

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دولة فلسطين
وَرَأْسُهَا الْقُدْسُ وَالتَّجْلِيلُ

الحجر والرخام

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصناعي

فريق التأليف:

م. صفاء سدر (منسقاً) م. إياد الأطرش
م. جواد الحاج أ. حسام زكارنة

أ. نسرين دويكات



قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٩ / ٢٠٢٠ م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج	د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج	د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج	أ. ثروت زيد

الدائرة الفنية

إشراف فني	كمال فحماوي
تصميم	طاهر جرادات

المحكم العلمي

تحرير لغوي	د. ماهر احشيش
متابعة المحافظات الجنوبية	أ. رائد شريدة
	د. سميرة النخالة

الطبعة التجريبية
٢٠٢٠ م / ١٤٤١ هـ

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولة فلسطين

وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps

f.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym

هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد

ص. ب 719 - رام الله - فلسطين

pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأمناني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعدد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكرية المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكمة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تألفت وتكاملت؛ ليكون الناتج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمة مرجعيات تؤطر لهذا التطوير، بما يعزز أخذ جزئية الكتب المقررة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٨ م

مواكبةً للتطور العلمي والتكنولوجي في عصر المعرفة، أصبحت الحاجة لمهن جديدة ضرورة حتمية، وانطلاقاً من توجهات وزارة التربية والتعليم بتحقيق تعلّم وتعليم نوعي وريادي يلبي احتياجات المجتمع الفلسطيني وفق أولوياته بالتحديد والتنمية، كان لا بدّ من تطوير مناهج التعليم المهني بحلتها الجديدة لتحاكي التوجّهات العالمية بنشأة فلسطينية واقعية تعتمد العقلانية العلمية بالدمج بين الجانبين النظري والتطبيقي، مراعيًا سوق العمل، وصولاً إلى جيل يمتلك الكفايات والقدرة على اكتشاف المعرفة العالمية، والإسهام في الإنتاج الكوني.

اعتمدت المناهج المهنية الجديدة منهجية الوحدات النمطية القائمة على الكفايات المهنية بمجالاتها الحرفية، والمنهجية، والاجتماعية والشخصية، وارتباط ذلك بسياقات واقعية حياتية تصف مواقف تعليمية تعلمية، توظّف حلّ المشكلات بطريقة علمية وعملية، دون إغفال للجانب النظري المتضمن أنشطة تعتمد على أداء الطلبة، والتأكيد على استراتيجيات التقويم التربوي الحديثة بما في ذلك التقويم الأصيل، والتحوّل من التقويم القائم على تحقيق الكفايات إلى تحقيق الجودة والامتياز، من خلال التركيز على شمولية أداء الطلبة، وتعزيز أنماط التفكير النقدي والتأملي.

جاء كتاب كتاب الحجر والرخام للصف الحادي عشر المهني في ست وحدات نمطية: الوحدة الأولى الصخور وأنواعها تناولت الاختيار السليم لحجر البناء من خلال فحص أنواع الصخور المختلفة وفق النشأة بالنظر، وتصنيفها، إضافة لتصنيف أنواع الحجر الفلسطيني المستخدم في أعمال البناء. والوحدة الثانية مقالع الحجر الطبيعي اهتمت بآلية تحسين جودة إدارة المحاجر وكيفية استخراج الحجر الخام من مقالع الحجر، واستخدام التكنولوجيا، والمعدات، والماكينات في مقالع الحجر، إضافة لطرق نقل الحجر الخام، وتخزينه، وتصنيفه، ثم تأهيل المقالع ضمن المعايير البيئية (مقالع صديقة للبيئة). والوحدة الثالثة أساسيات الكهرباء والميكانيك وضحت كيفية استخدام العدد اليدوية اللازمة لتركيب وحدات نقل القدرة الميكانيكية، وفكّها، وتزويدها بالماكينات وتشحيمها، والقيام بأعمال صيانة الدوائر الكهربائية الأساسية، وصيانة الدوائر الكهربائية الصناعية الأساسية، وتوصيلها من مصادر الجهد إلى الأحمال في لوحات التوزيع. والوحدة الرابعة قصص الحجر الخام التي اهتمت بتوظيف طبيعة عمل ماكينات قص الحجر الخام في التمييز بين أصناف الخامات من حيث النّخب، وماكينات القص لكل منها، وضبط مدخلات ماكينات قصّ الخامات، ومخرجاتها، والتحكم بالعوامل والاعتبارات التي تتحكم في إنتاجية القواطر. والوحدة الخامسة خصائص الحجر الطبيعي، ومواصفاته اهتمت بتوظيف خصائص الحجر الطبيعي، ومواصفاته في فحص بعض الخصائص الفيزيائية بصرياً، كالمسامية، وامتصاص الحجر للماء، وفحص الحجر ذي المقاومة العالية للضغط، وذي المقاومة المنخفضة، بناءً على شكل كسره، وتشخيص تأثير الأحماض على الحجر الجيري، واستغلالها في الصناعة. والوحدة السادسة تشكيل الحجر وتشطيبه، تناولت التعامل مع التشطيبات التي تتمّ على الحجر يدوياً وميكانيكياً، باستخدام العدّ والأدوات حسب كلّ تشطيب، واستخدامات الوحدات التشغيلية المختلفة لكلّ من جلايات البلاط، وجلايات الألواح، ومعالجة الحجر؛ ليكون قابلاً للتصنيع، والتشكيل، وتوضيح التشطيبات التي تتمّ على سُمْك الحجر، وتنفيذ تشطيبات المعقّى بجميع أنواعه.

ولما كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تم إضافة مشروع مقترح في نهاية كل وحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم

وإذ نقدّم هذا الكتاب بين أيدي ذوي العلاقة من معلمات ومعلمين وطلبة وتربويين ومهتمين، نرجو تحقيق الغايات التربوية المنشودة، وب عقلية منفتحة نحو التطوير والتعديل، فإنه يسرّنا استقبال أيّ ملاحظة تهدف إلى تطوير الكتاب وتجويده.

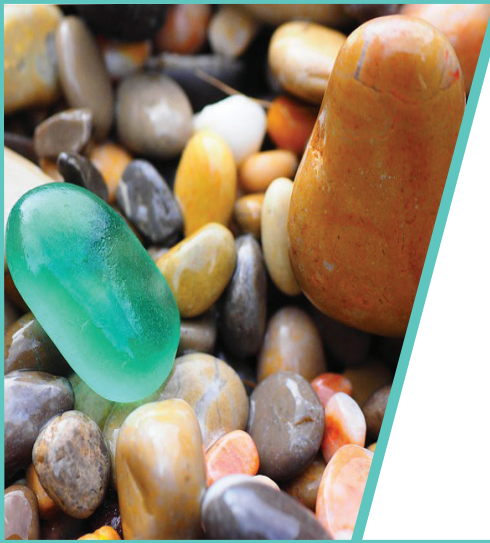
والله ولي التوفيق

2	الوحدة الأولى: الصخور وأنواعها
5	الموقف التعليمي التعلّمي (1-1): فحص أنواع الصخور المستخدمة في أعمال البناء
21	الموقف التعليمي التعلّمي (2-1): أنواع الحجر الفلّسطيني المستخدم في أعمال البناء
30	الوحدة الثانية: مقالع الحجر الطبيعي
33	الموقف التعليمي التعلّمي (1-2): طرق استخراج الخام من المقالع
45	الموقف التعليمي التعلّمي (2-2): الأدوات والمعدّات المستخدمة في مقالع الحجر
56	الموقف التعليمي التعلّمي (3-2): تأهيل مقالع الحجر والرخام ضمن معايير البيئة
64	الوحدة الثالثة: أساسيات الكهرباء والميكانيك
67	الموقف التعليمي التعلّمي (1-3): العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكية، والكهربائية
76	الموقف التعليمي التعلّمي (2-3): فك وسائل نقل الحركة والقدرة الميكانيكية وتركيبها
93	الموقف التعليمي التعلّمي (3-3): أعمال التزييت، والتشحيم للقطع الميكانيكية
103	الموقف التعليمي التعلّمي (4-3): أساسيات الكهرباء
115	الموقف التعليمي التعلّمي (5-3): اللوحات الكهربائية
125	الوحدة الرابعة: قصّ الحجر الخام
128	الموقف التعليمي التعلّمي (1-4): فرز الخامة المتوقّرة في المصنع، تبعاً لجودتها، ولماكينة القصّ
143	الموقف التعليمي التعلّمي (2-4): تصميم نموذج لضبط مدخلات ماكينة قصّ الحجر الخام (القاطر) إلى ألواح ومخرجاتها
151	الموقف التعليمي التعلّمي (3-4): الإنتاجية لماكينة القاطر (قصّ الحجر الخام إلى ألواح)
157	الوحدة الخامسة: خصائص وفحوصات الحجر
160	الموقف التعليمي التعلّمي (1-5): فحص امتصاص الحجر للماء بصرياً
166	الموقف التعليمي التعلّمي (2-5): تأثير الأحماض على الحجر الجيري
170	الموقف التعليمي التعلّمي (3-5): مقاومة الحجر للضغط
180	الوحدة السادسة: تشكيل الحجر وتشطيبه
183	الموقف التعليمي التعلّمي (1-6): التشطيبات اليدوية للحجر
190	الموقف التعليمي التعلّمي (2-6): التشطيبات التي تم انتاجها بواسطة الجلايات
199	الموقف التعليمي التعلّمي (3-6): مراحل خطوط الجلي، ووحداته
212	الموقف التعليمي التعلّمي (4-6): الطرق الحديثة لعلاج الحجر
217	الموقف التعليمي التعلّمي (5-6): التشطيبات المكّملة للتشطيبات اليدوية/ تشطيبات المعّق
224	الموقف التعليمي التعلّمي (6-6): التشطيبات التي تتمّ على سُمك الحجر

الوحدة الأولى الصخور وأنواعها



✓ أناقش: ذهب فلسطين الأبيض تاريخ نضالي، وامتداد حضاري، وتحفة فنيّة.



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على الاختيار السليم لحجر البناء، من خلال تحقيق الآتي:

- 1- فحص أنواع الصخور المختلفة وَفْق النشأة بالنظر، وتصنيفها.
- 2- فحص أنواع الحجر الفِلَسْطِينِي المستخدم في أعمال البناء.



الكفايات المهنية:

الكفايات المُتَوَقَّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً- الكفايات الحرفية:

- 1- التمييز بين أنواع الصخور المختلفة.
- 2- التمييز بين حجارة البناء وفق اللون، ومكان التواجد، والنقش، والاختيار المناسب لها.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- 1- الحفاظ على خصوصية الزبون، وأسراره.
- 2- الالتزام بأخلاقيات المهنة.
- 3- الالتزام بالمواعيد.
- 4- التعامل بمصداقية مع الزبائن.
- 5- تقديم الدعم، والمساعدة.
- 6- الاتصال والتواصل الفعّالين .
- 7- القدرة على التأمل، و التأمل الذاتي .
- 8- القدرة على التفاوض

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

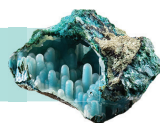
- 1- البحث العلمي : (استخدام المصادر والمراجع ذات المصداقية، وجمع البيانات، وتحليلها).
- 2- التعلّم التعاوني (العمل ضمن فريق) ..
- 3- العصف الذهني.
- 4- الحوار، والمناقشة.

قواعد الأمن والسلامة:



- 1- ارتداء ملابس الأمان والسلامة العامة، مثل (خوذة الرأس، وكفوف اليدين، وسماعات الأذن، والحذاء الواقي، والكمّامات).
- 2- وضع لافتات إرشادية، وتحذيرية.
- 3- توفير حقيبة الإسعاف الأولي.
- 4- التأكد من سلامة الأدوات، وجاهزيتها للعمل.
- 5- عدم رفع الأشياء الثقيلة.
- 6- الانتباه الشديد في أثناء استخدام أدوات القطع.
- 7- التخزين السليم لحجر البناء.
- 8- توفير طفايات الحريق.

الموقف التعليمي التعلّمي (1-1): فحص أنواع الصخور المستخدمة في أعمال البناء

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب صاحب شركة للحجر والرخام من فنيي الحجر والرخام ترتيب أنواع من الصخور في الشركة.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحلّها،	- أجمع البيانات من صاحب شركة الحجر والرخام عن: - أنواع الصخور الموجودة في الشركة، وألوانها، واستخداماتها، وقياساتها، وخصائصها، ونقشها. - أجمع بيانات عن: - نشأة الصخور، وتكوينها. - أنواع الصخور. - ألوان الصخور، وسبب الاختلاف في اللون. - مميزات كل نوع من الأنواع المختلفة. - استخدامات الصخور في أعمال البناء. - كيفية التخزين السليم للحجر .	- البحث العلمي . - الحوار، والمناقشة . - مجموعات عمل .	- الوثائق: (طلب صاحب الشركة، وكتالوجات). . - الحاسوب . - الإنترنت: مصادر ذات مصداقية .
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات حول: أنواع الصخور، ولونها، ونقشها، ونشأتها، واستخدامها، وتخزينها. - أحدّد بيئة مناسبة؛ للقيام بالمهمة . - أضع مقترحات وبدائل؛ لتحقيق فرز الصخور وفق طلب صاحب الشركة. - أدرس البدائل، وأحدّد نقاط الضعف والقوة؛ لفرز الصخور، وترتيبها. - أحدّد الاحتياجات من العدد، ووسائل الأمن والسلامة المهنية . - أعدّ خطة إجرائية للتنفيذ وفق جدول زمني محدّد.	- المناقشة، والحوار . - التعلّم التعاوني (العمل ضمن فريق). - العصف الذهني (استمطار الأفكار).	- الوثائق: (طلب صاحب الشركة، وكتالوجات). . - الإنترنت: مصادر ذات مصداقية . - قرطاسية . - حاسوب .

• قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: (طلب صاحب الشركة، وكتالوجات).	• المناقشة، والحوار. • مجموعات عمل. • العصف الذهني.	• أجهز البيئة المناسبة للفرز، والترتيب. • أجهز أنواع الصخور. • أختار ٣ مقترحات للترتيب، ومناقشتها مع صاحب الشركة. أتفق معه على مقترح الفرز، والترتيب. • أجري التعديلات النهائية للترتيب مع صاحب الشركة. • أبدأ بتنفيذ عملية الترتيب وفق المتفق عليه مع صاحب الشركة، ووفق جدول زمني محدد.	أنفذ
• حاسوب. • الوثائق: (طلب صاحب الشركة، ومقالات، وكتالوجات). • الإنترنت: (مواقع ذات مصداقية).	• المناقشة، والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	أتحقق من: • أنواع الصخور، وألوانها، ونقشها. • عملية الفرز، والترتيب. • البدائل والمقترحات للفرز، والترتيب. • إنجاز العمل وفق ما اتفق عليه مع صاحب الشركة. • إنجاز العمل وفق المعايير والمواصفات، ووفق الجدول الزمني المحدد.	أتحقق
• حاسوب، وأجهزة عرض. • الوثائق: سجلات.	• المناقشة، والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• أوثق: - البيانات الخاصة (بالصخور: أنواعها، وألوانها، ونقشها). - مقترحات فرز الصخور، وترتيبها، والمقترح المناسب. • أقدم عرضاً عن ترتيب الصخور، باستخدام منصّة عرض. • أفتح ملفاً بالحالة باسم (فرز الصخور، وترتيبها).	أوثق، وأقدم
• الوثائق: طلب صاحب الشركة، ونماذج توثيق مناسبة. • نماذج التقويم الأصيل. • كتالوجات، ونشرات عن أنواع الصخور. • الإنترنت: (مواقع ذات مصداقية).	• المناقشة، والحوار. • البحث العلمي/أدوات التقويم المعتمدة.	• رضا صاحب الشركة عن العمل المتفق عليه. • أطابق عملية فرز الصخور، وترتيبها للمعايير، والمواصفات العالمية.	أقوم

ما الطرق الصحيحة لتخزين الصخور في المحاجر؟

سؤال:





أتعلم:

أنواع الصخور المستخدمة في أعمال البناء.

نشاط (1) نظري:



أجمع عيّنات من الصخور في منطقة قريبة من سكني، وأملأ البيانات عن هذه الصخور.

نوع الصخر	اللون	الشكل	الصلابة	الاستخدام
صخور رسوبية		طبقات		
صخور متحوّلة				البلاط الأرضي
صخور نارية			صلبة جداً	

الصخور وأنواعها:

تُعرف الصّخور على أنّها تركيبات طبيعيّة صلبة تتكوّن من معدن واحد، أو أكثر، حيث تختلف أنواعها باختلاف عدد من الخصائص الطبيعيّة الخاصة بها، فكلّ نوع خضع لظروف طبيعيّة معينة ساعدت على بنائه، ولكلّ نوع من الصّخور خصائص فريدة يمكن من خلالها تمييزه عن الأنواع الأخرى، وهي جزء أساسيّ في تركيب القشرة الأرضيّة، وتُقسّم الصّخور، تبعاً لطريقة تكونها، إلى ثلاثة أنواع رئيسة، هي: نارية، ورسوبية، ومتحوّلة.

أنواع الصخور

- الصخور النارية.
- الصخور الرسوبية.
- الصخور المتحوّلة.



الصخور النارية

الصخور النارية

تصنيف الصخور النارية:

أولاً- وفق مكان التصلب:

تُصنّف الصخور النارية وفق مكان تصلب المواد المنصهرة (الماجما) إلى الأنواع الآتية:

- صخور نارية جوفية تتصلب في باطن الأرض.
- صخور نارية بركانية تتصلب عند سطح الأرض.
- صخور نارية تحت سطحية، تتصلب على أعماق قريبة من سطح الأرض.

ثانياً- وفق نسبة السيليكا:

السيليكا: هو ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2)، المعروف بحبيبات السيليكا، حيث يتشكل من صخور رملية بيضاء نقية، تحتوي على حبيبات معدن الكوارتز، وقليل من الشوائب، والمعادن الثقيلة الأخرى، وتدخل في استخدامات مختلفة، كصناعة الزجاج، والمواد الخرسانية، وغيرها من الصناعات، وتُصنّف الصخور النارية، اعتماداً على نسبة السيليكا فيها، إلى الأنواع الآتية:



الجرانيت بألوانه المتعددة

1- الصخور النارية الحامضية:

وهي الصخور التي تزيد نسبة السيليكا فيها عن 66%، ومن الأمثلة عليها: الجرانيت، وهو صخر ناري يتكوّن على عمق كبير في جوف الأرض، وهو صخر خشن التّحبّب غالباً، أي يمكن تمييز محتواه المعدني بالنظر، وقد يكون أحياناً متوسط التّحبّب، أو دقيق التّحبّب، ويتكوّن الجرانيت أساساً من الكوارتز، والفلسبار، والميكا.

2- **صخور الداسيت (Dacite):** نسبة السيليكا فيها بين 52-66 %، وهي صخور نارية متوسطة، ومن الأمثلة عليها: صخر السيانيت (Syenite)، وهو صخر جوفي، خشن التّجيب غالباً، والصور الآتية تبيّن صخور السيانيت:



صخر السيانيت



صخر السيانيت

3- **صخور نارية قاعدية:** هي صخور نارية، تتراوح نسبة السيليكا فيها من 40-52 %، ومنها صخور الجابرو الجوفية (Gabbro)، والبازلت (Basalt)، فهي صخور نارية فوق قاعدية.



صخر الجابرو



صخر البازلت

خصائص الصخور النارية:

تتميّز الصخور النارية بأنّها:

- 1- لا تتواجد على شكل طبقات، باستثناء صخر الرماد البركاني.
- 2- تتماسك الحبيبات المكوّنة لها في أثناء تبريدها، مكوّنة صخوراً قويّة نسبياً.
- 3- يتشكّل نسيج بلوري؛ نتيجة تعرّضها للانصهار والتّبريد، ويغلب على ألوانها الأسود، والأبيض. ولا تسمح بوجود أيّ نوع من أنواع الحياة فيها؛ ويغلب على ألوانها الأسود، والأبيض.
- 4- تظهر على شكل بلوراتٍ مختلفة في الحجم، والذي يعتمد على السرعة التي تبرد فيها الصهارة، فالصخور التي تتكوّن في باطن الأرض، يكون حجمها أكبر من التي تتكوّن على السطح، حيث إنّها تبرد بسرعة بطيئة.
- 5- تُعدّ من الصخور الصّماء، وغير المسامية؛ لأنّها لا تحتوي على مساماتٍ، وفراغات.
- 6- قدرتها على مقاومة الرياح، والأمطار، وحرارة الشمس، وعوامل التجوية الأخرى عالية جداً.

أفكر: الصخور التي تتكون في باطن الأرض يكون حجمها أكبر من التي تتكون على السطح.

استخدامات الصخور النارية:

يُعدّ الجرانيت أحد أكثر الحجارة المستخدمة في حياتنا اليومية، حيث لا نجد منزلاً يخلو من الجرانيت؛ كونه يضيفي جمالاً، ورونقاً حيثما استُعمل، ومن أهم استخداماته:

1- الأرضيات: يُستخدم كبلاط أرضي، خصوصاً أرضيات الفيلات، والقصور، حيث يضيفي جمالاً، ومنظراً هادئاً، كما يُستخدم بلاطاً للجدران (للديكورات الداخلية).



2- الواجهات الخارجية للمباني:



3- الأدراج:



4- الأعمدة: يتم استخدام الجرانيت في الأعمدة؛ بهدف تزيينها، وإضافة مظهر جميل وعصري فخم لها، كما ينقسم تزيين الأعمدة بالجرانيت إلى ما يأتي:

أ- إمّا أن يكون مصنوعاً من كتلة واحدة من الجرانيت، ويكون ذا شكل دائري منتظم.

ب- إمّا أن يكون شبه دائري؛ أي دائري لكن بحواف، وفي هذه الحالة، يتم كسوة العمود بشرائط الجرانيت من النوع والسّمك نفسه.



5- الحمامات والمغاسل: يُستخدم الجرانيت؛ لتزيين الحمامات، والمغاسل، مع توفر عدة أشكال وألوان لهذا الغرض؛ لذا يجب اختيار جرانيت ذي سُمك 3 سم بالنسبة للمغاسل، واختيار المغسلة مسبقاً؛ لينمّ تقطيع الجرانيت؛ ليتوافق معها.





6- بلاطة المجلى للمطابخ: يتم استخدام الجرانيت في بلاطة المجلى للمطبخ؛ لكونه صلباً، ويتحمل عمل المطبخ، وكذلك يتم استخدامه في الرفوف، ويُصح باختيار سُمْك 3 سم بالنسبة لهذا الغرض، ودهنه بمادّة عازلة مع تلميع الحواف.

كما أنّ للجرانيت عدّة استخدامات أخرى:

- تغطية المساحة المحاذية لإطارات الأبواب، والشبابيك.
- تصميم المنحوتات الفنية، والقطع الفنية باستخدام الجرانيت.
- استخدام الجرانيت في تشكيل الفسيفساء، والموزاييك.



الصخور الرسوبية

هي صخور تشكّلت نتيجة تفتّت الرمال، والصخور، والرواسب الناتجة عن عوامل التجوية، والتعرية، وترسيبها، وتدعيمها، وتظهر هذه الصخور على هيئة طبقات متتابعة فوق بعضها بعضاً، وتنتقل الرواسب بالماء، والرياح، والجليد، والأنهار.

نشأة الصخور الرسوبية:

تنشأ الصخور الرسوبية من ترسيب الموادّ المفتّنة، أو الذائبة في الماء، التي تنتج من التعرض للصخور النارية، أو الرسوبية، أو المتحوّلة إلى حركة ميكانيكية، تؤدّي إلى التفتّت؛ بسبب عوامل التعرية، كالرياح، والأمطار، والأمواج، والأنهار، أو نتيجة للتحلّل الكيميائي لمعظم المعادن المكوّنة للصخور؛ نتيجة التجوية الكيميائية؛ إذ إنّ البحيرات تتلقّى رواسب من الأنهار التي تصبّ فيها، وتتلقّى الرواسب من الرياح أيضاً. وهناك في بعض البحيرات تترسّب رواسب من الملح، أو الجبس؛ نتيجة لتبخّر مياه البحيرة، وهناك الكثبان الرملية التي تترسّب عند حوافّ الهضاب، والجبال؛ لتراكم أكوام من الرمال، والأتربة، والمواد الصخرية المهشّمة التي تذروها الرياح في الصحاري، وتنقلها من مكان إلى آخر.

مراحل تشكّل الصّخور الرسوبيّة:

بعد تعرض الصّخور للتآكل، والتفتّت إلى أجزاء صغيرة، تنتقل، وتستقر، وتترسّب في أماكن أخرى، وبعد فترة زمنية، يستقرّ هذا الفتات، ويترسّب؛ لتتكوّن الصّخور الرسوبيّة، ومراحل تشكّل الصّخور الرسوبيّة هي:

- 1- عمليات التّجوية، والتّعرية: وهي عملية تتضمّن تفتيت الصّخور بفعل بعض العوامل، مثل التمدد الحراري، والرياح، والماء والثلوج، وتنقسم عمليات التّجوية إلى قسمين، هما:

- أ- تجوية فيزيائية (ميكانيكية) تؤدي إلى تفتت الصخور دون حدوث تغيير في تركيبها الكيميائي، ومكوناتها المعدنية.
- ب- تجوية كيميائية تؤدي إلى التحلل الكيميائي لأغلب المعادن المكونة للصخور.
- 2- النقل: حيث تقوم عوامل النقل، كالمياه الجارية، والرياح، والثلوج، بنقل فتات الصخور، والطين، والرمل، والمعادن الذائبة إلى الأماكن المنخفضة.
- 3- الترسيب: يبدأ ترسيب المواد الصلبة عندما يضعف تيار الماء، أو الهواء الحامل، لتستقر المواد التي تم نقلها، وتترتب على شكل طبقات متتالية، وتكون بينها فراغات مسامية، ثم تتماسك الرواسب المفككة بتأثير الضغط، والمواد اللاصقة، مثل السيليكات، والكربونات، وقد تكون مواد عضوية تختلط مع باقي المكونات، وترسب المواد المذابة بعد تبخر الماء المذيب لها، وتحدث عملية الترسيب في أماكن كثيرة، من أهمها الصحاري.
- 4- التماسك: تحدث عملية التماسك لتكوين الصخور الرسوبية، إما بترسيب مواد لاصقة بين حبيبات الرواسب الخشنة، كالحصي، والرمل، أو مواد لاصقة، كالكربونات، والسيليكات، أو بتماسك الرواسب بفعل ضغط الرواسب العليا على ما تحتها من رواسب.
- 5- التصلب: تتصلب جميع المكونات، وتتحول إلى صخور رسوبية.

تصنيف الصخور الرسوبية:

1- الصخور الرسوبية ميكانيكية النشأة:

يتكوّن هذا النوع من فتات الصخور النارية، أو المتحوّلة، أو الرسوبية، وبقاياها، الناتج عن عمليات التجوية الميكانيكية، وينتقل هذا الفتات من خلال وسائل النقل المختلفة، كالمياه الجارية، والأمواج، والرياح؛ لترسب بعد ذلك في مناطق، وبيئات مختلفة دون أن يحدث لها تحلل كيميائي، ومع تغيير الظروف المحيطة، تصبح مقاومة هذه الصخور المترسبة أكبر من قوتها الدافعة، وكلّ ما حدث هو تفتت الحبيبات، والقطع، وترسيبها بوساطة الرياح، أو الأنهار، أو تكوينها على سفوح الجبال، وفي الوديان؛ نتيجة لسقوطها بفعل الجاذبية من قمم الجبال، وتنقل الرواسب الفتاتية من قطع صغيرة متكسرة، وحبيبات مفككة، ومترسبة؛ بفعل عوامل طبيعية، مثل مياه البحار، والبحيرات، والرياح، وبعد أن تستقر هذه الترسبات في البيئة الجديدة، تتعرض مع الزمن إلى مجموعة من العمليات الفيزيائية، والكيميائية، والحيوية التي تجعلها صخوراً، من خلال التلاحم بالمواد اللاصقة، مثل: السيليكات، وكربونات الكالسيوم، والحصي الخشن، ومن أهم أنواعها:



الحجر الوحلي

أ- الحجر الوحلي: هو أكثر أنواع الصخور الرسوبية وجوداً؛ إذ يشكّل ما نسبته 45-50% منها، ويتكوّن أساساً من معادن الطين، ومعدن المرو، في حجم الغرين (السلت Silt). وحبيبات الطين لا يزيد قطرها عن 4 ميكرومترات؛ بينما يراوح قطر حبيبات الغرين بين 4 و 62 ميكرومترات. ولا يُسمّى هذا النوع من الصخر حجراً وحلياً، إلا إذا كان كتلياً، يفترق خاصية الانفصال إلى صفائح رقيقة، أمّا إذا كان الصخر طبقياً، وينفصل إلى صفائح رقيقة، فإنه يُسمّى طفلاً (Shale).



ب- الحجر الرملي: يُسمّى الحجر الرسوبي حجراً رملياً، إذا كانت حبيبات رواسه في حجم الرمل، وتكون حبيبات الرواسب الرملية مكوّنة بشكل أساسي من معدن المرو (الكوارتز).

2- الصخور الرسوبية كيميائية النشأة:

تكوّنت هذه صخور نتيجة موادّ تكوّنت بعد تبخّر المحاليل التي تذيبها، وتحويها، لتتكوّن من مواد كيميائية تشمل أيونات الصوديوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم، وغيرها من المعادن، وتكوّنت بالترسيب من الوسط الذي ذابت فيه مكونات الصخور في أثناء التجوية، ونقلها إلى مياه الأنهار، أو البحار، ويغلب هذا النوع من الرواسب في المناطق الصحراوية الحارّة، حيث تتعرّض مياه البحيرات إلى درجة كبيرة من التبخّر، ولا يعوّض بخار الماء المفقود؛ لأنّ ما ينزل إليها أحياناً من مياه الأمطار قليل. وتشمل هذه الرواسب الملح، والجبس، وبعض أنواع الحجر الجيري، ومن الأمثلة عليها:

أ- الدولوميت (Dolomites):

وهو حجر جيري في بداية تشكّله، ثمّ يطرأ عليه تغيير كيميائي يتمثّل باستبدال بعض الكالسيوم بالمغنيسيوم.



صخر الدولوميت



صخر الصّوّان

ب- الشيرت (Chert): وهو صخر رسوبي متبلور، يتكوّن من السيليكا، ويكون لونه رمادياً، أو بنيّاً باهتاً، ويوجد في الطّبيعة على شكل عقّد، أو درنات مدفونة في الصّخور الجيريّة، ويُطلق على صخر الشيرت عدد من الأسماء، مثل الصّوّان إذا كان له بريق شمعي، أو الجاسبر إذا كان لونه أحمر، أو بنيّاً مائلاً للأصفر الزّاهي، أو بنيّاً مائلاً للأحمر.



صخر الجاسبر



ج- الحجر الجيري (Limestone):

هو من الصخور الرسوبية، يتكوّن من معدن الكالسيت، وتتراوح ألوانه بين الرمادي الفاتح، والغامق، والبني، ويُعدّ الحجر الجيري في فلسطين من أهم الموارد الطبيعية، حيث إنّ معظم الحجر في فلسطين هو حجارة جيرية.

د- الترافرتين (Travertine): هو صخر رسوبي كثيف متماسك، من أشكال الحجر الجيري، ويوجد في معظم الأحيان على شكل طبقات ينضم بعضها إلى بعض. ويكون معظم الترافرتين ذا لون أبيض، أو أبيض مائل للصفرة. ويتكوّن بصورة رئيسة من كربونات الكالسيوم، ويتشكّل حينما تنفصل كربونات الكالسيوم عن الماء من خلال التبخر. ويُستعمل الترافرتين في تزيين الأبنية؛ بسبب سهولة قطعه. وينشأ الترافرتين في المناطق التي يتوفّر فيها الحجر الجيري، حيث يحوي ماء الأرض الجاري كربونات الكالسيوم، ويتشكّل عادة حول مَصَابِّ الينابيع الحارّة، وفي داخل الجداول. وتحتوي تكوينات الصخور في الكهوف، التي يُطلق عليها اسم الهوابط، والصواعد، على الترافرتين بصورة رئيسة.



هـ- الجبس أو الجصّ (Gypsum): هو صخور بيضاء اللون، ليّنة

القوام، قابلة للطحن.

3- الصخور الرسوبية العضوية:

هي صخور تكوّنت من ترسّب بقايا نباتية، أو حيوانية؛ إذ تعرّضت الأجزاء الرخوة للتحلّل، والفناء، بينما بقيت المواد الصّلبة، وتراكمت تحت عوامل مناسبة كرواسب، لتتحوّل فيما بعد إلى صخور، مثل العظام، والأصداف التي تحتوي على أملاح الكالسيوم في قاع البحر، ومع مرور الوقت، تصلّبت، وتشمل هذه الأنواع معظم الصخور، كالفسفات، والفحم. ومن أنواعها ما يأتي:



أ- **الكهرمان (Amber):** هو حجر مكوّن من الأجزاء الرخوة في الكائنات الحية، ويتراوح لونه بين الأصفر الشفّاف، والأصفر الكريمي، ويمكن أن يوجد بلون أحمر، أو بني غامق.



ب- **الفحم (Coal):** هو صخر تكوّن نتيجة ترسّب بقايا النباتات، وتصلّبها، وهو قابل للاحتراق، وتختلف أنواع الفحم باختلاف تركيز المواد العضوية فيه، ويتراوح لونه بين البني، والأسود؛ لذلك يُستخرج من الأرض؛ لاستخدامه كوقود.

خصائص الصخور الرسوبية:

- ترتبط أهمية الصخور الرسوبية بطريقة تشكّلها، ومن أهمّ خواصّ هذه الصخور، وفوائدها ما يأتي:
- 1- يتمّ استخراج البترول، والغاز الطبيعي، والفسفات من المناطق التي تتكوّن فيها الصخور الرسوبية.
- 2- تُعدّ الصخور الرسوبية مهمة للجيولوجيين؛ لتشكّل الأحافير فيها التي تُعدّ دليلاً على وجود حياة قديمة، تكشف طبيعة الحيوانات السابقة، من خلال دراسة هذه الأحافير.
- 3- أهمية الرواسب الطينية التي تُعدّ نوعاً من أنواع الصخور الرسوبية، فهي تُستخدم في الأراضي الزراعية.
- 4- قدرتها على تجميع المياه الجوفية فيها.
- 5- استخدام بعض أنواع الصخور الرسوبية في البناء، وفي زينة الجدران.
- 6- احتوائها على الأملاح: تُعدّ الصخور الرسوبية التي تتكوّن في قيعان البحار مصدراً رئيساً لاستخراج ملح الطعام.
- 7- تُعدّ مصدراً مهماً للفحم الذي يتكوّن نتيجة طمر النباتات، وعزلها عن الأكسجين لفترة طويلة؛ ما يؤدي إلى تشكّل الفحم الحجري.

الصخور المتحولة

هي تلك الصخور المشتقة من صخور أخرى، إما صخوراً نارية، أو رسوبية، أو متحولة، فيتغير تركيبها المعدني، وقوامها، وبناءؤها؛ بفعل الضغط، والحرارة العاليتين تحت الأعماق في القشرة الأرضية، وهذه التحولات تشمل إعادة التبلور، وتحدث التفاعلات الكيماوية بين المكونات المعدنية للصخر في الحالة الصلبة أساساً، إلا أنه قد يحدث بعض التبادل الكيماوي مع السوائل، وخاصة الماء (H_2O)؛ لذلك تكون الظروف التي تتكون فيها الصخور المتحولة ظروفًا وسطاً بين تلك التي تتكون فيها الصخور الرسوبية على السطح، والظروف التي تتبلور فيها الصخور النارية من الصهير.

عوامل التحول:

تشمل عوامل التحول الضغط، والحرارة، والسوائل النشطة كيماوياً، وتعمل عليه مجتمعة في آن واحد، إلا أن درجة التحول، ومدى مساهمة كلٍّ من تلك العوامل فيه، يختلفان كثيراً بين بيئة، وأخرى. ففي التحول من الدرجة المنخفضة لا يتعرض الصخر لسوى ضغط، وحرارة، هما أعلى قليلاً مما هما عليه في عمليات تصخر الرواسب، أما في التحول من الدرجة العالية، فإن الصخر يتعرض لدرجة حرارة، وضغط عاليتين قريبتين من درجة الانصهار. وكثيراً ما تكتسب الصخور المتحولة أنسجة، وتراكيب جديدة تختلف عن نسيج الصخور الأصلية تمام الاختلاف، ونتيجة لفعل الضغوط التي يتعرض لها الصخر، فإن الحبيبات المعدنية قد تنهشم، أو تنفطح، أو تترتب في طبقات شبه متوازية على هيئة ترتيب شرائطي مميز للصخور المتحولة.

أنواع التحول في الصخور المتحولة:

- 1- التحول التماسي، أو الحراري: يحدث خلال عملية التحول عملية تبلور، تؤثر على المعادن المكونة للصخر الأساسي، وتكون الصخور الرملية ضمن الصخور التي تخضع لعمليات التحول، حيث تتم عملية إعادة بلورة الكوارتز، وتحويلها إلى بلورات صغيرة تتداخل بعضها مع بعض، فينتج عن التحول صخر يُسمى الكوارتزيت، حيث تحرق الصخور النارية ما حولها من صخور، ويؤدي حرق الصخور المجاورة للانفجاعات النارية إلى تغيير طبيعتها، كما يؤدي إلى إعادة تبلورها، ويحدث للصخور الواقعة حول منطقة تداخلت فيها تكوينات نارية؛ إذ تتحول طبيعتها نتيجة ارتفاع درجة الحرارة، فتحترق تماماً كما يحرق الطين حينما يصير فخاراً، وتتغير خصائصها؛ نتيجة تسرب بعض المواد المنصهرة، والمياه المرتفعة في درجة حرارتها، والتي عادة ما تصاحب الانفجاعات النارية، وتُعرف المنطقة الواقعة حولها بالصخور المتداخلة، وتتحول طبيعة صخورها.
- 2- التحول الديناميكي: تُعدّ العوامل الحرارية، والإجهاد من العوامل الأساسية في التأثير بهذه العملية، وهذا يحدث عندما تقع طبقتين من الصخور الجيرية الصلبة نسبياً على جانبي طبقة ليّنة من الصخر الطيني، أو الصلصال، وتُعرف طبقات الصخر الجيري الصلدة بالطبقات المتكافئة، بينما طبقة الصخر اللينة بالطبقة غير المتكافئة. ونتيجة لتعرض المنطقة التي توجد فيها هذه الصخور لضغط شديد في قشرة الأرض ناتجة عن الضغوط الجانبية، فيؤدي إلى التواء الصخور الصلبة المتكافئة، وثني الطبقة اللينة، وبفعل هذه الحركة، تنمو مجموعة من المعادن الجديدة ذات الشكل المسطح ذي الجوانب المفطحة. وتوجد بعض الصخور المتحولة في أنحاء متفرقة من العالم العربي، ويكثر في جنوب البحر الأحمر، وشبه جزيرة سيناء.

تصنيف الصخور المتحولة:

يستند تصنيف الصخور المتحولة، وتسميتها أساساً إلى نسيجها:

1- **الصخور المتحولة المتورقة:** تكون حبيبات المعادن الموجودة مرتبة على شكل

طبقات، وبألوان مختلفة، ومن أهم أنواع الصخور المتحولة المتورقة ما يأتي:

أ- **الأردواز (Slate):** صخر الأردواز صخر متورق، أو مترقق النسيج، ودقيق الحبيبات، ومتجانس، ويمكن نقشه على شكل رقائق موازية لأسطح الترقق.



ب- **الفايلايت (Phyllite):** عندما تزيد درجة التحول عن الدرجة التي يتكوّن

عندها صخر الأردواز، فإنّ بلورات بعض المعادن يزداد نموها مع احتفاظها

بتوجيهها المفضل الموازي لأسطح الترقق؛ ما يعطي تلك الأسطح لمعاناً

حريرياً مميّزاً تحت ضوء الشمس؛ نتيجة لانعكاس الضوء، ويصبح الصخر

صخر الفايلايت.



ج- **الشست (Schist):** هو أكثر الصخور المتحولة شيوعاً، ويتميز بتورقه

الواضح، وغالباً ما يكون مخططاً كذلك، كما أنّ حجم بلورات معادنه

عادة ما يكون كبيراً؛ ما يسمح بتعرفها بعدسة اليد.



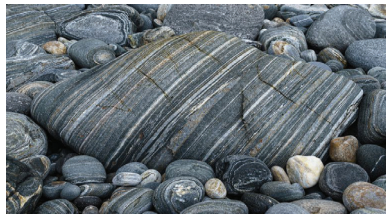
د- **النيس (Gneiss):** يُطلق اسم النيس على الصخور المتحولة المتورقة التي

تكون فيها بلورات المعادن حبيبية أكثر منها صفائحية. ويشبه التركيب

المعدني والكيماوي لصخر النيس تركيب صخر الجرانيت الناري الجوفي؛

لذلك يُعتقد أنّ الأول يكون في الغالب متحولاً من الثاني، أو من الصخور

القريبة منه في تركيبها المعدني.



هـ- **الأمفيبولاييت (Amphibolite):** هو صخر متحول، ضعيف التورق.



و- **الصخر الأخضر (Green Stone):** هو صخر ذو حبيبات دقيقة إلى

متوسطة، وتورقه ضعيف، ويتميّز باللون الأخضر، أو الأخضر الرصاصي؛

نظراً لسيادة المعادن ذات اللون الأخضر.



2- الصخور المتحوّلة غير المتورّقة: في هذا النوع من الصخور المتحوّلة، يكون النسيج حبيبيًا، وليس متورّقًا، ومن أهم أصنافه ما يأتي:

أ- الرخام (Marble): هو صخر متحوّل من الصخور الجيرية، مثل الحجر الجيري، والدولوميت، ويكون لونه أبيض عندما يكون نقيًا، وهو مكوّن أساساً من معدن الكالساييت. ومع ازدياد الشوائب، يتغيّر لون الرخام، ليصبح ورديًا، أو رماديًا، أو أخضر، أو أسود.



ب- الكوارتزيت (Quartzite): يتّسم صخر الكوارتزيت بالصلابة الشديدة، وهو مكوّن أساساً من معدن المرو (الكوارتز)، وينشأ من تحوّل الحجر الرملي المروي تحت درجة تحوّل متوسطة إلى عالية، ويأخذ صخر الكوارتزيت اللون الأبيض عندما يكون نقيًا، لكنّه عادة ما يحتوي على بعض أكاسيد الحديد التي تعطيه الصبغة الحمراء، أو الوردية، وهو يحتوي أحياناً على بعض المعادن الدكناء؛ ما يضيفي عليه اللون الرمادي.



كوارتزيت

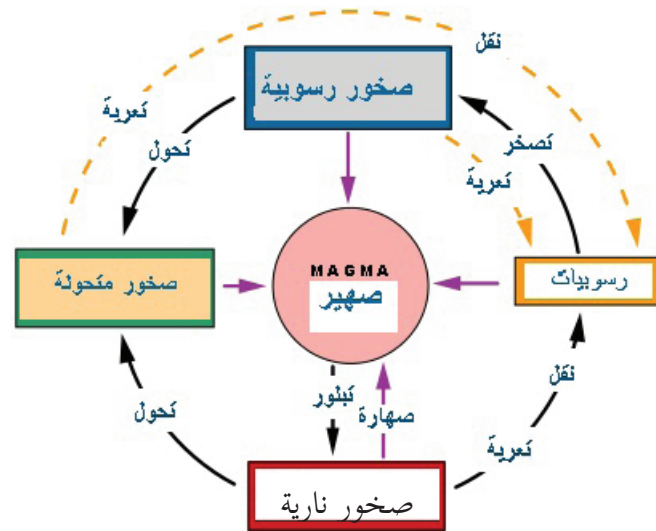
نشاط (2) عملي: أجمع قطعاً مكسورة من عدة أنواع من الصخور، ثمّ تعاون مع زملائي لعمل لوحة فسيفساء من هذه الصخور، أو أي قطعة فنية.

دورة الصخور:

يُعدّ مفهوم دورة الصخور أحد الأساليب لفهم العلاقات المتبادلة بين أنواعها الرئيسة، والعمليات المسؤولة عن تحويل نوع منها إلى آخر.

وأول أنواع الصخور هي الصخور النارية، التي تتكوّن عندما تبرد المواد المائعة المسماة (ماجما)، ثمّ تتجمّد (تبلور)، وعملية التبلور هذه قد تحدث تحت سطح الأرض، أو بعدما تخرج (الماجما) إلى السطح على شكل انفجار بركاني. وعندما تصبح الصخور النارية مكشوفة على سطح الأرض، تتعرّض للتجوية التي تعمل مع تعاقب الأيام على تفتيت هذه الصخور، وتحليلها، ونواتج التجوية هذه تنقل بعوامل التعرية المختلفة، مثل: المياه الجارية، والجليد الزاحف، والرياح، والأمواج، ثمّ ترسب في المحيطات على شكل طبقات، ثمّ تصبح صخوراً متماسكة؛ بفعل ضغط وزن الرواسب فوق هذه الطبقات، أو بفعل ترسّب المواد اللاحمة في المسام بين الرواسب. ويُعرّف هذا النوع من الصخور بالصخور الرسوبية. وعندما تندفن هذه الصخور في الأعماق، أو عندما تدخل فيما يُسمّى عمليات تكوين الجبال، تتعرّض لضغط، وحرارة عاليين يجعلانها تتكيّف معهما؛ فتتحوّل إلى نوع آخر من الصخور يُسمّى الصخور المتحوّلة. وعندما يزداد الضغط، والحرارة على الصخور المتحوّلة، فإنّها تتحوّل إلى صهير، يعود، ويتبلور مرّة ثانية على شكل صخور نارية.

وهذه الدورة للصخور ربّما لا تكون كاملة، كما ذكر آنفاً، بل قد تسلك بعض الطرق القصيرة، فالصخور النارية مثلاً، ربما لا تتعرّض للتجوية، والتعرية، وهي على سطح الأرض، وإنّما تتعرّض لضغط، وحرارة عاليين، وهي تحت السطح، فتتغير إلى صخور متحوّلة، كما أنّ الصخور الرسوبية، والصخور المتحوّلة، والرواسب غير المتلاحمة قد تنكشف على سطح الأرض، وتعرّض للتجوية، ثمّ التعرية، والإرساب، فتصبح صخوراً رسوبية.



تبدأ الدورة بالصخور النارية التي تكوّنت على سطح الأرض، وتعرّضت إلى التفتيت؛ بفعل عوامل الجو، فانجرفت الفتات إلى أحواض الترسيب، وترسّبت على شكل طبقات تعرّض جزء منها للهبوط لأعماق كبيرة؛ بفعل الحرارة، والضغط، وتغيّر نوعية الصخر من ناحية المعادن، والنسيج (متحوّل)، وتعرّض الصخور المتحوّلة إلى الضغط، والحرارة العالية، فتنصهر، ثمّ تبرد، ثمّ تتصلّب، ثمّ تصبح صخوراً نارية، ثمّ بركاناً.

الشكل: دورة الصخور

الأسئلة:



- 1- ما أقسام عملية التجوية؟
- 2- ما خصائص الصخور الرسوبية؟
- 3- ما أهمّ العوامل التي تحوّل الصخور؟
- 4- ما الترافرتين؟
- 5- أذكر نوعاً واحداً على كلّ من:
 - أ- الصخور النارية:
 - ب- الصخور الرسوبية:
 - ج- الصخور المتحولة عن الحجر الجيري:
 - د- الصخور المتحولة عن الصخور النارية:



الموقف التعليمي التعلّمي (1-2): أنواع الحجر الفلّسطيني المستخدم في أعمال البناء

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

يرغب مواطن في إنشاء مبنى، فطلب من مكتب هندسي استشاري الإشراف على اختيار نوع حجارة البناء، ولون الحجارة، ونقشها.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من المواطن عن: - نوع المنشأة: سكنية، وتجاري، وفيلا، أم متعدّدة الأدوار؟ - موقع المبنى. - مواصفات المبنى، واستخداماته. - الميزانيّة المرصودة للمبنى. - الفترة الزمنيّة المطلوبة للتنفيذ. - المخططات الهندسية للمبنى. • أجمع بيانات عن: - أبنية من النوع نفسه قريبة من الموقع المراد البناء عليه. - أهم أنواع الحجر، وأماكن استخراج الحجر الفلّسطيني. - أماكن مصانع الحجر والرخام. - نوع الحجر، ومواصفاته، ولونه، ونقشه، وسعره. - كيفية نقل الحجر إلى الورشة.	• البحث العلمي. • الحوار، والمناقشة. • العصف الذهني.	• الوثائق: (طلب المواطن، وكتالوجات، ومخططات المبنى). • الحاسوب. • الإنترنت: مصادر ذات مصداقية.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات حول: أنواع الأبنية، وأنواع الحجر، ومواصفاته، وألوانه، ونقشه، وسعره، ومكان استخراجها، وسعره. - أحدّد أنواع الحجر الفلّسطيني المتوفّر، وألوانه، ومواصفاته، وأبعاده، ونقشه، وسعره. - أضع مقترحات وسيناريوهات لعدّة أنواع من الحجر. - دراسة المقترحات والبدائل، وتحديد نقاط القوة والضعف. - الاتفاق مع صاحب المبنى على المقترح الأنسب من حيث نوع الحجر، ومواصفاته، وأبعاده، ولونه، ونقشه، وسعره. - أعدّ خطة إجرائيّة للتنفيذ ضمن إطار زمني محدّد.	• المناقشة، والحوار. • التعلّم التعاوني (العمل ضمن فريق). • العصف الذهني. • استمطار الأفكار حول أنواع الحجر.	• الوثائق: (طلب المواطن، المعلومات التي جُمعت، وكتالوجات). • الإنترنت: مصادر ذات مصداقية. • قرطاسية.

أنفذ	• أحضر عدّة عيّّنات من أنواع مختلفة من الحجر بألوان مختلفة، وتشطيبات مختلفة. • عرض العينات على صاحب المبنى ومناقشته حول الحجر المطلوب من حيث (مواصفاته، ولونه، ونوعه، وأبعاده، وسعره)، وأتفق معه. • أجهّز حسابات الكمية المطلوبة من الحجر. • أتفق مع صاحب مصنع حجر على آلية التوريد. • أجري التعديلات النهائية إن وُجدت.	• المناقشة، والحوار. • مجموعات عمل. • العصف الذهني.	• قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: (طلب صاحب المبنى، والمخططات، والمعلومات التي جُمِعت، وكتالوجات).
أتحقّق	أتحقّق من: • اختيار الحجر المناسب من حيث (نوعه، ومواصفاته، ولونه، ونقشه، وسعره، وأبعاده). • إنجاز العمل وفق ما أُتفق عليه. • إنجاز العمل وفق المعايير والمواصفات، وفق الجدول الزمني المحدّد.	• المناقشة، والحوار. • التعلم التعاوني / مجموعات.	• حاسوب. • الوثائق: (طلب المواطن، والمخططات، والمعلومات التي جُمِعت، وكتالوجات). • الإنترنت: (مواقع ذات مصداقية).
أوثّق، وأقدّم	• أوثّق: - أنواع الحجر، ومواصفاته، ونقشه، وألوانه، وأبعاده، والكمية المطلوبة. - آلية اختيار الحجر المناسب بما يحقّق المواصفات والمعايير. • أعرض الحجر الذي تمّ اختياره. • أفتح ملفاً بالحالة (أنواع الحجر الفلسطيني المستخدم في أعمال البناء).	• المناقشة، والحوار. • التعلم التعاوني / مجموعات.	• حاسوب، وأجهزة عرض. • الوثائق: سجلات.
أقوم	• رضا المواطن، وموافقة على الحجر الذي تمّ اختياره. • مطابقة الحجر الذي تمّ اختياره للمواصفات والمعايير العالمية للجودة.	• المناقشة، والحوار. • البحث العلمي / أدوات التقويم المعتمدة.	• الوثائق: (طلب المواطن، المخططات)، نماذج التقويم الأصيل. • كتالوجات ونشرات عن معايير الحجر، ومواصفاته. • الإنترنت: (مواقع ذات مصداقية).

الأسئلة:



بِمَ يمتاز الحجر الفلسطيني؟



أتعلم:

أنواع الحجر الفلسطيني المستخدم في أعمال البناء.

نشاط (1) نظري: أزور مصنع حجر قريباً من منطقة سكني، وأتعرّف إلى أهم أنواع الحجر الفلسطيني المستخدم في أعمال البناء، ثم أناقش ما توصلت إليه مع زملائي ونكمل الجدول الآتي:

اسم الحجر	لونه	أبعاده	النقش أو التشطيب
جماعين			
بيير زيت	أبيض		مجلي
		30 سم * 30 سم * 2 سم	
تفّوح			

الحجر الفلسطيني:

تغطّي الصخور الرسوبية معظم جبال فلسطين، وتنتشر في جبال الجليل، ونابلس، والخليل، والنقب، ومن أنواعها: الصخور الطباشيرية، والرملية، والصوّان، والطينية، والجيرية التي تُستخدم كحجارة للبناء. تشكّل الصخور الجيرية العنصر الأساسي في تكوين أرض فلسطين، وتشكّل المصدر الأساسي لمواد البناء؛ من رمال، وحصمة، وحجارة بناء، في حين لا تشغل الصخور الأخرى؛ من نارية، أو متحوّلة، إلا مساحة صغيرة جداً.

فلسطين بلاد مقدّسة، وصاحبة الرسالات السماوية الثلاث، وعليه، فإنّ الحجر المستخرج من الأرض المقدسة يُعدّ ذا قيمة عالية على المستويين العالمي، والديني، حيث يُطلق عليه عالمياً اسم (حجر القدس) (Jerusalem Stone). يُعدّ الحجر الطبيعي من أفضل مواد البناء التي عرفها الإنسان على مرّ العصور، وأجودها، حيث إنّهُ يتميزّ بخواصّ التحمّل للظروف الطبيعية، بالإضافة إلى توفّره للإنسان كمادة طبيعية في مواقع مختلفة من الأرض، ويمكن استخراجه، وتشكيله بسهولة، وهو من أهم الموارد الطبيعية الموجودة في فلسطين، حيث يُستخدم هذا الحجر على نطاق واسع في تشييد المباني، وهذا المورد من الركائز الاقتصادية في فلسطين. وتُعدّ صناعة الحجر والرخام في فلسطين واحدة من أكبر الصناعات، وأهمّها، وتشكّل رافداً رئيساً للاقتصاد الوطني الفلسطيني.

تبدأ صناعة الحجر الفلسطيني من المقالع، حيث يعتمد اكتشافها على خبرات ذوي التجربة، بناءً على طبيعة الأرض، أو باستخدام أجهزة حديثة، كالفحص الجيوفيزيائي؛ لتوقع جودة الحجر المتوفّر، وكميته، ويتمّ تسوية الصخر، وترسيمه؛ تمهيداً لقصّه بمنشار كهربائي، واستخراجه على شكل كتل، توضع في شاحنات، وتنقل إلى المصانع؛ ليتمّ تقطيعها إلى قطع صغيرة، وفق الطلب، واللّون، والنوع، ثمّ يدقّها (ينقشها) حرفيون، وفق الطلب. وهناك عدّة استخدامات للحجر، فقد يُستخدم للبناء الخارجي، والداخلي، والزخرفة، والمداخل، والأرضيات، وهناك الحجر الصّلب، والأقلّ صلابة، وهناك الأبيض، والكريمي، والأصفر، والأزرق، والأسود، والذهبي، والبني، والرمادي، وغيرها.

تصنيفات الحجر في فلسطين:

هناك عدّة طرق لتصنيف الحجر، منها: التصنيف وفق الجودة (نخب أ، ونخب ب، ونخب ج)، وهو ما تحدّده المواصفات الفلسطينية لحجر البناء، والتصنيف وفق المنطقة التي استُخرج منها الحجر، ويُسمّى الحجر وفق

اسم المنطقة، مثلاً: حجر جمّاعين، وحجر عصيرة، وحجر بيت فجّار، وحجر الشيوخ، ... إلخ.
وفيما يأتي أهم أصناف الحجر الفلسطيني، وألوانه:

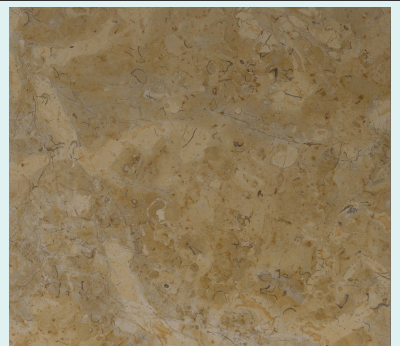
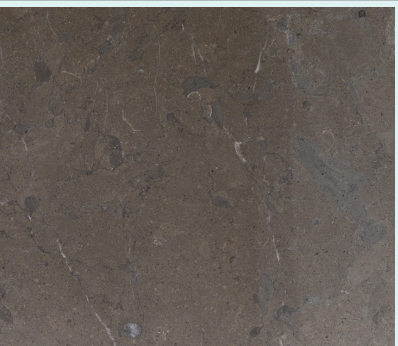
محافظة الخليل			
اللون	الترميز *	صنف الحجر - البند	المنطقة
أبيض عرق أحمر	H-IN-A	أرضي إنجاصة	الخليل - إنجاصة
أبيض عرق أحمر، وأصفر	H-IN-SD	بند السد	
أصفر كريمي	H-IN-Y	البند الأصفر	
أبيض	HB-IN-022	بند المترين	
أبيض عرق أحمر	H-IN-A	أرضي إنجاصة	
أبيض عرق أحمر وأصفر	H-IN-SD	بند السد	
أبيض	H-SH-AW	أرضي الشيوخ	الخليل - الشيوخ
كريمي	H-SH-AC		
أبيض	H-SH-162W	بند الـ 162	
كريمي	H-SH-162C		
أبيض	H-SH-S7	بند سوس الـ 7	
أبيض زهري	H-SH-P	بند الزهري	
أبيض كريمي	H-BN-SN	سنوت الأرضي	الخليل - بني نعيم
أصفر على بني	H-TF-S	تفّوح الصوانة	الخليل - تفّوح
أصفر فاتح - بيّج	H-TF-L	تفّوح الفاتح	
أصفر غامق - ذهبي	H-TF-M	تفّوح الوسطاني	
أصفر على احمرار (مُحمّر)	H-TF-A	تفّوح الأرضي	
أصفر على بني	H-TR-S	الصوانة	الخليل - ترقوميا
أصفر فاتح - بيّج فاتح	HB-TR-L	الفاتح	
أصفر	H-TR-M	الوسطاني	
أصفر ممّوج - بجمامة	H-TR-A	الأرضي	
أصفر على بني	H-TR-S	الصوانة	
كريمي	H-YT-C	يطا الكريمي	الخليل - يطا
أصفر	H-YT-Y	يطا الأصفر	
أبيض على زهري	H-YT-WP	أبيض زهري	
الأبيض	H-SA-W	حجر السموع	الخليل - السموع
الزهري	H-SA-P	حجر السموع	
أصفر	H-HL-Y	حجر حلحول	الخليل - حلحول

* الترميز للاطلاع فقط.

محافظتا بيت لحم ورام الله			
المنطقة	صنف الحجر – البند	الترميز *	اللون
بيت لحم - بيت فجّار	أصفر بيت فجّار	B-BF-Y	أصفر
	أبيض بيت فجّار	B-BF-W	أبيض
	كريمي بيت فجّار	B-BF-C	كريمي
	مراوي بيت فجّار	B-BF-M	كريمي على أصفر
	أزرق بيت فجّار	B-BF-B	أزرق
رام الله - بير زيت	بير زيت الأسود	R-BZ-G	أسود/ سكني
	بير زيت الأصفر	R-BZ-Y	أصفر
رام الله - بيت دقّو	حجر بيت دقّو	Y-BD-G	أصفر
		R-BD-G	سكني
		R-BD-R	أحمر
محافظات الشمال: قلقيلية، ونابلس، وسلفيت، وجنين			
المنطقة	صنف الحجر - البند	الترميز	اللون
قلقيلية - إمّاتين	حجر إمّاتين	Q-IM-y	أصفر
		Q-IM-W	أبيض
نابلس - النصّارية	حجر النصّارية	N-NS-G	أسود - سكني غامق
		N-NS-Y	أصفر
نابلس - عوريف	حجر عوريف	N-OR-WB	أبيض - أبيض مزرق
جنين - قباطية	حجر القطعة	J-QB-QT	أبيض - كريمي
	حجر خلة اللوز	J-QB-LZ	أصفر - كريمي
	حجر الخربة	J-QB-KH	أبيض - كريمي
جنين - مسلية	حجر مسلية	J-MS-YC	أصفر - كريمي
سلفيت - جماعين	الأبيض	SL-JM-W	أبيض
	ارضي	SL-JM-A	أبيض مزرق
جنين - كفر راعي	حجر كفر راعي الأصفر	J-KR-Y	أصفر
	حجر كفر راعي الأبيض	J-KR-W	أبيض
جنين - فحمة	حجر فحمة	J-F-W	أبيض
جنين - عرّابة	حجر عرّابة	J-AR-WB	أبيض، وأزرق
جنين - الكفير	حجر الكفير	J-KF-Y	بيج

* الترميز للاطلاع فقط.

نشاط (2) عملي: أزور مصنع حجر قريباً من منطقتي، ثمّ أساعد مدير الإنتاج على فرز خامة الحجر، بناءً على منطقة استخراجها، وألوانه.

		
حجر الكفير - جنين	حجر قباطية - جنين	حجر جماعين - سلفيت
		
حجر بيت دقو - رام الله	حجر النصارية - نابلس	عصيرة القبلية - نابلس
		
حجر إنجاصة - الخليل	حجر بيت فجّار - بيت لحم	حجر بير زيت - رام الله
		
حجر الشيوخ - الخليل	حجر يطّا - الخليل	حجر تفّوح - الخليل

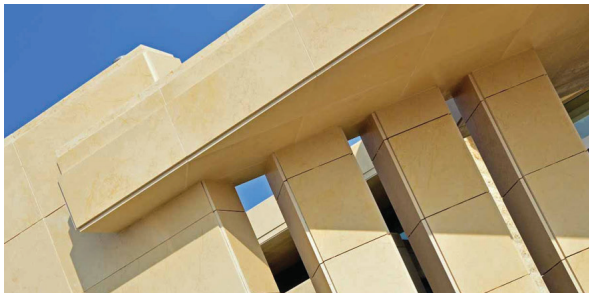
صور لبعض المباني من الحجر الفلسطيني:



حجر إنجاصة



حجر جمّاعين



حجر تفّوح



حجر الشيوخ

الأسئلة:



- 1- ما أهمّ مزايا استخدام شواكيش الهواء في الحفر؟
- 2- ما أهمّ عيوب القصّ بسلك الألماس؟
- 3- ما دور ماكينة النشر في المحاجر؟

أسئلة الوحدة:



السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1 ما أصل الصخور النارية؟

- أ- رواسب.
- ب- تصلب الماجما.
- ج- الزجاج.
- د- فئات صخري.

2 ما أكثر الصخور انتشاراً في فلسطين؟

- أ- الصخور النارية.
- ب- الصخور المتحوّلة.
- ج- الصخور الجيرية.
- د- الصخور الوحلية.

3 ما المميّز في شكل الصخور الرسوبية؟

- أ- تظهر على هيئة طبقات متتابة.
- ب- لونها غير واضح.
- ج- معادنها غير معروفة.
- د- ليس لها شكل محدّد.

4 ما أكثر الصخور الرسوبية وجوداً في العالم؟

- أ- الحجر الرملي.
- ب- حجر الصّوّان.
- ج- الحجر الجيري.
- د- الحجر الوحلي.

5 ما العوامل التي تعمل على تحويل الصخور؟

- أ- الضغط، والحرارة، والسوائل النشطة كيمائياً.
- ب- الضغط، والحرارة.
- ج- الحرارة، والسوائل النشطة كيمائياً.
- د- الضغط فقط.

6 ماذا يُطلق على الحجر الفلسطيني عالمياً؟

- أ- حجر فلسطين.
- ب- حجر القدس.
- ج- الحجر الصُّلب.
- د- الحجر الفاتح.

7 ما الرخام؟

- أ- صخر ناري.
- ب- صخر رسوبي.
- ج- صخر متحوّل عن صخر جيري.
- د- صخر متحوّل متورّق.

- السؤال الثاني: ما أهم خصائص الصخور النارية؟
- السؤال الثالث: ما أنواع التحول في الصخور المتحولة؟
- السؤال الرابع: أذكر أهم استخدامات صخر الجرانيت.
- السؤال الخامس: أشرح دورة الصخور، موضحة بالرسم.
- السؤال السادس: كيف يُصنّف الحجر في فلسطين، ويُسمّى؟
- السؤال السابع: أذكر أمثلة عن أهم المحاجر في شمال فلسطين، ووسطها، وجنوبها، مع ذكر ألوان الحجر فيها.
- السؤال الثامن: ما أهم ميزات الحجر الفلسطيني؟

دراسة حالة

أعالج الموقف الآتي بخطوات العمل الكاملة:
طلب مهندس من صاحب مصنع حجر طلبية حجر لون أبيض بتشطيب طبقة للتليس الخارجي.

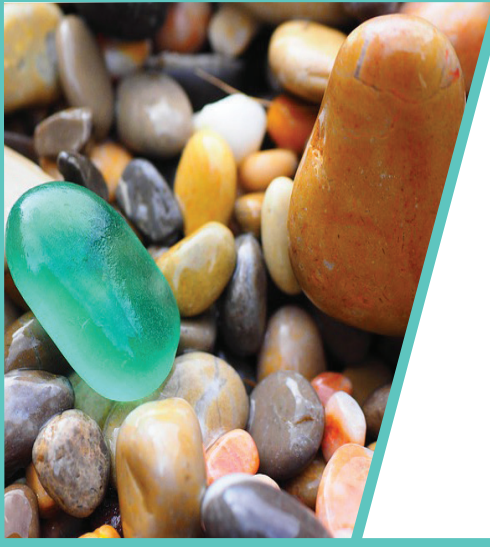
المشروع

أتعاون مع مجموعة من زملائي؛ لعمل بحث ميداني لجمع عينات من الصخور لعرضها في زوايا صفية وتصميم بطاقات لكل عينة توضح (النوع والخصائص والاستخدامات)، مع مراعاة وضع خطوات المشروع: اختيار المشروع، ووضع خطة له، وتنفيذه، وتقويمه.

الوحدة الثانية مقالع الحجر الطبيعي



✓ أناقش: تُعدّ مقالع الحجر رافداً اقتصادياً مهماً في فلسطين.



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا على قادرين على تحسين جودة إدارة المحاجر، من خلال الآتي:

- 1- استخراج الحجر الخام من مقالع الحجر.
- 2- استخدام التكنولوجيا، والمعدات، والماكينات في مقالع الحجر.
- 3- نقل الحجر الخام، وتخزينه، وتصنيفه.
- 4- تأهيل المقالع ضمن المعايير البيئية (مقالع صديقة للبيئة).



الكفايات المهنية:

الكفايات المُتَوَقَّع من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها:

أولاً- الكفايات الحرفية:

- 1- تصنيف الخامات محلياً، وعالمياً.
- 2- التميّز بين وسائل التكنولوجيا المستخدمة في استخراج الخام الطبيعي.
- 3- تحديد طرق نقل الحجر الخام، وتخزينه، وفق معايير السلامة، وقواعدها.
- 4- استخدام الطرق التي تحد من الآثار السلبية لمقالع الحجر على البيئة.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- 1- العمل ضمن فريق.
- 2- تقبّل التغذية الراجعة.
- 3- احترام الرأي، والرأي الآخر.
- 4- الحفاظ على خصوصية الزبون.
- 5- التحلي بأخلاقيات المهنة في أثناء العمل.
- 6- القدرة على الاتصال والتواصل الفعال.
- 7- مصداقية التعامل مع الزبون.
- 8- الاستعداد لاستشارة ذوي الخبرة، والاختصاص.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

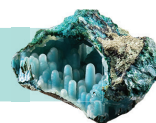
- 1- الحوار والمناقشة..
- 2- التعلم التعاوني..
- 3- العصف الذهني.
- 4- البحث العلمي.

قواعد الأمن والسلامة:



- 1- توفير حقيبة الإسعاف الأولي، وأدواته.
- 2- وضع لافتات إرشادية، وتحذيرية.
- 3- ارتداء ملابس الأمان والسلامة العامة، وأدواته.
- 4- توفير نقاط إطفاء موزعة وفق المعايير.
- 5- التخزين السليم للخامات.
- 6- وضع تعليمات تشغيل الماكينات.

الموقف التعليمي التعلُّمي (2 - 1): طرق استخراج الخام من المقالع

وصف الموقف التعليمي التعلُّمي:

شركة تصنيع حجر طلبت خامات ذات لون أصفر من مقلع حجر.

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحللها	- أجمع البيانات من شركة تصنيع الحجر عن: نوع الحجر الخام، ومواصفاته، واللون، وكمية الخامة المطلوبة، والمنطقة الجغرافية المستخرج منها الخام. - أجمع البيانات عن: الخامات ذات اللون الأصفر، ومواصفاتها، وأماكن تواجدها.	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني.	- الوثائق: طلب الشركة، والكتالوجات. - الحاسوب. - الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	- تصنيف البيانات التي جُمِعَتْ إلى: نوع الخام، والمواصفات، ومكان المنشأ، والكميات المطلوبة. - أفحص توفر الكميات ذات اللون الأصفر - دراسة البدائل، وأعدّ مقترحات أخرى عن الخامات الصفراء. - أجهّز البيئة المناسبة للعمل. - أعدّ خطة إجرائية وفق جدول زمني محدّد.	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). - العصف الذهني (استمطار الأفكار حول نوع الخامة المناسبة).	- الوثائق: - (طلب شركة تصنيع الحجر، وكتالوجات). - الإنترنت:. (مصادر ذات مصداقية). - قرطاسية.
أنفّذ	- أحدّد العينة ذات اللون الأصفر المراد استخراجها، والاتفاق عليها. - إجراء المقترحات أو التعديلات المتفق عليها على الطلبية. - البدء بالاستخراج وفقاً للجدول الزمني	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني.	- حاسوب. - الأدوات والمعدات اللازمة لاستخراج الحجر المطلوب
أتحقّق من	- أتحقّق من: - استخراج عينة الحجر المطلوب حسب اللون والكمية والمواصفات المتفق عليها مع صاحب المصنع. - إنجاز العمل وفق المعايير والمواصفات وفق الجدول الزمني المحدّد.	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني.	- الوثائق: - (طلب صاحب المصنع، والكتالوجات). - الحاسوب. - الإنترنت.

• الوثائق: (سجلات). • حاسوب (عليه برامج العرض).	• التعلم التعاوني. • الحوار والمناقشة.	• أوثق مواصفات الحجر الخام، وأماكن تواجد الحجر الأصفر، والكميات المطلوبة من العينة. • أقدم عرضاً حول العينة المتفق عليها. • أعد ملفاً خاصاً بالحالة (مواصفات الخامات ذات اللون الأصفر).	أوثق، وأقدم
• الوثائق: نماذج توثيق مناسبة، وطلب الشركة، وكتالوجات، ونماذج التقويم الأصيل). • الإنترنت (مصادر موثوقة).	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• رضا شركة تصنيع الحجر عن المادة الخام المطلوبة. • مطابقة الحجر للمعايير والمواصفات.	أقوم

سؤال:



أذكر خمسة من مقالع الحجر التي تُنتج الخامات ذات اللون الأصفر.

أتعلم:



استخراج الحجر الخام من المقالع

نشاط (1) نظري:



أزور محجراً قريباً من منطقة سكني، وأتعرّف إلى طرق استخراج الخامات منه، ثم أناقش ما توصلت إليه مع زملائي، ونكمل الجدول الآتي:

رقم المقلع	لون الخامات	طرق الاستخراج	المعدات المستخدمة
1	أصفر	القص	ماكينة المنشار

نشاط (2) نظري:



أكتب موجزاً مختصراً عن الطرق التقليدية والتكنولوجية للتجوير في مقالع الحجر، مستخدماً الفيديو عبر الشبكة العنكبوتية (الإنترنت).

صناعة الحجر و الرخام في فلسطين

تعد صناعة الحجر و الرخام من أهم الصناعات في فلسطين، ولا يزال أصحاب المحاجر يعتمدون على الخبرة، ويتبعون الطرق التقليدية في الكشف عن المحاجر، عبر إزالة طبقات الطمّم، والأترية (الكشفة) بالحفّارات، وهذه عملية طويلة، ومكلفة جداً، وغير مضمونة النتائج؛ إذ أحياناً ما يستنزف أصحاب المحاجر جهودهم، ووقتهم، ومالهم في عملية الكشف دون فائدة، حيث يكون المكان غير مناسب لعملية الاستخراج. لهذا لا بدّ من اتّباع الوسائل الحديثة في طرق الكشف عن طبقات الصخور قبل البدء بعملية الاستخراج، ومن هذه الوسائل:

1. المسح الجيوفيزيائي:



جهاز الجيو رادار

هو دراسة طبقات الأرض، باستخدام علوم الفيزياء والجيولوجيا؛ لفحص تواجد الثروات الطبيعية، مثل المعادن، والبترو، والغاز، والمياه الجوفية، والصخور.

فوائد المسح الجيوفيزيائي:

- أ. تحديد سُمْك الطبقات التي تعلو طبقة الخامة (طبقة الرّدْم).
- ب. تحديد سُمْك طبقات الخامة.
- ج. دراسة الصدوع والشروخ، ومدى تأثيرها على جودة الخامة، وكذلك وجود الفجوات والكهوف.
- د. توفير الوقت و الجهد والمال على اصحاب المحاجر.

2. الحفار :



حفّار لأخذ عينات

يستخدم لأخذ عينات للكشف عن طبقات الصخر الموجودة في المحاجر.

أهمية أخذ العينات:

- أ. تحديد مدى تجانس الخامات، وألوانها، وقابليتها للتلميع.
- ب. تعيين الخواصّ الميكانيكية، والفيزيائية، والكيميائية، والمعدنية للخامات الموجودة.
- ج. تقدير حجم المخزون من الخامة.
- د. سهولة تحديد المكان الأمثل لبدء التحجير.

- هـ. إمكانية التعاقد على كميات كبيرة من الخامات قبل استخراجها.
- و. إمكانية التسويق المبكر للخامات قبل استخراجها.



TRAVERTINE CORE



GRANITE CORE

*** المحجر:** هو مكان استخراج الحجر الطبيعي من الأرض.

*** التحجير:** هو عملية استخراج الحجر الطبيعي من باطن الأرض، وغالباً ما تسبق عملية التحجير عملية استكشاف للموقع. وتتم عملية الاستكشاف بالاعتماد على الخبرة، أو على ما يُسمّى المسح الجيوفيزيائي عبر تكنولوجيا حديثة.

وتنتشر المحاجر على امتداد الأراضي الفلسطينية من جنوب الضفة الغربية إلى شمالها، وتُعدّ رافداً قوياً للاقتصاد الفلسطيني؛ لأنها توفرّ الم. واد الخام لأهم قطاع صناعي إنتاجي في فلسطين. وترتكز هذه الصناعة في عديد من المحافظات في الضفة الغربية.

الحصول على التراخيص الصناعية لفتح محجر:

في كثير من الدّول، لا يتمّ منح التراخيص المطلوبة لفتح محجر، إلّا بعد إجراء المسح المطلوب، وأخذ العينات؛ للتأكد من توفرّ الصخور الطبيعية، وبالمواصفات، والألوان المطلوبة، ويمكن تلخيص شروط الحصول على التراخيص الصناعية فيما يأتي:

- 1- ملائمة الموقع لفتح محجر.
- 2- عمل الدراسات المطلوبة.
- 3- ضمان أن يكون الموقع ملائماً بيئياً.
- 4- توفرّ شروط السلامة العامة.
- 5- إعادة تأهيل المحجر (استصلاحه)، بعد الانتهاء من عملية التحجير.

نشاط (3) نظري: أזור أحد مكاتب وزارة الاقتصاد الوطني الفلسطيني في منطقتي، ثمّ أعبئ النماذج الخاصة للحصول على ترخيص لفتح محجر جديد.

مراحل التحجير (خطوات التحجير):

بعد الحصول على التراخيص المطلوبة من الجهات ذات العلاقة، تبدأ عملية استخراج الصخور من باطن الأرض، وفقاً للمراحل الآتية:



1- كشف المنطقة المراد تحجيرها:

وتتمثل بإزالة طبقة التراب والرّدم والطّمم؛ بهدف الوصول لطبقة الصخر ويتفاوت عمق الطبقة الترايية بين محجر وآخر، وقد تختلف في المحجر نفسه من منطقة إلى أخرى، وتصل في بعض المناطق إلى ما يقارب الـ (30) متراً، أو يزيد.

وتتمّ عملية التخلص من طبقة الأتربة، أو ما يُسمّى الكشف، باستخدام (الباجر)، والجرافات، وهذا ما هو متّبع في غالبية المحاجر في فلسطين، وتستغرق هذه العملية وقتاً طويلاً، وهي عملية مكلفة جداً أيضاً؛ بسبب ارتفاع هذه الطبقات، وضرورة استخدام (الباجر) في تحطيم هذه الطبقة غير الصالحة للتصنيع، وتكسيورها، ولتسهيل إزالة هذه الطبقة، وتسريعها، يلجأ أصحاب المحاجر إلى استخدام المتفجرات؛ لتكسير هذه الطبقة، وخلخلتها. ومن الجدير بالذكر أنّ استخدام هذه التقنية يتمّ من فنيين مختصين في هذا المجال؛ خوفاً من التأثير على الصخر الصالح للتصنيع. ونادراً ما تُستخدم مثل هذه التقنيات في فلسطين. وفيما يأتي صُور توضّح ذلك:





2- تنظيف طبقة الصخر (البند): تتم عملية التنظيف؛ حتى تتضح معالم طبقة الصخر بشكل جيد، ويمكن مشاهدة أي عروق في الطبقة، أو كسر فيها، وتحديد طبقة الصخر (البند): توضع علامات وإشارات تدل على مكان تواجد الحلول، أو الفكاك، أو الكسر في الصخر.

3- تقسيم البند (الكشفة)، وتقطيعه: ويعتمد على مدى وجود الكسور في المنطقة على النحو الآتي:



أ- المناطق التي تخلو فيها الصخور من الكسور:
يتم تقطيع المنطقة التي تخلو من الكسور والعروق، وقصّها إلى بلوكات بقياسات معينة، بواسطة ماكينات نشر خاصّة بخامة المحاجر، مثل ماكينة نشر الخامة، وهي ماكينة بمنشار، تُستخدم في تقطيع طبقات الصخر في المحاجر، وتقسيمها إلى كتل بقياسات معينة، ومحدّدة يسهل استخراجها، ونقلها إلى مصانع الحجر. وهناك نوع آخر من الماكينات تستخدم الحبل، وتؤدي الدور نفسه.

ب- المناطق التي تحتوي فيها الصخور على كسور:
ويتم استخراج الصخور التي تحتوي على عروق وكسور كثيرة من المناطق ذات الحجارة الصغيرة بعدّة مراحل، هي:



المرحلة الاولى: وتتم باستخدام الحفار اليدوي (الكمبريسة) يتم عمل ثقب بجانب بعضها بعضاً، وعلى استقامة واحدة، وتتراوح المسافة بين كل ثقب وآخر من 10-15 سم، ويبلغ متوسط عمق الثقب 80 سم، ويعتمد ذلك على سُمك الطبقة الصخرية.



المرحلة الثانية: توضع الأسافين المعدنية في الثقوب، وقد يكون إسفين الثقب من 3 قطع:



المرحلة الثالثة: الضرب على الإسفين بالمطرقة ذات أوزان مختلفة؛ لغاية انفصال الصخرة عن الطبقة:

حجم الكتل الحجرية (الصخور)

يعتمد حجم الكتل الحجرية المستخرجة من المحاجر على الآتي:

- 1- طبيعة المنطقة الجغرافية.
- 2- التقنية المستخدمة في استخراجها.
- 3- طبيعة الصخر.
- 4- سُمْك طبقة الصخر، ونوعها.
- 5- خلوّ البند (الطبقة الصخرية) من الكسور.

طرق التحجير

تُصنّف أنواع المحاجر إلى صنفين وَفْق الآتي:

- أولاً- التحجير السطحي، أو المحاجر المكشوفة (Opencast Quarries).
- ثانياً- التحجير تحت سطح الأرض (Underground Quarrying).



محجر سطحي مقام على منحدر جبلي

أولاً: التحجير السطحي، أو المحاجر المكشوفة

يُعدّ التحجير السطحي الأكثر انتشاراً، حيث يعتمد على إنشاء المحجر في الأماكن التي تتواجد فيها الخامات الحجرية، وتشكّل المحاجر المكشوفة الغالبية العظمى من المحاجر.

* خصائص التحجير السطحي:

- 1- إمكانية توفير مساحة عمل كبيرة: يدرك العاملون في المحاجر جيداً أهمية المساحة، خاصة عند الحاجة لعمل بعض المناورات:
- 2- الاعتماد على التضاريس: فالمحاجر المقامة على منحدرات وعرة تكون أكثر صعوبة، بينما تلك المقامة على أراضي منبسطة تكون أسهل في العمل.



محجر سطحي مغمور بالكامل بمياه الأمطار

- 3- لا يكون هناك حاجة للتهوية والعزل، على عكس التحجير تحت سطح الأرض الذي يستلزم توفير ذلك، ويتمّ استغلال ضوء الشمس في الإنارة الطبيعية، وتجفيف المياه المستخدمة في عمليات الاستخراج.
- 4- تبعاً للظروف المناخية، فإنّ المحاجر السطحية (التحجير السطحي) يمكن أن يتوقف العمل فيها في حالات الطقس السيئ، كهطول كثيف للأمطار، أو عواصف شديدة، أو درجات الحرارة المرتفعة جداً.

- وقد تمتد الظروف الجوية لمُدّد طويلة، قد تصل إلى عدّة شهور؛ ما قد يؤثر سلباً على عمليات التحجير السطحي، وهذا -بالطبع- يشكّل مشكلة كبيرة، وخصوصاً إذا كان مطلوباً من المحجر تعاقدات كبيرة.
- 5 - عملية التحجير السطحي لا تكون محصورة بين جانبيين وسقف، كما هي الحال في محاجر الأنفاق، فبالتالي يتميّز التحجير السطحي بمرونة عالية في العمل (عدم الحاجة لتقوية جوانب المحجر).
 - 6 - التحجير السطحي لا يحتاج إلى دعائم، وتقوية للطبقات العلوية، فعندما تدعو الحاجة إلى التوقف، والانتقال إلى منطقة أخرى، يتمّ ذلك بمنتهى البساطة.
 - 7 - التحجير السطحي الحرية في استخدام المتفجرات؛ لإزالة الطبقات غير المرغوب فيها، وفتح اتجاهات جديدة للتحجير، حيث إنّ مخاطر الانهيارات تكون أقلّ بكثير.

طرق استخراج الصخور في عمليات التحجير السطحي أو المحاجر المكشوفة

- 1- طريقة الكتلة الكبيرة: في هذه الطريقة، يتم فصل جزء كبير من الصخر، ثم تقسيمه إلى بلوكات بالحجم المطلوب، وهي طريقة اقتصادية؛ نظراً لتوزيع تكلفة عملية الفصل على كتلة كبيرة، ويمكن أن يكون طول الكتلة من 6 - 12 متراً، وارتفاعها 3 أمتار، أو مضاعفاتها، ويجب الاستفادة من وجود أيّ فواصل طبيعية.
- 2- طريقة الكتلة الصغيرة: في هذه الطريقة، يتم استخراج البلوكات بالحجم المطلوب، ويعيها العدد الكبير من القُطع الأفقي والرأسي؛ ما يزيد من حجم الهوالك. ولكن استخدام هذه الطريقة ضروري في حالة وجود تغيرات جانبية كثيرة تستلزم التحكم في حجم البلوكات؛ حتى يمكن ضمان أكبر قدر من التجانس، وتحقق هذه الطريقة معدل أمان أكبر من الطريقة السابقة؛ نظراً لانخفاض ارتفاع المصاطب.

ثانياً- التحجير تحت سطح الأرض Under ground Quarrying

هو التحجير الذي يتم تحت سطح الأرض، بحيث يتم التوجه مباشرة لطبقات الصخر، دون الحاجة إلى إزالة طبقات الطّم، كما هو متبع في التحجير السطحي، أو المحاجر المكشوفة.



محجر رخام تحت سطح الأرض، ويلاحظ الأعمدة المتروكة؛ لتدعيم استقراره

خصائص التحجير تحت سطح الأرض:

- 1- يتيح التحجير تحت سطح الأرض التوجه مباشرة إلى الخامات المطلوب استخراجها، على العكس من التحجير السطحي الذي قد يستلزم للوصول إلى الطبقة المطلوبة رفع طبقات عديدة من الطّم أو الرّدم، وإزالتها؛ ما قد يؤدي إلى فقدان كثير من الوقت، والمال، بالإضافة التي توليد كميات هائلة من الهوالك.
- 2- سهولة الوصول لمنطقة استخراج الحجر: يزيل التحجير من خلال النفق الصعوبات المرتبطة بتكاليف إنشاء الطرق، خصوصاً في الأماكن الجبلية، والشديدة الانحدار، حيث يكون من الضروري السير مسافة طويلة للوصول إلى المكان المناسب للاستخراج، ويسهل التحجير عن طريق الأنفاق إمكانية الوصول إلى مكان التحجير المناسب بسهولة.
- 3- الظروف البيئية: يقلل التحجير من خلال الأنفاق كثيراً من المشاكل البيئية المعتادة التي تُنتج من عمليات التحجير السطحي، مثل التشوه البصري، والمخلفات، والرّدم، والضوضاء، والغبار، والتأثير على الحياة النباتية.
- 4- الحماية من الطقس السيئ: يؤمن التحجير من خلال الأنفاق الحماية من الطقس السيئ، مثل الأمطار، والعواصف الشديدة؛ ما يؤمن استمرار العمل طوال العام دون توقّف.

والجدول الآتي يقارن بين التحجير السطحي، والتحجير تحت سطح الأرض:

نوع المقارنة	التحجير السطحي	التحجير تحت سطح الأرض
الحاجة لعمليات كشف الخامة (إزالة الطَّمَم).	أساسية	لا داعي لها (غير أساسية)
أنواع التكنولوجيا المستخدمة في الاستخراج.	جميعها	بعض منها
استعداد السلطات لمنح التصاريح.	قليلة	أكثر
معدلات الإنتاج.	عالية	قليلة
تأثير المناخ على سير العمل.	مؤثر جداً	غير مؤثر في معظم الأحوال
الأثر البيئي.	عالٍ؛ لأنه يُضِرُّ بالتضاريس، والميول، ومجري المياه، بالإضافة إلى تشوّه الطبيعة بالرّدْم.	محدود إلى حد كبير؛ بسبب بيئة العمل المغلقة نوعاً ما.
الأتربة، والغازات، ونواتج الحرق.	قدرة عالية على تشتيت هذه النواتج.	قدرة محدودة على تشتيت هذه النواتج.
الإضاءة.	أفضل من محاجر الأنفاق.	تحتاج لتركيب معدّات الإضاءة داخل النفق.
الضوضاء.	ضوضاء عالية، ولكن أقلّ منها في حالة التحجير تحت سطح الأرض.	زيادة في كمية الضوضاء؛ نتيجة الصدى في بيئة مغلقة.

أقسام المحجر

تتكوّن المحاجر من عدة أقسام، هي:

- 1- أرضية المحجر:** تُعدّ من العناصر المتصلة بعضها ببعض في المحاجر ذات المساحة المحدودة، أمّا المحاجر ذات المساحة الكبيرة، والتضاريس المتنوعة، فيمكن أن تكون ضمن مستويات (واجهات) متفاوتة منفصلة. وتُسمّى الواجهات المصاطب، حيث تتكوّن من جزء عمودي، يُسمّى الصاعد (السّد)، وجزء أفقي يُسمّى المستعرض (النائم)، ويشكل الجزء المنخفض من أرضية المحجر، والذي تتمّ فيه أعمال المحجر.
- 2- مكان تسوية (تربيع البلوكات، وتهذيبها):** وهو مكان تسوية البلوكات، ويكون بعيداً عن أماكن التشغيل؛ حتى لا يحدث تداخل في حركة المعدّات، ويراعي إجراءات الأمان والسلامة.

3- مكان تخزين البلوكات: هو مكان من أرضية المحجر، يُخصَّص لتخزين البلوكات، ويجب أن يراعى فيه الآتي:

- أ- سهولة فحص البلوكات، حيث يجب أن يكون المكان بعيداً عن ضجيج الآلات، وأي خطر محتمل.
- ب- سهولة حركة سيارات نقل البلوكات، ومناورتها.
- ت- تصنيف البلوكات وفقاً لجودتها، ودرجة لونها.

4- أماكن الحركة: يجب أن تكون أماكن حركة المعدات بعيدة عن مسارات خطوط الهواء المضغوط، وكابلات الكهرباء، كما يجب أن يكون هناك متسع لدخول السيارات، وخروجها؛ لتحميل البلوكات.

5- مكان إلقاء مخلفات الحجارة: يتم اختيار مكان إلقاء البقايا وفقاً للمواصفات الآتية:

- أ- سهولة الوصول إلى المكان.
- ب- انخفاض تكلفة التخلص منها.
- ت- اتساع المكان لحجم البقايا المقدرة في فترة زمنية محددة.
- ث- مراعاة البعد البيئي.
- ج- سهولة النقل؛ للاستفادة من الهالك، وتحويلها إلى منتجات أخرى.

6- الوحدات المساعدة (مولد الكهرباء، وخزان الماء، والأدوات، ومحطة الهواء المضغوط): من الوحدات الأساسية لكل محجر مولد الكهرباء (في حالة بعده عن خطوط الكهرباء)، و(كمبريسور الهواء المضغوط)، وخزان الماء الذي يتسع لكميات تكفي لتشغيل المعدات (مثل ماكينة القطع بالسلك).

7- المخازن: وهي أماكن المحاجر البعيدة عن المدن، أو القرى، ويجب الاهتمام بتوفير أماكن لائقة لإقامة العاملين في المحجر، وبخاصة في الأماكن شديدة الحرارة، أو البرودة، كما يجب توفير مخزن لقطع الغيار الضرورية؛ حفاظاً على الوقت، وأغراض الصيانة.

8- الآلات: سيتم شرح المعدات المستخدمة، والماكينات في الجزء الآتي بشكل تفصيلي.

نشاط (4) نظري:



أعد تقريراً عن الطرق المستخدمة في تخزين وتصنيف البلوكات المتبعة في محاجر الحجر في منطقتي.

الهيكل الوظيفي للعاملين في المقالع

لإدارة عملية الإنتاج في المحجر، يلزم وجود عدد من العاملين والكوادر البشرية. وفيما يأتي وصف لوظيفة كلٍّ من العمالة لمحجر مثالي:

1- مدير المحجر: هو المسؤول الأول عن إدارة جميع العمليات في المحجر، والإشراف على العاملين، ويناط به تحديد طبيعة العمل، والآليات المطلوب استخدامها، والكميات المستخرجة، والإشراف على عمليات التحميل، وطريقة التخلص من المخلفات، وغيرها من العمليات المرتبطة بعمل المحجر.

2- سائقي المعدات: يوجد في كلٍّ محجر عدد من السائقين ذوي المهارة والخبرة المطلوبة، ومنهم: سائقي الجرافات، و(البواجر)، وشاحنات النقل.

3- فني تشغيل آلات القطع: مهمته الأساسية إدارة ماكينات القطع، التي تتطلب دراية تامة بأجزاء الآلات كافة، وطريقة تركيبها، وإعدادها للعمل؛ لتنفيذ أعمال القطع المختلفة، كما يجب أن يُعدّ سجلات تحتوي على البيانات الفنية للمعدّة، من حيث ساعات العمل، والأعطال، والصيانة، ومعدل الإنتاج، وصيانة أدوات القطع.

4- فني التفجير: هو الذي يقوم بأعمال التفجير، وهو مؤهل لذلك، ويحمل رخصة مزاولة تلك المهنة؛ (بعد اجتياز اختبار معين)، وهو الذي يختار نوع المتفجرات المناسبة للعمل في المحجر، ويقوم بشرائها، ونقلها، وتخزينها، والتعامل معها، وتحديد الكميات اللازمة للتفجير، وتنفيذ إجراءات السلامة كافة، (مع العلم أنّ عمليات التفجير غير مسموحة في المحاجر الفلسطينية).

5- أمين المخزن: هو المسؤول عن إدارة المخازن والورش، ومدى توفر قطع الغيار والإمدادات بصفة مستمرة، وله خبرة في طبيعة معدّات المحاجر، وأعمال الورش؛ من عمليات اللحام، والنجارة، وهو الذي ينظّم عمليات شراء احتياجات المحجر المختلفة.

6- العمّال غير المتخصصين: هم العمّال غير ذوي الخبرة في أعمال المحاجر، الذين يخضعون في بداية عملهم للتدريب على مختلف أعمال المحاجر؛ حتى يكتسبوا الخبرات المطلوبة.

سؤال:



- 1- أقرن بين التحجير السطحي، والتحجير تحت سطح الأرض.
- 2- ما مواصفات المكان المخصّص لتخزين مرايع الحجر (البلوكات)؟
- 3- ما أهمية أخذ عينات من طبقات الصخر (باستخدام الحفّار) قبل البدء بالتحجير؟
- 4- ما خطوات التحجير؟



الموقف التعليمي التعلّمي (2 - 2): الأدوات والمعدّات المستخدمة في مقالع الحجر

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

استشار مستثمرٌ فنيّ تحجير لعمل دراسة للأدوات والمعدّات اللازمة لاستخراج الحجر الخام من مقلع جديد.

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من المستثمر عن: - طبيعة المنطقة الجغرافية للمقلع. - مكان تواجد المقلع. - كمية الخام المستخرج. - نوع الحجر المستخرج. - مقاسات الحجر المستخرج. - البنية التحتية للمنطقة. - الميزانية المرصودة. - أجمع البيانات عن: المعدّات والأدوات المستخدمة في مقالع الحجر والرّخام محلياً، وعالمياً.	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني. - البحث العلمي.	- وثائق: (طلب المستثمر، وكتالوجات). - الإنترنت (مواقع ذات مصداقية). - حاسوب.
أخطّط، وأقرّر	- تصنيف البيانات وفق: مواصفات المعدّات والماكينات، واستخداماتها، والشركات المورّدة، والأسعار، والطاقة الإنتاجية، وتوفّر قطع الصيانة. - أحدّد مكان المقلع، ومقالع مشابهة. - وضع مقترحات للمعدّات والماكينات اللازم استخدامها في عملية استخراج الخام. - أقترح نموذجاً للتقرير. - أحدّد الأدوات والماكينات المستخدمة في المحاجر. - دراسة البدائل، وتحديد نقاط القوة والضعف. - أعدّ خطة إجرائية للتنفيذ، وفق جدول زمني محدّد.	- الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني. (العصف الذهني).	- وثائق (كتالوجات، ونشرات). - الإنترنت. - جهاز حاسوب.

أنفذ	• جولة في مكان المقلع، والمقالع المشابهة. • عقد جلسة مع المستثمر لعرض المقترحات والمعدات والمكينات اللازمة. • اختيار المقترح الأنسب، وإجراء التعديلات اللازمة (الاتفاق معه على نموذج محدد). • اختيار الأدوات والمكينات اللازمة والمناسبة. • أعدّ تقريراً للتنفيذ، والتسليم.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني. • البحث العلمي	• الوثائق: (عروض أسعار، كتالوجات) • حاسوب • قرطاسية • انترنت
أتحقّق من	• أتحقّق من: • اختيار مقترح الأدوات والمعدّات المناسبة. • أتأكد من أنّ الاستخدام الفعلي للأصناف مطابق لدليل الاستخدام الموجود في الكتالوج. • معايير السلامة والكفاءة من المزوّدين. • اتباع خطوات الأمن والسلامة.	• التعلم التعاوني. • الحوار والمناقشة.	• وثائق: كتالوجات، دليل الاستخدام. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع ذات ثقة).
أوثّق، وأقدّم	• أوثّق البيانات الخاصة بالمعدّات والمكينات، ومجال استخدام كلّ منها مع المزوّد لكلّ ماكينة، والمقترح المتفق عليه مع المستثمر، ومقترح نموذج التقرير. • أعرض التقرير، باستخدام الأدوات المناسبة. • أفتح ملفاً بالحالة (المعدّات والمكينات المستخدمة في استخراج الخام من المقالع)	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني.	• حاسوب (يحتوي على برامج عرض).
أقوم	• رضا المستثمر عن التقرير. • مطابقة البيانات المتعلقة بالمعدّات والأدوات المستخدمة بالمعايير والمواصفات.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب المستثمر، وكتالوجات، ودليل الاستخدام، ونماذج التقويم الأصيل). • الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).

سؤال:



أذكر خمس معدّات مستخدمة محلياً، ودولياً في استخراج الخام من المقالع.



المعدات والماكينات الحديثة المستخدمة في عمليات استخراج الحجر الخام من المقالع

نشاط (1) نظري:

أزور أحد مقالع الحجر في منطقتي، وأعدّ جدولاً بالمعدات والأدوات المستخدمة في استخراج الخام من المقلع.

اسم الماكينة	استخداماتها
شاحنة	نقل المخلفات الصلبة والخامات من مكان إلى آخر.
حفّار يدوي	
ماكينة النشر	
باجر	

تقنيات الحفر والتججير

تختلف تقنيات التججير وفق مجالاتها واحتياجاتها لنوعية المعدات، ووظيفتها، وفيما يأتي ملخص للتقنيات المستخدمة في عمليات استخراج الصخور من باطن الأرض:

أولاً- تقنيات الحفر باستخدام شواكيش الهواء

ومن الأمثلة على المعدات والماكينات المستخدمة:

* الحفّارات اليدوية:



* ماكينة الحفر الأفقي:



* نقل المعدات:

يجب اتباع الطرق الصحيحة لحمل المعدات، ونقلها، حيث يمكن حمل الماكينة بالكامل، ونقلها في المحجر، دون الحاجة لفصلها إلى أجزائها؛ ما يوفر كثيراً من الوقت.



ماكينة حفر مزودة بشاكوشي هواء



ماكينة حفر مزودة بأربعة شواكيش هواء

مزايا تقنيات الحفر باستخدام شواكيش الهواء، وعبوبها:

- المزايا الأساسية لتقنيات الحفر باستخدام شواكيش الهواء:
- مناسبة ومتوافقة مع جميع أنواع المحاجر، والخامات الحجرية.
- سهولة الاستخدام، والنقل إلى أي مكان.
- لا يحتاج تشغيلها إلى عمليات مبدئية، وتجهيز.
- تكلفة حفرها منخفضة.
- لا تحتاج إلى ماء.
- لا تحتاج إلى عمالة عالية المهارة.

عيوب تقنيات الحفر باستخدام شواكيش الهواء:

- تنشئ ضغطاً على الصخور في أثناء التشغيل، وتكون أعلى عند استخدام المتفجرات.
- لها تأثير ضارّ على البيئة؛ من صوت عالٍ، واهتزازات، وغبار.
- ينتج عنها كميات كبيرة من الهوالك.
- يصعب فحص أوجه البلوكات الناتجة؛ نتيجة عدم انتظامها.

نشاط (2) عملي: أזור محجراً قريباً من منطقتي، ثم أدرّب على استخدام الحفّار اليدوي في عمل الثقوب في طبقة الصخر، ثم أدرّب على كيفية استخدام الأسافين المعدنية.



ثانياً- تقنية الحفر الهيدروليكي:

- هي عملية تُستخدم فيها المعدّات التي تعمل على النظام الهيدروليكي، باستخدام قوّة ضغط السائل، وتتوفّر عدة أنواع منها:
- 1- المعدّة المزوّدة بشاكوش واحد.
 - 2- المعدّة المزوّدة بشاكوشين.
 - 3- ماكينات خاصة مزوّدة بعدّة شواكيش.



المزايا الأساسية لتقنيات الحفر الهيدروليكي:

- توفّر معدّات مزوّدة بأكثر من شاكوش للحفر:

- يمكن أن تتحرك الماكينة حركة جانبية لمسافة ٣ أمتار، وأن تمتد إلى مسافة تصل إلى ٩ أمتار.



- إمكانية الحفر في الأماكن المنخفضة، والمرتفعة:



- التحكم عن بعد بالمعدات



- سهولة الحركة والنقل لمعدات الحفر:



- توفر نظام لشفط الغبار، وتجميع (التخفيف من الآثار البيئية):



ومن الجدير بالذكر، ندرة استخدام مثل هذه التقنية في المحاجر الفلسطينية.

ثالثاً- تكنولوجيا القَطْع (القَصّ) بسلك الألماس:

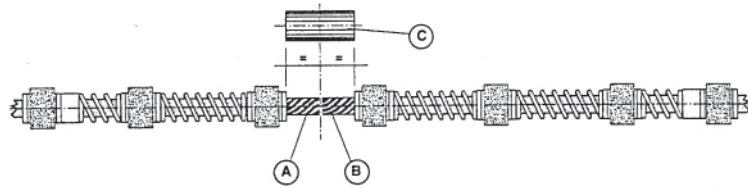


ماكينة سلك الماس: جسم الماكينة الرئيسي + لوحة التحكم الكهربائية

يتم استخدام سلك ألماس مرتبط مع ماكينة خاصّة في هذه التقنية، والصورة الآتية توضّح شكل ماكينة سلك الألماس في أثناء عملية القَطْع في أحد المحاجر. ونادراً ما تستخدم مثل هذه التقنية في المحاجر الفلسطينيّة.

وهناك عدة أنواع من سلك الألماس، منها ما هو مخصّص للرخام والحجر الطبيعي، ومنها ما هو مخصّص للجرانيت، وتختلف الإنتاجية، وسرعة القَصّ لسلك الألماس من خامّة لأخرى، تبعاً لقساوتها، فمثلاً: إنتاجية الحجر الحجري تتراوح بين (9-12) م²/ ساعة، والجرانيت الصُّلب بين (2-3) م²/ ساعة.

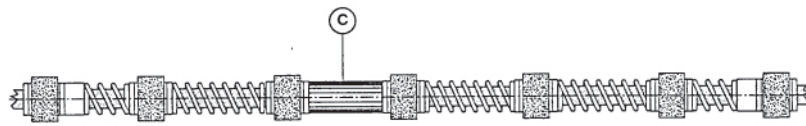
والصورة الآتية توضّح بعض أشكال سلك الألماس:



شكل 1

Cut with appropriate shears the steel wire half way between the two pearls (see fig. 1)

قص السلك إلماسي الصلب من المنتصف بالشكل المناسب (الشكل 1)



الشكل 2

Place joint (C) between the two ends of cable and press with our special Handy-Press

ربط نهاية الكوابل من المنتصف باستخدام مكبس الكوابل

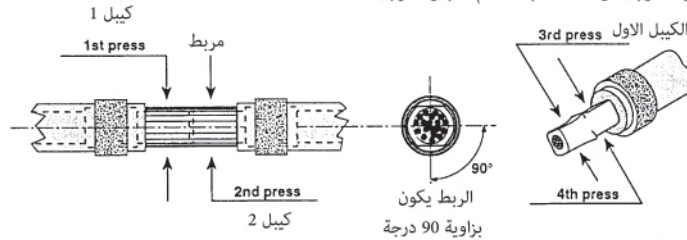


fig. 9

مزايا طريقة القَطْع بالسلك، وعيوبها:

أولاً- المزايا

1. انخفاض تكلفة العمالة.
2. التقليل من الهالك في عملية الاستخراج.
3. إنتاج بلوكات عالية الجودة.
4. زيادة إنتاجية المحجر.
5. إمكانية عمل قَطْع ذات حجم كبير.
6. سهولة فحص البلوك، وتقييمه.
7. خلوها من أيّ تكسير، أو ضغوط داخل البلوك.
8. سهولة نقل الماكينة.

ثانياً- العيوب

1. تحتاج إلى القيام بعمليات تخريم ذات دقة عالية.
2. تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه.
3. تحتاج إلى وجود عمالة مدربة.
4. يمكن أن تؤثر على عوامل الأمان داخل المحجر (خطورة عالية).
5. تكلفة الاستخراج متوسطة إلى مرتفعة (يلزم تغيير السلك كل فترة).
6. تحتاج إلى وجود مصدر للكهرباء.

رابعاً- ماكينات النشر (Chain Saw Machine):

تعدّ ماكينات النشر من أهم التقنيات اللازمة للمحاجر الحديثة؛ لما لها من طاقة إنتاجية عالية، وقدرة جيدة على تكعيب البلوكات، كما أنّها سهلة الاستخدام، ويمكن استخدامها للقطّع في اتجاهات مختلفة.

استخدامات ماكينات النشر



Chain-saw on mobile unit for underground quarry
منشار سلسلة محمل على وحدة متحركة للتحجير تحت سطح الأرض

- 1- التحجير تحت سطح الأرض: تُستخدم ماكينات النشر في عمليات التحجير تحت سطح الأرض، والصورة الآتية توضّح ذلك.



- 2- القَطْع العمودي، أو الرأسّي داخل المحاجر: يُقسّم المحجر بشكل رأسي، باستخدام ماكينة النشر وفق الصورة الآتية.



3- القَطْع الأفقي للحجر داخل المحجر: تُستخدم أيضاً ماكينة منشار السلسلة، أو الحزام في عمل قَطْع أفقي لطبقات الحجر داخل المحجر وفق الصّورة الآتية.

مزايا ماكينة النشر:

- 1- تسهيل العمل في المحجر.
 - 2- زيادة الإنتاجية، وتقليل نسبة الفاقد.
 - 3- تقليل تكاليف الإنتاج.
 - 4- إنتاج بلوكات بحجم متناسق.
 - 5- لا تحتاج إلى حفر مبدئي، مثل ماكينة القطع بسلك الألماس.
- * تجدر الإشارة إلى أنّ هذه الماكينات هي الأكثر استخداماً، والأوسع انتشاراً في فلسطين.

الماكينات والمعدّات المستخدمة في المحاجر (Quarry Machines):

تتعدّد الماكينات والمعدّات المستخدمة في عمليات التحجير، واستخراج الحجر في المحاجر الفلسطينية، وفيما يأتي أهم هذه الماكينات والمعدّات:



- 1- حفّارة المطرقة (الباجر):** يُستخدم الباجر في فصل الحجارة عن طبقات الصخر (البند) بعد عملية تقسيم الطبقات، وتقطيعها، وتستخدم أيضاً في تفتيت الحجارة التي لا تصلح للصناعة، وتكسيرها إلى قطع صغيرة؛ ليتم نقلها لل كسارات. والصورة الآتية توضّح ذلك.

- 2- الجرافات:** تُستخدم الجرافات عادةً في تحميل الخامة (البلوكات الجاهزة) في شاحنات؛ ليتم نقلها إلى مصانع الحجر، وفي تحميل المخلفات الصلبة؛ لنقلها إمّا لل كسارات، أو المكبات، وتستخدم أيضاً في تنظيف طبقات الصخر من الأتربة، والبودرة، والرّدم؛ حتى نشاهد معالم كلّ طبقة من الصخر بوضوح.





3- شواكيش الهواء، أو الحفّارات اليدوية: تُستخدم في عمل الثقوب؛ لتفصل البلوكات، وتُستخرج بوساطة الأسافين، والبنديات.



4- مولدات كهربائية: يتمّ من خلالها توليد الطاقة الكهربائية لماكينات النشر.



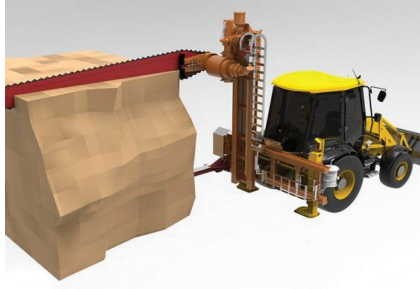
5- ماكينات النشر: تعدّ هذه الماكينات من أهم الماكينات في المحاجر، حيث يتمّ من خلالها تقسيم طبقات الصخر، وتقطيعها إلى كتل (بلوكات)؛ لتفصل بوساطة البواجر، ثمّ تُحمّل، وتُنقل إلى مصانع الحجر والرخام.



6- الشاحنات: يتمّ بوساطتها نقل البلوكات الحجرية (الصّخر)، والمخلفات الصّلبة المختلفة من المحاجر إلى المصانع، والأماكن الأخرى.



7- بوبكات مجنزرة: وهي آلية تُستخدم لتسوية المنطقة الوعرة، ونقل المخلفات، والكتل الصخرية من مكان إلى آخر.



8- منشار مجنزرة: هي حفّارة مزوّدة بسلسلة حفر، أو حزام يُحرّك حول إطار معدني مستدير، تُستخدم لتقطيع الخام المستخرَج من المقالع.



9- الرافعة الشوكية: هي شاحنة صناعية تعمل بالهيدروليك؛ لرفع المواد الخام، ونقلها، وتُستخدم في رفع بلوكات الخام على الشاحنات.

10- معدّات وأدوات متنوعة، ومتعددة، مثل:

- الأسافين المعدنية.
- المهدّات.
- الكريك.
- المجرفة.
- الفأس.
- عربات صغيرة؛ لنقل مخلفات النشر (البودرة) داخل المحجر.
- خزانات للوقود، والمياه.
- قطع غيار الماكينات المختلفة، مثل الفيديا المستخدمة في نشر طبقات الصخر، التي تُركّب على ذراع ماكينة النشر، وغيرها.

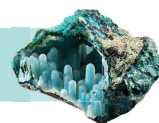
11- بعض المعدّات المساندة للمحاجر:

- مضخة الهواء (كمبريسور): تُستخدم مضخات خاصّة لتوليد الهواء المضغوط؛ لاستخدامه في بعض تقنيات التحجير، وخاصة التحجير باستخدام شواكيش الهواء.
- المياه: عادة ما تُستخدم المياه في تقنية التحجير باستخدام سلك الألماس.
- الكهرباء: يتطلّب وجود مولدات كهربائية خاصّة في المناطق النائية التي لا تتوفّر فيها خطوط كهرباء من البلدية.
- الوقود للمعدّات الصناعية: يتمّ توفير خزّان؛ لحفظ كميات من الديزل تكفي لاحتياجات الماكينات والمعدّات المستخدمة في المحجر لفترة محدّدة، ووفق بُعد مكان المحجر عن الخدمات.
- المنشآت المساندة: مثل ورشة الصيانة، ومخزن قطع الغيار، وغرفة الحراسة، وغيار ملابس العمّال، وغيرها من الخدمات.

الأسئلة:



- 1- ما أهمّ مزايا استخدام شواكيش الهواء في الحفر؟
- 2- ما أهمّ عيوب القصّ بسلك الألماس؟
- 3- ما دور ماكينة النشر في المحاجر؟



الموقف التعليمي التعلُّمي (2 - 3): تأهيل مقالع الحجر والرخام ضمن معايير البيئة

وصف الموقف التعليمي التعلُّمي:

أوصى مراقب البيئة صاحب مقلع حجر تأهيل المقلع، بما يتناسب مع الشروط البيئية.

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع البيانات من مراقب البيئة عن: - المعايير والمواصفات المعتمدة لديهم؛ لإعادة تأهيل المقلع. - معلومات عن المنطقة الجغرافية للمقلع. - المدة الزمنية اللازمة. • أجمع البيانات عن: - شروط إعادة تأهيل المقلع. - معايير المقلع المؤهل، ومواصفاته. - طرق التأهيل، والمعدات اللازمة له.	• الحوار ومناقشة • التعلم التعاوني. • البحث العلمي.	• وثائق: طلب مراقب البيئة. • الإنترنت. • حاسوب.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات إلى: - الشروط القانونية والمعايير. - طرق إعادة التأهيل. - أحدّد الطرق المتبعة لإعادة التأهيل، بناءً على المعايير المحلية، والعالمية المتبعة. - أدرس التكاليف المالية، والمدة الزمنية. - أعدّ البدائل والمقترحات للتأهيل. - أحدّد الطريقة الأنسب من حيث (التكلفة، الوقت، والمعايير المناسبة). - إعداد خطة إجرائية للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني. • البحث العلمي.	• جهاز حاسوب. • إنترنت. • نشرات.
أنفّذ	• أرسم مخططاً للمقلع المراد تأهيله. • عقد جلسة مع مراقب البيئة لعرض المقترحات الأولية و للاتفاق على الطريقة الأنسب لتأهيل مقلع الحجر • إجراء التعديلات المتفق عليها • أصمّم المقترح المراد تنفيذه.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب مراقب البيئة). • حاسوب (برامج تصميم).

• وثائق: (طلب مراقب البيئة). • حاسوب. • الإنترنت.	• التعلم التعاوني. • الحوار والمناقشة.	• الطريقة الأنسب لإعادة التأهيل. • أنّ التأهيل يتناسب مع المعايير والمواصفات. • أتأكد من مطابقة الطلب مع ما تمّ تنفيذه.	أتحقّق من
• حاسوب • أجهزة عرض	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني.	• أوّثق طريقة التأهيل بما يحقّق المعايير والمواصفات. • أعرض ما تمّ إنجازه. • أعدّ ملفاً خاصّاً بالحالة (تأهيل مقلع الحجر).	أوّثق، وأقدّم
• الوثائق: (طلب مراقب البيئة، ونشرات للمعايير والمواصفات). • الإنترنت (مواقع ذات مصداقية).	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• رضا مراقب البيئة عن عملية التأهيل. • مطابقة طريقة التأهيل للمواصفات والمعايير.	أقوم

سؤال:



أبيّن أهم طرق تأهيل مقالع الحجر.



أتعلّم:

الآثار البيئية للمقالع

الآثار البيئية:

يُعرّف الأثر البيئي -بشكل عام- بأنه: تغيير طبيعي، أو كيميائي، أو بيولوجي، أو ثقافي، أو اجتماعي، أو اقتصادي على النظام البيئي؛ نتيجة للنشاط البشري.

وعلى الرغم من أنّ المحاجر في فلسطين تُعدّ رافداً اقتصادياً مهماً، ومشغلاً للقوى العاملة، إلا أن لها أثراً سلبياً على البيئة المحيطة؛ نتيجة للمخلفات التي تنتج عنها.

أهم المخلفات التي تنتج عن المحاجر في فلسطين:

1- مخلفات صلبة، وتشمل:

- أ- الأتربة التي تُزال عند الكشف عن المحجر.
- ب- الحجارة الصغيرة (الدّبش)، والحجارة التي لا تصلح للصناعة، وتُكسّر، وتُحوّل لكسارات، وبعضها الآخر يُستعمل للجدران الإسنادية، والسلاسل.
- ج- البودرة التي تنتج عن عمليات الحفر، والقصّ بواسطة الكمبريسورات، ومناشير الخامة.

2- مخلفات سائلة: مثل المياه، والطين، والزيوت، والتي تؤثر سلباً على خصوبة التربة، وتؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي فيها، فعلى سبيل المثال: الروبة التي تُعدّ من مخلفات المحاجر السائلة التي تغيّر الخصائص الكيميائية للتربة، حيث تعمل على انخفاض نسبة الحامضية فيها، كما أنّ القشرة الصلبة التي تتكوّن على سطح التربة؛ نتيجة تجمع كربونات الكالسيوم بكميات كبيرة، يصل سُمكها في بعض المناطق إلى حوالي (4 ملم)، تمنع البذور، والجذور من النمو.

3- الغبار المتطاير: ينتج عن عمليات التحجير كثير من الغبار الذي يلوث الهواء، والغلاف الجوي المحيط، ويؤثر سلباً على الغطاء النباتي؛ إذ يغيّر الخصائص الكيميائية للتربة، ويزيد قاعدتها، من خلال زيادة كربونات الكالسيوم فيها، وقد يسبب الأمراض التنفسية؛ من ربو، وغيرها.

أثر صناعة الحجر على البيئة في فلسطين:

1. اضمحلال الأراضي الزراعية: تُعدّ الأعمال الحفرية النشاط الرئيس للمحاجر؛ من أجل الحصول على الحجر الطبيعي، وهذه العملية تُعدّ قاسية على البيئة، حيث قد ينتج عنها اضمحلال للأراضي الزراعية، وخاصة الجبال

التي قد تكون مزروعة بالأشجار الحرجية. ومن الأمثلة على اضمحلال الغطاء النباتي في فلسطين: منطقة سحير التي كانت تحتوي على 30 نوعاً من النباتات النادرة التي اختفت؛ بفعل وجود المحاجر فيها، ومنطقة الشيوخ التي كانت تشتهر بإنتاج كميات كبيرة من العنب واللوزيات، أمّا الآن فهي تقوم بشراء ما تحتاجه من هذه المنتجات، نتيجة حدوث ما يشبه التصحر في المنطقة؛ بسبب مخلفات المحاجر.

2. قد تتغير المعالم الجغرافية للأرض؛ نتيجة عمليات الكشف للمحاجر، واستخراج الحجارة والصخر، (تقتلع المحاجر، والكسارات الغطاء النباتي، وتؤدي إلى انحسار رقعة الأراضي الزراعية).

3. تعمل المحاجر على تغيير المعالم الطبوغرافية للأرض، بشقّ تلك التجاويف العميقة فيها، والتي تتراوح مساحتها من دونم إلى عدة دونمات، وعلى أعماق شديدة تتراوح من 10 إلى 50 متراً، مُحدّثة تشويهاً لمنظر الأرض الطبيعي.

4. تؤدي إلى تجريف الأتربة، والصخور، وتهديد البيوت المحيطة بالأنهار، يضاف إلى ذلك نشوء خطر سقوط المواطنين فيها، وبخاصة الأطفال، لا سيما إذا كانت المقالع في أماكن سكنية، كما هي الحال في عدة مناطق فلسطينية.

5. تأخير نمو المحاصيل، والأشجار المثمرة، وانخفاض إنتاجيتها؛ بسبب الغبار المتراكم من أعمال التحجير، والكسارات.

6. انتشار الغبار، وتأثيره الناتج عن المحاجر على الموصفات الكيميائية، والفيزيائية للتربة؛ لأنّ المقالع تُستخدم غالباً الطرق الزراعية؛ لنقل أحمال شاحناتها.

7. يؤدي الغبار الناتج عن المحاجر إلى تغيير قوام التربة، ونسب الحموضة فيها.

في كثير من الدول، يتم تأهيل المحاجر المتروكة إلى مرافق عامة، مثل ملاعب، حدائق، ومنتزهات، أو أراضٍ زراعية.



محجر أعيد تأهيله، واستخدامه في الزراعة.

التحديات السياسية التي تواجه صناعة الحجر:

1. يوجد عدد من المشاكل والعقبات السياسية التي تواجه صناعة الحجر والرخام:
1. الوضع السياسي، والظروف العامة التي تعيشها الأراضي الفلسطينية؛ بسبب السياسات، والإجراءات الاحتلالية التعسفية المعقدة التي تعرقل نمو صناعة الحجر والرخام بشكل واضح.
2. أغلقت عديد من المصانع أبوابها؛ بسبب السياسات، والإجراءات الإسرائيلية، كما أُغلقت عديد من المحاجر، والكسارات، وخاصة بعد جدار الضمّ والتوسّع العنصري.
3. بات يعمل عدد من المصانع بطاقة إنتاجية متدنية، وهو ما تسبّب في زيادة نسبة البطالة، وفي تدني مستوى الدخل؛ لخضوع المعايير للسيطرة الاحتلالية.
4. فرض إجراءات، وضوابط معقدة على عمليات التصدير المباشرة، والإجراءات الاحتلالية المعقدة خلال عمليات نقل البضائع إلى الأسواق الإسرائيلية، سواءً لبيعها داخل أراضي 1948، أو تصديرها للخارج عبر الموانئ الاحتلالية.
5. إغلاق جيش الاحتلال الإسرائيلي الطرق الحيوية أمام نقل المواد الخام من المقالع إلى المصانع؛ بحجة الفحص الأمني.
6. السيطرة الإسرائيلية على الأراضي في المنطقة المُسمّاة (C)، ومنع التحجير فيها؛ الأمر الذي يحول دون استغلال المحاجر الموجودة في هذه الأراضي.

التحديات والمشاكل الفنية، والإدارية التي تواجه صناعة الحجر:

1. نقص التمويل الذي تحتاجه المنشآت للتطور، والمنافسة.
2. عدم توفر البنية التحتية المناسبة، والداعمة للصناعة.
3. ارتفاع تكاليف الإنتاج، وخاصة تكاليف الطاقة، والماء.
4. توقيف الدول المانحة المساعدات الفنية لهذا القطاع، والتي كان من المتوقع أن تساهم في زيادة التنافسية للحجر الفلسطيني، كما لعب الكساد في السوق المحلية دوراً بارزاً في تراجع المبيعات، وقلة توفر السيولة.
5. عدم توظيف الكفاءات المدربة والماهرة في هذا المجال.
6. صعوبة التخلص من المخلفات السائلة المحملة بروبة الحجر.

نشاط (1) نظري:



أزور محجراً للحجر، والرخام، وأتعرف إلى أنواع مخلفات هذه الصناعة، وآلية التخلص منها في المصنع، ثم أناقش ما توصلت إليه مع زملائي.

نوع المخلفات	الكمية/ اليوم	طرق التخلص منها
		إرسالها إلى الكسارات
سائلة		

الأسئلة:



- 1- ما أهمّ المخلفات التي تنتج من التحجير؟
- 2- كيف يؤثّر التحجير على الأراضي الزراعية؟
- 3- ما أهمّ التحديات السياسية التي تواجه صناعة الحجر في فلسطين؟

أسئلة الوحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- 1 من أين يتم الحصول على البلوكات؟
 - أ- من مصانع الحجر.
 - ب- من الكسارات.
 - ج- من مقالع الحجر.
 - د- من مخارط الحجر.
- 2 ما المقصود بماكينة منشار المحجر؟
 - أ- ماكينة؛ لنقل الخامات من مواقعها.
 - ب- ماكينة؛ لفرز الخامات بعضها عن بعض.
 - ج- ماكينة مقصّ ذي سلسلة، تُستخدم في قصّ الخامات؛ لفصل بعضها عن بعض.
 - د- ماكينة؛ للتخلص من مخلفات الحجر.
- 3 ما الضرر الأساسي لتقنيات الحفر باستخدام شواكيش الهواء؟
 - أ- تنشئ ضغوطاً على الصخور في أثناء التشغيل.
 - ب- لا يحتاج تشغيلها إلى عمليات مبدئية، وتجهيز.
 - ج- لها تأثير ضارّ على البيئة؛ من صوت عالٍ، واهتزازات، وغبار.
 - د- ينتج عنها كميات هائلة عالية.
- 4 ما التقنية التي تستخدم قوة ضغط السوائل في نقل الحركة؟
 - أ- تقنية الحفر.
 - ب- التقنية الميكانيكية.
 - ج- تقنية الحفر الهيدروليكي.
 - د- تقنية الاستخراج.
- 5 ماذا تُسمّى العملية المحكومة بقواعد وخطوات؛ لقياس مدى تأثير المقالع على النظام البيئي؟
 - أ- عملية القياس.
 - ب- المواصفات والمعايير.
 - ج- تقييم الأثر البيئي.
 - د- العوامل البيئية.
- 6 ما المقصود بعملية المسح الجيوفيزيائي؟
 - أ- عملية البحث والكشف التقليدية عن الصخور.
 - ب- طرق استخراج الخامات من مقالع الحجر.
 - ج- دراسة الأرض بالطرق الفيزيائية، والجيولوجية؛
 - د- لاكتشاف الصخور. تكنولوجيا نقل الخامات وفق مجالاتها، وتصنيفاتها.
- 7 أذكر اسم الماكينة المتخصصة في تسوية المناطق الوعرة، ونقل الصخور من مكان لآخر:
 - أ- ماكينة الحفر.
 - ب- ماكينة التنقيب.
 - ج- بوكيت مجنزرة.
 - د- ماكينة المطرقة.

8 ما الهدف من استخدام حفّار المطرقة في المقالع؟

- أ- نقل الخام من مكان إلى آخر.
- ب- استخراج الخام.
- ج- تسوية المناطق الوعرة، ونقل المخلفات.
- د- قصّ الخامات بعضها عن بعض.

السؤال الثاني: ما المقصود بكلّ ممّا يأتي: عملية التحجير، والرافعة الشوكية، وترميم المقالع.

السؤال الثالث: أذكر أربعة من آثار المحاجر على التربة.

السؤال الرابع: أعدّد أربعة من الأمور الواجب مراعاتها عند استخدام المعدات والأدوات في استخراج المواد الخام من المقالع.

السؤال الخامس: أبيتّن أنواع الخام، وألوانه، وتصنيفاته في فلسطين.

السؤال السادس: علّل: يُعدّ كشف المنطقة المراد تحجيرها من أكثر مراحل التحجير تكلفة.

السؤال السابع: أذكر المواصفات التي يجب مراعاتها في أماكن إلقاء الهالك (مخلفات الحجارة).

السؤال الثامن: أعدّد خطوات العمل الكاملة للموقف الآتي:

طلبت شركة تصنيع حجر من أمين مخازن الخامات نقل كميات من الخام إلى المصنع.

السؤال التاسع: أوضح تأثير صناعة الحجر والرخام على البيئة؟

دراسة حالة

بالخطوات الكاملة، أعالج: طلبت شركة تصنيع حجر من أمين مخازن الخامات نقل كميات من الخام إلى المصنع.

المشروع

أزور مع مجموعة من زملائي مولاً تجارياً قريباً من منطقتي، وأعدّ تقريراً يصنّف نوع الخامة المستخدمة في بنائه، ومكان استخراجها، والمواصفات، والألوان، والمقاسات المستخدمة، مع مراعاة وضع خطوات المشروع من حيث: اختيار المشروع، ووضع خطة له، ومرحلة تنفيذه، وتقويمه.

الوحدة الثالثة أساسيات الكهرباء والميكانيك



✓ أتملّ، ثمّ أناقش: «الاختيار السليم للعدّد، والاستخدام السليم لها يسهّل عليك العمل، ويحافظ على سلامتك».



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على استخدام العدّد اليدوية اللازمة لتركيب وحدات نقل القدرة الميكانيكية، وفكّها، وتزيت الماكينات، وتشحيمها، والقيام بأعمال الصيانة الميكانيكية الأساسية، وصيانة الدوائر الكهربائية الصناعية الأساسية، وتوصيلها من مصادر الجهد إلى الأحمال في لوحات التوزيع، من خلال الآتي:

- 1- استخدام العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكية، والكهربائية.
- 2- فكّ وسائل نقل الحركة، والقدرة الميكانيكية، وتركيبها.
- 3- إجراء أعمال تزيت القطع الميكانيكية، وتشحيمها.
- 4- أساسيات الكهرباء.
- 5- اللّوحات الكهربائية.



الكفايات المهنية:

الكفايات المتوقعة أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة هي:

أولاً- الكفايات الحرفية:

- 1- تصنيف أنواع العدّد اليدوية المستخدمة في الأعمال الميكانيكية، وفق استخداماتها.
- 2- تنظيم العدّد والأدوات وترتيبها بشكل منظم، ومرتب وفي أماكنها الخاصة.
- 3- أداء مهارات الصيانة الميكانيكية الأساسية.
- 4- تحديد أنواع الجنازير، والسيور، والبكرات، والمستنّات، وطريقة فكّها، وتركيبها.
- 5- تصنيف أنواع الزيوت، والشحمة، وقراءة مواصفاتها، وتشحيمها.
- 6- قراءة الإرشادات، والتعليمات الفنيّة من دليل الشركة المصنّعة.
- 7- اتّباع الأسلوب العلميّ في عمليّة الفكّ، والتركيب.
- 8- اختيار القطع الميكانيكيّة المطلوبة المناسبة وفق مواصفات الشركة المصنّعة.
- 9- قراءة مواصفات القطع الميكانيكيّة، والالتزام بشروط التركيب الصحيحة.
- 10- المحافظة على السلامة المطلوبة في أثناء العمل.
- 11- تحديد مكّونات الدائرة الكهربائية البسيطة، وطريقة عملها.
- 12- تمييز أنواع مصادر الجهد الكهربائيّة، واستخداماتها، ومقرّراتها.
- 13- استخدام أجهزة قياس الكمّيّات الكهربائيّة، ومعايرتها.
- 14- فحص مقاومات جهاز التسخين الكهربائي، وإصلاح الخلل.
- 15- تركيب أجهزة الحماية والوقاية الكهربائيّة في اللوحات الكهربائيّة وفق المخطّطات المرفقة.
- 16- قراءة المخطّط التنفيذي لتركيب اللوحات الكهربائيّة، وتوزيع المكونات داخله، والتعامل مع أدلّة الصيانة.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية، والشخصيّة:

- 1- الدقّة في المواعيد.
- 2- الحفاظ على خصوصيّة الزبون.
- 3- تلبية رغبات الزبون.
- 4- تطوير الذات.
- 5- القدرة على تحمّل النقد.
- 6- الالتزام بأخلاقيّات المهنة.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- 1- الحوار والمناقشة..
- 2- التعلم التعاوني..
- 3- العصف الذهني.
- 4- البحث العلمي (جمع البيانات).

قواعد الأمن والسلامة:



- 1- ارتداء ملابس السلامة المهنيّة المناسبة قبل البدء في العمل (خوذة، وحذاء معزول، وكفوف يدويّة، وروب).
- 2- الحصول على العدّة الملائمة.
- 3- فحص العدّد اليدوية قبل استخدامها، والتأكّد من أنّها سليمة.
- 4- عدم استعمال عدّة بديلة مؤقتة، كأن تكون مصمّمة لغرض آخر.
- 5- تأمين الروافع المتحرّكة.
- 6- تنظيف الأرضيّات بعد تفريغ الماء، والزيت.
- 7- اختيار أجهزة قياس مناسبة.
- 8- تشخيص سبب الأعطال قبل البدء بإصلاحها.

الموقف التعليمي التعلّمي (3-1): العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة، والكهربائيّة



وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

حضر صاحب منشار حجر إلى ورشة صيانة الآلات الصناعيّة يريد عمل قائمة بأسماء العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة الموجودة في قسم الصيانة؛ ليستخدمها في تجهيز قسم صيانة جديد.

خطوات العمل	الوصف	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع بيانات من صاحب منشار الحجر عن طبيعة قسم الصيانة، والميزانية المرسودة. - أجمع بيانات عن العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة، والكهربائيّة واستخداماتها.	- الحوار، والمناقشة. - البحث العلمي.	- القرطاسيّة. - طلب الزبون. - وثائق (كتالوجات). - مواقع إلكترونية ذات مصداقية.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة، وتبويبها. - أقدّر التكاليف.	- الحوار، والمناقشة. - العمل في مجموعات.	- القرطاسيّة. - وثائق. - نموذج تقدير التكاليف.
أنفّذ	- أصنّف البيانات التي جُمِعَتْ، وبوّبَتْ. - شراء العدّد اليدوية، ووسائل القياس المطلوبة.	العمل في مجموعات.	- صندوق العدّة. - الوثائق.
أنتحقّق	- أنتحقّق من السلامة، والاحتياطات التي أُخِذَتْ بعين الاعتبار في أثناء حصر العدّد اليدوية، ووسائل القياس. - أتأكّد من شراء العدّة اللازمة.	- النقاش والحوار - العمل الجماعي	قائمة التدقيق الخاصّة بالتحكّم بالعمل.
أوثّق، وأقدّم	- أوثّق البيانات الآتية: - العدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة. - أقدم عرض بوربوينت. - أنشئ ملفاً خاصّاً بالعدّد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكيّة.	الحوار، والمناقشة.	- جهاز حاسوب. - جهاز عرض. - أقلام، وقرطاسية.
أقوم	- رضا صاحب منشار الحجر بما يتّفق مع طلبه. - مطابقة العدد والأدوات مع المواصفات، والمعايير.	- الحوار، والمناقشة. - البحث العلمي.	- نماذج التقويم. - طلب الزبون.

أعطي مثلاً على أهمّ العدّد اليدوية، ووسائل القياس المستخدمة في ورشة الصيانة.

سؤال:





أتعلم:

العِدَد اليدوية، ووسائل القياس الميكانيكية، والكهربائية

نشاط (1) نظري: أحصر العِدَد اليدوية في بيتي.

تُعَدُّ العِدَد، والمُعَدَّات جزءاً أساسياً من حياتنا العملية، حيث من الصعب أن يخلو أيّ مكان عمل من هذه المُعَدَّات، التي تساعد في تسهيل كثير من العمليات، وتقسم العِدَد إلى ما يأتي:



الشكل (1): أنواع مختلفة من المطارق

أولاً- العِدَد اليدوية:

1- المطرقة: هناك أنواع مختلفة من المطارق، وجميعها تُستخدم في التقبيب، والجمع، والتنعيم، والاستبدال، والبرشمة، ويختلف شكل الرأس، وطول اليد، وشكلها، وفق الاستعمال، كما في الشكل (1).

2- المِفْكَ: يُستخدم المِفْكَ في فكّ المسامير، وربطها، وهي متعددة المقاسات، ومقبضها معزول، إمّا من البلاستيك، أو الخشب، ويجب استخدام مِفْكَات بمقابض صلبة، ومتينة، وأن تكون ذات قياس مناسب لمكان العمل، وشكل مناسب للبرغي، وأن تكون الأيدي نظيفة من الزيوت، والشحوم، وتُصنّف المِفْكَات وفق نوع رؤوسها كما يأتي:



الشكل (2): أنواع المِفْكَات وفق نوع رؤوسها

أ- مِفْكَات ذات الرأس السطحيّ (Slotted).

ب- مِفْكَات ذات رأس فلبس (مُصَلَّب) (Phillips).

ج- مفتاح توركس (Torx)، وغالباً ما يتم الخلط بين هذا

النوع من البراغي، والبراغي ذات الشكل النجمي الخماسي، أو السداسي.

د- مفتاح ربط ألن (Socket/Allen).

هـ- مِفْكَ الاختبار (Tester)، وهو مِفْكَ ذو مقبض عازل، يحتوي على لمبة صغيرة تضيء فقط عند ملامسة أحد الأصابع للمسمار المثبت في أعلى ظهر المِفْكَ، وملامسة طرفه الآخر لسطح ما يراد اختبار مرور التيار الكهربائي فيه.



الشكل (3): مِفْكَ الاختبار (Tester)

3- المبرد:



الشكل (4): أشكال مقطع المبرد

البرادة: هي عملية إزالة أجزاء صغيرة من المادة، أو المعدن؛ لغرض تنعيم السطح، أو تأكيد الوصول لمقاييس دقيقة، والعدة المستخدمة لذلك تُعرف بالمبارد، وتتم هذه العملية يدوياً.

ويُستخدم المبرد في الحصول على أسطح مستوية، أو متوازية؛ فهو يُزيل أجزاء من سطح قطعة العمل على شكل شظايا؛ للحصول على الشكل المطلوب، ويبيّن الشكل (4) الآتي الأشكال المختلفة لمقطع المبرد:

4- مفاتيح الشدّ: يجب استخدام مفاتيح مناسبة خالية من العيوب، كما في الشكل (5) الآتي:

تنبيه: يجب أن يكون الشدّ باتجاه العامل، وأن تكون الفتحة باتجاه الشدّ، وعدم زيادة طول الذراع باستخدام وصلة إضافية، بل استبدال المفتاح بآخر أطول.



الشكل (5): أشكال من مفاتيح الشدّ

5- أدوات النزع، والتثبيت (الزرديات) (Pliers):

تُستخدم الزرديات في سحب الأسلاك، وقطعها، وثنيها، ومسك الأجزاء الأسطوانية، والمسطحة ذوات القطر الرفيع، ويجب استخدام أدوات بمقابض صلبة، ومتينة، وأن تكون معزولة عن التوصيلات الكهربائية، وأن تكون ذات قياس مناسب لمكان العمل، والقطعة المراد نزعها، أو تثبيتها، وأن تكون الأيدي نظيفة من الزيوت، والشحوم، وهناك عدة أشكال للزرديات وفق الاستعمال، يوضحها الشكل (6) الآتي:



زردية مضخة الماء

زردية كبس

زردية عادية

الشكل (6): أشكال الزرديات

6- المقطّع (الإزميل / الأجنة) (Chisel):



الشكل (7): الأزميل

يُستعمل الإزميل في إزالة طبقات رقيقة من سطوح القطع المعدنية، ويُستعمل عادة مع المطرقة اليدوية التي يُطرق بوساطتها على نهاية مقبض الإزميل، فتقوم حافتها القاطعة بإزالة المعدن. تُعدّ عملية القطع بالإزميل من عمليّات التشغيل التي تفتقر إلى الدقة، لذلك فإنّ استعمالها يقتصر على الأعمال التي لا تتطلب الدقة العالية في الإنجاز، كما في الشكل (7). ومن الملاحظات المهمّة حول كيفية استعمال الإزميل هي تحديد زاوية ميله على سطح القطعة.

7- السُنْبُك (الشُّوكَة):



الشكل (8): السُنْبُك (الشُّوكَة)

يُستخدَم السُنْبُك في تحديد مراكز على قطعة العمل؛ بغرض تنفيذ عملية لاحقة مثل الثَّقَب، وتُصنَع من الصُّلب المصلَّد، كما في الشكل (8).

وتُقسَم السنايك إلى نوعين، هما:

- أ- سُنْبُك لمراكز الثقبوب: تكون زاوية الرأس المدبَّب فيه 60 درجة.
- ب- سُنْبُك العلام: تكون زاوية الرأس المدبَّب فيه 30 درجة.

8- المنشار اليدوي:



الشكل (9): المنشار اليدوي

تعتمد عملية النشر اليدوي على القوَّة العضلية، مع مراعاة قيادة سلاح المنشار في مستوى ثابت، والضغط على السلاح في أثناء الحركة للأمام، حيث تُزِيل أسنان المنشار المعدن، كما في الشكل (9).

وتُقسَم أسلحة المناشير إلى ثلاثة أنواع، هي:

- أ- خشنة: للمواد الطريَّة (اللينة)، مثل الألمنيوم، والنحاس، والبلاستيك، وهي من 14 إلى 16 بوصة.
- ب- متوسطة: للمواد متوسطة الصلابة، مثل الأنابيب، والفولاذ المشكَّل، وهي من 22 إلى 25 بوصة.
- ج- دقيقة: للمواد الصُّلبة، مثل الأسلاك الكهربائية، والأنابيب رقيقة الجدران، وهي من 28 إلى 32 بوصة.



الشكل (10): المِلْزَمَة

9- المِلْزَمَة (المِنْجَلَة):

تُصنَع المِلْزَمَة من الحديد الصُّلب المسبوك، ويتمدَّد مقاسها بعرض فكَّيها، والفكَّان أحدهما ثابت، والآخر متحرِّك، وهما متوازيان، وسطحاهما الملاصقان للجسم خشنان؛ ليكون التثبيت جيداً، كما في الشكل (10).

10- بريضة السَّحَب (Wheel Puller):



الشكل (11): أشكال بريضة السَّحَب

تُستخدَم بريضة السَّحَب لإخراج البيل، والتروس، والطارات من أعمدة الدوران، كما في الشكل (11).

11- مكبس البرشام:



الشكل (12): مكبس البرشام

تتم عملية البرشمة إما يدوياً، أو آلياً، وتتم البرشمة اليدوية بطرق الجزء البارز من المسمار طرقات متتالية بالمطرقة اليدوية، أو الهوائية، بينما تتم الطريقة الآلية عن طريق كبس رأس المسمار مرَّة واحدة باستخدام مكبس خاص، كما في الشكل (12). ويتم فكَّ وصلة البرشام إما باستخدام أزاميل مسطَّحة، والطَّرَق عليها إذا كانت وصلات البرشام لألواح سميكة، وفي حالة وصلات البرشام للألواح المعدنية الرقيقة، يُثقب مسمار البرشام.

نشاط (2) عملي: أفكِّ براغي لجهاز ما في المشغل التدريبي،

باستخدام أنواع متعددة من المفكَّات، ثم أعيد تركيبه.

ثانياً- العِدَد الكهربائيّة:

1- أدوات القطع، والجلخ (الصاروخ):

- عمليّة التجليخ هي عمليّة قطع المعادن، وتشغيلها، بإزالة الرّائش من المعدن؛ لزيادة نعومة سطحه، ولتحقيق دقّة أبعاد عالية، وسنّ (إعادة شحذ) أدوات القطع المختلفة، مثل ريش الثّقْب، ويتمّ ذلك بوساطة أحجار التجليخ التي يبرز من محيطها عدد كبير جداً من الأجسام القاطعة (الحبيبات)، فعند دوران حجر التجليخ بسرعات عالية، تعمل هذه الأجسام القاطعة على إزالة رائش دقيق جداً من معدن القطعة؛ ما يجعل سطح المعدن ناعماً، وبالغ الدقّة.
- اختيار نوع القرص، وقطره المناسبين لنوع العمل، والتأكّد من تثبيت القرص في مكانه، مع استخدام الواقي، واستبدال القرص عند بداية تلفه.

- تثبيت القطعة؛ لمنع انزلاقها.

أنواع ماكينات التجليخ:

- أ- آلات الجلخ الثابتة/ العمودية: تُستخدم هذه الآلات في سنّ الأدوات، والعِدَد اليدوية، وتجهيز حوافّ قطع المعادن المختلفة، كما في الشكل (12).
- ب- آلات الجلخ المتنقلة: وهي الآلات التي يمكن نقلها، واستخدامها باليد خارج المشغل، وتُستخدم هذه الآلات؛ لشحذ التّنوّات الناشئة عن الصّب، وتنعيم خطوط اللحام، وتهذيب حوافّ قطع العمل الحادّة، كما في الشكل (13).



الشكل (13): آلة جلخ متنقلة

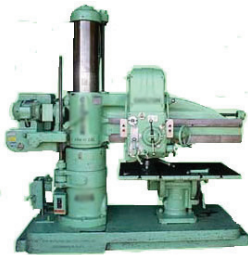


الشكل (12): آلات الجلخ الثابتة

نشاط (3) عملي: أركّب عدّة قطع للجلخ على الصاروخ اليدوي في المشغل التدريبي.

2- المثقاب (الدّرل):

- تُستخدم آلات الثّقْب؛ لتشغيل الثقوب، أو التجاويف الأسطوانيّة، وهناك أنواع مختلفة الشكل، والمقاسات، من المثاقيب، كما في الشكل (14).



مثقاب الدّف



المثقاب العمودي



مثقاب طاولة



المثقاب اليدوي

الشكل (14): أنواع آلات الثّقْب

- أ- المثقاب اليدوي (Electrical Drilling Machine): تتميز هذه المثقاب بسهولة حملها، ونقلها، وتشغيلها يدوياً في مكان العمل المطلوب، دون الحاجة إلى نقل القطعة، إلا أن استخدامها يقتصر على تشغيل الثقوب الصغيرة (في حدود 13 ملم) التي لا يُهتم فيها بدقة معينة.
- ب- المثقاب العمودي البسيط/ الطاولة (Bench Drilling Machine): هو أبسط الأنواع، وشائع الاستخدام في جميع الورش، والمصانع؛ لسهولة تشغيله، ولا يشغل حيزاً، ويقوم بعمل الثقوب حتى 13 ملم تقريباً، وهذا الرقم هو أقصى ريشة يمكن تركيبها.
- ج- المثقاب العمودي (Vertical Drilling Machine): هذا النوع أيضاً شائع الاستخدام في جميع الورش، والمصانع، ولكنه أثقل من السابق، وتوجد فيه سرعات مختلفة إلى حوالي 2000 (لفة/دقيقة)، وتختلف السرعة وفق نوع الريشة.
- د- مثقاب الدف (Radial Drill): يُستخدم مثقاب الدف في الورش الكبيرة؛ لعمل ثقوب بأقطار كبيرة، أو عندما تكون القطعة كبيرة الحجم، ويتميز هذا النوع بإمكانية تحريك رأس حامل الريشة لأعلى، ولأسفل، ويميناً، ويساراً، وفق وضع القطعة.

ومن الأمور التي يجب الأخذ بها عند استخدام المثقاب:

- تثبيت الريشة بشكل جيد.
- عدم وجود تلف في شريط التغذية.
- أن تكون الريشة بطول، ونوع مناسبين للعمل (ريشة معدن، أو ريشة خشب).



الشكل (15): ريشة الثقب المركزي

أنواع ريش الثقب:

1- ريشة الثقب المركزي:

تُستعمل لعمل الثقوب المركزية في قطعة العمل، كما في الشكل (15).

2- الريش الحلزونية (Twist Bits):

هي أكثر أنواع الريش شيوعاً في الاستعمال، وتُستخدم في ثقب المواد الصلبة، ويكون شكلها حلزونياً، بحيث يسهل خروج الرأش المزال من قطعة التشغيل، وينتهي بساق (جذع) يلائم طريقة تثبيته، كأن تكون مخروطية؛ للتثبيت في جلب مخروطية (Drill Sleeve)، ويمكن فكها عن طريق خابور خاص يتم دقه يدوياً، أو أسطوانية، أو لتثبيتها في ظرف يحتوي على ثلاثة فكوك، كما في الشكل (16) الآتي:



ريشة ذات ساق تثبيت مخروطي

طرفا ثلاثي الفكوك

الشكل (16): أنواع الريش الحلزونية

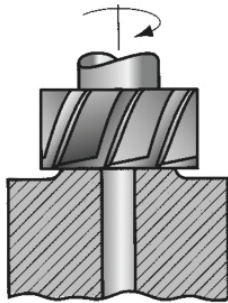
3- التخويش (Counter)، كما في الشكل (17):

يُقصد بالتخويش: توسيع جزء من الثقب، أو عمل شطوف للثقوب، وهي عدة أنواع:

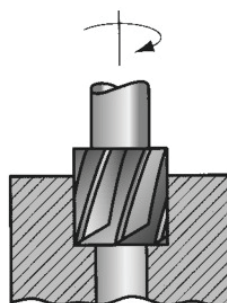
أ- ريش تخويش زاوية: تأتي إما بزاوية (60°)، أو (90°)، وتُستعمل لتركيب البراغي ذات المخروطية.

ب- ريش تخويش أسطوانية: تأتي بأقطار مختلفة، وتُستعمل لتركيب البراغي ذات الأسطوانية.

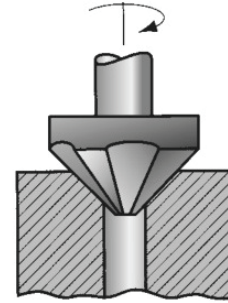
ج- ريش التسوية: تُستعمل إذا كان الجزء المخوش قليل العمق.



ريش التسوية



ريش تخويش أسطوانية



ريش تخويش زاوية

الشكل (17): أنواع ريش التخويش

4- البرغلة (Reamer):

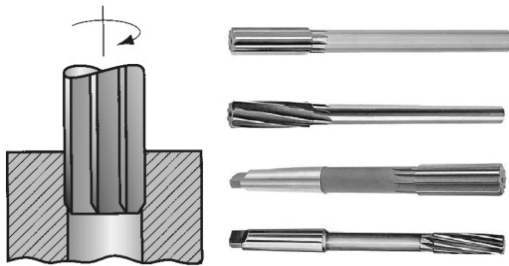
الهدف من البرغلة تنعيم سطح الثقب بعد الانتهاء من عملية

الثقب الأساسية في المنتج، وهي براغل ذات مجارٍ طولية، ويوجد

عند نهاية الساق بروز مربع يوضع فيه يد الريشة الخاصة، وتجرى

عملية البرغلة عادة بعد التثقيب، والتخويش؛ من أجل الحصول

على سطوح ملساء جداً، ودقيقة المقاييس، كما في الشكل (18).



الشكل (18): أنواع ريش البرغلة

نشاط (4) عملي: باستخدام المثقاب اليدوي أثقب في منصة عرض عينات من الحجر، مراعيًا اختيار الريشة المناسبة.

ثالثاً- الأجهزة والمعدات الميكانيكية:

1- الرافعة (Overhead Crane):

هي آلة رفع، عادة تكون مجهزة بلفافة أسلاك يمكن استخدامها، سواء لرفع المواد، أو تنزيلها، ونقلها أفقياً،

وتُستخدَم عادة في عمليات النقل؛ لتحميل البضائع، وتفريغها، وفي العمارة؛ لنقل مواد البناء، وفي المصانع؛

لتجميع المعدات الثقيلة، كما في الشكل (19) الآتي:



الشكل (19): الرافعة



الشكل (20): رافعات السلسلة

2- رافعات السلسلة (Chain Crane):

تعمل رافعات السلسلة بشكل بسيط، وغير معقد، وتتميز بأنها خفيفة الوزن، وقوية جداً، وتأتي على أحجام، وأنواع مختلفة، كما في الشكل (20).

3- الجكّات (Jacks):



الشكل (21): الجكّات

نشاط (5) عملي: باستخدام الرافعة في المشغل التدريبي أنقل مشتاح حبر من مكان إلى آخر.

رابعاً- أدوات القياس الميكانيكية:

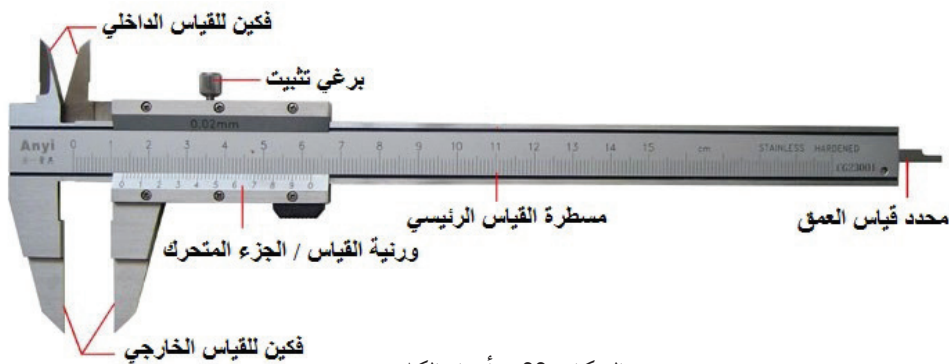
1- القدمة ذات الورنية (الكليب) (Vernier Caliper):

تُعدّ من أهم أجهزة القياس المستعملة في ورش الميكانيكا بصفة عامّة، وورش التشغيل بصفة خاصّة؛ لإجراء قياسات الأبعاد الخارجيّة، والداخلية، وأعماق الثقوب في القطع، والمشغولات.

أ- أجزاء الكليب: تتكوّن القدمة من جزأين رئيسين، كما في الشكل (22)، هما:

- الجزء الثابت: يحتوي على فكّ ثابت متّصل بمسطرة القياس الرئيس، وتكون مسطرة القياس الرئيس مدرّجة بالمليمتر من ناحية، وبالبوصة من ناحية أخرى.

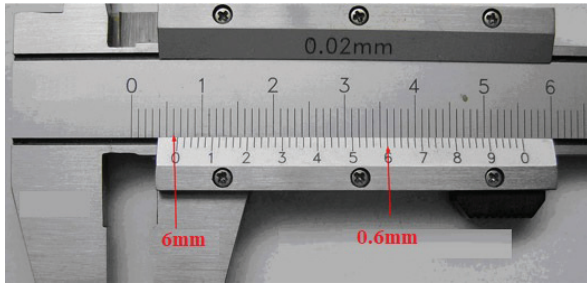
- الجزء المتحرّك: وهو عبارة عن منزلقة تحمل الفكّ المتحرّك، والجزء المتحرّك، وتكون مدرّجة بأجزاء المليمتر وفق دقّة القياس.



الشكل (22): أجزاء الكليب

ب- كيفية القياس بالكليب:

- أنظر إلى الجزء المتحرك، وأقرأ الرقم الذي على يسار الصفر (الرقم الأقل).
- أنظر ابتداءً من صفر الجزء المتحرك، وأحدد أول تطابق تام بين تدرجَي الجزء المتحرك، والجزء الثابت، ثم أقرأ عدد تدرج القدمة المسجلة مع التطابق، ويضرب هذا العدد في دقة الكليب، ويكون ذلك قيمة قراءة الكليب، أو آخذ الرقم الصحيح، ويكون بأجزاء المليمتر، ثم أجمع القراءة الأولى مع الثانية؛ لتكون نتيجة قيمة القياس على جهاز الكليب.

ج- تطبيق على كيفية القياس بالكليب، كما في الشكل (23) الآتي:

دقة الجهاز = $50 / 1 = 0.02 \text{ mm}$ (الكليب خمسينية)	
6mm	قياس الجزء الثابت
$30 \times 0.02 \text{ mm} = 0.6 \text{ mm}$	قياس الجزء المتحرك
$6 + 0.6 = 6.6 \text{ mm}$	قيمة القياس على الجهاز

الشكل (23): تطبيق على كيفية القياس بالكليب

نشاط (6) عملي: أستخدم الكليب؛ لقياس سُمْك عَيّنات متعدّدة من الحجر لأقرب 0.1 ملم، ثم أقرن نتائجي مع نتائج زملائي للعينات نفسها.

2- الميكرومتر (Micrometer):

يُعدّ الميكرومتر من أجهزة القياس المهمّة في تحديد الأبعاد الخارجيّة الصغيرة، كقياس قُطر سلك ما، أو قياس سُمْك كتلة بدقّة كبيرة تصل إلى (0.01mm)، وقد تصل في بعض الأجهزة قيماً دون ذلك (0.001mm)، ويوجد من الميكرومتر أنماط لنطاقات قياس تتراوح من الصفر إلى 25 ملم، ومن 25 إلى 50 ملم، وهكذا.

أ- أجزاء الميكرومتر، كما في الشكل (24):



الشكل (24): أجزاء الميكرومتر

يتكوّن جهاز ميكرومتر القياس الخارجيّ من جزأين أساسيين، هما:

- **الجزء الثابت:** يحتوي على إطار على شكل حرف (U)؛ لحمل بقية مكوّنات الجهاز الثابتة، والمتحرّكة. وهناك تدريج طوليّ يكون التدرّج الرئيس للقياس، مدرّج بـ (1mm) من فوق، و (0.5mm) من أسفل.
- **الجزء المتحرّك:** هو جلبة القياس التي إذا حرّكتها حركة دورائيّة عن طريق مسمار جاس، يتحرّك عمود القياس؛ لتثبيت القطعة المراد قياسها، وعادة ما يكون محيط جلبة القياس مقسماً إلى 50 تدرّجاً، وكلّ تدرّج قيمته (0.01mm)، ويسمح تحريكها دورة كاملة بالتقدم بمقدار (0.5mm).

ويمكن تحديد حساسيّة القياس في الميكرومتر عن طريق القانون الآتي:

حساسيّة قياس الميكرومتر = خطوة القلاووظ في عمود القياس ÷ عدد أقسام تدريج جلبة القياس
ومن هنا يمكن استخلاص حساسيّة الجهاز بأنّه قيمة:

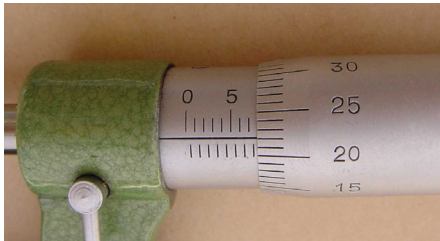
$$\frac{0.5}{50} = \frac{1}{100} = 0.01\text{mm}$$

ب- أسلوب استخدام الميكرومتر في القياس:

- يُضبط فكّ القياس على مقياس أكبر من القطعة المراد قياسها.
- يُسند السندان (الفكّ الثابت) على القطعة المراد قياس البُعد بها.
- يُحرّك عمود الميكرومتر، ومعه الفكّ المتحرّك؛ لإدارة الجلبة الخارجيّة، حتى يقترب الطرف من القطعة.
- يُدار مسمار جاس للضبط الدقيق؛ حتّى لا يزيد الضغط على القطعة.

ج- قراءة الميكرومتر:

- **قراءة القياس الرئيس:** تُؤخذ قيمة آخر خطّ ظاهر على الأسطوانة الثابتة، وتُكتَب عدداً صحيحاً، أو نصف عدد.
- **قراءة القياس على الأسطوانة المتحرّكة:** تُؤخذ قيمة الخطّ المتطابق من القرص الدائريّ المدرّج على خطّ التدرّج للأسطوانة المتحرّكة، وتُكتَب رقماً من مئة (0.01 ملم)، كما في الشكلين (25-أ)، و(25-ب) الآتيين:



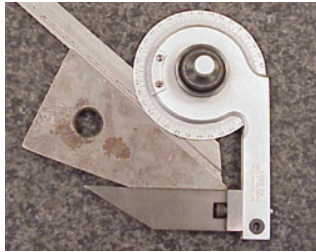
الشكل (25-ب): قراءة الميكرومتر
قراءة قياس الأسطوانة المتحرّكة: 7.00mm
قراءة أنصاف المليمترات: 0.5mm
قراءة قياس الأسطوانة الثابتة: 0.22mm
القراءة النهائيّة: $7.0 + 0.5 + 0.22 = 7.72\text{mm}$



الشكل (25-أ): قراءة الميكرومتر
قراءة قياس الأسطوانة المتحرّكة: 7.00mm
قراءة أنصاف المليمترات: 0mm
قراءة قياس الأسطوانة الثابتة: 0.38mm
القراءة النهائيّة: $7.0 + 0 + 0.38 = 7.38\text{mm}$

3- أدوات قياس الزوايا:

تُعَدُّ زاوية القياس من الأدوات التي تُستخدَم؛ لمراجعة قياس ميل الزوايا، وضبطها للمشغولات المنتهية، مثل فحص تعامد أجزاء المشغولات (90°)، أو الزوايا المائلة الحادّة، أو المنفرجة، كما أنّ الزوايا تُستخدَم في عمليّات التخطيط الأولى للمشغولات، ولزوايا القياس أشكال، وأحجام مختلفة، كما في الشكل (24) الآتي:



الزوايا المؤتلفة الشاملة



منقلة قياس الزوايا



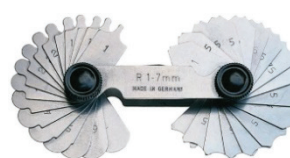
الزوايا القائمة

الشكل (26): أنواع أدوات قياس الزوايا

نشاط (7) عملي: أستخدم الزاوية المعدنية؛ لفحص تعامد الطول مع العرض لعدّة عيّينات حبر في المشغل، ثمّ أناقش النتائج مع زملائي.

4- أدوات القياس ذات القيمة الثابتة (Limit Gage):

تختصّ كلّ أداة ضمن هذه الفئة بقيمة محدّدة، ويُطلَق أحياناً عليها اسم ضبغات القياس، وتُستعمل هذه المحدّدات؛ للفحص السريع والدقيق، وأبعاد القطع، ويبيّن الشكل (25) الآتي نماذج من أدوات القياس ذات القيمة الثابتة:

محدّدات قياس خطوة القلاووظ
(Thread Profile Gage)محدّدات قياس؛ لفحص السُمك
(Thickness Gages)محدّدات الأقواس
(Radius Gages)محدّدات قياس الثقوب
(Small Hole Gages)

الشكل (27): نماذج من أدوات القياس ذات القيمة الثابتة

الأسئلة:

- 1- لِمَ يُستخدَم السُنْبُك؟
- 2- ما الفرق بين آلات الجَلَخ الثابتة، وآلات الجَلَخ المتحركة؟
- 3- لِمَ يُستعمل مِفْكَ الاختبار؟
- 4- ما أهمية الرِّيش الحلزونية؟
- 5- أيُّهما أدقُّ للقياس الكبير، أم الميكروميتر؟

الموقف التعليمي التعلّمي (2-3): فك وسائل نقل الحركة والقدرة الميكانيكية وتركيبها



وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

حضر صاحب منشار حجر إلى ورشة صيانة الآلات الصناعيّة يشتكي من وجود صوت عالٍ، واهتزازات في رافعة السلسلة، فأراد من الفنيّ اكتشاف الخلل، وتحديد سببه، وإصلاحه.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع بيانات من صاحب منشار الحجر عن طبيعة الخلل. • أجمع بيانات عن: - مبدأ عمل رافعة السلسلة. - أنواع البكرات، ومدى شدّ الحبل بين البكرة، والمحرك. - كيفية فكّ البكرة، وإعادة تركيبها. - القطع التالفة.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• القرطاسيّة. • طلب الزبون. • وثائق (كتالوجات). • مواقع إلكترونية ذات مصداقية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات التي جُمِعَتْ. • تحديد الأدوات، والعِدَد والأجهزة اللازمة للعمل. • إجراء القياسات الضروريّة، وحساب قُطر الحبل الخاصّ بالبكرة. • فحص سبب الخلل، وتحديدّه. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار، والمناقشة. • العمل في مجموعات.	• أجهزة القياس الميكانيكيّة. • نموذج الجدول الزمنيّ.
أنفّذ	• أستخدم العِدَد والأدوات المناسبة لعملية الفكّ، والتركيب. • أفلّك البكرة، وأغيّر الحبل، وأعيد تركيبها. • أشدّ الحبل بين البكرة، والمحرك وفق المواصفات.	• العمل في مجموعات. • العصف الذهني.	• صندوق العِدَّة. • القطع التالفة اللازمة لعملية التركيب، والتشغيل، والصيانة.

• أجهزة القياس. • الوثائق. • تعليمات السلامة العامة. • معايير الجودة والمواصفات.	• العمل في مجموعات.	• أتُحقّق من السلامة والاحتياطات التي أُخِذَتْ بعين الاعتبار في أثناء فكّ البكرة، وتركيبها. • أشغل رافعة السلسلة وأتأكّد من عملها وفق المطلوب. • أتُحقّق من جودة العمل.	أتُحقّق
• جهاز حاسوب. • جهاز عرض. • أقلام، وقرطاسية.	• النقاش والحوار بما أُنجز. • مجموعات عمل. • عرض تقديمي.	• أوثّق البيانات الآتية: - طبيعة الخلل. - مبدأ عمل رافعة السلسلة. - أنواع البكرات، ومدى شدّ الحبل بين البكرة، والمحرّك. • أنشئ قوائم خاصّة بالعدّد اليدوية، ووسائل القياس المستخدمة. • أقدم عرض بوروينت. • أنشئ ملفّاً خاصّاً بفكّ وسائل نقل الحركة، والقدرة الميكانيكية، وتركيبها.	أوُثّق، وأقّدم
• نماذج التقويم. • طلب الزبون.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• رضا صاحب منشار الحجر عن صيانة الخلل في المصنع	أُقوّم

سؤال:



كيف أعرف مدى الشّدّ في حبل البكرة؟



أتعلّم:

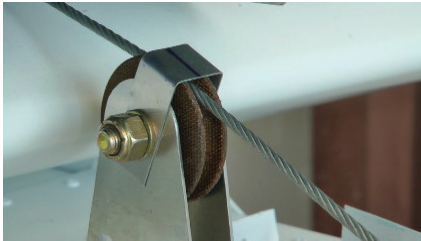
وسائل نقل الحركة والقدرة الميكانيكية

نشاط (1) عملي: أصنع آلة بسيطة لرفع الأثقال إلى الأعلى.

تُعدّ عملية نقل الحركة، والقدرة الميكانيكية في المعدّات الميكانيكية من العمليات بالغة الأهمية؛ لإمكانية السيطرة على القدرات المتولّدة، سواء من المحرّكات الميكانيكية، أو المحرّكات الكهربائية، وتوصيلها بكفاءة مقبولة إلى حيث الاستخدام، والفائدة المرجوة. وهناك طرق أساسية لنقل القدرة ميكانيكياً، هي:

أولاً- البكرات (Pulley):

البكرة: هي جهاز ميكانيكيّ على شكل عجلة، ويكون محيطها مجوّفاً يلتفّ حوله حبل، ويُعلّق بإحدى طرفيه ثقل، ويُجذب الحبل من الطرف الآخر، كما في الشكل (1) الآتي:



الشكل (1): البكرة

1- الهدف من استخدام البكرات:

- تخفيض الجهد المبذول؛ من أجل رفع ثقل ما.
- تغيير اتجاه خيط السحب.

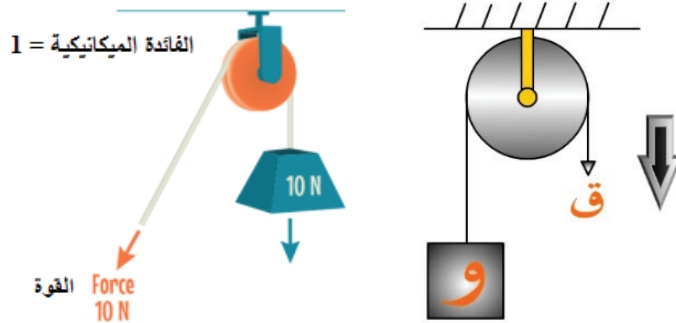
2- استخدامات البكرات، واستعمالاتها:

تُستخدَم أنظمة البكرات في كثير من الآلات، وبالأخص من أجل نقل البضائع، أو المعدّات فائقة الوزن، أو حملها، مثل: الرافعة، والتليفريك، وأدراج السلّم الميكانيكيّ، والمصعد الكهربائيّ.

3- أنواع البكرات:

أ- البكرة الثابتة (Fixed Pulley):

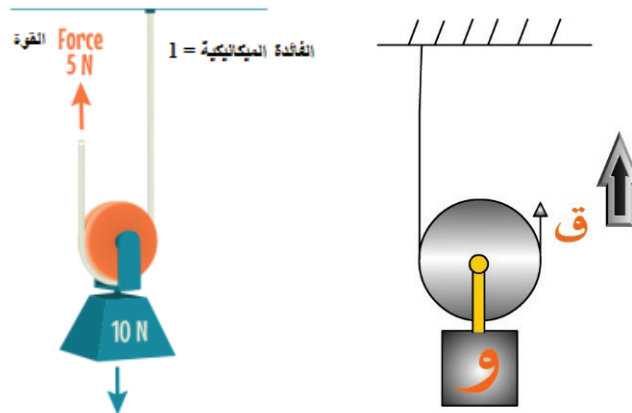
تتكوّن البكرة الثابتة من بكرة تدور حول محور ثابت حول هذا المحور، وتقوم برفع حمولة مقدارها (و) عن طريق بذل جهد مقداره (ق)، وفي هذا النوع قيمة الجهد المبذول لا تتغير، إنّما تتغير اتجاهها؛ (أي أنّ الفائدة الميكانيكية = 1؛ بمعنى أنني أحتاج إلى قوة لرفع الثقل تساوي وزن الثقل)، وتستخدم لرفع ثقل إلى الأعلى، بينما تقف في الأسفل، كما في الشكل (2) الآتي:



الشكل (2): البكرة الثابتة

ب- البكرة المتحركة (Moving Pulley):

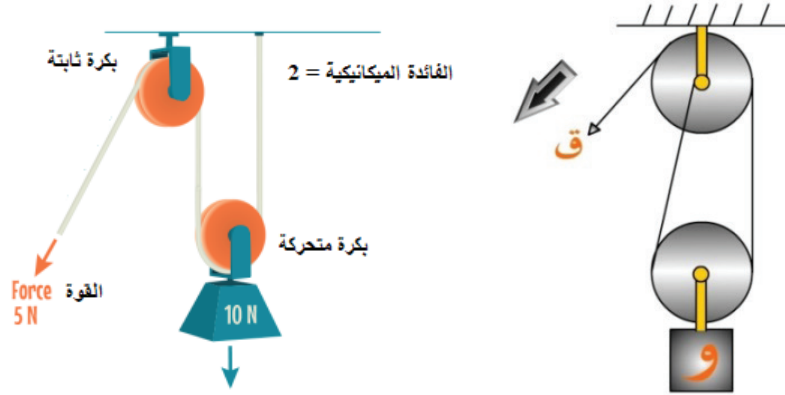
تتكوّن البكرة المتحركة من بكرة تدور حول محور حرّ الحركة، وتكون الكتلة معلقة بحبلين في آن واحد، وبذلك يكون الثقل مقسوماً على الحبلين، وفي هذا النوع لا يُغير اتجاهها؛ (أي أنّ الفائدة الميكانيكية = 2؛ بمعنى أنني أحتاج إلى قوة لرفع الثقل تساوي نصف وزن الثقل)، وتستخدم لرفع ثقل إلى الأعلى، بينما تقف في الأعلى، كما في الشكل (3) الآتي:



الشكل (3): البكرة المتحركة

ج- البكرة المركبة (Compound Pulley):

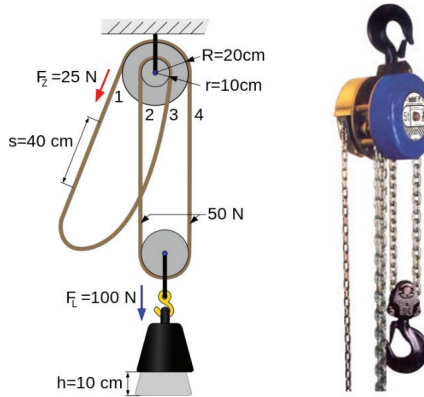
تتكوّن البكرة المركبة من بكرة ثابتة، وبكرة متحركة، وألاحظ من الشكل (4) الآتي أنّ الجسم معلق بحبلين في آن واحد، وبذلك يكون الثقل مقسوماً على الحبلين، كما في البكرة المتحركة؛ (أي الفائدة الميكانيكية = 2؛ بمعنى أنني أحتاج إلى قوة لرفع الثقل تساوي نصف وزن الثقل).



الشكل (4): البكرة المركبة

د- بكرات وستون التفاضلية (Weston's Differential Pulley):

تُسمّى (بكرة وستون التفاضلية) أحياناً المرفاع ذا السلسلة، أو تُسمّى باللغة الدراجة (السلسلة الساقطة)، وتُستخدم لرفع الأشياء شديدة الثقل يدوياً، مثل محرّكات السيارات، ويتم تشغيلها عن طريق سحب القسم المترهل للسلسلة المتواصلة التي تلتفّ حول البكرات، ويحدّد الحجم النسبي للبكرتين المتصلتين أقصى وزن يمكن حمله عن طريق استخدام اليدين. تتكوّن من بكرتين ثابتتين لهما نصف قطرين مختلفين، يتصلان ببعضهما بعضاً، ويدوران مع بعضهما بعضاً، وتحمل البكرة الفردية الحمل، ويلتفّ حول البكرات حبلٌ طويل للغاية. ولتجنّب الانزلاق، عادةً ما يتمّ استبدال الحبل بسلسلة، واستبدال البكرتين بتروس.

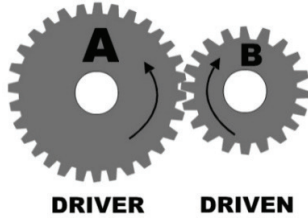


الشكل (5): بكرة وستون التفاضلية

ثانياً- المسنّات (التروس) (Gear):

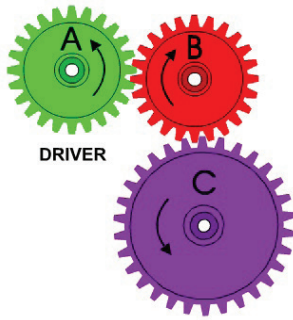
التروس: هي عجلات مسنّنة، يحتوي محيطها على عدد من الأسنان ذات الشكل الخارجي، وتتميّز التروس بنقل الحركة الدورانية من المحرّك إلى الحمل المراد تحريكه؛ لزيادة السرعة، والعزم، وتقليلهما، أو تحويلهما إلى حركة مستقيمة خلال مسافات قصيرة.

1- نقل الحركة في التروس:



الشكل (6): نقل الحركة في التروس

تُسمّى التروس، كما في الشكل (6) أدناه التروس المستقيمة (Spur Gears)، ويُسمّى الترس «A» الترس المديّر (Driver)؛ لأنّه يأخذ حركته من المحرّك مباشرة، وينقل هذه الحركة إلى الترس «B»، ويُسمّى الترس «B» بالمدار (Driven)، وألاحظ كذلك من الشكل أنّ الترس «B» يدور بعكس اتجاه حركة دوران الترس «A»:



الشكل (7): اتجاه دوران مجموعة من التروس

أمّا الشكل (7)، فيُعدّ مثلاً جيداً لمجموعة من التروس، والمجموعة عادة تتكوّن من ترسين، أو أكثر، حيث يظهر من الشكل اتجاه نقل الحركة في كلّ ترس، فمثلاً: على اعتبار أنّ الترس «A» هو المديّر، ويدور في اتجاه عكس عقارب الساعة، لذلك فإنّ الترس «B» يدور مع عقارب الساعة، والترس «C» يدور عكس عقارب الساعة، وهنا يُسمّى الترس المحوّل.

ويُحتاج إلى مثل هذه المجموعة من المسنّات، عندما يلزم أن يدور الحمل في هذه الحالة ترس «C» بدوران الترس المركّب نفسه على محرّك الترس المديّر، وهو الترس «A».

2- أنواع التروس:

أ- التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) (Supr Gears).

ب- التروس المركّبة (Compound Gear).

ج- تروس الجريد المسنّنة (Rack and Pinion).

د- التروس المخروطية (Bevel Gears).

هـ- التروس الدودية (البريمة اللانهائية) (Worm Gears).

و- الترس الداخلي (Internal Gear).

ز- الترس الحلزوني (Helical Gear).



الشكل (8): أنواع مختلفة من التروس

قاعدة عامة: إذا دَوَّر ترس كبير الحجم ترساً صغير الحجم، فإنَّ سرعة الترس المُدار تكون أعلى، ويقاوم حملاً قليلاً، وإذا دَوَّر ترس صغير الحجم ترساً كبير الحجم، فإنَّ سرعة الترس المُدار أقلَّ، وقوَّته أعلى.

نشاط (2) عملي: أفكّ جنزير الدراجة الهوائية، وأعيد تركيبه.

ثالثاً- نقل الحركة بالجننازير (Chains):

هي الطريقة التي يتم فيها نقل الحركة بين مسنّنين متباعدين عن طريق جنزير.

1- أجزاء وسيلة نقل الحركة بالجننازير:

تتكوّن وسيلة نقل الحركة بالجننازير -في أبسط أشكالها- ممّا يأتي:

أ- عجلة مسنّنة فائدة.

ب- عجلة مسنّنة منقادة.

ج- جنزير.



الشكل (9): أجزاء وسيلة نقل الحركة بالجننازير

وتوضّع الوسيلة الناقلة للحركة للأحمال، والسرعات الكبيرة داخل صندوق، كما تُزوّد بأجهزة شدّ، وأدوات تزييت، كما في الشكل (9).

ويدور المسنّنان القائد، والمقتاد بجهة الدوران نفسها، والمسنّن الذي يدور بسرعة دوران أكبر هو الذي له أقلّ عدد من الأسنان.

وتُصمّم وسائل نقل الحركة، بحيث يمكن نقل القدرة من عمود قائد إلى مجموعة أعمدة متوازية متباعدة في آن واحد باستخدام كاتينة واحدة، كما يمكن التحكم بضبط الشدّ؛ للحصول على شدّ مناسب للجنزير؛ لتلافي التمدّد الحتمي له. كما يوصى ببذل عناية خاصّة عند تجميع وسائل الإدارة بالجننازير، والتأكّد من محاذاة العجلات المسنّنة بعضها ببعض تماماً؛ لتلافي التآكل السريع لأسنان العجلات المسنّنة، والجنزير.

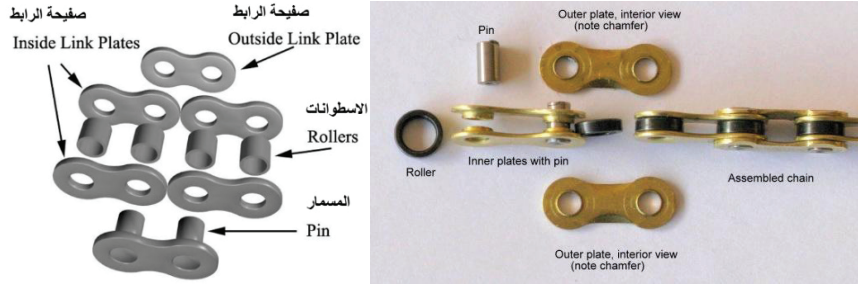
2- الجننازير (Chains):

يُعدّ الجنزير العنصر الأساسي لأجهزة نقل الحركة بالجننازير، وهو الذي يحدّد مدى كفاءتها، وتحملها، وتتكوّن الجننازير من حلقات متصلة بعضها ببعض مفصلياً، وتُصمّم هذه الحلقات بأشكال مختلفة؛ لتناسب قدرة الأجزاء الناقلة للحركة بالآلات، وسرعتها، حيث تكون ذات أبعاد، وموادّ ذات خواصّ ميكانيكيّة، ومواصفات قياسية، وبجودة، ودقة عالية (تُعَدّ طول خطوة الجنزير، وعرضها المواصفتين الأساسيتين).

وتُصنّع أجزاء الجننازير من الصُّلب الكربوني متوسط الكربون، أو الصُّلب السبائكي اللذين سبق لهما التعرّض للمعاملات الحرارية؛ للحصول على صلادة، ومقاومة عاليتين للتآكل، والاحتكاك.

3- أجزاء الجنزير: يوضح الشكل (10) أجزاء الجنزير:

- أ- شرائح، أو حلقات مفصليّة متبادلة داخلية، وخارجيّة (Plate)، متصلة بعضها ببعض.
- ب- مسمار (Pin) من الصُّلب؛ لتثبت الشرائح الخارجيّة مع الشرائح الداخليّة بالكبس، والغرض من المسمار هو إعطاء الشرائح حركة مفصليّة متحرّكة.
- ج- الأسطوانات؛ لتخفيض نسبة التآكل الناتج عن الاحتكاك بأسنان العجلات المسنّنة المستخدمة لنقل الحركة.



الشكل (10): أجزاء الجنزير



الشكل (11): قفل الجنزير

- د- يوجد في نهاية الجنزير حلقة مفصليّة قابلة للفكّ (قفل الجنزير) بشكل الحلقات المعتادة، وذلك عندما يكون عدد حلقات الجنزير زوجياً، أو تكون بشكل خاصّ عندما يكون عدد الحلقات فردياً، ويمكن نزع الحلقة الإضافية عند زيادة طول الجنزير عن الطول المطلوب، كما في الشكل (11).

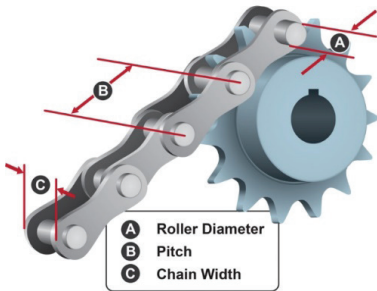
4- مواصفات الجنزير:

عادة ما يمكن تحديد حجم سلسلة الأسطوانة بواسطة القياسات الآتية، كما في الشكل (12).

- قطر الأسطوانة.

- **Pitch**: المسافة بين مراكز المسامير (المسافة بين بداية سنّ معيّن إلى بداية السنّ المجاور له مباشرة).

- العرض الداخليّ: المسافة بين الواجهات الجانبية الداخليّة.



الشكل (12): مواصفات الجنزير

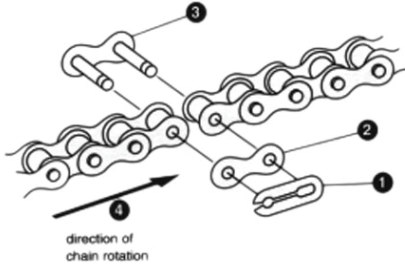
5- فكّ الجنزير، وتركيبه:

أولاً- الفكّ:

- أ- إزالة قفل الجنزير (1).
- ب- فكّ الشريحة الخارجيّة (2).
- ج- سحب الوصلة الرئيسيّة (3).

ثانياً- التركيب:

- أ- تركيب الوصلة الرئيسة في نهاية طرفي الجنزير (3).
- ب- تركيب الشريحة الخارجية (2).
- ج- تركيب قفل الجنزير؛ للأمان (1).



الشكل (13): فكّ الجنزير، وتركيبه

ملاحظتان:

- 1- يجب تثبيت جهة النهاية المفتوحة للوصلة الرئيسة (1)، بحيث يكون بعيداً عن اتجاه دوران السلسلة (4).
- 2- آلية شدّ السيور: يُسمَح بتدليّ الجنزير 1% من المسافة بين العجلتين.

6- ميزات وسائل نقل الحركة بالجننازير:

- أ- قدرتها على نقل القدرات الكبيرة بين الأعمدة المتوازية لمسافات كبيرة، وبكفاءة عالية.
- ب- نسبة نقل الحركة أدقّ؛ لعدم وجود انزلاق.
- ج- الحمل على الأعمدة أقلّ من آليات نقل الحركة بالسيور.
- د- إمكانية نقل الحركة الدورانية إلى عدّة أعمدة متوازية بجنزير واحد في آن واحد.

7- عيوب وسائل نقل الحركة بالجننازير:

- أ- الضجيج في أثناء التشغيل، بالمقارنة مع آليات نقل الحركة بالسيور.
- ب- ضرورة مراعاة الدقّة العالية عند إجراء عمليّات التجميع.
- ج- عدم صلاحية وسيلة نقل الحركة للاستعمال في حالة الحركة العاكسة للدوران دون فترات توقّف عند تغيير اتجاه الحركة.
- د- ضرورة المتابعة بالتزيت، والتشحيم في أثناء التشغيل.
- هـ- تكاليفها عالية نسبياً بالمقارنة مع آليات نقل الحركة بالسيور.

رابعاً- نقل الحركة بالسيور:



الشكل (14): سير ناقل

تُستخدم طريقة نقل الحركة بالسيور إذا كان هناك بكرتان متباعدتان؛ أي البكرة القائدة، والأخرى المقتمدة، وفي هذه الطريقة، تدور البكرتان بالاتجاه نفسه، وتكون السرعة الأكبر للبكرة ذات القطر الأصغر، أمّا في حالة تقاطع تركيب السيور، فيكون اتجاه الدوران متعاكساً بين البكرتين، وتُستخدم هذه السيور عادة في أنظمة التسخين، والتهوية، والتبريد، وهي عبارة عن رباط مرن مصنوع من الجلد، والمطاط، يُلفّ حول العمودين، كما في الشكل (14). وتُرَكَّب السيور، بحيث تكون مشدودة بين الطارتين شدّاً مناسباً؛ لأنّه لو كان السيور مشدوداً كثيراً لسبّب إجهاداً.

1- أنواع السيور:

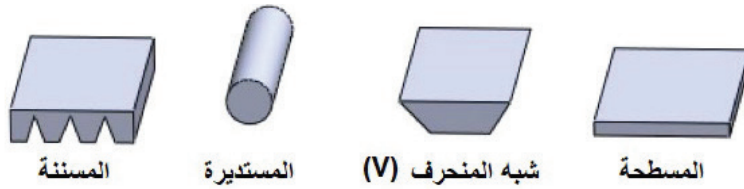
تُستخدم البكرات متعددة الأشكال في السيور المختلفة التي تناسبها، وفقاً للمسافات بين محاور البكرات، وقوى الشد، وأنواع السيور الشائعة الاستعمال هي موضحة في الشكل (15):

أ- السيور المسطحة: تُصنع من الجلد، أو المطاط، أو الأقمشة القطنية، ويتم توصيل طرفي السير باللصق، أو الخياطة، أو المسامير.

ب- السيور شبه المنحرفة (حرف V): تكون بشكل مغلق دون وصلات تنقل الحركة عن طريق قوى الاحتكاك بينها وبين السطحين الجانبيين للبكرة، ويُصنع من عدة طبقات من النسيج الحلبي المتين المحاط بالمطاط، بالإضافة إلى غلاف شبه مطاطي.

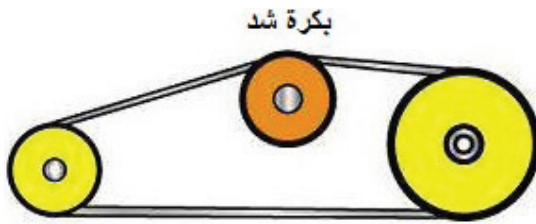
ج- السيور المستديرة: تكون بشكل مغلق دون وصلات، وهي قليلة الاستخدام.

د- السيور المسننة: لها مواصفات الجنزير نفسه، وهي مصنوعة من الكاوتشوك، ومدعمة من الداخل بأسلاك من الصلب المرن.



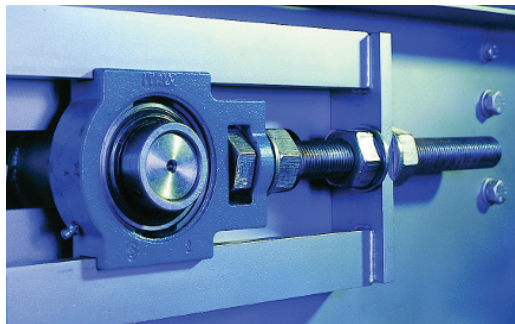
الشكل (15): أنواع السيور

2- ضبط شدة السير:



الشكل (16): ضبط شدة السير ببكرة الشد

تُصنع السيور من الجلد، أو الكاوتشوك المقوى؛ لذلك فإنها ترتخي عند استعمالها لفترة طويلة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض قوة الاحتكاك، والشد الذي ينشأ بين البكرة والسير، وانزلاقه في أثناء الدوران، لذلك يجب الاستعانة ببكرة أخرى تُسمى بكرة شد، كما في الشكل (16).



الشكل (17): ضبط شدة السير عن طريق مسامير لولبية

توجد طريقة أخرى لضبط شد السير، عن طريق تثبيت المحرك الكهربائي على زلاقات، وتثبيت الجزء المكني، يربطه بالوضع المناسب، أو عن طريق استعمال مسامير لولبية، وصواميل، كما في الشكل (17)، حيث يهبط الجزء المكني عن فك الصمولة السفلية، ويتم ضبط شد السير حتى الوصول إلى الشد المناسب له، ثم تربط الصمولة العليا؛ ليثبت الجزء المكني على الوضع المطلوب.

ملاحظة: يُسمح بتدلي السيور 1% من المسافة بين البكرتين.

3- فكّ السيور، وتركيبها:

- أ- فكّ الغطاء الواقى .
- ب- إرخاء السيّر عن طريق المسامير اللولبية .
- ج- تحريك السيور خارج البكرة .



قواعد وإرشادات في أثناء تثبيت السيور: يجب ملاحظة الإرشادات الآتية، واتّباعها:

- أ- يجب أن تتوازى الأعمدة، والبكرات القائدة، والمنقادة، وتتواجه، كلّ منها للآخر تماماً .
- ب- يجب أن يكون التجويف الإسفيني للسيّر شبه المنحرف للبكرتين القائدة، والمنقادة على استقامة واحدة؛ لتجنّب انحراف السيّر في أثناء التشغيل .
- ج- شدّ السيّر بدرجة كبيرة ينتج عنه سرعة استهلاكه، بالإضافة لتلف البيل، وبعض أجزاء الماكينة .
- د- ارتخاء السيّر بدرجة كبيرة ينتج عنه انزلاق لعدد دورات البكرة المنقادة، وانخفاض لها؛ لذلك يجب شدّ السيّر شداً معتدلاً .
- هـ- عدم لمس السيّر، أو تركيبه في أثناء تشغيل الماكينة مهما كانت سرعتها .
- و- يجب تغطية مكان السيور بغطاء واقٍ .

خامساً- كراسي التحميل (البيل) (Bearings):

البيل: هي عبارة عن قطع ميكانيكية، تُستخدم لدعم قطع أخرى، أو لتخفيف الاحتكاك بين القطع المتحركة، والثابتة، أو لحمل الأوزان، وهناك أنواع متعددة من البيل، والتي تختلف باختلاف استخداماتها، ومن أشهرها البيل الكروية (Ball Bearings).

1- اختيار البيل:

تُختار البيل وفق مقدار قوى التحميل المؤثرة في المدرجة، واتجاهها، ووفق الأقطار الداخلية للأعمدة المراد تركيب المدرجة عليها، ووفق العمر المطلوب للمدرجة. وهناك علاقات بسيطة يمكن اعتمادها في اختيار البيل. ويمكن استخدام المعادلة الآتية في حساب الحمل التصميمي المؤثر في المدرجة:

$$F_d = F_r \cdot K_L \cdot K_s \cdot K_a$$

حيث إنّ:

الحمل التصميمي المؤثر في المدرجة.	F_d
مركبة القوى الطولية، والارتكازية المؤثرة في المدرجة.	F_r
عامل العمر.	K_L
عامل الخدمة.	K_s
عامل الحمل المحوري.	K_a

وهذه العوامل تتعلق بقيمة القوة المحورية، وعمر عمل المدرجة، وظروفها، وتُختار من جداول خاصّة بالبيل.

Deep groove ball bearings, single row

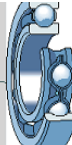
Product information

Tolerances, see also text

Radial internal clearance, see also text

Recommended fits

Shaft and housing tolerances



Principal dimensions			Basic load ratings dynamic static		Fatigue load limit	Speed ratings Reference speed Limiting speed		Mass	Designation
d	D	B	C	C ₀	P _u		r/min		* - SKF Explorer bearing
mm			kN		kN		r/min		kg
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	80000	0,0015	623
3	10	4	0,54	0,18	0,007	-	40000	0,0015	623-2RS1
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	63000	0,0015	623-2Z
3	10	4	0,54	0,18	0,007	-	40000	0,0015	623-RS1
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130000	80000	0,0015	623-2
4	9	2,5	0,54	0,18	0,007	140000	85000	0,0007	6184
4	9	3,5	0,54	0,18	0,007	140000	70000	0,0010	6284-2Z
4	9	4	0,54	0,18	0,007	140000	70000	0,0013	6384-2Z
4	11	4	0,715	0,232	0,0098	130000	80000	0,0017	6184
4	11	4	0,715	0,232	0,0098	130000	63000	0,0017	6184-2Z
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	75000	0,0021	604
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	60000	0,0021	604-2Z
4	12	4	0,806	0,28	0,012	120000	60000	0,0021	604-Z
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	67000	0,0031	624
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	53000	0,0031	624-2Z
4	13	5	0,936	0,29	0,012	110000	67000	0,0031	624-Z
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634
4	16	5	1,11	0,38	0,016	-	28000	0,0054	634-2RS1
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	48000	0,0054	634-2RZ
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	48000	0,0054	634-2Z
4	16	5	1,11	0,38	0,016	-	28000	0,0054	634-RS1
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	40000	0,0054	634-RZ
4	16	5	1,11	0,38	0,016	95000	60000	0,0054	634-Z
5	11	3	0,637	0,255	0,011	120000	75000	0,0012	6185
5	11	4	0,637	0,255	0,011	120000	60000	0,0014	6285-2Z

فقط للاطلاع

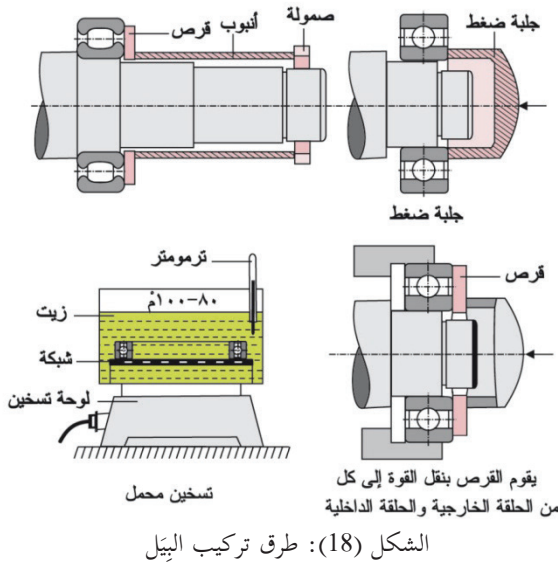
ولكلّ بيئية رَقَم خاصّ بها، ويمكن استنتاج بعض المعلومات عنها، فمثلاً: القُطر الداخليّ للبيئية، ونوعها، وغيرها، كما هو الحال مع هذا الجدول من (SKF):

فقط للاطلاع

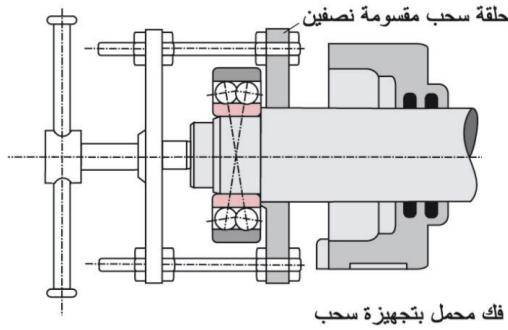
تبيّن الأعداد الثلاثة الأولى على اليسار نوع البَيْل (كروبيّة، أو أسطوانيّة، أو مخروطيّة، أو أحاديّة، أو ثنائيّة)، وطبقته (ثقيلة، أو خفيفة، أو متوسطة)، والعديدين الأخيرين على اليمين عند ضربهما في 5، فأحصل على القطر الداخلي للبيّلة (قطر محلّ المحور) بالمليمتر.

2- طرق تركيب البيل، وفكها:

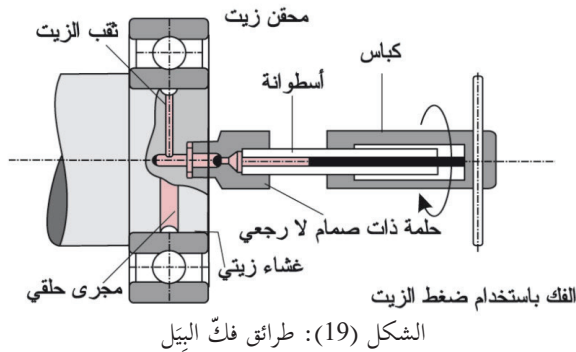
أ- تركيب البيل: يجب حفظ البيل بتغليفها الأصلي، ومراعاة النظافة المتناهية عند تركيبها، كما يجب دائماً عند تركيبها مراعاة ألا تنتقل القوة المطبقة عند التركيب من الحلقة الخارجية خلال الأجسام التدريجية إلى الحلقة الداخلية، أو بالعكس، حيث إن ذلك يؤدي حتماً إلى الإضرار بالدحاريج. ولتركيب البيل، تُستخدم جلبة ضغط على الأعمدة، كما هو مبين في الشكل (18)، ولا يجوز لهذه الجلبة أن تركز إلا على الحلقة الداخلية للمدرجة فقط، أو يمكن استخدام قرص مساعد ينقل القوة إلى كل من الحلقة الداخلية، والخارجية في آن واحد.



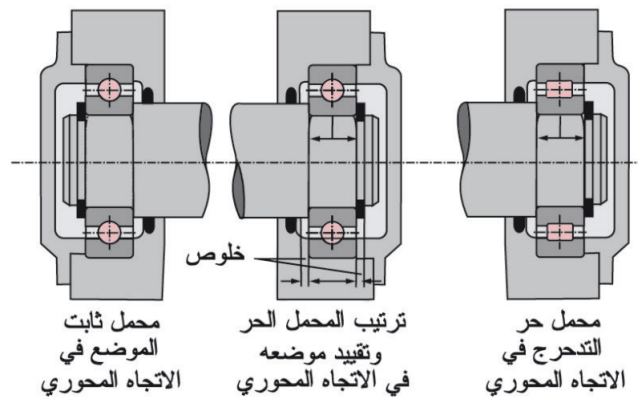
ولتركيب البيل التي تقع على بُعد كبير من طرف العمود، فإنه يُستخدم أنبوب، وصمولة على لولب بطرف العمود، ويجب أن يكون طرف الأنبوب عموديين بالخرطة الوجهية على القرص الذي يدفع المحمل لتركيبه.



ويجري تسخين المدرجة المراد تركيبها في مغطس زيتي، أو على لوح تسخين (مع تقليبها باستمرار) حتى درجة حرارة 373 (كالفن) على الأكثر؛ إذ إن درجات الحرارة الأعلى قد تؤدي إلى حدوث تغيير في البنية الداخلية لأجزاء المدرجة، والشكل (19) يوضح طريقة تركيب البيل.

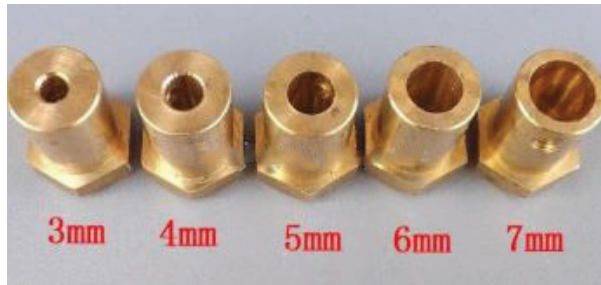


ب- فكّ البيل: يجب أيضاً عند فكّ البيل مراعاة عدم انتقال قوة الفكّ خلال الأجسام التدرجيّة، ويجري فكّها باستخدام تجهيزات سحب، كما هو موضّح في الشكل (20)، ويمكن تسهيل عمليّة الفكّ، بوضع قطعة قماش مشرّبة بزيت ساخن على الحلقّة الداخليّة، أو بتسليط البخار على الحلقّة الداخليّة للمدرجة، ولا يجوز تسخين البيل نفسها. ويمكن فكّ البيل باستخدام ضغط الزيت، حيث يُضغَط الزيت بين أسطح الأزواج بين العمود، وحلقّة المدرجة الداخليّة باستخدام مكبس زيت يدويّ، أو بحقن الزيت (للمدارج الصغيرة)، ويعمل الغشاء التزليقي الناشئ على إنقاص قوّة الالتصاق بين الحلقّة الداخليّة للمحمل، والسطح الخارجي للعمود، وبذلك يسهل فكّ المدرجة، كما يجب المحافظة على المدرجة بعد تركيبها بتغطيتها؛ للحفاظ عليها من الغبار، والأوساخ، كما يجب تزييت المدرجة، أو تشحيمها بين حين وآخر، كما في الشكل (20).



الشكل (20): طريقة تغطية البيل

سادساً- البُكسات (Box coupling):



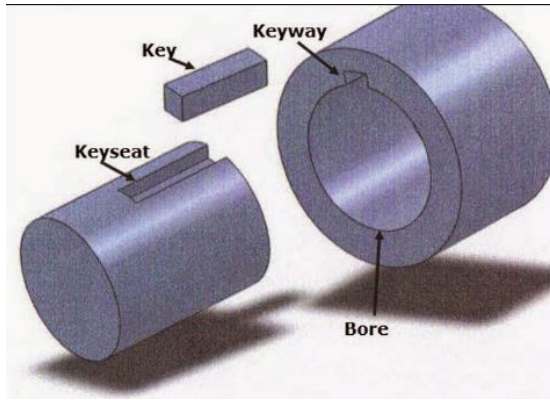
تعمل بُكسات الربط على توصيل عمودين معاً في نهاية كلّ منهما بإحكام في أثناء العمل؛ بغرض نقل القدرة الكهربائيّة من أحدهما إلى الآخر. وتتمثل أهميّة البكسات في توصيل جزأين؛ ليدورا معاً، وقد يسمح هذا الأمر بتوفير قدر من عدم المواءمة (الانزياح) بين مستوى العمودين المتصلين معاً، وعند اختيار البُكسات، وتصميمها، يجب

أن يتمّ توفير في تكاليف التركيب، والصيانة، والوقت، والجهد المستغرق لذلك، وبالتالي، يمكن القول: إنّ البُكسات تمثل جزءاً ميكانيكياً يعمل على توصيل طرفي عنصرين متجاورين؛ لكي يدورا معاً.

1- كيف يتم اختيار البُكسات المناسبة لنوع التطبيق المطلوب؟

يتم ذلك تبعاً للاعتبارات الآتية:

- 1- قُطر العمود المراد نقل حركته، بالإضافة لقطر العمود المُدار.
- 2- اعتبارات عزم الدوران لعنصر الإدارة.
- 3- مقدار الانزياح لعمود الإدارة عن مستوى محور الاتزان.
- 4- مادة صنع عمود الإدارة.
- 5- طريقة الربط، أو التوصيل المطلوبة.



2- أنواع البُكسات (Box Coupling):

أبسط أنواع بُسكات الربط (Box Coupling) هي المبيّنة في الشكل المجاور، والتي تعمل على ربط عمودين يدوران معاً، وفي الغالب، يحتوي العمود على فتحة مستطيلة مشقوقة (Keyway)، بحيث توضع الدسرة (المفتاح - Key) بداخلها، ويكون هناك فتحة مستطيلة أخرى على عمود المحرك، مثلاً (Keyseat)؛ لتوفّر الربط بين العمودين معاً.

الأسئلة:



- 1- ما الهدف من استخدام البكرات؟
- 2- ما الفرق بين البكرة الثابتة، والبكرة المتحركة؟
- 3- ما أهمّ ميزات وسائل نقل الحركة بالجننازير؟
- 4- كيف يمكن تجنّب انخفاض قوّة الاحتكاك عندما ترتخي السيور؟

الموقف التعليمي التعلّمي (3-3): أعمال التزيت، والتشحيم للقطع الميكانيكية



وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

حضر صاحب مصنع حجر إلى ورشة صيانة الآلات الصناعية يريد من فني الصيانة إجراء أعمال الصيانة الوقائية المتعلقة بتزيت الآلات الموجودة في مصنعه، وتشحيمها.

العمل الكامل

خطوات العمل	الوصف	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع بيانات من صاحب مصنع الحجر عن: - طبيعة الخل. - أنواع الماكينات والآلات الموجودة في مصنعه. • أجمع بيانات عن: - أنواع الآلات الموجودة في مصانع الحجر. - كيفية اختيار أنواع الزيوت، والشحمة. - القطع التالفة في أثناء العمل.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• القرطاسية. • طلب الزبون. • وثائق (كتالوجات). • مجسّات، ومتحكّكات حرارية • صناعية لا تعمل (تالفة). • مواقع إلكترونية ذات مصداقية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات التي جُمعت. • أحدد الأدوات، والعدد، والأجهزة اللازمة للعمل. • أتبع الإرشادات، والتعليمات الفنيّة بكتالوج التركيب، وجداول الصيانة الوقائية، والتشغيل للآلات. • أفحص القطع التالفة، وأحدّها. • أعيدّ جدولاً زمنياً للتنفيذ.	• الحوار، والمناقشة. • العمل ضمن مجموعات. • البحث العلمي.	• قرطاسية. • نموذج الجدول الزمني. • الشبكة العنكبوتية.
أنفّذ	• أستخدم العدد والأدوات المناسبة لعملية التزيت، والتشحيم. • أقوم بتزيت الآلات، وتشحيمها، وفق أدلة تشغيلها. • أنظف الآلات وأغسلها بعد إتمام عمل إجراءات الصيانة.	• العمل التعاوني. • البحث العلمي.	• صندوق العدد الكامل. • الأجهزة والعدد الخاصة بالفحص، والتركيب، والصيانة • ماكينة التشحيم المتوفرة. • وثائق. • القطع الميكانيكية اللازمة لعملية التركيب، والتشغيل، والصيانة.

• أجهزة القياس. • مخططات التوصيل للجهاز. • تعليمات السلامة العامة. • معايير الجودة والمواصفات.	• العمل في مجموعات.	• اتَّحَقَّق من السلامة، والاحتياطات التي أُخِذَتْ بعين الاعتبار في أثناء التزيت، والتشحيم. • اتَّحَقَّق من تزيت جميع أجزاء الآلات، وتشحيمها بالصورة الصحيحة. • أعيد تشغيل الآلات بعد تزيتها، وتشحيمها.	اتَّحَقَّق
• جهاز حاسوب. • جهاز عرض. • قرطاسية.	• الحوار، والمناقشة. • التعلم التعاوني.	• أوثِّق البيانات الآتية: - طبيعة الخلل. - أنواع الآلات الموجودة عند الزبون. - كيفية اختبار أنواع الزيوت والشحمة. • أقدم عرضاً. • أنشئ ملفاً خاصاً بأعمال تزيت القطع الميكانيكية، وتشحيمها.	أوَّثِقْ، وأَقِّدْ
• نماذج التقييم. • طلب الزبون.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• رضا صاحب مصنع الحجر عن عملية تزيت الآلات.	أَقُومُ

سؤال:



أفسِّر الأسس التي دعت إلى الحاجة لإجراء أعمال التزيت، والتشحيم.



أتعلّم:

تزييت وتشحيم القطع الميكانيكية

نشاط (1) عملي: أضيف زيتاً إلى صندوق مسنّات يدوياً.

أولاً- أعمال التزييت (Lubrication):

التزييت: هو وضع مادة ذات لزوجة قليلة بين الأسطح المتحرّكة (التي لها معامل احتكاك عالٍ)؛ بغرض تقليل حدوث الانهيار؛ أو بمعنى آخر، يتمّ تغيير السطح المُعرّض للتآكل بسطح آخر له معامل احتكاك أقلّ. ويمكن تصنيف أيّ مادة (غاز، أو سائل، أو صلب) توضع بين سطحين متلامسين متحرّكين على أنّها مادة تزييت، بشرط أن يكون معامل الاحتكاك لها أقلّ من أسطح الخامات المتحرّكة، وأحياناً يتمّ وضع أجزاء من الكربون، أو حتّى يتمّ طلاء الجزء نفسه بمادة أخرى؛ لتقليل الاحتكاك، كما هو الحال في قوالب التشكيل (الصّب).

تكرير الزيوت (Oil Refining):

يتمّ الحصول على الغالبية العظمى من الزيوت المتداولة عن طريق تقطير البترول، وتتكوّن الزيوت المستخدمة في تزييت الماكينات الصناعيّة من الزيت المُقطّر من البترول، والإضافات التي تُضاف عليه لتحسين خواصّه، وجودته، مثل إضافات مانعات الأكسدة، وغيرها.



1- استخدامات الزيوت في التزييت:

أ- **المسنّات، وصناديقها:** التزييت هو وضع الزيت المناسب في صناديق المسنّات، كما يوضّح الشكل (1) مثلاً على صندوق مسنّات صناعي، وأهمّ أعمال الصيانة التي تجري له.

الشكل (1): صندوق مسنّات صناعي

ب- **الجنائز الناقلة للحركة:** غالباً ما يتمّ تشحيم الجنائز، وليس تزييتها، إلاّ أنّه



في بعض التطبيقات الصناعيّة يجب تزييتها لا تشحيمها؛ لأنّ التطبيق الصناعي لا يحتمل وجود الشحمة؛ بسبب النظافة، والأسباب الصحية، فمثلاً: في ماكينات صنع الكاسات البلاستيكية، يُستخدم الجنزير لنقل الرول البلاستيكي داخل الماكينة، فلو أنّ الشحمة استُخدمت سيتساقط جزء من هذه الشحمة على الرول البلاستيكي، وتتسخ الكاسات المُعدّة لشرب الماء، كما يظهر في الشكل (2).

الشكل (2): ماكينة لصنع الكاسات البلاستيكية



الشكل (3): استخدام
الشحمة في البيل

ج- كراسي التحميل (البيل): يُعدّ تزيت البيل بعد تركيبها الصحيح من العوامل المهمة جداً في إطالة عمر كراسي التحميل، ولهذا السبب، ففي المناطق التي يوجد فيها كراسي تحميل في الماكينات الصناعية، تُستخدم طرق تزيت أوتوماتيكية في الغالب؛ لضمان وصول الزيت إليها، والشكل (3) الآتي يُظهر استخدام الشحمة في البيل.



الشكل (4): كاسات التزيت
والماء في الأنظمة الهوائية

د- الأنظمة الهيدروليكية، والهوائية:

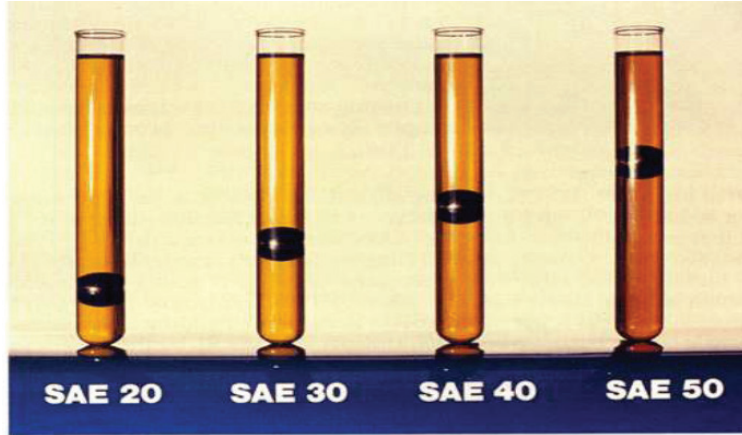
يُستخدم التزيت في الأنظمة الهيدروليكية، والهوائية؛ للمحافظة على جلد الصّمامات، والأسطوانات الهيدروليكية، والهوائية اللينة، والطّرية، وكذلك إحكام إغلاق هذه الجلد مع الفراغ المخصّص لها؛ للتقليل من التسريب في الأنظمة الهيدروليكية، والتنفيس في الأنظمة الهوائية، ويُظهر الشكل (4) الآتي كاسة التزيت، ومصيدة الماء في الأنظمة الهوائية.

2- مواصفات الزيوت (Characteristics of Lubricating Oil):

- وللزيوت الصناعية مواصفات أساسية يجب أن تتوفر فيها، وعلى أساسها يتم اختيار الزيت الصناعي المناسب، والمواصفات الأساسية هي:
- اللزوجة (Viscosity): يُقصد بها مقاومة الزيت للسريان، ويتم بيع الزيوت الصناعية وفقاً للزوجتها، وكذلك لتحديد مدى صلاحية الزيت المستخدم فعلاً.
- دليل اللزوجة: هو تغيّر لزوجة الزيت الصناعي بتغيّر درجة الحرارة، فكلما زاد دليل اللزوجة، حافظ الزيت على لزوجته بارتفاع درجة الحرارة.
- كثافة الزيت.
- وزن الزيت النوعي: هو المقارنة بين كثافة الزيت الصناعي، وكثافة الماء عند درجة 4 درجة مئوية.

والياً يُضاف عدد من المواد الكيميائية للزيوت الصناعية؛ لزيادة كفاءتها، وأهم هذه المواد المضافة موانع الصدأ؛ لمنع الصدأ عن المعادن التي يوضع الزيت عليها، ويُضاف أيضاً مقاوم للرغوة؛ لعدم تشكّل الرغوة غير المرغوبة في الزيوت الصناعية، وذلك عن طريق تحطيم التداخل بين جزيئات الهواء، والزيوت. ومن المواد المضافة أيضاً للزيوت الصناعية رافع معامل اللزوجة؛ لزيادة لزوجة الزيت، لتكون مناسبة في جميع ظروف التصنيع، ويُضاف مانع تجمّد للزيوت الصناعية التي تُستخدم عند درجة حرارة منخفضة.

قامت مؤسسة المهندسين الأميركيين (SAE) بإعطاء أرقام للزيوت تدلّ على لزوجتها، فكما ألاحظ من الشكل (5) الآتي أنّه كلّما ازداد هذا الرّقم، ازدادت مقاومة الزيت للتدفق؛ أي بمعنى آخر ازدادت لزوجته:



الشكل (5): كلّما زاد رّقم الزيت، زادت ممانعته للاختراق، أو للتدفق

وهناك زيوت متعدّدة الترقيم، والرّقم الذي يوجّد عليها يدلّ على إمكانية استخدامها، سواء في الدرجات الحرارة العالية، أو المنخفضة، وكما هو معروف، فإنّه تلزم في درجات الحرارة العالية زيوت ذات لزوجة عالية، والعكس صحيح في الدرجات المنخفضة، ويبيّن الشكل (6) الآتي بعضاً من هذه الترقيمات:



الشكل (6): ترقيم الزيت المتعدّد

أمثلة:

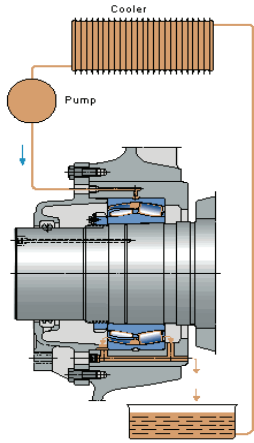
- تُستعمل الزيوت ذات اللزوجة المنخفضة في ظروف تشغيل (السرعة العالية، والأحمال الخفيفة، ودرجات الحرارة المنخفضة).
- تُستعمل الزيوت ذات اللزوجة العالية في ظروف تشغيل (السرعة البطيئة، والأحمال العالية، ودرجات الحرارة العالية).
- تُستخدم زيوت خاصّة في الأنظمة الهيدروليكية تُسمّى زيوتاً هيدروليكية.

نشاط (2) نظري: أطلع على كتالوج ماكينة؛ للحصول على نوع الزيت المُستخدم لها.



3- طرق التزيت:

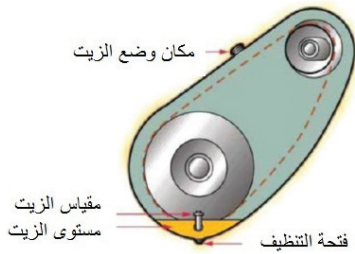
أ- تدوير الزيت:



تُستخدم هذه الطريقة عندما يكون هناك حاجة إلى تبريد زيت التزيت؛ نتيجة للسرعات العالية التي يدور بها الجزء المراد تزييته، فكما هو واضح من الشكل (7) المجاور، يتم سحب الزيت من حوض الزيت عن طريق مضخة، ويبرد الزيت بوجود مبادل حراري يُسمى المُبرِّد، وغالباً ما يكون وسط التبريد هو الماء.

الشكل (7): طريقة التزيت بتدوير الزيت

ب- تزييت المسار:



كما يظهر من الشكل (8) المجاور، فإنَّ الجزء المراد تزييته يلقط الزيت في أثناء حركته ذاتياً، وهي من أسهل طرق التزيت.

الشكل (8): طريقة تزييت المسار

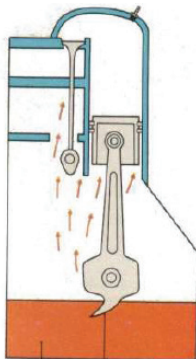
ج- التزيت الأتوماتيكي في الماكينات الحديثة:



تكون عمليّة التزيت مُتحكّماً بها عن طريق متحكّم الماكينة، ويتمّ التزيت أوتوماتيكياً وفق الوقت الذي يحدّده منتج الماكينة، ويتمّ تزييت جميع مفاصل الماكينة، كما في الشكل (9) المجاور.

الشكل (9) : أجزاء دورة التزيت الأتوماتيكية

د- طريقة التزيت بالطرشرة:



كما في الشكل (10) المجاور، يقوم الجزء الدوّار بطرشرة الزيت عن خطب الزيت، وتُستخدم هذه الطريقة بكثرة في صناديق المسنّات.

الشكل (10): طريقة التزيت بالطرشرة



هـ- طريقة التزيت اليدوية باستخدام المزيتة:
كما في الشكل (11) المجاور.

الشكل (11): أداة التزيت اليدوية



الشكل (12): التزيت بالاهتزاز

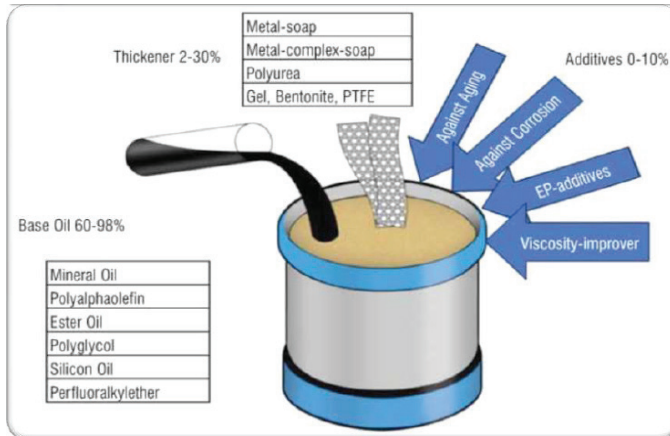
و- طريقة التزيت عن طريق الاهتزاز:
كما في الشكل (12) المجاور، حيث يوضع الزيت في كاسات خاصة، ونتيجة للاهتزاز، يتدفق الزيت إلى الأماكن المراد تزييتها عن طريق مجارٍ خاصة.

نشاط (3) نظري:

أبحث في السوق المحلية، والمصانع المحلية عن أنواع الزيوت المستخدمة، وأصف استخدام كل نوع منها.

ثانياً- التشحيم:

يُقصد به: إمداد أعمدة الإدارة، والوصلات المفصلية بالشحم. وتجرى هذه العملية غالباً بوساطة مشحمة عبر نِبل التشحيم. ويعمل التشحيم على منع احتكاك الأجزاء المتحركة بعضها ببعض، وخفض درجة حرارة تلك الأجزاء، وحمايتها من الصدأ، ومن تعطلها. والتشحيم: هو عملية إدخال مادة سائلة، أو لينة بين أجزاء الآلة؛ تخفيفاً للاحتكاك



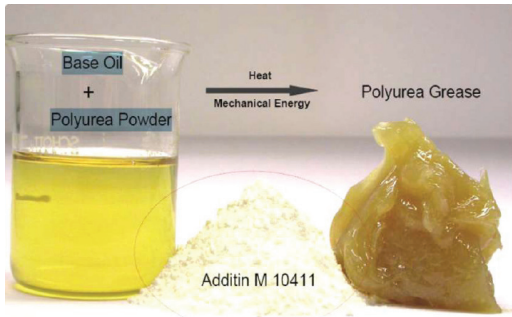
الشكل (13): مكونات الشحمة

فيما بينها. والواقع أنّ أجزاء الماكينات -مهما كانت هذه الماكينات بسيطة- بحاجة إلى أن تُشحم بين الحين والآخر ببعض الزيت، أو الشحم؛ تتلف، وبذلك تتعرض الماكينة لخطر التوقف عن العمل.

تُصنع الشحمة، وتشبه طريقة تصنيعها طريقة تصنيع الصابون، حيث إنّها تُصنع من الزيوت المعدنية، ويُضاف إليها مواد؛ لتخثير الزيت (Thicker)، ويُضاف كذلك مواد أخرى؛ لتحسين

جودة الشحمة، ويظهر في الشكل (13) مكونات هذه الطريقة.

1- تصنيف الشحمة:



الشكل (14): صنع الشحمة الحرارية

تُصنّف الشحمة طبقاً لعدّة خواصّ، من أهمّها: أنواع المخثرات التي تُضاف إلى الزيوت، وأغلب المخثرات هي الصابونة المعدنية، مثل: الليثيوم، أو الكالسيوم أو الألمنيوم، ومثل هذه الشحوم تتحمّل درجة حرارة حتّى 180 درجة مئوية. وتُصنّع بعض الشحمة للتطبيقات الخاصّة التي تقاوم درجات حرارة عالية، وذلك بإضافة مخثّر بودرة البوليوريا، وهذا ما يُطلق عليه الشحمة الحرارية، ويظهر الشكل (14) هذه الطريقة.

وقد تمّ تصنيف أنواع الشحوم، وترقيمها وفق المعهد العالمي للشحوم (National Lubricating Grease Institute)، أو (NLGI)، ويظهر الجدول (1) الآتي هذه الأرقام، وخواصّ كلّ رَقْم، وقد تمّ هذا التصنيف على أساس مقاومة الشحمة للاختراق من شكل مخروطي على درجة حرارة 25 درجة مئوية.

جدول (1): درجات الشحمة وفق (NLGI)

تشبيهه مع الطعام	المظهر	25°C مسافة الاختراق (الاختراق 0.1 mm)	NLGI (رَقْم الدرجة)
زيت الطبخ	سائلة	445 - 475	000
عصير التفاح	شبه سائلة	400 - 430	00
الخردل	ناعمة جداً	355 - 385	0
مرّبي الطماطم (البندورة)	ناعمة	310 - 340	1
زبدة الفول السوداني	(الشحمة العادية)	265 - 295	2
الخضار المجفّفة	متماسكة	220 - 250	3
لبن الزبادي	متماسكة جداً	175 - 205	4
الجبنّة المغلية	صُلبة	130 - 160	5
جبنّة القريش	صُلبة جداً	85 - 115	6

ويُستخدم الرَقْم (0، 1، 2) في صناديق المستنّات التي تقاوم أحمالاً عالية، كذلك الدرجة (1 إلى 4) التي يتمّ استخدامها مع كراسي التحميل، والرَقْم (2) هو الأكثر شيوعاً، واستخداماً.

2- استخدامات الشحمة:

الهدف الأساسي من استخدام الشحمة هو بقاؤها ملاصقة للجزء المتحرّك دون الخروج منه، سواء تحت تأثير وزنها، أو بفعل الطرد المركزي للجزء المتحرّك، ويمكن تلخيص فوائد الشحمة بالآتي:

- أ- عمرها الاستخدامي طويل، حتى في ظروف عمل مرتفعة الحرارة.
- ب- مانعة للصدأ، حيث تعمل طبقة عازلة، وتمنع دخول الأكسجين.
- ج- مقاومة للماء.
- د- تعمل بشكل ممتاز للأجزاء التي تدور بسرعات بطيئة.

3- مقارنة بين الشحمة، والزيت:

- أ- الزيت أسهل في التعامل، وأحسن لتنظيف كراسي التحميل، وإعادة تعبئتها.
- ب- الزيت أكثر ملاءمة لدرجات الحرارة، والتغيرات الواسعة في سرعة الجزء المتحرك المراد تزييته.
- ج- الزيت يمكن استخدامه وسيطاً للتبريد، وغسلاً للشوائب بعكس الشحمة.
- د- يمكن استخدام النفط في نظام تدفق الجاذبية؛ لتلين عدد من المحامل.
- هـ- الشحوم بعكس الزيت لا تحتاج إلى نظام معقد من اللبادات، ومانعات التسرب.
- و- الشحوم ليست متنوعة بكثرة كتنوع الزيوت؛ لهذا هي أسهل في الاختيار من الزيوت.

ملاحظة

يمكن استخدام الشحوم في الأحمال العالية، والبطيئة، والمناطق التي لا يُحتاج فيها إلى تبريد الجزء الدوّار، أو المتحرك، بعكس الزيت الذي يُستخدم في المناطق التي تحتاج إلى تبريد، وسرعات متغيرة، وسريعة.

4- طرق التشحيم:

يُظهر الشكل (15) الآتي الأداة المستخدمة في التشحيم التي تُسمى مضخة الشحمة اليدوية، حيث يتم في البداية تعبئتها بالشحمة، ثم استخدامها، وهذه الطريقة تتطلب مهارة لمعرفة هل الشحمة دخلت في المكان المخصص لها أم لا، وعادة ما يتم الاستماع إلى صوت كرسي التحميل (البيل)، حيث يُسمع صوت خفيف (فرقة) يبين دخول الشحمة إلى كرسي التحميل.



الشكل (15): التشحيم اليدوي

نشاط (4) نظري: أزرر مصنعاً، ثم ألاحظ طرق تخزين الزيوت، والشحوم، وطرق التشحيم المتبعة، وأنواعها.

نشاط (5) نظري: أزرر الشبكة العنكبوتية، ثم أشاهد فيديو عن طرق التشحيم، والتزييت.



ملاحظة أتأكد دائماً أنني وضعت الكمية الكافية من الشحمة في موقع التشحيم. الطريقة الأخرى المستخدمة في التشحيم هي التشحيم بمضخة الهواء المضغوط، كما في الشكل (16).

الشكل (16): مضخة تشحيم هوائي

ودائماً تُزوّد مناطق التشحيم بنبل التشحيم، كما يظهر في الشكل (17) الآتي:



الشكل (17): نبيل التشحيم

نشاط (6) عملي: أشحّم ماكينة في المشغل التدريبي، مراعيّاً النوع المناسب للشحمة المستخدمة.

الأسئلة:

- 1- في أيّ الحالات أزيّت الجنازير الناقلة للحركة؟ وفي أيّها يُشحّم؟
- 2- ما المواصفات الأساسية للزيوت التي يُختار الزيت على أساسها؟
- 3- أين تُستعمل الزيوت ذات اللزوجة العالية؟
- 4- ما الأداة المستخدمة في التشحيم؟

الموقف التعليمي التعلّمي (3-4): أساسيات الكهرباء



وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مسؤول العمّال في مصنع حجر من فنيّ الصيانة إصلاح جهاز التسخين الكهربائي الخاصّ بالعمّال.

العمل الكامل:

خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع بيانات من مسؤول العمّال عن: - طبيعة المشكلة الخاصّة بجهاز التسخين الكهربائي. - السؤال عمّا إذا كانت المشكلة هي بطء في التسخين، أم عدم عمل الجهاز تماماً عند وصله بالكهرباء، أو الفصل المتكرر للجهاز عند وصله بالكهرباء. • أجمع بيانات عن: - مبدأ عمل السخّان الكهربائي، وما يحتاجه من قدرة كهربائيّة (تيار، جهد). - نوع المقاومات المستخدمة، وقيمتها. - طريقة توصيل بعضها ببعض. - فحص مخطّط توصيل جهاز السخّان الكهربائي (إن وُجد).	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• القرطاسيّة. • طلب مسؤول العمّال. • وثائق (كتالوجات). • مواقع إلكترونية ذات مصداقية.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات التي جُمِعَتْ. - مبدأ عمل السخّان، وقدرته. - مخطّط التوصيل. - طرق توصيل المقاومات، وأنواعها، ومواصفاتها. • أ حدّد الأدوات، وأجهزة القياس الإلكترونيّة التي تلزم من خلال المعلومات التي وردت سابقاً. • أجري الحسابات اللازمة لحساب تيار السخّان الكهربائي. • أعدّ جدولاً زمنياً للتنفيذ.	• الحوار، والمناقشة. • العمل التعاوني.	• قرطاسية. • وثائق. • نموذج الجدول الزمني.

• أدوات السلامة المهنية • صندوق عدّة كامل. • جهاز متعدد القياس (DMM). • مقاومات حراريّة مختلفة القدرة. • جهاز تسخين كهربائيّ. • المخطّطات الكهربائيّة.	• العمل التعاوني. • البحث العلمي. • العصف الذهني.	• أستخدم الأدوات، والعِدَد اللازمة للعمل. • أفكّ جهاز السخّان الكهربائيّ باستخدام الأدوات المناسبة. • أُلحَد مكوّنات جهاز السخّان الكهربائيّ. • أتبع المخطّطات الكهربائيّة الخاصّة بالجهاز إن وُجِدَت. • أستخدم أجهزة القياس الإلكترونيّة؛ لفحص الخلل في المقاومات. • أُلحَد العنصر التالف، وأستبدله بالموصفات نفسها. • أعيد تجميع الجهاز بالصورة الصحيحة.	أنفَذ
• قرطاسية. • المخطّطات الكهربائيّة للجهاز. • تعليمات السلامة المهنية. • معايير الجودة، والموصفات • لاصق تقرير يبيّن اسم الزبون، وبياناته، وتكلفة الإصلاح.	• النقاش والحوار. • العمل الجماعي.	• أتحقّق من مراعاة إجراءات السلامة المهنية. • أتحقّق من تجميع أجزاء الجهاز بالصورة الصحيحة. • أعيد تشغيل الجهاز بعد وصله بالكهرباء. • أتحقّق من جودة العمل (المنتج) بعد التشغيل.	أتحقّق
• جهاز حاسوب. • جهاز عرض. • قرطاسية.	• الحوار، والمناقشة. • التعلم التعاوني.	• أوثّق البيانات الآتية: - مبدأ عمل الجهاز. - طبيعة الخلل. • أقدم عرضاً. • أنشئ ملفاً خاصّاً باسم (صيانة السخان الكهربائي).	أوثّق، وأقَدِّم
• نماذج التقويم. • طلب مسؤول العمّال.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• رضا مسؤول العمّال عن عملية الصيانة للسخان الكهربائي. • مطابقة صيانة السخان الكهربائي مع المواصفات، والمعايير.	أقوِّم

سؤال:



أوضّح أوجه الاختلاف بين الجهد المستمرّ والجهد المتناوب.



أَتَعَلَّم:

أساسيات الكهرباء

أولاً- الكميات الكهربائية الأساسية، وأجهزة القياس الكهربائية:



نشاط (1) نظري: بالتعاون مع زملائي، أكوّن جدولاً يبين دلالات الأرقام في الشكل الآتي، وما يمثلها من كميات كهربائية مختلفة، يمكن قياسها باستخدام جهاز القياس الكهربائي متعدد الأغراض (DMM) المبين أدناه:

1- الكميات الكهربائية:

يوضح الجدول (1) الآتي وحدات الكميات الكهربائية، ورموزها الأكثر استخداماً في مجال الصيانة الصناعية:

جدول (1): وحدات الكميات الكهربائية الأساسية، ورموزها

الكمية الكهربائية	الرمز	وحدة القياس	رمز الوحدة	مضاعفات الوحدة، وأجزاؤها	جهاز القياس
الجهد (Voltage)	V	فولت (Volt)	V	KV = كيلوفولت mV = ميلي فولت	الفولتميتر
التيار (Current)	I	أمبير (Ampere)	A	mA = ميلي أمبير μA = ميكرو أمبير	الأمبيروميتر
المقاومة (Resistance)	R	أوم (Ohm)	Ω	K Ω = كيلو أوم M Ω = ميغا أوم	الأوميتر
الشغل / الطاقة (Work)	W	واط. ثانية W.S	KWH	WH = ساعة. واط KWH = كيلوواط. ساعة	العداد الكهربائي
القدرة الكهربائية (Power)	P	واط / حصان (Watt/Horse)	W/Hp	W = واط KW = كيلوواط Hp = حصان	الواط ميتر
التردد (Frequency)	F	هيرتز (Hertz)	Hz	KHz = كيلوهرتز MHz = ميغا هيرتز	ساعة التردد
معامل القدرة (Power Factor)	Cosθ	-----	-----	-----	جهاز قياس معامل القدرة

2- أجهزة القياس الإلكترونية:

هي أجهزة لقياس الكميات الكهربائية، مثل شدة التيار، وفرق الجهد، والمقاومة الكهربائية، وقد أُطلق عليه اسم جهاز متعدد القياس (DMM) اختصاراً لـ (Digital Multi Meter)، وتُقسم بشكل عام إلى قسمين، هما:

 الشكل (1): جهاز قياس تماثلي	1- أجهزة قياس تماثلية (Analog Multimeters) ذات مؤشر: وتُستخدم على نطاق ضيق هذه الأيام؛ وذلك لحلول الأجهزة الرقمية بدلاً منها، كما في الشكل (1) المجاور.
 الشكل (2): أجهزة قياس رقمي	2- أجهزة قياس رقمية (Digital Multimeters) (DMM): ذات شاشة عرض صغيرة الحجم، وتُستعمل على نطاق واسع؛ لسهولة استخدامها، ولرخص ثمنها، ودقتها، كما في الشكل (2) المجاور.

ويوضح الشكل (3) الآتي أجزاء أحد أجهزة القياس الكهربائية القياسية، ورموزه، ومكوناته، ودلالاته، والقيم التي يقيسها:



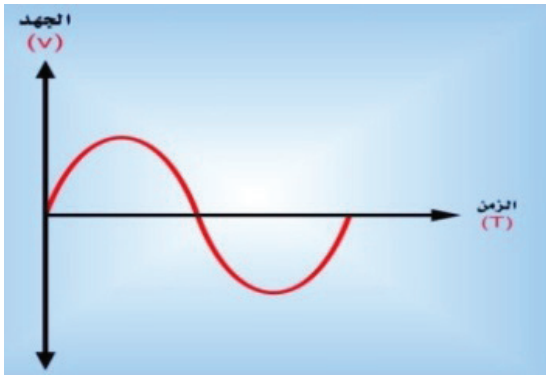
الشكل (3): أجزاء جهاز القياس (DMM)، ودلالاته، ورموزه

ثانياً- مفهوم الجهد الكهربائي (Voltage):

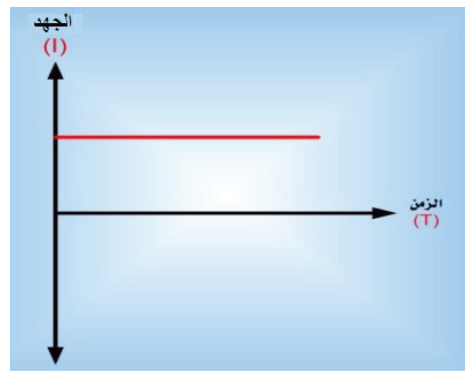
الجهد الكهربائي: هو قوة خارجية مؤثرة، تجبر الإلكترونات الحرة على التحرك في موصل باتجاه معين، وبالتالي هي المسبب لسريان التيار الكهربائي، وتقاس بوحدة الفولت، ورمزها (V).

1- أنواع الجهد الكهربائي:

- أ- **الجهد المستمر (DC):** هو جهد ثابت القيمة والاتجاه مع تغير الزمن، ويمكن الحصول عليه من البطاريات، والخلايا الشمسية، ومصادر القدرة المستمرة، ويُرمز له بالرمز (---)، كما في الشكل (4).
- ب- **الجهد المتردد/ المتغير (AC):** هو جهد متغير القيمة والاتجاه مع تغير الزمن، ويمكن الحصول عليه من مولدات التيار المتردد، وتعدّ الكهرباء الواصلة للمنازل جهداً متردداً، ويُرمز له بالرمز (~)، كما في الشكل (5).



الشكل (5): الجهد المتردد



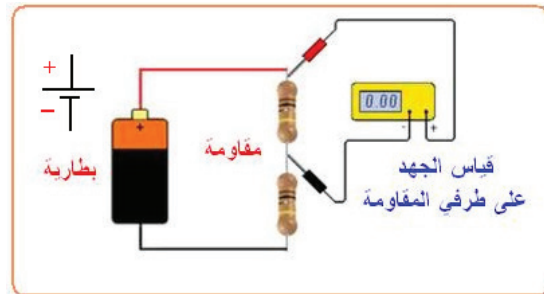
الشكل (4): الجهد المستمر

2- جهاز قياس الجهد الكهربائي:

يُقاس فرق الجهد في الدارات الكهربائيّة بجهاز يُدعى الفولتميتر، ويُرمز له بدائرة، بداخلها الحرف (V)، ويتم توصيل جهاز الفولتميتر على التوازي مع الحمل، أو المصدر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه، وذلك بعد تحديد نوع مصدر الجهد المُغذّي لهذا الحمل، سواء أكان متردداً (AC)، أم مستمراً (DC)؛ لمعايرة الجهاز، كما في الشكل (6) الآتي:



الرمز الكهربائي لجهاز قياس فرق الجهد المستمر



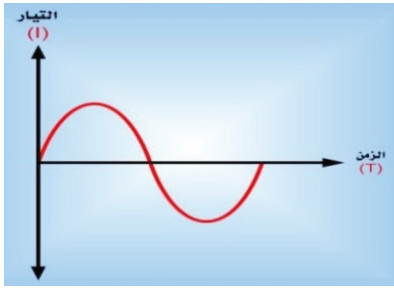
الشكل (6): جهاز الفولتميتر متّصل على التوازي مع المقاومة؛ لقياس الجهد، ورمزه الكهربائي

ثالثاً- مفهوم التيار الكهربائي (I) (Current):

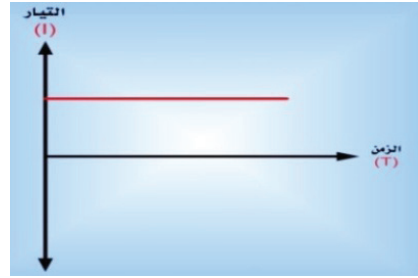
التيار الكهربائي: هو كميّة الشحنة الكهربائيّة التي تعبر مقطعاً معيناً في الموصل خلال وحدة الثانية، وهو ما يُعبّر عنه رياضياً بمعدل تدفق الشحنة الكهربائيّة، أو شدة التيار الكهربائي، ويُقاس بوحدة الأمبير، ورمزه (A).

1- أنواع التيار الكهربائي:

- أ- **التيار المستمر (DC):** هو تيار ثابت القيمة والاتجاه مع تغيّر الزمن، ويمكن الحصول عليه من البطاريات، والخلايا الشمسية، ومولدات التيار المستمر، ومصادر القدرة المستمرة، ويُرمز له بالرمز (---)، كما في الشكل (7).
- ب- **التيار المتردد/ المتغيّر (AC):** هو تيار متغير القيمة والاتجاه مع تغيّر الزمن، ويمكن الحصول عليه من مولّدات التيار المتردد، ومصادر القدرة المترددة، ويُرمز له بالرمز ($\sim$)، كما في الشكل (8).



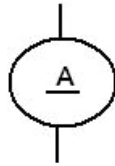
الشكل (8): التيار المتردد



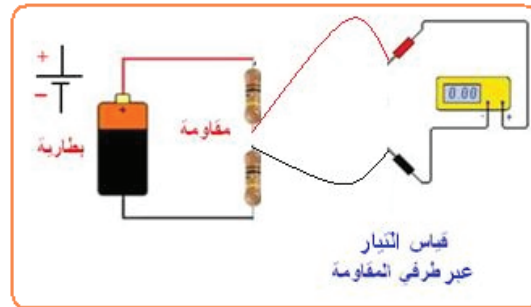
الشكل (7): التيار المستمر

2- جهاز قياس التيار الكهربائي:

يُقاس التيار الكهربائي بجهاز يُدعى الأومميتر، ويُرمز له بدائرة، بداخلها حرف (A)، ويجب أن يتمّ توصيله مع الحمل المراد قياس تياره على التوالي، كما في الشكل (9) الآتي:



الرمز الكهربائي لجهاز قياس
التيار المستمر



الشكل (9): جهاز الأومميتر متّصل على التوالي مع المقاومة؛ لقياس التيار المستمر، ورمزه الكهربائي



الشكل (10): جهاز القياس الرقمي المتعدد ذو الملقط

ويبين الشكل (١٠) المجاور جهاز القياس الرقمي المتعدد ذا الملقط، أو ما يُسمى الملقط (Clamp Meter)، ويمكن لهذا الجهاز كغيره أن يقيس الجهود، والتيارات الثابتة، والمتغيرة (AC/DC)، إضافة لإمكانية قياس كل من قيم المقاومات، وفحص استمرارية التوصيل، وغيرها من القياسات التي يقيسها جهاز القياس متعدد الأغراض العادي (DMM)، إلا أن هذا الجهاز -على وجه الخصوص- يتميز بسهولة استخدامه في قياس التيار (مقارنة بأي جهاز أميتر آخر)، دون الحاجة لفصل الحمل عن الدارة الكهربائية (كما هو الحال في غيره من أجهزة القياس الأخرى).

رابعاً- مفهوم المقاومة الكهربائية (R) (Resistors):

المقاومة الكهربائية: هي إعاقة سريان التيار الكهربائي عبر الموصلات، ويُرمز لها بحرف (R)، وتُقاس بوحدة الأوم، أو مضاعفاتها، ورمزها (Ω)، ويُرمز للمقاومة بالرمز $\text{---}\text{---}\text{---}$.

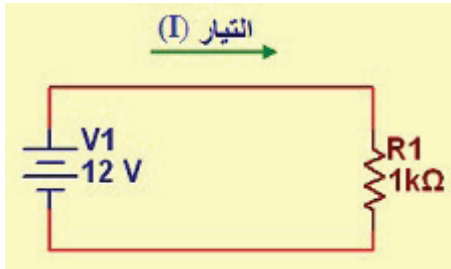
خامساً- قانون أوم (Ohm's Law):

قام العالم الألماني جورج أوم بتوضيح العلاقة التي تربط التيار، والجهد، والمقاومة، كما يأتي:

$$V = I \times R$$

ويمكن التعبير رياضياً عن هذه العلاقة بأشكال عدة، تبعاً لما هو مجهول كما يأتي:

$$I = \frac{V}{R} \text{ أو } R = \frac{V}{I}$$



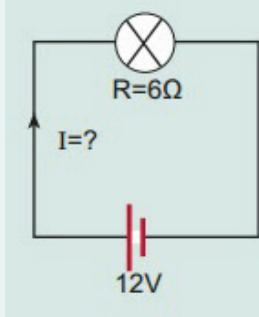
الشكل (11): دائرة كهربائية بسيطة

ولحساب التيار المار في المقاومة المبينة في الدائرة الكهربائية البسيطة في الشكل المجاور، فإنني أستخدم العلاقة المبينة أدناه، حيث إن قيمة المقاومة، وفرق الجهد معلومان، وبالتالي، فإنَّ حاصل قسمة الجهد على المقاومة بالأوم:

$$I = \frac{12}{1000}$$

فينتج تيار قيمته (12 mA).

أمثلة على استخدام قانون أوم:



مثال (1): مصباح سيارة يعمل ببطارية قوتها الدافعة الكهربائية 12 فولت، فإذا كانت مقاومة المصباح 6 أوم، أحسب شدة التيار المار في هذا المصباح؟

الحل: $I = ??$ $R = 6 \Omega$ $V = 12V$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2A$$

نشاط (2) عملي: أصمم دائرة كهربائية بسيطة مكونة من مصدر جهد، ومصباح، ثم أغير قيمة مصدر الجهد عدة مرات، ثم ألاحظ تغير التيار الكهربائي، وعلاقته بإضاءة المصباح، ثم أناقش ما توصلت إليه مع زملائي.

سادساً- القدرة الكهربائية، والطاقة الكهربائية:

1- القدرة الكهربائية:

القدرة: مقدار الشغل المبذول خلال ثانية واحدة، ووحدته قياس القدرة (الوات)؛ نسبة للعالم جيمس وات الذي اخترع الآلة البخارية، ويُرمز للواط بالرمز (W).



الشكل (12): استهلاك الطاقة الكهربائية عن طريق المصباح

في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل (12) المجاور، يبذل مصدر الجهد شغلاً في تحريك الإلكترونات (التيار) عبر أجزاء الدارة، ويُسمى معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في دفع التيار الكهربائي عبر أجزاء الدارة القدرة الكهربائية، ويُرمز لها بالحرف (P)، وتُقاس بوحدة الوات، ويُستخدم الكيلو وات كوحدة عملية لقياس القدرة، وهو يساوي 1000 (وات)، ويُرمز له بالرمز (KW)، وتعطى قدرة المحركات، والمضخات الكهربائية بوحدة الحصان الميكانيكي، ويُرمز لها بالحرفين (HP).

$$1HP = 746W = \frac{3}{4} KW$$

وبما أن الجهد يمثل القوة، والتيار يمثل الحركة، فإن القدرة الكهربائية تساوي حاصل ضرب الجهد بالتيار على النحو الآتي:

$$\text{القدرة} = \text{التيار} \times \text{الجهد}$$

$$P = I \times V$$

ويمكن التعبير رياضياً عن هذه العلاقة بأشكال عدّة، تبعاً لما هو مجهول، كما يأتي:

$P = I^2 \times R$	$P = \frac{V^2}{R}$
--------------------	---------------------



وتُقاس القدرة الكهربائية بجهاز الواط ميتر، ويُستخدم هذا الجهاز؛ لقياس القدرة الفعّالة في دارات التيار المتناوب، والمستمرّ، كما في الشكل (13).

الشكل (13): جهاز الواط ميتر

2- الطاقة الكهربائية (Energy):

تُعرّف الطاقة الكهربائية بأنّها القدرة مضروبة في وَحدة الزمن، وتُقاس بوحدة الجول، وبالنسبة للمهندسين، فإنّ الطاقة تعبّر عن القدرة على إنجاز العمل في دائرة ما، أو في نظام ما. وبالتالي، فإنّ:

$\text{الطاقة} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} = \text{التيار} \times \text{الجهد} \times \text{الزمن}$ $\text{Energy} = \text{Power (KW)} \times \text{Time (Hour)}$

وفي التركيبات الكهربائية المختلفة، عادة ما تُقاس الطاقة الكهربائية بالكيلو وات. ساعة (kw.h).

مثال (2): تمّ تشغيل سخّان كهربائي لمدة (40) دقيقة، وشُحِبَ تيار مقداره (15) أمبيراً من مصدر جهد قيمته (200) فولت، أحسب الطاقة المستهلكة خلال فترة تشغيله.

الحلّ:

$$\text{Power} = V \times I$$

$$\text{Power} = 200V \times 15A = 3000 \text{ W} = 3 \text{ KW}$$

$$\text{Energy} = 3 \text{ KW} \times \frac{40\text{min}}{60\text{min/h}} = 2\text{KW.h}$$

$$\text{Energy} = \text{Power (KW)} \times \text{Time (Hour)}$$

وبالتالي، فإنّ السخّان الكهربائي يستهلك ما مقداره (2kw) في الساعة الواحدة.

الخلاصة (الاستنتاج): كما ألاحظ من المثال السابق، فإنّ طريقة توصيل المقاومتين تؤثر في قيمة القدرة المستهلكة منهما، ويمكن استخدام هذا المثال بطريقة عمليّة في فهم كيفية عمل جهاز تسخين متعدد درجات الحرارة لعمليّة الطبخ مثلاً.

سابعاً- أنواع الأحمال الكهربائية وفق طبيعة جهد المصدر:

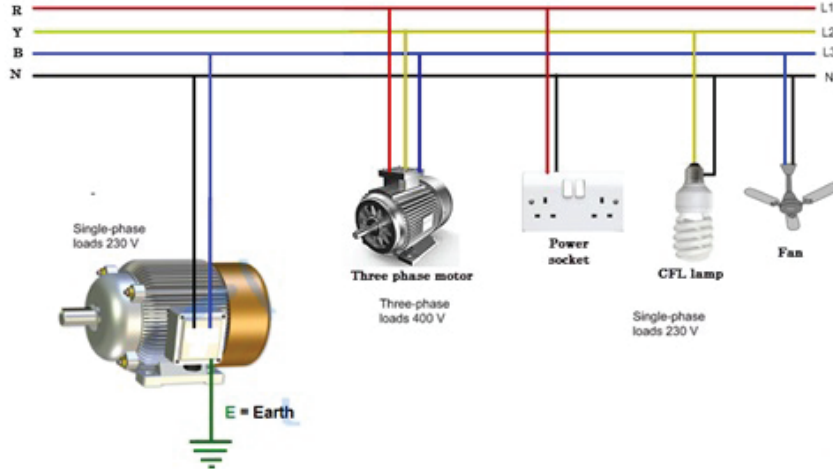
تُقسم الأحمال الكهربائية التي ترتبط بالشبكة العامة للكهرباء من حيث طبيعة مصدر الجهد الذي تغذى منه، إلى نوعين، هما:

1- أحمال أحادية الطور:

تغذى هذه الأحمال من الشبكة العامة للكهرباء بجهد محلي مقداره (220V) فولت، وبتردد (50Hz)، وتتمثل في مقاومات كهربائية مثل وحدات الإنارة، أو وحدات التسخين الكهربائية، كالمدفأة الكهربائية، أو تتمثل في ملفات، كالمحركات الكهربائية أحادية الطور (مضخة المياه/ المراوح) المنزلية، أو المحولات أحادية الطور، أو غيرها.

2- الأحمال الكهربائية ثلاثية الطور:

تغذى هذه الأحمال التي تتصل بمصدر الجهد ثلاثي الطور من الشبكة العامة للكهرباء بجهد محلي مقداره (380V، أو 400)، وبتردد (50Hz)، وتشمل جميع الأحمال الكهربائية التي قد تحتوي على ثلاثة ملفات، كالمحركات الكهربائية، أو المحولات، أو المولدات الكهربائية، كما هو مبين في الشكل (14) الآتي، وكذلك قد تحتوي على ثلاثة مقاومات كهربائية، كالأفران الكهربائية ثلاثية الطور، أو غيرها من الأحمال السعوية الأخرى، أو خليط من هذه الأحمال مجتمعة:



الشكل (14): أنواع الأحمال وفق طبيعة جهد المصدر

ثامناً- حساب القدرة الكهربائية للأحمال وفق نوع الجهد المُغذّي لها:

1- حسابات القدرة الكهربائية لأحمال أحادية الطور:

يمكن التعبير عن قيمة القدرة المستهلكة لأي نوع من الأحمال أحادية الطور بالعلاقة الآتية:

$$P = V_{ph} \times I_{ph} \times \cos\theta \quad (W)$$

أو يُعبّر عنها كتابة:

$$\text{القدرة (لحمل أحادي الطور) (W) = جهد الطور} \times \text{تيار الطور} \times \text{معامل القدرة}$$

حيث يمثّل معامل القدرة مقدار القدرة الكهربائية المستفاد منها، أو المستغلّة (الفعّالة) مقارنة بالقدرة المعطاة الكلية المغذّية للحمل، حيث تمثّل القيمة:

جهد الطور (V)	V_{ph}
تيار الطور (I)	I_{ph}
معامل القدرة (Power Factor-PF)، وهو رقم محصور بين (الصفر، والواحد صحيح).	$\theta \cos$

والمثال الآتي يوضّح كيفية حساب قيمة القدرة الكهربائية في أحمال مادية أحادية الطور:

مثال (3): سخّان كهربائي يعمل بجهد أحاديّ الطور (220V/50Hz)، قدرته (2500W)، أحسب التيار (I) الذي يسحبه السخّان، ثمّ أحسب مقاومته (R) بالأوم.

الحلّ: تُعطى القدرة الكهربائية لحمل أحاديّ الطور (1 فاز)، كما في المعادلة الآتية:

$$\text{القدرة الكهربائية} = \text{التيار (I)} \times \text{الجهد (V)} \times \text{معامل القدرة } (\cos \theta)$$

$$2500 \text{ W} = \text{التيار (I)} \times 220 \times (1)$$

$$11.36 \text{ A} = \frac{2500 \text{ W}}{220 \text{ V}} = \text{التيار (I)}$$

تعطى قيمة المقاومة (R) اعتماداً على قيمة كلّ من القدرة (P)، والتيار (I) بالمعادلة الآتية:

$$19.37 \Omega = \frac{2500 \text{ W}}{129} = \frac{2500 \text{ W}}{(11.36)^2} = \frac{P}{I^2} = \text{المقاومة (R)}$$

2- حسابات القدرة الكهربائية لأحمال ثلاثية الطور:

يمكن التعبير عن قيمة القدرة المستهلكة لأيّ نوع من الأحمال ثلاثية الطور بالعلاقة الآتية:

$$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \Phi \text{ (W)}$$

أو يُعبّر عنها كتابة:

$$\text{القدرة (لحمل ثلاثي الطور)} (W) = \sqrt{3} \times \text{جهد الطور} \times \text{تيار الطور} \times \text{معامل القدرة}$$

حيث يمثّل معامل القدرة مقدار القدرة الكهربائية المستفاد منها، أو المستغلّة (الفعّالة)، مقارنة بالقدرة المعطاة الكلية المغذّية للحمل، حيث تمثّل القيمة:

جهد الخط (V)	V_L
تيار الخط (I)	I_L
معامل القدرة (Power Factor-PF)، وهو رقم محصور بين (الصفر، والواحد صحيح)	$\theta \cos$

نشاط (3) نظري: أ حضر عيّنات من أنواع مختلفة من المقاومات الخاصّة.



نشاط (4) نظري: أ بحث على الشبكة العنكبوتية عن التيار المقنّن.



الأسئلة:



- 1- ما الفرق بين الجهد المستمرّ، والجهد المتغيرّ؟
- 2- ما اسم الأجهزة التي تقيس فرق الجهد، والتيار الكهربائي، والقدرة الكهربائية؟
- 3- ما قيمة الجهد الكهربائي لتيار كهربائي، قيمته 7 أمبير في دائرة كهربائية مقاومتها 10 أوم؟
- 4- إذا بلغت قيمة مقاومة في سلك من النحاس 20 أوم في مصدر كهربائي قيمة فرق الجهد بين أطرافه 100 فولت، فما قيمة التيار الكهربائي المارّ في المقاومة؟

الموقف التعليمي التعلّمي (3-5): اللوحات الكهربائية



وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

حضر صاحب منشار حجر إلى ورشة صيانة الآلات الصناعيّة يريد إضافة لوحة توزيع كهربائيّة جديدة لماكينة المنجل، ويريد من الورشة أن تختار له جميع أجهزة الحماية الداخليّة التي يحتاجها وفق المخطّطات المرفقة؛ ليطلبها من محلّ الكهرباء الذي يتعامل معه.

العمل الكامل:

خطوات العمل	الوصف	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع بيانات من صاحب منشار الحجر عن: - طبيعة الأحمال التي سيتم تشغيلها من لوحة التوزيع، ومكان تركيبها، مع مراعاة شروط الحماية والوقاية الكهربائيّة. • أجمع بيانات عن: - الأحمال المرتبطة بلوحة التوزيع المراد تركيبها. - أنواع القواطع المتوفرة في السوق المحليّة، ومقرراتها الأمبيرية. - العلاقات الكهربائيّة الرياضية البسيطة المستخدمة في حسابات الأحمال داخل اللوحات. - طرق تثبيت اللوحات الكهربائيّة، ومواصفاتها المتاحة في السوق المحليّة. - مواصفات تركيب لوحات التوزيع الكهربائيّة وفق مواصفات مزوّد الخدمة المحليّة، والجهات المعنية. - وسائل الحماية والسلامة المهنيّة المتعلقة باللوحات.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• القرطاسيّة. • طلب الزبون. • وثائق (كتالوجات). • مجسّات صناعية • لا تعمل (تالفة). • مواقع إلكترونية • ذات مصداقية.
أخطّط وأقرّر	• أصنّف البيانات التي جُمِعت. • أحسب قدرة الأحمال الكوابل. • أ حدّد مكونات اللوحة المطلوبة. • أ حدّد نوع وسائل الحماية، ومواصفاتها. • أ حدّد الأدوات، والعِدَد، والأجهزة اللازمة. • أ عِدّ جدولاً زمنياً للتنفيذ.	• الحوار، والمناقشة. • العمل التعاوني.	• قرطاسية. • وثائق. • نموذج الجدول الزمني.

• صندوق العدّة. • القطع اللازمة لعملية التركيب، والتشغيل، والصيانة. • أدوات الفحص والقياس الكهربائية.	• العمل التعاوني. • البحث العلمي. • العصف الذهني.	• أستخدم العدّد، والأدوات المناسبة للعمل. • أركّب لوحة التوزيع الكهربائيّة بالأبعاد المناسبة، ووفق الكود المحلي. • أركّب القواطع الآليّة، وأثبتّها، وأوصلها بمصدر الجهد. • أشغل اللوحة الكهربائيّة، وأضبط المقررات الأميرية لكلّ قاطع.	أنفّذ
• مواصفات المجسات الضوئية الجيدة. • تثبيت القطع المناسبة وفق مخطّطات الآلة المرفقة. • جودة ونوعية المنتج وفق المواصفات المطلوبة (القياسية).	• الحوار، والمناقشة.	• أتحقّق من كلّ عمليّات الاختيار، والتثبيت، والتركيب للقواطع، واللوحة الكهربائيّة. • أفحص مواصفات القطع المختارة، وأقارنها مع قدرات الأحمال المتّصلة بها. • أفحص كفاءة التثبيت الميكانيكيّة للقواطع، والأجهزة. • أشغل اللوحة الكهربائيّة، وأجري جميع القياسات اللازمة لفحص الأحمال الكهربائيّة. • أتحقّق من جودة العمل (المنتج) بعد التشغيل. • أعيد العدّد والأدوات المستخدمة إلى مكانها.	أتحقّق
• طريقة العرض التي يختارها الطلبة. • بّوربوينت (جهاز العرض).	• النقاش، والحوار بما أنجز. • مجموعات عمل. • عرض تقديمي.	• أوثّق البيانات الآتية: - أنواع اللوحات الكهربائيّة، ومكوناتها، ومواصفاتها. - أنواع وسائل الحماية والوقاية الكهربائيّة، ومقرراتها. • أقدم عرضاً. • أنشئ ملفاً خاصّاً بتركيب اللوحات الكهربائيّة.	أوثّق، وأقدّم
• نماذج التقويم. • طلب الزبون.	• الحوار، والمناقشة. • البحث العلمي.	• رضا صاحب منشار الحجر عن اللوحة الكهربائيّة التي تم تركيبها. • مطابقة تركيب اللوحة الكهربائيّة مع المواصفات، والمعايير.	أقوّم

سؤال:



أقارن بين القاطع الكهربائي، والفيوز، موضّحاً آلية توصيلهما مع الحمل.

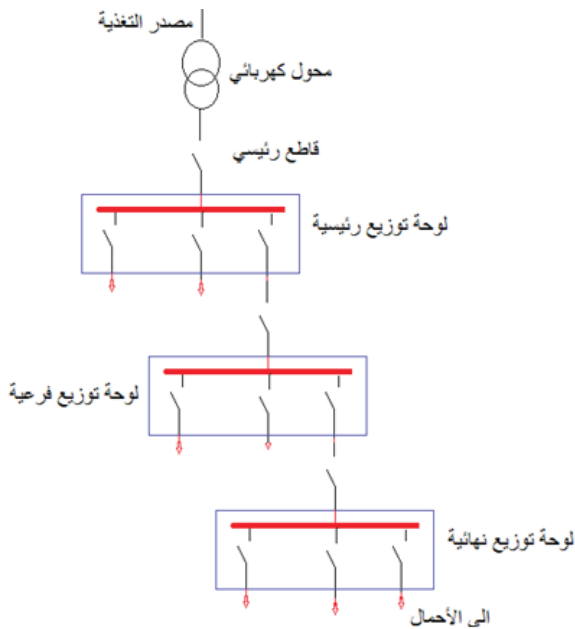


أتعلّم:

نشاط (1) عملي: أزور مصنعاً قريباً من منطقة سكني، ثم أرسم القواطع الكهربائية، وأرتبها داخل العلبة الكهربائية.

اللوحات الكهربائية

لوحات التوزيع: هي أحد العناصر الأساسية في أي منظومة للتمديدات الكهربائية، ووظيفتها الأساسية هي التحكم في فصل التيار الكهربائي، وتوصيله مع التشغيل الآمن لأيّ معدّة، أو جهاز، بالإضافة إلى حماية الأفراد، والممتلكات من الأذى، والوقاية من التيار الزائد، ومن تيارات العطل، وكذلك الآثار الحرارية الناتجة من التشغيل، أو عند الأعطال. وتُصنّع لوحات التوزيع من خزائن مصنوعة من الصُّلب، أو البلاستيك (في حالة الأحمال أحاديّة الطور فقط)؛ من أجل حفظ العتاد المثبت داخلها، مثل القواطع، والمصهرّات، والمرحلات، وأجهزة الإشارة، والبيان، والقياس، وغيرها، وحمايته من الصدمات الميكانيكيّة، والاهتزازات، والتأثيرات الخارجيّة الأخرى، كالغبار، والرطوبة، والتشويش الكهرومغناطيسي، وكذلك من أجل حماية الأشخاص من الصدمات الكهربائيّة المباشرة، وغير المباشرة.



أولاً- أنواع لوحات التوزيع الكهربائيّة:

قد تختلف لوحات التوزيع وُفق نوع العمل، أو التطبيق المراد استخدامها فيه، أو وُفق مبدأ التصميم المعتمد في عمليّة التصنيع، وخاصّة في عمليّة ترتيب قضبان التوزيع (Bus bars)، ويمكن تقسيم لوحات التوزيع، كما هو مبين في الشكل (1)، إلى الأنواع الرئيسة الآتية، وُفق الحمل، أو الوظيفة إلى الآتي:

- 1- لوحات توزيع رئيسة (MDB) Main Distribution Boards.
- 2- لوحات توزيع فرعيّة (Sub Distribution Boards).
- 3- لوحات توزيع نهائيّة (Final Distribution Boards).

وهناك أنواع أخرى من اللوحات الكهربائيّة ذات الاستخدامات الخاصّة (الوظيفية)، مثل:

- 4- لوحات التحكم بالمحرّكات (Motor control center - MCC).
- 5- لوحات أجهزة التكييف، والتبريد.
- 6- لوحات المصاعد.
- 7- لوحات التحكم بالعمليّات الصناعيّة.
- 8- لوحات تحسين معامل القدرة.

ثانياً- مكوّنات لوحات التوزيع:

تتكوّن لوحات التوزيع الرئيسية من الأجزاء الآتية:



قضبان توزيع من النوع المرن



قضبان توزيع من النوع الصلب

1- قضبان توزيع رئيسة تعتمد سعتها على تيار الأحمال، منها ما هو صلب، ومنها ما هو مرن، وتُصنّع موصلاتها من الألمنيوم، أو النحاس.

2- ألواح (هياكل) من الحديد الصلب.

3- القواطع الكهربائية الرئيسية (MCCB).



4- عوازل قضبان توزيع (Bus bar insulator): حيث تُستخدم هذه العوازل؛ لعزل قضبان التوزيع عن هيكل اللوحة الكهربائية.



عوازل قضبان توزيع داخل لوحة

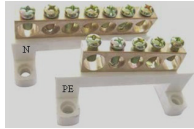


عوازل قضبان توزيع

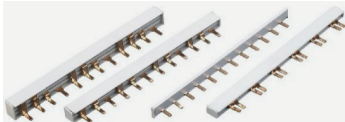
5- جسر؛ لتثبيت الأجهزة الكهربائية من نوع (Electrical Din-rail).



6- جسر نحاسي؛ لتثبيت أسلاك النيوترا (N)، وأيضاً جسر نحاسي آخر؛ لتجميع أسلاك موصلات الوقاية (PE).



7- مشط نحاسي معزول (جسر الفازات)؛ لتجميع القواطع الآلية أحادية الطور، وثلاثية الطور.



8- مروحة تبريد مع فلاتر هواء؛ لمنع دخول الغبار، والأتربة، والرطوبة، مع توفير نظام تهوية جيّد.



تثبيت نعل الكابل



اختيار نعل الكابل

9- لوازم؛ للربط، والتثبيت (Electric Panel Accessories) (نعل الكابل - cable shoes).

ثالثاً- أجهزة الحماية المستخدمة في اللوحات الكهربائية:

1- المصهرّات (الفيوزات):



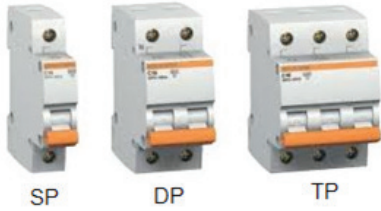
تتكوّن المصهرّات من سلك، أو شريط معدنيّ (نحاسي، أو سلك مطلي بالقصدير، أو من الرصاص، أو من سبيكة من الرصاص، والقصدير)، وتكون ذات تحمّل قيمة تيار محدّد، وعندما تتعرض لقيمة تيار أعلى من التيار المقنن، ترتفع درجة حرارتها مما يسبب انصهارها. وتُعدّ المصهرّات من وسائل الحماية التقليدية في الدوائر الكهربائية.

2- القواطع الكهربائية:



تُستخدَم الأنواع الآتية من القواطع الكهربائية عادة في اللوحات الكهربائية كوسائل حماية، وتحكّم:

- أ- القاطع اليدويّ (ON/OFF): حيث يعمل على وصل التيار الكهربائيّ، وفصله في ظروف التشغيل العادية (يتمّ وصله، وفصله يدوياً)، ويُسمّى في هذه الحالة المفتاح الكهربائيّ.
- ب- القاطع الآليّ (Circuit breaker - CB): يعمل على وصل التيار الكهربائيّ، وفصله في ظروف التشغيل العادية، وغير العادية. وتُستخدَم في لوحات الحماية والتحكّم الكهربائية أنواع القواطع الآليّة الآتية:



- قاطع الدارة المصغّر (MCB) Miniature Circuit-Breaker:

هي عبارة عن جهاز يقوم بوصل الدارة الكهربائية، وفصلها يدوياً في ظروف التشغيل العادية، وفصل الدارة آلياً في حالات الخطأ، وتُستخدَم لحماية الأحمال الكهربائية من التلف؛ نتيجة حدوث دائرة قصر، أو حمل زائد، أو غير ذلك من الأخطاء. وغالباً ما تُستخدَم في دوائر التوزيع النهائيّة.

- القواطع الآليّة المقبولة (Moulded Case Circuit Breakers (MCCB's): تُستخدَم القواطع المقبولة (MCCB)، في دوائر التوزيع الرئيسة، والفرعيّة بمقررات أمبيرية حوالي (100A) فأعلى، وتمتاز بسعّتها العالية للتيار، حيث يصل تيارها المقنّن إلى (1600A)، أو أكثر.

3- قاطع التسرّب الأرضيّ (RCD) (Earth Leakage): يُستخدَم هذا القاطع في كشف أيّ تسرّب للتيار إلى

الأرضيّ، سواء أكان هذا التسرّب عن طريق عازل الأسلاك، أو عن طريق أيّ خطأ قد ينشأ في التوصيلات الكهربائية، أو حتّى عند حدوث صدمة كهربائيّة،

ويتمّ تفعيل القاطع إذا تعدّت قيمة تيار الفرق قيمة حساسيّة قاطع التسرّب الأرضيّ المسجّلة على جسمه (مثلاً 30 ملي أمبير). ويتوفّر منه نوعان وفّق نوع مصدر التغذية (أحاديّ الطور، أم ثلاثي الطور)، كذلك بمقررات أمبيرية (25، 32، 40، 63A، ...).

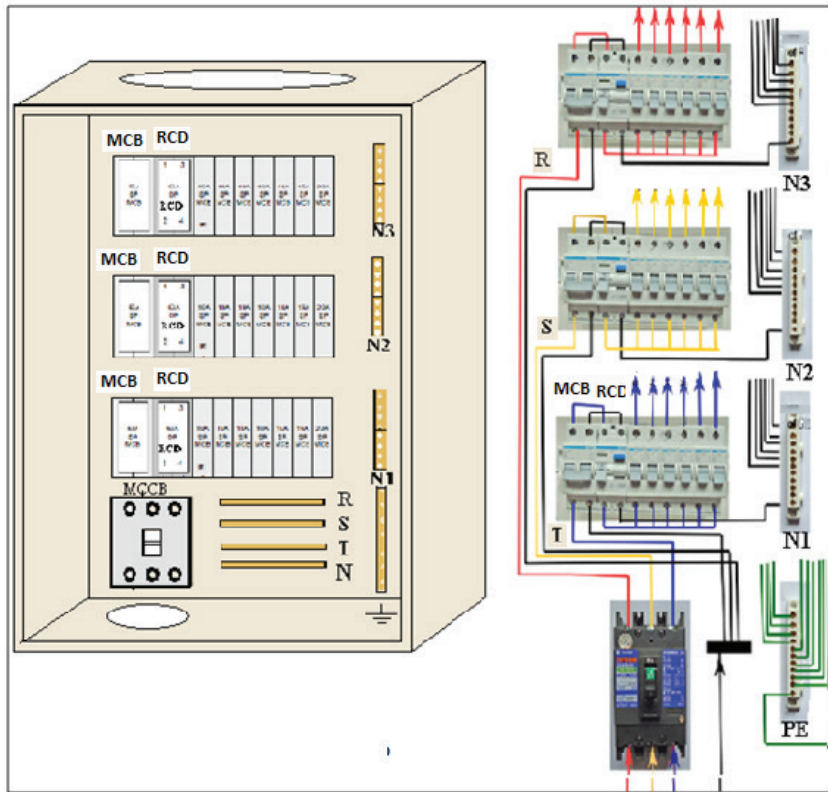


- حساسية قاطع التسريب الأرضي (جهاز تيار التسريب الفرقي):

1- حساسية (0.3A): التي قد تُستعمل للمصانع، وغرف التدفئة، وغيرها من الأماكن التي يمكن أن تكون أكثر تعرضاً لتسرب التيار، ويمكن أن يتحمل جسم الإنسان هذا التسرب في التيار في حالة الصدمة الكهربائية، إذا كان الإنسان محتاطاً لذلك، كأن يكون غير مبتلّ، ويلبس حذاءً معزولاً في رجليه طبعاً.

2- حساسية (0.03A): أي أن أيّ تسرب للتيار بمقدار (30mA) يجعل قاطع التسرب الأرضي يفصل التيار، وتُستعمل للسكن، والمكاتب، والمدارس، وغيرها من البنايات، ولا تكون قيمة تيار التسرب هذا في حالة الصدمة الكهربائية ذات خطورة على حياة الإنسان.

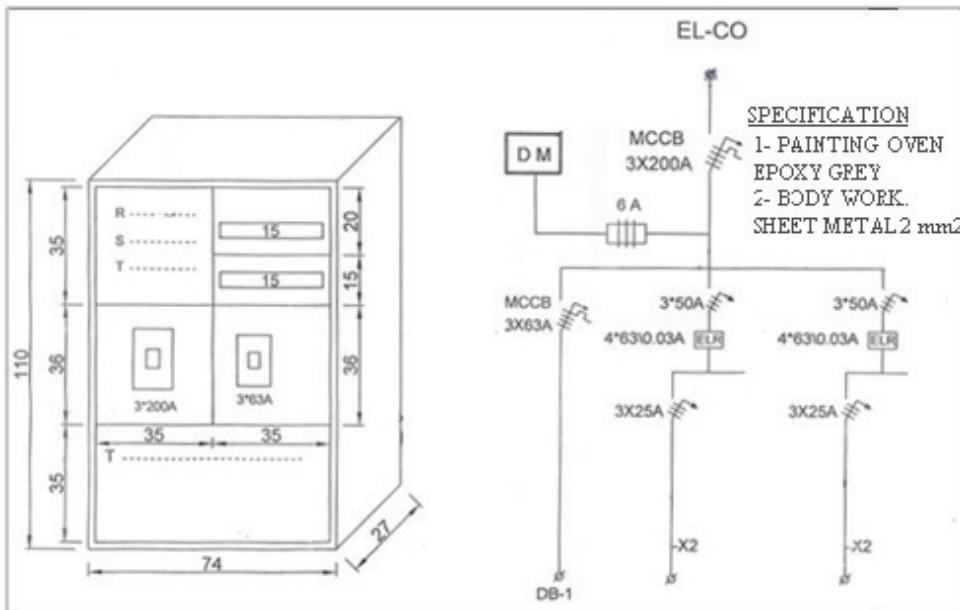
3- حساسية (A 0.01): التي قد تُستخدم في برك السباحة التي يتم توفير إضاءة لها داخل البرك ذاتها، وبالتالي فهي قواطع تسرب أرضي ذات حساسية عالية جداً؛ نظراً لخطورة الأمر الذي قد يحدث لأيّ تسرب أرضي. والشكل (2) يبين مخطط توصيل مكونات لوحة توزيع ثلاثية الطور، وأماكن تموضعها في اللوحة.



الشكل (2): المخطط التنفيذي للوحة توزيع ثلاثية الطور

نشاط (2) نظري: أبحث عن حساسية قاطع التسريب الأرضي المُستعمل في مصانع الحجر، والرخام.

نشاط (3) نظري: يوضّح المخطط الآتي توزيع مكّونات لوحة ثلاثيّة الطور، وأبعادها، والمخطّط الأحاديّ للوحة. أكتب جدولاً عن مكّونات اللوحة، وأبعادها، ومواصفات العناصر المكوّنة لها:



الأسئلة:

- 1- ماذا يحصل للمصهّرات (الفيززات) إذا تعرّضت لتيار أعلى من التيار المقنّن؟
- 2- هل يمكن فصل القاطع الآلي يدوياً؟
- 3- ما حساسية قاطع التسريب الأرضي المُستخدم في المنازل؟
- 4- أعطي أمثلة عن اللوحات الكهربائية ذات الاستخدامات الخاصة.

أسئلة الوحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

- 1 ما العدة التي تُستخدم لإزالة أجزاء صغيرة من المادة؟
 - أ- المبرّد.
 - ب- الإزميل.
 - ج- السُّبُك.
 - د- المنشار اليدوي.
- 2 ما نوع المثقاب المستخدم في الورش الكبيرة لعمل ثقوب بأقطار كبيرة، أو عندما تكون القطعة كبيرة الحجم؟
 - أ- مثقاب الدَفّ.
 - ب- المثقاب العمودي.
 - ج- المثقاب العمودي البسيط/الطاولة.
 - د- المثقاب اليدوي.
- 3 كيف يتم اختيار البُكسات المناسبة لنوع التطبيق المطلوب؟
 - أ- على اعتبارات عزم الدوران لعنصر الإدارة، ومقدار الانزياح لعمود الإدارة عن مستوى محور الاتزان.
 - ب- قُطر العمود المراد نقل حركته، ومادة صنعه، بالإضافة لقُطر العمود المدار، وطريقة الربط المطلوبة.
 - ج- أ + ب.
 - د- على خبرة فني الصيانة، وكفاءة صاحب المخرطة.
- 4 ما العوامل التي تؤدي لحدوث انهيار للأجزاء الميكانيكية؟
 - أ- الاحتكاك.
 - ب- التآكل.
 - ج- التآكل، والحرارة الناتجة عن الاحتكاك.
 - د- الطاقة المفقودة على شكل احتكاك.
- 5 ما اتجاه دوران الترس الأخير في ثلاثة تروس متصلة فيما بينها، مع العلم أن الترس المدير يدور مع عقارب الساعة؟
 - أ- عكس عقارب الساعة.
 - ب- مع عقارب الساعة.
 - ج- لا يدور بتاتاً.
 - د- لا يمكن تحديد اتجاه دورانه.
- 6 ما البكرة التي فائدتها الميكانيكية تساوي (2)؟
 - أ- البكرة الثابتة.
 - ب- البكرة المتحرّكة.
 - ج- البكرة المركّبة.
 - د- البكرة المتحرّكة، والبكرة المركّبة معاً.
- 7 ما الجهد الكهربائي؟
 - أ- جهد ثابت القيمة والاتجاه مع تغيّر الزمن.
 - ب- جهد متغير القيمة والاتجاه مع تغيّر الزمن.
 - ج- قوة خارجية مؤثرة، تجبر الإلكترونات الحرة على التحرك في موصل باتجاه معيّن.
 - د- الطاقة اللازمة لدفع الإلكترونات من القطب الموجب إلى القطب السالب.

8 ما الجهاز الذي يقيس التيار الكهربائي؟

- أ- الأومميتر، ويوصل على التوازي مع العنصر المراد قياس التيار فيه.
- ب- الأومميتر، ويوصل على التوالي مع العنصر المراد قياس التيار فيه.
- ج- الفولتميتر، ويوصل على التوالي مع العنصر المراد قياس التيار فيه.
- د- الفولتميتر، ويوصل على التوازي مع العنصر المراد قياس التيار فيه.

9 ما قيمة التيار المسحوب من المصدر لحمل كهربائي قدرته (1KW)، يعمل بجهد طور 1 فاز، وبمعامل قدرة قيمته (0.75)، مع العلم أن كفاءة الحمل 100%؟

- أ- (1.5 A).
- ب- (6.0 A).
- ج- (3.0 A).
- د- (4.0 A).

السؤال الثاني: كيف تعرف مدى الشد في الجنزير؟

السؤال الثالث: ما مادة تصنيع الجنزير؟

السؤال الرابع: كيف تعرف مواصفات الجنزير؟

السؤال الخامس: ما أنواع البيل؟

السؤال السادس: أعدد فوائد تشحيم البيلز

السؤال السابع: أبين معنى الأرقام التي تكتب على البيل؟

السؤال الثامن: ما أهميّة البكسات؟

السؤال التاسع: أفسر الأسس، والأسباب التي أنشأت فكرة التزيت، والتشحيم.

السؤال العاشر: أعطي أمثلة على أنواع الزيوت.

السؤال الحادي عشر: أعطي أمثلة على فوائد الشحمة.

السؤال الثاني عشر: أعطي أمثلة على نظام ترقيم الشحمة.

السؤال الثالث عشر: أوضّح الفروقات بين الشحمة، والزيت.

السؤال الرابع عشر: أعطي ثلاثة أمثلة على عيوب استخدام وسائل نقل الحركة بالجننازير.

السؤال الخامس عشر: أوضّح المقصود بقاطع ال (MCCB)، وال (MCB)، ذاكرًا ميزات كلّ منهما.

السؤال السادس عشر: أفسر آلية عمل القاطع الآلي للحماية من التيار المفرط (القصر)، وتيار الحمل الزائد.

السؤال السابع عشر: أوضّح تركيب قاطع التسريب الأرضي (RCD)، ومبدأ عمله.

السؤال الثامن عشر: أعطى أمثلة على مواصفات قاطع التسرب الأرضي أحادي الطور، وثلاثي الطور.

السؤال التاسع عشر: أعطى أمثلة على أنواع اللوحات الكهربائية المختلفة، وأهم مكوناتها.

دراسة حالة

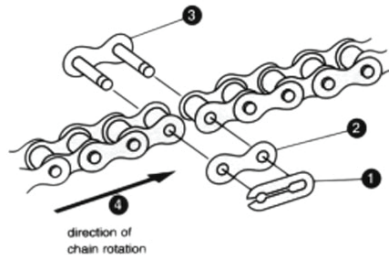
أنفذ خطوات العمل الكامل للموقف التعليمي التعلّمي الآتي:

حضر أحد أصحاب مصانع تصنيع النايلون إلى ورشة صيانة الآلات الصناعية يريد تجميع خطّ إنتاج من نوع جديد من أكياس النايلون، وتشغيله، وتجريبه. من خلال دراستي للمنهجية المتبعة، أكتب تقريراً مفصلاً للخطوات المتبعة في تحليل أسباب المشكلة، وحلّها.

مشروعان

مشروع (1): استبدال الحلقة المقطوعة في جنزير متوقّف في المشغل:

أحدّد الخطوات اللازمة لاستبدال القطع التالفة لجنزير تالف، وأعيد إصلاحه، بالاستعانة بالشكل أدناه:



مع مراعاة مراحل المشروع: (اختيار المشروع، وخططه، وتنفيذه، وتقويمه).

الوحدة الرابعة قَصُّ الحَجَرِ الخام



✓ أتأمل ثم أناقش: التقنيات المستخدمة في قصّ الحجر الخام ترفع من جودة المُنتَج.



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف طبيعة عمل ماكينات قصّ الحجر الخام في سياقات متعددة، من خلال تحقيق الآتي:

- 1- التمييز بين تصنيفات الخامة من حيث النَّحْب، وماكينة القص لكلّ منها.
- 2- ضبط مدخلات ماكينات قصّ الخامة، ومخرجاتها.
- 3- التحكم بالعوامل والاعتبارات التي تتحكّم في إنتاجية القواطر.



الكفايات المهنية:

الكفايات المهنية المتوقعة من الطلبة امتلاكها بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة:

أولاً- الكفايات الحرفية:

- 1- القدرة على التمييز بين أنواع الخامة، تبعاً لنخبها (نخب (أ)، ونخب (ب)).
- 2- القدرة على تحديد العوامل والاعتبارات التي تتحكم في إنتاجية القواطر، وضبطها.
- 3- القدرة على تحديد مدخلات القواطر، والمناجل، وزيادة الإنتاجية، ومخرجاتها.
- 4- القدرة على تصميم نماذج وكشوفات إنتاج لماكينات قصّ الحجر الخام.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- 1- احترام رأي الآخرين، وتقبّله.
- 2- القدرة على إدارة الحوار والنقاش.
- 3- التحلي بأخلاق المهنة.
- 4- مصداقية التعامل مع الزبون.
- 5- حفظ خصوصية الزبون.
- 6- الاتصال، والتواصل الفعال.
- 7- القدرة على الإقناع.
- 8- الاستعداد، والاستفادة من ذوي الخبرة.
- 9- القدرة على اتخاذ القرارات.
- 10- القدرة على التأمل الذاتي.

ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- 1- التعلم التعاوني (العمل ضمن الفريق).
- 2- القدرة على إدارة الحوار، وتنظيم النقاش.
- 3- البحث العلمي، وتوظيف أساليبه (استخدام المصادر والمراجع المختلفة، وجمع البيانات، وتحليلها، وتبويبها، وتقويمها).
- 4- العصف الذهني (القدرة على استنباط الأفكار).

قواعد الأمن والسلامة:



- 1- ارتداء الخوذة الواقية للرأس.
- 2- استخدام كفوف اليدين.
- 3- وضع سدّادات الأذن.
- 4- استخدام الحذاء (البسطار)؛ للوقاية من التزحلق، ومن سقوط بعض قطع الحجر.
- 5- عدم الدخول إلى محيط الماكينة أثناء عمليات القصّ.
- 6- تفقّد حبل الرافعة (الونش) باستمرار.



الموقف التعليمي التعلُّمي (1-4): فرز الخامة المتوفرة في المصنع، تبعاً لجودتها، ولما كينة القص

وصف الموقف التعليمي التعلُّمي:

طلب صاحب مصنع حجر من أمين مخزن الحجر الخام فرز البلوكات المتوفرة في المصنع، تبعاً لنخبها، وما كينة القص لكل منها.

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحللها	- أجمع البيانات من صاحب المصنع عن: - مواصفات الخامة التي تصلح للقصّ على القواطر، والمناجل التي يعتمد عليها أيضاً نخب الخامة (نخب (أ)، ونخب (ب)) من أبعاد الخامة، والكسور، والعروق، والقشرة، والطراوة الموجودة، وتجانس اللون، وغيرها. - أجمع البيانات عن: - مواصفات ماكينات القواطر، والمناجل، وطبيعة الخامة التي يمكن قصها باستخدام كل منها.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (طلب صاحب المصنع، وكتالوجات، وبروشورات). - الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنف البيانات عن مواصفات الخامة التي تصلح للقصّ على القاطر، والمنجل. - أحدد أنواع الخامة المتوفرة. - أحدد مقترحات تصنيف الخامة. - أحدد جدول زمني للتنفيذ.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني.	- الوثائق: (طلب صاحب المصنع، وكتالوجات، وبروشورات) - قرطاسية - الإنترنت: (المواقع الإلكترونية الموثوقة).
أنفّذ	- تجهيز المكان المناسب لعملية الفرز. - عقد جلسة مع صاحب المصنع للاتفاق على مقترح للفرز. - إجراء التعديلات المتفق عليها مع صاحب المصنع. - أفرز الخامات وفق المنشأ، والمصدر، والنخب. - أرمز الخامة. - أصنف الخامة وفق صلاحية القصّ على الماكينات. - أضع إشارات تعريفية لكل تصنيف. - أصوب الأخطاء إن وُجدت.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني/ مجموعات. - العصف الذهني.	- الوثائق: (طلب صاحب المصنع، وكتالوجات). - حاسوب. - الإنترنت (مصادر موثوقة).

أُتَحَقَّقُ مِنْ:	• ملائمة مكان عملية الفرز مناسب. • ترميز نَحْبِ الخامة. • اتباع قواعد الأمن والسلامة لعملية الفرز.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات	• حاسوب. • طلب صاحب المصنع. • الإنترنت (مصادر موثوقة).
أُوثَّقُ، وَأَقْدِّمُ	• أوثَّق البيانات الخاصة بأنواع الخامة، وتصنيفاتها، وجهوزية مكان الفرز، ومقترح الفرز، والترميز المناسب. • إعداد عرض مناسب مثل طريقة العرض المناسبة، مثل (power point). • أعدّ ملف خاص بفرز الخامات، وترميزها.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• حاسوب مع توابعه: (طابعة، وشاشة عرض).
أَقْوِّمُ	• رضا صاحب المصنع عن فرز الخامة، وترميزها. • ملائمة عملية الفرز للمواصفات والمعايير.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب صاحب المصنع، وكتالوجات، وأدوات التقويم المعتمدة، ومعايير التقويم). • الإنترنت.

سؤال:



أوضح الفروقات بين الخامة التي تصلح للقص على القاطر، والخامة التي تصلح للقص على المنجل.



أتعلّم:

فرز خامة الحجر، تبعاً لجودتها، ولماكينة القصّ

نشاط (1) نظري: أبحث عن أنواع ماكينات قص الحجر وأكمل الجدول الآتي:

الماكينة / العملية	التعريف	الهدف منها
تهذيب الخامة، وتربيعها	إزالة الشوائب والقشرة، أو أيّ بروزات من أطراف الخامة.	
تفسيخ الخامة	فصل الخامة إلى قسمين، أو أكثر، وفق اللون، والموصفات.	
ماكينة المانولاما		
ماكينة الحبل		

مفهوم تهذيب البلوكات (الخامات)، وتربيعها:

يُقصد بعملية التهذيب: إزالة الشوائب والقشرة، أو أيّ بروزات من أطراف الخامة، ويتم تهذيب البلوكات (الخامات) قبل إدخالها إلى القاطر. وتهدف هذه العملية إلى ما يأتي:

- 1 - تجنّب حدوث أيّ خلل للقاطر (ماكينة قصّ الخامة) بسبب هذه الشوائب؛ لأنّها من الممكن أن تعلق بشفرات القاطر، الأمر الذي قد يؤدّي إلى تكسّر الألواح، وتدمير جزء من شفراته.
- 2 - زيادة الطاقة الإنتاجية للقاطر (ماكينات قصّ الخامة)، حيث إنّ الجزء الذي يُزال في أثناء عملية تهذيب الخامة لا يصلح للطلبات، وسيُتلف بعد الانتهاء من قصّ الخامة إلى ألواح، ومن الأفضل أن يُزال الجزء الذي لا يصلح لإنتاج الطلبات، ويُفصل قبل إدخال البلوكات للقاطر بواسطة ما يُعرف بعملية تهذيب الخامة.
- 3 - تخفيض تكلفة الإنتاج للمتر المربع الواحد، حيث تقل الطاقة الكهربائية المستهلكة و كمية المواد المساعدة المستخدمة في العمليات الإنتاجية (الديسكات، الألماس، بوليستر) وكمية المياه، العمالة، وغيرها من العوامل التي تعتمد عليها تكلفة إنتاج المتر المربع الواحد.

ماكينات تهذيب (تربيع) البلوكات، أو الحجر الخام

وتتمّ عملية تهذيب (تربيع) الخامة بواسطة إحدى الماكينات الآتية:

- 1- **ماكينة المانولاما:** وهي ماكينة تُستخدم في تهذيب البلوكات، أو تربيعها، وتتكوّن من شفرة واحدة، بحيث تُثبّت الخامة المراد تهذيبها تحت هذه الماكينة، وتعيرها، بحيث يكون الجزء (طرف الخامة) المراد إزالته تحت الشفرة مباشرة. والصورة الآتية توضح عملية تهذيب الخامة بواسطة المانولاما





2- ماكينة الحبل: وهي نوع آخر من الماكينات التي تُستخدم في تهذيب الخامة، وتفخيدها، وتشبه في عملها ماكينة المانولاما، والصورة الآتية توضح شكل هذه الماكينة.

3- تفخيد (تفسيخ) الخامة: هي عملية فصل الخامة إلى

قسمين، أو أكثر، وكلّ قسم يكون بلون ومواصفات تختلف عن الآخر، بحيث يُفصل الجزء الذي يحتوي على طراوة، أو قشرة، عن الجزء الصافي. وبهذه الطريقة، يتم إدخال الجزء

المطلوب للطلبية على القاطر فقط، وليس جميع الحجر، ولهذه العملية عدة فوائد وميزات، هي:

أ. تزيد من الطاقة الإنتاجية للقاطر، بحيث تكون معظم الألواح المُنتجة مناسبة للطلبية.

ب. توفر الوقت، والجهد.

ج. تقلل من نسبة الزوائد الناتجة عن الطلبيات.

د. تقلل من نسبة الفاقد على خطوط الإنتاج المختلفة، ومراحله.

هـ. تقلل من تكلفة الإنتاج للمتر المربع الواحد.

نشاط (2) عملي: أجمع قطعاً من الحجر من ورش البناء القريبة من مدرستي، وأثبتها على الطاولة مرة موازية لاتجاه العرق، وأخرى معاكسة لاتجاه العرق.

أتأمل الصُور في الجدول الآتي، وأعبر عن شكل عروق الحجر، وعلاقة شفرات قصّ القاطر مع عروق الحجر:

صورة الحجر	اتجاه عِرْق الحجر	علاقة حركة شفرات القصّ مع عِرْق الحجر
	أفقي	عمودي على عِرْق الحجر، أو معاكس لِعِرْقِه.

نستنتج من الجدول السابق ما يأتي:

- إذا كانت عروق الحجر أفقية، يكون القصّ عمودياً عليها، وتُسمّى عملية القصّ القصّ عكس العِرْق.
- إذا كانت عروق الحجر عمودية، يكون القصّ موازياً لها، وتُسمّى عملية القصّ القصّ مع العِرْق.

أَتَأْمَلُ الصُّوَرِ الْآتِيَةَ، وَأَتَسَاءَلُ: لِمَاذَا يَتَمَّ قَلْبُ الْحَجَرِ الْخَامِ؟



قَلْبُ الْحَجَرِ الْخَامِ، بِاسْتِخْدَامِ قَلَابِ الْخَامَةِ



قَلَابُ الْخَامَةِ



طَاوِلَةُ الْقَاطِرِ مَجْهَّزَةٌ بِالْخَامَةِ تَحْتَ شَفَرَاتِ الْقَاطِرِ



عَرَبَةُ الْقَاطِرِ مَحْمَلٌ عَلَيْهَا خَامَةٌ مُوَازِيَةٌ لِلْعِرْقِ



قَصُّ حَجَرِ خَامٍ عَكْسَ الْعِرْقِ (عَمُودِيٌّ عَلَى الْعِرْقِ)

مِنَ الصُّوَرِ السَّابِقَةِ، أُسْتَنْتَجَ أَنَّ قَلَابَ الْخَامَةِ: هِيَ مَكِينَةٌ يَتَمَّ بِوَسَاطَتِهَا قَلْبُ الْحَجَرِ الْخَامِ (الْبَلُوكَةِ) وَفَقِ الْإِتِّجَاهِ الصَّحِيحِ لِلْعِرْقِ، قَبْلَ أَنْ تُثَبَّتَ عَلَى مَكِينَةِ قَصِّ الْخَامَةِ، وَغَالِباً مَا يُقَصَّ الْحَجَرُ الْخَامُ مُوَازِئاً لِلْعِرْقِ (الْقَصُّ مَعَ الْعِرْقِ).

ماكينات تهذيب (تربيع) البلوكات، أو الحجر الخام:

تعريف القاطر (Gang Saw):

القاطر: هو ماكينة، تُستخدم لقصّ البلوكات (الخامات) إلى ألواح بسُمك معين، وعادة لا يقل سُمك الألواح عن 2 سم، ولا يزيد عن 10 سم. ومن السُمك المتداول للألواح في صناعة الحجر (Standard Thickness of Slabs) 2 سم، و3 سم، و4 سم، و4.6 سم، و6.6 سم، ومن النادر قصّ سُمك يزيد عن 6.6 سم بواسطة القواطر.

مواصفات الخامة التي تصلح للقصّ على القواطر:
يتمّ قصّ الخامة التي تُصنّف بنخب (أ) على القواطر والتي تُصنّف بنخب (ب) على المناجل.

مواصفات الخامة نخب (أ):

- أ. طول الحجر الخام لا يقل عن 200 سم، وعرضه لا يقلّ عن 140 سم، وارتفاعه لا يقلّ عن 120 سم.
- ب. أن تكون الخامة خالية من الكسور.
- ج. أن تكون الخامة خالية من العروق، والقشرة.
- د. أن تكون الخامة موحدة في اللون قدر الإمكان.

مواصفات الخامة نخب (ب):

- أ. طول الحجر الخام يقلّ عن 200 سم، وعرضه يقلّ عن 140 سم، وارتفاعه يقلّ عن 120 سم.
- ب. تحتوي الخامة على كسور يتعدّد بوجودها قصّ الخامة على القواطر.
- ج. تحتوي الخامة على عروق، أو قشرة.
- د. غير موحدة في اللون (تشويه اللون).



قاطر الحركة الرأسية فيه شفرات القصّ، أو النشر

أنواع القواطر (Types of Gang Saws):

- 1 - قواطر تكون الحركة الرأسية فيها لشفرات القصّ، أو النشر (طاولة القاطر ثابتة، والشفرات متحركة):
تكون الطاولة التي يتمّ تحميل الخامة عليها ثابتة تحت القاطر، وشفرات القاطر هي التي تتحرك باتجاه الخامة (تتحرك الشفرات إلى أسفل في أثناء عملية قصّ الخامة. والخامة ثابتة على الطاولة).
تتحرك الشفرات حركة عمودية باتجاه الخامة، وحركة أفقية، وهي حركة النشر، كما في الصورة الآتية:

2 - قواطر تكون الحركة الرأسية فيها لبلوك الحجر (طاولة القاطر متحركة، والشفرات ثابتة):

تتحرك الشفرات حركة أفقية فقط وهي حركة النشر، دون أيّ تحرك للأسفل، أو للأعلى، وطاولة القاطر هي التي تتحرك

للأعلى باتجاه شفرات القاطر، وهي محمّلة بالخامة التي يراد قصّها، كما في الشكل الآتي:



3 - قواطر يكون تحميل الخامة فيها من الجانب، وليس من الأمام (النوع المفتوح):

يحتوى هذا النوع من القواطر على عدد قليل من أسلحة النشر، أو شفراتها (15-40) شفرة، ويتمّ وضع البلوك، أو الخامة داخله من الجانب، والشكل الآتي يوضّح ذلك:

مميزات النوع المفتوح من القواطر:

أ. يمكنه نشر البلوكات صغيرة الحجم.

ب. يمكنه نشر جزء من الخامة، وإبقاء الجزء الآخر دون نشر.

4 - التروولي أو العربة:

هي الطاولة التي يتمّ تحميل الخامة عليها؛ لنقلها من مكان تخزينها إلى ماكينات قصّ الخامة (القواطر، والمناجل)، وتتحركّ التروولي، أو العربة على قضبان (سكّة معدنية)، تصل من مسار رافعة تحميل البلوكات (ونش) إلى المنجل، أو القاطر.



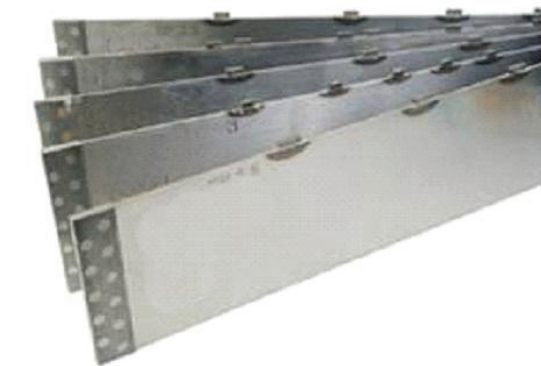
شفرات القاطر:

معظم القواطر المستخدمة في فلسطين مخصّص لها طول شفرات 4 أمتار، أو 4.20 أمتار. ويعتمد عدد الشفرات للقاطر على سمك القص، مثلاً: في حالة قص إلى 2 سم قد يصل عدد الشفرات إلى 80 شفرة. وكلما زاد سمك الألواح قل عدد الشفرات المستخدمة

سُمك شفرات القاطر:

- شفرات بسُمك 3 ملم، ويتم تركيب ماس 5 ملم عليها.
- شفرات بسُمك 4 ملم، ويتم تركيب ماس 6 ملم عليها، وهذا النوع لا يُستعمل كثيراً؛ لغرض التوفير في كمية الخامة المفقودة أثناء عملية النشر.

والصور الآتية توضّح شكل الشفرات، وحجّات الألماس، وطريقة لحام حجّات الألماس:

**العمر الافتراضي لشفرات القاطر:**

هو عدد ساعات التشغيل التي يضمنها المصمم، والمنتج، والمورّد للشفرات، أو الديسكات. والموجود في الأسواق حالياً هو 1600 ساعة قصّ في المتوسط، وكلّ مورّد يعتمد الكفالة على الألماس بناءً على نوعيته، وطبيعة الحجر الأكثر

استخداماً لدى الشركة المستخدمة للألماس.

كمية مياه القاطر:

تُقدَّر كمية مياه القاطر بـ (1) كوب في الدقيقة، وهذه الكمية تقديرية، ومن الجدير بالذكر أنَّ ماء التبريد إذا زاد عن الحد المطلوب بشكل كبير، قد يسبب حدوث فتال للنشر؛ لأنه قد يقلل من فعالية احتكاك الألماس على الحجر. وصُمِّمت القواطر لقص البلوكات الحجرية، ويُمنع استخدامها في قص المواد الآتية:

- البلاستيك بشكل عام.
- الخشب بجميع أنواعه.
- المعادن.
- المواد الزجاجية.

ويعتمد مستوى ضجيج الماكينة على ما يأتي:

- نوع الخامة التي ستُقص، وقساوتها.
- نوع شفرات القاطر، وخصائصها.
- سرعة قص الماكينة.
- كمية الماء على شفرات الماكينة.
- جودة الألماس، وعمره.

تعريف المناجل (Block Cutting Machine):

هي نوع آخر من ماكينات قص الخامة (البلوكات)، حيث يُقص الحجر إلى شَرَحَات، أو سترَبَات (Strips) (قطع) بسُمك معيّن، وليس إلى ألواح، وعادة ما تُقص الخامة الصغيرة الحجم، أو التي تحتوي على كسور، بحيث يتعدّر قصّها إلى ألواح بوساطة القواطر؛ أي أنّ جميع الخامات (البلوكات) التي لا يمكن قصّها بوساطة القواطر إلى ألواح؛ (بسبب صِغَر حجمها، أو كسور موجودة فيها)، تُحوّل إلى المناجل؛ ليتم قصّها إلى قطع صغيرة وفق الطلب.



مراحل قصّ الخامة بوساطة المناجل، وخطواتها:

- التأكد من سلامة ديسكات القصّ، بحيث تكون بعيدة عن طاولة المناجل (الطاولة التي يتمّ تحميل الخام عليها)؛ خوفاً من اصطدامها بالحجر في أثناء دخول الطاولة المحمّلة بالحجر، وتضرّر الديسك.
- تجهيز الصخرة على طاولة المناجل، وثبيتها بشكل محكم بأسافين خشبية (د فشار الصخرة بشكل جيد)؛ خوفاً من تحركها أثناء عملية القصّ، وحدوث خلل في قياس الشّرحات، أو القِطْع.
- كشط الحجر: وهي عملية مسح سطح الصخرة، وتسويتها، عن طريق إزالة البروزات والشوائب الموجودة في وجه الحجر، بحيث يصبح وجه الحجر مستوياً، ويجب مراعاة أن تكون كمية الفاقد لهذه المرحلة أقلّ ما يمكن، بحيث يتمّ الاستفادة من باقي الحجر بأعلى ما يمكن.
- إدخال القياسات المطلوبة من عرض الشّرحات، وسُمكها؛ للبدء بقصّ الصخرة.



- تبقى في نهاية عملية القصّ، وفي أسفل الحجر مسافة تقرب من 20 سم، ولا يمكن قصّها، وغالباً ما تُتلف، والمعظم يُسمّيها قاعيّة المناجل، أو أرضيّته.
- تسجيل جميع البيانات المتعلقة بالمادة الخام الداخلة للقصّ، والشّرحات (القِطْع) الناتجة في سجلّ إنتاج المناجل اليومي، ليتمّ من خلاله حساب الكميات الداخلة، والناتجة، وكمية الفاقد، ونسبته.

المادة الخام الداخلة للقصّ:

يوضّح الجدول الآتي تفاصيل المادة الخام الداخلة في القصّ:

رقم الحجر	اللون	رقم الطلبية	الطول/م	العرض/م	الارتفاع/م	الكمية/م ³	ملاحظات
						المجموع م ³	

القطع أو الشَّرَحَات الناتجة عن القص:

يوضَّح الجدول الآتي تفاصيل القطع، أو الشَّرَحَات الناتجة عن القص:

رقم الحجر	اللون	رقم الطليقة	الطول / سم	العرض / سم	السُّمُك / سم	عدد القطع	مساحة القطع / م ²	حجم القطع / م ³	ملاحظات
						المجموع			

ويتم قصّ الخامة بواسطة المناجل إلى قِطْع صغيرة (شَرَحَات) (Strips)، وتكون قياسات هذه القطع (شرحات) محصورة أو سراجي، وفق الجدول الآتي:

طول الشَّرَحَات، أو القِطْع / سم	الشَّرَحَات المقصوفة غالباً ما تكون بسُّمُك / سم	قياس البلاط المُنتَج / سم	البلاط الناتج غالباً ما يكون بسُّمُك / سم
مضاعفات 30.5	3	30.5x30.5	1
مضاعفات 40	3، 4	40x40	1، 2
مضاعفات 60	4.6	60x60	2
أيّ قياسات أخرى، سواء كانت سراجية، أو محصورة. (*)	سماكات متعددة	قياسات متعددة حسب طلب الزبون	

إنتاج المناجل: يتم تحويل إنتاج المناجل لخطوط الإنتاج الآتية:

- قسم الدَّقَاقَة؛ لإنتاج تشطيب المُسَمَّسَم، والتلطيش، أو الطَّبْرَة.
- جَلَاية البلاط؛ لإنتاج بلاط بقياسات وتشطيبات مختلفة، سواء كان مجليّاً، أو مَطّاً، أو فرشاة.
- المطَبَّات؛ لإنتاج تشطيب المطبّة.
- المَقْصَّات، ثمّ ماكينات التعتيق؛ لإنتاج تشطيبات المُعَتَّق بأنواعها.

(*) القياس السراجي: يكون فيه العرض محصوراً، ومحدّداً، والطول متغيّراً، وغير محدّد. القياس المحصور: يكون العرض ثابتاً، أو محصوراً، والطول ثابتاً، أو محصوراً.

الطاقة الإنتاجية للمناجل:

تعتمد الإنتاجية (بالمتر المربع) للمناجل على عدة عوامل، هي:

- 1- القياس الذي ستُقصَّ القطع، أو الشَّرَحَاتِ عليه (طول الشَّرَحَاتِ، وعرضها)، وهل هو محصور، أم سراجي؟
- 2- سُمْكُ قَصِّ القطع، أو الشَّرَحَاتِ.
- 3- الكسور الموجودة في الخامة.
- 4- مهارة العامل الفني المشغَّل للمنجل، بحيث يستطيع التكيف مع الخامة، والعيوب الموجودة فيها، والاختيار الأمثل للقياسات المتوفرة لديه.
- 5- نظافة المكان المحيط بالمنجل، وترتيبه أولاً بأول، يزيد من الطاقة الإنتاجية للمنجل، وعلى العكس من ذلك، فإن ترك المكان دون تنظيف وترتيب، يعيق حركة نقل البضاعة الجاهزة، ويعرقلها، ويزيد من ساعات توقُّف المنجل.

أكبر قياس يمكن الحصول عليه بوساطة المنجل:

- أكبر عرض للشَّرَحَاتِ:

يعتمد أكبر قياس يمكن الحصول عليه لعرض الشَّرَحَاتِ على قُطر ديسك المناجل، ومن الأفضل للماكينة أن يكون قُطر الديسك ثلاثة أضعاف عرض الشَّرَحَة، ومن الممكن تجاوز هذه القاعدة وفق وضع الماكينة الميكانيكي، فمثلاً: المنجل الذي قُطر ديسكه 160 سم، يمكن الحصول على شَّرَحَاتٍ لغاية عرض 50 سم، والمنجل الذي قياس قُطر ديسكه 180 سم، يمكن الحصول على شَّرَحَاتٍ لغاية عرض 60 سم، وقد يصل إلى 64 سم على الأكثر.

والجدول الآتي يوضح العلاقة بين قُطر الديسك، وسمكه، والماكينة التي يُركَّب عليها، وأكبر قياس لعرض القطع يمكن الحصول عليه منها * :

قُطر الديسك/سم	سُمْكُ الديسك/ملم	أكبر قياس ممكن الحصول عليه/ سم	الماكينة التي يُركَّب عليها
50	4	17	مِقَصّ
60	6	22	فريزة
80	6	27	فريزة
100	8	35	فريزة
120	8	40	فريزة حجم كبير، ومنجل
160	10	50	منجل
180	10	60	منجل

* الجدول للاطلاع.

أكبر سُمُكٍ للشَّرَحَاتِ التي يمكن قَصِّها بواسطة المنجل:

يتراوح السُّمُك الذي يمكن الحصول عليه بواسطة المناجل بين 1 سم، ولغاية 12 سم. ولكن أهم سُمُك يُقَصَّ على المناجل هو 3 سم، و4.6 سم، و6.6 سم.

نشاط (3) عملي:

أزور مشغل حجر قريباً من مدرستي، وأقَصَّ بعض قطع من الحجر، وأربَّعها باستخدام مَقَصِّ الترييع التابع لهذا المشغل.

مَقَصِّ الترييع (Squaring Saw):

يرتبط مع كلِّ منجلي ماكينة تُعرف باسم مَقَصِّ الترييع، حيث يقوم هذا المَقَصِّ بترييع طول القِطْع، والشَّرَحَاتِ التي يتم قَصِّها على المنجل، وحصرها. وقد يتواجد هذا المقص بشكل منفصل في المصنع.



ويُفَضَّلُ أن يُزَوَّدَ مشغلو المنجل، ومَقَصِّ الترييع أكثر من قياس لطول الشَّرَحَاتِ، وعرضها؛ حتى يُستفاد من الخامة أكثر ما يمكن، وتخفيض نسبة الفاقد إلى أقلِّ ما يمكن، حيث تُغَيَّرُ القياسات بناءً على أولويات الطلبات، وليس بناءً على سهولة التصرف للحالة الموجودة (محاولة الاستفادة من الخامة قدر الإمكان للطلبات قبل الانتقال إلى القياسات الأخرى).

ملاحظة

بعد مرحلة كشط الحجر، وتسوية سطحه، تتَّضح معالمه، وطبيعة كسوره، وعروقه، ولونه، بحيث أنه قد يكون من الضرورة تغيير القياسات التي سيتم القص عليها، بحيث تتناسب مع وضع الحجر، وتكون نسبة الفاقد أقلِّ ما يمكن، أو أنه يتم تنزيل الحجر عن المنجل، وإرجاعه لمخزن الخامة، لحين توفر طلبية تتناسب معه.

عمالة المنجل، ومَقَصُّ التريبع:

يجب أن يتواجد عمال اثنان، واحد يُشغّل المنجل، وآخر يعمل على مَقَصُّ التريبع التابع للمنجل، ويجب أن يتّصف كلّ من هذين العاملين بالمهارة الكافية التي تمكّن كلّ منهما للقيام بمهمته على أكمل وجه.

وقد يتطلب الأمر عاملاً ثالثاً (عاملاً عادياً (غير فني))، يساعد في عمليات تنظيف المكان المحيط بالمنجل، والبضاعة التالفة، وخاصة في حالات الخامة التي تحتوي على كسور عالية، أو أن تكون قياسات القِطْع كبيرة، ويتعذّر على عامل المَقَصُّ التعامل معها وحده، وتوفّر مثل هذا العامل يقلّل من ساعات توقّف المنجل، وزيادة الطاقة الإنتاجية له.

الفتّاحة (الفلاّقة) (Splitter):

هي ماكينة، يُفسّخ من خلالها الحجر إلى قسمين متساويين، وغالباً ما يكون السُمك متساوياً للبضاعة الناتجة. ومن الجدير بالذكر أنّ معظم إنتاج المناجل يمرّ بمرحلة فلقّ الحجر إلى قسمين، أو فسّخه، ويتمّ ذلك بوساطة ماكينة الفلاّقة، فمثلاً: يُفسّخ الحجر الذي يكون بسُمك 4.6 سم أو يُفلّق إلى حجرين، بسُمك 2 سم لكلّ منهما، والحجر الذي يكون بسُمك 6.6 سم، يُفسّخ أو يُفلّق إلى حجرين بسُمك 3 سم لكلّ منهما، مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ 0.6 سم من سُمك الحجر، يُفقد في أثناء عملية الفلق، ويمثّل سُمك ديسكات الفتّاحة، أو الفلاّقة.



نشاط (4) عملي: أستخدم الأدوات المتوفرة في مشغل مدرستي، ثمّ أتدرّب على فلق بعض قطع الحجر إلى قسمين.



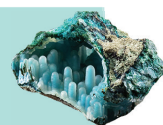
الأسئلة:



- 1- أذكر العوامل التي تعتمد عليها الطاقة الإنتاجية للمناجل.
- 2- أذكر أسماء الماكينات الملحقة مع المناجل، ودور كلٍّ منها.
- 3- أوضِّح المقصود بالعمر الافتراضي لشفرات القصّ، أو ديسكاته.
- 4- أكمل الجدول التالي عن مواصفات الخامة، نخب (أ)، ونخب (ب)، وتصنيفاتها، وماكينة القصّ لكلٍّ منهما:

ماكينة القصّ		التصنيف أو النّخب: نخب (أ)، ونخب (ب)	مواصفات الخامة، وخصائصها
المناجل/ القصّ إلى قِطَع	القواطر/ القصّ إلى ألواح		
√	√	نخب (أ)	أبعاد الخامة: (الطول ≤ 200 سم، والعرض ≤ 140 سم، والارتفاع ≤ 120 سم)؛ أي أنّ الحجم كبير.
√			أبعاد الخامة: (الطول > 200 سم، والعرض > 140 سم، والارتفاع > 120 سم)؛ أي أنّ الحجم صغير.
	√	نخب (أ)	خالية من الكسور
			تحتوي على كسور.
	√		خالية من العروق، والقشرة.
		نخب (ب)	تحتوي على عروق، وقشرة.
√	√		موحدة اللون
√			تشويه في اللون.

الموقف التعليمي التعلُّمي (4-2): تصميم نموذج لضبط مدخلات ماكينة قصّ الحجر الخام (القاطر) إلى ألواح ومخرجاتها



وصف الموقف:

طلب قسم الإنتاج في مصنع للحجر من قسم الجودة تصميم نموذج يتم من خلاله توثيق مدخلات ومخرجات ماكينة قصّ الحجر الخام إلى ألواح (القاطر).

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّلها	- أجمع البيانات من قسم الإنتاج عن: مواصفات الخام الداخلة للقصّ على القاطر (رقم الحجر، أو كوده، وأبعاده، ولونه)، وعن مواصفات الألواح الناتجة عن القاطر (عدد الألواح، وسمكها، ولونها، وجودتها، وغيرها). - أجمع البيانات عن: مواصفات ماكينة القاطر، والطاقة الإنتاجية لهذه الماكينة.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (طلب قسم الإنتاج، ونماذج أو كشوفات لماكينات تصنيع حجر مماثلة، وكتالوجات). - الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنف البيانات لمدخلات القاطر، ومخرجاته. - أقترح عدّة أشكال للنموذج، مع أخذ ملاحظات طلب قسم الإنتاج بعين الاعتبار. - أُتفق على الشكل العامّ للنموذج. - أعدّ خطة للعمل، والتنفيذ.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني. - العصف الذهني.	- الوثائق: (طلب قسم الإنتاج، ونماذج أو كشوفات لماكينات تصنيع حجر مماثلة، وكتالوجات). - قرطاسية. - حاسوب. - الإنترنت (مصادر موثوقة).
أنفّذ	- أطبع نسخة من النموذج المقترح. - عقد جلسة مع قسم الإنتاج للاتفاق على النموذج المقترح. - أجري التعديلات المناسبة على النموذج المقترح. - أبني النموذج.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (طلب قسم الإنتاج، ونماذج إنتاج مشابهة). - حاسوب مع طابعة. - الإنترنت.
أتحقّق من	- أتحقّق من: - إختيار شكل النموذج الأنسب. - اشتتمال النموذج لجميع البيانات التي تمّ التوافق عليها مع قسم الإنتاج. - أكتشف الأخطاء، وأصوبها.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني/ مجموعات.	- طلب قسم الإنتاج. - حاسوب مع طابعة.

• حاسوب مع توابعه (طابعة، وبرنامج عرض مناسب).	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• أوثق البيانات عن: (مدخلات القاطر، ومخرجاته، ومواصفاته، وطاقته الإنتاجية، وآلية اختيار النموذج المناسب). • أختار طريقة عرض مناسبة للنموذج. • أفتح ملف خاصّ بكشف الإنتاج اليومي للقاطر (ضبط مدخلات ماكينات قص الخامة ومخرجاتها).	أوثق، وأقدم
• الوثائق: (طلب قسم الإنتاج، وأدوات التقويم المعتمدة، ومعايير التقويم).	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• رضا قسم الإنتاج عن النموذج الذي صُمّم. • مطابقة النموذج مع المواصفات والمعايير.	أقوم

سؤال



أستنتج العناصر التي يجب أن يحتوي عليها نموذج الإنتاج اليومي للقاطر.

أتعلّم:



ضبط مدخلات ومخرجات ماكينة قص الخامة

تصميم كشف للإنتاج اليومي للقواطر.

نشاط (1) نظري: أرّتب مراحل قصّ الخامة بوساطة القواطر، خطوات قصّها.



المرحلة، أو الخطوة	الرقم التسلسلي للمرحلة
تسجيل بيانات الألواح الناتجة على كشف الإنتاج اليومي للقاطر.	الخطوة رقم 6
دفع القاطر.	
تفقد الماس (شفرات القاطر) قبل كلّ عملية تشغيل.	الخطوة رقم 1
توقيف القاطر، وتنزيل الألواح الناتجة.	
تشغيل الماكينة (النصّلات)، ورفع الطاولة إلى حدّ ملاصقة النصّلات لسطح الصخرة العلوي.	
تحضير الصخرة المناسبة، وتسجيل بيانات الخامة الداخلة على كشف القاطر.	الخطوة رقم 2



1- تفقد الماس (شفرات القاطر) قبل كل عملية تشغيل، وفي حال كان الألماس مغلقاً (مسكراً، أو مبولداً)، فإنه يتم سنّ الألماس.



وتكون عملية سنّ الألماس عن طريق إدخال ما يُعرف بطبقة السنّ (إسمنت، ورمل، وحصمة) تحت القاطر، وتشغيل القاطر لمدة معينة لحين فتح الألماس. وعندما يكون انسداد الألماس في بداياته، فإنّ البعض يقوم برش كمية من الرمل على القاطر في أثناء عملية قصّ الخامة، حيث يؤدي احتكاك الرمل مع الألماس إلى فتحه.

ومن الجدير بالذكر أنّه لا يُفضّل سنّ الألماس بكثرة؛ لأنّ ذلك يؤدي إلى تقصير العمر الافتراضي للألماس.



2- تحضير الصخرة المناسبة، وتثبيتها بشكل مُوازٍ للنصلات (الشفرات) على طاولة القاطر، ويتم التأكد من خلّوها من أيّ شوائب، وخاصة من قطع معدنية قد تؤدّي إلى حدوث تلف في نصلات القواطر، وألماسه، ويتم وضع ألواح خشبية على طاولة القاطر، وتحت الصخرة، ويستخدم البعض الجبس المخلوط مع نشارة الخشب، بحيث يوضع فوق الألواح الخشبية، وتحت الصخرة، إذ إنّ خلطة الجبس تقوم بتعبئة الفراغات، وزيادة ثبات الصخرة على طاولة التروولي. والصورة الآتية توضّح شكل الحجر الخام وهو محمّل على طاولة القاطر، وقبل القصّ.

3- تسجيل كميات الخامة الداخلة، ومواصفاتها بعد تثبيتها على طاولة القاطر، في سجلّ خاصّ بإنتاج القواطر.

* مواصفات المادة الخام الداخلة للقصّ:

رقم الحجر	اللون	رقم الطلبية	الطول / م	العرض / م	الارتفاع / م	الكمية / م ³	ملاحظات
						المجموع / م ³	

- 4- إدخال الطاولة التي تمّ تحميل الخام عليها تحت القاطر.
- 5- رفع الطاولة، من خلال التحكم اليدوي بالرفع، والتنزيل إلى مستوى نصلات القاطر (أقلّ بحوالي 2 سم).
- 6- فتح محابس الماء، بحيث تكون كمية الماء متوسطة (لا بالقليلة، ولا بالكثيرة).
- 7- تشغيل الماكينة (النصلات)، ورفع الطاولة إلى حدّ ملائمة النصلات لسطح الصخرة العلوي (سماع صوت النشر).
- 8- البدء بسرعة بطيئة عند الدخول في الصخرة، ورفع السرعة تدريجياً بعد انغمار النصلات في الصخرة بالكامل إلى السرعة المقررة، وتكون السرعة الابتدائية للقصّ حوالي 10 سم/ ساعة، ثمّ يتمّ الرفع التدريجي للسرعة إلى ما يقارب 20 سم/ ساعة.

ومن الجدير بالذكر أنّ عرض شفرة القاطر هو 18 سم، وتمثّل المسافة التي سيتمّ انغمارها في الصخرة حتى نستطيع البدء برفع السرعة تدريجياً.



ملاحظة

في حال تمّ تحميل حجرين، أو أكثر على طاولة القاطر، فإنّه يُفضّل أن يكون ارتفاع الخامه متقارباً قدر الإمكان؛ لأنّ سرعة القصّ الابتدائية تبقى بطيئة (10سم/ ساعة) لغاية انغمار جميع شفرات القاطر داخل الصخر، والصورة الآتية توضّح ذلك.

ويعتمد التحكم في سرعة القاطر على:

- أ. قساوة الخامه، وطبيعتها.
 - ب. جودة الألماس، ونوعه.
 - ج. عمر الشفرات، هل الألماس جديد، أم متآكل؟
 - د. نوع القاطر.
 - هـ. السُمك الذي يُقصّ عليه.
 - و. خلوّ الخامه من الشوائب، والقشرة القوية.
- يعود للخبرة الدور الأكبر في كيفية التحكم في سرعة القصّ.

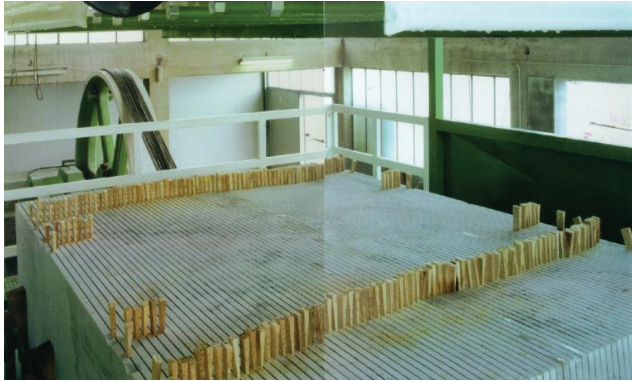


- 9- مراقبة القاطر باستمرار؛ خوفاً من تعلّق أيّ شوائب، أو كسر بشفرات القاطر في أثناء عملية القصّ؛ خوفاً من حدوث حالة تُسمّى سحب القاطر.
- 10- إيقاف الماكينة عندما يتبقّى من الصخرة حوالي 30 سم من الأسفل (بعد قصّ ما يقرب من 75% من الحجر)، وتدعيم الألواح بالطاولة بوساطة الأسافين، والقطّيع الخشبية.

دفشار القاطر:

تتم هذه العملية عندما يُنشر ما يقارب 75% من الحجر، ويعتمد ذلك على طبيعة الحجر، ومدى تماسك الألواح، وثباتها في أثناء عملية النشر، بحيث يتم إيقاف القاطر في هذه المرحلة، وتتم عملية الدفشار لجميع الألواح عن طريق تثبيت الألواح بواسطة أسافين خشبية؛ خوفاً من تحرك الألواح، وتكسرها عند انتهاء عملية قصّ الخامة، وتكون الأسافين من المنطقة الأمامية، والخلفية، والوسطى للحجر.

والصور الآتية توضح شكل الدفشار، وأغطية القاطر:



- 11- بعد الانتهاء من عملية الدفشار، يتم تشغيل القاطر، وتخفيض السرعة إلى 10 سم/ ساعة لآخر حوالي 20 سم من الحجر، ولغاية الانتهاء من عملية القصّ.
- 12- إيقاف تشغيل القاطر، وإغلاق محابس مياه التبريد.
- 13- تنزيل الطاولة لغاية الدفشار، والبدء بإزالة الدفشار عن الألواح.
- 14- التنظيف تحت الطاولة والأرضيات قبل إنزال الطاولة، وهذه الخطوة مهمة؛ خوفاً من تعلق الأوساخ، وبواقى النشر بين الأجزاء الميكانيكية.
- 15- فصل الألواح إلى قسمين بحذر على طرفي طاولة القاطر، كما في الصورة الآتية:

16- يتم إطلاق اسم الحمل على نتيجة القصّ (الحمل: هو الألواح الناتجة عن عملية قصّ الحجر، أو البلوكة، أو الصخرة).

- 17- تسجيل نتائج الحمل (عملية القصّ)، بحيث تُسجّل نتائج القصّ التي تتضمن ما يأتي:
 - أ. قياس الألواح الناتجة (الطول، والعرض، والسُمك).
 - ب. لون الألواح الناتجة، وعدد كلّ لون.
 - ج. نخب الألواح الناتجة.

- د. ترقيم جميع الألواح الناتجة وفق لونها.
- هـ. التألف: الألواح التي لا تصلح، ويتم إتلافها في حاويات الدُّبش مباشرة عند تنزيلها عن الطاولة.
- و. الزمن المستغرق لعملية القصّ (ساعة بدء التشغيل، وساعة الانتهاء، وساعات التوقف، وسبب التوقف).
- ز. أيّ ملاحظات أخرى، مثل: فتال السُّمك، ومشكلة في اللون، وغيرهما.
- والجدول الآتي يوضّح تفاصيل المواد الناتجة عن عملية قصّ الخامة:

رقم الحجر	اللون	رقم الطلبية	طول اللوح / سم	عرض اللوح، أو ارتفاعه / سم	سُمك اللوح / سم	عدد الألواح	مساحة الألواح / م ²	حجم الألواح، أو كمّيتها / م ³	ملاحظات
				المجموع / م ³					



نشاط (2) عملي: أزور أحد مصانع الحجر القريبة من سكني، ثم أكيل مدخلات القاطر، ومخرجاته، ثم أسجلها في كشف الإنتاج اليومي لهذه الماكينة، ثم أحلّل البيانات.

كشف الإنتاج اليومي لماكينة قصّ الحجر الخام إلى ألواح القاطر

(الشفّت): ليل / نهار.

التاريخ: 19/2/2019

اسم مشرف الماكينة: ؟

زمن بداية تشغيل القاطر: 8:00 صباحاً.

زمن الانتهاء من القصّ: 7:00 مساءً.

عدد ساعات التوقّف: 2

الزمن الفعلي لقصّ الخامة: 9 ساعات.

مواصفات المادة الخام الداخلة للقصّ:

رقم الحجر	اللون	رقم الطلبية	الطول / م	العرض / م	الارتفاع / م	الكمية / م ³	ملاحظات
09/2019	أصفر	05/2019	2.45	1.65	1.55		
				المجموع / م ³			

الألواح الناتجة عن قصّ الحجر الخام:

الجدول الآتي يبيّن تفاصيل الألواح الناتجة عن قصّ الحجر الخام:

رقم الحجر	اللون	رقم الطلبية	طول اللوّح / سم	عرض اللوّح، أو ارتفاعه / سم	سُمك اللوّح / سم	عدد الألواح	مساحة الألواح / م ² أو كمّيتها / م ³	ملاحظات
09/2019	أصفر	05/2019	2.45	1.55	2	61		
حجم الألواح أو الكمية، م ³								

اسم مشرف الماكينة، وتوقيعه: -----

اسم مشرف الإنتاج، وتوقيعه: -----

ظاهرة سحب القاطر:

هي حالة يتمّ خلالها سحب الألواح، وتكسّرها، وقد تتحرّك الصخرة (الخامة) من مكانها، من جرّاء هذه الحادثة، وقد تؤدّي إلى ضرر في القاطر، وخاصة تكسّر الألماس (شفرات القاطر).

بعض الأسباب التي قد تؤدّي إلى سحب القاطر:

- 1- دخول شفرة أو أكثر بشكل مائل أثناء عملية النشر.
- 2- أن تكون سرعة النشر تفوق قدرة الألماس، وخاصة إذا كان الألماس في نهاية عمره.
- 3- أن يكون الألماس بحاجة إلى سنّ عندما يكون مغلقاً، وبحاجة إلى فتح عن طريق السنّ.
- 4- ارتخاء الشفرات، أو عدم شدّها بشكل جيد.
- 5- سقوط بعض حبّات الألماس في أثناء عملية النشر.
- 6- عدم ثبات الحجر وهو على طاولة القاطر (أن يكون الحجر غير مثبت جيداً على الطاولة).
- 7- أن يكون الحجر غير متماسك، بحيث يحتوي على كسور تضعفه في أثناء عملية النشر، وتقلّل من تماسكه.
- 8- عدم تثبيت دفاشار القاطر، وتقويته، والتي تتم عادة بعد الانتهاء من نشر نصف إلى ثلثي الحمل، وللدفاشار قواعد مهمة، ويحتاج إلى خبرة.
- 9- أن يكون ماء التبريد غير كافٍ، أو ينقطع بشكل مفاجئ.

الأضرار التي قد تنجم عن سحب القواطر:

- أ. خسارة لحوالي 50% من الحجر، أو يزيد.
- ب. سقوط بعض حبات الألماس، وكلّما كان عدد الألواح المسحوبة أكثر، كان احتمال سقوط الألماس أكثر؛ إذ أنّ سقوط الألماس عن الشفرة في أثناء عملية النشر قد يدمّر معدن الشفرة.
- ج. قتل الأذرع الناقلة للحركة إذا حدثت صدمة قوية عند السحب.
- د. ضياع الوقت، والجهد، الأمر الذي قد يؤثر على جدول تسليم الطلبات، ومواعيده.

الأسئلة:



- 1- أذكر العوامل التي تعتمد عليها سرعة القصّ على القاطر.
- 2- أوضّح الهدف من مرحلة الدفشار للقاطر، ومتى تتم؟
- 3- أذكر الأضرار التي قد تنجم عن ظاهرة سحب القاطر.



الموقف التعليمي التعلُّمي (3-4): الإنتاجية لماكينة القاطر (قَصُّ الحجر الخام إلى ألواح)

وصف الموقف:

طلب مدير عامّ شركة حجر من مدير الإنتاج كتابة تقرير فنيّ حول الاعتبارات، والعوامل التي تتحكّم في الطاقة الإنتاجية لماكينة القاطر (الإنتاجية بالمتّر المربع لكلّ ساعة عمل).

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من مدير عامّ الشركة عن: أنواع الخامّة التي تتعامل بها الشركة، والعوامل التي تؤثر على إنتاجية القواطر؛ من لون الخامّة، وتجانس الأبعاد، وانتظامها، وحجم البلوكات الداخلة، وسمك الألواح المطلوب إنتاجها، وجودة الخامّة الداخلة، وسرعة قصّ القاطر. - أجمع البيانات عن: مواصفات القواطر محلياً، وعالمياً.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (الطلب الخاصّ بمدير الشركة، وكتالوجات القواطر). - الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات عن أصناف الخامّة، ومواصفات القواطر المتوفّرة في الشركة. - أصنّف البيانات عن مواصفات القواطر محلياً، وعالمياً. - أحدد أنواع الخامّة التي سيتم قصّها على القواطر. - أحدد العوامل التي تؤثر على إنتاجية القواطر (حجم الخامّة، وتجانس اللون، والجودة، وغيرها). - أعدّ مقترحات لشكل التقرير. - أعدّ جدول زمني للتنفيذ.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني. - العصف الذهني.	- الوثائق: (طلب مدير الشركة، كتالوجات) - الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة

أَنْفَذَ	• عقد جلسة مع مدير عام الشركة للاتفاق على شكل محدد للتقرير المقترح. • إجراء التعديلات المناسبة على شكل التقرير المقترح (إن وُجِدَتْ). • إعداد قوائم بالبيانات والمعلومات حول مواصفات الخامة المتوفرة في المصنع. - العوامل التي تؤثر على إنتاجية القواطر. - مواصفات ماكينة القاطر. • أعدّ التقرير وفق الشكل الذي تمّ التوافق عليه.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني / مجموعات. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب مدير الشركة، وكتالوجات). • قرطاسية. • حاسوب، وطابعة. • إنترنت.
أَتَحَقَّقُ مِنْ	أَتَحَقَّقُ مِنْ: • أنواع الخامة التي تتعامل معها الشركة، ومواصفاتها. • العوامل التي تؤثر على إنتاجية القواطر. • مواصفات القواطر محلياً، وعالمياً.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني / مجموعات. • العصف الذهني.	• طلب مدير عام الشركة. • حاسوب. • الإنترنت (مصادر موثوقة).
أَوْتَقِّ، وَأَقْدِّمُ	• أَوْتَقِّ : (أنواع الخامة المتوفرة في الشركة، والاعتبارات والعوامل التي تتحكم في إنتاجية القاطر، ومواصفاته محلياً، وعالمياً). • أختار طريقة عرض مناسبة، مثل (power point). • أفتح ملفاً خاص بالاعتبارات والعوامل التي تتحكم في إنتاجية القاطر.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني / مجموعات.	• الوثائق: (طلب مدير الشركة، وكتالوجات). • حاسوب، وتوابعه.
أَقْوِّمُ	• رضا مدير عام الشركة عن التقرير الفني للعوامل التي تتحكم في إنتاجية القواطر. • مطابقة التقرير الفني حول الطاقة الإنتاجية للقاطر للمواصفات والمعايير العامة.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب مدير الشركة، وكتالوجات، أدوات التقويم، ومعايير التقويم).

سؤال



أذكر العوامل والاعتبارات التي تتحكم في الطاقة الإنتاجية للقواطر.



أَتَعَلَّم:

العوامل والاعتبارات التي تتحكم بسرعة القص، والإنتاجية لماكينة القاطر.

نشاط (1) نظري: أبحث عن عدد القواطر والمناجل المتوفرة في مصانع الحجر في محافظتي.

إنتاجية القاطر:

يمكن تعريف إنتاجية القاطر: بأنها كمية الأمتار المربعة الناتجة لكل ساعة عمل للقاطر، والعوامل الآتية تتحكم في هذه الإنتاجية:

- 1- حجم الخامة: كلما كان حجم الحجر الخام أكبر، زادت إنتاجية القاطر.
 - 2- سُمْك القص: كلما زاد سُمْك القص (سُمْك الألواح الناتجة)، قلَّت الإنتاجية.
- حيث إنَّ معدل الأمتار المربعة التي تنتج عن كلِّ متر مكعب من الخامة حوالي 37 م² في حال القصِّ بسُمْك 2 سم، وحوالي 27 م² في حال القصِّ بسُمْك 3 سم، وحوالي 20 م² في حال القصِّ بسُمْك 4 سم. وسيتمُّ تناول الموضوع بشكل أوسع في كتاب الصف الثاني عشر.
- 1- تجانس لون الخامة الداخلة على القواطر، ومدى ملاءمتها لطلب الزبون.
 - 2- ملاءمة جودة الخامة الداخلة على القاطر مع مواصفات طلبية الزبون.
 - 3- الكسور والعروق القوية التي تزيد من نسبة الهالك، والزوائد.
 - 4- قياسات الخامة الداخلة للقاطر، وأبعادها، يجب أن تتناسب مع القياسات المطلوبة للزبون.
 - 5- قساوة الخامة، فكلّما زادت القساوة، كانت سرعة القصِّ أقلّ.
 - 6- اختلاف ارتفاعات البلوكات الداخلة للقصِّ على القاطر، في حال كان هنالك أكثر من حجر خام على طاولة القاطر نفسها، الأمر الذي يتطلّب القصِّ بسرعة بطيئة، ولغاية انغمار شفرات القاطر في الحجر الأقلّ ارتفاعاً.
 - 7- الوقت الضائع في عمليات التحميل، والتنزيل، والدفشار، والتنظيف لمخلفات كلِّ عملية قصّ.
 - 8- الوقت الضائع في عملية دفشار القاطر.
 - 9- مهارة العامل المشغّل للقاطر.

نشاط (2) نظري:

أزور أحد مصانع الحجر، وأكتبُ تقريراً عن مواصفات مشغّل ماكينات قصّ الخامّة، والقدرات والمهارات الواجب توفّرها فيه (Machine Operator).

القدرة أو المهارة	ضرورية/ غير ضرورية
المقدرة على تحميل الأحمال، وتنزيلها عن الماكينة.	ضرورية.
القدرة على القراءة، والكتابة.	
مهارة التعامل مع لوحة التحكم.	
مهارة التحدّث باللغة الإنجليزية.	غير ضرورية.

مشغّل ماكينات قصّ الخامّة:

- يجب أن يكون لدى مشغّل الماكينة الخبرة الفنية والعملية الكافية التي تمكّنه من التعامل مع جميع ملحقات الماكينة، مثل لوحات التحكم، وأهم القدرات والمهارات التي يجب أن تكون لديه:
1. المقدرة على تحميل الأحمال، وتنزيلها عن الماكينة (القواطر).
 2. مهارة في استخدام الرافعات (الونشات)، تمكّنه من تحميل الخامّة، وتنزيل الألواح الناتجة.
 3. المقدرة على تشغيل جميع أجزاء لوحة التحكم.
 4. المقدرة على تغذية لوحة التحكم بالمعلومات اللازمة، مثل السرعة، وغيرها.
 5. التغيير من التشغيل الأوتوماتيكي إلى التشغيل اليدوي.
 6. المقدرة على تنظيف الأجزاء الرئيسة، وتشحيمها.
 7. المقدرة على التصرف في حال حدوث أيّ خلل، أو عطل فجائي.
 8. القدرة على القراءة والكتابة، وإجراء العمليات الحسابية الأولية.
 9. الشعور بمسؤولية، والتعامل مع الماكينة، كما لو كانت ملكاً له، أو شريكاً فيها، وهذه من أهمّ المواصفات التي يجب أن تتوفّر في مشغّل أيّ ماكينة، فجميع المواصفات الأخرى يمكن أن يمتلكها المشغّل مع الخبرة، ومرور الزمن.

الأسئلة:

- 1- أوضّح المقصود بالطاقة الإنتاجية للقاطر.
- 2- أذكر مواصفات مشغّل ماكينات قصّ الخامّة.
- 3- أوضح العلاقة بين سمك القص على القاطر، ونسبة الفاقد.

أسئلة الوحدة:



السؤال الأول:

- 1 ماذا أعني بتهذيب الخامة؟
 - أ- غسل الخامة بالماء جيداً قبل تخزينها.
 - ب- قصّها إلى قسمين متساويين؛ لفصل الألوان بعضها عن بعض.
 - ج- إزالة الشوائب، والقشرة القوية، أو أيّ بروز من أطراف الخامة.
 - د- تمييز العرق، والفكّك بشكل جيد؛ حتى تسهل عملية تحميله على ماكينات قصّ الخامة.
- 2 ما الأسباب التي تؤدي إلى سحب القاطر؟
 - أ- انقطاع التيار الكهربائي.
 - ب- تحميل حجرين بارتفاعين مختلفين على طاولة القاطر.
 - ج- أن يكون الحجر غير متماسك؛ بسبب احتوائه على كسور تُضعفه في أثناء عملية النشر.
 - د- قصّ الحجر عكس العرق، أو الفكّك
- 3 ما المقصود بنسبة فاقد الخامة؟
 - أ- الفرق بين الكمية الداخلة بالكوب، وكمية الفاقد بالكوب.
 - ب- كمية الفاقد بالكوب، مقسوماً على الكمية الداخلة بالكوب.
 - ج- الفاقد بالكوب مع الناتج بالكوب.
 - د- مساحة الألواح الناتجة بالمتر المربع، مقسوماً على كمية الخامة الداخلة بالكوب.
- 4 أذكر ميزة من ميزات مساحة الألواح الناتجة عن القواطر:
 - أ- متساوية لجميع سُمك الألواح.
 - ب- تزيد كلّما زاد سُمك الألواح الناتجة.
 - ج- تقلّ كلّما زاد سُمك الألواح الناتجة.
 - د- متساوية لسُمك 2 سم، و3 سم فقط.
- 5 ما الهدف من ماكينة الفلاّقة؟
 - أ- توحيد سُمك الحجر.
 - ب- فسخ الحجر إلى قسمين بِسُمك محدّد، غالباً ما يكون متساوياً.
 - ج- قصّ الحجر إلى طولين متساويين.
 - د- توحيد تشطيب الحجر، ولونه.
- 6 ما الهدف من تقارب ارتفاع الحجارة التي يتمّ تحميلها على القاطر؟
 - أ- الحصول على مساحة أعلى للألواح الناتجة.
 - ب- الحصول على ألواح بِسُمك متعدّد.
 - ج- تخفيض نسبة فاقد الخامة الداخلة على القاطر.
 - د- حتّى يكون زمن القصّ أقلّ ما يمكن.
- 7 ماذا يميّز الخامة المصنّفة نخب أول؟
 - أ- طولها لا يزيد 200 سم.
 - ب- لا علاقة لأبعاد الحجر بالتصنيف.
 - ج- خالية من الكسور، وموحّدة في اللون.
 - د- لا يمكن قصّها على المناجل.

الوحدة الخامسة خصائص وفحوصات الحجر



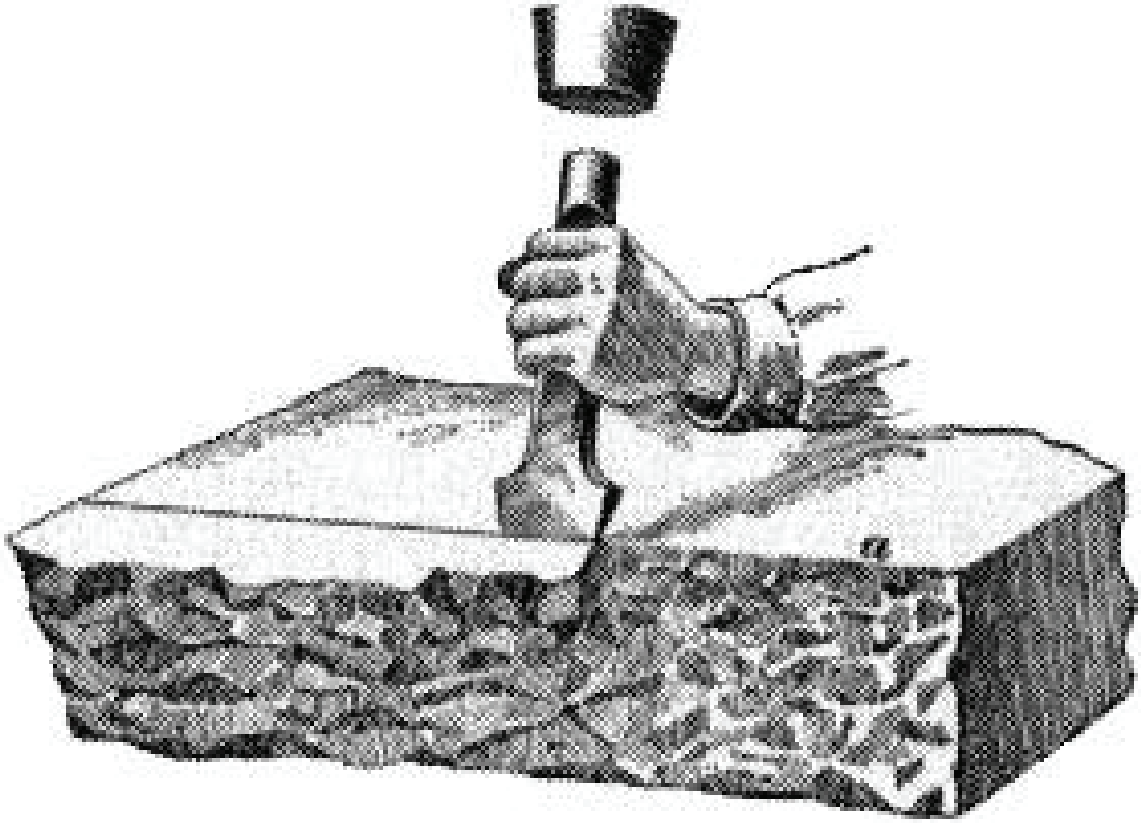
✓ أتأمل، ثم أناقش: وُلِدَ الحجر الطبيعي من الطبيعة الأمّ بألوان جذّابة، وتصاميم رائعة.



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف خصائص الحجر الطبيعي، ومواصفاته في مواقف حياتية، من خلال تحقيق الآتي:

- 1- فحص بعض الخصائص الفيزيائية بصرياً، كالمسامية، وامتصاص الحجر للماء.
- 2- فحص الحجر ذي المقاومة العالية للضغط، وذي المقاومة المنخفضة، بناءً على شكل كسره.
- 3- تشخيص تأثير الأحماض على الحجر الجيري، واستغلالها في الصناعة.

الوحدة السادسة تشكيل الحجر وتشطيبه (Finishing and Shaping of Stone)



✓ أُنَاقِلْ، ثُمَّ أُنَاقِشْ: التشطيب المناسب لوجه الحجر يُظهر جماله، وروعة ألوانه.



يُتَوَقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على التعامل مع التشطيبات التي تتم على الحجر يدوياً وميكانيكياً، من خلال الآتي:

- 1- استخدام العدَد والأدوات المستخدمة لكل تشطيب.
- 2- استخدام الجَلّات في إنتاج التشطيبات المختلفة.
- 3- استخدامات الوحدات التشغيلية المختلفة لكل من جَلّات البلاط، وجَلّات الألواح.
- 4- معالجة الحجر؛ ليكون قابلاً للتصنيع، والتشكيل.
- 5- تشطيبات المعتق بجميع أنواعه.
- 6- التشطيبات التي تتم على سُمْك الحجر.



الكفايات المهنية:

الكفايات المهنية المُتَوَقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة:

أولاً- الكفايات الحرفية:

- 1- القدرة على التمييز بين التشطيبات اليدوية التي تتمّ للحجر.
- 2- القدرة على تحديد الأدوات والعدد المستخدمة للتشطيبات اليدوية.
- 3- مهارة التمييز بين التشطيبات التي تتمّ ميكانيكياً بواسطة الجلايات.
- 4- تحديد طرق علاج الحجر بما يتناسب مع مواصفات الحجر، وجودته.
- 5- مهارة إنتاج تشطيبات المعتمّق بجميع أنواعها.
- 6- القدرة على تنفيذ التشطيبات التي تتمّ على سُمْك الحجر.

ثانياً- الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- 1- احترام رأي الآخرين، وتقبّله.
- 2- القدرة على إدارة الحوار والنقاش.
- 3- التحلي بأخلاق المهنة.
- 4- مصداقية التعامل مع الزبون.
- 5- حفظ خصوصية الزبون.
- 6- الاتصال والتواصل الفعّال.
- 7- القدرة على الإقناع.
- 8- الاستعداد للاستفادة من ذوي الخبرة.
- 9- القدرة على اتخاذ القرارات.
- 10- القدرة على التأمل الذاتي.

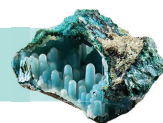
ثالثاً- الكفايات المنهجية:

- 1- التعلم التعاوني (العمل ضمن الفريق).
- 2- القدرة على إدارة الحوار، وتنظيم النقاش.
- 3- البحث العلمي، وتوظيف أساليبه: (استخدام المصادر والمراجع المختلفة، وجمع البيانات، وتحليلها، وتبويبها، وتقويمها).
- 4- لعصف الذهني (القدرة على استنباط الأفكار).

قواعد الأمن والسلامة:



- 1- ارتداء أدوات السلامة الآتية: الخوذة الواقية للرأس، وكفوف اليدين، وسماعات الأذن، والكمّامة، والنظارات، والحذاء الواقي من الترحلق، وسقوط بعض قطع الحجر (البسطار).
- 2- عدم الدخول لمحيط الماكينة في أثناء عمليات التشطيب.
- 3- التأكد من صلاحية أدوات التشطيبات اليدوية، ومعداتها.
- 4- تفقّد حبل الونش باستمرار.
- 5- وضع لافتات تحذيرية، وإرشادية.
- 6- توفير حقيبة الإسعاف الأولي.
- 7- توفير طفايئات الحريق.



الموقف التعليمي التعلّمي (1-6): التشطبيات اليدوية للحجر

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مقال من إحدى مصانع الحجر تحضير عيّات له من التشطبيات اليدوية التي يقوم المصنع بإنتاجها.

خطوات العمل	وصف الموقف التعليمي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع البيانات من المقال عن: - طبيعة العيّات المطلوبة للتشطبيات اليدوية، ومواصفاتها: أبعاد العيّات، والسّمك، واللّون، وجودة الحجر، وسقف السعر لكلّ متر مربع، والكمية المطلوبة من كلّ تشطيب، وغيرها. • أجمع البيانات عن: - التشطبيات اليدوية محلياً، وعالمياً.	• البحث العلمي. • الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	• الوثائق: - الطلب الخاص بالمقال، وكتالوج العيّات - منصّة (ستاند) عرض. • الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات عن: مواصفات العيّات المطلوبة للمقال، وأصناف الحجر المتوفّرة في المصنع، وتصلح للتشطبيات اليدوية. • أحدد: - أصناف الحجر المتوفّرة التي تصلح لطلب المقال. - الأدوات والعدّد المطلوبة لتجهيز العيّات. • إعداد خطة عمل تتضمن جدولاً زمنياً.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني	• الوثائق: - طلب المقال، كتالوجات الإنترنت
أنفّذ	• توفير بيئة مناسبة لتجهيز العيّات. • أحضر أصناف الحجر المتوفّرة في المصنع. • أختار العيّات الملائمة، والاحتفاظ بنسخة من العيّات في المصنع. • عقد جلسة مع المقال للاتفاق على العيّات المطلوبة. • إجراء التعديلات التي تمّ التوافق عليها (إن وُجدت).	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات. • العصف الذهني.	• الوثائق: طلب المقال. • قرطاسية. • حاسوب. • الإنترنت.

أتحقق من	أتحقق من: • جهوزية مكان تجهيز العينات. • توفر أصناف الحجر المطلوبة من المقاول. • مطابقة مواصفات العينات مع طلب المقاول. • إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير وضمن إطار زمني محدد.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني/ مجموعات	• طلب المقاول. • قرطاسية. • إنترنت.
أوثق، وأقدم	• أوثق مواصفات العينات المطلوبة، والأصناف المتوفرة في المصنع. • أختار طريقة عرض مناسبة للعينات (ستاند خاص) • أعد ملفاً خاصاً بالحالة : صور العينات التي تم تجهيزها وحفظ نسخة من العينات موقعة من المقاول.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• حاسوب مع توابعه. • كتالوج العينات. • مكان لحفظ العينات.
أقوم	- رضا المقاول عن العينات. - مطابقة العينات مع المواصفات والمعايير.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• الوثائق: (طلب المقاول، وكتالوج عينات الحجر، وستاند العينات، وأدوات التقويم المعتمدة، ومعايير التقويم المعتمدة للتشطيبات اليدوية).

سؤال:



ما هي أهم التشطيبات اليدوية التي تتم لوجه الحجر؟



أتعلم:

التشطيبات اليدوية للحجر

نشاط (1) نظري: أتعرف إلى التشطيبات اليدوية التي تتم على وجه الحجر، وجودة الخامة لكل تشطيب.

التشطيب	المصطلح بالإنجليزية	السُمْك / سم	الصف / اللون	الجودة
الطَبْرَة	Tobzeh		يمكن إنتاجها من أي صنف من الخامة، وعادة ما تكون من اللون الأبيض، أو من الأصناف منخفضة السعر.	
		5-2		
		السُمْك 2 سم يتم إنتاجها بتقنية خاصة *		
القشرة				

التشطيبات اليدوية لوجه الحجر (Manual Finishes of Stone Surface):

يُنقش وجه الحجر يدوياً بأشكال مختلفة؛ لإعطاء المظهر الجمالي له، والتخلص من آثار قص المنشار على سطحه. وفيما يأتي سيتم التطرق إلى أنواع التشطيبات اليدوية التي تتم على وجه الحجر:

الطَبْرَة (Tobzeh):



يُنقش هذا الشكل بالتعامل مع وجه الحجر، بحيث يظهر وكأنه طبيعي، باستخدام الإزميل، أو ما يُعرف بالطمير، والمطرقة، وتبقى باقي جوانب الحجر كما هي بعد قصّها بالمنشار. يجب ألا يقلّ سُمْك الحجر في هذا التشطيب عن 5 سم؛ للحصول على البروز (الكرش) المطلوب للوجه. وكلّما كان عرض الحجر (المدمك) أكثر، كانت الحاجة لسُمْك أعلى؛ لتمكين من الحصول على البروز المطلوب. والصورة الآتية توضح شكل الطَبْرَة.

ومن الجدير بالذكر أنّ هذا النوع من التشطيبات تراجع استخدامه، وقلّ، بعد التطور الذي حصل في ماكينات قصّ الحجر؛ لأنّه يستهلك كميات كبيرة من المادة الخام، وتكون نسبة الفاقد فيه عالية. ويقتصر هذا التشطيب على أنواع الخامة غير مرتفعة الثمن أي من الأصناف غير الجيدة المنشأ (المَحَجَر)، حيث تختفي جزئياً العيوب الموجودة في الحجر بعد عملية الطَبْرَة.

الملطش (المفجّر- المنقّر) (Rough Chiseled):

يُنقش هذا الشكل يدوياً بتنقير السطح بالشوكة المدببة، أو ما يُسمى الإزميل والمطرقة، على شكل خطوط قصيرة موزعة، وقد يكون التوزيع منتظماً على شكل خطوط مائلة، وقد يكون عشوائياً، بحيث يكون قطر النقر كبير مقارنة مع المُسَمِّم، وبعمق لا يتجاوز 3 ملم لأبنية الدرجة الأولى، و5 ملم لأبنية الدرجتين الثانية، والثالثة. ويُشترط أن يكون شكل الحجر موحدًا في البناء كله. ويكون هذا التشطيب بسُمك مختلف، ووفق طلب الزبون 2 سم، و3 سم، و4 سم، و4.6 سم، ... إلخ.

وفي حال كانت الطلبية بسُمك 2 سم، فإنه -في هذه الحالة- يتم الآتي:

- أ. قصّ البضاعة بسُمك 4.6 سم.
- ب. ثمّ نقشها (تلطيش) على الوجهين.
- ج. ثمّ تحويلها لمرحلة إنتاج أخرى؛ ليتم فلق الحجر إلى قسمين (بوساطة ماكينة تُسمى الفلاّقة)، حيث يُنتج حجران، كلّ منهما بسُمك 2 سم، إذ يُفقد 6.0 سم من الحجر لدسكات ماكينة فلق الحجر (الفلاّقة، أو الفتّاحة)؛ لأنه ليس من السهل إنتاج تلطيش بسُمك 2 سم مباشرة؛ لأنّ البضاعة بهذا السُمك لا تتحمل ضرب الإزميل، وتكون سريعة الكسر، ونسبة الفاقد (الستوك) فيها عالية جداً.

والشكل الآتي يوضّح فنّش (تشطيب) التلطيش.

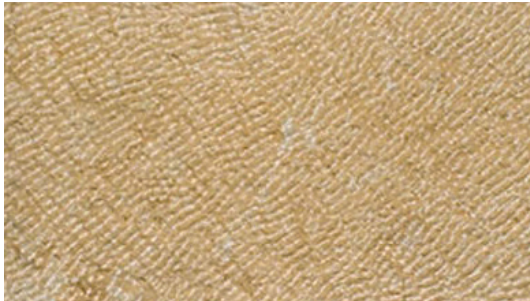
أنواع التلطيش:

- تلطيش ناعم، وغالباً ما يكون للتصدير.
 - تلطيش خشن، وغالباً ما يكون للأسواق المحلية.
- ومثله مثل الطبزة، يقتصر تشطيب التلطيش على أصناف الحجر غير المرتفع الثمن، ذي الجودة المنخفضة.



1 - المُسَمِّم (Light Chiseled):

يُنقش هذا الشكل بتهذيب وجه الحجر بشوكة مستنّة، ومطرقة يدوياً، بخطوط متساوية ومتوازية أفقياً، وعمودياً، أو بزاوية ميل 45 درجة، وبشكل مكثّف على ألاّ يتجاوز عمق النقش عن 3 ملم لأبنية الدرجة الأولى، و5 ملم لأبنية الدرجة الثانية.



يجب أن تكون جوانب الحجر الأربعة مستقيمة ومتعامدة بعضها مع بعض، وأن يكون الوجه الأمامي في مستوى الجوانب نفسه دون بروز.

قد يكون سُمْك هذا التشطيب سُمْك فنش الملطش نفسه، وفي حال وجود سُمْك 2 سم، يتم عمل مُسَمِّم على الوجهين، بسُمْك 4.6 سم للحجر، ثم فلقه إلى قسمين، بحيث يكون سُمْك كل حجر 2 سم. ومن الجدير بالذكر أن من العوامل المهمة التي تؤثر على جودة شكل النقش اليدوي، وتجانسه (سواء كان طبرة، تلطيش، أو مُسَمِّم) هو عدد العمالة (النقاشين، أو الدقيقة) الذين يعملون في إنتاج الطليبة نفسها، فكلما قل عدد عمال الطليبة نفسها، أو البناء، زاد تجانس شكل البناء. ومن الطبيعي أن يكون هنالك اختلاف، ولو بصورة بسيطة للنقش بين عامل وآخر، وأيضاً قد يختلف شكل النقش لإنتاج العامل الواحد، باختلاف درجة الصلابة للحجر. وقد يُعَدُّ البعض الاختلاف في شكل النقش للبناء نفسه من مظاهر جمال البناء؛ كونه نقشاً يدوياً للحجر الطبيعي.

2 - القشرة Split Face

يمثل هذا التشطيب الوجه الطبيعي للحجر، ودون أي عمل يدوي إضافي عليها، ويتم تشكّل هذا التشطيب من صنع الطبيعة، ويمكن الحصول عليه من طرف الخامة في أثناء عملية تهذيبها، أو من فلق الحجر القابل للفلق إلى قسمين. ويُسمّى البعض هذا الفينش باسم وجه الجبل (Mountain Face)، وهو نوع حديث من المنتجات التي عادة ما تُستخدم في واجهات الفلل والمباني ذات القيمة العالية، وأسوارها.

ومن أشهر أنواع الحجر الفلسطيني التي من الممكن الحصول على هذا الفينش منها حجر تقّوح، يطا الأصفر، وبيت فجّار، وغيرها من الأصناف التي يكون فيها طرف الحجر (البلوكة- الخامة) يحتوي على قشرة، تعطيه هذه الخاصية. والصورة الآتية توضح شكل القشرة، أو ما يُسمّى وجه الجبل.



والجدول الآتي يلخص التشطيبات اليدوية، والطبيعية، ومواصفات كلٍّ منها:

التشطيب	المصطلح بالإنجليزية	السُمْك / سم	الصف / اللون	الجودة
الطُبْرَة	Tobzeh	5-7	يمكن إنتاجه من أيّ صنف من الخامة، وعادة ما تكون من اللون الأبيض، أو من الأصناف منخفضة السعر.	جودة قليلة للصنف المطلوب؛ بسبب استهلاك كميات كبيرة من الخامة. وأيضاً قد تختفي العيوب بعد عمل الطُبْرَة للحجر.
التلطيش	Rough Chiseled	2-5		
المُسَمْسَم	Light Chiseled	السُمْك 2 سم يتم إنتاجها بتقنية خاصة *		
القشرة	Split Face	9-15	من الأصناف التي لها فاصل طبيعي، وعادة ما تكون من الأصناف ذات اللون الأصفر.	جودة تعتمد على طبيعة الخامة المكوّنة لمثل هذا التشطيب، الذي يتكون بفعل الطبيعة.

 **نشاط (2) عملي:** تُدرَّب على استخدام أدوات النقش اليدوية، ثم أنتج عيّنات طبرة، وتلطيش، ومسمسم.

أدوات النقش اليدوي لوجه الحجر:

2 - الطُّمْبُر: يُستخدم في إنتاج تشطيب الطُّبْرَة. 	1 - المطرقة. 
4 - الشَّوْكَة المَسْنَنَة: تُستخدم في إنتاج تشطيب المُسَمَّسَم. 	3 - السَّمْبَك: يُستخدم لإنتاج تشطيب التلطيّش. 
6 - أداة لسن أدوات النقش اليدوي (مِسَن).	5 - الشَّوْكَة برأس واحد: لإنتاج تشطيب التلطيّش. 

الأسئلة:



- 1- وضح كيف يتم انتاج حجر ملطش بسمك 2 سم.
- 2- أوضّح تشطيب القشرة، وكيف يمكن الحصول عليه.
- 3- أذكر العدّد والأدوات المستخدمة في إنتاج التشطيبات اليدوية.



الموقف التعليمي التعلّمي (6-2): التشطيبات التي يتم إنتاجها بواسطة الجلايات

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مدير الإنتاج في مصنع حجر من أمين مخزن الألواح أن يتم فرز الألواح المتوفرة في المخزن، وتصلح للتشطيب ميكانيكياً بواسطة الجلايات.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من مدير الإنتاج عن: مواصفات الألواح التي تصلح للتشطيب بواسطة الجلايات: أبعاد الألواح، واللون، وجودة الحجر، والكمية المطلوبة، وغيرها. - أجمع البيانات عن: مواصفات الجلايات المتوفرة محلياً وعالمياً، والتشطيبات الممكن إنتاجها بواسطتها.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (الطلب الخاص بمدير الإنتاج، وكتالوج التشطيبات، وكتالوجات الجلايات). - الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات عن مواصفات الألواح التي تصلح للتشطيب بواسطة الجلايات. - أحدّد: - أنواع الألواح المتوفرة في المخزن. - مقترحات التصنيف والفرز للألواح. - أعد خطة زمنية لمراحل العمل.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني. - العصف الذهني.	- الوثائق: (طلب مدير الإنتاج، وقرطاسية). - حاسوب. - الإنترنت.
أنفّذ	- أجهّز مكاناً مناسباً لعملية فرز الألواح. - عقد جلسة مع مدير الإنتاج للاتفاق على المقترحات. - أعدّل مقترح التصنيف والفرز، وفق ما اتّفق عليه مع مدير الإنتاج. - أفرز الألواح وفق صلاحيتها للتشطيب على الجلايات. - أضع إشارات دالة على عملية الفرز. - أصوّب الأخطاء إن وُجدت.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني/ مجموعات. - العصف الذهني.	- وثائق (طلب مدير الإنتاج). - حاسوب. - الإنترنت.

• طلب مدير الإنتاج. • قرطاسية. • الإنترنت.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• أتُحقّق من: - مناسبة الموقع لعملية الفرز. - ترميز الألواح التي تصلح للتشطيب بوساطة الجلاّيات. - إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير، وضمن إطار زمني محدد.	أتُحقّق
• حاسوب/ لاب توب. • شاشة عرض.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات. • العصف الذهني.	• أوثّق البيانات الخاصة بأنواع الألواح، وتصنيفاتها، ومناسبة مكان الفرز، ومقترحه، والترميز المناسب. • أختار طريقة عرض مناسبة POWER POINT. • أعدّ ملفاً خاصاً: فرز الألواح التي تصلح للتشطيب بوساطة الجلاّيات.	أوُثّق، وأُقدّم
• الوثائق: (طلب مدير الإنتاج، المعايير والمواصفات العالمية لفرز الحجر	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• رضا مدير الإنتاج عن الفرز، وترميز الألواح. • ملائمة عملية الفرز للمواصفات والمعايير.	أُقوّم

سؤال:



أذكر التشطيبات الميكانيكية التي تتمّ بوساطة الجلاّيات.



أَتَعَلَّم:

تشطيبات الحجر التي يتم إنتاجها بوساطة الجلايات

نشاط (1) نظري: تعرّف إلى التشطيبات التي تتم بوساطة الجلايات، وجودة كل تشطيب.

التشطيب	المصطلح بالإنجليزية	الجودة المطلوبة / المواصفات
المجلي	Polished	أعلى جودة، وخاصة أن لون الحجر يظهر جلياً بعد عملية التشطيب.
		جودة المجلي نفسها.
	Brushed	
		أصناف الحجر دون قشرة، ويمكن أن يكون اللون غير موحد.

التشطيبات التي يتم إنتاجها بوساطة الجلايات:

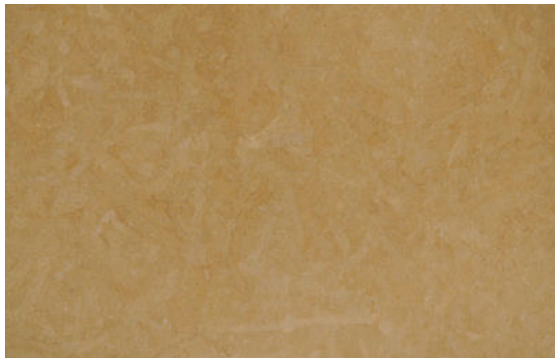
1 - المطّ دون معالجة (Honed):

تُزال في هذا الفينش الحزوز، وعلامات القص التي تتركها الديسكات، ولا تُعالج في هذا الفينش الثقوب، ولا تُعبأ. ويعطي هذا الفينش ملمساً ناعماً لوجه البلاط بعد التخلص من الحزوز، وضربات الديسكات، وكذلك يتم توحيد سُمْك البلاط وفق طلب الزبون.



2 - المطّ المُعالج - المطفّي (Honed):

فينش ناعم، وسطح مُعالج عن طريق تعبئة الثقوب بمادة خاصة (ريزن، وبوليستر، أو أيوكسي)، ويكون له لمعة مطفية. ويُفضّل هذا التشطيب للحجر الذي يخلو من العيوب، مثل القشرة القوية، والعروق، والبقع في السطح والتشويه في اللون، فكلّما قلّت العيوب في الحجر، زادت جودة هذا التشطيب، وزاد سطح الحجر جمالاً.



3 - المجلي - لمعة كاملة (Polished):



لمعة كاملة للسطح، بحيث يظهر لون الحجر بشكل واضح، ويبرز، وتتفاوت درجة اللمعة وفق صلابة الخامة، حيث تزداد درجة اللمعة كلما زادت صلابة الحجر. وعادة ما يكون سطح البلاط في هذا التشطيب معالجاً؛ أي أنه يتم تعبئة سطح البلاط بمادة خاصة مثل الريزن، أو البوليستر، وتظهر الصورة الآتية كما في فنش المظفي:

ويُفضّل أن تكون مسامية الحجر، أو الرخام لهذا الفينش أقلّ ما يمكن، حيث إنه كلما قلت مسامية الحجر وزادت صلابته، زادت درجة اللمعة لفينش المجلي.

يُعدّ تشطيب المجلي والمطّ من أكثر أنواع التشطيبات إنتاجاً، وخاصة فيما يتعلق بطلبات التصدير خارج فلسطين، وخاصة الأسواق الأوروبية، والأمريكية.

ومن أشهر أصناف الحجر الفلسطيني في هذا التشطيب حجر ترقوميا، وخاصة ما يُسمّى بـ KK، وحجر تفوح الوسطاني، وحجر نابلس الأسود، وحجر أبيض إنجاصة...، وغيرها من الأصناف التي تخلو من العيوب التي تؤثر على جودة الجلي.

4 - الفرشاة (Brushed):

يُعالج سطح الحجر في هذا التشطيب بوساطة أحجار فرشاة خاصة، تُركّب على رؤوس جلاية البلاط، أو الألواح، بحيث تظهر تجاعيد في السطح، ويتم إظهار عروق الحجر بشكل واضح، وتتفاوت عمق هذه التجاعيد (Veins)، والعروق وفق صلابة الخامة، وكمية العروق فيها.



وعادة ما يكون هذا التشطيب لأصناف الحجر التي تحتوي على قشرة، أو عروق على السطح (الأصناف التي لا تصلح لفينش المطّ، والجلي).

ومن الجدير بالذكر أنه عادة ما يتم فرز الجزء النظيف (الذي يخلو من العيوب) لتشطيبات الجلي، والمطّ، والجزء الذي يحتوي على بعض العيوب لصنف الحجر نفسه للتشطيبات الأخرى، مثل الفرشاة، والتلطيش، والمُسَمَسَم، والطُبْزَة.

نشاط (2) عملي:

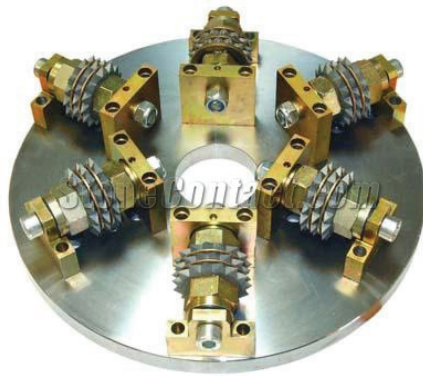
أزور مصنع حجر، ثم أدرّب على إنتاج تشطيبات مجلي، ومط، وفرشاة، باستخدام الجلاية اليدوية المتوفرة في هذا المصنع.

5 - المطبّة (Bush Hammered):

يُنقش الحجر بعد قصّه بالمنشار الآلي، ثم يُنقش بالمطبّة (سنّ 10 أو 12 أو 14)، وبشكل مكثّف وفق الطلب، على أن يكون وجه الحجر خالياً من أيّ تجويف، أو نقر، أو لمعة، أو ما شابهها من عيوب، وقد شاع استخدام المطبّة الآلية التي تعمل بضغط الهواء.



هناك أنواع من المطبّة، هي:



أ - المطبّة الناعمة: هناك درجات من المطبّة الناعمة، بحيث تتراوح بين الناعم جداً إلى الوسط، وتعتمد درجة النعومة على أسنانها، وكذلك هل المطبّة آلية (مطبّة ألواح، أو مطبّة بلاط)، أم مطبّة صاروخ يدوي، والصورة الآتية توضح شكل رأس المطبّة، وأسنانها:

ب- المطبّة الخشنة: وأيضاً هناك درجات من المطبّة الخشنة، تعتمد على حجم أسنان رؤوس الطّبّ، والمسافات بين الحبيبات.

6 - المطبّات (Bush Hammered Machines):

أنواع المطبّات:

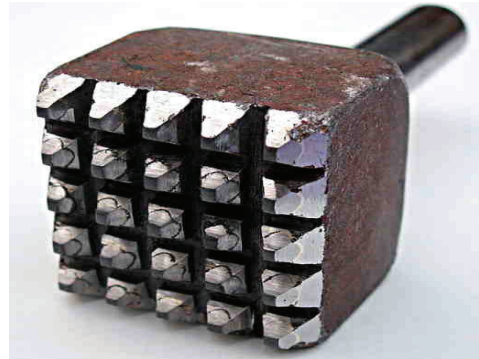
أ - مطبّة بلاط: وعادة ما يتمّ قص القطع، أو الشرحات التي سيتمّ إنتاجها على مثل هذا النوع من الماكينات، بعرض أكثر بحوالي (2-3) سم؛ حتّى تتمكّن من التخلص من التشريم الذي يحدث على أطراف الحجر، عن طريق حصر عرض البضاعة بواسطة ديسكات العرض الموجودة على مطبّة البلاط.

ب- مطبّة ألواح: يتمّ طبّ الألواح على ماكينة تُعرَف باسم (مطبّة الألواح)، ثمّ تحويلها للفريزات؛ لقصّها، وتفصيلها وفق القياسات المطلوبة في طلبات الزبائن، ويتمّ استخدام هذه الطريقة في الطلبات التي تكون قياساتها متعددة، ومن الصعب إنتاجها على مطبّة البلاط.



ج- مطبّة صاروخ: يتمّ تركيب رأس مطبّة صغير على الصاروخ اليدوي؛ ليتمّ من خلاله تفنيش وجه الحجر بفنيش المطبّة، التي عادة ما تكون ناعمة، مقارنة مع التي يتمّ إنتاجها على المطبّات الأوتوماتيكية، ومن الممكن أن يتمّ طبّ ألواح، أو قطع مقصودة باستخدام صاروخ المطبّة.

د- مطبّة هواء يدوية: عادة ما يتمّ استخدام هذا النوع من المطبّات في طبّ الشّمك لبعض القطع الخاصة، أو الأدراج، أو البراطيش، أو عمل حزّ مطبّة لبعض الأدراج المجليّة؛ لمنع الترحلق.



ومن الجدير بالذكر أنّه يجب الانتباه إلى أن تكون درجات المطبّة واحدة للطلبية نفسها، وخاصة في حال إنتاجها على أكثر من ماكينة من ماكينات الطّبّ؛ خوفاً من الحصول على مطبّة بدرجات مختلفة، الأمر الذي يؤثّر على جودة وجه الحجر المطبّوب، وتجانسه.

وتزداد جودة فنيش المطبّة، وجمال شكلها، كلّما كان الحجر المطبّوب خالياً من القشرة، والكمخة، والعروق، وغيرها من العيوب؛ لأنّ القشرة والكمخة تظهر بوضوح بعد عملية طبّ الحجر، وتجعل مظهر سطح الحجر المطبّوب سيئاً.

نشاط (3) عملي:

أستخدم المطبّة الهوائية، والمطبّة اليدوية المتوفرة في مشغل مدرستي لإنتاج عينات من المطبّة.

7 - الجلايات (POLISHERS):

هنالك نوعان من الجلايات بشكل رئيس، هما:



أ - جلايات البلاط (Tiles Polishing Machines):

هذا النوع من الجلايات مُصمَّم لجلي الشرحات، أو القطع الصغيرة، ولغاية عرض يصل لحوالي 60 سم، وبسُمك يتراوح بين 1 سم إلى حوالي 7 سم.

ومن الجدير ذكره، أنَّ كثيراً من الناس يُسمِّي هذه الجلاية الجلاية الستينية؛ (لأنَّها تجلي شرحات لغاية عرض 60 سم تقريباً).

مصادر قصّ البضاعة، ومراحلها لجلايات البلاط: يتم جلي بضاعة بسُمك يتراوح بين 1-7 سم، ويعرض لغاية 60 سم. - وفي حال إنتاج بلاط بسُمك 1 سم، يتم قصّ البضاعة، وتحضيرها بطريقتين، هما:

الطريقة الأولى:

- قصّ البضاعة على المنجل بسُمك 3 سم.
- فلقّ البضاعة إلى قسمين بسُمك 1.2 سم بواسطة الفتّاحة (الفلاّقة).

الطريقة الثانية:

- قصّ البضاعة على القاطر إلى ألواح بسُمك 3 سم.
- قصّ الألواح، وتفصيلها على الفريزات وفق القياس المطلوب.
- فلقّ البضاعة إلى قسمين بسُمك 1.2 سم بواسطة الفتّاحة (الفلاّقة).

- وفي حال إنتاج بلاط بسُمك 2 سم، يتم قصّ البضاعة، وتحضيرها بعدّة طرق، نذكر منها ما يأتي:

الطريقة الأولى:

- قصّ البضاعة على المنجل بسُمك 4.6 سم.
- فلقّ البضاعة إلى قسمين بسُمك سمك 2 سم بواسطة الفتّاحة.

الطريقة الثانية:

- قصّ البضاعة على القاطر إلى ألواح بسُمك 4.6 سم.
- قصّ الألواح، وتفصيلها على الفريزات وفق القياس المطلوب.
- فلقّ البضاعة إلى قسمين بسُمك 2 سم بواسطة الفتّاحة (الفلاّقة).

الطريقة الثالثة:

- قصّ البضاعة على القاطر إلى ألواح بسُمك 2 سم.
- قصّ الألواح، وتفصيلها على الفريزات، وفق القياس المطلوب.

- وفي حال إنتاج بلاط بسُمك (3) سم، يتم قصّ البضاعة إما على المنجل ثم يُحول إلى الجلاية، أو بواسطة القاطر ثم يُحول إلى الفريزة ثم إلى الجلاية.

وينتج عن هذا النوع من الجلايات بلاط بالمقاسات الآتية:

- 30.5 سم × 30.5 سم بسُمك غالباً 1 سم.
- 40 سم × 40 سم بسُمك غالباً 1 سم.
- 60 سم × 60 سم بسُمك 2 سم، أو 1.5 سم.
- قياسات أخرى، سواء محصور، أو سراجي بسُمك مختلف.

مواصفات الشرحات (القطع) التي يتم قصّها لجلايات البلاط كما يأتي:

- العرض: يكون عادة بزيادة 2-3 ملم عن القياس المطلوب، فمثلاً بلاط الـ 30.5 × 30.5 يكون عرض شرحاته 30.7 سم، وبلاط الـ 60 × 60 يكون عرض شرحاته 60.2 سم، وهكذا، حيث يتم التخلص من هذه الزيادة في العرض في مرحلة تُسمّى كالبريشن الجنب، والتي سنتطرق إليها لاحقاً.
- والبعض يقصّ البضاعة بزيادة (2-3) سم، بحيث يتم إدخال البضاعة على مقصّات عرض على خطّ الجلاية، وحصر العرض وفق المطلوب.
- الطول: ويكون بقياس من مضاعفات العرض، وبزيادة حوالي 5 سم بدل سُمك ديسكات مقصّات الجلاية.

فمثلاً: بلاط الـ 30.5 سم × 33.5 سم يكون عرض شرحاته 30.7 سم، أو 32 سم، وطولها إمّا 65 سم، و95 سم، و125 سم، و158 سم، وهكذا. أمّا بلاط 40 سم × 40 سم فيكون عرض شرحاته 40.2 سم، أو 42 سم، وطولها إمّا 45 سم، و85 سم، و125 سم، ... إلخ.

ب- جلايات الألواح (Slabs Polishing Machines):

هذا النوع من الجلايات مُصمّم لجلي الألواح التي يتم إنتاجها بواسطة القواطر، وفيما يأتي بعض المواصفات، والاعتبارات التي يجب أخذها بعين الاعتبار:

- عادة ما يكون سُمك الألواح التي يتم تشطيبها على الجلايات بين 2 سم، ولغاية 7 سم على الأكثر، ويعتمد ذلك على ثقل اللّوح الداخل على الجلاية، ووزنه، حيث يكون للجلاية قدرة تحمّل معيّنة، فقد تصل كتلة بعض الألواح التي يكون سُمكها 7 سم إلى حوالي 700 كغم، أو يزيد.

- يجب أن تكون الألواح الداخلة للجلاية متجانسة في الأبعاد قدر الإمكان، حيث يتم تعبير حركة ذهاب الجلاية وإيابها، وفق قياس الألواح الداخلة.
- عندما يكون عرض رصّات الألواح غير متساوٍ، فإنه يتم ترك فراغ لمسافة معيّنة بين كل رصّة من رصّات الألواح والتي تليها، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض الطاقة الإنتاجية للجلاية في مثل هذه الحالة، وخاصة إذا كثرت الاختلافات في عرض الألواح.
- أكبر قياس لعرض الألواح الداخلة للجلاية، من الممكن أن يصل إلى 2 متر، مع أن هذا القياس لعرض الألواح من النادر توفره.
- الجدول الآتي يوضّح مقارنة بين جلايات الألواح من حيث عدد الرؤوس، ومواصفات الألواح، أو البضاعة الداخلة، واستهلاك الماء والكهرباء، وغيرها، لإحدى أصناف جلايات الألواح * :

البيان	الوحدة	جلاية 8 رؤوس	جلاية 9 رؤوس	جلاية 12 رؤوس	جلاية 14 رؤوس	جلاية 16 رؤوس	جلاية 18 رؤوس
عرض البضاعة	سم	200-60	200-60	200-60	200-60	200-60	200-60
سُمك البضاعة	سم	6-2	6-2	6-2	6-2	6-2	6-2
سرعة الجلاية	م / دقيقة	3-0.1	3-0.1	3-0.1	3-0.1	3-0.1	3-0.1
استهلاك المياه	م ³ / ساعة	11	13.5	18	21	24	28
استهلاك الغاز	م ³ / ساعة	14	18	21	36	42	48
وزن الجلاية	طن	12	15	18	21	24	28
طول الجلاية	متر	7	8	10	12	13	14.2
عرض الجلاية	متر	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
ارتفاع الجلاية	متر	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3

* الجدول للمعرفة والاطلاع.

الأسئلة:



- 1- أفسّر لماذا يجب أن يكون طول السترات الداخلة على الجلاية لإنتاج البلاط من مضاعفات عرض هذه السترات.
- 2- أوضّح مراحل الإنتاج التي نحصل منها على بضاعة لخطوط جلي البلاط.
- 3- أذكر مواصفات الألواح التي تصلح للتشطيب بواسطة الجلايات.



الموقف التعليمي التعلّمي (3-6): مراحل خطوط الجلي، ووحداته

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مستثمر فلسطيني من شركة لتصنيع خطوط الجلي في إيطاليا تزويده بالوحدات التشغيلية الرئيسة التي تحتوي عليها خطوط جلي البلاط، حيث يرغب هذا المستثمر بشراء مثل هذا الخط.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	• أجمع البيانات من المستثمر الفلسطيني عن: - مواصفات الوحدات التشغيلية التي يرغب في وجودها في خطّ جلي البلاط (وحدة الكالبريش، ووحدة التهيئة لتعبئة البولستر، والأفران، ومراوح التجفيف، ووحدة الجلي، وعدد رؤوس الجلي لهذه الوحدة، ووحدة المقصات، وغيرها). - الطاقة الإنتاجية القصوى للخطّ. - مواصفات الخامة التي سيتمّ تشطيبها بواسطة خطّ الجلي. • أجمع البيانات عن الوحدات التشغيلية لتصنيع خطوط جلي البلاط محلياً وعالمياً.	• البحث العلمي. • الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	• الوثائق: (طلب المستثمر الفلسطيني، وكتالوجات خطوط الجلي). • الإنترنت: المواقع الإلكترونية الموثوقة.
أخطّط، وأقرّر	• أصنّف البيانات عن مواصفات الوحدات التشغيلية المطلوب توفرّها في خطّ جلي البلاط. • أحدّد: - أنواع خطوط الجلي المتوفرة في الشركة. - مواصفات كلّ وحدة تشغيلية من وحدات خطّ جلي البلاط. • أعدّ خطة للتنفيذ.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني	• الوثائق: (طلب المستثمر الفلسطيني، وكتالوجات خطوط الجلي). • الإنترنت.

• طلب المستثمر • قرطاسية.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني/ مجموعات • العصف الذهني	• أجهز مكاناً لتخزين الوحدات التشغيلية • لخطّ جلي البلاط المطلوبة من المستثمر الفلسطيني. • إعداد قائمة بالبيانات والمعلومات حول مواصفات خطّ جلي البلاط الذي تمّ طلبه من المستثمر. • عقد جلسة مع المستثمر الفلسطيني للاتفاق على مواصفات خط التشغيل المطلوب. • أتفق مع المستثمر الفلسطيني على موعد التسليم والشحن لوحدات خطّ جلي البلاط المطلوبة، وطريقته. • أجري التعديلات بما يتناسب مع طلب المستثمر الفلسطيني (إن وُجدت).	أنفذ
• طلب المستثمر. • حاسوب. • الإنترنت.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• أتحقّق من: - مناسبة مكان تخزين وحدات خطّ جلي البلاط. - مواصفات وحدات خطّ جلي البلاط المطلوبة من المستثمر الفلسطيني. - قواعد الأمن والسلامة لعملية التغليف لوحدات خطّ جلي البلاط. - إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير، وضمن إطار زمني محدد.	أتحقّق
• طلبية المستثمر الفلسطيني. • حاسوب. • طابعة	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات. • العصف الذهني.	• أوّثق مواصفات وحدات خطّ جلي البلاط المطلوبة من المستثمر الفلسطيني. • أختار طريقة عرض مناسبة على المستثمر. • أعدّ ملفاً خاصاً: مراحل خطوط الجلي ووحداتها.	أوّثق، وأقدّم
• الوثائق: طلب المستثمر، أدوات التقويم المعتمدة، ومعايير ومواصفات خطوط جلي البلاط ووحداتها.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• رضا المستثمر الفلسطيني عن خطّ جلي البلاط. • مطابقة مواصفات وحدات خطّ الجلي مع المعايير المعتمدة.	أقوم

سؤال:



أبحث عن الوحدات الرئيسة التي يجب أن تحتوي عليها خطوط جلي البلاط، والألواح.

أتعلم:



خطوط جلي البلاط ووحداتها

نشاط (1) نظري: أتعرف إلى مراحل خطّ جلي البلاط، ووحداته:



الهدف منها	الوحدة
توحيد سُمك الحجر.	وحدة الكالبريشن
تجفيف سطح الحجر.	
معالجة وجه الحجر بمادة البوليستر.	
	وحدة الجلي
قصّ الحجر بالقياسات المطلوبة.	
عمل فَاِزة لأطراف البلاط.	

مراحل خطوط جلي البلاط، ووحداته (Units of Tiles Polishing Machines):

تمرّ الشرحات (البضاعة) خلال خطوط (ماكينات) جلي البلاط في المراحل الإنتاجية الآتية:

أولاً- مرحلة الكالبريشن (Calibration):

توحيد السُمك لجميع الشرحات، أو القطع الداخلة للجلاية، من خلال وحدة تُسمّى الكالبريشن، التي تُعدّ من أهمّ وحدات خطوط جلي البلاط.

فمثلاً: يتمّ توحيد سُمك البضاعة التي تكون داخلة بسُمك 2 سم إلى 1.9 سم، والبضاعة التي تكون داخلة بسُمك 3 سم إلى 2.9 سم، حيث يكون من الصعب إدخال شرحات بسُمك مختلف، حيث إنّ إدخال بضاعة (شرحات) غير موحدة في السُمك، قد يؤدي إلى ما يأتي:

- عدم جودة الجلي، فيكون هنالك تشحيط، وحزوز واضحة في وجه الحجر المجلي.
- تكسّر حجارة الجلي؛ بسبب عدم تجانس السُمك.
- عطل، أو خلل ميكانيكي لرؤوس الجلي، وتعطل خطّ الإنتاج عن العمل لحين إصلاح الخلل.

وتتم عملية الكالبريشن (توحيد سُمْك البلاط، أو الشرحات) بوساطة رؤوس كالبريشن، ويركّب عليها حَبّات الماس خاصة، حيث يقوم الألماس بإزالة الجزء الزائد في السُمْك، وباستطاعة كلّ رأس من رؤوس الألماس إزالة ما يقارب من 1-2 ملم من سُمْك الشرحات؛ إذ يتمّ تغيير هذه الرؤوس، بحيث يكون ارتفاع الرأس الأخير عن القشاطر بِسُمْك البلاط المطلوب نفسه، وعادة ما يكون هنالك ثلاثة رؤوس من الألماس، حتّى يتمّ توزيع الضغط عليها بالتدريج، والتساوي. ويجب أن يكون العامل الذي يقوم بإدخال البضاعة لخطّ الجَلّاية ذا خبرة، ومعرفة، بحيث يقوم بعدم إدخال أيّ قطعة، أو شرحة يكون سُمْكها عالياً، ومميزاً عن باقي الشرحات؛ خوفاً من زيادة الضغط على رؤوس الألماس، وتضرّر الألماس، حيث يتمّ تجميع مثل هذه الشرحات؛ ليتّم إدخالها في خطّ الإنتاج وحدها، وبعبارة وسرعة تناسب معها، والصورتان الآتيتان توضّحان وحدة الكالبريشن، ورأسها:



العوامل التي تعتمد عليها سرعة مرحلة الكالبريشن:

- أ. النسبة، أو الكمية التي يجب إزالتها من سُمْك الشرحات لكلّ رأس من رؤوس الكالبريشن، حيث إنّهُ كلّما زادت الكمية التي يجب إزالتها من السُمْك، قلّت السرعة؛ بسبب زيادة الضغط على رؤوس الألماس.
- ب. قساوة البضاعة الداخلة للجَلّاية.
- ج. التعيير الجيد لرؤوس الكالبريشن، بحيث يتمّ توزيع ما سيتمّ إزالته من السُمْك على رؤوس الألماس بالتساوي. فمثلاً: إذا كان سُمْك البلاط الناتج 1 سم، وسُمْك الشرحات الداخلة 1.2 سم، فإنّه يتمّ تعيير رأس الكالبريشن الأول بِسُمْك 1.2 سم، والثاني بـ 1.1 سم، والأخير بـ 1 سم.
- د. جودة الألماس على رؤوس الكالبريشن: هل الألماس بحاجة إلى سَن؟ وعمر الماس؟
- هـ. مهارة العامل الذي يقوم بتغذية الجَلّاية بالبضاعة، ومهارته في التصرف في حال حدوث أيّ خلل (كأن يقوم بإيقاف هذه الوحدة، وتشغيلها، كلّما لزم الأمر)، وعدم إدخال أيّ بضاعة غير مناسبة للجَلّاية، سواء كان بسبب السُمْك، أو احتوائها على كسور بنسبة عالية، وعدم تحمّلها ضغط رؤوس الألماس، ومراحل الجلي المختلفة.

ثانياً- مرحلة إزالة حزوز الكالبريشن، وتنظيف سطح البلاط المراد جليه (Cleaning the Surface of Stone and Removing Desk marks):

ويتمّ خلال هذه المرحلة إزالة خطوط الكالبريشن التي تنتج من مرحلة الكالبريشن السابقة، وتنظيف سطح الحجر المراد جليه (تفنيشه) من الكمخه، وأيّ أتربة عالقة على وجه الحجر، وهذه المرحلة مهمة جداً، وخاصة للحجر الذي يحتوي على قشرة.

وتتمّ هذه العملية بوساطة أحجاره جلي خاصة، تقوم بإزالة حزوز الكالبريشن، وأيّ آثار لديسكات القصّ، ثمّ حجر سلك؛ للتخلص من الكمخه، والأتربة؛ حتّى يكون وجه البلاط نظيفاً قبل معالجته بالمواد الأخرى، مثل الريزنه، أو البوليستر (الستوك).



ثالثاً- مرحلة تجفيف الحجر، وتنشيفه (الأفران) (Drying):

تمرّ الشرحات (البضاعة) بعد المرحلتين السابقتين تحت مراوح؛ لإزالة المياه عن وجه البضاعة قبل دخولها إلى فرن حراري، يتمّ من خلاله تنشيف الشرحات (الحجر، أو البلاط)، وتجفيفها؛ حتّى يكون وجه الحجر مهيّأً لالتصاق الستوك أو الريزنه، وتماسكه داخل مسامات الحجر، وعدم خلعه في أثناء المراحل الأخرى، وخاصة مرحلة الجلي.



رابعاً- معالجة سطح البلاط بالبوليستر (الستوك)، أو الرينز (Treatment the Surface of Stone with Resin or Polyester):

يتمّ خلال هذه المرحلة معالجة سطح البلاط بوساطة ستوك، أو بوليستر بأنواع مختلفة، والهدف من هذه المرحلة هي تعبئة الثقوب والمسامات الموجودة في سطح البلاط.



وعادة ما يتمّ تلوين مادة الستوك بلون مقارب للون الحجر المراد جليه؛ حتى لا يظهر اختلاف للون المنطقة المعالجة بالستوك عن باقي سطح الحجر.

ويتمّ معالجة بعض الأصناف التي تحتوي على قشرة، ومسامات واضحة وكبيرة بمادة الرينز التي تتطلب بعض أنواعها فترة 24 ساعة حتى تتمكن من جليها، وهذه الأنواع من المعالجة أفضل من المعالجة بالستوك، ولكنها تتطلب وقتاً أطول، وتكلفة أكثر، وغالباً ما تستعمل مثل هذه المعالجة للألواح؛ لسهولة التعامل معها أكثر من البلاط في مثل هذه الحالة.

خامساً- تجفيف طبقة الستوك (Drying Polyester Layer):

تتمّ هذه المرحلة بوساطة أفران حرارية، أو أفران يو في (UV) خاصة، والهدف منها تجفيف طبقة الستوك بشكل جيد قبل تحويلها لمرحلة التفينش (سواء كان مجلياً، أو مطاً).

سادساً- مرحلة الجلي (Polishing Stage):

ونقصد بها: مرحلة التفينش لوجه الحجر، سواء كان مجلياً، أو مطاً، أو فرشاة. وتتمّ هذه العملية بوساطة جلايات بلاط بأنواع وأصناف متعددة، وعادة ما يتمّ تسمية الجلاية بعدد رؤوسها، وعرض البلاط الذي يمكن جليه بوساطتها، ومن الأمثلة عليها:

- جلاية بلاط 6 رؤوس.
- جلاية بلاط 12 رأساً.
- جلاية بلاط 16 رأساً.



كلّما كان عدد رؤوس الجلاية أكثر، كانت جودة الجلي أعلى، وكلّما كانت الطاقة الإنتاجية لها أكثر، يمكن رفع سرعة الجلاية أكثر.

حجارة الجلي (Polishing Abrasives):

يتم ترتيب حجارة الجلي عادة من الخشن إلى الأنعم، وبشكل تدريجي، ووفق عدد رؤوس الجلاية، فكلما كان عدد رؤوس الجلاية أكثر، تم تركيب حجارة جلي أكثر، وتوزيع الحمل على الرؤوس بصورة متساوية تقريباً، الأمر الذي يكون من السهولة رفع سرعة الخط، وزيادة الطاقة الإنتاجية.

ترتيب حجارة الجلي لفينش المط: 24، 36، 60، 120، 220، 280، 320، ثم حجر سكوتش، حيث يكون آخر حجارة الجلي لفينش المط هو حجر السكوتش، حيث يقوم هذا الحجر بإعطاء درجة المظفي المطلوبة.



ترتيب حجارة الجلي لفينش المجلي: حجارة فينش المط نفسها، بالإضافة إلى حجارة 500، 600، 800، ثم حجر ملح، وهذه الحجارة أو الرؤوس هي التي تقوم بإعطاء اللمعة لوجه الحجر. ترتيب حجارة الفرشاة: وأيضاً يتم ترتيب حجارة الفرشاة من الخشن إلى الأنعم، وتكون أرقامها كما يأتي: 36، 46، 60، 120، 320.

وكلمًا قلّ رَقَم حجر الجلي، زادت درجة خشونته، ويكون راكباً على الرأس الأول، ثم الذي يليه، وفق الجدول الآتي:

رأس الجلاية	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
فينش المظفي (Honed)	24	36	60	120	220	280	320	سكوتش				
فينش المجلي (Polished)	24	36	60	120	220	280	320	500	600	800	ملح	ملح
فينش الفرشاة (Brushed)	36	36	46	46	60	60	120	120	320			

وقد تكون أرقام حجارة الجلي بطريقة ترقيم مختلفة، حيث إنّ بعض الشركات المصنّعة تسمّيها كما يأتي: 2G، 3G، 4G،...، Scotch، حيث يؤدي حجر الـ 2G دور حجر 36، أو 60 نفسه.

سابعاً- مراوح لتجفيف وجه الحجر الجاهز، وتنشيفه (Drying the Finished Surface):



وهذه المراوح مهمة جداً، حيث تقوم بتجفيف وجه الحجر (البلاط) المُفَنَّش، والهدف الرئيس من تنشيف وجه الحجر المُفَنَّش، وتجفيفه فحص جودة التشطيب المطلوب، سواء كان مجلياً، أو مطاً، أو فرشاة، وخاصة إذا كانت مرحلة الجلاية هي آخر مرحلة، وسيتم تغليف البضاعة مباشرة، وتحويلها للزبائن.

وأهم خاصية يتم فحصها هي جودة الجلي، وخلو وجه الحجر من أيّ حروز (ضرب جلي)، حيث يكون من الصعب مشاهدة مثل هذه المشكلة، والحجر رطب، وكذلك فإنّ فرز اللون يكون أسهل، وأفضل بعد تنشيف الحجر، وجفافه.



ثامناً- مرحلة قصّ الشرحات (Cutting Stage):

ويتمّ خلال هذه المرحلة قصّ الشرحات الجاهزة، والخارجة من الجلاية، وفق القياس المطلوب، حيث يتمّ معايرة المقصّات إمّا يدوياً، أو أوتوماتيكياً. ومن الجدير بالذكر أنّ مثل هذه المقصّات تلزم فقط لجلايات البلاط التي تقوم بإنتاج بلاط بقياسات مربعة (30.5 * 30.5، أو 40 * 40، وغيرها).

وعادة ما يكون القياس الذي يتمّ الحصول عليه مربعاً، والقياسات المثالية التي يتمّ الحصول عليها كما يأتي:

قياس الشرحات الداخلة على الجلاية/ سم	ينتج عنها بلاط بقياس/ سم
مضاعفات 30.7	30.7*30.7
مضاعفات 40.2	40.2*40.2
مضاعفات 60.2	60.2*60.2
قياسات أخرى مثل 30*60، أو أيّ قياسات أخرى، مثل 30 سراجي.	

وكما ذكرنا سابقاً، يجب أن يكون طول الشرحات الداخلة من مضاعفات قياس البلاط المطلوب، وزيادة في العرض؛ حتّى نحصل على بلاط خالٍ من تشريم الأطراف، وذي جودة عالية (جودة الأبعاد، والتشطيب). وهنا يجب التنويه إلى أنّ لعامل المقصّ دوراً مهماً في الرقابة على المقصّ، والتحكم في وضع الشرحات المراد قصّها؛ للتخفيف، والتقليل من نسبة السّتوك، وخاصة إذا كان هنالك كسر في زوايا الشرحات، وأطرافها، حيث يستطيع في هذه الحالة إزاحة الشرحة يدوياً، بما يتناسب مع وضع الكسر؛ للحصول على أكبر كمية من البلاط الخالي من الكسر، والسّتوك، والمرفوض.

تاسعاً- مرحلة كالبريشن الجنب (Edge Calibration Stage):

يتمّ خلال هذه المرحلة حصر قياس البلاط بعد حفّ الـ 2 ملم الزائدة في قياس كلّ من الطول والعرض، بوساطة رؤوس الماس خاصّة، ويتمّ من خلالها التخلص من أيّ تشريم، أو سنّ، أو تحزير في أطراف البلاط، عن طريق حفّ الـ 2 ملم الزائدة. فمثلاً: يكون البلاط الداخل للكلبريش (كالبريشن الجنب) بقياس $40.2 * 40.2$ ، وبعد هذه المرحلة ينتج بقياس $40 * 40$ ، حيث يتمّ التخلص من الزيادة في الطول والعرض عن طريق كالبريشن الجنب، أو السّمك.

عاشراً- مرحلة الفازة (Beveled Stage):

يتمّ خلال هذه المرحلة عمل فازة لأطراف البلاط الأربعة ميكانيكياً، وخاصة في حالات البلاط الذي يكون بسّمك 1 سم، أمّا في البلاط الذي يكون بسّمك 2 سم، أو أكثر، فإنّه -في العادة- يتمّ حفّ جوانب البلاط يدوياً بوساطة ورق حفّ بدرجة خشونة معيّنة، حيث تصبح زوايا البلاط، وأطرافه ناعمة، وخالية من التشريم.

حادي عشر- الفرز والتغليف (Packaging and Sorting):

يتمّ فرز البضاعة الناتجة، وتصنيفها، وفق العيّنة المتّفق عليها مع الزبون، وتغليفها وفق الطلب، والسوق، سواء كان محلياً، أو تصديراً، ويتمّ عادة وضع عيّنة أمام عمّال الفرز لكلّ لون من الألوان المعتمدة لدى الشركة، أو عيّنة خاصّة بالزبون؛ حتّى تتمّ عملية الفرز، بناءً على هذه العيّنة.

وكإجراء إداري وقائي، وحتّى يتمّ ضمان التزام العاملين (عمّال الفرز) بالعيّنة، يتمّ الطلب من كلّ عامل كتابة رقمه الوظيفي على كلّ كرتونة بلاط يتمّ تعبئتها من خلاله، وهذه العملية تمّ تجريبيها في بعض المنشآت؛ الأمر الذي أدّى إلى تخفيض نسبة الشكاوي الواردة من الزبائن.

العوامل التي تعتمد عليها نسبة السّتوك، والفاقد على خطوط جلي البلاط:

1. طول الشرحات الداخلة للجلاّية، وهل طولها من مضاعفات العرض للبلاط أم لا؟
2. جودة البضاعة الداخلة للجلاّية، وهل البضاعة خالية من الطراوة، والقشرة، والكسور؟
3. سُمك الشرحات، والبلاط الناتج، فمثلاً: تكون نسبة السّتوك، والفاقد للبلاط بسّمك 1 سم أعلى منه في حالة 2 سم؛ لذلك فإنّ سعر البلاط بسّمك 1 سم يكون غالباً أعلى منه لسّمك 2 سم.
4. تجانس سُمك الشرحات، أو البضاعة الداخلة، فمثلاً: البضاعة التي يكون فيها سُمك متفاوت، وخاصة السُمك الذي يقلّ عن سُمك البلاط المطلوب يؤدّي إلى ارتفاع نسبة السّتوك.
5. لون الشرحات الداخلة، ومدى تطابقها مع لون البضاعة، والبلاط المطلوب (هل البضاعة متقاربة مع العيّنة المطلوبة)؟
6. نوع الفينش المطلوب، حيث تكون نسبة السّتوك في المجليّ أعلى من المطّ، وفي المطّ أعلى من الفرشاة، حيث يكون عدد رؤوس الجلي أكثر في حالة فينش المجليّ؛ الأمر الذي يزيد من تعرّض البضاعة لمزيد من الضغط، وتكون عرضة للكسر أكثر.

نشاط (2) عملي:

أحضّر عيّنات من الحجر تحتوي على ثقوب، ثمّ أتدرّب على تعبئة هذه الثقوب، وعلاجها، باستخدام مادة بوليستر، أو ستوك عادي.

خطّ جلي الألواح (Slabs Polishing Machine):

أولاً- مرحلة إزالة الخطوط والتدريج الناتجة عن عملية القصّ الألواح على القواطر، وتنظيف السطح المراد جليه (Cleaning the Surface of Stone and Removing Cutting marks):

ويتمّ خلال هذه المرحلة إزالة الخطوط (الحزوز)، والتدريج الناتج عن قصّ الألواح على القواطر، وتنظيف سطح الألواح المراد جليها (تفنيشها) من الكمخة، وأيّ أتربة عالقة على وجه الحجر، وهذه المرحلة مهمة جداً، وخاصّة للحجر الذي يحتوي على قشرة. وتتمّ هذه العملية بوساطة حجارة جلي خاصّة، تقوم بإزالة الحزوز، والتدريج، وأيّ آثار لنصّلات القصّ، وكذلك للتخلّص من الكمخة، والأتربة؛ حتّى يكون وجه البلاط نظيفاً قبل معالجته بالمواد الأخرى، مثل الريزنة، أو البوليستر (الستوك).

ثانياً- مرحلة تجفيف الحجر، وتنشيفه (الأفران) (Drying):

تمرّ الألواح بعد المرحلة السابقة تحت مراوح؛ لإزالة المياه عن وجه البضاعة قبل دخولها إلى فرن حراري، يتم من خلاله تنشيف وجه الألواح، وتجفيفه؛ حتّى يكون مهيئاً لالتصاق الستوك أو الريزنة، وتماسكه داخل مسامات الحجر، وعدم خلعه في أثناء المراحل الأخرى، وخاصة مرحلة الجلي.



ثالثاً- معالجة سطح الألواح بالبوليستر (الستوك)، أو الريزن (Treatment the Surface of Stone with Resin or Polyester):



يتمّ خلال هذه المرحلة معالجة سطح الألواح بوساطة ستوك، أو بوليستر بأنواع مختلفة، والهدف من هذه المرحلة هي تعبئة الثقوب والمسامات الموجودة في سطح الألواح. وعادة ما يتمّ تلوين مادة الستوك بلون مقارب للون الحجر المراد جليه؛ حتّى لا يظهر اختلاف للون المنطقة المعالجة بالستوك عن باقي سطح الحجر. ويتمّ معالجة بعض الأصناف التي تحتوي على قشرة، ومسامات واضحة، وكبيرة بمادة الريزن، وسيتمّ التطرق لهذا الموضوع في الموقف التعليمي التّعليمي القادم.

رابعاً- تجفيف طبقة البوليستر أو الستوك (Drying Polyester Layer):

تتمّ هذه المرحلة بوساطة أفران حرارية، أو أفران يو في (UV) خاصة، والهدف منها تنشيف طبقة الستوك بشكل جيد قبل تحويلها لمرحلة التفينيش (سواء كان مجلياً، أو مطاً).

خامساً- مرحلة الجلي (Polishing Stage):

ونقصد بها: مرحلة التفينيش لوجه الحجر، سواء كان مجلياً، أو مطاً، أو فرشاة. وتتمّ هذه العملية بوساطة جلايات ألواح بأنواع وأصناف متعددة، وعادة ما يتمّ تسمية الجلاية بعدد رؤوسها، ومن الأمثلة عليها:



- جلاية ألواح 6 رؤوس.
- جلاية ألواح 21 رأساً.
- جلاية ألواح 61 رأساً.

وكلّما كان عدد رؤوس الجلاية أكثر، كانت جودة الجلي أعلى، وكلّما كانت الطاقة الإنتاجية لها أكثر، يمكن رفع سرعة الجلاية أكثر.

والجدول الآتي يوضّح وحدات خطوط الجلي لجلايات البلاط، وجلايات الألواح:

الوحدة	جلاية البلاط	جلاية الألواح
الكالبريشن (توحيد سُمْك الحجر)	متوفّر	غير متوفّر
وحدة إزالة الكالبريشن، والقصّ، والتدريج	متوفّر	متوفّر
مراوح تنشيف	متوفّر	متوفّر
فرن تجفيف	متوفّر	متوفّر
معالجة سطح الحجر بالبولىستر (الستوكّ)	متوفّر	متوفّر
فرن تجفيف البولىستر (الستوكّ)	متوفّر	متوفّر
وحدة الجلي	متوفّر	متوفّر
مراوح تنشيف	متوفّر	متوفّر
مقصّات	متوفّر	غير متوفّر
كالبريشن الجنب، والفازة	متوفّر	غير متوفّر
الفرز والتغليف	متوفّر	متوفّر

نشاط (3) نظري:

- 1- أرّتب زيارة جماعية لخطّ جلاية بلاط في إحدى منشآت الحجر.
- 2- أصمّم نموذجاً لضبط مدخلات خطوط جلي البلاط، ومخرجاتها.

نشاط (4) عملي: أدرّب على عمل فازة لبعض قطع البلاط، باستخدام ورق الحفّ.

الأسئلة:

- 1- ما الهدف من مراوح التجفيف الموجودة على خطوط الجلي؟
- 2- ما المقصود بوحدة الكالبريشن؟ وما الهدف منها؟
- 3- ما الوحدة المسؤولة عن توحيد سُمْك الحجر على جلايات البلاط؟.



الموقف التعليمي التعلّمي (4-6): الطرق الحديثة لعلاج الحجر

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مقال من مصنع حجر 1000 متر مربع من ألواح حجر تفّوح التي تحتوي على عروق بسُمك 3 سم، بشرط تقوية الألواح بطبقة من الريشت، والريزن.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من المقال عن: - مواصفات ألواح حجر تفّوح المطلوبة (درجة اللون، وحجم العروق المسموح بها، والسماحية في قياسات الألواح، والتشطيب المطلوب، وغيرها). - أجمع البيانات عن: - المشاكل والعيوب الموجودة في الحجر، وتتطلب علاجاً، وتقوية بالريشت محلياً وعالمياً.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ - مجموعات عمل.	- الوثائق: (طلبية المقال، وكتالوج العيّات). - الإنترنت: مواقع إلكترونية موثوقة.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات عن مواصفات ألواح حجر تفّوح التي تتطلب علاجاً وتقوية بالريشت والريزن، وتناسب مع طلبية المقال. - أحدّد: - ألواح حجر تفّوح المتوفرة في الشركة. - الألواح التي تحتوي على عروق، وتصلح لطلب المقال. - إعداد خطة تتضمن جدولاً زمنياً.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني.	- الوثائق: (طلبية المقال، وكتالوج العيّات). - الإنترنت.
أنفّذ	- أخصّص مكاناً لتجميع الألواح المطلوبة من المقال. - إعداد قائمة بمواصفات ألواح حجر تفّوح المتوفرة في المصنع، وتتطلب علاجاً وتقوية بالريشت، وتصلح لطلبية المقال. - تنظيم جدول يوضح المشاكل والعيوب الموجودة في الحجر، وتتطلب علاجاً وتقوية بالريزن. - عقد جلسة مع المقال للاتفاق على طلبية الحجر. - اتّفق مع المقال على موعد التسليم، وطريقته. - أجري التعديلات بما يتناسب مع طلبية المقال (إن وُجدت).	- المناقشة والحوار - التعلم التعاوني/ مجموعات	- قرطاسية. - طلبية المقال.

أتحقق	• أتحقق من: - مناسبة مكان تجميع الألواح المطلوبة من المقال. - مطابقة مواصفات ألواح حجر تفّوح مع المواصفات المطلوبة من المقال. - قواعد الأمن والسلامة لعملية علاج الألواح المطلوبة، وتشطيبها من المقال. - إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير، وضمن إطار زمني محدد.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• طلب المقال. • حاسوب. • الإنترنت.
أوثّق، وأقدّم	• أوثّق مواصفات ألواح حجر تفّوح المتوفرة في المصنع، ومواصفات الألواح المطلوبة من المقال. • أختار طريقة عرض مناسبة للألواح الجاهزة على المقال. • أعدّ ملفاً خاصاً بالطرق الحديثة لعلاج الحج.	• المناقشة والحوار. • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• طلب المقال. • حاسوب. • طابعة.
أقوم	• رضا المقال عن ألواح حجر تفّوح. • مطابقة ألواح حجر تفّوح مع المواصفات والمعايير.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب المقال، وأدوات التقويم المعتمدة. • المعايير والمواصفات العالمية للطرق الحديثة لقص الحجر.

سؤال:



أبحث عن المشاكل والعيوب الموجودة في الحجر، وتتطلب تقوية بالريشت والريزنة.



أتعلم:

الطرق الحديثة لعلاج عيوب قص الحجر

نشاط (1) نظري:

أفرز أصناف الحجر التي تتطلب علاجاً للوجه بالريزنة عن الأصناف التي تتطلب تقوية بالريشت، والريزنة، لتصبح قابلة للتصنيع.

صنف الحجر الفلسطيني	علاج الوجه/ تقوية بالريشت والريزنة
حجر مع عروق	
حجر مع قشرة	
حجر مع كمخة قوية	
حجر مع طراوة وعروق	تقوية بالريشت، وعلاج للوجه.

العلاج بالريزنة للألواح (Resin Treatment for Stone Slabs):

هنالك عدة أصناف من الحجر الطبيعي تحتوي على قشرة، وثقوب، ومسامات كبيرة، وكسور، يصعب معالجتها، وتعبئتها عن طريق استخدام السّتوك، أو البوليستر العادي، مثل حجر بيت فجّار الأصفر، وحجر نابلس الأسود، وغيرها، وخاصة في حالة طلب مثل هذه الأصناف بفينش المجلي، أو المطّ، لذلك كان لا بدّ من تطوير العلاج لمثل هذا الحجر عن طريق الريزنة.

تُستخدَم خطوات الريزنة في الحالات الآتية:

أولاً- لعلاج وجه الحجر (Treatment of Stone Surface):

تمرّ الألواح التي سيتمّ معالجتها وجهها بالريزنة بالخطوات الآتية:

- مرحلة مسح وجه الألواح، وتنظيفها: عن طريق إدخالها إلى الوحدة الأولى في جلّاية الألواح التي تتكوّن من ثلاثة رؤوس، والتي أطلقنا عليها وحدة مسح وجه الحجر، وتنظيفه، وأبرز مهمة في هذه المرحلة هي تنظيف وجه الحجر من أيّ أتربة، أو كمخة موجودة على وجه الحجر؛ حتى تتمّ تعبئة الريزنة على ثقوب، ومسامات نظيفة، ولإعطاء الريزنة درجة تماسك عالية، وعدم خلعها في أثناء عمليات الجلي فيما بعد.
- مرحلة التجفيف الجيد للألواح: وهذه المرحلة مهمة جداً، ويتمّ خلالها التخلص من أيّ رطوبة في الحجر، ويجب أن يصل التجفيف لأعماق داخلية فيه؛ لأنّ الرطوبة تعمل مثل العازل بين الحجر، وطبقة الريزنة.
- مرحلة المعالجة بالريزنة لوجه الحجر: عادة ما تكون الريزنة سائلة، ومكوّنة من مادتين، هما: المادة الرئيسة، ومنشّفها، بحيث يتمّ خلط هاتين المادتين مباشرة قبل البدء بإضافتها لوجه اللوح، أو الحجر، وتكون نسبة الخلط 52% من المادة الرئيسة، و52% من المنشّف، بحيث يتمّ مزجهما، وتحريكهما بشكل جيد.

- د. ترك الألواح المُعالَجة بالريزينة لفترة حوالي 42 ساعة؛ حتّى يكتمل الجفاف، والتماسك لطبقة الريزينة مع الحجر.
- هـ. رؤوس مسح لإزالة طبقة الريزينة، حيث تكون طبقة الريزينة قوية ومتماسكة بشكل جيد مع وجه الحجر، وبحاجة لمعاملة خاصّة، وحجارة جلي خاصّة؛ لنتمكن من إزالة الطبقة الزائدة من الريزينة عن مستوى وجه الحجر.
- و. بعد هذه المرحلة، تكون الألواح جاهزة لمراحل الجلاّية، ووحداتها المختلفة، مثل الأفران، ومعالجة خفيفة بالسّتوك لأيّ ثقب لم تكن قد عبّئت بالريزينة، أو تكون بعض أجزاء الريزينة قد أزيلت وحُلِعت في أثناء عملية المسح.
- ومن الصعب أن تُحوّل الألواح التي عولج وجهها بالريزينة مباشرة لوحدة جلي الألواح، إلّا إذا كان عدد رؤوس الجلاّية كبيراً، وتكون كافية لتركيب حجارة جلي بالقدر المطلوب لإزالة طبقة الريزينة، وتنفيذ مرحلة الجلي على أكمل وجه، وبأعلى جودة.

ثانياً- تقوية الألواح الضعيفة (Strengthening the weak panels or Slabs):



- تُعالج الألواح التي تحتوي على كسور، وعروق قوية، وتكون غير متماسكة بشكل جيد، بوساطة علاجها بالشبّك، أو ما يُعرف بالريشت والريزينة على ظهر مثل هذه الألواح، حيث يتمّ ما يأتي:
- 1- إدخال الألواح على خطّ الريزينة، بحيث يكون ظهر اللوح للأعلى.
 - 2- وضع طبقة من الشبّك، أو ما يعرف بالريشت على ظهر الألواح.



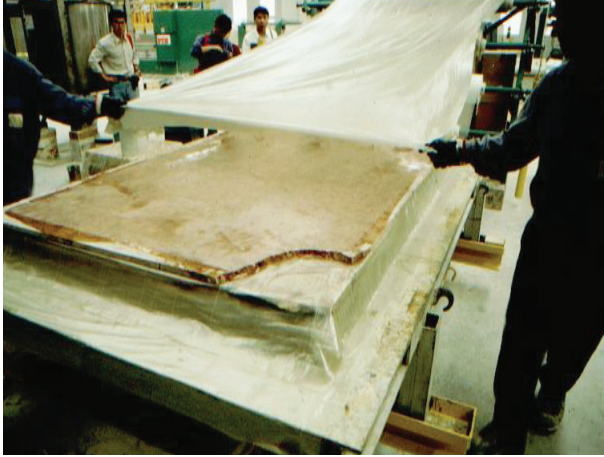
- 3- إضافة الريزينة على الريشت، بحيث تتداخل معه.
- 4- ذلك الريزينة مع الريشت جيداً، وتتمّ عملية توزيع الريزينة وذلكها مع الريشت بوساطة مشحاف، أو مالج مثل الذي يُستخدم في عمليات القصارة للأبنية.
- 5- ترك الألواح للمدة المطلوبة حتّى تجفّ الريزينة، ويتماسك الريشت مع الحجر بشكل جيد، وبعد هذه العملية، يصبح اللّوح متماسكاً بشكل جيد، حيث يكون كسر اللّوح من المنطقة المعالجة بالريزينة أصعب منه من المناطق الأخرى؛ أي أنّ قوة الريزينة تفوق قوة الحجر الطبيعي.

ثالثاً: طرق العلاج بالريزينة (Methods of Resin Treatment):

* هنالك طريقتان لمعالجة الألواح بالريزينة، هما:

الطريقة البدائية: تمرّ الألواح خلال هذه الطريقة بالمرحل الآتية:

1. إدخال الألواح المراد علاجها بالريزينة على خط جلّاية الألواح نفسه؛ لمسح وجهها، وتنظيفه (في حال كان العلاج للوجه).
2. تجفيف الألواح بوساطة المراوح، والأفران.
3. إنزال الألواح بوساطة شفاط خاصّ على طاولات الريزينة التي تكون بالقرب من خطّ الجلّاية.
4. البدء بتعبئة طبقة الريزينة على الألواح، سواء كان للوجه، أم للخلف.



5. بعد الانتهاء من تعبئة اللّوح الأول، توضع فواصل بلاستيكية بين الألواح؛ حتى لا تلتصق الألواح بعضها مع بعض، وتوزّع الفواصل بين الألواح بطريقة متجانسة؛ حتّى يتوزّع الحمل على جميع أجزاء اللّوح، وحتى لا تتعرّض الألواح إلى الكسر.
6. ترك الألواح المُعالَجة بالريزينة لليوم التالي (حوالي 42 ساعة).



7. تنزيل الألواح عن طاولات الريزينة بوساطة الشفاط، بحيث تتمّ العملية لوح- لوح، وتُزال الفواصل من بين الألواح، وتُجمّع الألواح على شكل رصّات؛ ليتمّ إدخالها للجلّاية.



* الطريقة الحديثة والمتطورة: تمرّ الألواح خلال هذه الطريقة بالمراحل الآتية:

1. مسح وجه الألواح المراد معالجتها، وتنظيفها عن طريق جلاية الألواح.
2. إدخال الألواح على خطّ الريزنة الحديث.
3. تجفيف الألواح في أثناء مرورها في أفران حرارية على خطّ الريزنة.
4. البدء بعملية تعبئة الريزنة للألواح (سواء الوجه، أم الخلف بوجود الريشت).
5. كلّ لوح يكون على صينية (طاولة) خاصّة به، وبعد معالجته بالريزنة، يدخل على فرن ألواح يتسع من 30-60 لوحاً تقريباً.
6. كلّ لوح يمكنه حوالي 3 ساعات داخل فرن الريزنة، بحيث تكون حرارته حوالي 50 درجة مئوية.
7. وبعدها يكون اللّوح جافاً وجاهزاً، ويتمّ إخراجها من فرن الريزنة، وتحويله للجلاية؛ للبدء بعملية الجلي.
8. هذه الطريقة أفضل، وطاقته الإنتاجية أعلى.



ومن الجدير بالذكر، أنّه لا يتمّ تحويل الألواح التي تكون مقصودة على القواطر مباشرة للعلاج بالريزنة؛ لأنّ رطوبتها تكون عالية جداً، ويتمّ تركها في مكان ذي تهوية جيدة، ويُفضّل ترك فاصل بين كلّ لوح والذي يليه؛ حتّى نحصل على تهوية، وتجفيف لجميع جوانب اللّوح. ولو تمّ تحويل الألواح المقصودة على القواطر مباشرة لخطوط العلاج بالريزنة، فإنّه يصعب الحصول على تجفيف جيد للألواح مهما كانت حرارة الأفران عالية.

مما سبق، يتبيّن لنا مدى أهمية عملية تجفيف الألواح (الحجر بشكل عام)، سواء أكان سيّمرّ بالعلاج بالريزنة، أم سيّتمّ علاجه بالسّتوكّ العادي؛ لأنّ بقاء الرطوبة يكون بمثابة العازل بين سطح الحجر وطبقة السّتوكّ، أو الريزنة.

الأسئلة:

- 1- أوضّح الهدف من علاج الحجر بالريشت، والريزنة.
- 2- أذكر خطوات علاج وجه الحجر بالريزنة.
- 3- أذكر طرق علاج الحجر المتوفرة محلياً.



الموقف التعليمي التعلّمي (5-6): التشطيبات المكملّة للتشطيبات اليدوية/ تشطيبات المعتق

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مدير التسويق في مصنع للحجر من قسم الجودة تحضير عيّات من تشطيبات المعتق التي من الممكن إنتاجها داخل الشركة.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات، وأحلّها	- أجمع البيانات من مدير التسويق عن: - مواصفات عيّات المعتق المطلوبة: أبعاد العيّات المطلوبة، ونوع تشطيب المعتق المطلوب مثل الخبّاصة، وضرب الرمل، وضرب الأسيد، وغيرها من التشطيبات التي تُعدّ من أصناف المعتق. - أجمع البيانات عن: أنواع تشطيبات المعتق التي يتمّ إنتاجها محلياً وعالمياً.	- البحث العلمي. - الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	الوثائق: (طلب مدير التسويق، وكتالوجات). ستاند العيّات. الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات عن مواصفات عيّات المعتق المطلوبة من مدير التسويق. أحدّد: - أصناف الحجر المتوفرة في الشركة، وتصلح لتشطيبات المعتق. - خطوط الإنتاج اللازمة لإنتاج كلّ تشطيب من تشطيبات المعتق. - أعدّ خطة للتنفيذ.	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني.	الوثائق: (طلب مدير التسويق، وكتالوجات). الإنترنت.
أنفّذ	- أحدّد بيئة مناسبة لتجهيز العيّات. - أحضّر أصناف الحجر المتوفرة التي سيتمّ تجهيز عيّات المعتق منها. - عقد جلسة مع مدير التسويق للاتفاق على عيّات التشطيب ممكن إنتاجها داخل الشركة. - أجري التعديلات بما يتناسب مع طلب مدير التسويق (إن وُجدت).	- المناقشة والحوار - التعلم التعاوني/ مجموعات	- طلب مدير التسويق. - قرطاسية. - الإنترنت..

• الطلب الخاص بمدير التسويق. • حاسوب. • إنترنت.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني/ مجموعات	• أتتحقق من: - مواصفات عيّنات المعتقد التي طلبها مدير التسويق. - توفر أصناف الحجر التي تصلح لتشطيبات المعتقد التي طلبها مدير التسويق. - مطابقة مواصفات عيّنات المعتقد مع طلب مدير التسويق. - إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير، وضمن إطار زمني محدد.	أتتحقق
• حاسوب. • طابعة • ستاند لعرض العيّنات.	• المناقشة والحوار • التعلم التعاوني/ مجموعات.	• أوثّق مواصفات عيّنات المعتقد المطلوبة، ومواصفات أصناف الحجر المتوفرة في المصنع، وتصلح لتشطيبات المعتقد. • أختار طريقة عرض مناسبة للعيّنات (ستاند خاص). • أعدّ ملفاً خاصاً: التشطيبات المكملّة للتشطيبات اليدوية (تشطيبات الحجر المعتقد).	أوثّق، وأقدم
• الوثائق: طلب مدير التسويق، وأدوات التقويم المعتمدة. • المعايير والمواصفات العالمية للتشطيبات حجر المعتقد.	• المناقشة والحوار. • البحث العلمي.	• رضا مدير التسويق عن عيّنات المعتقد. • مطابقة العيّنات مع المواصفات والمعايير.	أقوم

سؤال:



ما أنواع تشطيبات المعتقد الممكن إنتاجها محلياً ودولياً.



أتعلم:

التشطيبات المكملة للتشطيبات اليدوية

نشاط (1) نظري:

أبحث في الإنترنت عن أنواع تشطيبات المعتق الممكن إنتاجها محلياً ودولياً، والمعدات المستخدمة لإنتاجها.

نوع المعتق	طريقة الحصول عليه	مواصفات الحجر لهذا التشطيب
مضروب رمل	تعريض سطح الحجر لضرب رمل.	دون قشرة، وممكن من الأصناف ذات اللون غير الموحد.
معتق، مع ضرب رمل، وأسيد		
معتق، مع أسيد فقط		
تمبلد، أو ترومل		

أنواع تشطيبات المعتق:



أولاً- مضروب الرمل (Sand Blasted):

يتم الحصول على هذا الفينش عن طريق تعريض سطح الحجر، أو الرخام لضغط كبير من ضرب الرمل بوساطة ماكينة خاصة (تسمى ماكينة ضرب الرمل)، بحيث يصبح سطح الحجر ذا ملمس خشن، ولونه مائل للون الأبيض المغبر. ويكثر استخدام هذا التشطيب على جوانب برك السباحة؛ بسبب خاصية عدم الانزلاق التي يمتاز بها الحجر بعد معالجته بالرمل، والشكل الآتي يوضح عينة منه:

ويصلح هذا الفينش للأصناف التي تخلو من القشرة القوية؛ خوفاً من حدوث تحفير في سطح الحجر بعد معالجته بضرب الرمل، ويصلح للأصناف التي يكون فيها تشويه في اللون (سطح الحجر يكون غير موحد في اللون).

ثانياً- المعتق مع ضرب رمل، وأسيد (Antique – Sand Blasted & Acid Wash):

يتم الحصول على هذا الفينش عن طريق معالجة البلاط، وغسله بعد ضربه بالرمل (كما في فينش ضرب الرمل) بمادة حمضية، وهي حامض الهيدروكلوريك (HCl)، ويُطلق على خط إنتاج هذا الفينش اسم خط التعتيق. ويكون سطح الحجر أو الرخام في هذا الفينش خشناً منتظماً، أو شبه منتظم، يشبه ملمس جلد السمكة، ناتجاً من تفاعل حمض الكبريتيك المخفف لدرجة معينة مع أسطح الرخام، ويتفاوت التأثير وفق نوع الخامة.



وهناك عدة أنواع للمعتق (المعالج بالأسيد)، هي:

1 - المعتق مع تكسير أطراف:

حيث يتم في هذا الفينش تكسير أطراف البلاط قبل إدخاله لخطّ التعتيق.

خطوات إنتاج فينش التعتيق:

من الممكن إنتاج فينش المعتق، من خلال الخطوات الآتية:

- أ. مرحلة تكسير أطراف البلاط، أو جوانبه: حيث يتمّ تكسير أطراف البلاط المراد تعتيقه.
 - ب. مرحلة معالجة وجه الحجر بالرمل: حيث يتمّ ضرب وجه الحجر، أو البلاط بوساطة الرمل؛ للحصول على تخشين وجه الحجر.
 - ج. مرحلة معالجة وجه الحجر بوساطة الأسيد: حيث يتمّ غسل وجه الحجر المضروب بالرمل بوساطة أسيد خاصّ يعمل على إبراز لون الحجر، ويعطي وجهه ملمساً خشناً، ومقاوماً للترحلّق (pils itnA).
- ومن الجدير بالذكر أنّ معظم البلاط المعتق يتمّ استخدامه للتبليط الخارجي في الساحات، وحول برك السباحة؛ لأنّ ملمسه خشن، ومقاوم للترحلّق.



2 - المعتق دون تكسير أطراف:

حيث تتمّ عملية تعتيق البلاط دون تكسير لأطراف البلاط، وجوانبه، وعملية إنتاج هذا النوع أسرع من المعتق مع تكسير أطراف، ولكن تكون نسبة السّتوكّ فيه أعلى، حيث إنّ كلّ البلاط الذي يتعرّض لكسر في أحد زواياه يكون مرفوضاً، بعكس المعتق مع تكسير الأطراف، حيث يكون مثل هذا الكسر هو المطلوب.

3 - المعتق دون ضرب رمل (ضرب أسيد فقط):

حيث يتمّ في هذا الفينش غسل وجه الحجر بحمض الهيدروكلوريك فقط، ويصلح هذا فقط لأصناف الحجر الطرية التي تتفاعل مع الحمض بسهولة، ومن أشهر أنواع الحجر التي تصلح لهذا الفينش هو حجر تفّوح الطريّ.

4 - الضرب بالأسيد، أو المعالجة به بعد مرحلة الفرشاة:

يتمّ الاستعاضة عن ضرب الرمل بفينش الفرشاة، وخاصة في طليبات الألواح، أو في حالات الشتاء التي يتعذّر معها ضرب الرمل. ويشتّرط في هذا النوع أن يكون الزبون على اطلاع وعلم، ومزوّد بعينة تمثّل هذا الفينش، حيث يكون ملمس المعتق في هذه الحالة ناعماً، مقارنة مع المعتق بضرب الرمل.

وفي جميع أنواع المعتنق السابقة الذكر، فإنّ سطح البلاط يكون ذا خشونة، وغير منزلق، ويصلح لمداخل البيوت، والساحات الخارجية، وبجوانب برك السباحة؛ للحدّ من التزحلق.

5 - الترومل (المخبّص، التمبلد) (Tumbled):



تشطيب، وفينش خاصّ، وحديث العهد مقارنة مع التشطيبات الأخرى، ويُعدّ نوعاً آخر من أنواع التعتيق، ويتمّ الحصول عليه عن طريق وضع البلاط المقصوص مسبقاً، وبالقياسات المطلوبة، داخل ماكينة خاصة تحتوي على رمل، وحصى خاصّ، وبوجود الماء لمدة محدّدة، تعتمد على صلابة الحجر (تشبه خلّاطة الباطون في مبدأ عملها)، ويُطلى عليها البعض اسم الخبّاصة، أو البرميل الدوّار، وهذه العملية ينتج عنها بلاط ذو مظهر معتنق، وقديم، له حوافّ خشنة ومستديرة، كما يظهر في الشكل الآتي:

ومن ميزات هذا التشطيب أنّه عادة يكون للبضاعة التي يتمّ رفضها في تشطيبات أخرى، مثل المجلي، والمطّ، سواء بسبب اللون، أو النسيج، حيث تقلّ العيوب، وقد تختفي تماماً في هذا التشطيب.

الخبّاصات (ماكينات الترومل) (Tumbled Machines):

هي عبارة عن ماكينات، يتمّ من خلالها الحصول على فينش معتنق، وتكون هذه الماكينات مملوءة بحصى صغيرة، ورمل، وهي أشبه ما تكون بخلّاطات الباطون، وتكون أطراف البلاط الناتج شبه مستديرة، ومشرومة، وتتمّ العملية عن طريق تقليب البلاط داخل الماكينة بوجود الماء لمدة نصف ساعة تقريباً؛ لنحصل على هذا الفينش.



نشاط (2) عملي: أستخدم خلاطة الباطون، والرمل في إنتاج عيّنات من الترومل، أو ما يُعرف بالمخبص.

التشطيبات المكّمة للتشطيبات اليدوية والميكانيكية:

أولاً: الحجر الممشط (Scratch) (الشاحوطة):

يتم الحصول على هذا التشطيب (الفينش) عن طريق تحزيز (تمشيط) وجه البلاط (الحجر) بوساطة رأس خاصّ (مشط خاصّ)، يتم تركيبه على صاروخ يدوي، أو على ماكينة خاصّة، تُعرف بالشاحوطة، أو الشاحوطة، ويكون شكل هذا الفينش أشبه ما يكون بشكل الحراثة للأرض الزراعية، ويكون هذا الفينش للأصناف الطرية، وذات القشرة القليلة من الحجر والرخام؛ حتّى تزداد جودته.



ثانياً: المنشور (النشر) (Saw Cut):

هو الفينش الذي يتم الحصول عليه من جّراء قصّ الحجر بوساطة المنشار (القاطر، أو المنجل)، ويكون عليه آثار دسكات المنشار، التي هي عبارة عن حزوز، وعلامات؛ أي أنّ هذا الفينش لا يتمّ عليه أيّ نوع من أنواع المعالجة، سواء كانت يدوية، أو آلية، كما يظهر في الصورة الآتية.



ثالثاً: التشطيب الجلدي (Leathered):

يكون شكل سطح الحجر، وملمسه في هذا الفينش أشبه ما يكون بشكل الجلد الطبيعي، وملمسه، ويُفضّل هذا الفينش للحجر الصّلب ذي اللون الداكن، ويمكن الحصول عليه كما يأتي:

أ. طبّ وجه الحجر بمطبة ناعمة.

ب. عمل فرشاة للحجر.

ج. معالجة الحجر بوساطة رأس جلي؛ لإضافة اللمعة، حيث يظهر

تشطيب جلدي- رخام أسود

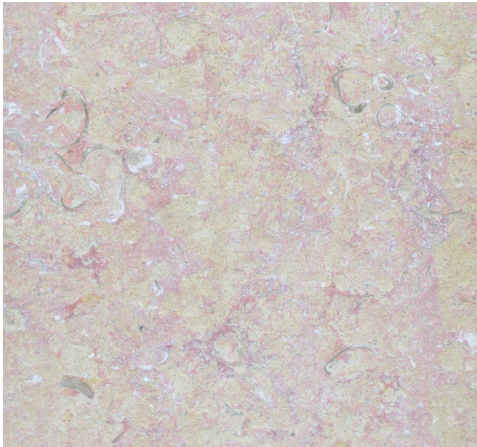
سطح الحجر بعد هذه المراحل بمظهر يشبه الجلد الطبيعي.

ومن الأمثلة على هذا الفينش من أصناف الحجر الفلسطيني هو حجر نابلس الأسود، والجزء الصافي من حجر ترقوميا الذي يخلو من الصوانة، وغيرها.

رابعاً: المحروق (Flamed):

يعدّ هذا التشطيب من أبداع أنواع تشطيبات الحجر، حيث إنّ الحرق يغيّر من شكل الرخام الذي كان عليه قبل الحرق. ويتم الحصول على هذا الفينش بوساطة ماكينة خاصّة تُسمّى ماكينة الحرق، ويكون الحرق فقط لأصناف معيّنة، ومحدودة من أصناف الرخام الطريّة ذات القشرة العالية.

ومن أمثلة الحجر الفلسطيني الذي يصلح لهذا الفينش حجر بيت فجّار ذو القشرة العالية، وطبقة معيّنة من حجر تفّوح، وأشهر حجر فلسطيني استُخدِم في هذا التشطيب هو جزء من حجر النقب الأصفر الذي استُخدِم في بناء قصر المؤتمرات في يرك سليمان في بيت لحم.



خامساً: فينش (تشطيب) على الوجهين (Tow side finishing):

يتمّ تفينش الحجر أو الرخام على الوجهين، وتشطيبه، كأن يكون الوجهان مجلياً، أو مطاً، أو فرشاة، أو قد يكون تشطيب الوجه الأول يختلف عن الوجه الثاني، كأن يكون فينش الوجه الأول مجلياً، والثاني مطاً، أو فرشاة، أو مُسَمَّماً، وغيرها.

وهذا يكون لبعض القطع الخاصة التي يكون كلا الوجهين ظاهراً بعد عملية التركيب، ويكون وفق طلب الزبون، ولكن بشرط توفر الإمكانية لتفنيش الحجر على الوجهين، فمثلاً: من الصعب عمل الوجه الأول للحجر مجلياً، والثاني (ترومل)، أو طبرة، حيث لا تكون الجودة عالية لكلا الوجهين، أو أحدهما على حساب جودة الوجه الثاني.

الأسئلة:



- 1- أوضّح كيف يتمّ إنتاج فينش المعتمّق مع ضرب رمل، وأسيد.
- 2- ما الخبّاصة؟ وما الفينش الذي يمكن الحصول عليه بوساطتها؟
- 3- ما تشطيب المعتمّق الذي يصلح لأصناف الحجر غير المُوحد في اللون.



الموقف التعليمي التعلّمي (6-6): التشطبيات التي تتمّ على سُمْك الحجر

وصف الموقف التعليمي التعلّمي:

طلب مشرف العمل الفنيّ في شركة لتصنيع الحجر والرخام من مدير المشتريات شراء العدّد والأدوات التي تلزم لعمل التشطبيات المختلفة على سُمْك الحجر.

خطوات العمل	وصف الموقف الصفّي	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحلّها	- أجمع البيانات من مشرف العمل الفنيّ عن: • أنواع العدّد والأدوات التي تلزم لعمل التشطبيات على سُمْك الحجر، ومواصفاتها. • أنواع المنتجات التي تتطلب عمل تشطيب لسُمْكها، مثل الأدراج، والبراطيش، والتشطبيات التي من الممكن عملها لسُمْك الحجر. - أجمع البيانات عن التشطبيات التي تتمّ على سُمْك الحجر محلياً وعالمياً.	• البحث العلمي. • الحوار والمناقشة. - التعلم التعاوني/ مجموعات عمل.	- الوثائق: (طلب مشرف العمل الفنيّ، وكتالوجات). - الإنترنت.
أخطّط، وأقرّر	- أصنّف البيانات عن أنواع العدّد والأدوات المستخدمة في عمل تشطبيات لسُمْك الحجر، ومواصفاتها. - أحدّد: - أنواع المنتجات التي يلزمها التشطيب للسُمْك. - التشطبيات التي تتمّ على سُمْك الحجر. - الأدوات والعدّد التي تلزم لعمل كلّ تشطيب. - إعداد خطة للتنفيذ	- المناقشة والحوار. - التعلم التعاوني.	- طلب مشرف العمل الفنيّ. - الإنترنت.

- الوثائق: (طلب مشرف العمل الفني، وكتالوجات - حاسوب. - الإنترنت.	المناقشة والحوار. التعلم التعاوني/ مجموعات.	- أجهز مكاناً مناسباً لعمل التشطيبات لسُمك الحجر، ولحفظ العدَد والأدوات. - عقد جلسة مع مشرف العمل الفني في الورشة للاتفاق على العدد والأدوات اللازمة للتشطيبات المختلفة للحجر. - أتفق مع مشرف العمل الفني على طريقة عرض مناسبة، وموعد تسليم العدَد المطلوبة، وطريقته. - أجري التعديلات بما يتناسب مع طلب مشرف العمل الفني (إن وُجِدَتْ). - وضع إشارات تعريفية لمكان عمل التشطيبات لسُمك الحجر. - تصويب الأخطاء إن وُجِدَتْ.	أنفذ
- الطلب الخاص بمشرف العمل الفني. - حاسوب. - إنترنت.	المناقشة والحوار. التعلم التعاوني/ مجموعات.	أتحقق من: مكان العمل للتشطيبات التي تتم على السُمك. - معايير الأمن والسلامة لاستخدام العدَد والأدوات. - التشطيبات التي تتم على سُمك الحجر، ويمكن تنفيذها داخل المصنع. - إنجاز العمل ضمن المواصفات والمعايير، وضمن إطار زمني محدد.	أتحقق
- حاسوب/ لاب توب. طابعة. - مكان لتخزين العدَد والأدوات.	المناقشة والحوار. التعلم التعاوني/ مجموعات.	- أوثق البيانات حول مواصفات العدَد والأدوات المطلوبة من مشرف العمل الفني، ومناسبة مكان عمل تشطيبات سُمك الحجر. - أعد ملفاً خاصاً: بالتشطيبات التي تتم على سمك الحجر.	أوثق، وأقدم
الوثائق: (طلبة العدَد والأدوات، وأدوات التقويم المعتمدة، وكتالوجات، ومعايير التقويم المعتمدة).	المناقشة والحوار. البحث العلمي.	- رضا مشرف العمل عن العدَد والأدوات التي تمّ شراؤها؛ لعمل التشطيبات على سُمك الحجر. - مطابقة العدَد والأدوات مع المواصفات والمعايير المطلوبة.	أقوم

سؤال:



أذكر ثلاثة من التشطيبات التي تتم على سُمك الحجر.



أتعلم:

التشطيبات التي تتم على سُمك الحجر

نشاط (1) نظري: تعرّف إلى التشطيبات التي تتم على سُمك الحجر، والمنتجات التي تتطلب عمل تشطيب لسُمكها.

التشطيب لسُمك الحجر	شكل التشطيب	المنتج الذي يحتاج مثل هذا التشطيب
تدوير كامل لسُمك الحجر		الأدراج، والبراطيش، والمطابخ.
نصف مدور لسُمك الحجر		
كسحة		
فازة		

تشطيبات سُمك الحجر، والرخام (Edge Finishing of Stone):

تكون جميع التشطيبات السالفة الذكر لوجه الحجر، وفيما يأتي سنتناول التشطيبات التي تتم على سُمك الحجر، وتتم التشطيبات لسُمك الحجر للأدراج، والبراطيش، والبنيل، والمطابخ، والقطع الخاصة وغيرها:

أولاً- مدور لسُمك الحجر (BULLNOSE):

- 1 - يتم عمل تدوير لسُمك الحجر، سواء للطول، أو العرض، ووفق طلب الزبون، وقد تتم عملية التدوير بطريقتين، هما:
1 - تدوير يدوي بشكل كامل، حيث تتم جميع هذه العملية يدوياً باستخدام أداة تُسمى صاروخ الحفّ، وورق حفّ بدرجات خشونة متفاوتة.
- 2 - تدوير باستخدام ديسك خاص يُسمى ديسك التدوير، (حيث يتم تركيب هذا الديسك على المقصّ)، ويكون شكل التدوير بهذه الطريقة أكثر تجانساً، إذ إنّ المرحلة الأولى والتأسيسية للتدوير هي التي تؤثر بصورة كبيرة على تجانس التدوير.



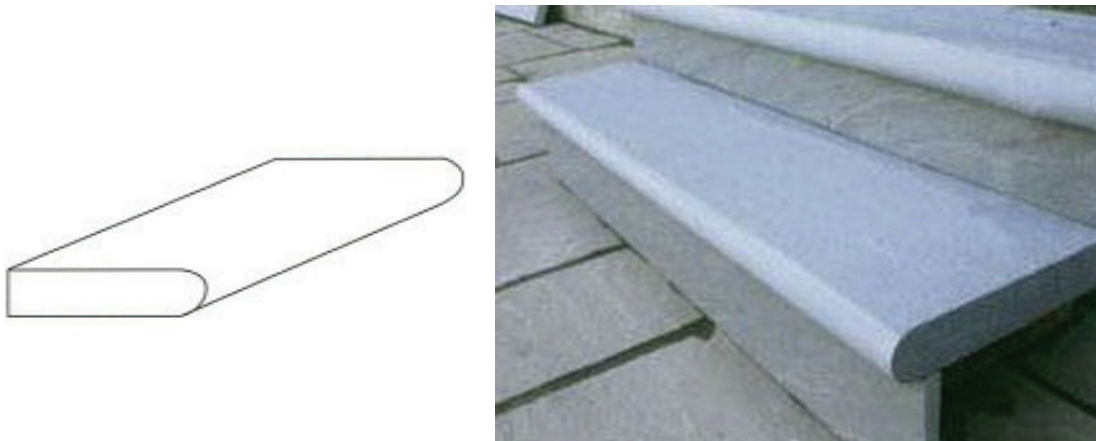
ومهما كانت مهارة الفنيّ (عامل الحفّ) عالية، فإنه لا يستطيع إنتاج تدوير متجانس مثل الذي يتمّ الحصول عليه بواسطة ديسك التدوير، ثمّ التفنيش النهائي.

ومن العوامل المهمة التي تؤثر على جودة تدوير سُمْك الحجر، وتجانسه، وتوحيده، هو توحيد سُمْك الحجر، وخاصة في حالات التدوير التي تتم لبنيل البلاط الذي يتم تبليطه بشكل متواصل، حيث يُنصح في مثل هذه الحالات أن يتم عمل كالبريشن للبلاط الذي سيتم عمل البنيل منه، وقبل عملية التدوير.

أنواع تدوير سُمْك الحجر:

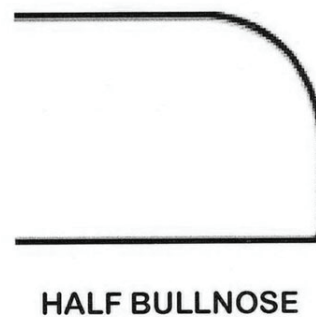
1 - مدور كامل لسُمْك الحجر (FULL BULLNOSE):

يتم عمل تدوير كامل لسُمْك الحجر، سواء للطول، أو العرض، ووفق طلب الزبون، والصورة الآتية توضح شكل التدوير الكامل:



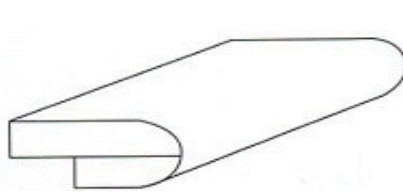
2 - نصف مدور، أو ربع مدور للسُمْك (Half Bullnose):

يتم عمل التدوير المطلوب بإحدى الطرق السابقة (يدوياً، أو بوساطة ديسك التدوير)، سواء على طول الحجر، أو عرضه، وتعتمد درجة التدوير على طلب الزبون، ووفق العينة التي يوافق عليها.

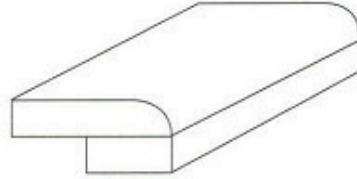


ثانياً- تلزيق بيشة (Sticking Bisha):

يتمّ تلزيق بيشة بعرض معيّن، (وعادة ما يكون سُمك البيشة، وعرضها بين 2-4 سم) على طول الدرج، أو البرطاشة، وغيرها، أو عرضها، وفق الشكل الآتي:



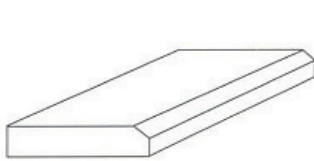
نصف مدور مع تلزيق بيشة



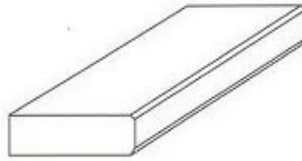
مدور كامل مع تلزيق بيشة

ثالثاً- فازه على السُمك (Bevel):

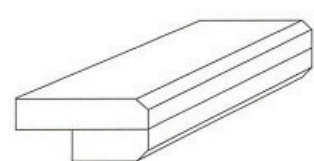
وعادة ما يتمّ عمل الفازه للجهة العليا من سُمك الحجر، وقد تكون للطول، أو العرض، ووفق الطلب:



فازه مزدوجة (علوية وسفلية)



فازه علوية على الطول



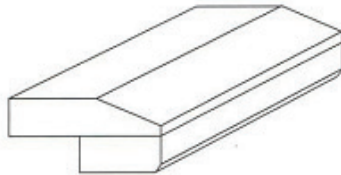
فازه علوية مع تلزيق بيشة

رابعاً- الفرزة (Farza):

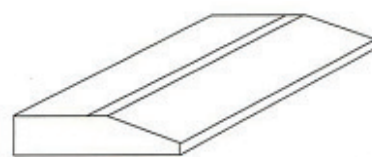
يتمّ عمل هذا الفينش باستخدام ديسك خاصّ يُسمّى ديسك الفرزة، وعادة ما يكون هذا الديسك بسُمك 1 سم، أو 2 سم، أو غيره. وقد تكون الفرزة مطلوبة على وجه الحجر المَفَنَش، أو خلف الوجه المَفَنَش، وفي حال كانت الفرزة على الوجه، فإنّه عادة ما يتمّ تفينش الفرزة بفينش وجه الحجر نفسه، وفي حالات طلبها خلفه، فإنّه عادة ما يتمّ تركها دون تفينش.

خامساً- الكسحة (Threshold):

عادة ما يتمّ عمل الكسحة بواسطة المقصّ، وقد تكون الكسحة إمّا 45 درجة، أو 1 سم*1 سم، أو وفق القياس الذي يطلبه الزبون، ومن الممكن أن تكون على وجه الحجر، أو خلفه، وأيضاً وفق الطلب، ومن أهم ما تُستخدم له عتبات الأبواب. والشكل الآتي يبين أنواع الكسحة:



كسحة مفردة Single Threshold



كسحة مزدوجة Double Threshold

نشاط (2) عملي: أستخدم العدَد والأدوات المتوفّرة في مشغل التدريب، ثمّ أتدرّب على إنتاج عيّات نصف مدوّر، وكسحة، وفرزة لسّمك بعض القطع الحجرية.

سادساً- تشطيبات أخرى، وعادة بتشطيب وجه الحجر نفسه، ومنها ما يأتي:

1. ضرب رمل للسّمك.
2. تعتيق السّمك.
3. طُبْرَة للسّمك، أو تلطيش، أو مُسَمِّم.
4. مطبّة للسّمك.

وغيرها من التشطيبات التي يتمّ طلبها من الزبون، وكما ذكرنا سابقاً، فإنّ التشطيبات التي تتمّ على السّمك عادة ما تكون للأصناف الآتية: الأدراج، والبراطيش (براطيش الأبواب، والشبابيك)، وعتبات الأبواب، والبانيل، والمطابخ، وغيرها من القطع الخاصّة.

ومن النادر جداً أن يتمّ طلب تشطيبات لسّمك الحجر الذي يتمّ استخدامه للتبليط الأرضي، أو لتكسية الجدران.

وعادة ما يتمّ تفنيش السّمك (سواء المدوّر الكامل، أو نصف المدوّر، أو الفازة، أو الفرزة، أو الكسحة، ... إلخ) بفينش وجه الحجر أو الرخام نفسه، فالحجر المجلي يتمّ تفنيش سُمكه مجلي، والوجه المطّ يكون سُمكه مطّ، والفرشاة فرشاة، والمطبّة مطبّة، ... إلخ.

ومن الجدير بالذكر أنّ تكلفة الإنتاج لهذه التشطيبات عادة ما تكون على أساس المتر طول، أو القطعة، وليس على أساس المتر المربع، حيث يتمّ احتساب العمل الفنيّ على هذا الأساس، إضافة إلى حساب المتر المربع العادي.

سؤال:

- 1- أذكر أنواع المنتجات التي تتطلّب عمل تشطيب لسّمكها.
- 2- أوضح بالرسم الفرق بين تشطيب المدور ونصف المدور لسّمك الحجر.
- 3- أوضح المقصود بالكسحة في سمك الحجر ومتى تُستخدم.

أسئلة الوحدة:



- السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:
- 1 ما الهدف من المراحل بعد مرحلة الجلي على جلّاية البلاط؟
- أ- لمنع خلع السّتوك الذي تمّ تعبئته قبل مرحلة الجلي.
 ب- لمنع تشريم أطراف البضاعة بعد مرحلة الجلي.
 ج- لنتمكن من فحص جودة الجلي، وخلوها من الحزوز، وضرب الجلي.
 د- لمنع تكسّر البضاعة بعد مرحلة الجلي.
- 2 أذكر سُمك الألواح التي يمكن إدخالها على جلّاية الألواح.
- أ- 2 سم فقط.
 ب- من 2 سم لغاية 7 سم.
 ج- 3 سم + 4 سم.
 د- من 3 سم لغاية 12 سم.
- 3 ما الطول الأنسب للسترات الداخلة على جلّاية البلاط؟
- أ- عرض السترات نفسه.
 ب- تساوي عرض السترات * 1.5.
 ج- من مضاعفات عرض السترات.
 د- نصف عرض السترات.
- 4 ما المقصود بمصطلح (FULL BULLNOSE)؟
- أ- كسحة.
 ب- فرزة.
 ج- نصف مدوّر.
 د- مدوّر كامل.
- 5 ما مواصفات الحجر المُستخدم في إنتاج تشطيب ضرب الرمل؟
- أ- مُوحّد في اللون.
 ب- غير مُوحّد في اللون.
 ج- جودة عالية جداً.
 د- يحتوي على قشرة قوية.
- 6 أذكر التشطيب الذي يتمّ إنتاجه يدوياً باستخدام المطرقة، والطُمبر.
- أ- الطُبْرَة.
 ب- المُسمّسم.
 ج- القشرة.
 د- المعتق.
- 7 ما الهدف من وحدة الكالبريشن؟
- أ- توحيد لون الحجر الداخل للجلّاية.
 ب- توحيد سُمك الحجر الداخل للجلّاية.
 ج- توحيد طول الحجر الداخل للجلّاية.
 د- توحيد عرض الحجر الداخل للجلّاية.
- 8 ما التشطيب الذي يتمّ الحصول عليه من وحي الطبيعة؟
- أ- التشطيب الجلدي.
 ب- المحروق.
 ج- القشرة.
 د- الترومل.

- السؤال الثاني: أذكر العدّد والأدوات المستخدمة في إنتاج التشطيبات اليدوية.
- السؤال الثالث: أرسم مخططاً يوضح الوحدات التشغيلية لجلّاية البلاط.
- السؤال الرابع: أوضّح العوامل التي تعتمد عليها سرعة خطّ جلي البلاط.
- السؤال الخامس: أعدّد التشطيبات التي تتمّ لسُمك الحجر، مع ذكر المنتجات التي تتطلب مثل هذه التشطيبات.
- السؤال السادس: أذكر أنواع تشطيبات المعقّق، وأوضّح موجزاً لطريقة الحصول على كلّ منها.
- السؤال السابع: هل من الممكن أن يتم عمل تشطيب على كلا وجهي الحجر.

دراسة حالة

بالخطوات الكاملة، أعالج:
طلب مدير التسويق من مدير الجودة في شركة حجر تحضير كتالوج عيّات يشتمل على جميع الأصناف التي تنتجها الشركة.

المشروع

أجهّز ستاند عيّات (منصة عرض) تشتمل على جميع التشطيبات اليدوية، والميكانيكية التي تتمّ لوجه الحجر- وسُمكه، مع مراعاة عمل جميع خطوات المشروع.

المصدر: مركز الحجر والرخام الفلسطيني- جامعة بوليتكنك فلسطين
المصدر: مكتبة الحجر الفلسطيني، مركز الحجر والرخام/ جامعة بوليتكنك فلسطين.
الموقع الإلكتروني للمكتبة: <http://centers.ppu.edu/stonelibrary>

■ لجنة المناهج الوزارية:

أ. ثروت زيد	د. بصري صالح	د. صبري صيدم
	د. سمية النخالة	م. وسام نخلة

■ المشاركون في ورشات كتاب الحجر والرخام للصف الحادي عشر:

فاتن أبو سيدو	مها أبو المعزة	كرام مصلح
إنشراح العش	هالة تيم	ماسة الجاغوب
عصمت الزريقي	فاطمة نواصرة	فادية الدجاني
رائدة القريناوي	منال ياسين	عطاف كعبي
حميدة شعبان	جهان صرصور	بسيمة أبو زهرة
فاطمة أبو ليل	ماجدة بدر	منال حبيب