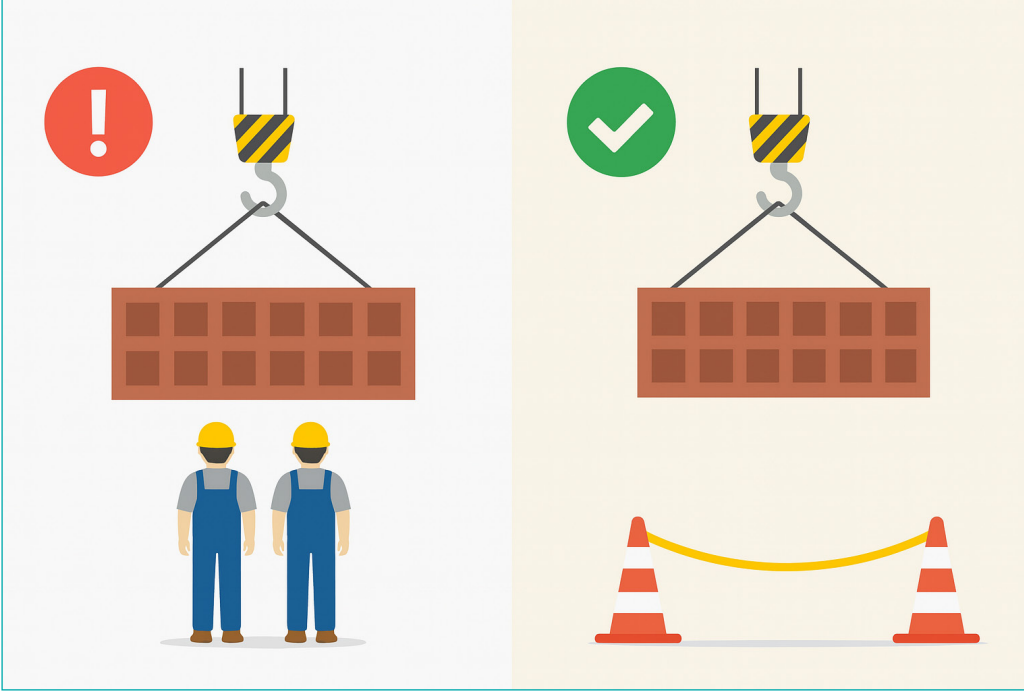
- 1 **الرفع العمودي (Vertical Lifting):** التأكد أن الحبال أو السلاسل معلقة بشكل عمودي قدر الإمكان لتقليل الأحمال الجانبية.
- 2 **تجنب التأرجح (Avoid Swinging):** يجب رفع الحمولة بثبات دون تحريك الذراع بسرعة، لمنع تأرجحها.



تأرجح غير آمن للحمولة أثناء الرفع

- 3 **التحكم أثناء النقل (Controlled Movement):** التأكد من بقاء السرعة منخفضة عند تحريك الحمولة، وتجنب التوقف المفاجئ.
- 4 **التواصل بين الفريق (Team Coordination):** يجب أن يكون هناك مؤشر (Signaler) على دراية بالإشارات المعتمدة (Hand Signals).

5 **عدم المرور أسفل الحمولة (No Passing Under a Suspended Load):** من أهم قواعد السلامة ألا يمر أي عامل تحت حمولة معلقة.



خطر المرور تحت الحمولة المعلقة مقابل تأمين المنطقة بسياج تحذيري

■ التخزين الآمن بعد النقل

(Safe and Secure Storage after Transportation)

بعد الانتهاء من عملية الرفع والنقل، من الضروري اتباع ممارسات التخزين الآمن لضمان استقرار الحمولة وحماية المعدات والبيئة المحيطة، وتشمل هذه الممارسات ما يأتي:

- 1 **خفض الحمولة ببطء (Lower Slowly):** يجب إنزال الحمولة تدريجياً حتى تستقر على الأرض أو القاعدة.
- 2 **التحقق من الثبات (Check for Stability):** التأكد من استقرار الحمولة وعدم ميلها أو تلامسها مع أي جسم آخر.



3 إزالة معدات الرفع

(Remove Slings Carefully):

بعد التأكد من توقف
الرافعة، تُفصل أدوات الرفع
دون شدّ أو ضغط.

فصل الحبال عن خُطاف الرافعة

4 استخدام وسائل الإسناد المناسبة (Use Proper Supports): في حال كانت الحمولة

غير مستقرة، يجب استخدام روافع، دعائم أو كوابح لمنع التدحرج أو الانزلاق.

5 تحديد المنطقة بعلامات تحذيرية (Mark the Storage Area): يُنصح بوضع إشارات

تنبيهية أو حواجز حول الحمولة لتجنّب اقتراب غير المصرّح لهم، خاصة إذا كانت
في موقع مفتوح أو مؤقت.

تشغيل الرافعة والمناورة

(Crane Operation and Manouvering)

بعد اختيار الرافعة المناسبة وتجهيز الحمولة، تبدأ عملية التشغيل والمناورة الفعلية، وهي أهم مرحلة في عملية الرفع، حيث تتطلب انتباهاً عالياً وتنسيقاً دقيقاً بين المشغل والفريق، وأي خطأ في تنفيذ هذه الخطوة قد يؤدي إلى أضرار كبيرة في الموقع أو إصابات جسيمة، كما يجب اتباع المبادئ الأساسية لتشغيل الرافعة والمناورة بها، مع التركيز على خطوات التشغيل الآمن، والتقنيات المناسبة لتحريك الأحمال، والاحتياطات الواجب اتخاذها لتفادي المخاطر أثناء المناورة.

مراحل تشغيل الرافعة وتنفيذ عمليات المناورة

(Stages of Crane Operation and Maneuver Execution)

تمر عملية تشغيل الرافعة وتنفيذ المناورة بعدة مراحل متتابعة، وفيما يأتي الخطوات الأساسية التي يجب اتباعها من بداية الاستعداد لتشغيل الرافعة وحتى الانتهاء من العمليات، بالإضافة إلى المهارات والتقنيات الضرورية لتحقيق مناورات آمنة وفعالة:

■ مرحلة ما قبل التشغيل (Pre-Operation Stage)

- قبل تشغيل الرافعة، يجب التأكد من مجموعة من الجوانب التي تضمن سلامة العمل وكفاءة الأداء، وهي كالاتي:
- الاطلاع على خطة الرفع: يجب على المشغل مراجعة خطة الرفع التي أعدها المسؤول المختص، والتي تتضمن الحمولة، والمسار، والإشارات المعتمدة.
- فحص الرافعة: التحقق من جاهزية الرافعة تقنياً من خلال فحص الزيوت، والضواغط، والأنظمة الهيدروليكية، والأذرع الداعمة، ونظام الدوران، والخطاف.

- **فحص أدوات التحكم:** التأكد من أن جميع أدوات التحكم في غرفة التحكم تعمل بشكل دقيق، مثل ذراع الرفع، ودواسات الحركة، ومفاتيح الدوران، وأنظمة الكبح.
- **فحص أنظمة الأمان:** التحقق من عمل أجهزة الإنذار، والحساسات، وصافرات التحذير، وأضواء التنبيه.
- **تثبيت الأرجل الداعمة (Outriggers):** في حالة الرافعات المتحركة، يجب فتح الأرجل الداعمة وتثبيتها جيداً لتأمين الاستقرار.

■ **مرحلة التشغيل (Operation Stage)**

عند تشغيل الرافعة، يجب اتباع خطوات محددة كالآتي:

- **بدء التشغيل التدريجي:** تشغيل المحرك ومراقبة استقرار الأنظمة قبل البدء في أي حركة.
- **رفع الذراع تدريجياً:** استخدام الذراع الهيدروليكي أو الميكانيكي لرفع الذراع إلى الوضع المناسب.
- **التأكد من توزيع الوزن:** رفع الحمولة تدريجياً مع مراقبة مركز الثقل وثبات الأحمال.
- **مراقبة العوائق:** الانتباه للعوائق العلوية مثل الأسلاك أو الهياكل المعدنية.
- **تنفيذ الأوامر من المؤشر (Signaler):** يجب أن يتحرك المشغل فقط بناءً على الإشارات الواضحة من المؤشر المعتمد.

■ مرحلة تنفيذ المناورة (Manouver Execution Stage)

هي المرحلة التي يتم فيها تحريك الحمولة بدقة نحو الموقع المحدد، وتشمل الآتي:

- تنفيذ الحركات الأفقية والرأسية.
- استخدام الإشارات المعتمدة للتوجيه.
- تطبيق تقنيات المناورة الدقيقة.
- إنزال الحمولة بأمان في الموقع المطلوب.

■ مرحلة إنهاء العمليات وإيقاف تشغيل الرافعة

(Post-Operation Shutdown)

هي المرحلة الختامية في عملية الرفع، وتهدف إلى ضمان إعادة المعدة إلى حالة آمنة بعد الانتهاء من العمل، وتشمل مجموعة من الإجراءات التنظيمية والفنية التي تُسهم في الحفاظ على كفاءة الرافعة وسلامة بيئة العمل، ومن أبرز هذه الإجراءات ما يأتي:

- إنزال الحمولة بالكامل في الموقع المخصص.
- إعادة الذراع أو الذراع التلسكوبية إلى وضعها الآمن.
- سحب الأرجل الداعمة (Outriggers) وثبيتها في وضع النقل.
- فصل مصادر الطاقة وإيقاف المحرك.
- تنظيف موقع التشغيل وإزالة أي معدات أو بقايا.
- توثيق عملية التشغيل وأي ملاحظات فنية في السجل اليومي.

تقنيات المناورة الدقيقة (Precision Maneuvering Techniques)

تتطلب المناورة الدقيقة للرافعة مهارات فنية عالية، ويُعد التحكم الفعّال في حركة الرافعة أثناء المناورة أمرًا بالغ الأهمية، لا سيما عند العمل في مواقع ضيقة أو في بيئات حساسة، وتشمل التقنيات الآتية أهم الممارسات التي يعتمد عليها مشغلو الرافعات لتحقيق دقة المناورة:

التقنية	الوصف
التحكم في التأرجح (Swing Control)	التحكم في حركة الحمولة بما يقلل من التأرجح الناتج عن تغيير السرعة أو التوقف المفاجئ، ويتم ذلك من خلال تطبيق حركات انسيابية واستخدام زوايا دوران دقيقة.
التحكم في الدوران (Rotation Control)	تدوير الحمولة بدقة باستخدام أدوات التحكم، مع الانتباه إلى مركز الثقل، وتجنب الحركات المفاجئة التي قد تؤثر على التوازن.
المناورة في المساحات الضيقة (Confined Spaces)	تنفيذ الحركات بدقة وتدريب في المواقع الضيقة، مع التواصل المستمر مع المؤشر لتجنب الاصطدام بالعوائق..
التنسيق مع المؤشر (Signaler Coordination)	الاعتماد على المؤشر لتوجيه الرافعة، خصوصًا في حال ضعف الرؤية، مع ضرورة استخدام إشارات واضحة وموحدة.
استخدام السرعات المنخفضة (Low-Speed Operation)	تشغيل الرافعة بسرعات بطيئة أثناء الاقتراب من نقطة الإنزال أو في المناورة الدقيقة، لضمان ثبات الحمولة والتحكم الكامل بالحركة.



أسئلة الوحدة

- 1 ما الفرق بين الرافعات الثابتة والمتحركة من حيث الاستخدام والتثبيت؟
- 2 ما هي المكونات الرئيسية للرافعة التلسكوبية؟
- 3 كيف تؤثر زاوية ميل ذراع الرافعة على السعة القصوى للحمولة؟
- 4 ما العوامل التي تؤخذ في الاعتبار عند اختيار الرافعة وأدوات الرفع المناسبة؟
- 5 لماذا يُعد تحديد مركز ثقل الحمولة مهماً قبل بدء عملية الرفع؟
- 6 ما التقنيات الأساسية التي تضمن رفع الحمولة ونقلها بأمان؟
- 7 ما الخطوات الأساسية التي يجب اتباعها قبل وأثناء تشغيل الرافعة؟
- 8 كيف تُسهّم الأذرع الداعمة (Outriggers) في سلامة عمليات الرفع والتنقل؟

الوحدة الثالثة

فحص وصيانة معدات الرفع والتنزيل

Inspection and Maintenance of Lifting
Equipment



محتويات الوحدة الثالثة

الدرس الأول

102(Equipment Inspection) فحص المعدّات

الدرس الثاني

117(Inspection Documents) وثائق الفحص

الدرس الثالث

128(Preventive Maintenance) الصيانة الوقائية

الدرس الرابع

132(Mechanical Wear and Tear) التآكل والاهتراء الميكانيكي

138أسئلة الوحدة

أهداف الوحدة

يتوقع من الطالب بعد دراسة هذه الوحدة أن:

- يتعرف على خطوات الفحص الشامل لمعدّات الرفع والتنزيل.
- يطبق إجراءات الفحص العملي باستخدام أدوات وتقنيات مهنية.
- يحلل حالة حقيقية لفهم أسباب تعطل المعدّات.
- يدرك أهمية التوثيق الشامل أثناء عمليات الفحص.
- يكتسب المهارات العملية لتسجيل نتائج الفحص بشكل منظم.
- يفهم مبادئ الصيانة الوقائية وأثرها في تقليل الأعطال.
- يميز علامات التآكل المبكر في المعدّات والتعامل معها بكفاءة وفاعلية.

ملخص الوحدة

تشمل الوحدة المعارف المتعلقة بالمهارات الأساسية لفحص المعدّات بطريقة منظمة وآمنة، مثل تطبيقات عملية للفحص، وتحليل دراسات حالة واقعية لفهم أسباب الأعطال، وتتناول الوحدة أهمية التوثيق الدقيق والتقارير الشاملة في عمليات الفحص، ومفاهيم الصيانة الوقائية، وتقنيات التعرف المبكر على التآكل؛ لضمان سلامة المعدّات واستمرارية العمل.

فحص المعدات

(Equipment Inspection)

فحص معدّات الرفع هو عملية منظّمة تهدف إلى التأكد من خلو مكونات الرافعات وملحقاتها من التلف أو التآكل أو أي خلل فني قد يؤدي إلى فشل أثناء التشغيل، ويشمل ذلك تقييم الحالة العامة للمعدّة، والتحقق من مطابقتها للمعايير الفنية المعتمدة محلياً ودولياً.

أهمية فحص معدات الرفع

تكمّن أهمية إجراء الفحص في مجموعة من الأهداف التي تُسهم في الحفاظ على استمرارية العمل، وتقليل المخاطر، وتحقيق التوافق مع متطلبات بيئة العمل المتغيرة، وفيما يأتي أبرز الجوانب التي توضّح أهمية إجراء فحص منتظم لمعدّات الرفع:

1 الكشف عن الأضرار الحالية (Detecting Existing Damage)

يُعد التعرف على الأضرار الظاهرة من أول وأهم أسباب فحص معدّات الرفع، ففي بعض الحالات، تكون علامات التلف واضحة ويمكن رؤيتها بالعين المجردة، مثل الشقوق، أو التآكل، أو التسرب.

مثال تطبيقي



أثناء فحص رافعة متنقلة في موقع تركيب أنابيب صناعية، لاحظ الفني وجود شق طولي صغير (Crack) في الذراع التلسكوبي، وعلى الرغم من أن الشق لم يكن كبيراً، إلا أنه كان كافياً لكسر الذراع أثناء رفع حمولة تزن 3 tons، لو لم يُكتشف هذا الخلل مبكراً، فقد يؤدي إلى انهيار مفاجئ للذراع وسقوط الحمولة، مما يعرّض العمال والممتلكات للخطر.

2 الوقاية من الأعطال المستقبلية (Preventing Future Failures)

حتى وإن لم تظهر أعطال واضحة، فإن بعض مكونات الرفع قد تكون وصلت إلى نهاية عمرها التشغيلي أو تتعرض لاستهلاك مفرط بسبب كثرة الاستخدام أو سوء التخزين.

مثال تطبيقي

في ورشة صيانة معدّات ثقيلة، كانت الرافعة العلوية تُستخدم لرفع المحركات يومياً، وأثناء الفحص الدوري، تم قياس درجة حرارة المحرك الكهربائي للرافعة، فتبيّن أنها ترتفع أكثر من الحد المسموح به. النتيجة: تبين وجود خلل في نظام التبريد الداخلي، وإذا لم يُعالج، سيتعطل المحرك فجأة أثناء عملية الرفع.

3 التكيف مع الاحتياجات المتغيرة

(Adapting to Changing Work Requirements)

في بيئات العمل الصناعية، لا تبقى العمليات على حالها دائماً، فمع مرور الوقت قد يحدث توسع في النشاط، أو يتم الدخول في مشاريع جديدة، أو تُستخدم أنواع مختلفة من الحمولات، هذه التغيرات تستدعي إعادة تقييم المعدّات المستخدمة في الرفع والتنزيل، والتأكد من مدى ملائمتها للوضع الجديد من حيث الكفاءة والسلامة والقدرة التشغيلية.

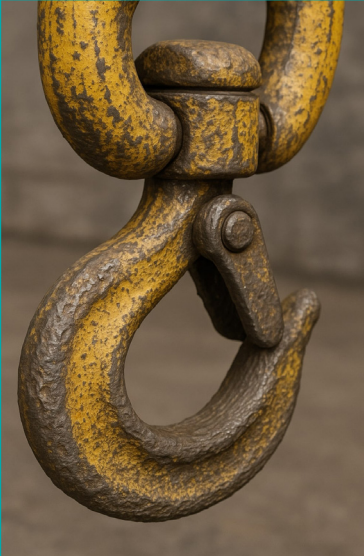
مثال تطبيقي



في إحدى شركات تصنيع الهياكل المعدنية، كانت تُستخدم رافعة علوية لرفع قطع بوزن 3tone، وبعد توقيع عقد جديد، بدأت الشركة في إنتاج وحدات أثقل بوزن يصل إلى 6tone. رغم أن نفس الرافعة استُخدمت، إلا أن الفحص الدوري كشف تآكلاً سريعاً في المحامل وعلامات تحميل زائد؛ لذلك، تم اتخاذ القرار بترقية النظام الهيدروليكي، وتحديث سعة الرافعة العلوية لتتناسب مع الأحمال الجديدة.

الأعطال الشائعة في معدات الرفع (Common Types of Defects in Lifting Equipment)

فيما يأتي أبرز الأعطال الشائعة التي يجب التركيز على فحصها أثناء معاينة معدات الرفع:

العتل	مثال	شكل توضيحي
الصدأ (Corrosion)	خُطَّاف معدني مُستخدم في الرفع، تعرَّض لدرجة واضحة من الصدأ، مما يضعف قوته ويجعل استخدامه خطرًا.	
الاهتراء (Wear)	تآكل فتحة الأصفاد أو الحبل السلكي بسبب الاحتكاك والاستخدام المتكرر.	
التشوه أو الانحناء (Deformation or Bending)	شوكتي رفع ملتويتين وغير مستقيمتين، وهو ما يُعد مؤشرًا خطيرًا على أنها تعرَّضت لحمل زائد أو استخدام غير صحيح.	

العتل	مثال	شكل توضيحي
تسرب الزيوت أو الشحوم (Oil or Grease Leakage)	خُطَّاف رافعة مغطى بطبقة لامعة من الزيت.	
الشقوق أو التصدعات (Cracks and Fractures)	تصدُّع في الذراع المعدنية أو قاعدة تثبيت الخُطَّاف.	
الخلل في التوازن أو المحاذاة (Misalignment or Instability)	هبوط غير متوازن للحمولة.	
أصوات غير معتادة أثناء التشغيل (Misalignment or Instability)	صوت نقر معدني متكرر كلما تحركت الشوك.	

مراحل فحص المعدات (Stages of Lifting Equipment Inspection)

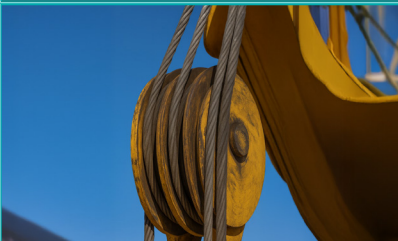
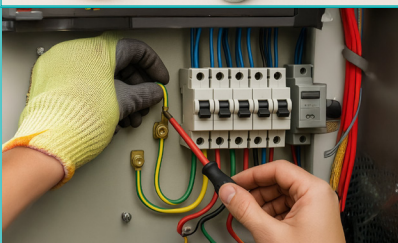
تمر عملية فحص معدّات الرفع والتنزيل بعدة مراحل، كالآتي:

1 الفحص اليومي (Daily Inspection)

يُجرى هذا النوع من الفحص من قبل مشغل المعدة نفسه، قبل تشغيل المعدات في بداية كل مهمة عمل، وبعد الانتهاء من الاستخدام، وهو إجراء أساسي يجب الالتزام به في كل موقع عمل، فالفحص اليومي يُساعد في اكتشاف المشاكل الظاهرة قبل أن تتطور إلى أعطال خطيرة أثناء التشغيل، كما يُعد بمثابة خط الدفاع الأول ضد المخاطر المفاجئة.

وتتضمن عملية الفحص اليومي لمعدّات الرفع والتنزيل مجموعة من العناصر الأساسية التي يجب التحقق منها بدقة؛ لضمان سلامة المعدّات والعاملين، وفيما يأتي جدول يحتوي على أهم الأجزاء التي ينبغي على مشغل المعدة فحصها قبل وبعد كل استخدام:

أجزاء المعدّات	شكل توضيحي	وصف الفحص
الرافعات والأذرع (Cranes and Booms)		التحقق من سلامة الذراع التلسكوبي أو الذراع الثابت، والتأكد من عدم وجود تشققات أو انحناءات أو صعوبة في الحركة.
أنظمة الوقود (Fuel Systems)		مراقبة مستوى الوقود، والتأكد من عدم وجود تسربات أو روائح غير طبيعية.
أجهزة التحكم (Control Mechanisms)		فحص أذرع القيادة، ودوّاسات القدم، وعجلات التوجيه؛ للتأكد من استجابتها السريعة والدقيقة.

أجزاء المعدات	شكل توضيحي	وصف الفحص
المفاتيح والأزرار (Switches and Buttons)		التحقق من أن جميع الأزرار تعمل، خصوصاً أزرار التوقف الطارئ والتحكم في الحمولة.
ملحقات الرفع (Lifting Accessories)		تشمل الحبال السلكية، والبكرات، والنهايات الثابتة، ويجب التأكد من عدم وجود تآكل أو تمزق أو تشابك في الأسلاك.
أجهزة السلامة (Safety Devices)		مثل مؤشرات الحمولة الآمنة التلقائية (Safe Load Indicators)؛ حيث يجب التأكد من أنها تعمل بدقة وأن القراءة واضحة.
معدات التوصيل (Connection Fitting)		تشمل المسامير، والصواميل، والخطافات، ومشابك الأسلاك، حيث يجب أن تكون مثبتة بإحكام وغير مهترئة.
الأنظمة الكهربائية (Electrical Systems)		فحص موصلات التأريض، والتأكد من سلامة الأسلاك وعدم وجود تلف أو شرر، مع فحص أجهزة الحماية في الدوائر.
أنظمة التبريد والتزييت (Cooling and Lubrication Systems)		مراقبة مستويات الزيت وسائل التبريد، والتأكد من عدم وجود تسرب أو انسداد.
الأنظمة الهيدروليكية وخزانات الزيت (Hydraulic and Oil Systems)		التحقق من مستوى الزيت، وفحص الأنابيب والخراطيم بحثاً عن أي تسرب أو اهتزازات غير طبيعية.

وتعتمد بعض المؤسسات على نماذج فحص يومي رسمية مثل النموذج الموضح في الصورة الآتية، حيث يُطلب من مشغل الرافعة فحص المكونات الرئيسية، وتوثيق حالتها قبل بدء العمل.

CRANE OPERATOR DAILY INSPECTION CHECKLIST							
Crane name/number		Crane type:		Crane capacity		Date of inspection:	
Location:		Hour Meter: Start: _____ Stop: _____		Total hours operated:			
Operator's name:				Oiler's name:			
INSTRUCTIONS: Check all items indicated. Inspect and indicate as satisfactory = S, Unsatisfactory = U, or not applicable = N/A							
Walk around inspection	U	S	N/A	Operator Cab Inspection	U	S	N/A
Safety guards and plates				Gauges			
Carrier frame, rotate base				Warning & indicator lights			
General hardware				Control/brakes			
Wire rope				Visibility			
Reeving				Load rating charts			
Block				Safety devices			
Hook				Emergency stops			
Sheeves				List/trim indicators			
Boom/Jib				Boom Angle/Radius Indicator			
Gantry, pendants, boom stops				Machinery House Inspection	U	S	N/A
Walks, ladders, handrails				Housekeeping			
Wind locks, chocks, stops				Engine/Compressor			
Tires, wheels, tracks				Leaks - Fuel, lube, Oil, Water			
Leaks-Fuel, oil, lube, water				Lubrication			
Radius indicator				Battery			
Outrigger/locking device				Lights			
Operation Inspection	U	S	N/A	Glass			
Area safety				Clutch/Brake linings			
Unusual noises				Electric motors			
Control Action				Warning tags			
Brakes/boom/load/rotate				Fire extinguisher			
Crane stability				Comments:			
No load test							
Fleeting sheeve							
Limit switches							
Operator's signature:				Supervisor's signature:			

This checklist is based on EM 1-1-385, dated 3 September 1996, Use of this checklist is optional.

يمثل الشكل أعلاه نموذج قائمة فحص يومي لمشغل الرافعة (Crane Operator Daily Inspection Checklist)، وهي وثيقة تُستخدم ميدانياً لتسجيل نتائج الفحص اليومي الذي يُجريه المشغل على أجزاء الرافعة قبل التشغيل، حيث تحتوي القائمة على الآتي:

- **معلومات عامة عن الرافعة:** مثل رقم الرافعة، ونوعها، وسعتها، والموقع، وعدد ساعات التشغيل، وتاريخ الفحص.
- **أقسام الفحص اليومية الرئيسية:** وهي كالآتي:
 - **الفحص المحيط بالمعدّة (Walk Around Inspection):** يشمل فحص المكونات الخارجية مثل الحبال، والخطافات، والإطارات، والقواعد، ووسائل الحماية، وغيرها.
 - **فحص كابينة المشغل (Operator Cab Inspection):** مثل العدادات، والمكابح، والإشارات التحذيرية، والرؤية، وأجهزة الإيقاف الطارئ.
 - **فحص هيكل المحركات (Machinery Housing Inspection):** يشمل المحرك، ونظام التزييت، والبطارية، والإنارة، وإجراءات النظافة العامة.
 - **الفحص التشغيلي (Operation Inspection):** التأكد من ثبات الرافعة، وعمل الفرامل، وعدم وجود أصوات غريبة، وكفاءة مفاتيح التحديد.
- **طريقة التقييم:** تعتمد على الإشارة إلى حالة كل عنصر على أنه:
 - **مُرَضٍ (Satisfactory (S):**
 - **غير مُرَضٍ (Unsatisfactory (U):**
 - **غير قابل للتطبيق (Not Applicable (N/A):**
- **توقيع المشغل والمشرف:** لإثبات إجراء الفحص والموافقة عليه رسمياً.

2 الفحص الدوري (Periodic Inspection)

يُجرى الفحص الدوري على فترات منتظمة بواسطة شخص مختص ومؤهل (Competent Person)، ويُعد أكثر عمقاً من الفحص اليومي، إذ يشمل مكونات داخلية وتقييمات أكثر دقة باستخدام أدوات اختبار وفحص متخصصة، ويساعد هذا النوع من الفحوصات في الكشف عن المشكلات غير الظاهرة بالعين المجردة، والتي قد تؤثر على أداء المعدة مع مرور الوقت، ويوضح الجدول الآتي أمثلة زمنية للفحص الدوري حسب نوع المعدة:

نوع الفحص	المعدات المستهدفة
كل 6 أشهر	ملحقات الرفع مثل السلاسل، والخُطافات، والحبال، أو في حال استخدام المعدة لرفع أشخاص.
كل 12 شهراً	الرافعات الأساسية مثل الرافعات العلوية، والشوكية، والمتحركة، والثابتة.
حسب الخطة	تُفحص بعض المعدات ذات الاستخدام المكثف أو الظروف البيئية الخاصة حسب خطة مفصلة، مثل المعدات المستخدمة في بيئات شديدة الحرارة أو الرطوبة.

3 إعداد خطة الفحص (Inspection Plan)

في بعض الحالات، لا يكفي الالتزام بالفحوصات الدورية التقليدية، بل تتطلب طبيعة العمل إعداد خطة فحص خاصة تتناسب مع ظروف تشغيل المعدة، ونوع الحمولة التي تُرفع، وعدد مرات الاستخدام اليومي، إضافة إلى بيئة العمل المحيطة سواء كانت بيئة رطبة أو بحرية أو معرضة للغبار والحرارة العالية، وتُعرّف خطة الفحص على أنها وثيقة فنية معتمدة يتم إعدادها بواسطة شخص مختص ومؤهل، وتحتوي على جميع التفاصيل المتعلقة بكيفية فحص معدات الرفع ومواعيدها، وتساعد هذه الخطة على تنظيم أعمال الفحص والصيانة، وتقليل احتمالية حدوث الأعطال أو المخاطر، وتتكون خطة الفحص من الآتي:

- **الجدول الزمني للفحص:** يوضح توقيت الفحوصات اللازمة، سواء كانت يومية، أو أسبوعية، أو شهرية، أو سنوية، ويُحدد بناءً على ظروف التشغيل وكثافة الاستخدام.
- **طرق وأساليب الفحص:** تتضمن أنواع الفحوصات التي يجب إجراؤها، مثل:
 - الفحص البصري (Visual Inspection) لاكتشاف العيوب الظاهرة.
 - الاختبار الوظيفي (Functional Test) للتحقق من كفاءة أداء المعدة.
 - الفحص غير الإتلافي (Non-Destructive Testing (NDT)) للكشف عن العيوب الداخلية دون إتلاف الأجزاء.
- **متطلبات الفحص الخاصة، مثل:**
 - أجهزة القياس والمعايرة.
 - تطبيق حمولة اختبارية تفوق الحمولة الفعلية بنسبة محددة.
 - تحليل بيانات سجل التشغيل السابق.

مثال تطبيقي على خطة فحص مخصصة:

في مشروع إنشاء محطة تحلية مياه بحرية، يتم استخدام رافعة برجية ثابتة تعمل بشكل يومي لمدة 6 أشهر لرفع وحدات خرسانية ثقيلة، وبسبب طبيعة الموقع الساحلي وكثافة التشغيل، قام الشخص المختص بوضع خطة فحص شهرية خاصة تراعي ظروف التشغيل، واحتوت على العناصر الآتية:

- اختبار حمولة بنسبة 110% من الحمولة التشغيلية القصوى (Safe Working Load (SWL)) مرة كل شهر؛ للتحقق من قدرة الرافعة على العمل تحت ظروف قاسية.
- فحص داخلي لصندوق التروس (Gearbox) كل شهرين باستخدام تقنيات الفتح والفحص البصري، للكشف عن أي تآكل أو تسرب.
- مراجعة سجل التشغيل اليومي، والتأكد من عدم تسجيل أي أعطال متكررة، أو توقف مفاجئ، أو شكاوى من المشغلين.
- فحص ملحقات الرفع، مثل الحُطَّافات والحبال السلكية؛ لتقييم مدى تعرضها للتآكل بسبب الرطوبة والملح البحري.

طرق فحص معدّات الرفع (Inspection Methods)

تتعدد الطرق والأساليب المستخدمة في فحص معدّات الرفع، ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على نوع المعدة، وظروف التشغيل، ومستوى الخطورة المرتبط باستخدامها، وفيما يأتي أبرز طرق الفحص المعتمدة:



1 الفحص البصري (Visual Inspection)

يُعد الفحص البصري الخطوة الأولى في تقييم سلامة معدّات الرفع، ويتم باستخدام العين المجردة دون الحاجة إلى أدوات أو أجهزة متقدمة، ويهدف هذا النوع من الفحص إلى ملاحظة أي تلف ظاهر في الأجزاء الخارجية، كوجود صدأ على الأسطح المعدنية أو تشققات أو انبعاجات في الذراع والسلاسل أو وجود تآكل في الحُطّافات أو الحبال السلكية.

2 فحص الأبعاد (Dimensional Inspection)

يهدف هذا النوع من الفحص إلى قياس أبعاد مكونات معدّات الرفع، مثل أطوال السلاسل أو فتحات الحُطّافات، ومقارنتها بالمواصفات الأصلية المحددة من قبل المصنع، وأي تغيير في الأبعاد قد يشير إلى تمدد أو تآكل خطير.

3 الاختبار التشغيلي (Functional/Operational Test)

يُجرى هذا الفحص من خلال تشغيل المعدة في ظروف مشابهة للعمل الحقيقي، للتحقق من أداء أنظمة الرفع والمكابح، والاستجابة للأوامر، ويتضمن هذا النوع من الاختبارات مرحلتين:

■ الاختبار بدون حمولة: للتأكد من أن جميع الحركات تتم بسلاسة وبدون وجود أصوات غير طبيعية.

■ الاختبار بحمولة تجريبية: باستخدام حمل آمن يُماثل الحمل الفعلي، للتحقق من قدرة المعدة على الرفع والتوقف بأمان.

4 الفحص الداخلي (Open-up Examination)

يُستخدم هذا النوع من الفحص عندما تظهر مؤشرات على وجود خلل داخلي، مثل أصوات غير معتادة أو اهتزازات متكررة أثناء التشغيل، ويتطلب الفحص الداخلي فتح أجزاء محددة من المعدة (مثل صندوق التروس أو نظام الفرامل) لفحص المكونات الداخلية بدقة.

5 الفحص غير الإتلافي (Non-Destructive Test (NDT)

يُستخدم هذا الفحص للكشف عن العيوب والشقوق الدقيقة داخل المواد المعدنية دون التسبب في أي تلف للمعدة، ويُجرى باستخدام أجهزة خاصة مثل الأشعة، أو الموجات فوق الصوتية، أو السوائل الكاشفة.

مثال تطبيقي

عند الشك بوجود شق داخلي في ذراع الرافعة التلسكوبية، يمكن استخدام الأشعة السينية للتأكد من سلامة الهيكل المعدني.

6 الفحص الكهربائي (Electrical Testing)

يُنفيذ هذا الفحص فقط على المعدات التي تعمل بالكهرباء، ويهدف إلى التأكد من سلامة الأنظمة الكهربائية والتوصيلات، ويتضمن الآتي:

- اختبار مقاومة العزل (Insulation Resistance Test).
- الاختبار الوظيفي للدوائر الكهربائية (Electrical Circuits Function Test).
- اختبار استمرارية التأريض (Earth Continuity Test).

نظام الترميز اللوني لموعد الفحوصات (Color Coding System for Inspection Timings)

تلجأ العديد من المؤسسات إلى استخدام رموز لونية كوسيلة توثيق بصري لتسهيل التحقق السريع من موعد آخر فحص أُجري للمعدة أو للتذكير بقرب موعد الفحص التالي، ويتم تغيير الألوان بشكل دوري (شهرياً أو كل 3 أشهر) حسب النظام المعتمد في المؤسسة، وتُستخدم لهذا الغرض أربطة التمييز البلاستيكية (Tie Tags) بألوان مختلفة كالآتي:



RED	JANUARY FEBRUARY MARCH	
GREEN	APRIL MAY JUNE	
BLUE	JULY AUGUST SEPTEMBER	
YELLOW	OCTOBER NOVEMBER DECEMBER	

الأحمر (Red) لشهور يناير، وفبراير، ومارس.

الأخضر (Green) لشهور إبريل، ومايو، ويونيو.

الأزرق (Blue) لشهور يوليو، وأغسطس، وسبتمبر.

الأصفر (Yellow) لشهور أكتوبر، ونوفمبر، وديسمبر.

تُستخدم هذه الأربطة لتحديد فترة صلاحية ملحقات الرفع (كالخطافات والسلاسل) بعد الفحص؛ فوجود الرباط الأحمر حول الخطاف مثلاً، يدل على أن آخر فحص تم لهذا الخطاف كان في أحد الشهور الآتية: يناير، أو فبراير، أو مارس، فإذا كان الوقت الحالي مثلاً في يوليو، وما زال الخطاف يحمل الرباط الأحمر، فهذا يعني أن مدة صلاحية الفحص قد انتهت، ويجب إعادة الفحص ووضع رباط جديد (كالأزرق، مثلاً، للشهور: يوليو، وأغسطس، وسبتمبر).

المختص بعمليات الفحص (Inspection Competent Person)

تُسند مهمة الفحص إلى من يُعرف بالمختص (Competent Person)، وهو فرد تتوفر فيه شروط ومعايير مهنية محددة، تضمن دقة الفحص وموضوعيته، والتزامه للأنظمة المعتمدة، على أن يكون حاصلاً على تأهيل مهني يسمح له قانونياً بتنفيذ عمليات فحص معدّات الرفع والتزليل، وتقييم حالتها الفنية، وإصدار تقارير رسمية تُستخدم لاتخاذ القرارات المتعلقة بالاستخدام أو الصيانة أو التوقف المؤقت.



■ الشروط اللازم توفرها لدى المسؤول عن عمليات الفحص

يمثل الجدول الآتي توضيحاً مبسطاً لأهم الشروط التي يجب أن تتوفر في الشخص المسؤول عن تنفيذ عمليات فحص معدّات الرفع:

الشروط	الوصف	شكل توضيحي
رخصة فحص سارية المفعول	يجب أن يحمل شهادة معترف بها تؤهله قانونياً لتنفيذ عمليات الفحص، مثل شهادة معتمدة من جهة دولية أو من مؤسسة تدريب معتمدة داخل سلطنة عُمان.	
المعرفة العملية والنظرية بالمعدّات	يجب أن يكون الشخص قد تلقى تدريباً عملياً مباشراً على معدّات الرفع، ويفهم آلية تشغيلها، والمكونات الحساسة، وأعراض الأعطال المحتملة.	
القدرة على تقييم المخاطر المرتبطة بالأعطال	يجب أن يكون قادراً على الربط بين نوع العطل أو الخلل المكتشف وبين تأثيره المباشر على سلامة العاملين، وبيئة العمل، والمعدّات.	
الاستقلالية والحياد	لا يُسمح للشخص المختص أن يكون من فريق الصيانة نفسه، أو المسؤول عن تشغيل المعدّات، كما يُشترط أن يتمتع بالقدرة على اتخاذ قرارات مهنية دون تحيز.	

وثائق الفحص

(Inspection Documents)

بعد إجراء فحص شامل لمعدات الرفع، يتم توثيق النتائج والملاحظات بطريقة رسمية، ويُعد إعداد تقارير الفحص والاحتفاظ بسجلاته من الأمور الأساسية التي تضمن سلامة العمل واستمرارية التشغيل، كما تُساعد الجهات المعنية في اتخاذ قرارات فنية وإدارية دقيقة، وتُوفر سجلاً رسمياً يُستخدم كمرجع قانوني وفني عند الحاجة.

أنواع وثائق الفحص (Types of Inspection Documents)

تُستخدم عدة أنواع من الوثائق لتسجيل نتائج الفحص ومتابعة حالة المعدات، ويُظهر الجدول الآتي أبرز هذه الوثائق، ووظيفة كل منها:

نوع الوثيقة	الغرض منها
تقرير الفحص (Inspection Report)	توثيق حالة المعدة بعد الفحص الشامل.
قائمة التحقق (Checklist)	تسجيل العناصر التي تم فحصها ميدانياً.
سجل فحص الحبال السلكية	تقييم حالة الحبال وتوثيق عيوبها.
سجل فحص الأحزمة النسيجية	متابعة حالة الأحزمة، وتسجيل أي تلف.
سجل فحص الأصفاد	التأكد من صلاحية الأصفاد للعمل.

يُحرَّر تقرير الفحص من قبل الشخص المختص، وعادةً ما يكون فاحص معدّات الرفع المعتمد، فهذا التقرير هو وثيقة رسمية تصف بالتفصيل حالة المعدة بعد الفحص، وتُبيّن مدى صلاحيتها للعمل، ويتضمن التقرير عدة معلومات أساسية تبدأ بتعريف صاحب المعدة، وعنوان موقع الاستخدام، مع ذكر تاريخ ومكان الفحص بدقة، كما يحتوي التقرير على وصف نوع المعدة، ورقمها التسلسلي، وتاريخ تصنيعها إذا توفر، بالإضافة إلى شرح موجز لطريقة استخدامها والغرض منها.

في القسم الرئيسي من التقرير، يتم تقييم صلاحية المعدة من عدة جوانب، مثل التركيب، وصلابة الهيكل، والقدرة الفعلية على رفع وتحمل الحمولة المحددة، كما يتم التدقيق في مدى التنظيم والسلامة أثناء التشغيل، ومدى مطابقة المعدة للمقدار الآمن للحمولة (SWL).

أخيراً، توضح نتائج الفحص إن كانت هناك حاجة إلى صيانة أو استبدال لأي جزء، مع توقيع الفاحص المختص وتاريخ إعداد التقرير، ويوضح المثال الآتي نموذج تقرير فحص واختبار شامل للرافعة الشوكية:

CERTIFICATE OF TEST & THOROUGH EXAMINATION OF FORKLIFT		
Certificate No:		Date of Inspection:
Name and Address of the Owner:		
Maker & Date of Manufacture:		
Place of Inspection:		
Ref. Standard		
Registration No. & Owner No.:		
Model No. and Serial No.:		
Running hours:		
Manufacturer's documentation:		
Date of Previous inspection / cert no:		
Date of Next inspection:		
Date of Previous load test / cert no:		
Date of Next load test:		
Availability of operations manual in cabin:		
Availability of daily check report:		
Description of Forklift: Diesel powered hydraulic counter balanced forklift with side shifter SWL: 3000kgs @ 500mm load center, Height of Lift: 3000mm		
Description of test:	Test load applied in kgs	S. W. L In kgs
Load test carried out as per tabulated column Load cell used: Calibration certificate:	3300	3000
Functional test carried out found satisfactory		
Hydraulic creep: Nil		
conclusion: Fit for its intended use		
Approved by name & signature:		Inspected by name & signature:

يُستخدم هذا النموذج لتوثيق نتائج الفحص الشامل والاختبار العملي للرافعات الشوكية، وتحتوي الشهادة على بيانات أساسية مهمة، مثل:

- رقم الشهادة وتاريخ الفحص.
- اسم وعنوان صاحب المعدة.
- معلومات المصنع وتاريخ التصنيع.
- مكان الفحص، والمعايير المرجعية المعتمدة.
- رقم التسجيل والطراز التسلسلي للرافعة.
- عدد ساعات التشغيل.
- مواعيد الفحص السابقة والمقبلة.
- توفر دليل التشغيل وتقارير الفحص اليومية.
- وصف الرافعة ونوعها وقدرتها الآمنة لرفع الأحمال (SWL).
- نتائج اختبار الحمولة مقارنةً بالحمولة الآمنة المحددة.
- نتيجة الفحص الوظيفي، وحالة الزيت أو النظام الهيدروليكي.
- خلاصة التقرير، ومدى صلاحية المعدة للاستخدام.
- توقيع واعتماد الفاحص والموافق.

2 قائمة التحقق (Inspection Checklist)

تُستخدم قوائم التحقق كأداة فعالة لفحص الرافعات ومعدات الرفع، حيث تُسهّل رصد العناصر التي تم فحصها فعلياً وتوثيق حالتها التشغيلية، وتساعد المفتش أو الفني في التأكد من أن جميع الأجزاء قد تم فحصها بدقة، وترفق هذه القائمة عادةً مع تقرير الفحص الرسمي، وتتكون قائمة التحقق لفحص الرافعة من العناصر الرئيسية الآتية:

العناصر	الوصف
مكونات الخُطَاف (Hook Components)	فحص كتل الخطاف (Hook Blocks) والتأكد من تثبيتها في موضعها الصحيح، كما تُراجع سلسلة الرفع للتأكد من عدم وجود صدأ، وأن حلقاتها متصلة بإحكام دون انبعاج أو تلف.
الحبل السلكي (Wire Rope)	التحقق من أنه غير متشابك وغير مشدود بشكل مفرط وخالٍ من الكسر أو الالتواء أو الانبعاج.
الحركة والملحقات Mechanical Movement & Accessories	التأكد من أن عربة الرفع (Trolley) ومحددات النهاية (End Stoppers) تعمل بسلاسة دون تشققات أو ضوضاء غير طبيعية.
قاعدة الرافعة (Crane Base)	التحقق من ثبات القاعدة واستقرارها، وعدم وجود صدأ أو تشققات هيكلية.
أنظمة التحكم الكهربائية (Electrical Controls)	اختبار مفاتيح التشغيل والإيقاف، ومفاتيح الطوارئ، وسلامة العزل الكهربائي في الأسلاك والوصلات.
الخطاف والتوصيلات البصرية (Hook & Visual Connections)	التأكد من دوران الخطاف بسلاسة، وفحص النوابض، وملاحظة أي تشوه أو تلف مرئي.
مفاتيح الحد والصيانة الوقائية Limit Switches & Preventive Maintenance	اختبار مفاتيح الحد الخاصة بالحركة الرأسية والأفقية، ومراجعة أعمال الصيانة الدورية، مثل التزييت والشد والتنظيف.
تروس الرفع وتعليمات التشغيل Lifting Gears & Operation (Manual)	فحص أداء تروس الرفع، ومستوى التشحيم، والتأكد من توفر كتيب التشغيل والتعليمات الخاصة بالمعدة.

FORKLIFT SAFETY INSPECTION CHECKLIST

DATE/SHIFT _____

OPERATOR _____ VEHICLE NUMBER _____

Instructions: Check (/) each item below as "Satisfactory" or "Unsatisfactory" or "Not Applicable". Add any pertinent comments in the space provided for each item checked "Unsatisfactory." Include additional pages of explanation as necessary.

Condition	Unsat	Sat	N/A	Comment
EQUIPMENT DAMAGE CHECK				
Mast				
Carriage				
Forks				
Seat Belt				
Backrest				
Tyres				
Hydraulic Hoses				
Belts & Pulleys				
Overhead Guard				
Fire Extinguisher				
POWER PLANT				
Battery Connections				
Gas Tank Damage/Leaks				
Gas Lines/Nozzles/Valves				
All Gauges/Indicators				
Warning Lights				
Operational Lights				
Oil Level				
Coolant Level				
Fuel Level				
Hydraulic Fluid Level				
Starting				
Battery Power				
Lift Operation				
Tilt Operation				
Horn				
Steering				
Parking Brake				
Operational Brake				
GENERAL SAFETY				
Out of service?	Yes	No		
Problems Reported?	Yes	No		

Inspection must be done before each shift or before equipment is used for that day.

تمثل الصورة نموذجاً رسمياً لقائمة تحقق لفحص السلامة اليومية للرافعة الشوكية (Forklift Safety Inspection Checklist)، حيث يحتوي النموذج على بيانات أساسية، مثل التاريخ، والمهمة، واسم المشغل، ورقم المركبة، كما يتضمن قائمة مفصلة بالعناصر التي يجب تقييمها ضمن ثلاث فئات رئيسية، وهي فحص الأضرار الهيكلية للمعدة (Equipment Damage Check)، وفحص أنظمة التشغيل والطاقة (Power Plant)، وعناصر السلامة العامة (General Safety)، وتُقيم كل نقطة بوضع علامة على حالتها (مُرضية، أو غير مُرضية، أو غير مُطبَّقة)، ويُترك مجال لتسجيل الملاحظات في حال وجود أعطال أو ملحوظات مهمة.

3 سجل فحص الحبال السلكية (Wire Rope Inspection Record)

هو وثيقة رسمية تُعبأ من قبل الشخص المختص، وتُستخدم لتوثيق حالة الحبل بعد كل فحص، وتحتوي على معلومات محددة تُستخدم كمرجع للمتابعة والتقييم، وتتضمن عادةً ما يأتي:

- اسم الفاحص وتوقيعه.
- تاريخ ووقت الفحص.
- بيانات الحبل (النوع، والطول، والقطر، والحد الأقصى للحمولة، وحالة التشحيم).
- ملحوظات الفحص (وجود أي عيوب).
- توصية (صالح/يحتاج صيانة/يُستبعد).
- الرمز اللوني المستخدم (إن وُجد) لتحديد موعد الفحص السابق أو التالي.
- صورة مرفقة إن لزم الأمر.



ويوضح الجدول الآتي مجموعة من العيوب الشائعة التي يجب على الفاحص الانتباه لها أثناء فحص الحبل السلكي.

العيوب	الأسباب	شكل توضيحي
الانثناء أو الالتواء (Kinked)	نتيجة سوء الاستخدام أو التحميل غير المنتظم.	
التآكل السطحي (Abrasion)	نتيجة الاحتكاك المستمر مع الأسطح أو البكرات، مما يؤدي إلى نقص في القطر وفقدان القوة.	
الصدأ أو التآكل الكيميائي (Corrosion)	نتيجة الرطوبة أو عوامل أخرى، ما يؤثر على القوة الداخلية للأسلاك المعدنية.	
انقطاع الحبال أو الأسلاك (Broken Strands or Wires)	نتيجة الإجهاد المتكرر أو التحميل الزائد الذي يتطلب الاستبعاد الفوري للحبل.	

4 سجل فحص الأحزمة النسيجية

(Webbing Sling Inspection Record)

هي سجلات تُستخدم لتوثيق حالة الأحزمة النسيجية بشكل دوري، حيث تظهر بعض العيوب على هذه الأحزمة نتيجة لاستخدامها في ظروف قاسية أو نتيجة الإهمال في التخزين والصيانة، ويشمل الفحص الدقيق متابعة أي تغييرات في الشكل أو التركيب، مثل انبعاج الحواف أو ارتخاء الخياطة أو تغير في مرونة النسيج، وجميعها مؤشرات على أن الحزام قد يكون غير آمن للاستخدام، لذلك، فإن الكشف المبكر عن هذه المؤشرات وتوثيقها بدقة يُسهم في اتخاذ قرارات سريعة بشأن الاستبدال، ويمنع الحوادث المحتملة.



ويوضح الجدول الآتي أهم العيوب التي يجب الانتباه لها عند فحص الأحزمة النسيجية (Webbing Sling):

العيوب	الوصف	شكل توضيحي
التلف الكيميائي (Chemical Damage)	تغير اللون أو ضعف النسيج بسبب التعرض لمواد كيميائية مثل الأحماض أو الزيوت.	
التلف الحراري (Heat Damage)	علامات الحرق أو الانصهار الناتجة عن تعرض الحزام لمصادر حرارة أو شرر.	
الثقوب أو القطوع أو التمزقات (Holes, Cuts, and Tears)	أي تمزقات أو ثقوب تؤثر على قوة الحزام وتحملته.	

العيوب	الوصف	شكل توضيحي
الخيطة المقطوعة أو المتآكلة (Broken/Worn Stitches)	تلف في الخيوط أو تفكك في أجزاء الوصل، مما يقلل من قوة التحميل.	
التآكل أو الاهتراء (Wear/Abrasion)	احتكاك متكرر يؤدي إلى اهتراء السطح، خاصة على الأطراف أو الحواف.	
العُقد (Knots)	عُقد في الحزام تؤثر على التوزيع الصحيح للحمولة وتضعف من القوة الإجمالية.	
التلف الناتج عن أشعة الشمس (UV Damage)	هشاشة النسيج أو تغير لونه نتيجة التعرض الطويل لأشعة الشمس فوق البنفسجية.	
تلف الملحقات (Damaged Fittings)	تشوّه في القطع المعدنية أو نهايات الحزام، مثل الخطافات أو الحلقات.	

5 سجل فحص الأصفاد (Shackles Inspection Record)

وثيقة رسمية تُستخدم لتوثيق نتائج الفحص الدوري أو الطارئ للأصفاد، بهدف التأكد من سلامتها وصلاحياتها للاستخدام وفقاً للمعايير المعتمدة، ويتضمن السجل بيانات أساسية، مثل اسم الفاحص وتوقيعه، وتاريخ ووقت الفحص، إضافة إلى معلومات تفصيلية عن الأصفاد، مثل النوع، والحد الأقصى للحمولة (WLL)، والرقم التسلسلي، والشركة المصنعة إن وُجدت، كما يشمل السجل توثيقاً دقيقاً لأي عيوب يتم رصدها أثناء الفحص مثل غياب العلامات التعريفية، أو التشوه، أو التآكل، أو التمدد، مع تحديد التوصية الفنية (صالح، أو يحتاج صيانة، أو يُستبعد)؛ لضمان سلامة عملية الرفع.

ويوضح الجدول الآتي أهم العيوب التي يجب الانتباه لها عند فحص الأصفاد (Shackles):

العيوب	الوصف	شكل توضيحي
غياب بيانات السعة (WLL)	عدم وجود العلامات التعريفية أو طمسها يجعل من الأصفاد غير مطابقة للوزن المطلوب، ويجب استبعادها.	
التشوه والانحناءات	أي انحراف عن الشكل الأصلي قد يؤدي إلى فشل أثناء الاستخدام.	
تمدد الأصفاد (Spread)	يدل على تعرض الأصفاد لإجهاد زائد أفقدها شكلها الأصلي.	
تآكل في الجسم أو المسامير	إذا انخفض القطر بنسبة تزيد عن 8% يجب استبعاد الأصفاد فوراً.	

شكل توضيحي	الوصف	العيوب
	استخدام مسمار غير مخصص لنوع الأصفاد.	مسمار غير مطابق
	قد يكون ناتجاً عن صدأ، أو وجود شوائب.	صعوبة في فك أو تركيب المسمار
	تغير في اللون أو خصائص المادة نتيجة تعرضها لبيئة قاسية أو مواد كيميائية.	التلف الكيميائي

الاحتفاظ بسجلات فحص معدات الرفع والتنزيل (Keeping Inspection Records)

تكمُن أهمية الاحتفاظ بسجلات الفحص فيما يأتي:

- الامتثال القانوني: تُلبّي متطلبات الجهات الرقابية والتنظيمية في سلطنة عُمان، وتُجنب المنشأة المخالفات والغرامات.
- تعزيز السلامة: تُسهم في مراقبة حالة المعدات باستمرار واتخاذ إجراءات تصحيحية قبل حدوث أعطال أو حوادث.
- دعم التحقيق في الحوادث: توفر بيانات دقيقة يمكن الرجوع إليها لفهم أسباب أي حادث، وتحليل ظروفه، وتفاذي تكراره.
- تحسين إدارة الصيانة: تُستخدم لتحديد مواعيد الصيانة الدورية، والتخطيط المسبق لعمليات الإصلاح أو الاستبدال.

الصيانة الوقائية

(Preventive Maintenance)

تُنفَّذ الصيانة الوقائية بشكل منتظم ومنهجي على المعدات؛ لتقليل فرص حدوث الأعطال غير المتوقعة، ووقت التوقف غير المتوقع لها، وتتم الصيانة الوقائية بشكل مخطط وفق جدول زمني محدد، استناداً إلى بيانات واقعية، ولا تقتصر أهمية الصيانة الوقائية على تفادي الأعطال فحسب، بل تشمل جوانب عديدة تُسهم في تحسين الأداء العام للمنشآت، وتكمن أهميتها فيما يأتي:

- تقليل الأعطال المفاجئة.
- إطالة عمر المعدات.
- تحسين كفاءة التشغيل، ودعم استمرار العمل.
- توفير التكاليف.
- رفع مستوى الأمان.
- الامتثال للمعايير والأنظمة.
- دعم استمرارية العمل.

أنواع الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance Types)

تُقسم الصيانة الوقائية إلى أنواع مختلفة حسب آلية التوقيت أو الاستخدام أو الحالة، كالآتي:

النوع	الوصف	مثال
الصيانة الزمنية (Time-Based Maintenance (TBM))	تُنفَّذ وفق جدول زمني ثابت بغض النظر عن حالة أو استخدام المعدات.	فحص الأصفاد أو الحبال السلكية كل 30 يومًا.
الصيانة حسب الاستخدام (Usage-Based Maintenance (UBM))	تُجرى الصيانة بعد عدد معين من العمليات أو المرات، أو ساعات التشغيل.	تشحيم بكرات الرافعة أو تغيير حبال الرفع بعد كل 500 ساعة تشغيل.
الصيانة الظرفية (Condition-Based Maintenance (CBM))	تُنفَّذ عند ملاحظة مؤشرات على تدهور أداء المعدات مثل الاهتزاز، أو ارتفاع درجة الحرارة.	استبدال حبل الرافعة عند ملاحظة اهتزاز أو صوت غير طبيعي.
الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance (PDM))	تعتمد على أجهزة استشعار وتقنيات تحليل البيانات للتنبؤ بالأعطال قبل وقوعه.	استخدام جهاز لمراقبة الحرارة في محامل الرافعة، والتدخل فقط إذا تجاوزت درجة معينة.

■ نموذج للصيانة الوقائية

(Preventive Maintenance Application Sample)

رغم أن عمليات الصيانة الوقائية تتطلب تنفيذ أعمال فعلية مثل التشحيم أو الاستبدال، إلا أنها تبدأ دائمًا بعملية فحص منظمة، وتُظهر هذه الصورة نموذج فحص شهري يُستخدم في الصيانة الوقائية، حيث يساعد على الكشف المبكر عن الأعطال أو المؤشرات التي تستدعي التدخل.

Equipment Preventative Maintenance Monthly Inspection Checklist (complete 2 pages)

Consumer Name		Date	Program	
COMPONENT	CHECKED	NOT APPLICABLE	DEFECT NOTED/ REMEDIAL ACTION	TIME FRAME / WHO'S RESPONSIBILITY (CHESHIRE OR CONSUMER OWNED)
Mechanical "Hoyer" Lift				
Bolts on lift: Are they fastened tightly?	☐	☐		
Weld Sites: Are there any cracks?	☐	☐		
Castors, front & rear: Are they spinning?	☐	☐		
Brakes: Are they working if applicable?	☐	☐		
Hydraulic cylinder: Does it lift as high as intended? Is consumer dropping when supposed to be stationary. Explain	☐	☐		
Are handles/grips secure?	☐	☐		
Leg spreader: Do they lock and stay in place?	☐	☐		
Electric "Hoyer" Lift				
Does it turn on/off?		☐		
Is there any abnormal noise?	☐	☐		
Does it go up and down?	☐	☐		
Emergency release: Does it work? (Look for red tab)	☐	☐		
Hand control: Do all the buttons work? Are electrical wires frayed?	☐	☐		
Bolts on lift: Are they fastened tightly?	☐	☐		
Weld sites: Are there any cracks?	☐	☐		
Castors, front & rear: Are they spinning?	☐	☐		
Brakes: Are they working? (if applicable)	☐	☐		
Are handles/grips secure?	☐	☐		
Leg spreader: Do they lock and stay in place?	☐			
Chargers: Are there any loose or exposed wires?	☐	☐		
TRACK LIFT				
Track: Is it pulling away from the ceiling? Can you physically see it move?	☐	☐		
Straps: Are they worn through?	☐	☐		

بعد الانتهاء من تعبئة النموذج، يتم اتخاذ الإجراء المناسب بناءً على حالة كل جزء، فإذا كانت جميع المكونات سليمة، يُوثق الفحص، ويُستأنف العمل مع متابعة الصيانة في موعدها المقبل، أما إذا وُجد خلل بسيط لا يؤثر على السلامة، فيُسجّل في النموذج، ويتم إصدار أمر صيانة وقائية مع تحديد المسؤول والمدة اللازمة للإصلاح، بينما في حال اكتشاف عطل خطير، يتم إيقاف المعدة فوراً، وتُبَلِّغ الجهة المختصة لاتخاذ إجراء عاجل بالإصلاح قبل استئناف استخدامها.

تحديات الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance Challenges)

هناك بعض التحديات التي قد تواجهها المؤسسات عند تطبيق الصيانة الوقائية، من أبرزها ما يأتي:

- **صعوبة التخطيط الدقيق:** وضع جدول زمني للصيانة دون التأثير على الإنتاج يتطلب دقة في التخطيط.
- **محدودية الوصول إلى بعض الأجزاء:** في بعض أنواع معدات الرفع، يكون الوصول إلى مكونات داخلية أو هياكل معينة صعباً، ويتطلب تفكيكاً جزئياً أو التوقف عن العمل كلياً.
- **التكاليف التشغيلية المستمرة:** رغم أن الصيانة الوقائية توفر تكاليف على المدى الطويل، إلا أن تنفيذها بشكل مستمر يتطلب ميزانية ثابتة.
- **الاعتماد على الموارد البشرية:** الصيانة الوقائية تتطلب وجود فنيين متخصصين ومؤهلين؛ مما قد يُشكّل ضغطاً على القوى العاملة المتاحة، خصوصاً في بيئات العمل التي تعاني من نقص الكوادر.

التآكل والاهتراء الميكانيكي

(Mechanical Wear and Tear)

هناك الكثير من الأعطال التي قد تصيب معدّات الرفع والتنزيل، إلا أن ظاهرتي التآكل والاهتراء من أكثر العوامل التي تُهدد سلامة وكفاءة هذه المعدّات، نظرًا لتأثيرهما الكبير على الأداء والاستمرارية التشغيلية، وتوجد العديد من العوامل التي تُسرّع من تطورها، مما ينعكس على سلامة عمليات الرفع.



التآكل: هو تدهور المادة نتيجة لتفاعل كيميائي أو كهروكيميائي مع البيئة المحيطة.

الاهتراء: هو تدهور المادة نتيجة الاحتكاك أو القوى الميكانيكية.

مراحل تطور الاهتراء (Phases of Wear Development)

عند استخدام المعدّات لأول مرة، تبدأ الأسطح بالاحتكاك والتآكل تدريجياً، ولكن هذا التآكل لا يحدث بنفس الطريقة طوال عمر المعدة، بل يمر بثلاث مراحل أساسية، ويوضح الجدول الآتي هذه المراحل بطريقة مبسطة:

المرحلة	الوصف
الأولى	تبدأ الأسطح بالاحتكاك الأولي، مما يؤدي إلى تآكل غير منتظم نتيجة خشونة الأسطح وعدم تجانس التلامس، وفي هذه المرحلة، يكون معدل التآكل مرتفعاً نسبياً.
الثانوية (مرحلة الاستقرار)	بعد فترة، يصبح التآكل بطيئاً وثابتاً، وهذه المرحلة هي الأطول وعادة ما تكون المعدّات مستقرة فيها.
النهائية (مرحلة الخطر)	تزداد سرعة التآكل، ويضعف السطح بشكل كبير، وإذا لم تُجر الصيانة، قد تتعطل القطعة فجأة.

آليات التآكل (Wear Mechanisms)

تختلف طريقة تآكل أو اهتراء الأجزاء حسب نوع الحركة أو طبيعة البيئة المحيطة، ويوضح الجدول الآتي أهم آليات التآكل:

الآلية	الوصف	مثال تطبيقي
التحكم في التآرجح (Abrasive Wear)	يحدث عند احتكاك سطحين أو عند وجود جزيئات صلبة تؤدي إلى إزالة المادة من السطح.	تآكل فتحات الأصفاد أو الحبال السلكية بسبب الحركة المتكررة.
التآكل الالتصاقي (Adhesive Wear)	يحدث عند تلامس سطحين معدنيين تحت تأثير الضغط، مما يؤدي إلى التصاق موضعي بين السطحين، ينتج عنه انتقال جزء من المادة من أحد السطحين إلى الآخر.	اللحام البارد أو وجود خدوش بين الأجزاء المتحركة في الرافعة.
التآكل الكيميائي (Corrosive Wear)	تفاعل كيميائي بين سطح المعدن وبيئته، مثل الرطوبة أو الأحماض أو الأملاح.	صدأ حُطَّاف الرافعة عند استخدامه في بيئة رطبة أو بحرية.
إجهاد السطح (Surface Fatigue)	تشققات دقيقة تظهر على السطح نتيجة تحميل متكرر وإجهاد ميكانيكي متواصل.	تقشر سطح البكرة أو المسننات بعد دورات تشغيل طويلة.

يتسبب التآكل والاهتراء في أضرار كبيرة لمعدات الرفع، تبدأ بضعف في البنية المعدنية؛ مما يُقلل من قدرتها على تحمل الأوزان الثقيلة بأمان، كما أن الأجزاء المهترئة قد تتعرض للكسر المفاجئ أثناء التشغيل، مما يؤدي إلى توقف المعدات عن العمل، كذلك تؤثر هذه العيوب على دقة الحركة وتوازن الحمولة، وبالتالي زيادة احتمالية وقوع الحوادث، ومع استمرار الاستخدام دون صيانة، يقل العمر التشغيلي للمعدة وتزداد الحاجة للإصلاح أو الاستبدال.



أسنان تروس متآكلة



أسطح إطارات تالفة

إستراتيجيات الوقاية من التآكل والاهتراء (Corrosion and Mechanical Wear Preventive Strategies)

يوجد عدد من الإستراتيجيات الفعالة التي يمكن تطبيقها في بيئات العمل للوقاية من التآكل والاهتراء، وزيادة العمر الافتراضي لمعدات الرفع والتنزيل، وهي كالاتي:

- الصيانة الوقائية المنتظمة: فحص الأجزاء المعرضة للاهتراء وتبديلها مبكراً.
- التشحيم المناسب: تقليل الاحتكاك بين الأجزاء المتحركة.
- طلاء مضاد للتآكل: تطبيق طبقات حماية خاصة، خاصة في البيئات الرطبة.
- تدريب المشغلين: الاستخدام السليم يقلل من الضغط على المكونات.
- تخزين المعدات بشكل صحيح: بعيداً عن الرطوبة أو التفاعلات الكيميائية.
- تشغيل المعدات في حدود المعايير التي وضعها المصنع: كالحرارة والضغط والسرعة.

التزييت (Lubrication)

هو عملية تزييت سطحين متلامسين لتقليل الاحتكاك والتآكل، ويسمح التزييت بتشغيل العناصر الميكانيكية بشكل سلس ومُستمر، ويقلل من معدل التآكل، كما يمنع إجهاد المعدات، وعند انخفاض كفاءة التشحيم، يمكن أن تحتك المكونات ببعضها بشكل مدمر، مما يؤدي إلى تلف مبكر أو توقف المعدات، ولذلك، يجب أن تكون للمادة المشحمة لزوجة معتدلة، فإذا كانت اللزوجة منخفضة، فلن تُشكّل طبقة حماية كافية لتقليل الاحتكاك، أما إذا كانت اللزوجة عالية جداً، فقد تُعيق حركة الأجزاء وتزيد من استهلاك الطاقة، وعادةً ما يُستخدم الزيت كمادة تشحيم، ويُطلق عليه اسم المزيّ (Lubricant).

■ أفضل الممارسات للتشحيم والتزييت:

لضمان فاعلية عمليات التشحيم والتزييت في معدّات الرفع والتنزيل، يجب الالتزام بمجموعة من الممارسات المهنية التي تُعزز من كفاءة الأداء وتُقلل من التآكل والاهتراء، وفيما يأتي أبرز هذه الممارسات:

- **اتباع جدول صيانة منتظم:** يجب تحديد فترات زمنية منتظمة لتشحيم وتزييت المعدّات، بناءً على توصيات الشركة المصنعة وظروف التشغيل.
- **استخدام مواد تشحيم مناسبة:** اختيار نوع الشحم أو الزيت المناسب لكل جزء من المعدّات، مع مراعاة درجات الحرارة والضغط والسرعة.
- **تنظيف نقاط التشحيم قبل التطبيق:** يجب تنظيف نقاط التشحيم من الأوساخ والملوثات قبل إضافة مواد التشحيم الجديدة لضمان فاعليتها.
- **تجنب التشحيم الزائد أو الناقص:** يجب تطبيق الكمية المناسبة من مواد التشحيم، حيث إن التشحيم الزائد يمكن أن يؤدي إلى تراكم الأوساخ، بينما يؤدي نقص التشحيم إلى زيادة الاحتكاك.
- **استخدام أنظمة تشحيم أوتوماتيكية:** في بعض الحالات، يمكن استخدام أنظمة تشحيم أوتوماتيكية لضمان التوزيع المنتظم لمواد التشحيم وتقليل الحاجة للتدخل اليدوي.

■ أنواع الشحوم المستخدمة في معدّات الرفع والتنزيل:

تختلف أنواع الشحوم المستخدمة في معدّات الرفع والتنزيل حسب طبيعة العمل وظروف التشغيل، ويوضح الجدول الآتي أبرز هذه الأنواع، مع خصائص كل منها:

نوع الشحم	الخصائص	أمثلة على الاستخدامات
شحوم ليثيوم (Lithium Grease)	متعددة الاستخدامات، ومقاومة للماء والحرارة، وذات ثبات ميكانيكي ممتاز.	تُستخدم في محامل السيارات، والتروس، والآلات الصناعية والمنزلية.
شحوم صوديوم (Sodium Grease)	تتحمل درجات الحرارة المرتفعة، وذات مقاومة ميكانيكية جيدة، لكنها ضعيفة في مقاومة الماء.	تُستخدم في محامل الحرارة العالية، بالخلط مع أنواع أخرى أحياناً.
شحوم مركب ألومنيوم Aluminum Complex) (Grease)	ذات مقاومة ممتازة للحرارة والماء، وثبات طويل.	تُستخدم في الصناعات الثقيلة، والإنشائية.
شحوم بوليوريا (Polyurea Grease)	ذات مقاومة عالية للأكسدة والحرارة، ومناسبة للخدمات الطويلة.	تُستخدم في المحركات الكهربائية، ومحامل السرعة العالية.
شحوم مركب باريوم Barium Complex) (Grease)	تتحمل ضغطاً وحرارة عالية، وذات مقاومة كيميائية ومائية ممتازة.	تُستخدم في تشغيل وصيانة السفن والمنشآت البحرية، والطائرات، والآلات الثقيلة.
شحوم طينية (Clay Grease)	غير قابلة للانصهار، وذات مقاومة عالية للحرارة والماء.	تُستخدم في التعدين، والصلب، والظروف التشغيلية الشديدة، مثل الحرارة العالية، والرطوبة، والغبار الكثيف.
شحوم سيليكون (Silicone Grease)	ثابتة في درجات حرارة من -40°C إلى $+200^{\circ}$ ، ومقاومة للماء، وأمنة للكهرباء والمطاط.	تُستخدم في الأختام المطاطية، والتوصيلات الكهربائية، والمختبرات.

نوع الشحم	الخصائص	أمثلة على الاستخدامات
شحوم صناعية (Synthetic Grease)	ذات أداء ممتاز في درجات حرارة وضغوط شديدة، ومقاومة للأكسدة والمواد الكيميائية.	تُستخدم في الأجهزة الحساسة، مثل محركات الطائرات والمركبات الفضائية، لأنها تعمل في أماكن تحتاج إلى شحوم قوية تتحمل الحرارة والضغط لفترة طويلة.



أسئلة الوحدة

- 1 عدد ثلاث مراحل رئيسية لفحص معدّات الرفع، وشرح دور كل مرحلة باختصار.
- 2 ما الفرق بين تقرير الفحص وقائمة التحقق من حيث الهدف والمحتوى؟
- 3 اذكر ثلاثة أنواع من الوثائق التي تُستخدم في تسجيل نتائج الفحص، مع وظيفة كل منها.
- 4 ما أهمية الاحتفاظ بسجلات فحص معدّات الرفع في المنشآت الصناعية؟
- 5 عدد ثلاثاً من آليات التآكل، ووضح مثلاً تطبيقاً لكل منها.
- 6 ما العلاقة بين التشحيم والتقليل من التآكل في المعدّات؟
- 7 اذكر أربعة من أفضل الممارسات في عمليات التشحيم والتزييت.
- 8 ما أبرز التحديات التي قد تواجه المؤسسات في تطبيق الصيانة الوقائية، وكيف يمكن التعامل معها؟

www.moe.gov.om



عمليات الرفع والتتزيل

الصف الثاني عشر · كتاب الطالب · الفصل الدراسي الأول