

الجزء  
الأول

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دولة فلسطين

وَاللَّهُ أَكْبَرُ

# الخراطة وتشكيل المعادن

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصناعي

فريق التأليف:

م. عبد الرحمن المصري

م. عبد الله حجاوي

أ. ابراهيم قدح (منسقاً)



مركز المناهج

قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين  
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٨ / ٢٠١٩ 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 أ. كمال فحماوي  
تصميم أ. حنين شعبان

تحرير لغوي أ. وفاء الجيوسي  
متابعة المحافظات الجنوبية د. سمية 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 الأماني، 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 تلقي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطلاب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكرية المتوخاة، 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 النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات توطّر 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 إجزاء 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

الحمدُ لله ربِّ العالمين، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين. بتوفيقٍ من الله -عزَّ وجلَّ- نُقدِّمُ هذا الكتابَ المتواضعَ للفصلِ الأوَّلِ في مادَّةِ الخِراطَةِ والتسويةِ لأبنائنا الأعزَّاء، في الصَّفِّ الحادي عشرِ الصَّنَاعِيّ، سائلين المولى -عزَّ وجلَّ- أنْ يكونَ عوناً لهم في فَهْمِ أساسياتِ هذه المَهارةِ المُهمَّةِ، في مجالِ تشكيلِ المعادن، وتكنولوجيا الميكانيك، ومواكبة التصنيع والإنتاج والتقدُّمِ التَّقْنِيّ؛ لينهضوا بهذا البلدِ الحبيب، ويرتقوا به، ويلحقوا بقطار التقدُّمِ التكنولوجيِّ المُنطلقِ في شتَّى بقاعِ الأرض.

جاءت بنيةُ الكتابِ على النحو الآتي:

يتضمَّنُ الجزءُ الأوَّلُ (الخِراطَةُ وتشكيلُ المعادن) خمسَ وَحَدَاتٍ نَمَطِيَّةً، توزَّعت كما يأتي: تناولتِ الوَحْدَةُ النَمَطِيَّةُ الأوَّلَى مواقفَ تعليميَّةً لتنفيذِ المهاراتِ الأساسيَّةِ لمهنة الخِراطَةِ والتسوية. وتناولت أيضاً طرقَ تشكيلِ المعادن.

وأما الوَحْدَةُ الثانيةُ فتناولتِ الموادَ الهندسيَّةَ، وأنواعَ المعادنِ المستخدمةِ في عمليَّاتِ التصنيعِ الميكانيكيِّ، والتمييزِ بين المقاطعِ الفولاذيَّةِ المستخدمةِ في أعمالِ المعادن.

وتناولتِ الوَحْدَةُ الثالِثَةُ استخدامَ أدواتِ القياسِ الخَطِّيِّ والتخطيطِ في تنفيذِ القياساتِ المختلفةِ وتحديدها. فيما تضمَّنتِ الوَحْدَةُ الرَّابِعَةُ إجراءَ عمليَّاتِ النَّشرِ اليدويِّ والآليِّ الكهربائيِّ، وتنفيذِ أعمالِ القصِّ والتجليخِ اليدويِّ الكهربائيِّ، واستخداماتِ العُدَدِ اليدويَّةِ، وإجراءَ عمليَّةِ برادةِ المعادنِ بالمباردِ اليدويَّةِ، وقطعِ المعادنِ بالأزملة، والقصِّ بالمقصَّاتِ اليدويَّةِ.

وتناولتِ الوَحْدَةُ الخامسةُ طرقَ الوصلِ والرِّبْطِ باستخدامِ أدواتِ الربطِ (البرشام والبراغي). وتضمَّنتِ نهايةً كلَّ وَحْدَةٍ تمريناً عملياً، مراعينِ اشتغالَ التمارينِ على جميعِ المواقفِ التعليميَّةِ. ندعو الله أنْ نكونَ قد وُفِّقنا في هذا العملِ المتواضعِ، ليخرجَ الجزءُ الأوَّلُ من هذا الكتابِ جامعاً الجانبينِ النظريِّ والعمليِّ بشكلٍ تكامليٍّ وبمفاهيمٍ جديدة.

فريقُ التَّأليفِ

# المحتويات

## تشكيل المعادن

### الوحدة النمطية الأولى

1. الموقف التعليمي الأول تعرف مفهوم المهنة ————— 5

## المواد الهندسيّة

### الوحدة النمطية الثانية

1. الموقف التعليمي الأول تمييز وتصنيف المعادن المختلفة المستخدمة في مهنة المعادن — 23

## أدوات القياس والضبط

### الوحدة النمطية الثالثة

1. الموقف التعليمي الأول أهميّة أدوات القياس والضبط ————— 43

## عمليات التشكيل الأساسيّة

### الوحدة النمطية الرابعة

1. الموقف التعليمي الأول طرق تشكيل المعادن ————— 75  
2. الموقف التعليمي الثاني طرق ربط المعادن ————— 98

## الوصلُ والرّبطُ

### الوحدة النمطية الخامسة

1. الموقف التعليمي الأول أنواع البراغي واستخدامها في التوصيل والربط ————— 117

الوَحْدَةُ النَّمطِيَّةُ الأُولَى

## تشكيل المعادن



كيف يبدو العالمُ دونَ مهنةِ الخِراطةِ وتشكيلِ المعادنِ؟

يُتَوَقَّعُ من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على تنفيذ طرق تشكيل المعادن من خلال:

- 1 التعرف إلى مفهوم المهنة .
- 2 التعرف إلى أهمية العمل المهنيّ بأسس علمية .
- 3 التعرف إلى التقنيات المختلفة لتشكيل المعادن .
- 4 التمييز بين عمليّات التشكيل بالقطع، والتشكيل بدون قطع .
- 5 الإلمام بأنواع ماكينات تشكيل المعادن .
- 6 الإحاطة بأهمية مستقبل مهنة الخراطة .

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

### أولاً: الكفايات الاحترافية: ( المهارات )

### ثالثاً: الكفايات المنهجية

1. جمع البيانات عن الزبون وتحليلها.
2. استخدام أدوات القياس المختلفة للحصول على الأبعاد بدقة.
3. رسم مخطط العمل.
4. القدرة على قراءة الرسومات وتنفيذها.
5. القدرة على القيام بالأعمال بأقل تكاليف وبأقصر الطرق وأقل مجهود.
6. الإلمام ومعرفة دقيقة بتفاصيل مهنتهم وخفاياها وأسرارها.
7. التواصل مع الزبون ومعرفة احتياجاته، وجمع معلومات بخصوص مواصفات خطة العمل المنوي عملها.

### قواعد الأمن والسلامة المهنية

ارتداء معدّات الصّحة والسلامة المهنية الآتية في حال دخولهم المشغل:

1. الخوذة.
2. النظارات الواقية.
3. القفّازات الجلدية.
4. المربول الجلدي.
5. الحذاء الواقي.
6. سمّاعات لتخفيض الأصوات.

### ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية

1. المحافظة على خصوصية الزبون وأسرارهم.
2. التعامل بمصداقية.
3. تقديم الدعم والمساعدة.
4. القدرة على التواصل الفعال .
5. الاستماع لرأي الزبون.
6. الحصول على المعلومات من الزبون.
7. توفير أجواء مناسبة للنقوض.
8. التأمل الذاتي.

**وصف الموقف التعليمي :** حضر صاحب مصنع ألبان وطلب إنتاج محور دوران بديل لمحرك تالف خاص بماكينة الخلط

خطوات العمل :

الموارد	المنهجية	الوصف	خطوات العمل
<ul style="list-style-type: none"> <li>- الوثائق(طلب صاحب العمل).</li> <li>- كتالوجات تتعلق بالشكل.</li> <li>- الكتالوجات عن الإنترنت.</li> <li>- نماذج مماثلة منتجة سابقاً.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- البحث العلمي.</li> <li>- الحور والنقاش.</li> <li>- العصف الذهني.</li> <li>- البحث العلمي.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع البيانات من صاحب المصنع.</li> <li>- اسم المصنع.</li> <li>- نوع المنتج.</li> <li>- كمية الإنتاج في وحدة الزمن.</li> <li>- الميزانية المرصودة.</li> <li>- الفترة الزمنية.</li> <li>- جمع بيانات عن المحور ( أبعاد المحور وأقطاره)</li> </ul>	<p>أجمع البيانات وأحلّها</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-الوثائق(كتالوجات، نشرات ، صور، البيانات التي تم جمعها )</li> <li>- الإنترنت ( موقع خاص بالتصحيح).</li> <li>- النماذج الموجودة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المناقشة والحوار.</li> <li>- العمل التعاوني ضمن فريق واحد</li> <li>- العصف الذهني.(استمطار الافكار حول عمل المحور)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تصنيف البيانات.</li> <li>- أنواع المحاور وأبعادها وارتباطها بتحمّل الإجهادات التي يتعرض لها المحور.</li> <li>- تحديد خطوات العمل:</li> <li>1. وضع مقترحات وبدائل لإنتاج المحور.</li> <li>2.دراسة البدائل وتحديد نقاط القوة ونقاط الضعف.</li> <li>3. تحديد الأنسب والأسهل لإنتاج المحور.</li> <li>4. إعداد جدول زمني للتنفيذ.</li> </ul>	<p>أخطّط وأقرّر</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- أدوات قياس .</li> <li>- عدد يدوية .</li> <li>- آلة مخروطية وملحقاتها .</li> <li>- توفير المواد الخام .</li> <li>- الوثائق وعمل عطاءات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التعلم التعاوني (على شكل مجموعات) .</li> <li>- الحوار والمناقشة .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رسم هندسي لشكل عمود المحور .</li> <li>- إجراء الحسابات لعمل الأشكال الهندسية .</li> <li>- الاتفاق مع صاحب العمل على نوع معدن الشغل .</li> <li>- استخدام الآلات والأدوات المناسبة .</li> <li>- البدء بعملية التنفيذ لإنتاج الشغل وفق الجدول الزمني المتفق عليه .</li> </ul>	<p>أنفذ ( الجانب العملي )</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- حاسوب .</li> <li>- الوثائق ( صور، طلب المذيع) .</li> <li>- الإنترنت ( موقع يخص أعمال المحاور على آلات الخراطة) .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- التعلم التعاوني / مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من اختيار التعريف المناسب الذي يوضح المفهوم الصحيح والشامل للرسم الهندسي .</li> <li>- التحقق من الأهداف التي تم وضعها للتصميم الهندسي .</li> <li>- التحقق من توضيح مراحل إنتاج المحور .</li> <li>- التحقق من مطابقة الأبعاد التي تم إنتاجها .</li> </ul>	<p>أتحقق</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- حاسوب، أجهزة عرض، سجلات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والنقاش تعلم تعاوني / مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توثيق مفهوم خراطة المحاور وأهدافها .</li> <li>- توثيق مراحل تطوّر إنتاج المحاور .</li> <li>- إعداد التقرير المطلوب متضمناً مفهوم الخراطة وأهدافها، ومراحل تطوّرها عبر العصور .</li> <li>- فتح سجلّ خاصّ بتطوّر عمل المحاور عبر العصور .</li> <li>- إعداد العروض التقديمية عن مفهوم الخراطة في عمل المحاور .</li> </ul>	<p>أوثق وأعرض</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- نماذج التقويم .</li> <li>- طلب المؤسسة .</li> <li>- نشرات وكتالوجات،</li> <li>- معايير و مواصفات المحاور</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- حوار ومناقشة البحث العلمي .</li> <li>- أدوات التقويم الأصيل .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- رضا صاحب المصنع عن المنتج .</li> <li>- مطابقة عمود المحور المنتج للمواصفات والمعايير .</li> </ul>	<p>أقوم</p>

## أتعلم



إنّ مفهوم المهنة في تفكير العامة الممارسة اليدوية للأعمال، وما يرتبط بها من مجهود عضليّ وتعب ومعاناة، إلا أنّ الواقع غير ذلك تماماً. فالمهنة هي كل عمل يقوم به الإنسان سواء كان عقلياً أم عضلياً أم منهما معاً، ولكن على أسس وقواعد ثابتة وصحيحة، فيوصف الطبيب والمدرّس والمحامي بالمهني، وأداؤه مهنيّ إذا كان ناجحاً في عمله، ويؤديه وفق القواعد الصحيحة لذلك العمل، وعليه تمّ توصيف ذوي القدرات المميّزة في أداء قواعد العمل بالمهنيين والخبراء.

يتّضح ممّا تقدّم أنّ لكلّ عملٍ أو مهنة قواعد وأسس ودقائق وتفصيلات، لا يتمّ العمل على نحو سليم إلا بمعرفتها، ولما كانت المعرفة البشريّة هي نتاج تراكميّ، بمعنى أنّ معارفنا وخبراتنا هي امتداد لتجارب ومعارف وخبرات الآباء والأجداد، وهي من الكثرة والتنوّع فلا بدّ من عملٍ جاد ودقيق لتناقلها بين الأجيال، وذلك من خلال التعلّم التخصّصي والتدريب المنهجيّ المدرّوس؛ الأمر الذي يوجب إعطاء ذلك اهتماماً وعناية فائقة، ولاسيّما حينما يتعلّق الأمر بالتعليم المهنيّ الصناعي؛ وذلك للاعتبارات الآتية:

- 1 دخول الآلة في العمليّة الصناعيّة والإنتاجيّة ذات محاذير ومخاطر كان لا بدّ معها من إعداد الفنيين على نحو يحول بينهم وبين الوقوع في الحوادث الصناعيّة، وبالتالي تجنّب الإصابات .
- 2 المنافسة الشديدة في الأسواق التي اقتضت إنتاج سلع أكثر دقّة وأقلّ كلفةً وأفضل جودة، وليس من سبيل لتحقيق ذلك إلا بواسطة أداء فنيّ كفؤ.
- 3 إنّ الإعداد الجيّد للفنيّين القائمين على العمليّة الإنتاجيّة من شأنه الحفاظ على العناصر الأخرى للإنتاج (الآلات، الخامات، المرافق، رأس المال، البشر... الخ). وبالتالي استمرار العمليّة الإنتاجيّة في ظروف مثاليّة.
- 4 التطوّر التكنولوجيّ الهائل والمتسارع فرضَ على المتعاملين بالصناعة الخضوعُ لعمليّة متابعة، وتعلّم مستمر لمواكبة التجديدات والاختراعات، وتطوّر التقنيّات المختلفة في مراحل العملية الانتاجية كافّة.
- 5 تنوّع وتفاوت مستويات العاملين في الصناعة (مهندسون، مساعدو مهندسين، فنيّون، عمّال مهرة) اقتضى إعداد برامج دراسيّة وتدريبية لكلّ فئة خاصّة بها تحتوي المعارف والخبرات والقدرات والمهارات اللازمة للقيام بالمهمّات المنوطة بها في حالة من التكامل والتوافق مع الفئات الأخرى.
- 6 زيادة العناصر الفنيّة في الآلات من ميكانيكيّات معقّدة، ومنظومات طاقة وتحكّم كهربائيّ وإلكترونيّ، جعل من عمليّة الصيانة أمراً بالغ الأهميّة والدقّة؛ ما يستدعي إعداد كوادر فنيّة قادرة على إجراء الفحص والصيانة بصورة صحيحة، وفق أسس وقواعد سليمة بعيداً عن الارتجاليّة والتجريب.

## أولاً: أهداف علم الصناعة وغاياته

يهدف التعليم الصناعي إلى إعداد فنيين مؤهلين لمتابعة تواصلهم المهني بنجاح، ويتميز في إحدى القدرات الآتية :

- 1 الانخراط في العمل الصناعي كفنيين لديهم استعدادات مميزة .
- 2 لفهم العلمي والفني للعملية الصناعية، والآلة والعلاقات الإنسانية في موقع العمل، وذلك من خلال قدرتهم على قراءة البيانات والرسومات الهندسية .
- 3 الاستعداد للملاحظة والاستقراء المنطقي لتسلسل العمليات في التنفيذ وتنظيم الخطوات العملية .
- 4 القدرة على الربط بين النظرية والتطبيق من خلال الاستعداد للتعليم الذاتي بسرعة وإتقان .
- 5 التميز في التواصل ونقل الأفكار للآخرين ولا سيما الفنية منها، وذلك من خلال الاستعداد لفهم وإعداد الرسومات الهندسية والتنفيذية بأسلوب محكم وفق الأسس العالمية .
- 6 لحس الآلي والميكانيكي المميز يجعل من خريج المدرسة الصناعية قادراً على التعاطي مع الآلات والتوائم مع عملية إدارتها السليمة بسرعة. هذه القدرات والاستعدادات وسواها يجعل من الممكن لخريجي المدارس الصناعية أن يكون لهم حضور مميز في الصناعة المحلية وتنميتها، وفهم مقتضياتها؛ ما يحقق لهم زيادة الاستعداد والخبرة.
- 7 استكمال الدراسة الجامعية وذلك بكل مستويات الدراسة الجامعية وعلى الأخص الهندسية والتطبيقية منها، وفي ذلك أثبتت التجربة العملية وجود قدرات واستعدادات مميزة لخريجي المدارس المهنية مقارنةً بخريجي المدارس الأخرى، وذلك في الموضوعات العملية والتطبيقية، وكذلك قدرة مميزة على قراءة الرسومات والتفكير الخلاق بصورة أكثر واقعية.

## ثانياً: طرق تشكيل المعادن

تعدُّ المعادن واحدة من أهم الثروات الطبيعية التي سعى الإنسان منذ أن خلقه الله -تعالى- إلى توظيفها واستعمالها من أجل صنع أدوات تساعده على القيام بمهامه اليومية التي يحتاج إلى القيام بها حتى يستطيع البقاء على قيد الحياة، وهناك العديد من أنواع المعادن لكل معدن استعمال واستخدام لغرض معين، فهناك الحديد، والفضة، والذهب، والنحاس ... إلخ

**تشكيل المعادن أو تطريقها:** هي عملية يخضع خلالها المعدن إلى تأثير معين من أداة ما تُكسبه شكلاً وأبعاداً وفق الاستعمال المطلوب، سواء كان وظيفياً أو جمالياً، وتحتاج عملية تشكيل المعادن إلى مهارة عالية، ودقة كبيرة جداً للقيام بهذه العملية المهمة؛ إذ لا بدّ من حرفية عالية في الشخص الذي سيتولى هذه المهمة، كما تُعدُّ عملية تشكيل المعادن حرفة متوارثة عبر الأجيال، وهي نوع من أنواع التراث في بعض مناطق ودول العالم، وفيما يأتي

### طرق تشكيل المعادن :

لقد وجد الإنسان نفسه مضطراً إلى تطويع ما حوله من الخامات للحصول على أشكال محدّدة؛ مثل: المعول للزراعة، والسهم للصيد، والرمح للدفاع عن النفس، ومن هنا بدا الاهتمام بتشكيل المعادن. وقد استرعت المعادن

الاهتمام بصفة خاصة لما لها من قدرة على التشكل بأشكال مختلفة ولما لها من خواص تلائم بعض التطبيقات والاحتياجات الخاصة. ولاحظ الصانع القديم إمكانية الاستفادة من بعض العناصر والظروف المساعدة على عملية تشكيل المعادن، كالصهر أو الإحماء في النار، وبهذا بدأت بالظهور تقنيات وأسس فنية لتشكيل المعادن، كالحداثة والسباكة وإضافة عناصر معدنية مختلفة إلى تركيبات معدنية سبائكية جديدة، حتى سُمي عصر من عصور التاريخ الإنساني بالعصر البرونزي. وعلى العموم فإنّ تشكيل المعادن يتم بمجموعة من التقنيات المختلفة التي يمكن تصنيفها ضمن نوعين رئيسيين من التقنيات :

1 التشكيل بالقطع ( التشغيل ) حيث سيتم التطرّق إلى تقنيات التشكيل بالقطع في الوحدات القادمة، كما في الشكل المرفق :



2 التشكيل بدون قطع : حيث تتّصف هذه الطريقة بعدم إزالة أجزاء من المعدن أثناء عملية التشكيل على شكل برادة أو رايش؛ أي بدون انتزاع أي أجزاء من المعدن أثناء عملية التشكيل، ومن الأمثلة على ذلك :



**1. السبّابة والصبّ :** حيث يصار إلى صهر المعدن المراد تشكيله ضمن أفران خاصة وإضافة الخلائط المعدنية بنسب محددة، للحصول على مواصفات فنية دقيقة للمنتجات. ومن ثم تُصبُّ هذه السبائك ضمن قوالب خاصّة أُعدت مسبقاً؛ لذلك يُترك المعدن المصهور ليبرد ويتصلّب ليأخذ الشكل المطلوب. كما في الشكل المرفق .



**2. الدرفلة:** وبهذه العمليّة يمكن إن يكون المعدن ساخناً أو بارداً، وتتم بإمرار المعدن المراد تشكيله بين أسطوانتين تدوران ، الواحدة عكس الأخرى، ليتمّ عصر المعدن بينهما داخل مجارٍ تمّ تشكيلها؛ ما ينتج عنه زيادة في طول المعدن على حساب مساحة مقطعيه التي تأخذ شكل المجاري المحفورة على أسطوانتي الدرفلة، كما في الشكل المرفق. ومن الأمثلة على تلك المنتجات : حديد التسليح المستخدم في البناء، وحديد الإنشاءات كالجسور والزوايا وحديد القاصون....الخ.



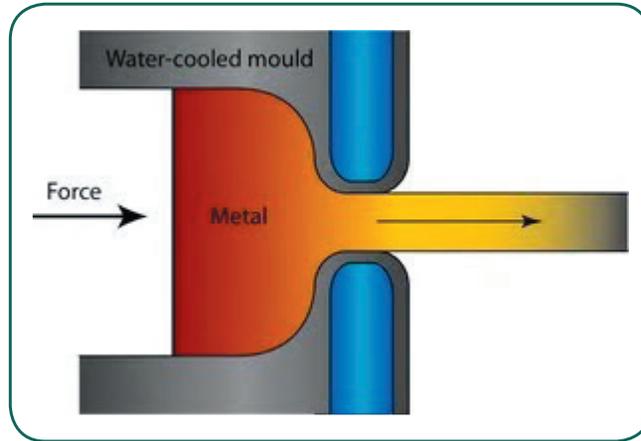
شكل الدرفلة

**3. الحدادة والتطريق :** في هذا الأسلوب من التشكيل يتمّ إحماء المعادن إلى درجات حرارة مرتفعة دون الإنصهار . ويتمّ استخدام مطارق وقوالب تشكيل خاصّة أحياناً للحصول على الشكل المطلوب، وذلك لكون المعدن وقتئذٍ طرياً بفعل الحرارة.

كما في الشكل المرفق.



**4. البثق:** تتم هذه العملية بواسطة كبس المعدن داخل حيز محصور، وإجباره على الخروج عبر فتحة محدّدة الشكل؛ ما يجعله يأخذ شكل تلك الفتحة ويكون الناتج قضباناً طويلة بمقطع محدّد. ومن الأمثلة على ذلك: نورفيالات الألمنيوم المستخدم في الصناعة والنوافذ والأبواب... الخ. كما يظهر في الشكل المرفق.



**5. السك:** وفي هذه العملية يُحشر المعدن ضمن حيز مغلق، ويُضغط ليأخذ الشكل السلبي لتفصيلات ذلك الحيز. ومن الأمثلة على ذلك: سك القطع النقدية المعدنية. الشكل المرفق يمثل ذلك.



السك

6. القصّ: يتعرّض المعدن لسكّينتي قصّ تُطبّقان عليه، ما ينتج عنه انفصاله إلى جزأين. الشكل المرفق يمثّل ذلك.



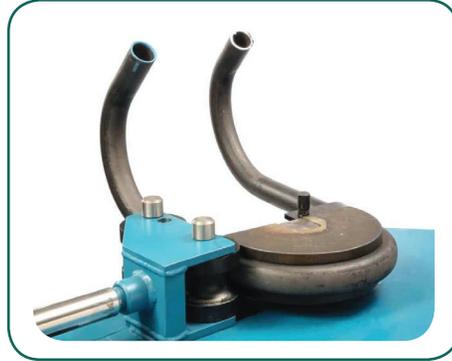
7. التخريم أو الإغفال: يُكبّس المعدن بين فكّي قالب ذكر وأنثى، وينتج عن ذلك فصل قطع من الشكل المطلوب، وفتحات بالشكل نفسه. كما في الشكل المرفق.



8. السحب العميق : بعد أن يُقصّ المعدن بالشكل المطلوب على شكل صفائح تُكبس بواسطة قوالب ذكر وأنثى، بينهما فراغ مساوٍ لسُمك المعدن تقريباً، وبذلك تُجبر هذه الكتل على المرور عبر فتحة القالب لتأخذ شكلاً جديداً مماثلاً لشكل شقّ القالب الذكري. كما في الشكل المرفق .



ولا يقتصر الأمر على هذه الأمثلة فحسب، بل إنّ هناك عمليّات تشكيل أخرى بدون قطع يضيق المجال هنا لبيانها بالتفصيل، كسحب الأسلاك والتدوير... وغيرهما كثير.



## آلات وماكينات تشكيل المعادن

لا يمكن بأيّ حال حصر الآلات والمكينات في تشكيل المعادن على وجه التحديد؛ وذلك بسبب تنوع عمليّات التشكيل التي تتمثل فيما يأتي :



عمليّات السبّابة

1. عمليّات السبّابة والصبّ والدرفلة. الشكل المرفق يمثّل ذلك .



2. عمليات التشكيل بدون قطع . الشكل المرفق يمثل ذلك



3. عمليات التشغيل (القطع) .



4. عمليات الوصل والتجميع .



عمليات التشغيل

## 5. معالجة السطوح والتشطيب .



السطوح والتشطيب

## 6. المعالجات الحرارية .

## 7. التشغيل غير التقليدي .

ففي عمليات السباكة يمكن استخدام آلات مختلفة، كالأفران وآلات تجهيز الرمل الخاصة بعمليات السباكة، وتجهيز القوالب، إضافة إلى آلة الحقن ذات القوالب الدائمة، وآلات الطرد المركزي... الخ. وفي عمليات التشغيل بالقطع تُستخدم آلة الخراطة وآلة التفريز والمقشطة وآلة الثقب وآلة التجليخ... الخ. وفي عمليات الوصل والتجميع يمكن أن تُستخدم آلات اللحام المختلفة وآلات الكبس... الخ. وفي عمليات معالجة السطوح يمكن أن نستخدم آلات دقيقة، وآلات تلميع وصقل، وآلات طلاء وتكسية خاصة. وفي عمليات المعالجة الحرارية يتم استخدام أفران خاصة، وآلات فحص وضبط، وأجهزة مايكروسكوب ومختبرات... الخ.

أمّا الآلات المستخدمة في عمليات التصنيع غير التقليديّة فهي من التنوع والدقة والحداثة المتجددة، بحيث يصعب الحديث عنها في هذه العجالة، فهي تعتمد تقنيات إلكترونية وليزر، وموجات فوق صوتية وإلكتروكيميائية وبلازما، وتشغيل بالتفريغ الكهربائي... الخ، والشكل يبيّن آلة تفريز محسوبة. وخلاصة القول في هذا الصدد: إنّ الآلات وتقنيات التشكيل والتشغيل بالقطع على وجه الخصوص قد أصبحت علماً متقدماً لا يعتمد على القدرة العضلية والمهارات الأدائية والمعرفة فحسب، وإنما يعتمد كذلك على آلات محسوسة وتقنيات فنيّة، ووسائل ضبط محكمة تخضع لمستويات من الدقة الفائقة وصولاً إلى ما دون الميكرون (100.0ملمتر).

## مستقبل مهنة الخراطة

مهنة الخراطة ابتداءً يُقصد بها العمل في إنتاج قطع معدنية مُحكمة القياس والدقة وجودة الأسطح والشكل من خلال عمليات التشغيل بالقطع، والعمليات غير التقليدية أحياناً. و لبيان ذلك يمكن عرض بعض الحقائق الآتية:

1. تُعرّف مهنة الخراطة أنها أمّ الآلات حيث إنّ إدامة عمل الآت الإنتاج المختلفة لا يتمّ إلاّ بها، وذلك من خلال :
  - أ. تصنيع القوالب بالدقة المطلوبة .
  - ب. الصيانة وتوفير قطع الغيار للآلات المختلفة .
  - ج. إمكانية التطوير والتحديث من خلال عمليات التشغيل بالقطع .

2. تُعدّ مهنة الخراطة الأكثر استفادة من ثورة التحكّم والضبط الإلكترونيّ، حتى أصبحت ورش الخراطة محسوبة بالكامل تقريباً؛ ما رفع من مستوى الدقة إلى حدود قياسية .

3. حتى عهد قريب كانت تُعرف هذه المهنة بأنّها فنّ الخراطة، حيث تتطلّب مستويات خاصّة من المهارات الأدائية والاستعداد الفني للمتعاملين بها، ولكنّ الأمر قد تعدّى ذلك الآن حتى أصبحت عالماً يتطلّب الإلمام بالكثير من المعارف والعلوم، مثل: علم المواد، وعلم القياس، وعلم الحاسوب، وعلم نظريّات، وأسس علم الآلات المختلفة، وهذا بدوره يجعل المتعاملين بهذه المهنة أكثر انفتاحاً ووعياً للمفاهيم الفنيّة المختلفة .

و من هنا يتضح أنّ هذه المهنة تتسم بالنموّ والتطور المتسارع مع الوقت، بل وتتسم بالعلاقة التفاعليّة مع باقي فروع الإنتاج والعمل الهندسيّ على وجه العموم، وإنّ حدود العمل الذي يمكن أن يشغله فنيّوها أخذت في الاتّساع بتزايد التطبيقات الهندسيّة. ولعلّ نظرة إلى آلات التشغيل والخراطة القديمة قبل خمسة عقود ومقارنتها بالآلات الحديثة المستخدمة في الخراطة والتشغيل بالقطع المستخدمة في المشاغل الفنيّة حالياً تُظهر حجم القفزة التي مرّت بها، و لا تزال تعيشها هذه المهنة اليوم وربّما سينبئ عن المزيد .

## الأسئلة:



- ما مفهوم المهنة؟
- فسّر: دخول الآلة في العملية الصناعية والإنتاجية ذات مخاطر.
- فسّر: الحفاظ على العناصر الأخرى للإنتاج يزيد في استمرار العملية الإنتاجية. (الآلات، الخامات، المرافق، راس المال، البشر).
- حلّل: تنوع وتفاوت مستويات العاملين في الصناعة.
- ناقش: تعدد عملية الصيانة أمراً بالغ الأهمية والدقة.

## أتعلم



إنّ تشكيل المعادن يتمّ بمجموعتين من التقنيات المختلفة (التشكيل بالقطع )، (التشكيل بدون قطع ). يجب على من يقوم في العمل معرفة الأمر الذي يوجب اهتماماً وعنايةً فائقةً، ولاسيما حينما يتعلّق الأمر في التعليم المهني الصناعي.

## أسئلة الوحدة:



### السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. تتم عملية التشكيل بدون قطع بواسطة:  
أ. المخرطة      ب. الفريزة      ج. السباكة والصب      د. القص.
2. الظروف المساعدة على عملية تشكيل المعادن:  
أ. الصهر      ب. المخرطة      ج. المقدح      د. اللحم
3. ما اسم العملية التي يكون المعدن أثناء عملية التشكيل ساخناً /بارداً ويمرّ المعدن المراد تشكيله بين أسطوانتين تدوران باتجاهين متعاكسين:  
أ. الدرّفة      ب. الصبّ      ج. الحدادة والتطريق      د. البثق
4. من الطُّرق التي يتم فيها إحماء المعادن إلى درجات حرارة دون الانصهار:  
أ. الحداد والتطريق      ب. البثق      ج. السك      د. القص.

5. قابلية المعدن للسحب والطرق والثني هي:

أ. الصلادة      ب. الطروقية      ج. المطيلية      د. التشغيل.

6. المعدن الذي نضيفه على السبيكة لزيادة عمق التقسية هو:

أ. المنغنيز      ب. الفسفور      ج. السيلكون      د. الكروم.

### السؤال الثاني :

#### علل ما يأتي :

1. تكثر الحوادث رغم التقدّم في تكنولوجيا الآلات .
2. لإعداد الجيد للفنيين القائمين على العملية الإنتاجية.
3. ضرورة إعداد برامج دراسية وتدريبية لكلّ فئة خاصة بها تحتوي المعارف والخبرات والمهارات اللازمة .

### السؤال الثالث :

1. فسّر إسهام خدمة الخراطة في مهن أخرى .
2. بيّن أنّ عملية الحسّ الآلي والميكانيكي المميّز كهدفٍ من أهداف علم الصناعة.
3. بيّن آلية التشكيل بالقطع ( التشغيل) .

### السؤال الرابع :

#### عرّف كلّ ممّا يأتي:

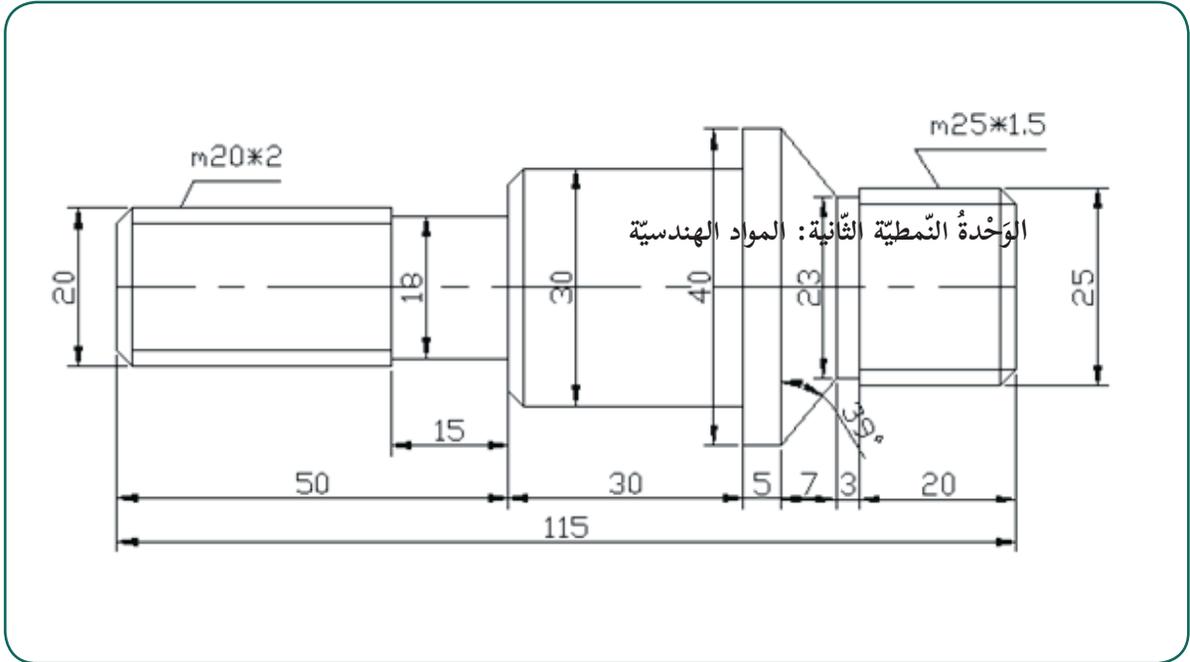
مهنة الخراطة، المهنة، الدرفلة.

### السؤال الخامس :

1. اذكر عمليّات التصنيع الأساسية.
2. عدّد أنواع تقنيّات تشكيل المعادن.
3. ما أهداف علم الصناعة وغاياته ؟
4. قارن بين عمليتي البثق والسك ؟

## تمرين عملي :

حضر زبون إلى مشغل الخراطة والتسوية، وطلب عمل قطعة ميكانيكية كما في الشكل المبين:  
ما عملية التشكيل الأدق في صنع مثل هذا التمرين.



الوَحْدَةُ النَّمطِيَّةُ الثَّانِيَّةُ

الموادُّ الهندسيَّةُ



الموادُّ الهندسيَّةُ المتوفِّرةُ المُستخدمةُ في التَّصنِيعِ المحليِّ

يُتَوَقَّعُ من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على التمييز بين المواد الهندسيّة المختلفة، من خلال:

- 1 التعرف إلى مفهوم المواد الهندسيّة وتصنيفاتها .
- 2 التعرف إلى مفهوم الخواص الطبيعيّة الفيزيائيّة .
- 3 لإلمام بالخواص الكيميائيّة للمواد الهندسيّة .
- 4 التعرف إلى كميّة استخلاص المعادن الحديديّة من الطبيعة .
- 5 الإلمام بأنواع الصّلب واستخداماته .
- 6 الإحاطة بأنواع المعادن غير الحديديّة .
- 7 الإحاطة بأنواع المواد الملبّدة .

## الكفايات المتوقَّع من الطلبة امتلاكها بعد دراسة هذه الوحدة :

### أولاً: الكفايات الاحترافية / الفنية

1. معرفة خصائص المعادن .
2. تواصل الطالب مع الزبون ومعرفة احتياجاته لتحديد مواصفات قطعة العمل .
3. التواصل مع الموردّين للمواد الهندسية .
4. تجهيز عرضاً للسعر وصيغة عقد مبدئي .
5. للعمليّة الإنتاجية يختار الطالب نوع المعدن المناسب .
6. دقّة المواعيد وبناء علاقات طيبة مع الزبون .

### رابعاً: الكفايات المنهجية

1. التعلّم التعاوني توزيع الأدوار والمهمّات في المجموعة.
2. الحوار والمقدرة على إقناع الزبون .
3. المناقشة مع الزبون بما تمّ إنجازه وعرض الناتج .
4. لعب الأدوار.
5. القدرة على البحث ومتابعة التطوّر التكنولوجي .

### قواعد الأمن والسلامة المهنية

ارتداء معدّات الصّحة والسلامة المهنية الآتية في حال دخولهم المشغل:

1. الخوذة.
2. النظارات الواقية.
3. القفّازات الجلدية.
4. المريول الجلدي.
5. الحذاء الواقي.
6. سمّاعات لتخفيض الأصوات.

### ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية :

1. ترتيب العمل من الأسهل إلى الأصعب .
2. التعامل بمصداقيّة وضوابط ثابتة .
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة .
4. القدرة على الإقناع والتواصل الفعّال .
5. القدرة على الاستماع لرأي الزبون .
6. القدرة الحصول على المعلومة من الزبون .
7. القدرة على التأمل الذاتي .

### ثالثاً: الكفايات البشرية

1. ترتيب العمل .
2. الثقة بالنفس .
3. الاستعداد لتطوير الذات .
4. إعلام الزبون عن تكلفة العمل قبل القيام به .
5. الحفاظ على سلامة الأجهزة خلال العمل .
6. الإلتزام بالمواعيد .
7. الدقّة في العمل .

## الموقف التعليمي التعلّمي : تمييز وتصنيف المعادن المختلفة المستخدمة في مهنة المعادن.

**وصف الموقف التعليمي:** جاء زبون وطلب من أحد الفنيين العمل في محل بيع للمواد الهندسيّة، وقام بتقديم طلب للعمل بعد المقابلة. تمّ تعيينه فنيّاً لمدة ثلاث شهور، وفي اليوم التالي طلب منه ترتيب الورشة وفق أنواع المعادن المختلفة، وأطوالها وأوزانها، وخصائصها الفيزيائيّة والكيميائيّة والميكانيكيّة .

خطوات العمل :



خطوات العمل الكامل	الوصف	المنهجية	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- أجمع المعلومات عن محلات بيع الحديد.</li> <li>- أجمع المعلومات عن الخصائص الخاصة بالمعادن.</li> <li>- أبحث عن طرق توثيق المعلومات الخاصة بالعمل.</li> <li>- أبحث عن أنواع المقاطع الفولاذية المصمّمة.</li> <li>- أتعرف خصائص المعادن والتميز بينها في سوق العمل.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- بناء مجموعات العمل وتعيين منسق لكل مجموعة</li> <li>- مناقشة وتحليل طلب الزبون بين فريق المجموعة.</li> <li>- مناقشة المجموعة فيما بينها المعلومات التي جُمعت.</li> <li>- توثيق وكتابة ما توصل إليه من معلومات.</li> <li>- عرض هذه المعلومات الموثقة للمعلم.</li> <li>- تزود كل مجموعة بما تحتاجه من نماذج للتوثيق والكتالوجات اللازمة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتالوجات أنواع المعادن ومواصفاتها الفنيّة.</li> <li>- خبرة المدرّس.</li> <li>- مواقع إلكترونيّة تعليمية وفيديوهات.</li> </ul>
أخطّط وأقرّر	<ul style="list-style-type: none"> <li>- يناقش الطلبة بمجموعات جميع المعلومات والتقارير التي تمّ جمعها من المرحلة السابقة.</li> <li>- تختار كلّ مجموعة العُد والأدوات والوثائق التي تلمهم في التنفيذ.</li> <li>- يكتب الطلبة قائمة بالخطوات التي سيتبعونها في تويب وتدوين أنواع المعادن.</li> <li>- يحدّد الطلبة مرجعيّة الحكم على صلاحية المعادن.</li> <li>- عرض كلّ القرارات والتجهيزات المتفق عليه بين المجموعة على المعلم.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عمل الفريق والنقاش الجماعي لتحليل المعلومات التي جمعت.</li> <li>- إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمّن زمن المهمّة ومن المتحدّث باسم المجموعة.</li> <li>- العصف الذهني.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية.</li> <li>- شبكة إنترنت.</li> <li>- المعلومات الفنيّة. الظاهرة على الجداول والملحقات الفنيّة.</li> <li>- دليل الشركة المصنعة.</li> <li>- معايير جودة المنتج .</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قطع من المعادن المصمّمة.</li> <li>- أدوات جليخ .</li> <li>- مادة تنظيف ومسح .</li> <li>- فوط .</li> <li>- أجهزة قياس المعادن .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- العمل الجماعي والعلمي .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- يقوم الطلبة بإنجاز المهمة وفقاً للمعايير الفنيّة وأنظمة السلامة المهنيّة ذات الصلة .</li> <li>- عمل قوائم بأسماء المقاطع الفولاذيّة المصمّمة في سوق العمل .</li> </ul>	<p>أنفَذ</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- المواصفات الفنيّة المزودة من الشركة الصانعة</li> <li>- معايير جودة المنتج .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الممارسة العملية (قوائم بأنواع المعادن )</li> <li>- النقاش الجماعي (عصف فكري بين المجموعات).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقارنة أنواع المعادن المختلفة .</li> <li>- مراعاة الإجراءات وصحة العمل .</li> <li>- مناقشة الزبون عن مدى رضاه عن أداء العمل .</li> <li>- تقييم السلامة والسلوك المهني والاحتياطات التي تم أخذها بعين الاعتبار أثناء أداء المهمة .</li> </ul>	<p>أتحقّق</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- جهاز عرض LCD</li> <li>- جهاز حاسوب .</li> <li>- أوراق ملوّنة .</li> <li>- أقلام .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- النقاش مع الزبون (المعلم) بما تم إنجازه</li> <li>- عرض النتائج في المشغل</li> <li>- تقديم عرض بوربوينت</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمعتُ المعلومات التي لها علاقة بالمعادن وأنوعها .</li> <li>- استخدمتُ أجهزة القياس المناسبة مستعيناً بكتالوج الشركة الصانعة .</li> <li>- قمت بتنفيذ الفحص وتحديد مواصفات المعادن المختلفة</li> <li>- قمت بتنفيذ ترتيب المعادن حسب الأطوال والسماكات المختلفة .</li> <li>- تقديم تقرير لمعلم المشغل بما تم إنجازه .</li> </ul>	<p>أوثّق وأقدّم</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- مواصفات المعادن من الشركة الصانعة .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- النقاش الجماعي .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تقويم مدى صواب الطريقة التي اتبعت في (ترتيب المعادن) وهل هنالك بدائل أخرى .</li> <li>- فحص عمليّة الترتيب الجديدة .</li> <li>- مقارنة نتيجة ترتيب المعادن حسب سماكاتها وأطوالها .</li> <li>- يقدّم المدرّب التغذية الراجعة الخاصّة به .</li> </ul>	<p>أقوم</p>

## الأسئلة:



① قارن بين الحديد المطاوع وحديد الزهر من حيث الخصائص.

② صنّف المعادن الحديدية وبيّن استخداماتها.

## نشاط:



1. نظّم جدولاً بالقضبان والألواح المعدنية المتوفرة في مشغل تشكيل المعادن، مبيّناً قياساتها واعرضها على لوحة في المشغل .
2. قم بزيارة أحد متاجر الحديد، ونظّم جدولاً بأسعار القضبان والألواح المعدنية.

## أتعلم



أ. خصائص المعادن :

أولاً: الخصائص الفيزيائية، تتعدد الخصائص الفيزيائية للمواد ومن أبرزها:

1. التمدد الحراري : تتمدد المعادن بارتفاع درجة حرارتها وتقلص بانخفاضها .
2. الموصلية الحرارية : قابلية المادة لنقل الحرارة بالتوصيل بسهولة وبسرعة .
3. الانصهارية : يُعبّر عن الانصهارية بمدى سهولة أو صعوبة انصهار المادة .

② أسئلة: فسر، حلّل.

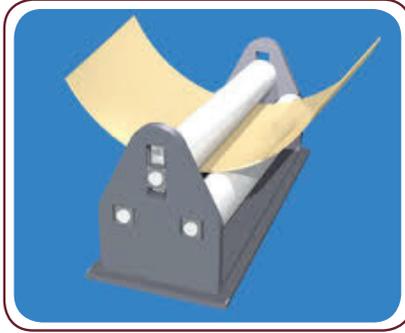
③ تمرين عملي على غرار المواقف: اختر الطريقة المناسبة لعمل أسطوانة قطرها 25ملم وارتفاعها 15 ملم.

④ مشروع معيّن / واجب ضروريّ لملفّ الإنجاز .

لقد وجد الإنسان نفسه مضطراً إلى تطويع ما حوله من الخامات للحصول على أشكال محدّدة، مثل: المعول للزراعة، والسهم للصيد، والرمح للدفاع عن النفس، ومن هنا بدأ الاهتمام بتشكيل المعادن إلى أشكال مختلفة، وذلك من خلال الطرق الآتية :

1. التشكيل بالقطع (التشغيل): حيث سيتم التطرق إلى تقنيات التشكيل بالقطع في الوحدات القادمة.
2. التشكيل بدون قطع : حيث تتصف هذه الطريقة بعدم إزالة اجزاء من المعدن أثناء عملية التشكيل على شكل برادة أو رايش (أي بدون انتزاع أي أجزاء من المعادن أثناء عملية التشكيل ) ومن الأمثلة على ذلك:

أ. **الدرفلة** : وبهذه العملية يمكن أن يكون المعدن ساخناً أو بارداً، وتتم بتمرير المعدن المراد تشكيله بين أسطوانتين تدوران باتجاهين متعاكسين ليتم عصر المعدن بينهما داخل مجرى تم تشكيله مسبقاً؛ ما ينتج عنه زيادة في طول المعدن على حساب مساحة المقطع ، كما يوضح الشكل المقابل.



ب. **السابكة والصب** : حيث يتم صهر المعدن المراد تشكيله ضمن أفران خاصة وإضافة خلطات معدنية بنسب محدّدة؛ للحصول على مواصفات فنيّة دقيقة للمنتج، ثم تُصبّ هذه السبائك ضمن قوالب خاصّة أُعدت مسبقاً، ذلك ويُترك المعدن المنصهر ليبرد ويأخذ الشكل المطلوب. كما في الشكل ادناه .



## أنواع المواد الهندسيّة :

يمكن تصنيف المواد الهندسيّة إلى ما يأتي :

أولاً مواد معدنيّة (Metallic Materials) وتنقسم الى :

1. معادن حديديّة (Ferrous Metals) مثل الحديد المطاوع ، و الفولاذ (Steel) ، ( وحديد الزهر ( Cast Iron).

2. معادن غير حديديّة (Nonferrous Metals) وتنقسم إلى :

- معادن ثقيلة: مثل النحاس والنيكل .
- معادن خفيفة: مثل الألمنيوم والمغنيسيوم .
- معادن طرية : مثل الرصاص والقصدير .

ثانياً : مواد غير معدنيّة :

1. مواد أرضية مثل: الرخام، والإسمنت، والجبس، والزجاج، والإسبست ..... إلخ .
2. مواد عضوية طبيعية مثل: الخشب، الجلد، المطاط الطبيعي، الإسفنج الطبيعي والفلين .

### ثالثاً: مواد مصنعة (مخلقة) :

مثل اللدائن بمختلف أنواعها: كالبلاستيك والسيلاكون والألياف الصناعية .... إلخ .

### رابعاً: مواد الطاقة

مثل: الوقود والزيوت والمفرقات والمواد النووية .

### خواص المواد الهندسية :

إن استعمال المواد الهندسية في التطبيقات الصناعية المختلفة يتوقف على مدى وجود الخواص المتعلقة بذلك التطبيق، وقد تكون بعض الخواص مرغوباً فيها إلى حد بعيد في تطبيق ما ، في حين أنها تمثل عيباً واضحاً في تطبيق آخر.

### وفيما يأتي عرض للتقسيمات المختلفة لخواص المواد:

#### 1. الخواص الطبيعية (الفيزيائية) :

تتمثل هذه الخواص في الحالة ( الصلبة، والسائلة، والغازية ) ، والكثافة، والمسامية، ونسبة الرطوبة، واللون وطبيعة التركيب البلوري ( بلوري، عشوائي ) التوصيل الكهربائي والحراري، معامل التمدد ودرجة الانصهار والتبخر والحرارة الكامنة لذلك، ودرجة الاشتعال، وبيان مقاومة النيران والمغناطيسية ... إلخ .

#### 2. الخواص الكيميائية :

مثل: التركيب الكيميائي ومقاومة الأحماض والقلويات، وكذلك سرعة التأكسد بفعل الرطوبة والهواء الجوي، و طبيعة أكسيد المادة البنائية ومدى تأثر المادة بالمواد الأخرى، كالمذيبات العضوية وطبيعة نشاطها الكهروكيميائي ..... إلخ .

#### 3. الخواص الميكانيكية:

بمعنى مدى تأثير المواد بالأحمال والقوى المختلفة، وما قد تبديه من مقاومة أو إستجابة وخضوع للتشكيل . أو مدى المرونة والاستعداد للرجوع السابق، شكلها وأبعادها بعد زوال تلك الأحمال والقوى، فقد لوحظ على سبيل المثال اختلافاً في تأثر المواد الهندسية اعتماداً على طبيعة القوى أو الحمل؛ إذ تبدي تحملاً ومقاومة عالية لإجهادات الضغط وضعفاً ظاهراً لأحمال الشد والصدم، كما في حديد السكب والزجاج والرخام؛ ولهذا جمعت تحت تصنيف واحد ضمن المواد الهشة. وكذلك بدا أن طبيعة الحمل من حيث سرعة التحميل الديناميكي أو الإستاتيكي أو المتردد أثر بنسب متفاوتة على المواد المختلفة؛ الأمر الذي اقتضى دراسة المواد الهندسية المختلفة فيزيائياً وإبراز خواصها المختلفة ضمن جداول فنية وعلاقات بيانية هندسية دقيقة؛ ليتسنى للمصممين والمهندسين تحديد الأنسب منها للتطبيقات المختلفة، والعمل على تطوير هذه الخواص بمختلف الوسائل الفنية المتاحة، والعمل أحياناً على

يُوجد مواد هندسيّة جديدة ذات مواصفات أفضل، من خلال عمل السبائك والمعالجات الحراريّة واستخدام المواد المركّبة والمواد الملبّدة باستخدام تكنولوجيا المساحيق.

## المعادن الحديدية Ferrous Metals

الحديد هو أحد الفلزّات الصّلبة، لونه فضيٌّ ويمتاز بخاصية مغناطيسيّة وقابليّة للتشكيل، سواءً بالسحب أو بالطرق. ويعدُّ من المعادن الثقيلة، إذ تبلغ كثافته 7.875 غم/سم<sup>3</sup>، وأمّا درجة انصهاره فتبلغ (1540 م) تقريباً وله موصليّة جيّدة للحرارة والكهرباء وإن كانت أقلّ من موصليّة النحاس والألمنيوم.

والحديد يصدأ بسرعة إذا تعرض للهواء الرطب مكوّناً أكسيد الحديد المائي (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.nH<sub>2</sub>O)، ويتحدّ الحديد مع الكربون مكوّناً مجموعة من المركّبات التي تتفاوت خواصّها الميكانيكيّة تبعاً لنسبة الكربون، فمثلاً الحديد المحتوي نسبة (4.5 - 2.5) % يُسمّى حديد الزهر أو السكب، وهو هشٌّ سهل الكسر إذا تعرّض للصدمات الفجائيّة أو الشدّ، في حين أنّه يتحمّل إجهادات وقوى الضغط إلى حدّ كبير. والحديد المحتوي على نسبة من الكربون أقلّ من 1.5 % يُسمّى الفولاذ بأنواعه المختلفة.

والحديد الصناعيّ في الغالب عبارة عن سبائك تحتوي إلى جانب الحديد كمكوّن أساسيّ عناصر أخرى فلزيّة كالنيكل والكروم، أو لافلزيّة كالسيلكون والكبريت والفسفور ولكن بنسب ضئيلة؛ وذلك لتحسين الخواص الميكانيكيّة وقابليّة التشغيل لهذه السبائك المعروفة بسبائك الفولاذ، وكذلك لتحسين مقاومة هذه السبائك للصدأ، وزيادة قابليتها للمعالجة الحرارية.

## استخلاص الحديد وتنقيته:

يتمّ استخلاص الحديد من خاماته المختلفة (Iron Ore) الموجودة في الطبيعة، مثل: خامات أكسيد الحديد المغناطيسي (ماغنيتايت)، وخامات الحديد الأحمر (هيماتيت)، وأكسيد الحديد المائي (ليمونيت)، وكربونات الحديد (السبار) ويتم تجهيز هذه الخامات بمجموعة من العمليّات الأساسيّة، كالتكسير، والفرز، والتصنيف، والتحميص، والغسل، والتركيّز، والتلييد ..... إلخ. ثمّ تُشحن في الفرن العالي ويضاف إليها كلُّ من فحم الكوك والحجر الجيري، الأول كوقود وعامل اختزال والثاني كمساعد صهر. وتتمّ عمليّة الاستخلاص والتنقية من خلال سلسلة من التفاعلات الكيميائيّة الباعثة للحرارة والمختزلة؛ ما ينشأ عن تركيز الحديد على شكل مصهور يتكوّن من الحديد المشبع بالكربون، وهو ما يُسمّى بحديد الغفل (Fe<sub>3</sub>C)، إضافة إلى عناصر أخرى ذائبة بنسب قليلة. وللحصول على الأنواع المختلفة من الحديد الصناعيّ تتم معالجة الحديد الناتج من الفرن العالي (حديد الغفل) بواسطة أفران خاصّة مثل فرن الدست أو المحوّلات المختلفة، كمحوّل بسمر، ومحوّل مارتن، ومحوّل تومس، أو الأفران الكهربائيّة أو العاكسة للحصول على حديد الزهر والحديد المطاوع والصلب (الفولاذ). وفيما يأتي عرض موجز لخواص واستعمالات هذه المنتجات الحديدية:

## أولاً: حديد الزهر

ويُسمَّى أيضاً حديد السكب ( Cast Iron ) ، وهو يحتوي على الكربون بنسبة عالية تصل إلى ( 4 - 3 ) % إضافة إلى نسبة قليلة من الفسفور والسيليكون والمنغنيز، وهو هشّ يتمّ كسره بسهولة إذا تعرض للصدمات، وضعيف أمام أحمال الشدّ، في حين أنّه يُبدي مقاومةً واضحةً إزاء أحمال الضغط ، ووزنه النوعي 7.2 ولدى التّظر إلى مناطق كسره تبدو جزئياته كبيرةً ولامعةً وبلوريّة ذات ملمس خشن، ولونه رماديّ ضارب إلى السّمر، ولدى طرّقه يُسمع له صوتٌ غليظٌ غير رنان.

### أبرز مزاياه :

1. رخيص الثمن
2. انخفاض درجة انصهاره ( 1200 - 1150 ) مئوي.
3. سهولة القطع على آلات التشغيل المختلفة.
4. السيولة العالية ما ينتج عنه سهولة الصبّ.
5. مقاومة الاحتكاك لوجود الكربون مايساعد على الانزلاق.

### أهم استعمالاته:

1. صناعة إسطوانات وسكبات محرّكات السيارات.
2. صناعة الأنابيب الكبيرة.
3. صناعة أجسام المحركات الترنبية والمضخّات.
4. صناعة المحابس والصّمّامات الكبيرة في المنشآت البترولية وصافي النفط.
5. في بعض التجهيزات المنزليّة، كالمدافئ ومغاطس الاستحمام.
6. بناء أجسام الماكينات وقواعدها.

### ثانياً : الحديد المطاوع ( wrought Iron )

يُمثّل الحديد المطاوع أنقى أنواع الحديد، ولا تزيد نسبة الشوائب فيه سواءً الكربونيّة أو العناصر الأخرى عن 0.5 % . ويتمّ استخلاصه بواسطة أفران خاصّة تُعرف بالفرن العاكس ( Pudding furnace ) وتُطرق نواتج هذا الفرن بعد إخراجها بمطارق آليّة خاصّة لتخليصها من الشوائب، ثمّ تتمّ درفلتها إلى الأشكال والأبعاد المطلوبة .

### أبرز خواص الحديد المطاوع :

1. الوزن النوعي للحديد (8.87).
2. طريّ وذو قابليّة عالية للسحب والتشكيل .
3. درجة انصهاره ( 1500 - 1539 ) مئوي.
4. قابليّته الفائقة للطّرق ولاسيما الساخن، سواءً للتشكيل أو حتى اللحام بالطّرق.

5. يتأكسد إذا تعرّض للهواء الجويّ مكوّناً أكسيد أسود عند الإحماء إلى درجة الاحمرار، ويحترق إذا رُفعت حرارته إلى اللون الأبيض في وجود الهواء الجويّ.
6. مقاوم للعوامل الجويّة في درجة حرارة الغرفة.

### استعمالاته:

1. صناعة السلاسل والمقابض وبعض الأدوات الزراعيّة.
- الصناعات الكهربائيّة ولاسيما الصفائح المستخدمة في قلوب المحرّكات والمحوّلات الكهربائيّة .

### ثالثاً: الصّلب (الفولاذ) ( steel )

الفولاذ أو الصّلب هو سبيكة من الحديد والكربون، ويكون فيها نسبة من الكربون ويكون فيه الكربون متّحداً بالكامل مع الحديد كيميائياً على شكل كريد الحديد وهو ما يعرف باسم سمنايت (Fe<sub>3</sub>C)، والصّلب يمكن صبّه في قوالب السباكة المعروفة، ويمكن تشكيله وطرفه سواءً كان بارداً أو ساخناً، كما يمكن قطعه وتشغيله على آلات التشغيل المعروفة بسهولة أيضاً. وعند إضافة معادن أخرى بنسبٍ محدّدة لهذه السبيكة، كالنجنستن والنيكل والكروم تتحسن بعض خواصه وقابليته للتشغيل والتشكيل، ويُعرف عندها بالصّلب السبائكي، ومن أبرز أنواع الصّلب الكربوني، هي: الصّلب منخفض الكربون، والصّلب متوسط الكربون، والصّلب عالي الكربون. وفيما يأتي توضيح لكلّ

### نوع واستعمالاته:

#### أ. الصّلب منخفض الكربون (Low carbon steel)

ويتمّ الحصول على الصّلب منخفض الكربون بواسطة محوّلات ( بسمر أو توماس )، أو بطريقة مارتن. وهو قابل للسحب والطّرق، ويمكن تشكيله ساخناً وبارداً إلى الشكل المطلوب، كالقضبان والصفائح أو المقاطع (بروفيلات) مثل مقطع ( I ، U ، L ) والفاصون وهذا النوع من الصّلب أفضل من الحديد المطاوع في كثير من التطبيقات، لذا فقد حل محله. وهذا النوع من الصّلب لا يتأثر بعمليات المعالجة الحراريّة التقليديّة من الإحماء والتبريد الفجائي، ولكن يمكن تصليده سطحياً بواسطة تقنيّات خاصّة. ويُستعمل الصّلب منخفض الكربون لعمل الأسلاك والصفائح الرقيقة والأنابيب، وكذلك للأعمال الإنشائيّة كالجسور والأبراج؛ لما يمتاز به من سهولة التشكيل والتشغيل واللحام .

#### ب. الصّلب متوسط الكربون ( Medium Carbon steel )

يتمّ الحصول على هذا النوع من الفولاذ بالمحوّلات نفسها التي يمكن الحصول منها على الفولاذ أو الصّلب منخفض الكربون، غير أنّ نسبة احتواء هذا الصّلب على الكربون قد تصل إلى 0.8 % في حين أنّ نسبة المنخفض من الكربون لا تتعدّى 0.3 % ويمكن التمييز بينهما بالنظر؛ إذ يبدو لون قشرة الصّلب متوسط الكربون فاتحاً قليلاً . وإذا سُخّن

هذا الصّلب إلى درجة الاحمرار ثمّ أُطفئ فجأة في الماء أو الزيت فإنّ صلابته تزداد بشكل ملحوظ. ولهذا النوع من الفولاذ مقاومة أعلى للشدّ ومتانة أكبر، ولكن قابليته للسحب والطّرق والتشكيل تكون أقلّ من الفولاذ منخفض الكربون.

### أبرز استعمالاته:

صناعة المحاور والأنابيب، وصناعة الأسلاك والغدد والأدوات، كالمطارق والسنايك والأزاميل ولاسيما المستعملة في النجارة.

### ج. الصّلب عالي الكربون ( High carbon Steel )

وقد كان يعرف هذا النوع من الصّلب باسم صلب العدة؛ وذلك لقابليته للمعالجة الحرارية من خلال الإحماء والتبريد الفجائي السريع، ولاحتوائه على الكربون بنسبة عالية تصل إلى 1.5 % جعل من الضروري إجراء عمليّات المراجعة الحراريّة له بعد التقسية، وذلك للتقليل من الضعف الناتج في مقاومته للصدمات، وعندما قد يبدي مقاومة نسبيّة للصدمات ولكنه قد ينكسر إذا ما تعرّض للانحناء بشكل مفاجئ، ويستعمل هذا النوع من الفولاذ في صناعة القوالب والأدوات كالفؤوس، وعُدد الحفر، وصناعة الأدوات الحادّة والباردة اليدويّة، وریش الثقب، وسكاكين خراطة الخشب، وأجهزة القياس، وقد كان يُستخدم سابقاً لصناعة أقلام الخراطة للمعادن إلى أن حلّ صلب السّرعات العالية (H.S.S) مكانه.

### المعادن غير الحديدية ( Non-ferrous Metals )

إلى جانب الحديد والصّلب ثمة معادن غير حديديّة أخرى بالغة الأهميّة في التطبيقات الصناعيّة وذلك لخواصّها التي تمتاز بها على المعادن الحديديّة، التي ستعرّف إليها بإيجاز، ومن هذه المعادن : النحاس، والألمنيوم.

### أولاً: النحاس ( copper )

عرف الإنسان النحاس منذ فجر التاريخ من خلال خاماته الموجودة في الطبيعة التي تتمثل في أكاسيد النحاس وكبريتاته المعروفة باسم بيريت النحاس ( copper pyrite )

1. معدنه لامع ولونه أحمر نقيّ، بينما سبائكه تميل إلى الصفرة
2. وزنه النوعي (8.92)؛ لذا يعد من المعادن الثقيلة .
3. درجة انصهاره (1083) مئوي ودرجة غليانه (2360) مئوي .
4. الموصلية العالية للتيار الكهربائي والحرارة .

### الخواص الميكانيكيّة وقابليّة التشكيل:

1. قابليّة الطّرق والسحب، وإمكانيّة الدرفلة إلى صفائح رقيقة ( عالي اللدونه).
2. صلابته تبلغ نصف صلادة الحديد تقريباً.
3. تزداد صلابته بعد الدرفلة، ويمكن أن يعود إلى ما كان عليه من الليونة إذا تمّ تسخينه إلى (320) مئوي وتبريده.
4. يصعب صبّه لكونه يمتصّ الغازات؛ ما ينتج عنه تكوين فقاع في المسبوبات.
5. تعتمد متانة المنتجات النحاسيّة على طريقة تصنيعها فتبلغ مقاومة الشدّ للمسبوبات (15-17) كغم / مم<sup>2</sup>، بينما تبلغ للمنتجات المدرفلة (21-23) كغم / مم<sup>2</sup> .

## خواصه الكيميائية:

1. لا يتأكسد في الهواء الجافّ بينما يتأكسد في الهواء الرطب مكثّواً أكسيد النحاس الأحمر و كربونات النحاس الخضراء .
2. لا يتفاعل مع القلويات ولا الحوامض المخفّفة، ولكنه يتفاعل بسهولة مع حامض الكبريتيك المركز والساخن .

## استعمالات النحاس:

1. الصناعات الكهربائيّة وشبكات نقل الطاقة وتوزيعها ( بسبب موصليّته العالية للكهرباء ).
2. صناعة المبدلات الحرارية وأجهزة التبريد والتدفئة ( بسبب موصليّته العالية للحرارة ).
3. صناعة السبائك كالبرونز والنحاس الأصفر والأعمال الفنيّة.
4. يُستخدم في صناعة القوالب، ولاسيما في آلات التشغيل بالتفريغ الكهربائي ( EDM )

## الألمنيوم ( Aluminum )

يُعدّ خام الألمنيوم الأكثر انتشاراً في القشرة الأرضيّة، وذلك إمّا على أكاسيد أو سيليكات، ولا يمكن وجوده حرّاً؛ وذلك لنشاطه الكيميائيّ وسرعة تأكسده. وأبرز خاماته يعرف باسم البوكسيات، ولعلّ من أسباب ارتفاع أسعار الألمنيوم على الرغم من كثرة توفّر خامه في الطبيعة هي الكلفة العالية لاستخلاصه؛ إذ إنّ ذلك يتمّ بالتحليل الكهربائي وبوسائل مكلفة إلى حدّ كبير .

## خواص الألمنيوم الطبيعيّة:

1. لونه فضيّ لامع.
2. وزنه النوعي ( 2.7 ) لذلك يُعدّ من المعادن الخفيفة ( كثافة = 1/3 كثافة الحديد تقريبا )
3. درجة انصهاره (660) مئوي .
4. موصل جيّد للحرارة والكهرباء.

## خواصه الميكانيكيّة وقابليّته للتشكيل:

1. الألمنيوم ذو قابليّة عالية للطّرق والسحب والدرفلة وهو قابل للحام .
2. تتراوح مقاومة الشدّة للألمنيوم (9-15) كغم/مم<sup>2</sup> وفق طريقة تشكيله .
3. إمكانيّة تحسين الخواص إلى حدّ كبير بواسطة إضافة سبائكيّة من معدن آخر كالنحاس والمنغنيز والخراسين أو مواد غير معدنية كالسيلكون .

## الخواص الكيميائية :

الألمنيوم سريع التأكسد في الهواء، إذ يتكوّن على سطحه طبقة صلبة مثل الأكسيد تسمى ( الألومين)، وتكون شديدة الالتصاق بالمعدن و متماسكة إلى حدّ أنّها تحوّل دون وصول الاكسجين إلى الطبقات الداخليّة من المعدن؛ ما يجعل

من هذه الطبقة من الأكسيد بمثابة الدهان الواقى من التآكسد وبهذا يحقّق هذا المعدن لنفسه حماية ذاتية .

### استعمالات الالمنيوم

1. الصناعات الكهربائيّة وشبكات نقل الطاقة . (لماذا)؟
2. الأواني المنزليّة والتخليل، وحفظ المواد الغذائيّة والمشروبات الخفيفة (لماذا) ؟
3. الصناعات الجويّة وبناء الطائرات، وصناعة المحرّكات، والصناعات العسكريّة .
4. صناعة الأثاث المنزلي والنوافذ والأبواب .
5. صناعة قوالب صبّ وحقن البلاستيك .

### السبائك ( Alloys ) :

تُمزج بعض المعادن مع بعضها بشكلٍ كليّ على هيئة محاليل (تذوب) لدى صهرها، وتبقى على الحالة نفسها من الذوبان حتى بعد تجمّد محلولها السائل، مكوّنةً ما يُسمّى بالمحاليل الصّلبة أو السبائك، وتُستعمل هذه السبائك على نطاقٍ واسعٍ في الصّناعة؛ لما لها من خواصّ ميكانيكيّة وفنيّة تتفوّق على خواص المعادن النقيّة ويمكن التحكم وضبط خواصّ الكثير من السبائك من خلال :

1. التركيب الكيميائيّ ( النسب والإضافات ) .
2. البناء الداخلي البلوري ( بالمعالجة الحراريّة) . وستتعرف على بعض السبائك الأكثر أهميّة لمهنة الخراطة، كمثال وليس على سبيل الحصر:

### أولاً : السبائك الصّلب ( steel alloys ) :

الصّلب السبائكي هو صلبٌ كربونيّ يحتوي على واحد أو أكثر من العناصر الآتية: النغل ، الكروم ، الفانديوم ، المليونيدوم ، الكوبلت ، التنغستن ، المنغنيز ، السيلكون ويُسمّى بالعنصر المضاف إليه، فمثلاً يُقال صلب كرومي، أو نغل كرومي، أو سيلكوني ... الخ .

### ويُقسم الصّلب السبائكي وفق استعمالاته إلى ثلاث مجموعات:

1. الصّلب السبائكي الإنشائي : لبناء الآلات والمنشآت .
2. صلب العدّة السبائكي: في أدوات القطع وشيلونات القياس .
3. صلب السبائكي الخاصّة : في الصّلب المقاوم للصدأ، والصّلب المغناطيسي، والصّلب المقاوم للتآكل .

## أهم أنواع الصُّلب السبائكي:

- 1. صلب نيكلي:** ويُقسم إلى منخفض وعالي النكل، ويُستعمل في صناعة الطائرات والسيارات؛ لقدرته العالية على مقاومة الصدمات والاهتزازات ومقاومة التآكل. وهو غير مغناطيسي ومعامل تمدده قليل؛ ولذلك يُستعمل في صناعة أدوات القياس.
- 2. الصلب الكرومي:** من مميّزاته أنّه شديد الصلادة، ويُقاوم التآكل والبري؛ لذا يُستعمل في صناعة كرات كراسي التحميل(البيل)، وصناعة آلات الطحن، وتكسير الحجارة، والمطارق.
- 3. الصلب النيكل الكرومي:** قد يحتوي هذا الصُّلب على عناصر أرى بنسبة قليلة، كالمنغنيز والسيلكون. ومن مميّزاته أنه شديد الصلادة ومقاوم للصدأ. ويُستعمل في صناعة الشاحنات الضخمة والروافع؛ وذلك لقدرته الفائقة على تحمُّل الإجهادات والاهتزازات .
- 4. الصُّلب السيلكوني:** يحتوي هذا الصُّلب على السيلكون بنسبة ( 0.8 - 2.5 )% ويُستعمل في صناعة الزمبرات .
- 5. الصُّلب المنغنيزي:** يحتوي هذا الصُّلب على المنغنيز بنسب عالية ( 11 - 41 )%، وهو غير مغناطيسي، ومعامل تمدده كبير، وهو صلد جداً؛ لذا فهو يُستعمل في صناعة فكوك الكسّارات، وأسنان الجرّافات، وفي عجلات القطارات.
- 6. صلب السرعات العالية ( high speed steel ) :** يُستعمل هذا الصُّلب في صناعة عُدد القطع التي تتعرّض لسرعات عالية، وينشأ عنها حرارة مرتفعة تصلُ حتى (600) مئوي، مثل: ريش الثقب، ونصّلات المناشير، وسكاكين الخراطة، والتفريز التي يجب أن تحتفظ بصلادتها رغم ارتفاع درجة الحرارة. وهو يتكوّن من الصُّلب أساساً مضافاً إليه التنجستن والفانديوم والكروم، وربّما الكوبالت أحياناً؛ وذلك بهدف الحفاظ على المتانة والصلادة، وزيادة مقاومة البري على حدود القطع مع زيادة الحرارة، وذلك بالنسب الآتية:  
كربون: ( 0.6 - 0.7 ) %  
كروم: ( 0.4 - 0.45 ) %  
تنجستن: ( 0.14 - 0.17 ) %  
فانديوم: ( 1 - 1.5 ) %  
كوبالت: ( 4 ) %
- 7. الصُّلب غير قابل للصدأ ( steel stainless ) :** هذا النوع من الصُّلب يحتوي كلاً من النيكل والكروم وبنسبة 9% نيكل ، 1.8 % كروم، ولوجود النيكل بهذه النسبة تجده متيناً إذا ما قورن بالصُّلب الكربوني العادي، وبسبب احتوائه هذه النسبة العالية من الكروم يتكوّن على سطحه غشاءً متيناً من أكسيد الكروم الصُّلب، يحولُ دون تكوّن صدأ الحديد المعروف؛ ما يُبقي على المظهر الفضيّ اللامع للمعدن .

## ثانياً: سبائك النحاس ( copper alloys )

أبرز سبائك النحاس هي: البرونز والنحاس الأصفر التي تتميز على النحاس في بعض الخواص، التي ستعرض لكل منها بإيجاز:

### أ. البرونز ( Bronze )

ويُسمّى -كالصّلب السبائكي- باسم العنصر المضاف إليه، ويشمل :

#### 1. البرونز القصديري ( Cu- Sn ):

يتكوّن بإضافة القصدير إلى النحاس بنسبة قد تصل حتى 22 % إضافة إلى عناصر سبائكية أخرى بنسب قليلة، كالرصاص و لخارصين والفسفور. وأبرز خواصه ما يأتي :

1. القابليّة العالية للتشكيل .

2. مقاومة عالية للتآكل .

3. انخفاض معامل الاحتكاك .

4. زيادة الصلادة مقارنة بالنحاس .

ولخواصه السابقة فهو يستعمل في صناعة الصّمّامات (المحابس )، وكراسي التحميل ( البوكسات )، وتركيبات أنابيب المياه، والغاز، والصناعات الكيماويّة .

#### 2. البرونز الألومنيومي ( Cu-Al ) :

يحتوي هذا النوع من البرونز على الألومنيوم بنسبة ( 4 - 11 )% إضافة إلى عناصر سبائكية أخرى، ويتميّز بسهولة صبّه وقلة تأثيره بالكيماويات، وإمكانية درفله إلى شرائح أو قضبان أو أسلاك. ويستعمل في صناعة المسكوكات النقدية .

#### 3. البرونز السيليكوني ( Cu-Si ):

يحتوي السيليكون بنسبة 3 - 4 % وخواصه تتفوّق على خواصّ البرونز القصديري؛ لذا تجده قد حلّ مكانه في بعض التطبيقات الهندسيّة .

#### 4. البرونز البيريليومي ( Cu -Be ):

يحتوي على 2 % بيريليوم وأبرز خواصّه :

1. الصلادة والمتانة العاليتان .

2. إمكانية التقسية بالمعالجة الحرارية ( 800 - 820 ) مئوي، حيث يتمّ التبريد السريع والمراجعة عند درجة حرارة ( 300 - 350 ) مئوي.

## أ. النحاس الأصفر ( Brass )

يتكوّن النحاس الأصفر من سبيكة النحاس مع الزنك ( Cu - Zn )، وتتراوح نسبة الزنك فيه بين 10 - 40 % ، وعلى الرغم من أنّ هذه السبيكة أرخص ثمنًا من النحاس النقيّ إلا أنّها تتفوّق عليه في بعض الخواصّ، ولا سيّما الميكانيكية منها. وكذلك تميّز على النحاس النقي في قابليّتها العالية للصبّ والتشغيل، ويمكن معالجتها حراريّاً بالتخمير ( 600 - 700 ) مئوي، وكذلك مقاومة التأثيرات الجويّة والكيميائيّة، ولتحسين بعض الخواص يمكن أن يُضاف إلى النحاس الأصفر العديد من العناصر، كالألومنيوم والقصدير والنيكل والسليكون .... الخ .

### أبرز أنواع النحاس الأصفر :

1. التومباك يحتوي على 10 % زنك .
2. المونترز يحتوي على 30 % زنك .

## ج. سبائك الألومنيوم ( Aluminum Alloys )

تتكوّن سبائك الألومنيوم من الألومنيوم كأساس لها وبعض العناصر المضافة الأخرى لتحسين الخواص، مثل: السيلكون والنحاس والمنغنيز والمغنيسيوم والخرصين. وهي أكثر متانة ومقاومة للتآكل والصدمات من الألومنيوم النقيّ؛ ولذا تجدها واسعة الاستعمال في الصناعات المختلفة. وسبائك الألومنيوم كثيرة وتُصنّف وفق اعتباراتٍ مختلفة، ولكننا هنا سنكتفي بعرض أهمّها :

### 1. سبائك الألومنيوم - نحاس ( Al-Cu )

وتحتوي على ( 5.4 - 11% ) نحاس، ولها خواص ميكانيكيّة عالية وقابلة للمعالجة الحرارية؛ ولذا تُصنع منها المكابس ورؤوس الأسطوانة في محرّكات الاحتراق الداخلي، والأجزاء الأخرى عالية التحميل في الآلات .

### 2. سبائك الألومنيوم - مغنيسيوم ( Al-Mg ):

وتحتوي على ( 4،5 - 10% ) مغنيسيوم وهي ذات مقاومة عالية للصدمات والتأكسد .

### 3. سبائك الألومنيوم - خارصين ( Cu -Zn )

تُدعى بسبائك (السيلومين - خارصين ) وتحتوي على 6 - 9 % خارصين، تمتاز بصلادتها العالية ومتانتها المتميّزة، ولا سيّما بعد معالجتها حراريّاً.

### 4. سبائك ( الدورلومين Duralumin ):

تُعدُّ أشهر سبائك الألومنيوم على الإطلاق؛ وذلك لاستعمالها على نطاق واسع في صناعة الطائرات والمركبات الفضائيّة والصناعات العسكريّة و السيّارات، ولا سيّما سيارات السباق. وتحتوي هذه السبيكة إضافةً إلى احتوائها النحاس بنسبة 3.5 - 4.5 % على نسبٍ من المغنيسيوم والمنغنيز . وتمتاز بأنّها تتصلد بالتعتيق؛ أي أنّها تصبح صلبة جداً إذا ما تُركت في الهواء الجوّيّ لمدة أسبوع؛ ولذا يجب إجراء عمليّة التلدين لها إذا أُريد تشغيلها بآلات القطع، وتتمّ عمليّة التلدين بالتسخين إلى درجة حرارة 360 مئوي والتبريد البطئ في الهواء الجوّيّ .

## المواد الملبّدة (Sintered Materials)

لمّا كانت عمليّة التسابك بين المواد والمعادن المختلفة محكومة بالخواص الطبيعيّة لتلك المواد ومدى قابليّتها للتذابوب مع بعضها وتكوين ما يُعرف بالمحاليل، كان لابدّ من التفكير بطرقٍ وتقنيّاتٍ جديدة للحصول على موادّ بمواصفات وخواصّ محدّدة، مثل الصلادة الفائقة، وتحمل درجات الحرارة العالية المصاحبة لعمليّات التشغيل بالسرعات العالية، فنشأ ما يُعرف بتكنولوجيا المساحيق، حيث يتمّ طحن وسحق المعادن والمواد المختلفة على شكل دقائق صغيرة جدّاً، ثم تُمزج جيّداً إلى حدّ التجانس في التوزيع ضمن خليط موحد، ويتمّ شحن قوالب كبس خاصّة وتضغط حتى 100 كغم/م<sup>2</sup> حتى تصل إلى ما نسبته 99% من كثافتها النظريّة، يلي ذلك مرحلة تُعرف باسم التلييد حيث توضع القطع الناتجة من عمليّة الكبس في أفران خاصّة ذات جوّ خامل غير مؤكسد لمدة 1-3 ساعات إلى درجة حرارة تساوي ثلثي درجة حرارة انصهار المُكوّن الأساسي للخليط؛ ما يزيد في مساحة التلامس بين الجزيئات، ويساعد على إعادة التبلور، وقد تتكوّن بعض المحاليل الصّلبة والمركبات الكيماويّة الأخرى .

ويُمكن أن تتمّ عمليّة الكبس والتلييد في الوقت نفسه باستخدام قوالب كبس ساخنة، أو ما يُعرف بالكبس على الساخن؛ ما ينتج عنه إنقاص الضغط المطلوب بنسبة 5-10%، وكذلك إمكانيّة الحصول على أجزاء ذات أشكال معقّدة وقياسات أكثر دقّة .

وفي الغالب تكون المساحيق على شكل كبريدات، مثل: كبريد التنجستن، وكبريد الموليبدينوم، وكبريد التيتانيوم . وبشكل عام، فإنّ هذه المواد الملبّدة تكون فائقة الصلادة، وتتحمّل درجات حرارة تشغيل عالية ولكنها هشّة للغاية، ولا تتحمّل الصدمات الفجائيّة؛ ولذا تجد أنّ أقلام القطع تُزوّد بأطراف على شكل لُقم كبريدية كحدود قطع مسبقة التشكيل يمكنها تحمّل درجة حرارة تصل إلى 1000 مئوي، دون أن تتأثر صلابتها بشيء. ويُصار إلى تثبيتها إلى حوامل خاصّة إما لحاماً بواسطة النحاس الأحمر، أو ربطها بواسطة تركيبات ميكانيكيّة خاصّة .

## اللدائن (Plastics)

اللدائن مواد مصنّعة من مواد طبيعيّة عضويّة (هيدروكربونيّة)، كالبتروال والفخم ومخلفات المزرعة السيليلوزيّة، أو حتى منتجات الألبان، وقد تكون خاماتها غير عضويّة كالسيليكونات . وتعتمد عمليّة تصنيعها على معالجة الخامات كيميائيّاً لتكوين وحدات بنائها الأساسيّة المعروفة باسم المونمرات، وهي جزيئات كيميائيّة مركّبة من ذرّات عديدة مرتبطة بشكل خطّيّ طويل، ولدى تجمّع عددٍ من المونمرات مع بعضها في تركيبات أكثر تعقيداً يتكوّن لدينا ما يُسمّى بالبوليمر، وهو يعني عديد الجزيئات .

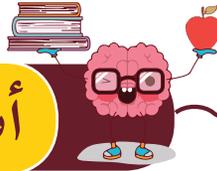
### وتكون البوليمرات على شكل تجمّعات شبكيّة تأخذ أحد الأشكال الآتية :

1. شبكات خطيّة غير ملتحمة، وهو ما يُعرف باسم اللدائن الحراريّة؛ أي التي تلين بالحرارة (Thermo plastic).
2. شبكات ملتحمة ضيّقة الفتحات، وهو ما يُعرف باللدائن التي تتصلد بالحرارة ولا يمكن إعادة تليينها (Thermo-Set).
3. الشبكات الملتحمة واسعة الفتحات، وهو ما يُعرف باسم اللدائن المرنة (Elastomers) .

وتشترك اللدائن في جملة من الصفات الفنيّة والخواص؛ جعلتها تجد استخدامات واسعة في الصناعة، ومن ذلك :

1. انخفاض الكثافة نسبياً ( خفة الوزن ).
  2. مقاومة الماء .
  3. مقاومة الطفيليات الحشريّة وتأثير المُناخ.
  4. المقاومة العالية للتأثيرات الكيميائيّة، سواء الحامضيّة أو القاعديّة .
  5. سهولة التصنيع وانخفاض كلفته.
- وعلى الرغم من إمكانية إعادة تصنيع بعض اللدائن ولا سيّما الحراريّة منها إلا أنّها تُشكّل أحياناً أخرى ملوّثات طبيعيّة؛ وذلك لصعوبة تحللها طبيعيّاً .

## أسئلة الوحدة:



السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي :

1. يتم تشكيل المعادن بدون قطع بطريقة:  
أ. القصّ .      ب . الخراطة .      ج . الدرفلة .      د . البرادة .
2. تتم عملية التشكيل في السباكة بالطريقة الآتية :  
أ. بالطرق للمعادن الطريّة على البارد والمعادن القاسية على الساخن .  
ب. بتمرير المعدن بين أسطوانتين بعد تسخينه إلى درجة التعجّن .  
ج. بطريقة السكّ حيث يتم تسخين المعدن، ثمّ تشكيله بواسطة مكابس خاصة .  
د. بطريقة صهر المعدن المراد تشكيله، ثمّ الصبّ ضمن قوالب خاصة .
3. أيّ الآتية تُصنّف من المعادن غير الحديدية من حيث الثقل؟  
أ. المغنيسيوم .      ب . النيكل .      ج . الألمنيوم .      د . القصدير .
4. أيّ الآتية يُضاف إلى الخليط المكوّن لصلب السرعات العالية من أجل مقاومة البري؟  
أ . التنجستن .      ب . الفانديوم .      ج . الكروم .      د . الكوبالت .

## السؤال الثاني :- املأ الفراغ في كل من الجمل التالية :

- أ. يتم تصنيف الأسمت والزجاج على انها من المواد الهندسية ..... بينما يصنف الجلد والاسفنج على أنها مواد هندسية .....
- ب. من الخواص الفيزيائية للمواد ..... و ..... و ..... ومن الخواص الكيميائية للمواد ..... و ..... و .....
- ج. إذا تعرض الحديد للهواء الرطب فانه ..... مكونا .....
- د. يتم استخلاص الحديد وتنقيته من خلال سلسلة من ..... ينتج عنها حديد مشبع بالكربون ويسمى ..... ويتم معالجته بواسطة أفران خاصة مثل ..... أو محولات كهربائي مثل .....
- هـ. تصل نسبة الكربون في حديد الصلب إلى ..... أما في الحديد المطاوع فإنها ..... وفي حديد الصلب الفولاذي فإنها تكون بين .....
- و. يتم زيادة صلادة الصلب متوسط الكربون بتسخينه إلى درجة الاحمرار ثم إطفاءه فجأة وتعتمد زيادة الصلادة على ..... وعلى .....
- ي. كان الصلب عالي الكربون يعرف يعرف بصلب ..... إلى أن حل محله صلب ..
- ز. من أهم المعادن غير الحديدية في التطبيقات الصناعية ..... و .....
- ح. يتم تصنيع المواد الملبدة باستخدام تكنولوجيا ..... يتبعها مرحلة .....
- ج. يتم تصنيع الدائن من ..... وتكون البولمرات على شكل .....

**السؤال الثالث :** يتم إضافة بعض العناصر لتحسين الخواص الميكانيكية للحديد ، أذكر ثلاثة عناصر فلزية وثلاثة عناصر لا فلزية .

**السؤال الرابع :** اذكر ثلاث من خامات الحديد الموجودة في الطبيعة .

**السؤال الخامس :** عدد أربعة خواص الميكانيكية للنحاس واذكر أربعة من استعمالات للألمنيوم .

**السؤال السادس :** اذكر ثلاث من سبائك الصلب وأهم ميزات كل نوع واستعمالات للألومنيوم .

**السؤال السابع :** اذكر أهم خصائص واستعمالات المواد المبلمرة .

الوَحْدَةُ النَّمطِيَّةُ الثَّالِثَةُ

أدوات القياس والضبط



أدوات القياس أساس تقدم التصنيع والإنتاج التكنولوجي.

يُتَوَقَّعُ من الطَّلَبَةِ بعد دراسة هذه الوَحْدَةِ، والتَّفَاعُلِ مَعَ أنشِطَتِهَا أن يكونوا قادرين على:  
التعرُّفِ إلى مفاهيمٍ محدَّدةٍ في عمليَّاتِ القياس، كالدَّقَّةِ والمعايرة وأنظمة القياس المختلفة.

- 1 التعرُّف إلى أدوات القياس وكيفية استعمالها.
- 2 التعرُّف إلى الأساليب الأكثر صحَّةً لتخزين أدوات القياس وتداولها.
- 3 التعرُّف إلى عدد استخدام أدوات وأجهزة الفحص والمعايرة (ضبعات القياس) واستخداماتها.
- 4 استخدام أدوات وأجهزة القياس القابلة للتبديل واستخداماتها.
- 5 التمييز بين أنواع قدمات القياس ذات الوريَّة ونظريَّة قياسها .
- 6 التمييز بين أنواع ميكرومترات القياس ونظام تدريجها.
- 7 التعرُّف إلى طرق العناية بأدوات القياس.

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

### أولاً: الكفايات الاحترافية للوحدة النمطية ( المهارات )

#### ثالثاً: الكفايات المنهجية

1. العمل التعاوني .

1. استخدام أدوات القياس والتمييز بينها في سوق العمل .

2. الحوار .

3. المناقشة .

2. قراءة الرسومات ومعرفة فحص دقة أدوات القياس ونظافتها قبل الاستعمال .

4. لعب الأدوار .

5. البحث العلمي .

3. التفريق بين أدوات القياس المدرجة وغير المدرجة .

4. التواصل مع الموردّين للمواد وأدوات القياس .

5. التعرف إلى نظرية الكليبر والمكروميتير بشكل صحيح .

6. قدره على معرفة طرق تخزين أدوات القياس والمحافظة عليها .

7. قدره على إقناع الزبون .

8. إجراء فحص دقة التجميع ودقة القياس في الورشة .

#### قواعد الأمن والسلامة المهنية

للمحافظة على سلامة أدوات القياس ودقتها، هناك إرشادات عدّة يجب اتّباعها:

1. وضع أدوات القياس منعزلة عن باقي العدد، ويُفضّل أن تكون فوق قاعدة ليّنة .

2. تنظيف قطعة التشغيل من الرايش والزيت أو الشحم قبل البدء في عمليّات القياس .

3. عدم قياس قطعة العمل وهي في درجة حرارة مرتفعة .

4. يجب تلاؤم فكّي أدوات القياس المستخدمة على نهايات قطعة العمل بضغط معتدل .

5. عدم تعرّض أدوات القياس للصدمات والسقوط على الأرض .

6. تخزين أدوات القياس في الأماكن المخصّصة لها، وعدم إلقائها وسط العدد عشوائياً .

#### ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية

1. يحافظ على خصوصية الزبون وأسراره .

2. التعامل بمصداقية .

3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة .

4. القدرة على التواصل الفعّال .

5. القدرة على الاستماع إلى رأي الزبون .

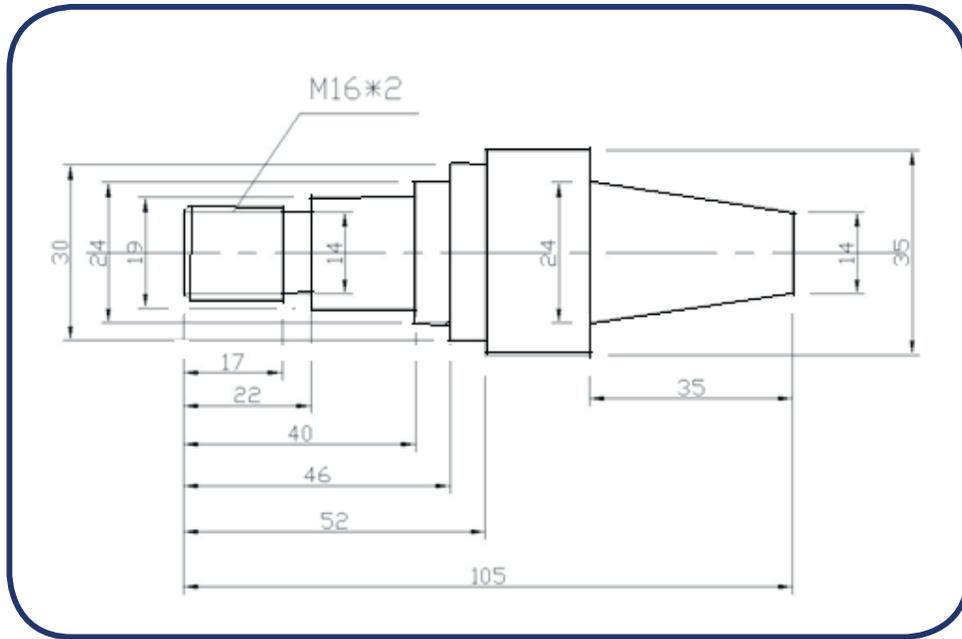
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون .

7. توفير أجواء مناسبة للنقد .

8. القدرة على التأمل الذاتي .

وصف الموقف التعليمي : ( يجب أن يصاغ على شكل مشكلة ) .

أراد حسان قياس القطع المعدنية المبيّنة في الشكل المقابل، واستخدم المسطرة أداة قياس، فلاحظ زميله ذلك واقترح عليه البحث عن أداة قياس بديلة ومناسبة، وبعد البحث والتجربة تبين أنّ أداة الكليب هي الأنسب، برأيك، لماذا هي الأنسب؟



خطوات العمل	الوصف	المهيجية	الموارد
أجمع البيانات وأحللها	<ul style="list-style-type: none"> <li>- يأخذ القياس والأبعاد المطلوبة.</li> <li>- يتأكد من دقة التجميع.</li> <li>- التواصل مع الزبون ومعرفة قوة تحمّل المعدن المستعمل في التصنيع.</li> <li>- القدرة على قراءة الرسومات وتنفيذها.</li> <li>- أجمع معلومات عن أدوات قياس الأبعاد والزوايا المناسبة.</li> <li>- أتحدث مع الزبون وأقوم بتحليل طلبه.</li> <li>- يتواصل الطالب مع الزبون لمعرفة احتياجاته.</li> <li>- يجمع معلومات حول المواصفات الفنية لقطعة العمل المنوي عملها.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- العمل التعاوني.</li> <li>- الحوار والنقاش.</li> <li>- العصف الذهني.</li> <li>- البحث العلمي.</li> <li>- البحث عن المشكلة.</li> <li>- زيارة علمية إلى شركات بيع أدوات القياس والضبط.</li> <li>- العمل ضمن مجموعات.</li> <li>- مناقشة طلب الزبون وتحليله ضمن فريق المجموعة.</li> <li>- توثيق وكتابة ما توصلوا إليه من معلومات.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- زيارات ميدانية .</li> <li>- العروض المحوسبة .</li> <li>- أنشطة تكون ضمن الموارد .</li> <li>* استخدام الإنترنت</li> <li>* زيارات معارض مبيعات .</li> <li>- كتالوجات أنواع أدوات القياس ومواصفاتها الفنية .</li> <li>- مواقع إلكترونية وتعليمية وفيديوهات .</li> </ul>
أخطّط وأقرّر	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إحضار قطعة العمل(المسنتات ) الكليبر أو المسطرة.</li> <li>- محاولة القياس بالمسطرة وتسجيل القراءات في جدول، وملاحظة الفروق بين القياسات.</li> <li>- استبدال المسطرة وذلك لملاحظة الدقة بالقياس.</li> <li>- فتح الكليبر بحيث يُلامسُ فكّاه قطر المسنتات، حتى لا تُشكّل ضغطاً، أو يكون فراغاً.</li> <li>- تسجيل القراءة الظاهرة .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- العمل الفردي، أخذ القياس .</li> <li>- نقاش حول النتائج المختلفة للقياس.</li> <li>- استنتاج وجود الأخطاء وأسبابها.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توفير الرسومات والقرطاسية .</li> <li>- جهاز حاسوب</li> <li>- جهاز العرض</li> <li>- أتباع دليل الشركة المصنّعة لتلك الأداة .</li> <li>- شبكات الإنترنت .</li> <li>- لعب الأدوار.</li> <li>- وجود اقتراحات وبدائل للأداه المستعملة .</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قطع من المعدن .</li> <li>- مادة لمسح أدوات القياس وتنظيفها بعد الانتهاء من العمل .</li> <li>- أجهزة قياس المعادن .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- متابعة التطور التكنولوجي</li> <li>- العمل ضمن فريق .</li> <li>- مراقبة عملية القياس .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- يقوم الطلبة بانجاز المهمة وفقاً للمعايير الفنية وأنظمة السلامة المهنية للأدوات .</li> <li>- عمل قوائم بأسماء أدوات القياس المتوفرة في سوق العمل .</li> <li>- تجنّب القياس لقطعة العمل أثناء ارتفاع درجة حرارتها .</li> </ul>	<p>أنفذ (الجانب العملي )</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- المواصفات الفنية المزوّدة من الشركة الصانعة .</li> <li>- معايرة جودة المنتج .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تبادل الأدوار (فردى، جماعي)</li> <li>- الاطلاع على النتائج وتدوينها .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من صحة أدوات القياس قبل الاستخدام .</li> <li>- رسم مخطّط لقطعة العمل المراد عملها. (sketch)</li> <li>- أتحقّق من دقة القياسات التي تمّ أخذها لقطعة العمل.</li> <li>- مراعاة إجراءات الأمن والسلامة أثناء العمل.</li> <li>- مناقشة الزبون حول مدى رضاه عن أداء العمل .</li> <li>- استشارة ذوي الخبرة.</li> </ul>	<p>أتحقّق</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- استخدام جهاز عرض (LCD)</li> <li>- جهاز حاسوب .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتابة نتائج كل بند أو خطة سابقة.</li> <li>- النقاش مع الزبون وتقبُّل الرأي الآخر .</li> <li>- عرض النتائج في المشغل على المجموعة .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- استخدام أجهزة القياس المناسبة وفق الشركة المصنّعة .</li> <li>- ترتيب أدوات وأجهزة القياس بعد انتهاء العمل بها .</li> <li>- تقديم تقرير لمعلم المشغل بما تمّ إنجازه .</li> </ul>	<p>أوتّق وأعرض</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتيّبات تحوي معايير ومواصفات عالمية .</li> <li>- مواصفات أدوات وأجهزة القياس .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- النقاش الجماعيّ .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مقارنة القياس بين القطع المصنّعة والأصل .</li> <li>- تقديم التغذية الراجعة من قبل المدرّب .</li> </ul>	<p>أقومّ</p>



## أولاً : مفاهيم ومفردات للقياس

1. القياس : هو تحديد الكميّة الفيزيائيّة، كالطول والزّمن والكتلة، أو درجة الحرارة أو الزاوية بواسطة جهاز خاص.
2. المعايرة: هي التّحقّق من وقوع مقدار كمّي لصفة فيزيائيّة ما، ضمن حدّين مفروضين أو تجاوز ذلك المقدار الكميّ لأحدهما(زيادة أو نقصان).
3. المقارنة: هي عمليّة فحص أو اختبار مدى مطابقة أبعاد وشكل المنتج مع صياغات وقوالب القياس الخاصة بذلك.
4. الدقّة : مدى التّطابق بين القيمة المقيسة والقيمة الحقيقيّة في الكميّة الفيزيائيّة، كالبعد مثلاً.
5. مقدار الخطأ: هو مقدار الفرق بين القيمة الفعليّة والقيمة المفترضة.
6. أجهزة القياس : هي المعدّات والأدوات التي تستخدم للقراءة المباشرة أو غير المباشرة للكميّة المقيسة بوحدات القياس المعروفة ضمن أنظمة القياس العالميّة.
7. أجهزة المعايرة: هي أدوات ومعدّات قياس عالميّة مضبوطة لكي تُختبر عليها دقّة أجهزة القياس، للوقوف على مدى صلاحيتها وللقيام بضبطها.

## ثانياً: أنظمة القياس

لكي يكون للقياس معنّى لا بد أن يكون ثمّة إجماع على قيمة واحدة محدّدة لوحداته. فلا نتصوّر أن تكون وحدة ما كالمتراً مثلاً تختلف قيمتها بين بلدٍ وآخر، ولا يتصوّر أن تكون هناك تجارة أو صناعة ناجحة دون توحيد أو إجماع على وحدات القياس المختلفة؛ الأمر الذي دفع بهيئات ومنظمات دُوليّة للعمل على إخراج نظام دُوليّ مُوحّد للقياس عُرف باسم النظام الدُوليّ (SI) (International System).

أدوات القياس: يستعمل الجميع العديد من أدوات القياس المختلفة لقياس الكمّيّات، فلا بدّ أن كلّ شخصٍ منّا قد استعمل يوماً ما المسطرة والميزان وغيرها من الأدوات المختلفة، فتعدّ أدوات القياس أحد العناصر المهمّة في العلوم والهندسة، إذ إنّ الرابطة الأوّل والأساسي ما بين الجانب النظريّ والجانب العمليّ، فلولا أدوات القياس لما استطعنا مراقبة التجارب المختلفة أو تطبيق التصميمات المختلفة على أرض الواقع؛ ولهذا اهتمّ العلماء والمهندسون بآلات القياس المختلفة لقياس الوحدات الموجودة في الكون من حولنا كافّة.

## أنظمة القياس العالميّة:

1. النظام المتري (الفرنسي).
2. النظام الإنجليزي

وفي النظام الدوليّ المُوحّد تمّ اعتماد الكميّات والوحدات الآتية:

الوحدة	الكمية	الرقم
متر	الطول	1
الكيلوغرام	الكتلة	2
الثانية	الزمن	3
الأمبير	شدة التيار	4
الكلفن	درجة الحرارة	5
الكانديل	شدة الضوء	6
المول	كمية المادة	7

وسوف تقتصر دراستنا على قياس الكميّات المتعلقة بالأبعاد والزوايا في هذه الوحدة.

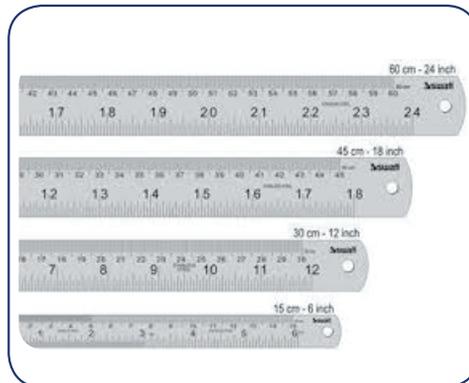
### ثالثاً: تصنيف أدوات القياس

يمكن أن تُصنّف أدوات القياس إلى :

1. أدوات القياس المباشر (مساطر القياس).
2. أدوات القياس ناقلة (الفراجير).
3. أدوات وأجهزة الفحص والمعايير (أدوات القيمة الثابتة).
4. أدوات وأجهزة القياس القابلة للتبديل.

**1. أدوات القياس المباشر:** هي أدوات قياس خطّي، سهلة الاستخدام ولكنها ذات مستوى دقّة منخفض، يبلغ نحو نصف مليمتراً تقريباً. ومن أبرز الأمثلة عليها المساطر الفولاذيّة وأشرطة القياس.

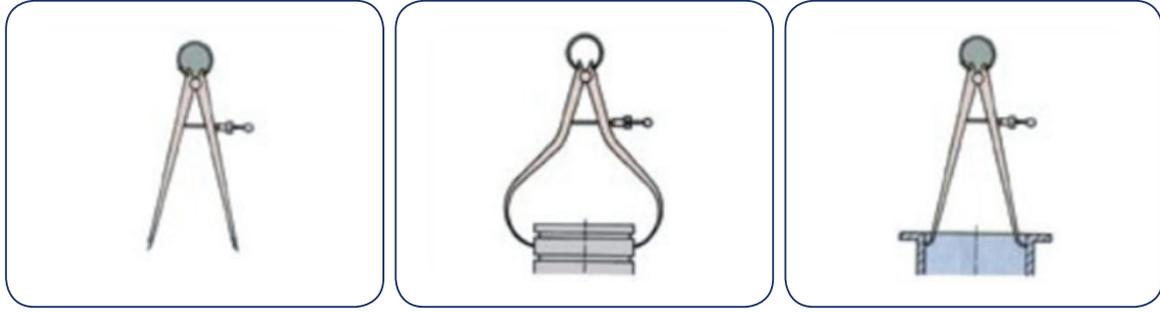
وربما كانت المسطرة الفولاذيّة المرنة المتوفرة بأطوال مختلفة 30سم، 60سم، 120سم هي الأكثر انتشاراً في ورش الخراطة من هذا النوع من الأدوات، التي قد تكون مدرّجة إما مترياً أو بالإنش أو بيهما معاً، حيث تُصنّع من فولاد العُدّد غير القابلة للصدع لضمان فعاليتها في الاستخدام ضمن ظروف العمل .



## 2. أدوات القياس الناقله :

تُستخدم الأدوات الناقله عند تعدّد إمكانيّة القياس المباشر للأبعاد، كالأقطار الداخليّة المتدرّجه مثلاً، وتكون عادة على شكل فراجير قابله للضبط بدقّة يختلف شكل ساقيهما تبعاً لوضعيّة القياس المطلوب تنفيذه على الشغلة، ثم تُقاس المسافة بين طرفي الساقين على مسطرة القياس أو ورنية القياس وفق مستوى الدقّة المطلوب. ومن الأدوات الناقله الأكثر انتشاراً :

1. فرجار القياس الداخلي ( تنفرج نهايتا ساقيه للخارج ).
2. فرجار القياس الخارجي (تنفرج نهايتا ساقيه للداخل ) .
3. المقسم (طرفا ساقيه مديبتان في وضع مستقيم).



4. الفرجار المزدوج: وهو مزوّد بتدريج زاوي في جهة الرأس يمكن من قراءة المسافة بين طرفي ساقيه، وقد سُمّي بالمزدوج لإمكانيّة قلب إحدى ساقيه ليعمل أداة قياسٍ داخليّة وخارجيّة.

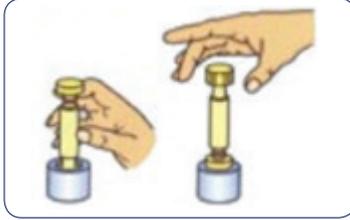
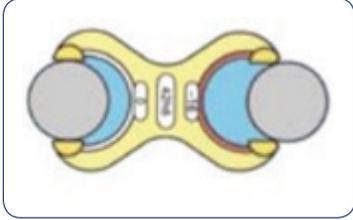


## 3. أدوات وأجهزة الفحص والمعيرة :

تتّصف هذه الأدوات بأنها ذات قيم ثابتة في الأعم، وهي لا تعطي قراءات قيمة وإنّما تُستخدم لتحديد التطابق مع

البعد المطلوب أو الشكل المطلوب، وبالتالي قبول أو رفض المنتج بطريقة دقيقة وسريعة، ومن الأمثلة عليها :

1. الضبعات ( شلبونات القياس ) مثل شلبونات الأقواس وشلبونات الأسنان .
2. قوالب القياس ومقاييس الشّمك التحسّسية .
3. المساطر الشعريّة لفحص استواء الأسطح .
4. المعايير الحديّة الثابتة والقابلة للضبط، التي يمكن بواسطتها فحص الأقطار الداخليّة والخارجيّة حتى السلبات بطريقة وبدقة متناهية وبسرعة، حسب الشكل ادناه .



#### 4. أدوات و أجهزة الفحص القابلة للتبديل

تُعَدُّ هذه الأدوات الأكثر انتشاراً في ورش الخراطة والتسوية وباقي الورش الميكانيكيّة لما تمتاز به من دقّة عالية في القياس، وسهولة في الاستخدام، وقد ظهر منها حديثاً أجهزة أكثر تطوّراً تمّ إضافة مبيّئات رقميّة لها أو ساعات ذات مؤشّر. وأبرز أنواعها :

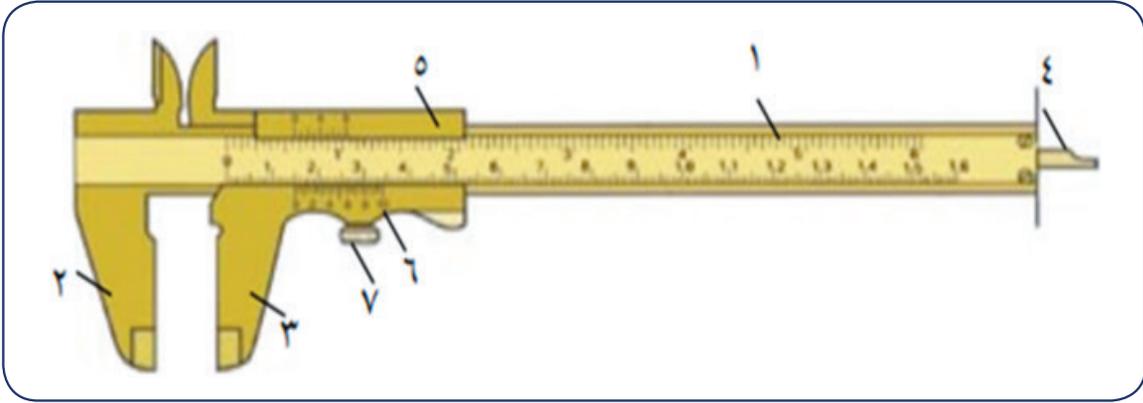
1. قدمات القياس ذات الورنيّة المختلفة .
2. ميكرومترات القياس المختلفة .

وسوف نتعرض في هذه الوحدة للأجهزة التقليدية فقط، ولن نتحدث عن الأجهزة الرقمية.

## 1. قدمات القياس ذات الورنيّة :

تُصنَع القدمة ذات الورنيّة من الصّلب الذي لا يصدأ، وهي مسطرة مقسّمة إلى مليمترات من جهة والبوصات من جهة أخرى، ينتهي طرفها بفكّ ثابت يتعامد معها تعامداً تاماً. تنزلق الورنيّة التي تنتهي بالفكّ المتحرّك التي تحمل التقسيم المساعد بالمليمترات والبوصات على المسطرة؛ وذلك لتحديد القياس بدقّة. يطلق عليه (الورنية) نسبة إلى اسم الرجل الذي اخترعها. تختلف دقّة القياس من قدمة لأخرى ( 2 - 1.5 ) مليمتر باختلاف تقسيم الورنيّة المنزلة. كما سيوضّح فيما بعد لكل نظام على حدة. تُعدُّ القدمة ذات الورنيّة من أكثر أدوات القياس انتشاراً في الورشات لميزاتها المتعدّدة، صغر حجمها وقياساتها العامة؛ لذلك فقد سُميت بالقدمة ذات ورنية شاملة.

تتكوّن القدمة ذات الورنيّة الموضّحة في الشكل (11) من الأجزاء الآتية :

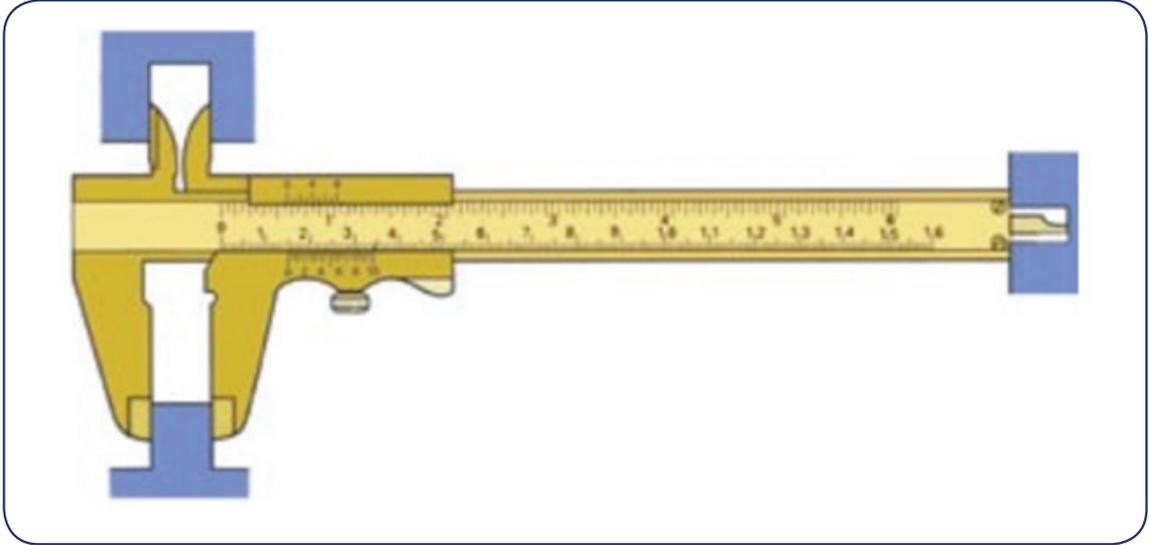


1. المسطرة: يوجد بها التقسيم الرئيسي بالمليمترات والبوصات .
2. الفكّ الثابت: في نهاية المسطرة، ويستخدم مع الفكّ المتحرّك لقياس الأبعاد والأقطار الخارجيّة .
3. الفكّ المتحرّك : في نهاية الورنية المنزلة، ويستخدم مع الفكّ الثابت لقياس الأبعاد والأقطار الخارجيّة .
4. ساق قياس الاعماق: مثبت بالورنيّة المنزلة ويتحرّك معها، ويستخدم لقياس الارتفاعات وأطوال الثقوب (الاعماق) .
5. الورنيّة المنزلة: تنزلق على المسطرة، وتحمل التقسيم المساعد بالمليمترات والبوصات .
6. التقسيم المساعد: الغرض منه هو تكبير الأجزاء الصغيرة من المليمتر أو الأجزاء الصغيرة للبوصة لسهولة قراءتها .
7. مسمار التثبيت: لتثبيت الورنيّة المنزلة على القياس المطلوب عند الحاجة لذلك .

### مميّزات القدمة ذات الورنيّة :

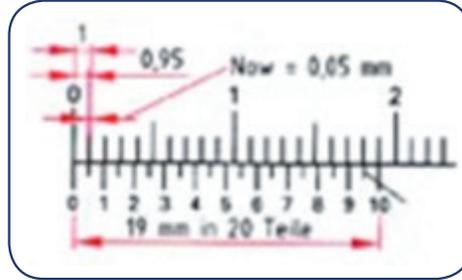
توجد عدة أشكال للقدمة ذات الورنيّة التي يختلف استخدام كلّ منها عن الأخرى باختلاف الجزء المطلوب قياسه، وبصفة عامّة تتمييز القدمة ذات الورنيّة بالصفات الآتية :

1. تُصنع من الصلب الذي لا يصدأ.
2. ذات حجم مناسب .
3. سهولة الاستخدام .
4. استخدامها للقياسات العامة، كما هو موضّح بالشكل.
  - أ. قياس الأبعاد والأقطار الخارجيّة .
  - ب. قياس الأبعاد والأقطار الداخليّة .
  - ج. قياس الأعماق .
5. إمكانية تثبيتها على القياس المطلوب .
6. تجمع بين النظام المتري بالمليمترات والإنجليزي بالبوصات وأجزائها ، وتصل الدقّة بكلّ منهما إلى 0.02مليمتر، 0.001 بوصة .
7. تدرّج أطوال القدمة لإمكان استخدامها لقياس المشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة إلى 1500 مليمتر أي 1,5 متر، والتي تتمييز بالدقّة نفسها السابق ذكرها .



## نظرية الورنية ( VERNIER THEORY ) :

لا يمكن تصميم أداة واحدة يُقسّم عليها السنتيمتر الواحد إلى 100 جزء ليساوي الجزء الواحد منه 0.1 ملليمتر، وعلى فرض أنه تمّ ذلك فلا يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة .

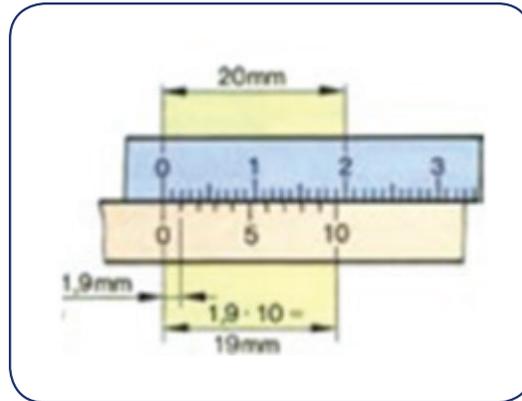


لذلك فقد صمّمت دور الصناعة ورنية تحمل تدريجاً بمثابة تقسيم مساعد للتقسيم الأساسي، وهي عبارة عن تكبير للأجزاء الصغيرة لأقسام القياس الأساسي .

تنزلق الورنية على المسطرة؛ لذلك سُميت الورنية المنزلة. يتم التقسيم الأساسي بالمسطرة لإمكانية قراءة الأجزاء الصغيرة من المليمتر لتصل دقة القراءة القدمة إلى 0.1 أو 0.05 أو 0.02 ملليمتر بالقياس المتري (والى 0.001 بوصة).

## نظرية تدريج الورنية المنزلة 0.1 ملليمتر:

الشكل يوضّح رسم تخطيطي لجزء من القدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الرئيسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية .



أُخذت مسافة من مسطرة مقدارها 9 ملليمتر، وقُسمت إلى 10 أقسام متساوية على الورنية المنزلة، بحيث ينطبق صفر التقسيم الأساسي بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية، وينتهي التدريج التاسع بالمسطرة بمحاذاة التدريج العاشر بالتقسيم المساعد على الورنية .

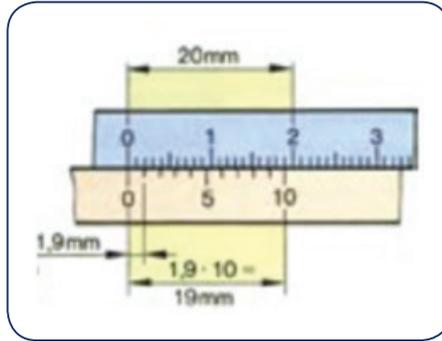
بذلك يكون القسم الواحد على الورنية = 9 ملم ÷ 10 أجزاء = 0.9 ملليمتر .

وهذا يعني أنّ الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد بالتقسيم المساعد على الورنية = 1 - 0.9 = 0.1 ملليمتر .

وهي دقة قياس الورنيّة المنزلقة أو دقةّ القدمة ذات الورنية وهكذا. وبناءً على طريقة تقسيم الورنيّة السابق ذكرها فإنّه يمكن تدرّيج الورنيّة المنزلقة دقة 0.05 ملليمتر ، 0.02 ملليمتر .

### المقدمة ذات الورنية دقة 0.05 ملليمتر (VERNIER CALIPER 0.05 MM)

تشابه القدمة ذات الورنيّة دقة 0.05 ملليمتر مع القدمة ذات الورنية 0.1 ملليمتر، ويختلفا في دقة القياس . شكل يوضّح جزءاً من القدمة ذات الورنية دقة 20/1 ملليمتر أو 0.05 ملليمتر أثناء انطباق صفر المسطرة مع صفر الورنيّة أُخذت مسافة قدرها 39 ملليمتر من المسطرة وقُسّمت إلى 20 قسماً (أقساماً متساوية ) بالورنية المنزلقة، بحيث يتدبئ صفر الورنية بمحاذاة صفر المسطرة وينتهي إلى آخر تدرّيج بمحاذاة التدرّيج التاسع والثلاثين من المسطرة .



وبذلك يكون كلّ قسم من أقسام الورنية = 93 ملليمتر ÷ 20 جزء = 02/ 93 ملليمتر الذي يقبله قسمين من أقسام المسطرة قيمتها = 2 ملليمتر .

و هذا يعني أنّ الفرق بين قيمة القسمين من التقسيم الأساسي بالمسطرة وقيمة قسم واحد من التقسيم المساعد بالورنيّة المنزلقة .

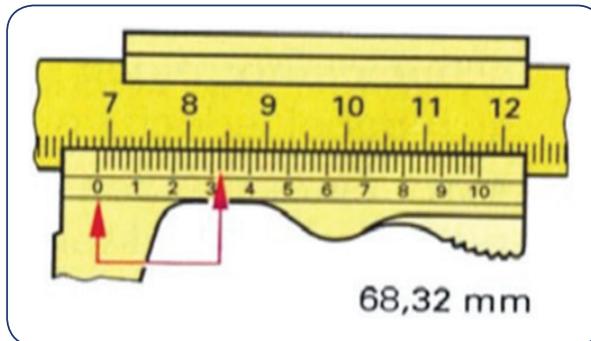
$$= ( 93/02) - 2 =$$

$$= (04/02) - (93/02) = 1/02 = 0,05 \text{ ملليمتر} .$$

القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر :

تتكوّن القدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر من أجزاء القدمة ذات الورنية 0.1 ، 0.05 ملليمتر نفسها باختلاف تدرّيج الورنية المنزلقة لإمكانية قياسات أدق .

يوجد شكلان للقدمة ذات الورنية دقة 0.02 ملليمتر شائعا الاستخدام، وهما:



**الشكل الأول : وهو الشكل الأساسي (القدمة جامعة الأغراض ) المخصصة للقياسات العامة الآتية :**

- أ. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ب. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ج. قياس الأعماق .

**الشكل الثاني : المقدمة ذات لمحدد الضبط الدقيق المخصصة للقياسات الآتية :**

- أ. قياس الأبعاد والأقطار الخارجية .
- ب. قياس الأبعاد والأقطار الداخلية .

الغرض من وجود محدد الضبط الدقيق في المقدمة دقة 0.02 ملليمتر هو سهولة التحكم في حركة الورنية المنزلة عند القياس الدقيق .

**القدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0,02 ملليمتر :**

تتكون المقدمة ذات محدد الضبط الدقيق دقة 0.02 ملليمتر شكل من أجزاء المقدمة 0.1 ، 0.05 ملليمتر نفسها. يتغير تقسيم الورنية المنزلة لإمكانية قياسات أدق إضافة إلى بعض الأجزاء الأخرى وهي:

1. الورنية المنزلة .
2. التقسيم المساعد بالورنية .
3. مسمار تثبيت الورنية المنزلة .
4. محدد الضبط الدقيق .
5. عجلة التحكم في حركة محدد الضبط الدقيق .
6. مسمار تثبيت محدد الضبط الدقيق .
7. (س س) قطاع بالفكين الثابت والمتحرك يُستخدمان للقياس الداخلي .

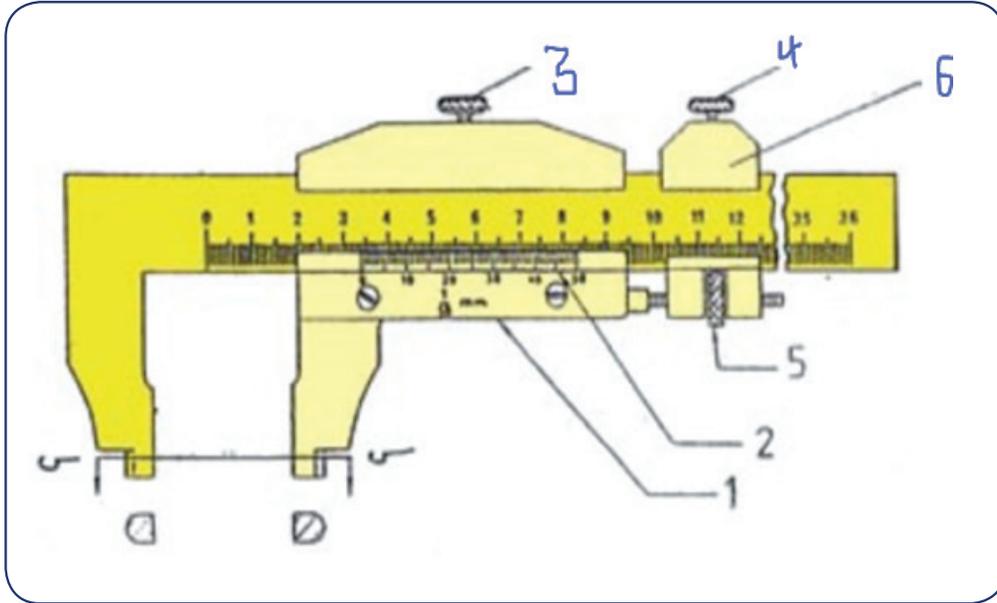
**نظام تدرج الورنية المنزلة دقة 0.02 ملليمتر :**

يوضح الشكل رسماً تخطيطياً للقدمة أثناء انطباق صفر التقسيم الأساسي مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلة . أخذت مسافة قدرها 49 ملليمتر من المسطرة وقُسمت إلى 50 قسماً (أقساماً متساوية ) على الورنية المنزلة؛ بحيث يتدئ صفر الورنية بمحاذاة التدرج 49 من المسطرة .

بذلك يكون كل قسم مدرجاً من الورنية المنزلة = 94 مم ÷ 50 جزء = ( 1.9 ) مم .

وهذا يعني أن الفرق بين القسم الواحد من القياس الواحد من القياس الأساسي بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية

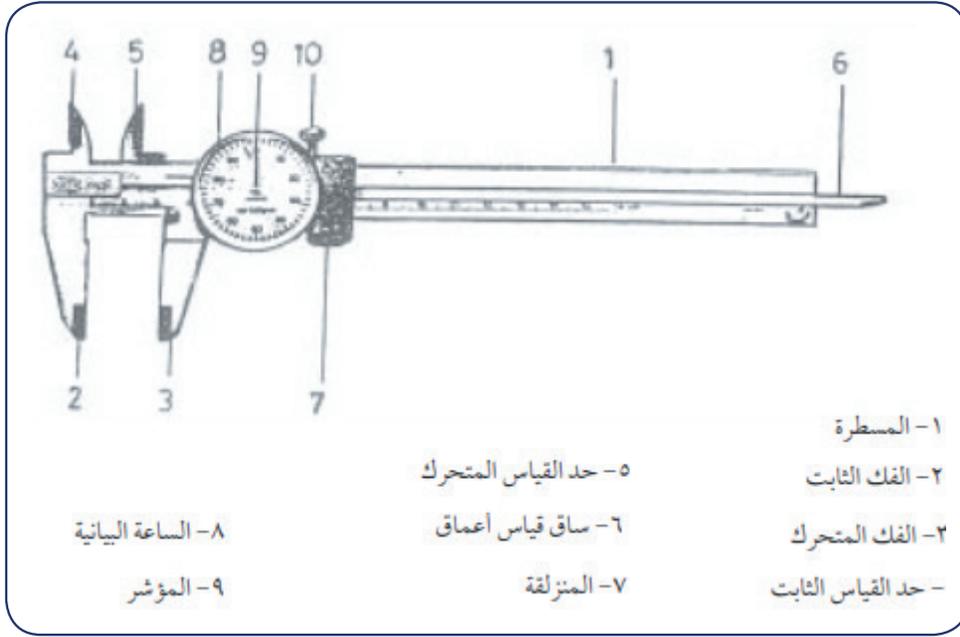
=1مم - (50/49) مم = 1/05 مم = 0.02 مم  
وهي دقة قياس المنزلة أو دقة قياس القدمة ذات الورنيّة .



### القدمة وجه الساعة :

تشابه القدمة وجه الساعة مع القدمة ذات الورنيّة، ولكن باختلاف الساعة البيانيّة، والمؤشّر اللذان يشيران إلى القياس بدلاً من تدريج المسطرة وتقسيم الورنيّة .  
تعدّ مسطرة القدمة بمثابة جريدة مسنّنة يتحرّك عليها ترس صغير يعطي حركته لمجموعة تروس أخرى؛ ليتحرك المؤشّر حركة دائريّة ليشير إلى قراءة القياس .  
الغرض من تصميم هذا النوع من القدمات هو سهولة قراءة القياسات المختلفة على الساعة من خلال المؤشرين؛ لذلك يفضّلها الفنيون، وخاصة ضعاف النظر.  
تستخدم القدمة وجه الساعة للقياسات العامّة الآتية:

1. قياس الأبعاد والأقطار الخارجيّة .
2. قياس الأبعاد والأقطار الداخليّة .
3. قياس الأعماق (كما هو متبع في ذات الورنيّة).



### تتكوّن القدمة وجه الساعة من الأجزاء الآتية :

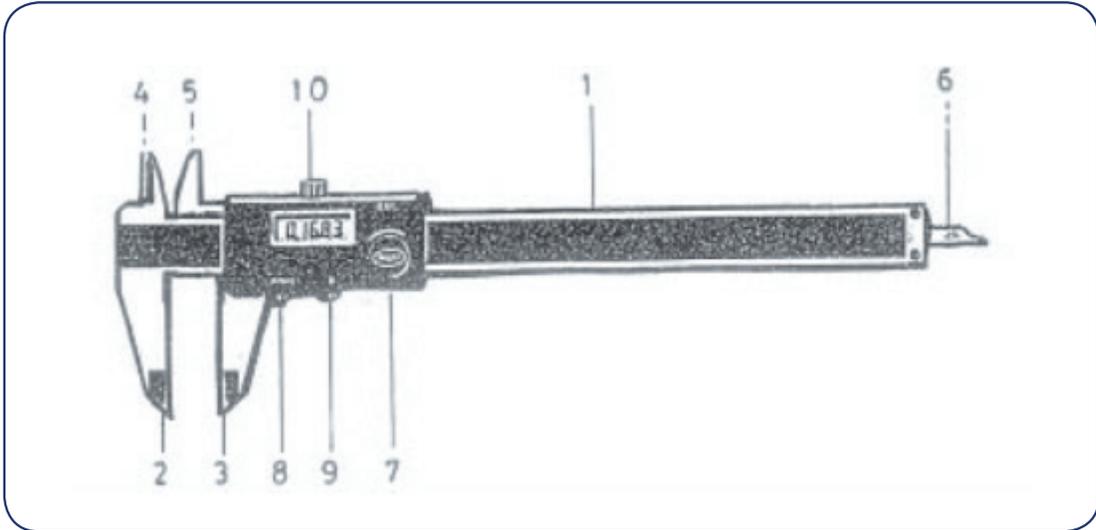
1. المسطرة: مثبت عليها جريدة مسنّنة، ويوجد بها تقسيم بالسنتيمترات فقط لكونها مصمّمة للقياس بالنظام المتري.
2. الفكّ الثابت: يوجد في نهاية المسطرة ويتعامد معها تماماً .
3. الفكّ المتحرك: مثبت بالمنزلة ويتعامد مع المسطرة تماماً، ويتوازي مع الفكّ الثابت ويحمل الساعة البيانيّة .
4. حدّ القياس الثابت: متعامد مع الجزء العلوي من المسطرة، وهو على استقامة الفكّ الثابت .
5. حدّ القياس المتحرك: متعامد مع الجزء العلوي من المسطرة، وهو على استقامة الفكّ المتحرك .
6. ساق قياس الأعماق: مثبت بالساعة المثبّته بالمنزلة بحيث ينتهي بنهاية المسطرة .
7. المنزلة: تحمل الساعة البيانية وتنزلق على المسطرة من خلال ترس صغير .
8. الساعة البيانيّة: مثبّته على المنزلة، مقسّمة تقسيماً دائرياً على 10 مليمترات، وكلّ مليمتر مقسّم على 10 أجزاء (يساوي الجزء الواحد 0,1 مليمتر) .
9. المؤشّر الصغير: يشير إلى قراءة السنتيمترات .
10. المؤشّر الكبير: يشير إلى قراءة المليمترات وأجزائها .
11. مسمار الثبيت: لتثبيت المنزلة .
12. عجلة صغيرة: تُستخدم لحركة المنزلة .
13. مسمار ضبط: يُستخدم لمطابقة صفر القرص المدرّج على المؤشّرين تماما بعد انطباق الفكّ الثابت مع الفكّ المتحرك، وذلك عند مراجعة القدمة من حين لآخر .

## نظريّة القياس بالقدمة وجه الساعة دقة 0.05 ملليمتر .

تتلخص حركة القياس بالقدمة وجه الساعة من خلال دوران الترس الصغير المثبت بالمنزلة على الجريدة المسنّنة المثبتة على المسطرة الذي يعطي حركته لمجموعة تروس لتتحكم في دقة حركة المؤشرين اللذين يحدّدان قيمة القياس .  
بُنيت فكرة تدرّيج ساعة القدمة وحركة دوران المؤشرين على نظريّة الساعة الميقاتية ، حيث يشير المؤشر الصغير إلى قراءة السنتيمترات ، كما يشير المؤشر الكبير إلى قراءة المليمترات وأجزائها .

قُسّمت الساعة البيانيّة للقدمة تقسيماً دائرياً إلى 10 أقسام متساوية (قيمة القسم الواحد = 1 ملليمتر) وقُسّم المليمتر إلى عشرة أجزاء متساوية (قيمة الجزء الواحد = 1 ملليمتر) ، كما يوجد تقسيم بشكل نقط يُنصّف الجزء الواحد لیساوي 5.05 ملليمتر، وهي دقة القدمة وجه الساعة .

4. القدمة الرقمية ( دجتال ) : حيث يتم القياس من خلال القراءة المباشرة عن شاشة الديدجتال .



## القدمات ذات الأشكال الخاصة :

توجد أنواع عدّة من القدمات، وهي:

1. القدمات ذات الورنيّة بأشكالها المتعددة .
2. قدمة قياس الأعماق بأشكالها المتعددة .
3. قدمة قياس الخوابير .
4. قدمة قياس أسنان التروس .
5. قدمة قياس الارتفاعات .

## الميكرومترات :

تختلف قطع التشغيل المصنّعة باختلاف أداة القياس المستخدمة والدقة المطلوبة، أو وفق أهمية هذا الجزء وطريقة تركيبه وتعامله مع باقي الأجزاء؛ لذلك صُمّمت القدمات ذات الورنية المتعددة الأشكال والأطوال لقياس المشغولات المختلفة التي تصل دقتها إلى 0,1 أو 0,05 أو 0,02 ملليمتر، لكن هناك أجزاء ميكانيكية تحتاج عند تجميعها إلى دقة أكثر أثناء التشغيل؛ الأمر الذي يترتب عليه ضرورة استخدام أدوات قياس أكثر دقة، مثل الميكرومترات التي تفوق القدمات بصفة عامة بدرجة كبيرة من حيث دقة القياس الذي يبلغ 0,01 ملليمتر ويصل إلى 0,001 ملليمتر، إضافة إلى سهولة قراءة أجزاء من المئمة من المليمتر أو جزء من الألف من المليمتر .

توجد أنواع أساسية من الميكرومترات التي تختلف أشكالها باختلاف نوع القياس المطلوب من أجلها، وهي:

1. ميكرومتر القياس الخارجي .
2. ميكرومتر القياس الداخلي .
3. ميكرومتر قياس الأعماق .
4. ميكرومتر قياس سن القلاووظ .

كما توجد ميكرومترات أخرى للقياس الخاص، مثل: ميكرومتر قياس سكاكين الفرايز والترس، وميكرومتر قياس سمك المواسير، وميكرومتر قياس أعماق الخوابير... وغيرها .

لذلك صُمّمت الميكرومترات بوجود قطعيتين من البكالييت على جانبي الإطار، كما أضيف إلى بعض الميكرومترات على أسطوانة القياس الخارجية أجزاء أسطوانية من البكالييت لعدم انتقال الحرارة إليه. إضافة إلى أنه يوصى باستخدامه وتخزينه عند درجة حرارة قدرها 20 درجة مئوية، وعند استخدامه لفترة طويلة يجب تثبيته على حامله الخاص لتلافي التمدد الطولي .

## ميكرومتر القياس الخارجي :

يستخدم ميكرومتر القياس الخارجي في قياس الأبعاد والأقطار الخارجية لقطع التشغيل والأجزاء ذات الأسطح المشطبة الدقيقة .

## يتكوّن ميكرومتر القياس الخارجي من الأجزاء الآتية :

1. الإطار: هو الهيكل الرئيسي الذي يحمل جميع أجزاء الميكرومتر على حرف. ويصنع الإطار من الصلب أو من سبيكة تتكوّن من النيكل والزنك والنحاس الأحمر، وهي سبيكة غير قابلة للصدأ . يثبت عادة عند موضع حامله عازلة كالبكالييت (بكلتا جانبي الإطار) لمنع تسرب حرارة اليد إليه أثناء استخدامه .
2. أسطوانة القياس الداخلية: مثبتة بالإطار، وتحمل التقسيم الرئيسي بالمليمترات وأنصاف المليمترات .
3. التقسيم الرئيسي: هو تقسيم طولي بأسطوانة القياس الداخلية بجميع أنواع الميكرومترات بطول 25 ملليمتر فقط مهما كان نطاق قياسه عليه ليقسم بالمليمترات من الجهة العليا وأنصاف المليمترات من الجهة السفلى .

4. أسطوانة القياس الخارجيّة : جلبة أسطوانيّة أو غلاف أسطواني بقلاووظ داخلي خطوته 0,5 ملليمتر، وهي خطوة قلاووظ عمود القياس نفسها . يوجد بدايتها مخروط مقسّم إلى 50 قسم (أقسام متساوية) حيث يقابل التقسيم الرئيسي الأفقي الذي يحدّد قيمة القياس بدقة .
- أثناء دوران أسطوانة القياس الخارجيّة (الغلاف الأسطواني) تتحوّل الحركة الدائريّة إلى حركة مستقيمة بعمود القياس في اتجاه قاعدة الارتكاز أو عكسها وفق اتجاه الدوران .
5. عمود القياس: هو العمود المتحرّك الذي يحصر الجزء المراد قياسه بينه وبين قاعدة الارتكاز المقابلة له . يوجد في نهاية عمود القياس قلاووظ خارجي خطوته 0,5 ملليمتر (الجزء الداخلي الموضّح بالقطاع) معشّق مع القلاووظ الداخلي لأسطوانة القياس الخارجيّة . عند دوران أسطوانة القياس الخارجيّة باتجاه عقارب الساعة يتحرك عمود القياس حركة مستقيمة باتجاه قاعدة الارتكاز، لينحصر الجزء المراد قياسه بين عمود القياس وقاعدة الارتكاز .
6. قاعدة الارتكاز: مثبتة بالإطار، ينحصر الجزء المراد قياسه بينها وبين عمود القياس .
7. فرملة حلقيّة : تُستخدم بمثابة صمّولة لتثبيت عمود القياس عند الحاجة إلى ذلك وتحل الفرملة لكي يستخدم الميكرومتر لقياس آخر .
8. مسمار التحسّس: مثبت في نهاية أسطوانة القياس الخارجيّة، والغرض منه تحديد قوة الضغط أثناء القياس، ضمن دقّة وحساسية الميكرومتر وتأكّداً لصحّة دقّة القياس .
9. حلقة ضبط الخلووص: حلقة ضبط الخلووص مثبتة على نهاية قلاووظ أسطوانة القياس الداخلية. الغرض منها هو ضبط الخلووص بين عمود القياس وأسطوانة القياس الداخلية وأيضاً لضبط أسطوانة القياس الخارجيّة على الصفر، وذلك في حالة وجود أي خلووص أثناء اختبار الميكرومتر من حين لآخر .
- للحفاظ على دقّة وحساسية الميكرومترات المختلفة يوضع عند تصنيعها كساء من معدن صلد على السطح الجانبي لعمود القياس وأيضاً على السطح الجانبي لقاعدة الارتكاز، وذلك للحفاظ عليهما من التآكل؛ نتيجة لكثرة احتكاكهما بالمشغولات المعدنية المختلفة أثناء القياس .
- يوصى باختبار الميكرومترات من حين لآخر بواسطة قوالب القياس ذات الأسطح المتوزاية لضبطها أو للتأكّد من دقتها .

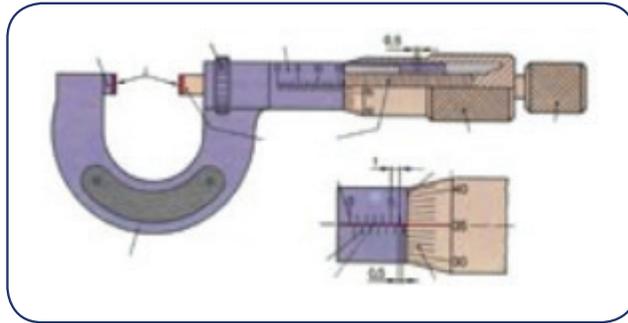
## نطاق قياس الميكرومتر :

ميكرومترات النظام المتري بجميع أنواعها وأشكالها وأحجامها، طول مشوار عمود القياس بكل منها هو 25 ملليمتر والغرض من تصنيعه بهذه الصورة وعدم زيادة طول مشوار عمود القياس هو المحافظة على دقة وحساسية الميكرومتر .  
أما مدى نطاق قياس الميكرومتر ( شكل ) فإنه يزيد بمقدار 25 ملليمتر كما يأتي :

//	50 : 25	//	//
//	75 : 50	//	//
//	100 : 75	//	//
//	125 : 100	//	//
//	150 : 125	//	//
//	175 : 150	//	//
//	200 : 175	//	//

## نظرية الميكرومتر :

بُنيت نظرية الميكرومتر على فكرة محدد الضبط الدقيق بالقدمة ذات الورنية . ومحدد الضبط الدقيق عبارة عن مسمار قلاووظ وصامولة، الغرض منهما هو التحكم الدقيق في حركة الورنية .  
إذن الحركة الأساسية التي بُنيت عليها نظرية تصميم الميكرومتر هي التحكم في حركة دوران مسمار قلاووظ بصامولة مثبت بها قاعدة على شكل حرف (U)، فإذا كانت خطوة سن قلاووظ المسمار والصامولة 1 ملليمتر فإنه عند دوران المسمار دورة كاملة ينتج عن تحرك المسمار إلى الأمام أو إلى الخلف وفق اتجاه الدورات مسافة قدرها 1 ملليمتر .



أي تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة وهي القاعدة الأساسية لحركة الميكرومتر. خطوة سن القلاووظ المعتادة والشائعة بالميكرومتر هي 0,5 مم والغرض من صغر الخطوة هو الحركة الدقيقة للميكرومتر .  
يوجد في مخروط أسطوانة القياس تدرج مقسم إلى 50 قسماً (أقساماً متساوية ) الغرض منه تكبير الأجزاء الصغيرة؛ ما يرفع دقة القراءة ، تضاف هذه الأجزاء إلى قيمة القياس الأصلي بالتقسيم الرئيسي الموضحة بأسطوانة القياس

الداخلية للحصول على قراءات دقيقة .  
تطوّرت هذه الفكرة لتصل الدقة بالميكرومتر المتري إلى 0,001 ملليمتر والميكرومتر الإنجليزي إلى 0,0001 بوصة .

### نظام تدريج الميكرومتر دقة 0,01 ملليمتر :

عادة تكون خطوة قلاووظ عمود القياس 0,5 ملليمتر، وهي خطوة القلاووظ الداخلي لاسطوانة القياس نفسها، وهذا يعني أنّه إذا أُديرَت أسطوانة القياس الخارجيّة دورة كاملة يتحرّك عمود القياس إلى الأمام وإلى الخلف، وذلك وفق اتجاه الدوران مسافة قدرها 0,5 ملليمتر .

الميكرومتر المقسّم مخروط أسطوانة القياس إلى 50 قسمًا تكون خطوة قلاووظ عمود قياسه 0,5 ملليمتر .  
تقسيم مخروط أسطوانة القياس إلى 50 قسمًا يعني أنّ خطوة القلاووظ عمود القياس 5مم .

يوجد في أسطوانة القياس الداخليّة تقسيم رئيسي على خطّ طولي مقداره 25 ملليمتر، وهو نطاق قياس الميكرومتر .

• التقسيم العلوي يشير إلى المليمترات الكاملة .

• التقسيم السفلي يشير إلى أنصاف المليمترات .

أي: الدورة الكاملة لأسطوانة القياس = خطوة قلاووظ عمود القياس = قسم واحد من التقسيم الرئيسي الأسفل  
بأسطوانة القياس الداخليّة = 0,5 ملليمتر .

إذا أُديرَت الأسطوانة الخارجيّة لتبتعد عن خطّ التقسيم الرئيسي بأسطوانة القياس الداخليّة بمقدار جزء واحد فقط تكون قيمة الجزء بمخروط أسطوانة القياس = جزء واحد من مجموع أجزاء مخروط أسطوانة القياس × خطوة قلاووظ عمود القياس =  $(1/05) \times (1/2) = (1/10)$  أو 0,01 ملليمتر . وهي دقة قياس الميكرومتر .

### ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية دقة (0.001) ملليمتر

يُستخدم ميكرومتر القياس الخارجي ذو الورنية لقياس الأبعاد والأقطار الخارجيّة لقطع التشغيل والأجزاء المهمّة التي تتطلب لها قياسات دقيقة .

يتكوّن الشكل بأجزاء الميكرومتر الخارجي دقة 0.01 ملليمتر نفسها، بإضافة الورنية التي تتشابه مع ورنية القدم المنزلة دقة قياس الميكرومتر (0.01) ملليمتر ليصبح دقة قياس الميكرومتر (0.001) ملليمتر .

### الميكرومتر الداخلي

يستخدم الميكرومتر الداخلي لقياس المشغولات والأجزاء الدقيقة، يوجد ثلاثة أنواع للميكرومترات الداخليّة، وهي :

1. الميكرومتر الداخلي ذو الفكّين .

2. الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد .

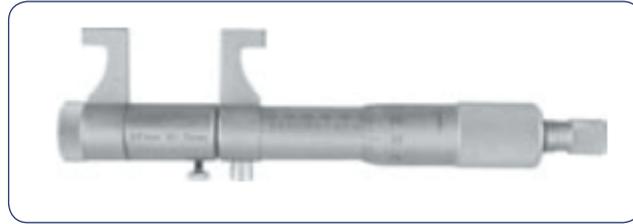
3. الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع .

### الميكرومتر الداخلي ذو الفكّين

يتشابه الميكرومتر الداخليّ ذو الفكّين مع الميكرومتر الخارجي باختلاف الفكّين بدلاً من الإطار على شكل قوس دقة قياسه 0,01 ملليمتر، أُضيف إليه تقسيم مساعد لتصل دقة قياسه إلى 0,001 ملليمتر . يتكوّن الميكرومتر الداخلي

ذو الفكّين شكل من الأجزاء الآتية:

1. الهيكل الأساسي .
2. الفكّ الثابت .
3. الفكّ المتحرك .
4. القراءة الأساسيّة المباشرة .
5. التقسيم المباشر .
6. مسمار تحسس .
7. فرملة حلقيّة .



يبلغ طول مشوار الفكّ المتحرك 25 ملليمترًا، أمّا مدى القياس فيكون كما يأتي .

50:75 ملليمتر .

75:100 ملليمتر .

125:100 ملليمتر .

150:125 ملليمترًا .

175:150 ملليمترًا .

200:175 ملليمتر .

### الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد

يتشابه الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد مع الميكرومتر الخارجيّ في التقسيم الرئيسيّ بأسطوانة القياس الداخليّة، وتدرّج مخروط أسطوانة القياس الخارجيّة .

يُستخدم الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد لقياس الأقطار الداخليّة الكبيرة كما يُستخدم بهدف ربط وتثبيت ذراع التطويل لقياس الأقطار الداخليّة العميقة .



## يتكوّن الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد من الأجزاء الآتية :

1. أسطوانة القياس الداخلية .
2. أسطوانة القياس الخارجية .
3. حلقة أسطوانية للتحسس .
4. مسمار تثبيت .
5. قطع امتداد .

## نطاق قياس الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد

يبدأ نطاق الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد من 05:53 ملليمتر . وبعدها يتشابه مع نطاق قياس الميكرومتر الخارجي، حيث طول مشوار عمود القياس 25 ملليمترًا ليزيد مجال قياسه بمقدار 25 ملليمترًا كما يأتي :

50:35 ملليمترًا

75:50 ملليمترًا

100:75 ملليمتر

125:100 ملليمترًا

150:125 ملليمترًا

وهكذا بزيادة قدرها 25 ملليمترًا إلى أن يصل نطاق قياسه إلى 500 ملليمتر .

## طرق القياس باستخدام الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد.

يُستخدم الميكرومتر الداخلي المجهّز بقطع امتداد للقياس المباشر شكل، وذلك بحمله بكلتا يدي الفنيّ بوضع السطحين الجانبيين لأعمدة قياس الميكرومتر داخل السطح الداخلي لقطعة التشغيل، وبزيادة طول الميكرومتر شيئاً فشيئاً مع حركة عمود القياس بحركة على شكل قوس باحتراس حتى يتلامس السطحان الجانبيان لأعمدة قياس الميكرومتر بشكل عموديّ شكل، للوصول إلى القياس المطلوب وبدقّة.

## الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة أذرع

يُسمّى أيضاً بالميكرومتر الداخلي (ذو الثلاث نقط ارتكاز). ويُعدُّ من أفضل أنواع الميكرومتر الداخليّة؛ وذلك لوجود ثلاث نقط ارتكاز تتلامس مع السطح الداخلي لقطر المشغولة المراد قياسها، وهو ذو جودة ودقة عالية .

## يتكوّن الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز ، شكل، من الأجزاء الآتية:

1. الهيكل .
2. نقط الارتكاز .
3. أسطوانة القياس الداخلية .

4. أسطوانة القياس الخارجية .
5. الورنيّة (التدرّيج المساعد).
6. حلقة أسطوانيّة للتحسّس .

يُستخدم الميكرومتر الداخلي ذو الثلاث نقط ارتكاز في قياس الأقطار الداخلية 6:300 ملليمتر، كما يُستخدم في قياس أقطار المجاري الداخليّة .

يتشابه الميكرومتر الداخلي ذو ثلاث نقط ارتكاز مع الميكرومتر الخارجي في التقسيم الرئيسيّ بأسطوانة القياس الداخليّة وتدرّيج مخروط أسطوانة القياس الخارجيّة .

ذود الميكرومتر الداخلي ذو الثلاثة نقط ارتكاز بورنية (تقسيم المساعد) ليصل دقة قياسه إلى 0.001 ملليمتر .

### نطاق قياس الميكرومتر الداخلي ذي الثلاثة أذرع

يختلف نطاق قياس الميكرومترات الداخليّة ذات الثلاثة اذرع عمّا هو متّبع بالميكرومترات الخارجيّة؛ وذلك لاختلاف الحركة بينهما ، فقد صُمّم نطاق قياسهما بأقلّ مدّى ممكن، وذلك على جودة الحركة الميكانيكيّة للميكرومترات إضافة إلى الحصول على قياسات أدقّ.

### ميكرومتر قياس الأعماق.

تُستخدم قدمة الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات، علماً بأنّ دقّة قياسهما 0.02/0.05 ملليمتر، كما يُستخدم ميكرومتر الأعماق في قياس أعماق الثقوب والارتفاعات للمشغولات المهمّة والأكثر دقّة، حيث إنّ دقّة قياسه 0.01 ملليمتر.

يتشابه ميكرومتر الأعماق مع الميكرومتر الخارجيّ في نظريّة القياس، أي في خطوة فلاووظ عمود القياس وهي 0.5 ملليمتر، والتقسيم الرئيسيّ بأسطوانة القياس الداخليّة وتدرّيج مخروط أسطوانة القياس الخارجيّة ولكن يختلف في القراءة العكسيّة للتقسيم الرئيسيّ، حيث صُمّم التدرّيج بشكل عكسي عمّا هو متّبع بالميكرومترات الخارجيّة والداخليّة.

### يتكوّن ميكرومتر قياس الأعماق من الأجزاء الآتية:

1. عمود القياس .
2. ذراعا الارتكاز يتعامدان مع عمود القياس بزواوية 90.
3. التقسيم الرئيسيّ بشكل عكسي .
4. أسطوانة القياس الخارجيّة .
5. مسمار تحسّس .
6. فرملة حلقيّة لتثبيت أسطوانة القياس الخارجيّة على القراءة المطلوبة.
7. قطع امتداد .



## نطاق قياس ميكرومتر الأعماق

مجال قياس ميكرومتر الأعماق وهو صفر 52مليمتر حيث طول مشوار عمود القياس 25 مليمترًا . زُوِّدَ بمجموعة قطع امتداد لزيادة مجال قياسه لإمكانية استخدامه لقياس المشغولات المختلفة التي تزيد أطوالها عن 25 مليمترًا، ليصل نطاق قياسه إلى 300 مليمتر.

## إرشادات عند استخدام الميكروميتر:

### ارتفاع ثمن الميكرومترات وللمحافظة على دقتها وحساسيتها، يجب اتباع الإرشادات الآتية:

1. عند التشغيل على الماكينات بصفة عامة يجب وضع الميكرومترات منعزلة عن باقي العدد، ويجب أن توضع فوق قاعدة ليّنة.
2. يجب الأخذ بعين الاعتبار أنّ الميكرومترات تتمدد بالحرارة؛ لذلك يجب استخدامها من خلال الجانبين البكالييت لعدم تأثرها بحرارة اليد .
3. يجب استخدام مسمار التحسس لئلا يمسّ فكّي الميكرومتر على الجزء المراد قياسه، وعدم استخدام أسطوانة القياس بمحاولة ربطها على المشغولة، فهذا يؤثّر على دقة القياس، إضافة إلى تلف الميكرومتر .
4. يجب ترك مسافة صغيرة بين فكّي الميكرومتر أثناء التخزين، وعدم تخزينها وفكّاه متلاصقان؛ حتى لا ينتج عن ذلك تآكل في سطحيهما مع مُضيّ الوقت .
5. يجب اختيار الميكرومترات وضبطها من حين لآخر بواسطة قوالب القياس .

## طرق قياس الزوايا

### تنقسم الزوايا إلى نوعين:

1. ثابتة.
2. متحركة.

### الزوايا الثابتة.

تُصنَع الزوايا الثابتة من الصُّلب الثابت الصلادة وتُقَسَّى وتجلىخ.

الزوايا الثابتة تُقسم إلى نوعين:

1. الزوايا القائمة(90)
2. زوايا معينة حادة ومنفرجة.

## أولاً: الزاوية القائمة

1. زاوية مسطّحة.
2. زاوية مصدر.
3. زاوية مصدر متصلب.
4. زاوية شعرية: عند القياس بزوايا ثابتة يجب أن تُسند هذه الزوايا على قطعة العمل، بحيث يقف كلا الضلعين عمودياً على سطح الشغلة.



## ثانياً: الزوايا المتحرّكة

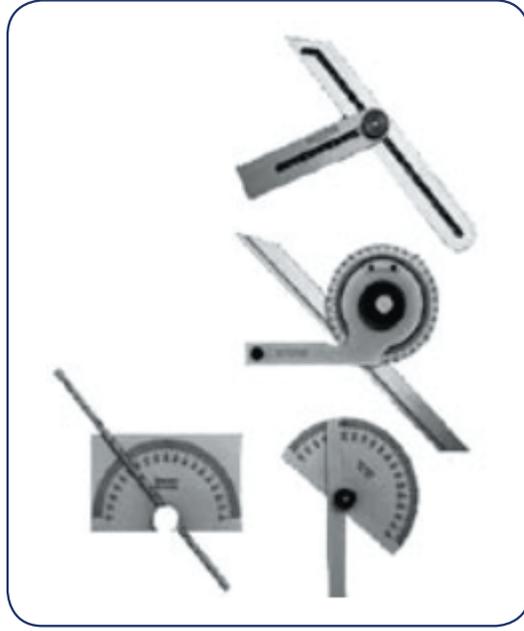
تُصنع من الصّلب متوسط الصلادة، وتتكوّن من جزأين أو أكثر . صُمّمت الزوايا المتحركة بأشكال عدّة، والغرض من ذلك قياس زوايا المشغولات المختلفة، ومنها:

1. الزاوية القابلة للضغط.
2. المنقلة البسيطة.
3. المنقلة الشاملة.

## الزاوية القابلة للضغط (منثنية بسيطة)

### المنقلة البسيطة

وهي على شكل نصف دائرة مقسّمة إلى 180 ، وتُستخدم للتخطيط والاختبار، ومراجعة زوايا المشغولات غير الدقيقة، بحيث توضع المسطرة الثابتة على قطعة تشغيل، وتُحرّك المسطرة المتحركة لتتطابق مع المنقلة وبذلك يتم عملها.



### الزاوية ذات الورنيّة (الشاملة)

هي أداة دقيقة تُستخدم للتحقيق ولرسم جميع أنواع الزوايا مهما كان شكل المشغولة وحجمها، وتُسمّى زاوية كوستيلا.

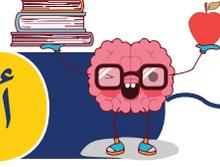
### نظام تدريج الزاوية ذات الورنيّة

عند قراءة قياس الزاوية تُقرأ أولاً الدرجة الثابتة على الورنيّة الرئيسيّة، وذلك ابتداءً من الصّففر، ثم يُقرأ بعدها في الجعبة نفسها بالتتابع عددُ الدقائق، بحيث ينطبق مع أي خطّ من التدريج الرئيسي.

### إرشادات عند استخدام أدوات القياس

1. لارتفاع ثمن أدوات القياس وللحفاظ عليها عند استخدامها للحصول على دقة عالية للقياس، يجب اتباع الإرشادات الآتية:
  1. عند التشغيل على الماكينات بصفة عامّة يجب وضع أدوات القياس منعزلة عن باقي العدّد، ويُفضّل أن تكون فوق قاعدة ليّنة.
  2. يجب تنظيف قطعة التشغيل من الرايش وإزالة الزيت والشحم إذا كان متعلّقاً بها قبل البدء في عمليّات القياس.
  3. عدم قياس قطعة التشغيل وهي في درجة حرارة مرتفعة (فهذا يؤثّر على دقة القياس).
  4. يجب تلامس فكّي أدوات القياس المستخدمة على قطعة التشغيل بضغط معتدل، وعدم الضغط عليهما بقوة.
  5. عدم استخدام أدوات القياس بالعنف أو الضغط عليها وعدم تعرّضها للصدمات أو استخدامها للربط، أو إلقائها على الأرض فهذا يُسبّب تلفها.
  6. بعد الانتهاء من العمل يجب تخزين أدوات القياس بالأماكن المخصّصة لها، وعدم إلقائها وسط العدّد.

## أسئلة الوحدة:



### السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. إنَّ تحديد كميّة فيزيائيّة كالطول أو الزمن أو الكتلة أو درجة الحرارة أو الزاويه بواسطة جهاز خاص هو مفهوم :
  1. المعاييرة .
  2. المقارنة .
  3. الدقة .
  4. القياس .
2. ما وحدة قياس شدة الضوء ؟
  1. الأمبير .
  2. الكلفن .
  3. الكانديل .
  4. متر .
3. أيّ الآتية من استخدامات الكلبيير؟
  1. قياس أقطار داخلية .
  2. قياس أقطار خارجية .
  3. قياس أعماق .
  4. جميع ما ذكر .
4. يتكوّن ميكرومتر القياس الخارجي من الأجزاء الآتية ما عدا :
  1. الإطار .
  2. أسطوانة القياس الخارجي .
  3. التقسيم الرئيسي .
  4. حلقات أسطوانيّة للتحسّس .
5. صُمّمت الزوايا المتحركة بأشكال عدّة، منها :
  1. الزاوية القابلة للضغط .
  2. المنقلة البسيطة .
  3. المنقلة الشاملة .
  4. جميع ما ذكر .

### السؤال الثاني : علّل ما يأتي :

1. يجب عدم الضغط على الكلبيير أثناء الاستخدام .
2. يجب استخدام السقاطة فقط في الميكرومتر عند أخذ القياس .
3. لا يجوز أخذ القياس في حال كانت قطعة العمل ساخنة .
4. يجب ترك مسافة صغيرة بين فكّي الميكرومتر، وعدم تخزينه وفكّاه متلاصقان .
5. أجهزة المعاييرة هي أدوات ومعدات قياس عالميّة الدقه ومضبوطة .

### السؤال الثالث :

- فسّر سبب تسمية الكلبيير بالورنيّة ذات القدمة .
- بيّن مميّزات القدمة ذات الورنيّة واستخدامها .
- بيّن بالرسم أجزاء الكلبيير .
- عدد استعمالات أجهزة الفحص والمعايرة .
- بيّن طرق تخزين أدوات القياس وحفظها .

### السؤال الرابع : عرّف ما يأتي:

الدقة ، أجهزة المعايرة ، عمود القياس ، التقسيم الرئيسي ، أسطوانة القياس الخارجية .

### السؤال الخامس :

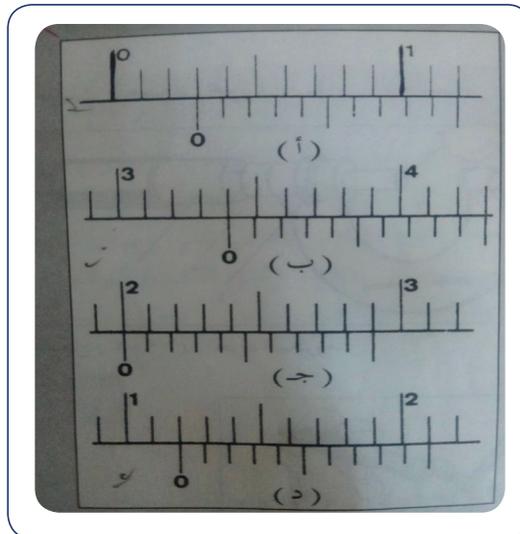
- اذكر أنواع الميكروميتر الداخلي وميزات كل نوع واستخداماته .
- اذكر أنواع الزوايا المتحركة واستخداماتها .
- ما الإرشادات الواجب اتباعها عند استخدام أدوات القياس .
- عدد طرق قياس الزوايا .

### السؤال السادس :

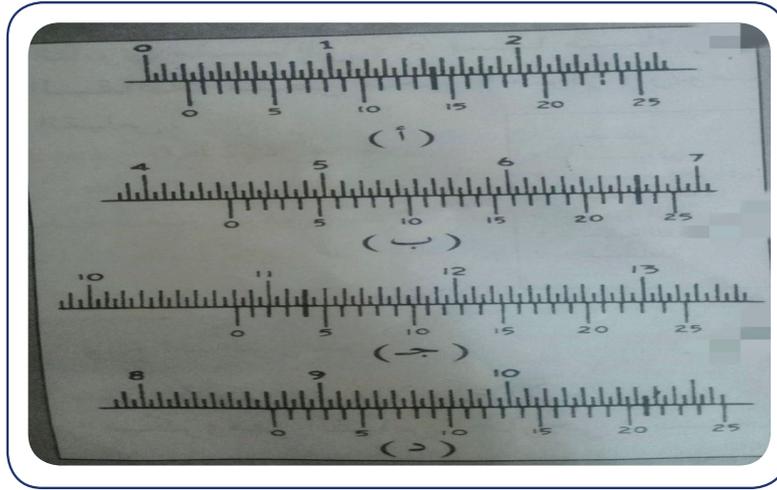
1. وضح أجزاء الميكروميتر على الشكل المجاور .



2. بيّن الشكل أربع قراءات لورنيّة مترية دقة 0.1 ملم ، حدّد قيمة كلّ قراءة .



3. بيّن الشكل أربع قراءات لورنيّة مترية دقة 0.02 ملم ، حدّ قيمة كلّ قراءة.

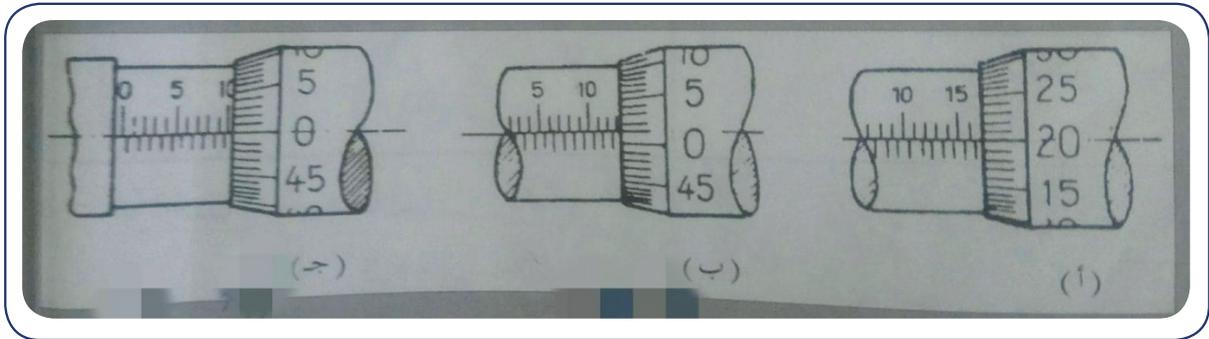


4. حدّ قيمة كل من قراءات الميكرومتر المتري في الأشكال الآتية إذا علمت أنّ سعة القياس كما يأتي :

أ. من (0-25)

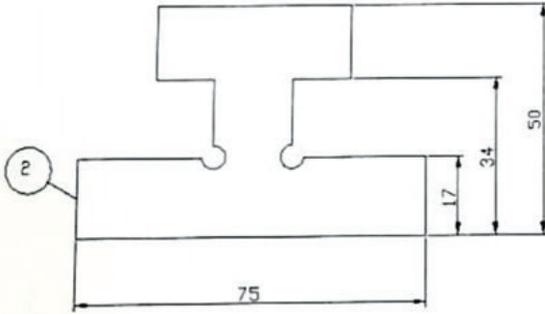
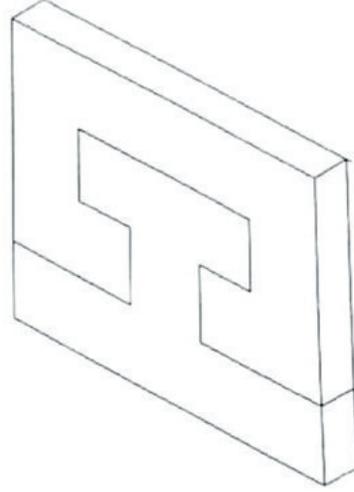
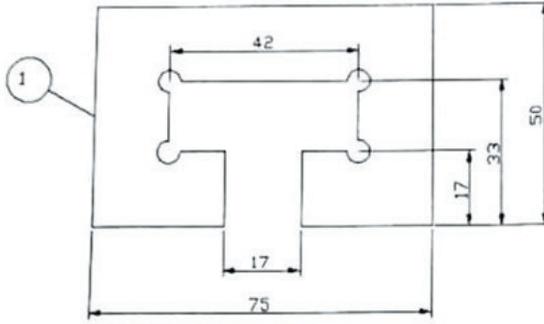
ب. من (25-50)

ج. من (50-75)



## تمرين عملي :

المطلوب : تنفيذ التمرين المبين أدناه ضمن التفاوت  $\pm 0,1$  ملم (سمك المعدن 8 ملم)

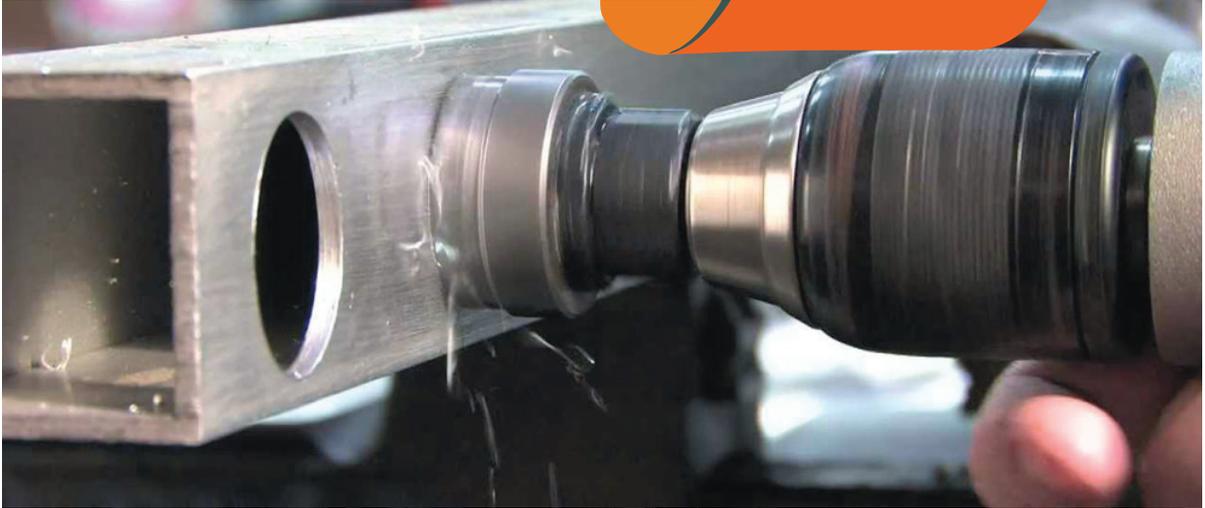


## توزيع العلامات على تمرين البرادة

الرقم	المهارات	العلامة
1	ضبط طول وعرض القطعتين 1-2	10
2	ضبط تخطيط القطعتين	10
3	مهارة استخدام أدوات القياس	10
4	مهارة استخدام العدد اليدوية	12
5	ضبط الزاوية (90)	12
6	تجميع التمرين	10

## الوَحْدَةُ النَّمَطِيَّةُ الرَّابِعَةُ

### عَمَلِيَّاتُ التَّشْكِيلِ الْأَسَاسِيَّةُ



تَشْكِيلُ الْمَعَادِنِ بِاسْتِخْدَامِ الْعُدَدِ الْيَدَوِيَّةِ  
هَلْ أَصْبَحَ الْإِنْسَانُ قَادِرًا عَلَى تَشْكِيلِ الْمَعَادِنِ وَفَقَّ اِحْتِيَاجَاتِهِ وَرَغْبَاتِهِ؟

يُتَوَقَّعُ مِنَ الطُّلَبَةِ بَعْدَ دِرَاسَةِ هَذِهِ الوَحْدَةِ، وَالتَّفَاعُلِ مَعَ أَنْشِطَتِهَا أَنْ يَكُونُوا قَادِرِينَ عَلَى (إِتْقَانِ طُرُقِ تَشْكِيلِ المَعَادِنِ) مِنْ خِلَالِ:

- 1 القدرة على اختيار الطريقة المناسبة للتشكيل بواسطة العُدَد اليدويّة.
- 2 التّعرّف إلى أهميّة العمل المِهْنِيّ وفق أُسُسٍ علميّة.
- 3 التّعرّف إلى التقنيات المختلفة لتشكيل المعادن .
- 4 التمييز بين عمليّات التشكيل بالقطع، والتشكيل بدون قطع .
- 5 الإلمام بأنواع ماكينات تشكيل المعادن .
- 6 الإحاطة بأهميّة مستقبل مهنة الخراطة .

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

### أولاً: الكفايات الاحترافية للوحدة النمطية

( المهارات ) :

1. جمع البيانات عن الزبون وتحليلها .
2. استخدام أدوات القياس المختلفة للحصول على الأبعاد بدقة .
3. رسم مخطّط لقطع العمل .
4. القدرة على قراءة المرسومة وتنفيذها .
5. تواصلُ الطلاب مع الزّبون ومعرفة احتياجاته، وجمع معلومات بخصوص مواصفات قطعة العمل .
6. القدرة على اختيار أدوات القطع اليدوية المناسبة .

### ثالثاً: الكفايات المنهجية:

ارتداء معدّات الصّحة والسلامة المهنيّة الآتية في حال دخولهم المشغل:

1. الخوذة .
2. النظارات الواقية .
3. القفّازات الجلدية .
4. المربول الجلدي .
5. الحذاء الواقي .
6. سمّاعات لتخفيض الأصوات .

### ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية :

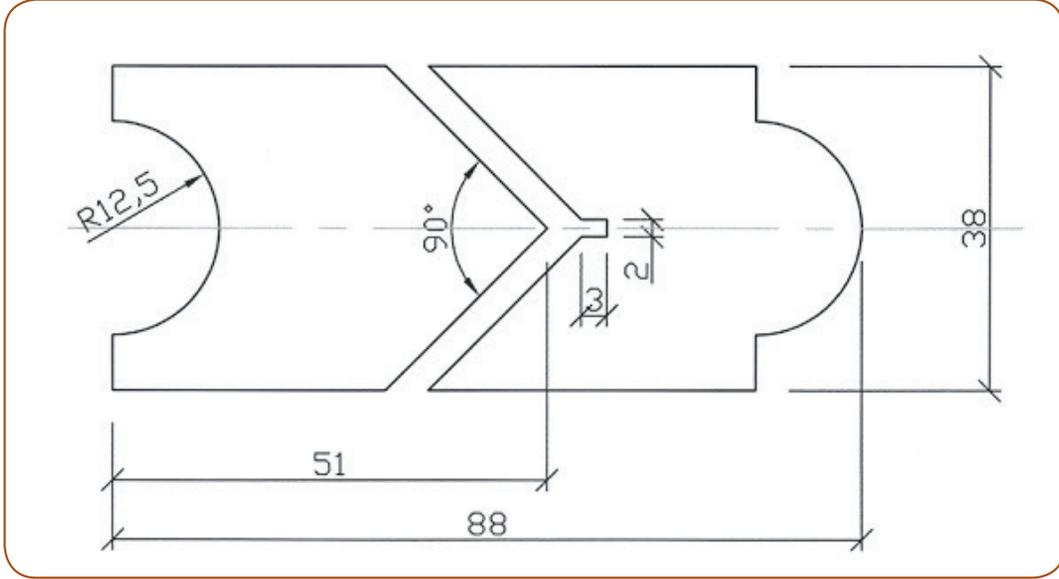
1. المحافظة على خصوصيّة الزبون وأسراره .
2. التعامل بمصداقيّة ..
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة .
4. القدرة على التواصل الفعّال .
5. القدرة على الاستماع لرأي الزبون .
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون .
7. توفير أجواء مناسبة للتفاهم والاقناع .
8. القدرة على التأمّل الذاتي .

## الموقف التعليميّ التعلّميّ : ( طرق تشكيل المعادن )

1

### وصف الموقف التعليميّ :

حضر زبون إلى ورشة العمل وطلب تشكيل قطعة ميكانيكيّة ماثلة لهذه القطعة بالقياسات والأبعاد الدقيقة.



خطوات العمل :



الموارد	المنهجية	الوصف	خطوات العمل
وثائق (طلب الزبون ، نشرات، مقالات وكتب تتعلق بمفهوم التصميم الميكانيكي ). التكنولوجيا(الإنترنت ، أنماط بصرية، فيديو وصور تعبّر عن التصميم الميكانيكي في كلّ مرحلة).	- أخذ رسومات للقطعة المنوي عملها. - يتصل الطالب بالزبون ويحدد وقتاً للزيارة وجمع المعلومات اللازمة. - البحث العلمي. - حوار ومناقشة. - التعلم التعاوني/مجموعات عمل.	- جمع البيانات من الزبون ( موضوع التقرير، الفئة المستهدفة ومستواها الثقافي، الوسائط المستخدمة في تقديم التقرير، معايير المادة للعرض، المدة الزمنيّة للتقرير، والفترة الزمنيّة المطلوبة. - الإنجاز: جمع بيانات عن: مفهوم التصميم الميكانيكي، وأهدافه وأدواته - نماذج بصرية لتصاميم تمثّل الأفكار المذكورة. - مراحل تطوّر التصميم الميكانيكي (العصور، والتقنيات والمجالات، والأفكار).	أجمع البيانات وأحلّها

<ul style="list-style-type: none"> <li>- الوثائق : (نشرات ، مقالات وكتب تتعلق بمفهوم التصميم الميكانيكي).</li> <li>- البيانات التي تم جمعها.</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بشرح التشكيل اليدوي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المناقشة والحوار</li> <li>- العصف الذهني (الاستمطار الفكري)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تصنيف البيانات (المواد الخام، الأهداف، التقنيات، المجالات).</li> <li>- الاتفاق على مفهوم التشكيل بواسطة العدد اليدوية وأهدافه.</li> <li>- تحديد الحقبة الزمنية (من حيث النشأة والتطور التاريخي).</li> <li>- تحديد مجالات التطور في كل حقبة زمنية ( حاجات المجتمع، متطلبات الحضارة ).</li> <li>- تحديد التطور التقني في التشكيل الميكانيكي.</li> <li>- تحديد النماذج البصرية التي تم جمعها اللازمة للعرض، كأمثلة على الإنتاج.</li> <li>- إعداد جدول زمني للتنفيذ.</li> </ul>	<p><b>أخطط وأقرر</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية.</li> <li>- حاسوب.</li> <li>- عدد يدوية.</li> <li>- أدوات القياس التي تلزم.</li> <li>- توضيح مراحل تطور التصميم الميكانيكي</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التعلم التعاوني / مجموعات.</li> <li>- الحوار والمناقشة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتابة تعريف لمفهوم التشكيل اليدوي.</li> <li>- تسجيل أهداف الإنتاج.</li> <li>- توضيح مراحل تطور التشكيل اليدوي الميكانيكي.</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب).</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية</li> <li>- زيارة علمية إلى شركات بيع أدوات القياس والضبط .</li> <li>- العمل ضمن مجموعات.</li> <li>- مناقشة طلب الزبون وتحليله ضمن فريق المجموعة.</li> <li>- توثيق وكتابة ما توصلوا إليه من معلومات .</li> </ul>	<p><b>أنفذ (الجانب العملي)</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- حاسوب .</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب المذيع (الإنترنت) مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- التعلم التعاوني / مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من اختيار التعريف المناسب الذي يوضّح المفهوم الصحيح والشامل للتشكيل بواسطة العدد اليدوية .</li> <li>- التحقق من الاهداف التي تم وضعها للإنتاج .</li> <li>- التحقق من توضيح مراحل تطوّر التصميم الميكانيكي عبر العصور .</li> <li>- تدقيق وضبط الشكل والقياسات للقطعة التي تمّ إنتاجها .</li> <li>- التحقق من مطابقة المادة التي تم إنجازها مع طلب الزبون .</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>أضبط وأتحقّق</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- أدوات قياس ( كليبر ، منقلة ، .... )</li> <li>- عدد يدوية ( مقدح يدوي ، مبارد، ازاميل ، مطرقة ، ..... )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والنقاش تعلّم</li> <li>- تعاوني/مجموعات</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توثيق مفهوم التصميم الميكانيكي وأهدافه .</li> <li>- توثيق مراحل تطوّر الإنتاج والتشكيل اليدوي عبر العصور .</li> <li>- إعداد التقرير المطلوب متضمّناً مفهوم التصميم والإنتاج الميكانيكي وأهدافه، مراحل تطوّره عبر العصور .</li> <li>- فتح سجلّ خاص بتطوّر وخطوات الإنتاج .</li> <li>- إعداد العروض التقديميّة عن مفهوم الإنتاج وتطوّره عبر العصور .</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>أوثّق وأقدّم</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ورقة العمل الخاصّة بالتقويم ومنهجية التقويم .</li> <li>- جدول أبعاد القطعة الميكانيكية .</li> <li>- جدول تقويم تفاوتات التشطيب .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الاطلاع على النتائج. النقاش مع المجموعات الأخرى .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إنجاز العمل كما يريد الزبون، وخطّة العمل، والتنفيذ والأدوات التي استعملها .</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>أقوم</b></p>

## الأسئلة:



- الأسئلة ( استفسار عن الموقف التعليمي / التعلّمي ). مثل: فسّر ، حلّ ، ناقش ، دراسة حالة.
- أتعلّم: في نهاية كلّ موقف تعليمي يوجد أتعلّم.
- ( المادة النظرية ، يمكن وضع صورة ، نشاط معيّن ، تعريف ، ثم أستنتج ).
- ① فسّر: ماهيّة أهداف وغايات علم الصناعة.
- ② فسّر: الحفاظ على العناصر الأخرى للإنتاج يزيد في استمرار العمليّة الإنتاجيّة(الآلات،الخامات،المرافق،راس المال،البشر).
- ③ أحلّل: نُصهر المعادن قبل عمليّة تشكيلها.
- ④ اذكرْ مثلاً على عمليّات تشكيل المعادن (بدون قطع).
- ⑤ فسّر: وجود قدرات واستعدادات مميّزة لخريجي المدارس المهنيّة على المدارس الأخرى في الموضوعات العلميّة والتطبيقيّة في الجامعات.

لقد وجد الإنسان نفسه مضطراً إلى تطويع ما حوله من الخامات للحصول على أشكال محددة، مثل: المعول للزراعة، والسهم للصيد، والرمح للدفاع عن النفس، ومن هنا بدأ الاهتمام بتشكيل المعادن إلى أشكال مختلفة وذلك من خلال الطُّرق الآتية :

- ① **التشكيل بدون قطع:** حيث تتّصف هذه الطريقة بعدم إزالة أجزاء من المعدن أثناء عمليّة التشكيل على شكل برادة أو ريش (أي بدون انتزاع أي أجزاء من المعادن أثناء عمليّة التشكيل).
- ② **التشكيل بالقطع ( التشغيل )** حيث سيتمّ التطرُّق إلى تقنيات التشكيل بالقطع في ما يأتي :

عادة ما تتم تهيئة قطعة العمل بأشكال وأبعاد مناسبة حتى تصبح مناسبة، لوضعها على الآلة وإجراء عمليّة التشغيل المطلوبة، وكذلك قد تتطّب إجراء عمليّات أخرى بعد التشغيل لتصبح مناسبة للاستخدام. كما أنّ هنالك بعض القطع التي يتم تشغيلها بالكامل يدويّاً .

### أولاً : مكان العمل

**مكان العمل:** هو المساحة المحدّدة من المشغل المتواجد فيه طالب واحد ( أو مجموعة من العمّال ) للقيام بعمل محدّد، ومزوّد بالآلات وعدة وأدوات، ومواد ضرورية لهذا العمل .

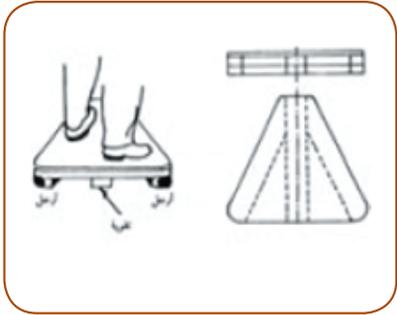
### طاولة العمل :

وهي عبارة عن لوح خشبي سميك يُثبّت على قوائم خشبيّة أو معدنيّة، بحيث يحتفظ باستوائه، ويتم تزويد الطاولة بلمزمة ( أو عدة ملازم ) وإدراج ، حيث يتمّ وضع العُدَد والأدوات التي تُستعمل على يمين الملمزمة، فيما توضع

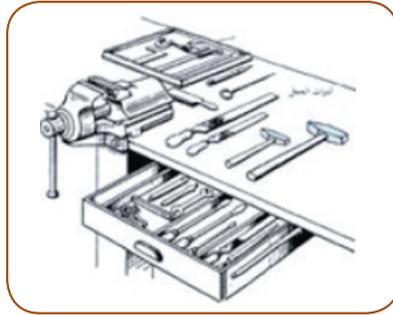
أدوات القياس على الجهة اليسرى من الملازمة، وتحفظ العدد اليدوية التي تمّ تنظيفها في الأدراج، وقد تُزوّد الطاولة بحاجز أمامي واقٍ، أو مصدر إضاءة .

### الملازم :

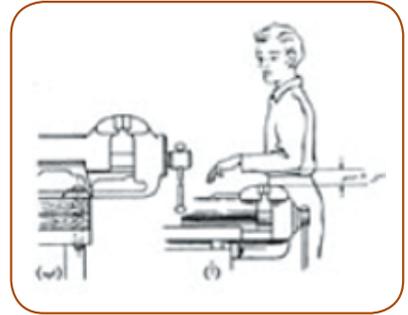
تُستخدم الملازم في ربط المشغولات التي يتمّ عليها بعض عمليات التشغيل أو التركيب، والتجهيز، أو التجميع ، ويُصنع جسم الملازمة من الحديد الكربوني فيما تُصنع الفكوك الثابتة والمتحركة من حديد السكب .



( الشكل 3 )



( الشكل 2 )



( الشكل 1 )

يتمّ تثبيت الملازمة على طاولة العمل بحيث يكون فكّ الملازمة أسفل مرفق ذراع العامل بحوالي 5-8سم، كما هو مبين في الشكل ( 1 ) . وبذلك يتم ضبط ارتفاع الملازمة تبعاً للطول ، ويمكن تعويض الفرق في طول الفني أو ارتفاع الملازمة من خلال وضع قطعة خشبية أسفل الملازمة، كما في الشكل ( 2 ) للفني طويل القامة، أو بوضع قطعة خشبي يقف عليها العامل قصير القامة، كما في الشكل ( 3 ) وهناك أنواع مختلفة من الملازم :

**أ. الملازم المتوازية :** وتنقسم إلى نوعين رئيسيين، هما: الملازم الثابتة، والملازم الدوارة. وتُصنع الفكوك المتحركة والثابتة وكذلك الجزء الدوّار من حديد السكب، أمّا المحور المولوب ( البرغي ) وبقيّة أجزاء الملازمة فتُصنع من الفولاذ الكربوني .

### وتتوفر هذه الملازم بالمقاسات الآتية :

من حيث عرض الفكّ (120.100.80.60) ملم .

من حيث المسافة القصوى بين الفكوك (180.140.100.65.54) ملم .

**ب. ملازم الطاولة :** ومنها الثابتة والدوارة، وتمتاز ببساطة التركيب، والصلابة العالية، ولكن أهمّ سلباتها تدني جودة العمل عليها .

### وتتوفّر المقاسات الآتية :

من حيث عرض الفكّ (100.130.150) ملم .

من حيث المسافة القصوى بين الفكوك (180.150.130.90) ملم .

### مساعدات الربط :

تُستعمل في حالات القطع غير المستوية والتي لا يمكن ربطها على الملازم بشكل مباشر، وكذلك للمحافظة على

جودة سطوح قطع العمل المراد ربطها، وأنواعها عديدة، منها :

أ. فكوك تركيب على الملازم : وتُصنع من المعادن الطرية، مثل: الرصاص، والألمنيوم، أو الجلد، أو الجلد المضغوط؛ للمحافظة على جودة سطوح قطع العمل .

ب. المرابط الطوقية: وتُستخدم لربط قطع العمل الزاوية والاسطوانية، وتُصنع من المعادن أو الخشب.

ج. الفكوك المخصصة لتثبيت الأجزاء الأسطوانية.

## ثانياً : الأزملة

هي عملية قطع باستخدام أداة ذات طرف حاد لإزالة طبقة سميكة، أو أجزاء غير مرغوب فيه في معدن المشغولة تُسمى الإزميل . وتُستخدم عملية الأزملة أو القطع بالإزميل على المشغولات التي يتعدّر عليها القطع، باستخدام المقاشط أو الفرايز، وفي فتح مجاري الخوابير، وقنوات التزيت، وتقطيع الخامات . تقتصر عملية القطع بالإزميل على العمليات التي لا تتطلب دقة عالية، كعمليات الإزالة والتهديب والقطع ، حيث تكون دقة الأسطح الناتجة منخفضة.

### عملية الأزملة:

يمكن إجراء عملية القطع بالأزملة بتثبيت المشغولة جيّداً بالملزمة، كما يمكن إجراؤها مباشرة على الأجزاء ذات الأحجام الكبيرة .

ويُراعى أن ينحرف الإزميل على سطح المشغولة انحرافاً مناسباً، كما في الشكل . ويتمّ تسليط قوّة عليها بواسطة مطرقة يدوية مناسبة؛ ما يؤدي إلى إزالة جزء منتظم من المعدن .

### زوايا الحد القاطع للإزميل :

يُمثل الإزميل ( chisel ) أبسط أنواع عُدد التشغيل، وتُصنع أشكال مختلفة واستخدامات مختلفة، وتُصنع من الصّلب الكربوني ( كربون 0,6-0,7 )، وتعامل حراريّاً لتصليد الجزء القاطع، ثم يجري تجليخها للحصول على زوايا الحدّ القاطع، كما في الشكل ، حيث تكون فيه هذه الزوايا في الأعمال العامّة كما يأتي :

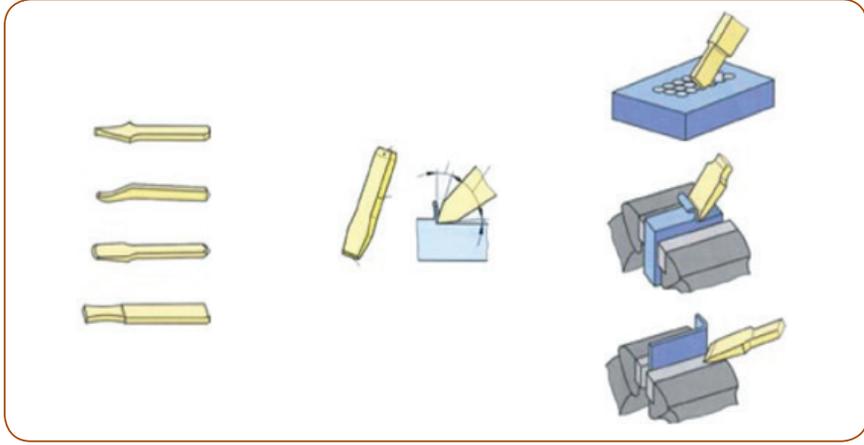
أ. زاوية الخلوص  $\alpha = 10$  درجة

ب. زاوية السن  $\beta = 60$  درجة

ج. زاوية الجرف  $\gamma = 20$  درجة

1. ويوضّح الشكل سُمك أهمّ أنواع الأزاميل، حيث يظهر بوضوح أنّ زاوية السنّ لمعظم أنواع الأزاميل هي 60 درجة، وذلك عند قطع المعادن الحديدية .

2. ويتوقّف حجم وسمك الإزميل على شكل حدّ القطع المراد تشغيله، ونوع المشغولة وقد يصل سُمك طرف الإزميل إلى حوالي 1.5 ملم، عند قطع معادن غير حديدية، مثل: الألمنيوم، والزنك، والرصاص .



### ثالثاً : نشر المعادن

**النشر:** هو عملية تشغيل بالقطع للمعدن يتم فيها إزالة شظايا أداة تحتوي حدود قاطعة متتالية ( أسنان أنصال المنشار).

تُستخدم عملية النشر لقطع الأعمدة والقضبان، ولقطع المواسير والأنابيب، وكذلك لتشكيل المجاري والشقوق والأطراف الخارجية وتتم عملية النشر باستخدام المناشير اليدوية أو الآلية. الشكلان.

### نصلة المنشار

تُصنع من الفولاذ الكربوني أو فولاذ السرعات العالية، ويضاف إليه الموليدوم أو التنجستن، وعادة يتم تقسية النصلة بالكامل، أو تقسية الأسنان فقط؛ وذلك لزيادة مقاومتها للإجهادات وإطالة عمرها.



### أنواع النصلات :

وتتوفر نصلات المناشير بأشكال مختلفة تبعاً لاستخدامها، ومنها :

1. **نصلات الصفيحة:** وهي صفيحة مستقيمة مرنة تُستخدم في المناشير اليدوية أو المناشير الآلية الترددية، ويتم تسينها بأشكال مختلفة كما يأتي:



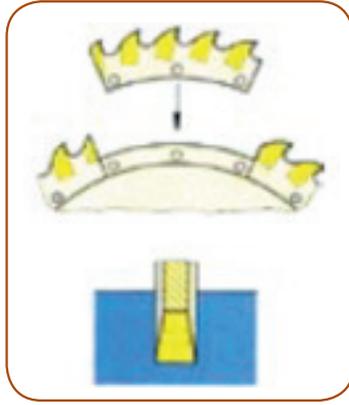
أ. **النصل مفرد التسنين:** وتكون الأسنان على جهة واحدة، ويُصنع بأطوال محدّدة 52سم، 27،5 سم 30سم، وبسُمك يتراوح من ( 0.65 - 0.85 ) ملم .

ب. **النصل مزدوج التسنين:** وتكون الأسنان على الجهتين، ويُصنع بأطوال 30سم ، 35سم ، وبعرض 2،5 سم، وسُمك 75 ملم .

ج. **النصل ذات التسنين المتصاعد:** وتبدأ بسنّ قطع ناعم ثم متوسط فخشن.

2. **النصلة الشريطيّة:** وهي نصلّة مرّنة، طويلة، مسنّنة على اتّجاه واحد يتمّ لحامها على شكل حلقة، وتُستخدم في المنشار الآلي الشريطي .

3. **النصلة القرصيّة:** قرص غير مرّن محيط مسنّن، ويُستخدم في منشار الصينيّة (ذو القرص) . وقد تكون الأسنان جزءاً من القرص أو لقم خاصة تضاف إلى القرص .



### دزوايا أسنان النصلة :

تُصنع زوايا المنشار بزوايا حادّة، كما يظهر في الشكل ، وتُعرّف هذه الزوايا كما يأتي:

- زاوية الخلوص، وتتراوح من (30 - 33) درجة .

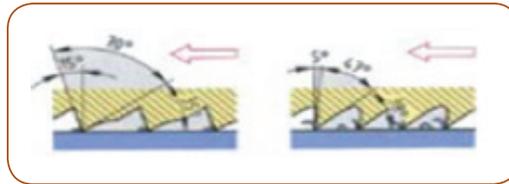
- زاوية السنّ، وتتراوح من (50 - 55) درجة .

- زاوية الجرف، وتتراوح من (5 - 7) درجة .

ويُذكر أنّ مجموع هذه الزوايا يساوي 90 درجة .

وتُسمّى المسافة بين سنّين متتاليين الخطوة، ويُرمز لها بالرمز (خ) وتُقاس بالملم .

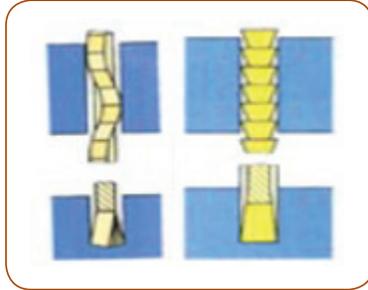
ويتمّ اختيار الزوايا طبقاً لنوع مادة قطعة العمل وسُمكها وصلادتها .



## تفليج أسنان النصلة :

يتمّ تصنيع النصلات بحيث تكون الأسنان مائلة إلى الجوانب قليلاً (تفليج)؛ ما ينتج عنه فتح مجرى أكثر سُمكاً من النصلة؛ وذلك لتوفير خلوص جانبي بين النصلة وقطعة العمل يمنع من انحصار النصلة داخل القطعة، ويقلل من الاحتكاك، كما في الشكل ، ويكون التفليج بإحدى الطّرق الآتية:

- أ. **تفليج متخالف:** ويتمّ بإمالة الأسنان بالتناوب إلى اليمين واليسار، ويُستخدم في النصل الخشن.
- ب. **تفليج مموّج :** ويتمّ بإمالة الأسنان بشكلٍ متموّج نحو اليمين واليسار، ويُستخدم في النصل الناعم.

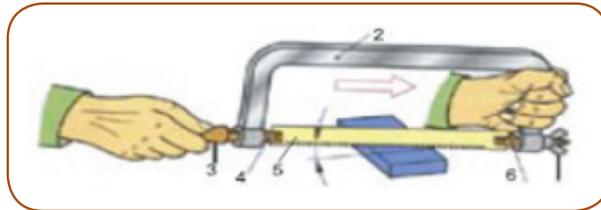


ج. **أسنان مشكّلة بحدّ قطع عريض:** وتتمّ من خلال تشكيل الأسنان بحيث تكون حدود القطع فيها أكبر قليلاً من سُمك النصلة من الجانبين.

## المنشار اليدويّ:

تتوفّر أنواع متعدّدة من المناشير اليدويّة، وتُصنّف طبقاً لشكل المقبض ولطول الهيكل المعدني وشكله. أجزاء المنشار اليدوي: ويتكوّن كما في الشكل من الأجزاء الآتية :

- صامولة الشدّ (عصفورة الشد).
- الهيكل ويُصنع من الفولاذ.
- المقبض ويُصنع من الخشب أو البلاستيك.
- الرأس الثابت.
- النّصل.
- الرأس المتحرّك.



## عملية النشر اليدوي:

### لإنجاز عملية النشر اليدوي يجب المرور بالخطوات الآتية:

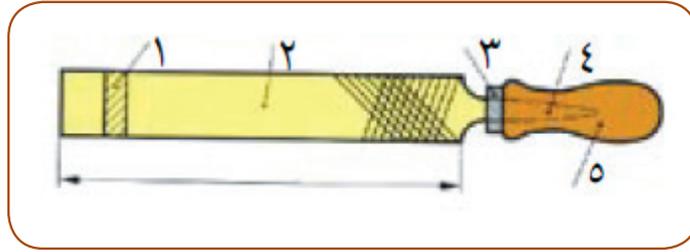
1. تركيب النصلة المناسبة وضبطها بحيث يتطابق ميل الأسنان مع اتجاه القطع، وشده الشدة المناسبة.
2. ربط قطعة العمل على الملزمة أو بواسطة مساعدات الربط .
3. حركة المنشار: تعتمد على القوة العضلية للعامل مع مراعاته لوضع المنشار بمستوى أقل، كما في الشكل أعلى مع الضغط على المنشار أثناء تحريكه في اتجاه القطع (مشوار القطع)، وإزالة الضغط في مشوار الرجوع مع عدم إخراج النصلة من القطعة.

**البرادة :** هي عملية تشغيل بالقطع تتم بإزالة أجزاء من سطح قطعة العمل على شكل شظايا رقيقة (رايش)، وذلك بواسطة أسنان قاطعة على شكل صفوف منتظمة موجودة على سطح أداة تُسمى المبرد . تُستخدم عملية البرادة للحصول على أسطح مستوية أو متوازية أو أسطح منحرفة، وفي إزالة الأطراف الحادة للقطع، كما تُستخدم لتشغيل الشقوق والمجاري، ويتراوح سُمك الشظايا المُزالة من 0 - 0.25 ملم وتصل في حالات خاصة إلى 0.001 ملم تبعاً لخشونة الأسنان .

### مواصفات المبرد وتصنيفها :

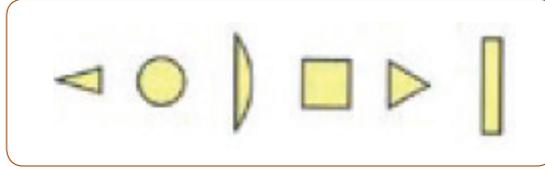
#### يبيّن الشكل العناصر الأساسية للمبرد وأجزائه:

1. الطرف.
2. الجسم.
3. سوار معدني.
4. الذيل.
5. المقبض.

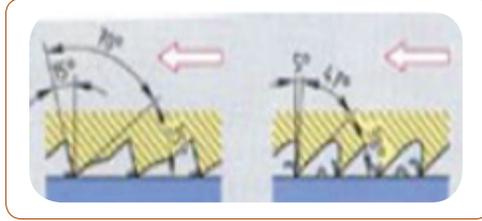


كما تُحدّد مواصفات المبرد المختلفة بما يأتي:

1. طول المبرد: ويُعرف بطول الجزء القاطع من طرف المبرد إلى العقب، ويتراوح الطول بين (21-4) إنش وبالنظام المتري بين (10 - 35) سم .
2. شكل المقطع : تُصنع المبرد بمقاطع متعدّدة الأشكال لكي تفي بالغرض. والشكل يوضّح الأشكال المختلفة لمقطع المبرد.

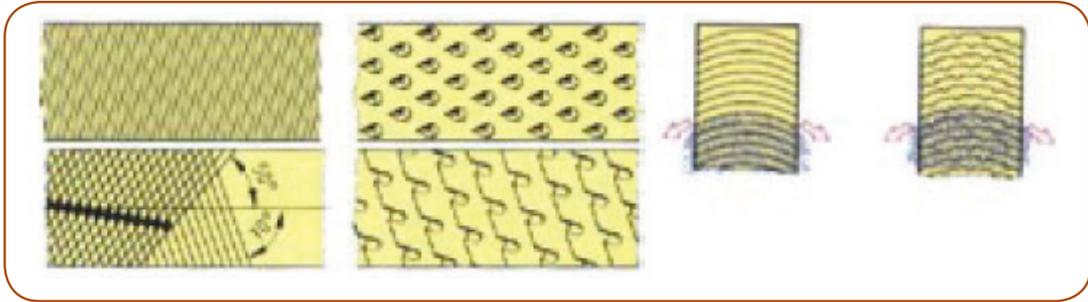


3. تصنع بطرق متنوعة بحيث تكون زوايا الحدّ القاطع: زاوية الجرف، وزاوية السنّ، وزاوية الخلوص وزاوية القطع كما في الشكل ، وتختلف قيم هذه الزوايا في المبارد من نوع إلى آخر تبعاً لصلابة وخواص المواد



المبارد تشغيلها، ونعومة أو خشونة المبرد. أمّا الانواع فهي:

1. **مبارد مفردة القطع (التحزير):** وتكون زاوية الجرف 16، وزاوية السن 48 ، وزاوية الخلوص 36 ، وزاوية القطع 106 ، وتكون الحروز على شكل خطوط أو أقواس متتابعة على طول الجزء الفعّال من المبرد ومائلة بزاوية عن محوره ، وتُستعمل المبارد لبرادة المعادن الطريّة (الزنك، الألمنيوم، والنحاس) .
2. **مبارد مزدوجة القطع (مزدوجة التحزير) :** وتكون زوايه كما في المبارد مفردة التحزير، وتُستعمل لبرادة الفولاذ وحديد السكب، والمواد الصلبة، وتُصنع من حزين: أساسي ويكون بزاوية 50 وثانوي بزاوية 70 .



3. **مبارد ذات الأسنان المبشورة :** وتُستخدم لبرادة المواد الطريّة، مثل: البلاستيك، والخشب، والمطاط، والجلد، كما في الشكل .
4. **المبارد ذات الأسنان المفرزة:** وتكون زاوية الجرف ( 19 )، وزاوية السنّ (60)، وزاوية الخلوص (-20) 35)، وتُستخدم بفعاليّة أكثر للمواد التي تُستخدم لها المبارد مفردة التحزير، حيث يُصار إلى تحزيرها بآلات التفريز بزاوية ميل ثانوية؛ لتسهيل عمليّة تغلغلها في سطح المعدن :



5. **المبارد ذات الأسنان المنحنية:** وتُستعمل لبرادة المعادن الطرية، وكذلك لبرادة اللدائن البلاستيكية .
6. **المبارد المخرقة :** وتكون زاوية الجرف 5، وزاوية السنّ 55، وزاوية الخلوص 40 ، وزاوية القطع 45، كما في الشكل الذي يبيّن الأشكال المختلفة لأسنان المبرد، وتمتاز بسهولة التغلغل؛ ما يؤدي إلى زيادة الإنتاج :
1. **عدد الأسنان في وحدة الطول:** حيث تُحدّد درجة نعومة أو خشونة المبرد بناءً على عدد الأسنان لكل بوصة، وعلى الطول الكلي للمبرد، أو بناءً على الخطوة وهي المسافة بين السنّ والسنّ الذي يليه ومقاسه بالملم.
2. **الاستخدامات الخاصة وتُقسم إلى:**
- أ. **مبارد لبرادة السبائك الطرية:** وتُصنع مزدوجة التحزيز، ويكون الجزء الأول بزاوية 45 درجة، والثانية بزاوية 60 لقطع سبائك الألمنيوم .
- ب. **مبارد لبرادة المواد غير المعدنية:** وتمتاز بحزوز عميقة مقارنة بالمبارد العادية.
- ج. **مبارد المواد الصلدة:** وتُستخدم لبرادة المواد الصلدة، مثل سكاكين الخراطة والقوالب، وكذلك الزجاج والسيراميك، وتُصنع من الماس وتكون للخراطة الناعمة والخشنة وفق حبيبات الماس.
- د. **المبارد الإبرية :** وتُستخدم للأعمال الدقيقة، مثل: أعمال الزخرفة، والصياغة، وهي مبارد صغيرة يتراوح طولها من 80-160 ملم، وأسنانها متصالبة الحزوز، وتُصنع عادة من فولاذ العدة، والشكل يبيّن الأنواع المختلفة لمبارد الاستخدامات الخاصة .



## عملية البرادة

تعتمد عملية البرادة الصحيحة على العوامل الآتية :

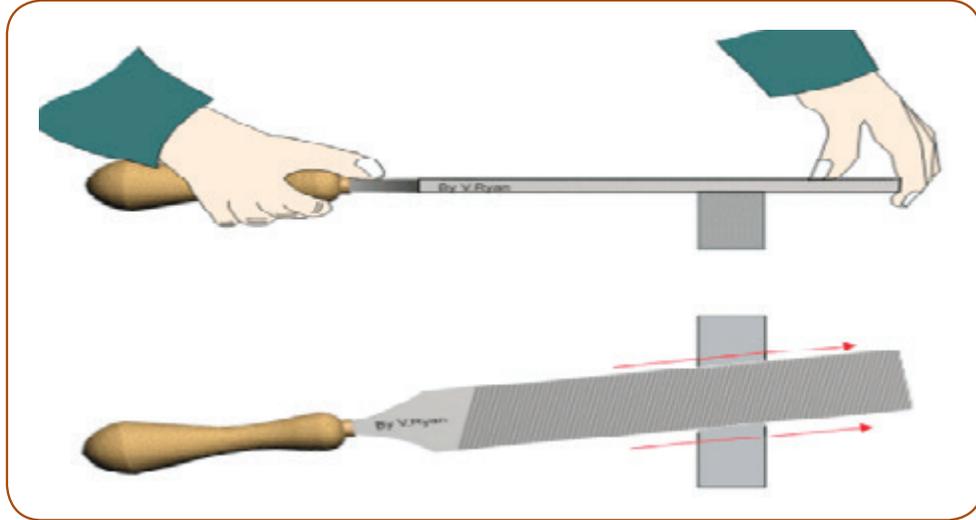
1. **الوقوف السليم:** حيث يجب أن يكون جسم العامل مستقيماً، والزاوية بين مرفق اليد اليمنى وساعدها هي 90 درجة، كما يجب أن يكون الزاوية بين محور المَلزِمة والخطّ الواصل بين الكتفين 45 درجة، أمّا بالنسبة للأرجل فيجب أن تتقدّم الرّجل اليسرى على اليمنى، وتكون المسافة بين الكعبين 20-30 سم، وذلك لكي يستند جسم العامل على الرّجل اليمنى عن زاوية القطع وعلى الرّجل اليسرى عند الضغط على المبرد .

2. **طريقة مَسْكَ المِبرد:** حيث تعتمد على طول المِبرد، وشكل المِبرد، وشكل البرادة المطلوبة، ونوعها كما يأتي:

1. **مَسْكَ المِبرد عند البرادة الخشنة:** يُمسك المِبرد باليد اليمنى بحيث تستند نهاية المِبرد على تجويف راحة اليد، ويكون الإبهام من الأعلى وتلف الأصابع على المقبض من الأسفل، وتوضع راحة اليد اليسرى على بعد 20-30 ملم من طرف المِبرد من الأعلى .

2. **مَسْكَ المِبرد عند البرادة القائمة:** يُمسك المقبض باليد اليمنى، ويكون الإبهام والسّبابة من أعلى أمّا اليد اليسرى فيكون مكانها وفق الضغط المطلوب، إمّا من الأمام أو من الخلف أو من الوسط .

- **حركة المِبرد:** للحصول على برادة جيّدة يتمّ الضغط على المِبرد باليد اليسرى في بداية الشوط، ودفع المِبرد باليد اليمنى بشكلٍ أفقيّ، وخلال شوط القطع يقلّ ضغط اليد اليسرى ويزداد الضغط باليد اليمنى، ويتمثّل شوط الرجوع بسحب المِبرد على سطح قطعة العمل دون ضغط، وفي البرادة الخشنة يُستعان بثقل الجسم بزيادة الضغط على المِبرد، كما في الشكل .



## برد السطوح :

تختلف عمليّة البرد باختلاف السطح المُراد برده، وتتمّ فيها حركة المبرد بالطريقة التي تضمن الحصول على شكل السطح المطلوب خالياً من الحزوز.

### 1. برد السطوح المستوية

وتتمّ بإحدى الطُرق الآتية:

1. **البرد المتصالب:** ويكون البرد في اتّجاهين متعامدين، حيث تكون حركة المبرد وهو مائل بزاوية 30-40 مرّة إلى اليسار ومرة إلى اليمين، وتُستخدم عند برد السطوح الكبيرة نسبياً .
2. **البرد العرضي:** وتُستخدم في البرد الخشن، ويُصح بإمالة المبرد بزاوية 15 درجة عن السطح .
3. **البرد الطولي:** وتُستخدم في البرد الناعم، ويُصح بإمالة المبرد بزاوية 15 درجة عن السطح .

### 2. برد السطوح المحدّبة:

ويتم بإمالة المبرد بشكلٍ طوليّ، حيث تبدأ حركة المبرد باتّجاه السهم الأقصى ثم بالاتّجاه القوسي، وإمّا بشكلٍ عرضيّ.

### 3. برد السطوح المقعّرة :

تكون حركة المبرد مركّبة (حركة طولية وحركة دورانية).

### 4. برد السطوح الأسطوانية:

تكون حركة المبرد حركةً دورانية، ويُفضّل ربط قطعة العمل الصّغرى بملزمة يدويّة.

### 5. برد السّحب:

يُستخدم للبرد الناعم، ويُصح برشّ الطباشير بين قواطع المبرد

- **ضبط السّطوح:** تتمّ هذه العمليّة لفحص استوائيّة سطح قطعة العمل بعد البرادة، حيث تُستخدم المسطرة الشعريّة وذلك بوضعها في أماكن مختلفة على طول خطّ قطعة العمل، وملاحظة الشقّ الضّوئي، وقد تُستخدم الزاوية القائمة ذات الحوافّ المستقيمة .

### • صيانة المبرد وتخزينها :

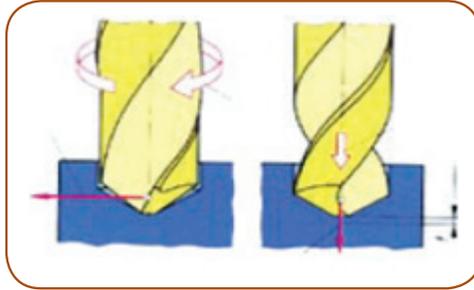
عادةً ما تعلقُ شظايا ورايش بين فراغات حزوز القطع في المبرد بعد إجراء عمليّة البرادة؛ ما يُعطي سطوحاً غير جيّدة عند استخدامها مرّةً أخرى، وتنعّم قدرة المبرد على القطع ما لم يتمّ تنظيفه وإزالة الرايش والشظايا، وتتمّ عمليّة

التنظيف بإحدى الطّرق الآتية:

1. استخدام فرشاة السلك، وهي أداة تُستخدم لتنظيفها وإزالة الرايش بعد برادة قطعة ذات صلادة عادية أو عالية، ويتمّ التنظيف بسحب الفرشاة من جهة الحزّ العلوي كي نتحاشى ثلّم المبرد .
2. استخدام المحاليل: في حالة برد سطوح مطليّة بالدهان أو البلاستيك تتمّ عمليّة التنظيف باستخدام محاليل الماء والصابون، أو الماء والصودا ، أو الكاز والترينتين .
3. استخدام سلك معدنيّ ( صفيح معدني ) : يُستخدم لإزالة الشظايا المتغلغلة بين الأسنان، ويُصنع من معدن ليّن، كالألومنيوم ولا يُصنع من الفولاذ .
4. تخزين المبرد: بعد الانتهاء من عمليّة البرد وتنظيف المبرد يتمّ تخزينه بشكلٍ آمنٍ وسليم، وذلك إما على حاملات المبرد الخاصة من الفلين، أو على رفّ خاصّ مصنوع من الخشب؛ وذلك تفادياً لاحتكاك المبرد ببعضها بعضاً أو بطاولة العمل أو بأيّ أجسام صلبة .

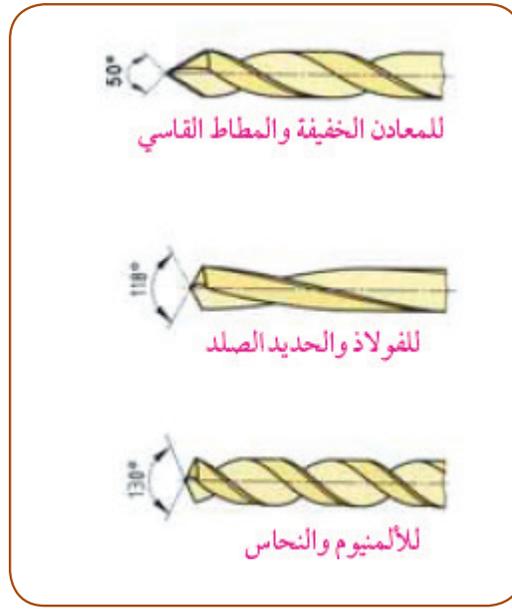
#### • الثّقْب :

**الثقب:** هو عمليّة تشكيل فجوات أسطوانيّة منتظمة داخل قطعة العمل، تتمّ بواسطة أداة قطع ذات حدّين تتحرّك حركةً دائريّةً دورانيّةً، وتُسمّى ريشة الثّقْب. ويبيّن الشكل عمليّة إجراء الثقب.



وتُستخدم عمليّة الثقب لعمل ثقوب نافذة وغير نافذة، وتُستخدم هذه الثقوب مجاريّ لتمرير السوائل، ولحمل الأعمدة والمحاور، وأحياناً لتخفيف وزن المشغولات أو لعمليّات الربط، وتتمّ عمليّة الثقب يدويّاً وآليّاً بمثاقب ثابتة أو متنقّلة.

- **ريشة الثقب:** تتميز ريشة المِثقاب بقنواتها الحلزونيّة اللولبيّة التي تُسهّل خروج الرايش المُزال من القطعة، كما تتميز بزواية ثقب الريشة وهي الزاوية المحصورة بين حدّي القطع الرئيسيّين في المقدمة، كما في الشكل ( 24 )، وتحدّد قيمة هذه الزاوية وفقّ المادة المراد ثقبها على النحو الآتي :



1. المعادن الخفيفة والمطاطي القاسي 50° .

2. الفولاذ وحديد الزهر الرمادي والبرونز 118° .

3. الألومنيوم والنحاس 140° .

وتُصنّف ريش الثقب طبقاً لمعدنها، أو شكلها، أو استخدامها، إضافةً إلى نوع المعدن المُراد ثقبه، وفق الآتي:

1. **المعدن المصنوعة منه:** حيث تُصنع ريشة الثقب من معادن عدّة، منها: الفولاذ الكربوني العالي، وُصَلب السرّعات العالية، وخلاتُ الصّلب الكريدي.

2. **الشكل:** يوضّح الشكل أنواع الريش المستخدمة في عمليّات الثّقب.

3. **الاستعمال:** يوضّح الشّكل أنواع الريش وفقّ الاستعمال .

• **طُرق ربط قطعة العمل :**

من الضروريّ ربط قطعة العمل ربطاً محكماً بدرجة تكفي مقاومة جَذْب الريشة لها والعمل على تدويرها، إذ إنّ ذلك يشكّل مصدراً كبيراً للخطر، ويتمّ الثبيت بإحدى الطّرق الآتية:

1. **الثبيت بقبضة اليد:** تُستخدم للثقوب الصغيرة في قطع يُمكن السيطرةُ عليها باليد دون خطورة.

2. الثبيت بواسطة كتلة حرف v ، وتُستخدم لربط القطع الأسطوانية.

3. الثبيت بواسطة طرف المخرطة.

4. **الثبيت بواسطة المرابط اليدويّة:** وتُستخدم لربط القطع قليلة الشّمك والصغيرة نسبياً.

5. **الثبيت المباشر على الآلة:** وتستخدم لربط القطع الكبيرة باستخدام براغي الربط .

6. **التثبيت بواسطة ملزمة الآلة:** وتُستخدم لتثبيت قطع العمل الصغيرة ومنتظمة الشكل.



#### • آلات الثقب :

توجد أنواع مختلفة من آلات الثقب منها:

1. **المثاقب اليدوية:** التي يُمكن حملها باليد، حيث يتم تدوير الريشة إما باستخدام اليد، أو بواسطة محرك كهربائي أو الهواء أو الهيدروليك.

2. **المثاقب الآلية** ويتم تدوير الريشة من مصدر كهربائي، وهناك المثاقب العمودية والمثاقب الأفقية، التي سيتم بحثها فيما بعد.

3. **آلات التفريز وآلات الخراطة:** حيث يمكن إجراء عملية الثقب بهذه الآلات، ولكي تتم عملية الثقب بالشكل السليم والفعال لا بد أن تتوفر في الريشة الشروط الآتية:

أ. **الصلابة:** بحيث تفوق صلابة المادة المراد ثقبها.

ب. وجود وجه للحدّ القاطع ينساب عليه الرايش، ويميل عن محور الدوران بزاوية مناسبة تُسمى زاوية الجرف Y .

ج. وجود سطح في أسفل الحدّ القاطع يميل عند السطح المراد قطعه بزاوية تُسمى زاوية الخلوص لمنع الاحتكاك.

#### • عملية الثقب:

تتمّ عملية الثقب من خلال حركة دورانية تتمثل في دوران الريشة حول محورها، وتُسمى حركة القطع، وحركة أمامية تتضمن دخول الريشة في قطعة العمل وتُسمى التغذية، وتعتمد عملية القطع على التغذية وسرعة القطع.

#### 1. سرعة القطع :

ويمكن حساب سرعة القطع على النحو الآتي:

## حيث:

ق: قطر الريشة (ملم).

ن: سرعة دوران الريشة (دورة ادقيقة).

وتتوقف سرعة القطع بالآلات الثقب على نوع معدن أداة القطع (الريشة).

## 2. التغذية:

وتمثل مقدار تغلغل الريشة في قطعة العمل لكل دورة، وتُقاس مم/دورة.

## 3. عمق القطع:

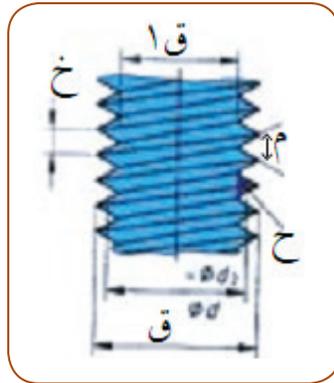
ويُعرف عمق القطع بالمسافة الكليّة التي تتغلغلها الريشة في قطعة العمل، ويقاس بالملمتر.

## 4. زمن التشغيل:

ولإجراء ثقب ذات أقطار كبيرة يتم استخدام ريش ذات أقطار متدرّجة من الأصغر إلى الأكبر.

## التسنين اليدوي (اللولبه):

تُعرف عمليّة اللولبه بأنها عمليّة لقطع الأسنان على السطح الداخليّ لجسم أسطوانيّ (لولبة داخلية) لإنجاز الصواميل أو قطع الأسنان على السطح الخارجيّ، لجسم أسطوانيّ (لولبة خارجيّة) لإنجاز البراغي. وعادة ما تأخذ هذه الأسنان أشكالاً مختلفة؛ فمنها المثلث ومنها المربع ومنها شبه المنحرف، وقد يتم قطع هذه الأسنان آلياً باستخدام آلات التشغيل باستثناء المثلث الذي يتم إنتاجه يدوياً باستخدام أدوات اللولبة. يُعدّ السنّ المثلث أكثر الأشكال استخداماً، ويُستعمل لأغراض الربط. ويُعبّر عن المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنيين متتاليين بالخطوة، أمّا عمق السنّ فهو البعد بين قاع السنّ ورأسه. والشكل يبيّن عمليّة التسنين.



## السنّ المثلث:

وهناك نظامان للسنّ المثلث:

1. نظام السنّ المثلث المتري: وهو السنّ الذي تكون جميع مقاساته بالمليمترات، وزاوية السنّ فيه 60 وتُقاس

فيه الخطوة بالمليمتر، وكُتب رمز السن باستخدام الحرف M على النحو: ( M 24 × 3 ) وتعني أنّ السنّ المتري قطره الخارجي 24 ملم وخطوته 3 ملم .

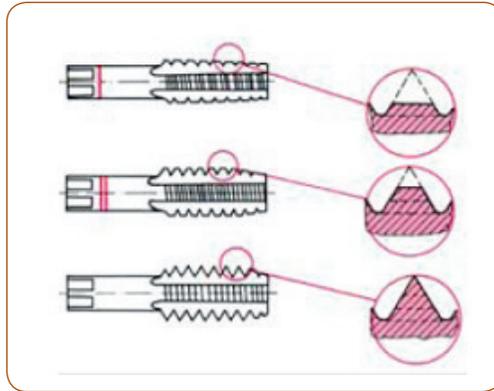
**2. نظام السنّ المثلث الإنشئي (ويت وورث):** وهو يشبه السنّ المتري، ولكن جميع مقاساته بالبوصة، ويكتب على النحو الآتي (  $12 \times \frac{1}{2}$  )، ويعني أنّ قطر السنّ الخارجي نصف إنش، وعدد أسنانه 12 سنّاً في البوصة السنّ المتري والإنشئي.  
وتُقاس خطوات الأسنان المختلفة بواسطة معيار اللولبة (مشط الأسنان) الذي يتكوّن من مجموعة من الصفائح المعدنيّة.

### أدوات اللولبة اليدويّة:

تتمّ عمليّة اللولبة اليدويّة باستخدام أدوات خاصّة تحدّد نوع اللولبة المطلوبة:

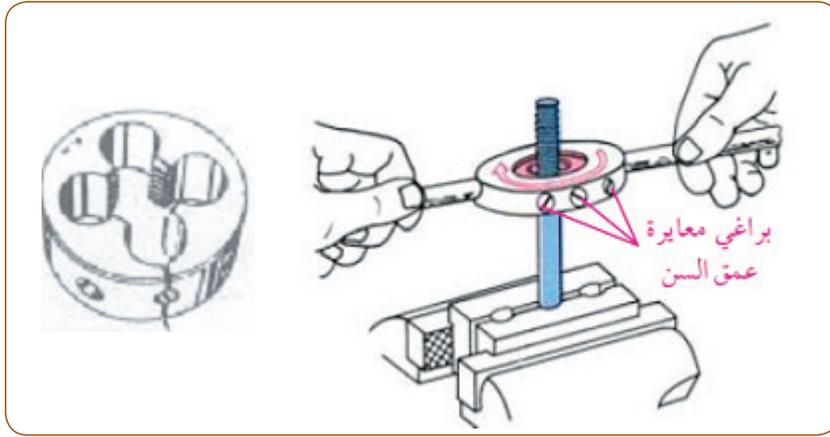
#### 1. أدوات اللولبة الداخليّة:

تتمّ عمليّة اللولبة الداخليّة باستخدام ذكر اللولبة ( ذكر القلاووظ ) والذي يُصنع من فولاذ العدة الكربوني، أو من فولاذ السرعات العالية، وله زاوية جرف صغيرة للولبة المعادن الصلدة، وزاوية جرف كبيرة للمعادن الخفيفة الطريّة. ولسطح أدوات اللولبة أربع مجاري للولبة المعادن الصلدة، وثلاث مجاري للولبة المعادن الطريّة، كما هو مبين في الشكل. وتوجد ذكور اللولبة على شكل أطقم كلّ طقم يتكوّن من ثلاثة ذكور ( ثلاثة أبواب كما في الشكل حيث تتم



### العمليّة على ثلاث مراحل :

- 1. الباب الأول:** الذي يكون مسلوباً سلباً طويلة تُسهّل عمليّة دخول الذكر في الثقب المراد تسنيته، ويُستخدم في المرحلة الأولى من التسنن، ويُزيل هذا الباب 55 % من كمّيّة الخام المراد قطعها. ويُميّز هذا الباب عن الأبواب الأخرى بحلقة واحدة على جذعه.
- 2. الباب الثاني:** يكون مسلوباً سلباً أقلّ من الأول، ويزيد فيه عمق القطع فيُزيل 20 % من الخامة. ويُميّز هذا الباب بحلقتين.
- 3. الباب الثالث:** الذي يُزيل ما تبقى من عمق السنّ في المرحلة الثالثة التي تُسمّى مرحلة الإنجاز. ويُميّز هذا الباب بثلاث حلقات .



## 2 . أدوات اللولبة الخارجية:

تُستخدم لإجراء اللولبة الخارجية أدوات تُسمى لقم التسنين الخارجي أو التختاية، حيث تُصنع من صلب العدة وتكون هذه اللقمة إما مشقوقة؛ وذلك للشد على التختاية بعد كل مشوار قطعه إذا لزم الأمر، أو بدون شق ( ثابتة) تُستعمل لمشوار واحد فقط عند التسنين. ويبيّن الشكل اللقم المشقوقة والثابتة .

وهناك لقم تسنين خارجي مشقوقة إلى نصفين عند مستوى يمرّ بالمحور، وتكون هذه اللقم مربعة الشكل تسمح بضبطها وفق قطر اللولب المطلوب، ويتم تثبيت قطعتي اللقمة داخل إطار يحكمها في وضع ثابت بالنسبة لمحور الجسم المراد لولبته، ويتم ضبط المسافة بينهما من خلال برغي الضبط، كما هو مبين في الشكل.

## الكشط اليدوي :

هو عملية تنعيم للسطوح المعدنية باستخدام أداة قطع تُسمى المكاشط اليدوي؛ إذ تُشكل السطوح عند تطابقها تلامساً كاملاً يمنع ويحول دون تسرب السوائل والغازات منها.

لإجراء عملية الكشط يجب اتباع الخطوات الآتية:

**1. التحبير:** وهي عملية تتم لتحديد المناطق البارزة على سطح قطعة العمل والمراد كشطها باستخدام أدوات ومواد خاصة، وهي:

**أ. بلاطة التحبير (التسوية):** وهي عبارة عن بلاطة تُصنع من حديد الزهر الرمادي أو الجرافيت الأسود وبدرجة إستوائية عالية وتُستخدم هذه البلاطة لتحبير القطع التي تقل مساحتها عن مساحة الطاولة وبلاطة التسوية .

**ب. قوالب وجسور التحبير:** هي قوالب وجسور تُستخدم لإجراء عملية التحبير للقطع الكبيرة .

**ج. مواد التحبير:** تُستخدم للتحبير مواد مختلفة منها مُكوّن من أكسيد الرصاص الأحمر والزيت ، ويمكن استخدام السناج الأسود مع الزيت ومواد أخرى.

**2. عملية التحبير:** تتم عملية التحبير بطلاء سطح قطعة العمل، وحكّها بسطح بلاطة التسوية مع الضغط الخفيف، إذ تُمثّل النقاط البيضاء المناطق المرتفعة في سطح قطعة العمل التي يجب كشطها بواسطة المكشطة اليدوية. وقد تتم العملية بطلاء سطح بلاطة التسوية وتكون النقاط البارزة في قطعة العمل مطلية . وتتم بواسطة أدوات الكشط التي تُصنع من الصُّلب الكربوني ( صُلب العدة)، وتُشحن مبدئياً وتُقسى الأجزاء القاطعة، ثم تُشحن جيّداً على حجر الزيت، وتُستخدم لقطع السطوح المعدنية بإزالة شظايا صغيرة نتجت عن عمليات تشغيل سابقة؛ بهدف زيادة نعومة وإستوائية السطوح المعدنية، ويتم ذلك من خلال عمليتي الكشط: الكشط المنبسط والكشط المستدير على النحو الآتي:

• **عملية الكشط المنبسط:** وتتم بتتابع صدمات الكشط المستوي الابتدائي «الخشن». ونلاحظ أن الصدمات تبدأ من أحد جوانب قطعة العمل وبشكل صفوف متتابعة من الداخل الى الخارج و بزواية 45° عن اتجاه حزوز التشغيل.

• **عملية الكشط المستدير (القوسي):** يختلف تسلسل الأشواط في الكشط المستدير ؛ تبعاً لحركة الكشط سابقة كانت أم ضاغطة.

## أسئلة الدرس



1. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. تتمّ عمليّة التشكيل بدون قطع بواسطة:

أ. المخرطة. ب. الفريزة. ج. السباكة والصبّ. د. القصّ.

2. الظروف المساعدة على عمليّة تشكيل المعادن:

أ. الصهر. ب. المخرطة. ج. المقدح. د. اللحام.

3. ما اسم العمليّة التي يكون المعدن فيها أثناء عمليّة التشكيل ساخناً /بارداً، ويمرّ المعدن المراد تشكيله بين أسطوانتين تدوران باتجاهين متعاكسين؟

أ. الدرّفلة. ب. الصبّ. ج. الحدادة والتطريق. د. البثق.

4. من الطّرق التي يتمّ فيها إحماء المعادن إلى درجات حرارة دون الانصهار:

أ. الحدادة والتطريق. ب. البثق. ج. السكّ. د. القصّ.

5. أي من عمليّات التشكيل ليست بواسطة قطع المعادن (التشغيل)؟

أ. الخراطة. ب. الدرّفلة. ج. البرادة. د. النشر.

2. وضح المقصود بالمفاهيم الآتية:

أ. الحدادة والتطريق. ب. البثق. ج. السكّ. د. القصّ. هـ. الدرّفلة .

3. تمرين عملي على غرار المواقف: اختر الطريقة المناسبة لعمل أسطوانة قطرها 25ملم وارتفاعها 15 ملم.

4. كيف يتمّ ضبط ارتفاع الملزمة تبعاً لطولها الفنيّ؟

5. متى يتم استخدام عمليّة الأزملة اليدويّة؟

6. ارسم رسماً يوضّح أسنان نصلة المنشار اليدويّ وزاوية السنّ والخطوة .

7. قارن بين نصلة المنشار الشريطي ونصلة المنشار القرصي من حيث: الشكل، المرونة، السنّ، الاستخدام.

8. وضح المقصود بعمليّة البرادة واستخدامها .

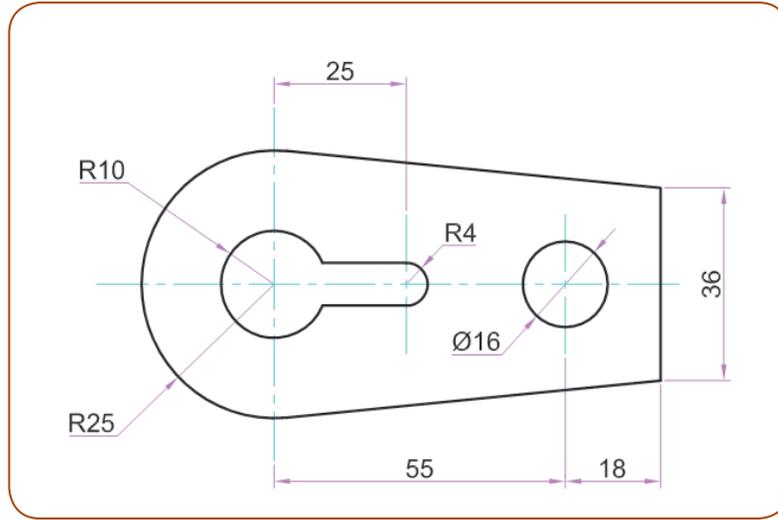
9. قارن بين المبارد مزدوجة التحزيز والمبارد ذات الأسنان المفرزة من حيث: زاويا الحد القاطع ،

وميل الأسنان عن المحور والاستخدام .

10. اذكر العوامل التي تعتمد عليها صحّة عمليّة البرادة.
11. يوجد ثلاث طرق لتنظيف المبراد، وضح كيفية تنفيذها.
12. عدّد أنواع آلات الثقب المستخدمة في عمليّات الإنتاج والتشكيل.
13. اذكر الشروط التي يجب أن تتوفر في ريشة الثقب.
14. وضح المقصود بعملية التسنين اليدوي (القلواظة) واستخداماتها ؟

## وصف الموقف التعليمي :

حضر زبون إلى ورشة العمل وطلب صناعة أداة ربط مباشر ميكانيكية، وطبقا للمواصفات المرسومة هندسيًا وبالقياسات والأبعاد الدقيقة.



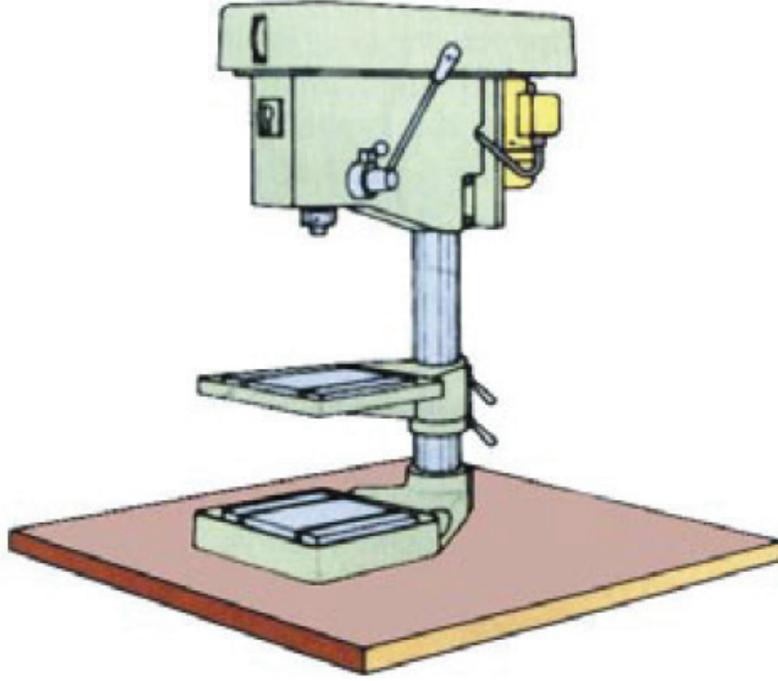
خطوات العمل :



الموارد	المنهجية	الوصف	خطوات العمل
وثائق طلب الزبون (نشرات، التصميم الميكانيكي)	اخذ رسومات للقطعة المنوي عملها.	جمع البيانات من الزبون (موضوع التقرير، الفئة المستهدفة).	أجمع البيانات وأحلّها
التكنولوجيا (الإنترنت وصور تعبر عن التصميم الميكانيكي في كلّ مرحلة).	يتصل الطالب بالزبون ويحدد وقت للزيارة وجمع المعلومات اللازمة.	الوسائط المستخدمة في تقديم التقرير، معايير المادة للعرض، المدة الزمنية للتقرير، والفترة الزمنية المطلوبة.	
	البحث العلمي .	جمع بيانات عن: مفهوم التصميم الميكانيكي، وأهدافه وأدواته	
	حوار ومناقشة	مراحل تطور التصميم الميكانيكي (العصور، التقنيات، والمجالات، والأفكار).	
	التعلم التعاوني / مجموعات عمل.		

<ul style="list-style-type: none"> <li>- الوثائق: (طلب المذيع، نشرات، مقالات وكتب تتعلق بمفهوم البيانات التي تم جمعها).</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بشرح التشكيل اليدوي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المناقشة والحوار</li> <li>- العصف الذهني (الاستمطار الفكري).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تصنيف البيانات (المواد الخام، الأهداف، التقنيات، المجالات).</li> <li>- الاتفاق على مفهوم التشكيل بواسطة العدد اليدوية والآلات البسيطة.</li> <li>- تحديد الحقبة الزمنية (من حيث النشأة والتطور التاريخي).</li> <li>- تحديد مجالات التطور في كل حقبة زمنية (حاجات المجتمع، متطلبات الحضارة).</li> <li>- تحديد التطور التقني في التشكيل الميكانيكي.</li> <li>- تحديد النماذج البصرية التي تم جمعها اللازمة للعرض كأمثلة على الإنتاج.</li> <li>- إعداد جدول زمني للتنفيذ.</li> </ul>	<p>أخطط وأقرر</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية.</li> <li>- حاسوب.</li> <li>- عدد يدوية وآلات بسيطة</li> <li>- أدوات القياس التي تلزم</li> <li>- توضيح مراحل تطور التصميم الميكانيكي؟؟</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب).</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التعلم التعاوني / مجموعات.</li> <li>- الحوار والمناقشة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتابة تعريف لمفهوم التشكيل اليدوي.</li> <li>- تسجيل أهداف الإنتاج.</li> <li>- توضيح مراحل تطور التشكيل اليدوي الميكانيكي.</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب)</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية).</li> <li>- عقد جلسة مع المؤسسة لمناقشة المادة التي تمت صياغتها).</li> <li>- التعريف، الأهداف، الحقبات الزمنية، التقنيات، المجالات.</li> <li>- إجراء التعديلات المتفق عليها مع المؤسسة (حذف، أو إضافة معلومات) إخراج التقرير بصورته النهائية.</li> </ul>	<p>أنفذ ( الجانب العملي )</p>

## - آلات القطع البسيطة:



### الأهداف :

سيتم في هذا القسم تناول التشغيل للآلات البسيطة ليصبح الطالب قادراً على:

- 1 تمييز آلات القطع البسيطة .
- 2 تمييز أنواع المناشير الآلية واستخداماتها .
- 3 تعرّف آلات الجليخ واستخدامها .
- 4 تعرّف أنواع أحجار التجليخ وأشكالها وموادّ تصنيعها .
- 5 تمييز أنواع آلات الثقب (المقادح) ..

يُستخدَم في كثير من الورش والمصانع آلات قطع بسيطة، مثل: المناشير الآلية، والمثاقيب الآلية، وآلات التجليخ فقد تعرّفَ فيما سبق على استخدام أدوات قطع يتم استخدامها يدوياً تعتمد على الجهد العضلي في حركتها، لكن آلات القطع البسيطة التي سنتعرّف إليها في هذا القسم تأخذ حركتها من محرك كهربائي وبالتالي يتم تقليل زمن التشغيل، وزيادة الإنتاج وزيادة في جودة المنتج .

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- حاسوب .</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب المذيع (الإنترنت) مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- التعلم التعاوني / مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقق من اختيار التعريف المناسب الذي يوضح المفهوم الصحيح والشامل للتشكيل بواسطة العدد اليدوية .</li> <li>- التحقق من الأهداف التي تم وضعها للإنتاج .</li> <li>- التحقق من توضيح مراحل تطوّر التصميم الميكانيكي عبر العصور .</li> <li>- تدقيق وضبط الشكل والقياسات للقطعة التي تم إنتاجها .</li> <li>- التحقق من مطابقة المادة التي تم إنجازها مع طلب الزبون .</li> </ul>	<p><b>أضبط وأتحقق</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- أدوات قياس (كليب، منقلة ، ...)</li> <li>- عدد يدوية ( مقدح يدوي، مبارد، أزاميل ، مطرقة ، ... )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- تعلم</li> <li>- تعاوني / مجموعات</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توثيق مفهوم التصميم الميكانيكي وأهدافه .</li> <li>- توثيق مراحل تطوّر الإنتاج والتشكيل اليدوي والآلي البسيط عبر العصور .</li> <li>- إعداد التقرير المطلوب متضمناً مفهوم التصميم والإنتاج الميكانيكي وأهدافه، ومراحل تطوره عبر العصور .</li> <li>- فتح سجلّ خاص بتطوّر خطوات الإنتاج .</li> <li>- إعداد العروض التقديمية عن مفهوم الإنتاج وتطوره عبر العصور .</li> </ul>	<p><b>أوثق وأقدم</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ورقة عمل خاصّة بالتقويم ومنهجيّة التقويم .</li> <li>- جدول أبعاد القطعة الميكانيكية .</li> <li>- جدول تقويم تفاوتات تشطيب السطوح .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الاطلاع على نتائج النقاش مع المجموعات الأخرى .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إنجاز العمل كما يريد الزبون، وخطّة العمل والتنفيذ والأدوات التي استعملها .</li> </ul>	<p><b>أقوم</b></p>

## أولاً: المناشير الآلية :

تُستخدم المناشير الآلية لتسهيل عمليّات النشر وزيادة الإنتاج حيث تُدار هذه الآلات بواسطة محرّكات كهربائية.

وهناك ثلاثة أنواع من المناشير الآلية، وهي:

### 1. المنشار الآليّ التردّدي:

هو منشارٌ قوسيّ مُدار بمجموعة إدارة مرفقيه، وتُعدُّ هذه المناشير أكثر أنواع المناشير استخداماً في المصانع والورش الإنتاجية؛ وذلك لأنها مأمونة التشغيل لبساطة تصميمها، ولكن من عيوبها ضرورة وجود شوط فارغ عقب كلّ شوط عمل، وبالتالي يؤدي إلى زيادة زمن التشغيل.



### مبدأ عمل المنشار الآليّ التردّدي:

يعتمد مبدأ عمل المنشار الآليّ التردّدي على تحويل الحركة الدورانية الناتجة عن دوران القرص المرفقي المتّصل بالمحرّك الكهربائيّ إلى حركة مستقيمة تردّدية لنصلة المنشار، وتعمل هذه المناشير وفق تصميمها إمّا ساحبة أو دافعة عند القطع بالدفع. يرتفع نصل المنشار عن المشغولة أثناء شوط الرجوع، وذلك من خلال حذبة لامركزيّة، وتنظّم قوة القطع المؤثّرة إلى أسفل بواسطة ثقل قابل للإزاحة أو هيدروليكيّ. ويبين الشكل أجزاء المنشار الآليّ التردّدي.

## نصّلات المنشار التردديّ:

يعتمد اختيار النّصّلات المستعملة لهذه المناشير على نوع المعدن المراد نشره وعلى حجم الإطار، إذ إنّ أطوال النّصّلات تكون 12، 14، 16 بوصة، أمّا من حيث نوع المعدن فتُستعمل نصّلات خطوة أسنانها متقاربة لنشر الصُّلب ولنشر مواسير النحاس الأصفر والأحمر، ونشر المعادن الرقيقة. وتُستخدم النّصّلات ذات الخطوة المتباعدة لنشر الألمنيوم واللدائن البلاستيكيّة، مثل: الأكلن والتفلن. أمّا خطوة أسنان المناشير الآليّة فتكون من 14، 18، 10، 8 سنّ في البوصة .



### • ضبط المشغولات وتثبيتها:

يتم ربط المشغولات على المنشار بواسطة ملزمة الربط، ويتم تحديد طول القطعة باستخدام المسطرة أو باستخدام معيار ضبط المسافة، كما هو مبين في الشكل .

### 2. المناشير الشريطيّة:

سُمّيت بذلك نسبة لنصلة المنشار، وهي حلقة شريطيّة مرنة، كما هو موضّح في الشكل. يوجد على أحد طرفيّها الأسنان القاطعة، وميزة هذا النوع من المناشير هو سرعة قطع المعادن؛ وذلك لأنّ نصلة المنشار تدور بشكل مستمرّ، وبالتالي فإنّ زمن التشغيل يكون كاملاً، وتمتاز أيضاً بكبير حجم أقطار المعادن التي تصل إلى 200 مم . تنقسم المناشير الشريطيّة إلى نوعين رئيسيين، هما:

### 1. المنشار الآليّ الشريطيّ الأفقيّ :

حركة القطع في هذا المنشار خطيّة مستمرّة، حيث تدور حول طارتين: إحداها تكون القائدة والأخرى المنقادة . النّصّلات :

يصل طول النّصلة في هذا النوع إلى حوالي 5،3 متر وبعرض 19 ملم، وعدد الأسنان تكون فيها 12، 14، 18، 10، 8، 6 سنّ لكل بوصة .

### ضبط سرعة القطع والتغذية:

لهذا النوع من المناشير أربع سرعاتٍ قُطعٍ مختلفة، تكون على النحو الآتي: 83، 50، 30، 17 متراً في الدقيقة، ويتم تغيير سرعة القُطع وضبطها بتغيير أوضاع السيور الناقلة على البكرات، حيث تعتمد سرعة القطع على نوع مادة القطعة المراد نشرها وسُمكها وصلادتها، إضافة إلى استخدام سائل التبريد.

## حركة التغذية :

تتم حركة التغذية لنصل المنشار بواسطة تجهيزة خفض هيدروليكية .



## 2. المنشار الآلي الشريطي :

تُستخدم هذه المناشير لنشر ألواح الصّاج والمواسير والقِطَع المُبسّطة، وقِطَع الأشكال الداخليّة. ويبيّن الشكل أجزاء المنشار الشريطيّ الرأسيّ.

## حركة القِطَع والتغذية:

تحدث حركة القِطَع نتيجة دوران نصل المنشار، التي هي خطيّة رأسيّة مستمرة ، حيث تدور النّصلة حول طارتين: إحداهما القائدة والأخرى المنقادة، ويتمّ تغيير سرعة القِطَع وضبطها وفق نوع المعدن، وحجم قطعة العمل، وإمكانيّة حركة التغذية، فتتم يدويّاً بتقديم قطعة العمل باتجاه نصل المنشار.



### 3. منشار الصّينيّة :

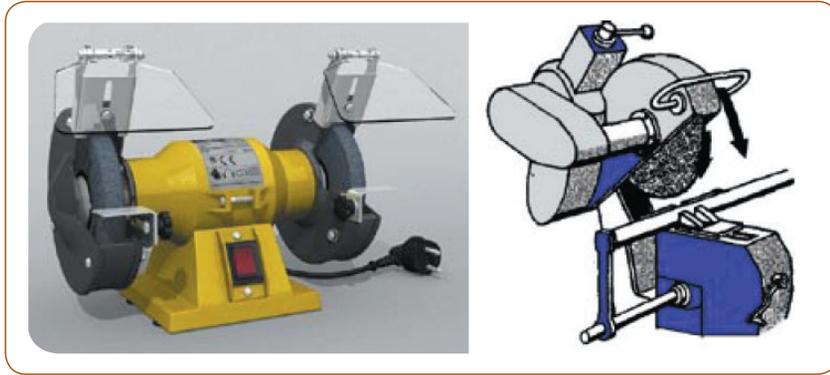
تمتاز هذه المناشير بالكفاءة العالية، وتُستخدم لتقطيع المشغولات السميكة ذات المقاطع الأسطوانية والمربّعة والمستطيلة، كما تُستخدم لقصّ المشغولات بزوايا مختلفة وعمل الشقوق والمجاري.

### حركة القطع والتغذية :

تحدث حركة القطع نتيجة دوران صينيّة النّشر، حيث يُدار هذا القرص بواسطة محرّك كهربائيّ عبر مجموعة تروس، أمّا حركة التغذية فتتمّ يدويّاً بتحريك قطعة العمل باتجاه صينيّة النشر.

### النّصّات :

تُصنع أنصّال مناشير الصّينيّة من أقراص مسنّنة من فولاذ السرعات العالية، أو أقراص يتمّ تطعيمها بلُقم كبريدية، أو تركيب قطاعات مسنّنة عليها.



### ثانياً: آلات الجَلخ :

تُعدُّ آلات الجَلخ من الآلات المهمّة في الورش؛ إذ تُستعمل في عمليّات شحذ وتجليخ الغُدد، والتجليخ الأسطوانيّ الداخليّ والخارجيّ، والتجليخ التشكيليّ، وتجليخ اللوالب، والفصل بالتجليخ، وتجليخ المصبوبات في أقسام تهذيها.

ويمكن تقسيم آلات الجَلخ إلى ثابتة ومتنقلة :



## 1. آلات الجلخ الثابتة:

تكون هذه الآلات إما مُثَبَّتة على طاولة العمل، أو تكون لها قاعدة معدنيّة مثبتة في أرضيّة المشغل، وتزوّد هذه الآلات بزوّج من أقراص التجليخ المستوية، وتدور هذه الأقراص بواسطة محرّك كهربائيّ. وتُستخدم هذه الآلات في شحذ أدوات القَطْع، وتشكيل بعض قِطَع العمل البسيطة، ويجب أن يكون مسند المشغولة أقرب ما يمكن من حجر التجليخ؛ لتحاكي انقلاب المشغولة وانحصارها بين الحجر والمسند؛ ما يؤدي إلى انكسار قرص التجليخ، وتُعطل قطعة العمل. كما وتُستخدم آلات الجلخ في عمليّات قصّ قِطَع العمل المصلدة وغير المصلدة من أنواع الفولاذ والزهر والألمنيوم وآلة الفصل بالتجليخ. ويبيّن الشكل آلات الجلخ الثابتة.

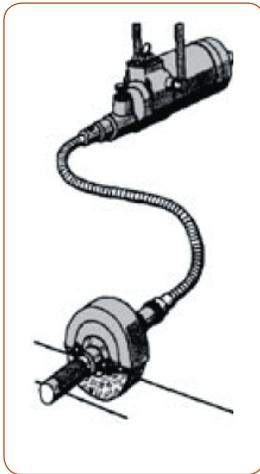


## آلات الجلخ المتنقلة:

هي الآلات التي يُمكن نقلها واستخدامها باليد الطليقة خارج المشغل، وتُستخدم هذه الآلات لشحذ النتوءات الناشئة عن الصبّ أو الكبس، وتُستخدم لتنعيم خطوط اللحام، وتهذيب حوافّ قِطَع العمل الحادّة وإذا لم يستطع المرء إيصال القطع إلى قرص الشحذ ليكبر حجمها أو لتعقيد شكلها فيستعمل عندئذٍ أدوات شحذٍ قابلة للتقل. ويُحرّك قرص شحذ هذه الأدوات من محرّكٍ بواسطة محور قابل للانحناء، ويمكن الوصول بقرص التجليخ إلى مكان الجلخ. كما تُستخدم بعد تزويدها بأقراصٍ خاصّة لفصل المشغولات، وفي إزالة الصدأ بعد تزويدها بفرشٍ من أسلاك فولاذ، وآلة شحذٍ متنقلة. ويبيّن الشكل آلة جلخٍ متنقلة.

## أجزاء آلات الجلخ :

1. قرص الجلخ: يُشكّل أداة القَطْع في عمليّات التجليخ .
2. المحرّك: هو محرّك كهربائيّ، وهو مصدر الحركة، .
3. مسند الجلخ: يُستعمل لإسناد قِطَع العمل أثناء عمليّة الجلخ، ويجب أن يكون على بُعدٍ مناسبٍ من حجر الجلخ .
4. واقى القرص: يقي القرص من الصّدّات، ويحمي من الحوادث التي يمكن أن يتسبّب بها قرصُ التجليخ. ويجب أن يُغطّي الواقى 3/4 سطح القرص .



## أحجار التجليخ

أحجار التجليخ: هي أدوات قَطَعٍ متعدّدة الحدود، وتتألّف من حُبيبات المادة الكاشطة ومادة الربط القابضة، وتتكوّن قواطع التجليخ من حوافّ الحُبيبات الكثيرة غير منتظمة الشكل الموجودة في المادة الكاشطة.

### 1. الموادّ التي تُصنَعُ منها أقراصُ التجليخ :

تُقسَمُ الموادّ التي تُصنَعُ منها أقراصُ التجليخ إلى موادّ طبيعيّة وأخرى صناعيّة:

#### موادّ الشحذ الطبيعيّة:

ومنّها الكوارتز والسنفرة والكوروندم الطبيعيّ، لكنّ هذه المادة تحتوي على شوائب يصعبُ التخلّصُ منها، ونسبة المواد القاطعة فيها غير ثابتة؛ لذلك فإنّ استعمالها في الوقت الحاضر قليل. موادّ الشحذ الصناعيّة: تُصنَعُ من الكوروندم المكرّر وكربيد السيلكون، وتمتاز عن أقراص الجليخ الطبيعيّة بقوة تجانس تركيبها.

### 2. أشكال أقراص التجليخ:

تتطلّب أعمال الشحذ المختلفة أقراصاً مختلفة الأشكال. ويبيّن الشكل أشكال أحجار التجليخ الشائعة الاستعمال:

1. قرصُ التجليخ المستقيم: يُستخدم في شحذ السطوح الأسطوانيّة والمستوية الخارجيّة، وشحذ أدوات القَطَع، مثل سكاكين الخراطة، وریش المثقاب، والأزاميل، إضافةً إلى عمليّات التجليخ البسيطة لتشكيل قَطَع العمل.

2. قرصُ التجليخ الطبقيّ: يُستخدمُ لشحذ حدود سكاكين القَطَع للفرايز.

3. قرصُ التجليخ الأسطوانيّ المجوّف: يُستخدمُ في عمليّات التجليخ الجبهيّ المستوي، وعمليات الشحذ النهائيّة لسكاكين المخارط والمكاشط.

4. قرصُ تجليخٍ مخروطيّ مجوّف: يُستخدمُ لشحذ زوايا الخلوّص في حدود سكاكين التفريز، وعمليات التجليخ الجبهيّ المستوي للقَطَع قليلة العرض.

5. قرصُ التجليخ القطاعيّ: هو قرصٌ معدنيّ مثبتٌ عليه لقم التجليخ، ويُستخدمُ في عمليّات التجليخ الجبهيّ المستوي للسطوح الكبيرة.

6. أقراصُ التجليخ الداخليّة: وهي على أشكالٍ متعدّدة، وتُستخدمُ في عمليّات التجليخ الداخليّ الأسطوانيّ المخروطيّ والتشكيليّ.



### 3. اختيار أحجار التجليخ :

يتم اختيار حجر الجليخ بناءً على صلادة وشكل المشغولة، ودرجة الجودة السطحية المطلوبة، وحجم الجذاذة المراد إزالتها. وبشكل عام تُستخدم أحجار التجليخ اللينة للمواد الصلدة، وأحجار التجليخ الصلدة للمواد اللينة. وتعتمد صلادة أحجار الجليخ على متانة تماسك الحبيبات مع المادة الرابطة وليس على صلادة حبيبات المادة الكاشطة.

### 4. موازنة أحجار التجليخ:

يُقصد بموازنة أحجار التجليخ الحصول على دورانٍ منتظمٍ وهادئٍ لقرص التجليخ أثناء عملية التشغيل، من خلال جعل القوة الطاردة المركزية للقرص متعادلة، حيث إنَّ الأتزان في دوران قرص التجليخ ينتج عنه اهتزازات؛ الأمر الذي يُلحقُ أضراراً بالآلة الجليخ نفسها، وبالعامل الذي يقوم بعملية الجليخ على الآلة؛ لذلك تُعدُّ موازنة حجر التجليخ ضرورةً لتحقيق دورانٍ بهدوءٍ وإنجاز سطوح التجليخ بشكلٍ آمنٍ وسليم. ويُستخدم لتحقيق الأتزان لأحجار التجليخ أدواتٌ وتجهيزاتٌ خاصة.

### ثالثاً: المثاقب الآلية

يُعدُّ الثقب من العمليات المهمة في تشغيل المعادن، وتُستخدم آلات الثقب لتشغيل الثقوب أو التجاويف الأسطوانية. وتُقسَّم آلات الثقب إلى نوعين رئيسيين:



### 1. آلات الثقب المتنقلة:

تتميز هذه المثاقب بسهولة حملها ونقلها وتشغيلها يدوياً في مكان العمل المطلوب دون الحاجة إلى نقل المشغول عليه، إلا أن استخدامها يقتصر على تشغيل الثقوب الصغيرة (في حدود 13 ملم) التي لا يُهتم فيها بدقة معينة. تُدار هذه المثاقب إما عن طريق الهواء المضغوط، أو بواسطة محرك كهربائي وهي الأكثر استعمالاً. وتتم حركة التغذية في هذا المثقاب باليد باتجاه محور أداة الثقب. ويبين الشكل أجزاء المثقاب الكهربائي المتنقل.

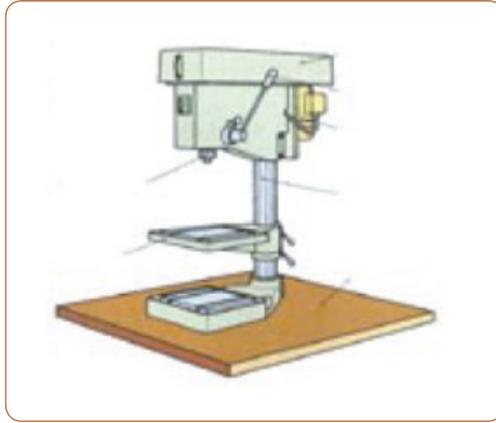
### 2. آلات الثقب الثابتة :

وهي المثاقب التي تكون ثابتة داخل ورشة العمل، وتتوافر بأنواع متعددة وبقدرات مختلفة. ومن أهم أنواعها:

### أ. مثقاب الطاولة :

يُنبت هذا النوع على طاولة العمل، وتُدار هذه المثاقب بواسطة محرك كهربائي مثبت عليه طارة مدرجة، تتصل هذه الطارة بالطارة المثبتة على عمود الثقب بواسطة سير ناقل، وتكون هذه الطارة ذات درجات متعددة للحصول على

سرعاتٍ مختلفة بنقل السير على مختلف درجات الطارتين. أمّا حركة التغذية فتتمّ باليد عن طريق ذراع بتحريكه إلى أسفل أو إلى أعلى، ويُثبّت طرفه لربط العدّة في الطّرف السفليّ لعمود الثقب، وتُثبّت القطعة (الشغلة) بواسطة ملزمة مناسبة تُثبّت على قاعدة المثقاب. يُستخدم هذا النوع من المثاقب لإنجاز الثقوب حتى 13 ملم في قِطَع العمل الصغيرة نسبياً. ويبيّن الشكل مثقاب الطاولة.



#### ب. المثقاب القائم :

وهي أكثر الأنواع استخداماً وشيوعاً في ورش العمل، ويوجد منها نوعان:

**1. المثقاب القائمة التي تدور بواسطة السيور الناقل:** وهي لا تختلف عن مثقاب الطاولة إلا في كون جذعها الأسطوانيّ طويلاً، ويُثبّت في قاعدة المثقاب المثبتة على الأرض، ثمّ يحمل الجذع قاعدة إضافية يُمكن ضبط ارتفاعها لتثبيت القطعة (الشغلة) فوقه، وهذا إضافةً إلى ارتفاع قدرة المحرّك الكهربائيّ المُستخدم لإنجاز ثقوب أكبر لِقِطَع العمل ذات حجم أكبر. ويبيّن الشكل مثقاباً قائماً يدور بواسطة سيور.



**2. المثاقب القائمة التي تُدار بواسطة التروس:** تُشابه المثاقب السابقة في تصميمها باستثناء أنها لا تُدار بواسطة سيور، وتُزداد فيها قدرة المحرك، ويضم رأس المثقاب صندوق سرعاتٍ خاصّة، وبذلك يُمكن تحقيق مدّى واسع من السرعات، وتتم حركة التغذية إمّا يدويّاً عن طريق الذراع أو آلياً بواسطة تروس التغذية ويبيّن الشكل مثقاباً قائماً يُدار عن طريق التروس.



**ج. المثقاب ذو المحاور المتعدّدة:** وتُشبه الأنواع السابقة في عملها إلا أنها تختلف عنها في كون محركها الكهربائيّ ذا قدرة عالية أو يكون البديل محركاً هيدروليكيّاً، حيث يُدير محوراً رئيسياً يقوم بدوّره تدوير عدّة محاور مرّنة الحركة الأفقيّة، وكلُّ محورٍ يحمل أداة ثقبٍ، وبالتالي يمكن تنفيذ عدّة ثقوب في آنٍ واحد بضبط أعمدة الأدوات المتعدّدة في المواقع المُراد الثقبُ بها، وتشغيلها بدقة عالية فيما يتعلّق بالأبعاد، و يتمّ أيضاً توفير وقت التشغيل وإحكام تطابق مواقع الثقوب في الإنتاج الكبير لأشغالٍ متطابقة. ويبيّن الشكل مثقاب متعدد المحاور.



**د. مثقاب الدف:** تتصف هذه المثاقب بإمكانياتها الكبيرة في تحريك موقع أداة الثقب في الأبعاد الثلاثة، وهي تصلح بصفة خاصة للأشغال الكبيرة التي يصعب حملها أو تحريكها، وكذلك عند تعدد الثقوب المطلوب تشغيلها في الشغلة الواحدة، ويتكوّن المثقاب من قاعدة كبيرة مثبتة عليها قائم أسطواني يحمل الدفّ وينزل على الدفّ ذهاباً وإياباً العربة التي تحمل صندوق تغيير السرعات الشبيهة بألة التفريز، وتأخذ حركة القطع من محرّك كهربائيّ بأعلىها، وتنقلها عبر صندوق السرعات وصندوق التحكم في التغذية الأتوماتيكية إلى طرف تثبيت المثقاب، ويمكن للدفّ أن يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل على العمود القائم، بواسطة عمود لولبيّ يتحرك بواسطة محرّك كهربائيّ، ويمكن للدفّ التحرك حركة زاوية حول القائم. وهناك آلات ثقب عديدة أخرى يضيق بنا المجال هنا للحديث عنها بالتفصيل، مثل المثقاب العمودي عالي الدقة والمثقاب الأفقيّ وغيرها من المثاقب. ويبيّن الشكل أجزاء مثقاب الدفّ.



## أسئلة الوحدة:



### 1. اختر الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1. تتمّ عمليّة التشكيل دون قطع بواسطة:  
أ. المخرطة. ب. الفريزة. ج. السبّابة والصبّ. د. القصّ.
  2. الظروف المساعدة على عمليّة تشكيل المعادن:  
أ. الصهر. ب. المخرطة. ج. المقدح. د. اللحام.
  3. ما اسم العمليّة التي يكون المعدن فيها أثناء عمليّة التشكيل ساخناً /بارداً، ويمرّ المعدن المراد تشكيله بين أسطوانتين تدوران باتجاهين متعاكسين؟  
أ. الدرفلة. ب. الصبّ. ج. الحدادة والتطريق. د. البثق.
  4. من الطُرق التي يتمّ فيها إحماء المعادن إلى درجات حرارة دون الانصهار:  
أ. الحداد والتطريق. ب. البثق. ج. السنك. د. القصّ.
  5. أيّ من عمليّات التشكيل ليست بواسطة قطع المعادن (التشغيل)؟  
أ. المخراطة. ب. الدرفلة. ج. البرادة. د. النشر.
- ### 2. وضح المقصود بالمفاهيم الآتية:
- أ. الحدادة والتطريق. ب. البثق. ج. السنك. د. القصّ. هـ. الدرفلة.
- ### 3. تمرين عمليّ على غرار المواقف:
- اختر الطريقة المناسبة لعمل أسطوانة قطرها 25 ملم وارتفاعها 15 ملم.
  - اشرح كيف يتمّ ضبط ارتفاع الملزمة تبعاً لطول الفئّي .
  - متى يتمّ استخدام عمليّة الأزملة اليدويّة؟
  - ارسم رسماً يوضّح أسنان نصلة المنشار اليدويّ وزاوية السنّ والخطوة.
  - قارن بين نصلة المنشار الشريطيّ ونصلة المنشار القرصي من حيث: الشكل، المرونة، السنّ، الاستخدام.

8. وضح المقصود بعملية البرادة واستخدامها.
9. قارن بين المبرد مزدوجة التحزيز والمبرد ذات الأسنان المفرزة من حيث: زوايا الحدّ القاطع، وميل الأسنان عن المحور والاستخدام.
10. اذكر العوامل التي تعتمد عليها صحة عملية البرادة.
11. يوجد ثلاث طرق لتنظيف المبرد، وضح كيفية تنفيذها.
12. عدد أنواع آلات الثقب المستخدمة في عمليات الإنتاج والتشكيل.
13. اذكر الشروط التي يجب أن تتوفر في ريشة الثقب.
14. وضح المقصود بعملية التسنين اليدوي (القلوطة)، واستخداماتها.
15. وضح بالرسم مبدأ عمل المنشار الآلي الترددي.
16. قارن بين المنشار الآلي الترددي والمنشار الشريطي من حيث: نوع النصلة المستخدمة، زمن القطع، الضجيج.
17. وضح كيفية ضبط سرعة القطع والتغذية لمنشار آلي شريطي أفقي.
18. اذكر الميزات التي يتّصف بها منشار الصينية.
19. اذكر خمسة استخدامات لآلات الجلخ .
20. اذكر أجزاء آلة الجلخ الثابتة، ووظيفة كلّ جزء.
21. اذكر أربع أشكال لأحجار الجلخ واستخداماتها.
22. وضح المقصود بموازنة أحجار التجليخ وأهميتها.
23. قارن بين مثقاب الطاولة والمثقاب القائم المدار بالتروس من حيث: الشكل، ضبط السرعات، حركة التغذية، تثبيت القطعة (الشغلة) .
24. اذكر ميزات المثقاب ذي المحاور المتعددة ؟

## الوَحْدَةُ النَّمَطِيَّةُ الْخَامِسَةُ

### الوَصْلُ وَالرَّبْطُ



أناقش: طُرُقُ الوَصْلِ وَالرَّبْطِ فِي الْحَيَاةِ الْعَمَلِيَّةِ لَهَا مَزَايَا وَاسْتِعْمَالَات.

يُتَوَقَّعُ من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحْدَةِ والتَّفَاعُلِ مَعَ أنشِطَتِهَا أَنْ يكونوا قادرين على الرِّبْطِ والوَصلِ، وتعرُّفِ أهميَّتها في الحياة، وذلك من خلال ما يأتي :

- 1 التَّعرُّفُ إلى أنواع البراغي واستخدامها في التوصيل والربط.
- 2 التَّعرُّفُ إلى تصنيف الخوابير واستخدامها.
- 3 التمييز بالربط بالبرشمة.
- 4 الإلمام باللحام بالمقاومة الكهربائية.
- 5 تحديد عوامل جودة اللحام بالأوكسي استيلين.
- 6 التَّعرُّفُ إلى طريقة اللحام بالقوس الكهربائي.
- 7 التمييز بين أنواع وأشكال وَصلات اللحام.

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

### أولاً: الكفايات الاحترافية للوحدة النمطية (المهارات)

1. معرفة خواص البراغي ونوع معدنها.
2. التمييز بين أنواع البراغي واستعمالاتها.
3. التعرف إلى وَصْلَةِ اللّحام و أنواعها.
4. التعرف إلى قُطر البرغي، واستخدام أدوات القياس بدقة.
5. التعرف إلى نوع خطوة سنّ البرغي والصامولة.
6. التعرف إلى طول البرغي وقطره، ومعرفة قُطر الريشة اللازمة للتثقب.
7. تنفيذ العمل بشكل منتظم وفقاً للمعايير الفنية.
8. التعرف إلى حساب طول البرغي اللازم لعملية التجميع.
9. التأكد من جمع القِطَع مع بعضها بعضاً.

### ثالثاً: الكفايات المنهجية

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

### قواعد الأمن والسلامة المهنية:

1. لبس ملابس العمل.
2. استعمال حذاء عمل.
3. استعمال النظارات الواقية.
4. استخدام قفّازات اليدين.

### ثانياً: الكفايات الاجتماعية والشخصية :

1. يحافظ على خصوصية الزبون وأسراره.
2. التعامل بمصداقية .
3. القدرة على تقديم الدعم والمساعدة .
4. القدرة على التواصل الفعال .
5. القدرة على الاستماع إلى رأي الزبون.
6. قدرة الحصول على المعلومة من الزبون .
7. توفير أجواء مناسبة للنقد.
8. القدرة على التأمل الذاتي .

**وصف الموقف التعليمي :** حضر صاحب مصنع منظّفات إلى ورشة الخراطة، وطلب من الفنيّ حلّ إشكال وجود عدم ثبات في خطّ تعبئة سوائل التنظيف؛ ما يؤديّ إلى حدوث اهتزازات تؤثر على جودة الأداء.

خطوات العمل :



الموارد	المنهجية	الوصف	خطوات العمل
<ul style="list-style-type: none"> <li>- وثائق (طلب الزبون ، نشرات، مقالات وكتب تتعلّق بمفهوم التصميم الميكانيكي)</li> <li>- التكنولوجيا (الإنترنت، أنماط بصرية، فيديو وصور تعبّر عن التصميم الميكانيكي في كلّ مرحلة) .</li> <li>- كاتالوجات أنواع البراغي ومواصفاتها الفنيّة.</li> <li>- استخدام دليل الشركة المصنّعة.</li> <li>- شبكة الإنترنت.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- البحث العلمي .</li> <li>- حوار ومناقشة</li> <li>- التعلم التعاوني/ مجموعات عمل .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- جمع البيانات عن مفهوم التصميم الميكانيكي، وأهدافه وأدواته.</li> <li>- نماذج بصرية لتصاميم تمثّل الأفكار المذكورة.</li> <li>- مراحل تطوّر التصميم الميكانيكي (العصور التقنيّة، والمجالات، والأفكار).</li> <li>- أنواع البراغي ومواصفاتها اللازمة للتجميع.</li> <li>- أدوات التسنين الداخلي والخارجي .</li> <li>* طرق ربط المعادن وتوصيلها.</li> </ul>	<p>أجمع البيانات وأحلّها</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- الوثائق : ( التصميم الميكانيكي ) .</li> <li>- البيانات التي تمّ جمعها .</li> <li>- الإنترنت (مواقع خاصة بخطوط الانتاج ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- المناقشة والحوار .</li> <li>- العصف الذهني .(استمطار الأفكار).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تصنيف البيانات (المواد الخام، أهدافه، تقنيّاته، مجالاته)</li> <li>- الاتفاق على مفهوم التشكيل بواسطة طرق الربط وأهدافه .</li> <li>- تحديد الحقبة الزمنية: من حيث النشأة والتطوّر التاريخي .</li> <li>- تحديد مجالات التطوّر في كلّ حقبة زمنية (حاجات المجتمع).</li> <li>- تحديد التطوّر التقني في التشكيل الميكانيكي .</li> <li>- تحديد النماذج البصرية التي تمّ جمعها اللازمة للعرض كأمثلة على الإنتاج .</li> <li>- إعداد جدول زمني للتنفيذ.</li> </ul>	<p>أخطّط وأقرّر</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- عدد يدوية .</li> <li>- أدوات القياس التي تلزم .</li> <li>- الوثائق (مقالات، كتب، صور، طلب).</li> <li>- الإنترنت(مواقع خاصة بالميكانيكي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التعلم التعاوني/ مجموعات .</li> <li>- الحوار والمناقشة .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- كتابة تعريف لمفهوم طُرق الربط وأنواعها .</li> <li>- تسجيل أهداف الإنتاج .</li> <li>- توضيح مراحل تطوُّر أعمال خطوط الإنتاج .</li> <li>- الوثائق (كتب، صور، )</li> <li>- الانترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية)</li> <li>- عقد جلسة مع المؤسسة لمناقشة المادة التي تمت صياغتها .</li> <li>- يقوم الطلاب بإنجاز المهمة وفقا للمعايير الفنيّة والخطة المتفق عليها .</li> <li>* وضع القِطَع المراد تجميعها فوق بعضها بعضاً .</li> <li>- إجراء التعديلات المتفق عليها مع صاحب المصنع بصورتها النهائيّة .</li> </ul>	<p>أنفذ ( الجانب العملي )</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- قرطاسية .</li> <li>- حاسوب .</li> <li>- الوثائق</li> <li>- الانترنت (مواقع خاصة بالتصميم الميكانيكي ذات مصداقية).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- التعلّم التعاوني/ مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- التحقّق من اختيار التعريف المناسب الذي يوضّح المفهوم الصحيح والشامل لخطّ التعبئة .</li> <li>- التحقّق من الأهداف التي تم وضعها للإنتاج .</li> <li>- التحقّق من توضيح مراحل تطوُّر التصميم الميكانيكي عبر العصور .</li> <li>- تدقيق وضبط الوضع النهائي لخط الإنتاج</li> <li>- التحقّق من مطابقة المادة التي تمّ إنجازها مع طلب الزبون .</li> </ul>	<p>أضبط وأتحقّق</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- أدوات قياس ( كبير، منقلة ، (....).</li> <li>- عدد يدوية ( مقده يدوي ، مبارد ، ازاميل ، مطرقة ، (.....).</li> <li>- أدوات الربط.</li> <li>- ماكينة لحام CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الحوار والمناقشة .</li> <li>- تعلم تعاوني/مجموعات .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- توثيق مفهوم التصميم الميكانيكي وأهدافه .</li> <li>- توثيق مراحل تطوّر تصميم خطوط الإنتاج .</li> <li>- إعداد التقرير المطلوب متضمناً مفهوم التصميم والإنتاج الميكانيكي وأهدافه، مراحل تطوره عبر العصور .</li> <li>- فتح سجل خاص بتطوّر خطوات الإنتاج .</li> <li>- إعداد العروض التقديمية عن مفهوم الإنتاج وتطوره عبر العصور .</li> </ul>	<p>أوثق وأقدم</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ورقة عمل خاصة بالتقويم ومنهجيته التقويم .</li> <li>- جدول أدوات الربط الميكانيكية .</li> <li>- جدول تقييم العمل في خطّ الإنتاج .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- الاطلاع على نتائج النقاش مع المجموعات الأخرى .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- إنجاز العمل كما يريد الزبون، وخطة العمل والتنفيذ والأدوات التي استعملت .</li> </ul>	<p>أقوم</p>

## الأسئلة:



- ① فسر : استخدام البراغي و الصواميل مع الرنديلا أثناء عملية التجميع .
- ② قارن : بين البراغي النافذ والبراغي الجاويط من حيث الخصائص (الشكل ، طريقة الربط ) .
- ③ دراسة حالة : يُستخدم لحم النقطة ولحم الدرزة في لحم القطع المعدنية ذات السمك القليل؛ وذلك لأنه .
- ④ قم بزيارة مشغل الميكانيك ومشغل اللحام في مدرستك؛ لتتعرف على أنواع البراغي وعمليات اللحام، وتوثيق ذلك لإعداد تقرير، والاستفادة من خبرات العاملين هناك في هذا المجال .

## طرق الربط والوصل :

1. **الوضع الميكانيكي:** قد يكون مؤقتاً أو دائماً، ويضمّ طريقة الوصل بالبراغي والصواميل، والمسامير، والتباشيم (البرشمة)، والخوابير، وأعمدة الوصل .
2. **الربط:** وعادة ما يكون دائماً، ويشمل اللحام واستخدام المواد اللاصقة ، وسيتم التعرف في هذه الوحدة على طرق الوصل والربط المختلفة .

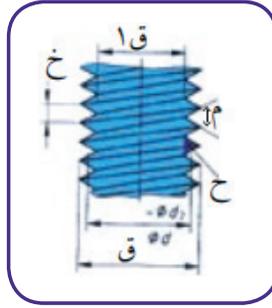
## أولاً: الوصل بالبراغي والصواميل :

ستتعرف في هذه الوحدة إلى كيفية استخدام اللوالب (البراغي والصواميل) في عمليات توصيل المشغولات . حيث تُعد هذه الطريقة من أهم طرق التوصيل وأكثرها انتشاراً، وتمتاز بكونها قابلة لل فك وإعادة التوصيل، والمتانة الفائقة للتوصيل. علماً أنّ هناك استخدامات أخرى للبراغي غير التوصيل، مثل:

1. نقل الحركة والقدرة مثل الرافعة .
  2. المعايرة والضبط مثل الراسم و الميكروميتر .
  3. الضبط والثبيت، مثل لوابل المرابط والملمزة.
- قد يتم التوصيل باستخدام قطعتين (برغي وصامولة) للثقوب النافذة، وقد يكون باستخدام برغي فقط للثقوب غير النافذة .

### البراغي :

تختلف البراغي في أحجامها واستخدامها إلا أنّ جميعها عبارة عن أسطوانة عليها بروز حلزونيّ (السنّ)، وتمتلك المفاهيم الأساسيّة الآتية:



1. القطر الخارجي (ق): وهو القطر الأسطواني المشكّلة من رؤوس الأسنان للبرغي .
2. القطر الداخلي (ق1): وهو قطر الأسطوانة المشكّلة من قاع سنّ البرغي .
3. الخطوة (خ): وهي المسافة بين نقطتين متناظرتين على سنّين متتاليين (قاعان أو قمتان متتاليتان). وتحدّد الخطوة مدى خشونة أو نعومة السنّ.
4. عمق السنّ (ع): وهو المسافة بين قمة السنّ وقاعه (الفرق بين نصف القطر الخارجي ونصف القطر الداخلي).
5. زاوية الحلزونة (ح): أو زاوية الخطوة، وتمثّل الزاوية التي يتصاعد فيها الخطّ الحلزونيّ .
6. زاوية السنّ (م): وهي الزاوية المحصورة بين جانبي السنّ القطريّ .

### يُمكن تصنيف الأسنان وفق مقدار الخطوة على النحو الآتي :

1. سنّ خشن: يُستعمل بشكل عام عندما تكون هناك حاجة مستمرة للفكّ وإعادة التركيب، ولا يُنصح باستعماله عندما يكون هناك اهتزازات ويُستخدم للمعادن غير الحديدية.
2. سنّ ناعم: يُستخدم بشكل خاص في الأماكن التي تعاني من اهتزازات، ويُستخدم للمعادن الحديدية .
3. سنّ أكثر نعومة: يُستخدم في تطبيقات دقيقة، وفي المواقع المتوقع أن تتعرّض لاهتزازات وصدّات، ويُصنع من سبائك الحديد.
4. سنّ ذو نعومة خاصّة: ويتم تصنيعه وفق الحاجة .

## الصواميل :



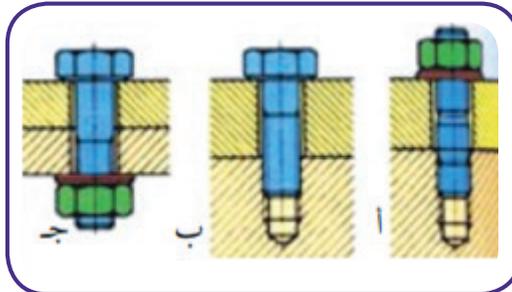
قد تتمّ عمليّة التوصيل باستخدام براغي من خلال ثقب نافذ، وهذا يتطلّب وجود قطعة أخرى ملولبة من الداخل تُشكّل مع البراغي أداة ربط، وهي الصواميل. وتعدّ الصامولة المسدّسة أكثر الأنواع استعمالاً. والشكل الآتي يبيّن الأنواع المختلفة للصواميل .



## أنواع لولب الربط ( البراغي) :

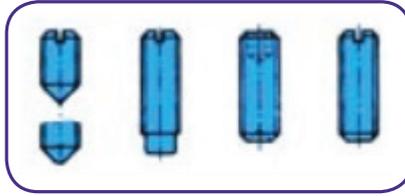
تُقسم إلى عدة أنواع وفق استخدامها :

1. مسمار لولب (براغي) عادي: ويكون له رأس، عادةً ما يكون مسدّساً ويُستخدم لوصل جزأين بثقب نافذ لأحدها وثقب غير نافذ للثاني مع قلوطة (تسنين) الثقب الثاني، ويجب أن يكون عمق الثقب المسنّن (غير النافذ) أكبر من قطر البرغي وأقلّ من طول الجزء المسنّن من البرغي، كما في الشكل (5-ب).
2. مسمار لولب (براغي) نافذ: ويكون له رأس عادةً ما يكون مسدّساً، ويُستخدم لوصل جزأين من المعدن من خلال ثقب نافذ في كلا الجزأين، ويُقفل بصامولة وقد يكون قطر الثقب أكبر من قطر المسمار بما يُسمّى الخلوص، أمّا إذا تطلّب الأمر تثبيت الجزأين مربوطين مقابل بعضهما، وعدم حدوث إزاحة جانبية، والتغلّب على قوى القصّ العرضية فإنّه لا يُستحبّ وجود هذا الخلوص. والشكل (3-5ج) يوضح طرق الربط بالبراغي النافذ .



3. المسمار الملولب (الجاويط) ويكون المسمار مسنّناً من الطرفين: طرف يتمّ تثبيته في ثقب مسنّن في أحد الجزأين المراد ربطه (جسم الآلة) والطرف الآخر يُقفل بالصامولة بعد نفاذه من الجزء الثاني المراد ربطه؛ ولتلافي تلف السنّ في جسم الآلة يتمّ تكرار الفكّ والربط من خلال صامولة. ويظهر الشكل عمليّة ربط باستخدام الجاويط .

4. مسامير الضبط والضغط (الأصابع الملولبة): تُستعمل لمنع الحركة النسبية بين الأجزاء في الآلة، ومنع دوران جزء بالنسبة للآخر، كما في المحامل (البيل)، وكذلك تُستخدم لسدّ فتحات الزيت، وتكون بدون رأس ويتم شدّها بواسطة مفتاح السنّ، وقد تكون مثقوبة ويُستخدم لشدّها مفكّ. والشكل يبيّن أنواعاً من مسامير الضبط.



5. المسامير الملولبة ذات الرأس المشقوق: ويكون رأسها برأس واحد أو شقّين متصلين، ويُستخدم لربطها المفكّ العادي أو المفكّ المصلّب، وتكون المسامير ذات الرأس المصلّب أقوى، كما أنّ هذه المسامير قد تكون مستقيمة حتى النهاية، أو يكون لها جذع غير مسنّن. ويوضّح الشكل هذه المسامير بأنواعها.



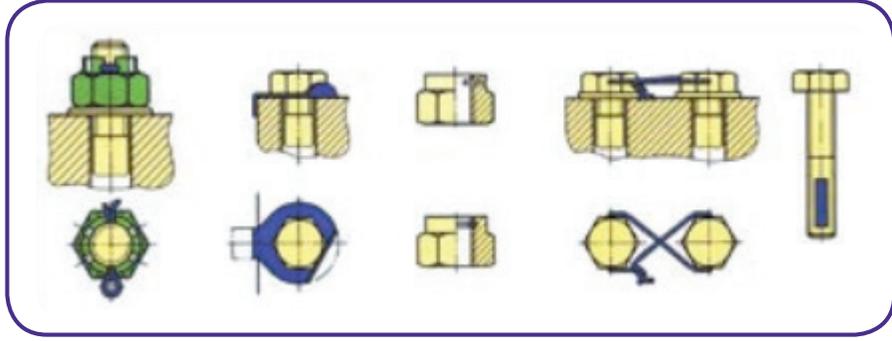
6. مسامير الألواح المعدنية: تُستخدم للوصل وتثبيت ألواح الصّاج، وهي ذات القطع، إذ يقوم البرغي بتسنين الثقب؛ ما يعني عن استخدام ذكور اللولبة، وتكون وصلاتها متينة لا تتأثّر بالارتجاجات، وتكون رؤوسها ذات شقّ واحد أو شقّين متصلين.

7. براغي تثبيت الأرضية: تُستخدم لتثبيت الأجزاء الكبيرة والماكينات بالأرضية. وتكون هذه البراغي مسنّنة من طرف والطرف الآخر على شكل شوكة أو حرف يتمّ تثبيتها في الخرسانة.

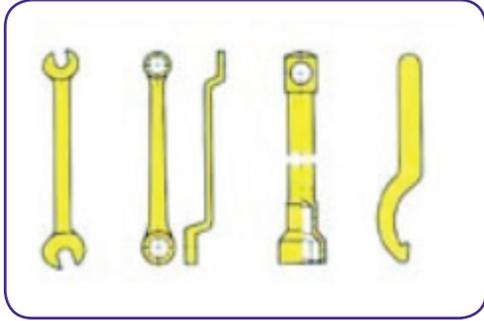
### وسائل تأمين الربط بالبراغي :

تتمّ عملية الربط باستخدام البراغي بسبب الاحتكاك بين أسنان البراغي والصواميل أو الثقب، وتكون ذاتيّة الأحكام إلا أنّها كثيراً ما تتعرّض لاجتهادات واهتزازات متكرّرة تؤدي إلى خلخلة هذه البراغي، وبالتالي انحلالها. ولضمان استمراريّة عملية الربط وتأمينها تُستعمل طُرُق عدّة لذلك، منها :

- أ. حلقات التأمين المرنة (رونذلة زنبرك).
- ب. حلقات تأمين صفائحيّة (رونذلة).
- ج. أسلاك يتمّ بها ربط أكثر من برغي معاً.
- د. استخدام صامولتين. ويبيّن الشكل الطُّرُق والأدوات المختلفة لتأمين عملية الرّبط.

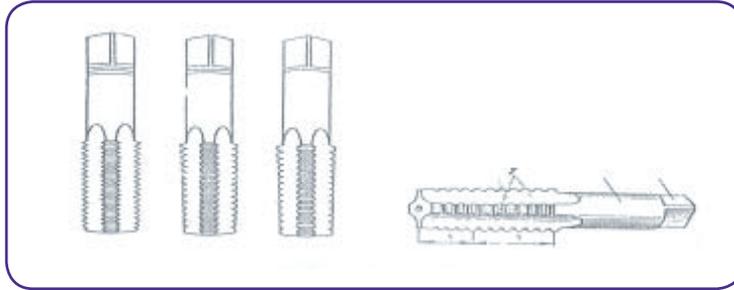


### مفاتيح الرّبط :



تُستخدَم مفاتيح الرّبط بمقاسات ملائمة لإتمام عمليّة شدّ البراغي، ويجب أن يكون طول الذراع مناسباً؛ إذ إنّ طول الذراع يُؤدّي إلى زيادة العزم؛ ما يُؤدّي إلى زيادة الجهد على البراغي أو الصامولة، وبالتالي إلى تلفها، وكذلك فإنّ اتّساع فتحة المفتاح أكثر من حجم البرغي أو الصامولة يُؤدّي إلى تشويه الرأس وقد يُؤدّي إلى حوادث نتيجة انفلات المفتاح. ويبيّن الشكل الأشكال المختلفة لمفاتيح الرّبط .

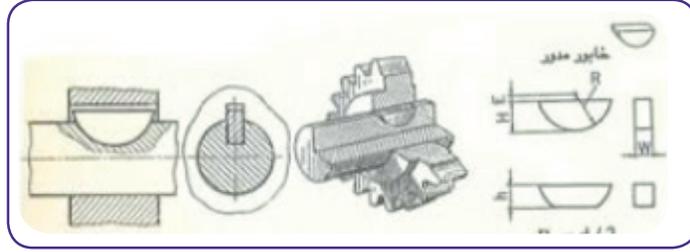
### أدوات اللولبة:



### ثانياً: الوصل بالخوابير

تُستخدَم الخوابير لنقل العزم، وبالتالي منَع حركة المحور الدوّار بالنسبة للقطّع الميكانيكيّة، مثل التروس والبكرات والحديدات وغيرها، وكذلك فإنّها تمنع انزلاق القطع الدوّارة على محور الدوران. تتنوّع الخوابير بناءً على العزم المُراد نقله ونوع الحمل، ويتمّ فتح موقع الخابور في المحور باستخدام الفريزة، و يتمّ أحياناً تثبيت الخابور بواسطة برغي غارق الرأس من خلال الصّره، كما ستتعرف في الوحدّات القادمة. والشكل يوضّح طريقة الوصل بالخوابير .





2. خوابير التماس: تُستخدم لنقل العزوم العالية، وفي حالات الأحمال المترددة (الصدّات) ويتكوّن الخابور من قطعتين، ويتمّ استخدام زوجين من الخوابير ( 4 قطع ) تكون الزوايا بين كلّ زوجين 120 .
3. الخابور الطولي: ويُستخدم في مجموعات نقل الحركة التي يتحكّم فيها تحريك التروس أو الأقراص بشكلٍ محوريّ. ويتحدّد طول الخابور بمقدار الإزاحة المحوريّة المطلوبة، ويجب أن يتمّ تثبيت هذا النوع من الخوابير بالمحور الدوّار البراغي. كما أنّ هناك أنواعاً أخرى تُستخدم لنقل العزوم العالية والأحمال (الصدّات) والمترددة .

### ثالثاً: الوصل بالأعمدة :

تتميّز هذه الطريقة بأنّ الوصل بين المحور الدوّار والقطعة الميكانيكيّة (التّرس، الأقراص) يتمّ دون وجود قطعة وصل. ويُستخدم لنقل العزوم والأحمال العالية حيث لا يتمّ إضعاف المحور نتيجة شقّ موقع الخابور، أو أنّ يصبح الخابور من جسم المحور نفسه. ومن أنواعها:

- أ. الأعمدة المفروزة : حيث يتم تفرّيز سطح المحور الدوّار بشكل طوليّ، كما في الشكل، وبالتالي تشكيل عدد من الخوابير تكون من جسم العامود نفسه، وبالمقابل تفرّيز السطح الداخلي للقطعة الدوّارة والصرّة .



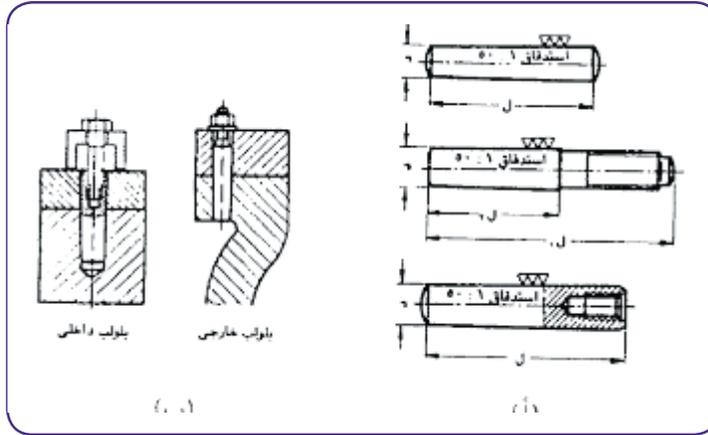
- ب. الوصلات ذات الأسنان المثلثة: يبيّن الشكل الوصلات ذات الأسنان المفروزة، حيث يتم فيها تسنين سطح المحور الدوّار. وتُستخدم عند الحاجة إلى عدد كبير من الأسنان لتثبيت الأجزاء بأوضاع متعدّدة بالنسبة لبعضها بعضاً .

وتتمّ عمليّة التسنين والتفرّيز للأعمدة بأسلوب التقسيم أو عدّة تفرّيز أسطوانيّة، بينما يتمّ تشكيل القطعة المقابلة بالتخليق.

### رابعاً : الوصل بالتيل :

تُعَدُّ وَصَلَاتُ الْمَسَامِيرِ الْأَصْبَعِيَّةِ (البنات) من الوصلات المؤقتة، وتُصنَّفُ وفق الغرض منها إلى:

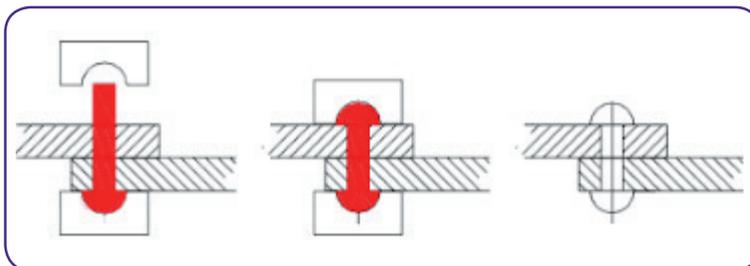
1. **البنات التوافقية:** تُستخدم لتحديد أجزاء الوصل بالنسبة لبعضها بعضاً؛ ما يُسهِّل من عملية استخدامها، ويمنع إزاحتها في الاتجاه المُستعرض.
2. **بن ( محور ) التثبيت:** تُعدُّ وسيلة التثبيت الوحيدة لبعض الوصلات، وتُستخدم لنقل القوة الصغيرة، كما تستخدم (ك) وسيلة تأمين تمنع انحلال الأجزاء الموصولة معاً.
3. **بن ( محور الوصل ) القص:** تُستخدم لمنع زيادة الإجهادات في الآلات، حيث يتم تركيبها مثلاً بين مجموعات الإدارة وعمود التشغيل لتتكسر بالقص عند زيادة الإجهاد الواقع على أجزاء الوصلة؛ ما يؤدي إلى فكها، ويتم وضع تيلة جديدة بعد الصيانة وإزالة السبب. ويبين الشكل الأغراض المختلفة لاستخدام التيل. ويُمكن تصنيف التيل وفق شكلها فمنها :



1. البن الأسطوانية.
2. البنات المستدقة.
3. البنات المشقوقة.

**خامساً: الوصل بالبرشام (التباشيم):**

تُعَدُّ عملية البرشمة إحدى طرق الربط الدائمة، وتُستعمل لوصل الألواح غير القابلة للفك، وتتميز بمتانتها وتحملها للاهتزازات؛ ولذلك تُستخدم في



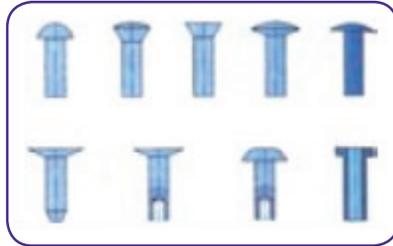


السُّفن والجسور، كما أنَّها تمتاز بمنعها لترسيب في أوعية الغازات والسوائل، ويمكنُ فكَّ وَصْلَةِ البرشام ولكن بإتلاف مِسْمار البرشام دون تعريض القطع الموصولة للتلف.

### مسامير البرشام :

تُصنَعُ من الحديد وأحياناً من سبائك النحاس، والبراس أو الألمنيوم. ويتكوّن مِسْمار البرشام في شكله النهائي من رأس ارتكاز، وساق المِسْمار، ورأس الأطباق الذي يتشكّل من نهاية البرزة للمِسْمار بعد إتمام العمليّة، ويتميّز مِسْمار البرشام بشكل الرأس، ومنها :

1. الرأس المدوّر ( نصف كروي) : ويستعمل للصّفائح الرقيقة والسميكة عندما يتطلّب قوّة عالية .
2. الرأس المخروطي: ويستخدم كالرأس نصف الكروي، ولكنّه أقلّ استخداماً.
3. الرأس الغاطس: يُستخدم عندما يُراد إخفاء الرأس لمنع معارضته للأجزاء الأخرى .
4. وهناك أنواعٌ خاصّة تمتاز بشكل المِسْمار وليس بشكل الرأس فقط، مثل: المِسْمار المُجوّف المُستخدم في الطائرات، والمِسْمار ذو الرأسين المُستخدم في صناعة الجلود. والشكل يبيّن الأشكال المختلفة لمسامير البرشام.



### عمليّة البرشمة :

قد تتمّ عمليّة البرشمة بالتشغيل على البارد، وذلك للمسامير التي تقلّ أقطارها عن 10 ملم، أو بالتشغيل على الساخن وذلك للمسامير ذات الأقطار 10 ملم فأكثر. ولتتمّ عمليّة البرشمة لا بدّ ممّا يأتي:

1. طريقة الربط، وهناك طرقٌ عدّة للربط :

أ. البرشمة التراكيبيّة: وهي أبسط عمليّات الربط، وتتمّ بوضع إحدى القطعتين المراد ربطها فوق الأخرى، كما في الشكل على ألاّ تَقَلَّ الحافة التراكيبيّة عن ضِعْفِ قُطر المسمار؛ وذلك لوقاية حرف القطعة من التآلف. ومع أنّ هذه الطريقة أكثر الطرق استخداماً إلاّ أنّها قد تؤديّ إلى انحناء أطراف القِطْع؛ ولذلك يُستحسن حنّي طرف أحد الألواح قبل إجراء العمليّة .

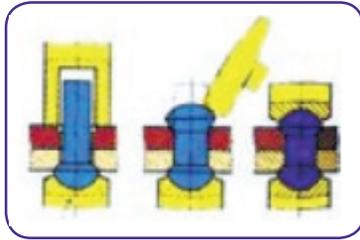
ب. البرشمة التناكيبيّة المفردة: حيث توضع القطعتان المراد ربط إحداهما في المستوى نفسه، ثمّ توضع القطعة الثالثة فوق خطّ الوصل، وتتمّ برشمتها مع كلا القطعتين على ألاّ يقلّ سُمكها عن سُمك إحدى القطعتين .

ج. البرشمة التناكيبيّة المزدوجة (ك): وهي بطريقة البرشمة التناكيبيّة المفردة نفسها، إلاّ أنّها توضع قطعة إضافية من الأعلى وقطعة إضافية من الأسفل.

## 2. عدد المسامير وتوزيعها:

عدد المسامير وتوزيعها يعتمد على عوامل عدّة، منها: طريقة الربط، ومقدار القوى المؤثّرة وشكلها، وقُطر المسمار، وكذلك طريقة الاستخدام بعد الوصل وغيرها.

وأما المسافة بين طرف اللوح المراد ربطه ومحور البرشام ( خطّ المسامير ) فيجب ألاّ يقلّ عن ضِعْفِ قُطر المسمار كما أُشير سابقاً، وأما المسافة بين مسمارين متتالين (خطوط البرشمة) فيجب ألاّ يقلّ عن ثلاثة أضعاف قُطر المسمار؛ حتّى لا تتداخل الرؤوس مع بعضها بعضاً، وأما أقصى مسافة بين المسمارين فلا تسمح بتموّج الألواح، ويكون توزيع المسامير كما يأتي :



- تكون المسامير في صفّ واحد .
- تكون المسامير في صفّين متتالين .
- تكون المسامير في خطّين متخالفين .
- وقد تكون في ثلاثة صفوف أو أكثر .

## 3. الثقب :

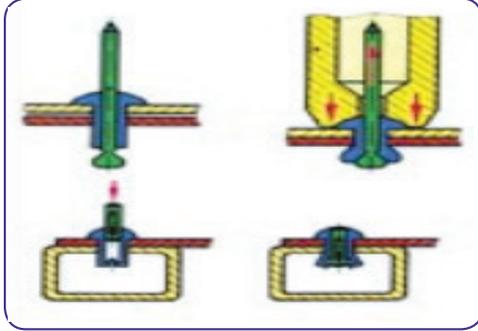
تتوقّف وَصَلَةُ البرشام على تناسب قُطر الثقب مع قُطر مسمار البرشام؛ إذ إنّ الثقب الضيّق لا يسمح بنفاذ المسمار، بينما الثقب الواسع لا يسمح بتشكيل الرأس المناسب وتُصبح البرشمة سريعة الخلع، وعليه فيجب أن يكون قُطر الثقب أكبر من قُطر مسمار البرشام بمقدار خلوص معيّن. وتتمّ عمليّة الثقب بعد تعيين وتعليم أماكن المسامير إمّا يدويّاً بواسطة قطعة مدبّبة الرأس أو بواسطة المثقاب الكهربائيّ باستخدام ريشة مناسبة .

- طرُق المسمار وتشكيل الرأس :

بعد التأكّد من وَضْعِ المِسمار في الثقب بالوضع الصحيح يتمّ إسناده برأس المسمار وضغط الألواح، ومن ثمّ الطرُق على الطّرف الآخر للمسمار لتشكيل رأس الأطباق، وتتمّ عمليّة الطرُق إمّا يدويّاً بمطرقة أو آلياً. ويُمكن استخدام بعض الأدوات التي تقوم بعمليّة سحب المسمار، وبالتالي ضغط الألواح ومن ثمّ الطرُق على طّرف المِسمار .

ولضمان كَوْنِ عمليّة البرشمة قد تمّت بالشكل الصحيح يجب ملاحظة ما يأتي :

- أن مسمار البرشمة قد ملأ الفراغ تماماً .
- أن الأجزاء المربوطة خالية من أي فراغ .
- التأكد من عدم تحرك مسمار البرشام أو الألواح عند الطرق . و يوضح الشكل كيفية عملية البرشمة .



### البرشمة العمياء (البرشمة من طرف واحد) :

تتمّ عندما لا يتيسر الوصول إلى موضع البرشمة إلا من ناحية واحدة فقط، مثل المواسير والأجزاء المجوّفة المغلقة الشكل، وتباين أنواع المسامير المخصّصه لهذا الغرض والمُتداولة تجارياً مُشكّلةً غالباً على هيئة برشام شوكة، وهي تتكوّن من مسمار برشام أساسي ومن الشوكة، وهي ذات رأس مخروطي أو كروي، وبواسطة كلابة خاصّة ويتم سحب رأس الشوكة في نهاية عمود

البرشام المجوّف البارز؛ ما يترتب عليه توسّع هذه النهاية على هيئة رأس أطباق، ويوجد حزّ على الشوكة يساعد كموضع كسر مقصود. ويبيّن الشكل البرشامة العمياء.

### سادساً: الوصل باللحام

يُعدّ اللحام طريقة من طرق وصل المواد المختلفة، وتتم عملية اللحام للمعادن المختلفة بطرق عديدة، حيث يتمّ في كلّ منها صهر الأطراف المشتركة للقطعتين المراد وصلهما وامتزاجهما معاً لتشكيل منطقة ربط عادةً ما تكون أقوى من المادة الأصلية، وقد تكون المادة المصهورة مادةً ثالثةً.

وتتمّ عملية الصهر بتأثير الحرارة التي يمكن تولّيها إما عن طريق الطاقة الكهربائية أو الطاقة الكيميائية، وقد يُستخدم الضغط أيضاً. تُعدّ عملية اللحام من أقدم طرق الوصل المعروفة إلا أنّها شهدت حديثاً تطوّراً هائلاً، وأصبح هناك العديد من طرق اللحام لكلّ منها مزاياها وعيوبها، إلا أنّ هناك العديد من العوامل التي تحدّد اختيار الطريقة الأنسب للحام، مثل: متانة وصلة اللحام، وسهولة اللحام، وأداء الوصلة في الاستخدام، ومقاومة الإجهاد.

### طرق اللحام :

يمكن تصنيف عملية اللحام كما يأتي :

- أ. اللحام بالسبائك اللاحديديّة، مثل لحام القصدير والنحاس .
  - ب. هاللحام بالضغط .
  - ج. اللحام بالانصهار .
- وستناول كلاً من هذه الطّرق بإيجاز.

### لحام القصدير والنحاس (لحام المونة) :

يُعدّ اللحام بالنحاس أو بالقصدير إحدى طرق اللصق وليس من طرق اللحام؛ لأنّ قطعتي المعدن الأساس لا يتمّ

انصهارهما بل تسخينهما فقط، وتتم عملية اللصق بواسطة معدن آخر في نقطة انصهار أقل من معدن الأساس. وقد تكون هذه المعادن سبيكة من النحاس، أو أن تكون سبيكة من الرصاص والقصدير، أو من النحاس الأصفر (نحاس وزنك).

## اللحام بالضغط

تتم عملية اللحام بعد تعريض الأجزاء المراد لحامها إلى حرارة لتسخينها، بحيث تصبح طرية، ثم يتم التأثير عليها بضغط عالٍ؛ ما ينتج عنها اتصال المناطق الطرية معاً، وتُصنّف هذه الطرق بناءً على طريقة التسخين، ومنها:

### لحام المقاومة الكهربائية:

يتم اللحام بهذه الطريقة بتسخين المعدن من خلال تمرير تيار كهربائي عالي الشدة، حيث إن مقاومة المعادن لسريان التيار تؤدي إلى تعجن المعدن، وبضغط عالٍ على المعدن تتم عملية اللحام، ومن أنواعه:

#### 1. لحام النقطة:

حيث يتم وضع ألواح بشكلٍ تراكمي يتم ضغطها بقوة بين قضيبين معدنيين (الكتروودات)، بينما يتم تمرير تيار كهربائي عالٍ، كما في الشكل.

وميزات هذه الطريقة أنها تتم بسرعةٍ عالية؛ ما يجعل كمية التشوهات قليلة، لذلك فإنها لا تتأثر بالغازات الجوية، مثل الأوكسجين والنيتروجين، وتستخدم في لحم المنشآت وأجسام الطائرات والأجهزة الكهربائية.

#### 2. لحام البروز (النتوء):

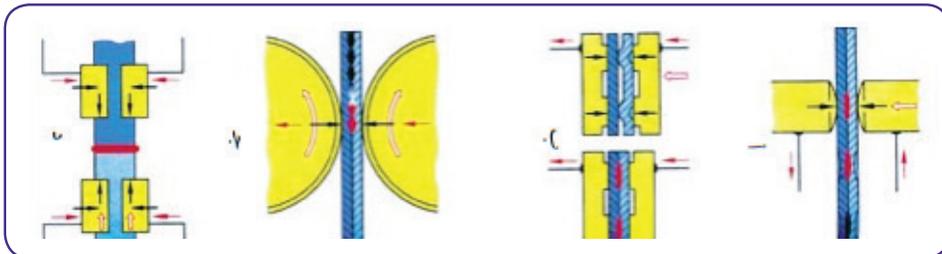
في هذه العملية يتم تصميم بروزات على إحدى القطع المراد لحامها، ثم يتم ضغط القطعتين وتمرير تيار كهربائي عالٍ يؤدي إلى ذوبان النتوء الذي يشكل وصلة اللحام، كما في الشكل.

#### 3. لحام الدرزة:

وهي بمبدأ لحام النقطة نفسه، إلا أنه يتم استخدام عجّلين بدل القضيبين، ويتم تمرير القطعتين المراد لحامهما معاً من بين العجّلين، حيث يتم وصل وقطع التيار الكهربائي العالي؛ ما يؤدي إلى عملية اللحام. ويمتاز هذا النوع في أنه يمنع التسرب، ويستخدم في لحم التناكات. ويوضح الشكل لحام الدرزة.

#### 4. لحام الومضة:

يتم ضغط أطراف القطع المراد لحامها (وصلة تناكبية)، وينتج مرور تيار عالي الشدة في الفراغ بين القطعتين، ومقاومة عالية فيتولد قوس كهربائي أو مبيض يعمل على رفع الحرارة وإذابة المعدن الذي يلتحم نتيجة الضغط. والشكل يوضح لحام الومضة.



## 5. اللحام بالغاز والضغط :

يُستخدم لهب الأكسجين والأسيلين مصدراً للحرارة، حيث يتم تسخين منطقة اللحام بطريقة متجانسة، ويتبع ذلك عملية ضغط. وتُستخدم هذه الطريقة في لحام القضبان الحديدية ومواسير الصلب .

## 6. اللحام بالحرارة :

يتم تسخين القطعتين، ثم الطرق عليها لإحداث عملية اللحام. وهي من أقدم الطرق .

## طرق اللحام بالانصهار :

يُستخدم لحام الانصهار عادة لوصل المعادن المتشابهة بصهرها بالحرارة عند موضع الوصل؛ ما يؤدي إلى امتزاج مصهور القطعتين لتشكيل وصلة اللحام ، وقد تُستخدم مادة مساعدة. وتُصنّف هذه الطريقة بناءً على مصدر الحرارة اللازم لعملية اللحام، ومنها :

1. اللحام بالأوكسي أستيلين : يتم الحصول على الحرارة اللازمة في هذا اللحام عن طريق اللهب الناتج عن احتراق غاز الأستيلين بواسطة الأوكسجين، وتحتاج العملية إلى معدات خاصة لتجهيز اللهب والحرارة .

## معدات لحام الأوكسي أستيلين :

أ. أسطوانة الأوكسجين: تُصنع من الصلب الفولاذي غير الملحوم؛ لكي تتحمل الصدمات والضغط العالي. وتمتاز بألوان الأخضر والأزرق والأسود .

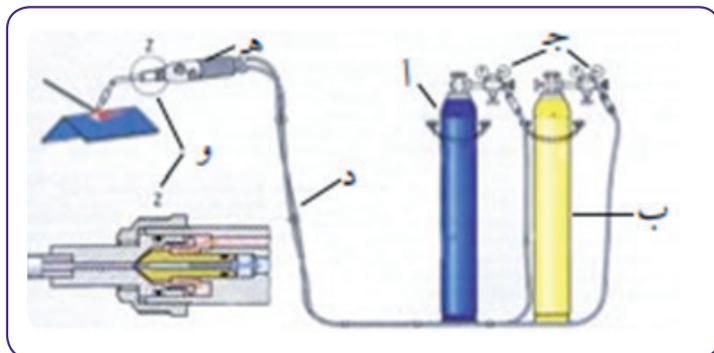
ب. أسطوانة الأستيلين: لا تختلف عن أسطوانة الأوكسجين إلا أنها تتميز باللون الأصفر. وتتم تعبئة الأستيلين مذاباً في الأسيتون .

ج. منظّمات الغاز: تعمل على تنظيم خروج الغاز من الأسطوانة إلى جو العمل .

د. الخراطيم: تُصنع من المطاط، ويُصنع لها أطراف تثبيت .

هـ. مشعل اللحام : يتم فيه خلط غاز الأوكسجين والأستيلين بالكمية المطلوبة، ثم تصريف الخليط إلى منطقة اللحام حيث يتم إشعاله .

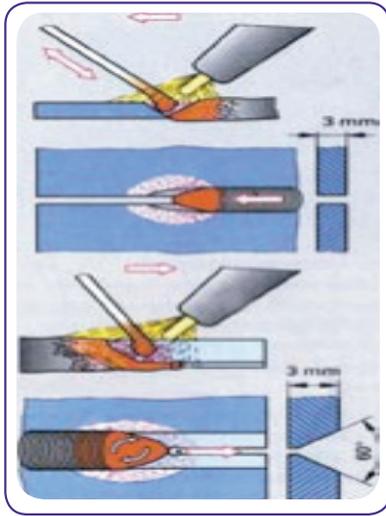
و. رأس اللحام (الفونية) : لها دور كبير في تحديد جودة اللحام؛ لأن من خلالها تستطيع تحديد كمية الحرارة التي تناسب سُمك المعدن. ولها قياساتٌ عدّة .



## عوامل جَوْدَة لحام الأوكسي أستيلين :

تعتمد جَوْدَة الوصلات الملحومة بالأوكسي أستيلين على عواملٍ عِدَّة، أهمُّها :

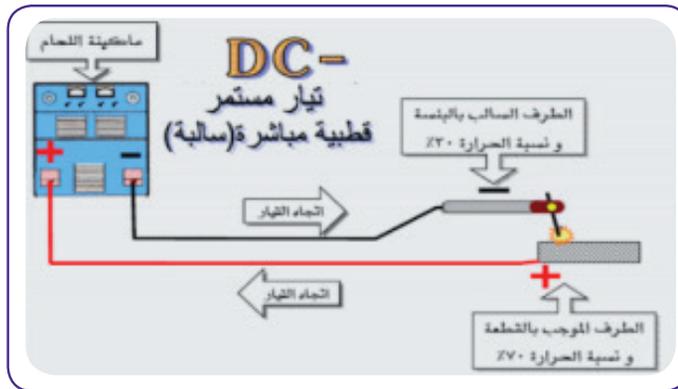
- **كميَّة الحرارة:** يجب أن تكون الحرارة المناسبة للحصول على انصهارٍ جيِّد في بؤرة اللِّحام، وتحدَّد كميَّة اللِّحام بِسُمك المعدن وشكل الوصلة .
- **المسافة بين رأس مخلوط اللهب وقطعة العمل :** تعتمد المسافة على مقياس رأس اللِّحام وسُمك القطعة وحجمها، حيث إنَّ المسافة الكبيرة تُؤدِّي إلى انتشار الحرارة خارج مكان اللِّحام، بينما المسافة القصيرة جدًّا تُؤدِّي إلى ارتفاع حرارة المشعل وتناثر المعدن المنصهر.



- **سرعة انتقال حرارة المشعل:** هي سرعة حركة المشعل فوق قطعة العمل، إذ إنَّ السرعة العالية تُؤدِّي إلى نقص التعبئة، ما يُنتج درزات ضعيفة وقليلة مع تموجات، أمَّا السرعة البطيئة فينتج عنها زيادةُ التعبئة ويُؤدِّي ذلك إلى درزات عريضة، وقد يحدث ثقب عند لحام القطع الرخيصة .
- **زاوية المشعل وسلك اللِّحام:** تُؤدِّي إلى تركيز الحرارة على قطعة العمل وسلك اللِّحام .

## 2. لحام القوس الكهربائي: يتم الحصول على الحرارة اللازمة في

- هذا اللِّحام نتيجة لتوليد قوس كهربائي ينتج عن عبور التيار لفراغ في الدائرة الكهربائية، وتصل حرارة هذا القوس إلى حوالي 500 درجة مئوية . كما أن التحكم بتوجيه هذا القوس وتركيزه على بقعه محدَّدة يُؤدِّي إلى إذابة المعدن في منطقة الوصلة، وبتحريك القوس على طول الوصلة يمتزج المعدن المصهور، ثمَّ يتجمَّد ليكونَ وصلة اللِّحام .



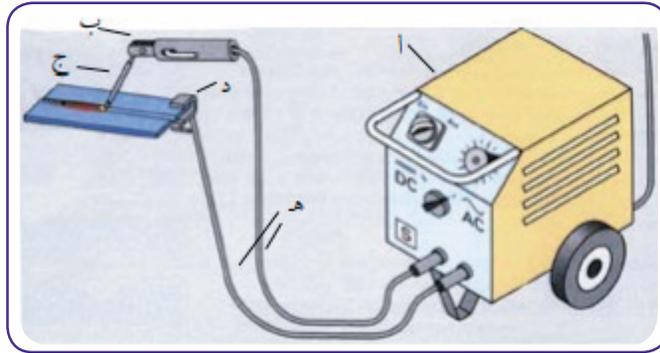
## معدّات لحام القوس الكهربائي :

يوضّح الشكل الأجزاء التي تشكّل الدائرة الكهربائية المغلقة للحام القوس الكهربائي، وتشمل:



أ. **ماكينة اللحام:** تعدُّ مصدرَ الطاقة الذي يزوّد الدائرة بالتيار اللازم، وقد يكون هذا التيار إماً تياراً مستمراً أو تياراً متردّداً. وقد صُمّمت ماكينات اللحام بأنواع وأحجام وقدرات مختلفة، ومن خلال التحكم بالتيار لماكينات اللحام يمكن تحديد كمية الحرارة الناتجة. ويبيّن الشكل صورةً ماكينة اللحام.

ب. **ماسك الإلكترود:** يُصنع من سبيكة معدنيّة جيّدة التوصيل للتيار، ويُستخدم لتثبيت سلك اللحام .



ج. **الإلكترود (سلك اللحام):** هي أسلاك تُستعمل للتعبئة أثناء اللحام، ومغلّفة بمادة تشبه البودرة تحتوي على موادّ كيميائيّة تُحسّن خواصّ اللحام، ولها مواصفات خاصّة.

د. **الماسك الأرضي (السالب):** هو خطّاف أو ملقط من النحاس يتمّ وصله بطاولة العمل الخاصّة لإكمال الدائرة الكهربائيّة .

هـ. **الأسلاك (الكابلات):** هي كوابل مرّنة موصلة للتيار الكهربائي .

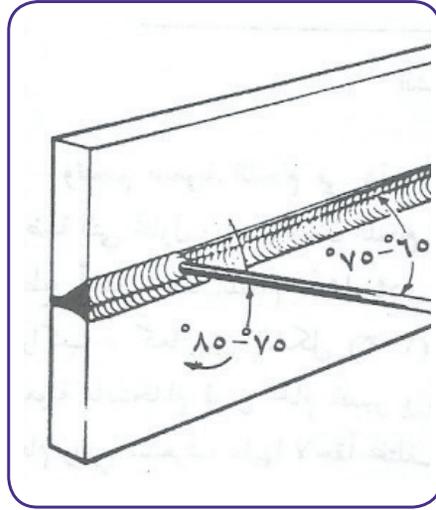
و. **طاولة اللحام:** تصنع من حديد الفولاذ لتوصيل التيار الكهربائي .

## عوامل جودة اللحام بالقوس الكهربائي :

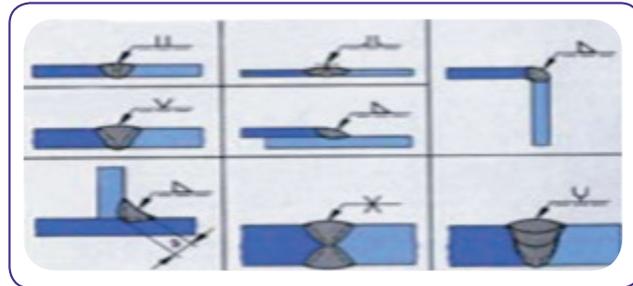
أ. **القوس الكهربائي:** يتم إشعاله بملامسة طرف الإلكترود مع سطح القطعة، ثمّ سحبه إلى مسافة تساوي قطر الإلكترود تقريباً لإبقاء القوس مشتعلًا بقوة؛ إذ إنّ إبعاده يُضعف القوس. وتُشبه حركة إشعال القوس حركة إشعال عود الكبريت.

ب. **استقرار القوس:** حتى يمكن إنتاج لحامات ناعمة وجيدة يجب أن يبقى القوس مستقرًا أو متّزناً وثابتاً، ويعتمد ذلك على الدائرة التي تُغذي التيار ونوعيّة الإلكترود، وكذلك الأداء الجيّد بتحريك الإلكترود حركة تقديميّة مستمرة ومنتظمة باتجاه سير اللحام .

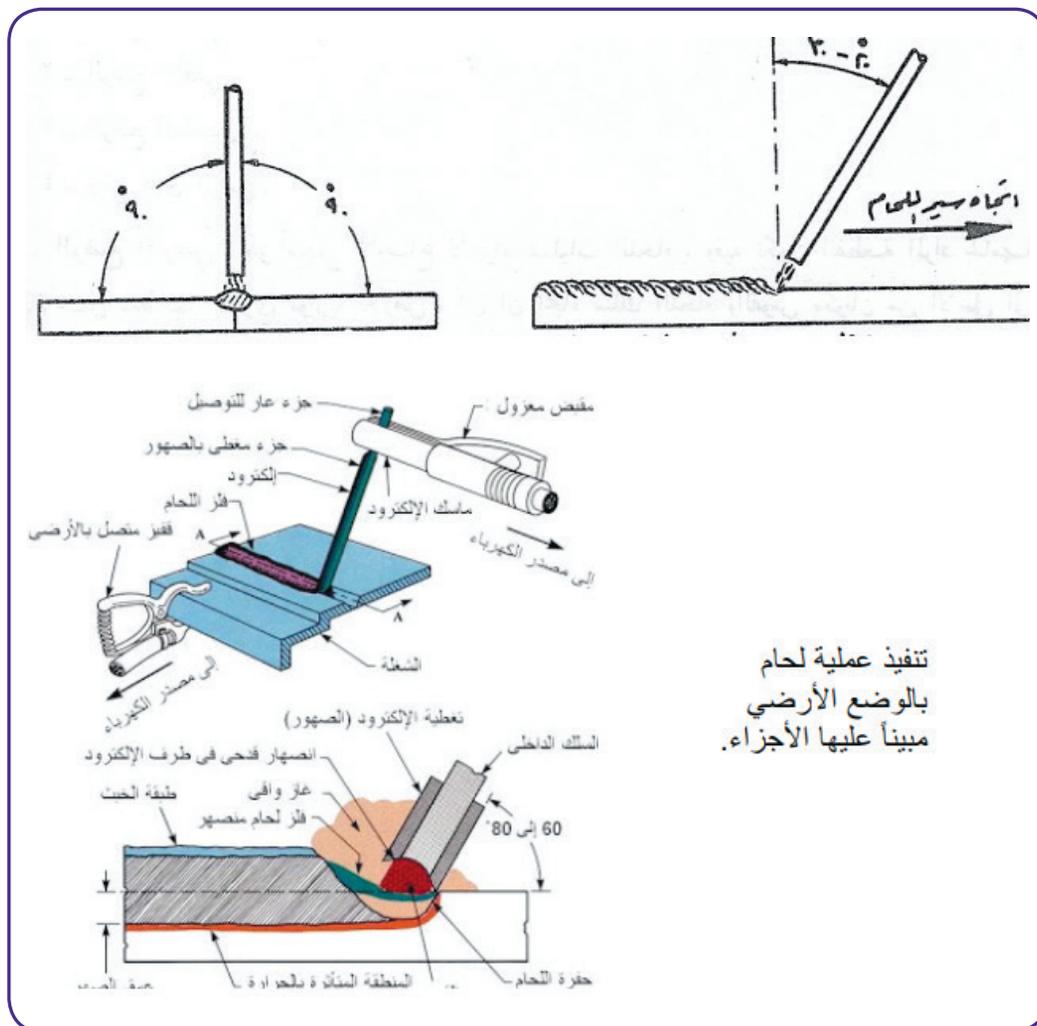
ج. **زوايا اللحام:** هي زاوية ميل الإلكترود عن المحور الرأسي (زاوية التقدّم)، وكذلك زاوية العمل المبيّنة في الشكل، وتُعدُّ من أهمّ العوامل التي تؤثر في جودة اللحام بحيث يتمّ تكوين وتحديد حجم وشكل درزيات اللحام، إضافة إلى ترسيب مادة اللحام في المكان المناسب. والشكل الآتي يبيّن وضع زاوية الميل غير الصحيحة، وقد تؤدي إلى حدوث قطع سفليّ أو حدوث درزيات واسعة، أو اختراق ضعيف لمعدن اللحام في المعدن الأساس.



د. **وصلات اللحام:** يبيّن الشكل الأنواع المختلفة لوصلات اللحام.



د. إعادة إشعال القوس: عند إعادة إشعال القوس لمواصلة اللحام يجب أن يتم إشعال القوس عند النهاية الأمامية الباردة (بركة الانصهار) بمقدار 2سم، ثم يحرك رجوعاً فوق بركة الانصهار، ثم إلى الأمام ثانية لمواصلة اللحام .



تنفيذ عملية لحام  
بالوضع الأرضي  
مبيناً عليها الأجزاء.

## أسئلة الوحدة:



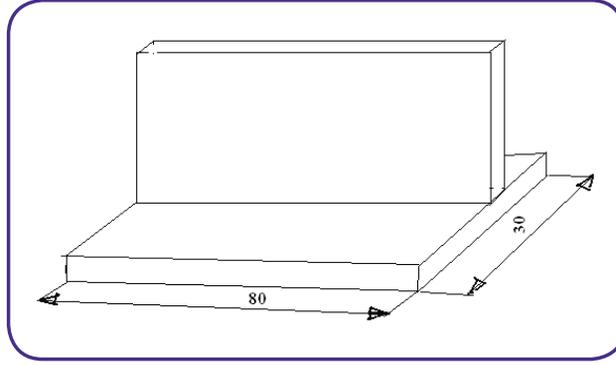
### السؤال الأول : اختر الإجابة الصحيحة لما يأتي :

1. من أهم طرق التوصيل وأكثرها انتشاراً وتميزاً:  
أ. نقل الحركة والقدرة مثل الرافعة. ب. المعايرة والضبط مثل الميكروميتر.  
ج. الضغط والتثبيت مثل لولب المربط والملزمة. د. قابلية الفك والتركيب مثل البرغي والصواميل.
2. أنواع لولب الربط (البراغي) واستخداماتها:  
أ. مسمار لولب (برغي) عادي. ب. مسمار تولب (برغي) نافذ.  
ج. برغي التثبيت الأرضية. د. كل ما ذكر.
3. نوع اللحام الذي يُستخدم في لحام التناكات والعلب:  
أ. لحام الدرزة. ب. لحام النقطة. ج. لحام الومضة. د. لحام التنوء أو البروز.
4. في عملية لحام القوس الكهربائي ، تصل حرارة هذا القوس إلى:  
أ. 1000 درجة مئوية. ب. 700 درجة مئوية. ج. 500 درجة مئوية. د. 5000 درجة مئوية.
5. تُعرف الخطوة بأنها:  
أ. المسافة بين نقطتين على سنين متجاورين.  
ب. المسافة بين قاعين متتاليين على السن نفسه.  
ج. هي مقدار التقدم الذي يحزره برغي داخل صامولة في الدورة الواحد.  
د. لا شيء مما ذكر.
3. ما شروط ضمان عملية البرشمة بالشكل الصحيح؟
4. وضح آلية اللحام بالقوس الكهربائي.
5. يبين بالرسم أجزاء البراغي جميعها.
6. تمرين عملي:  
على غرار المواقف، اعمل ملزمة تُستخدم فيها طرق الربط.
7. مشروع معين (واجب ضروري لملف الإنجاز):

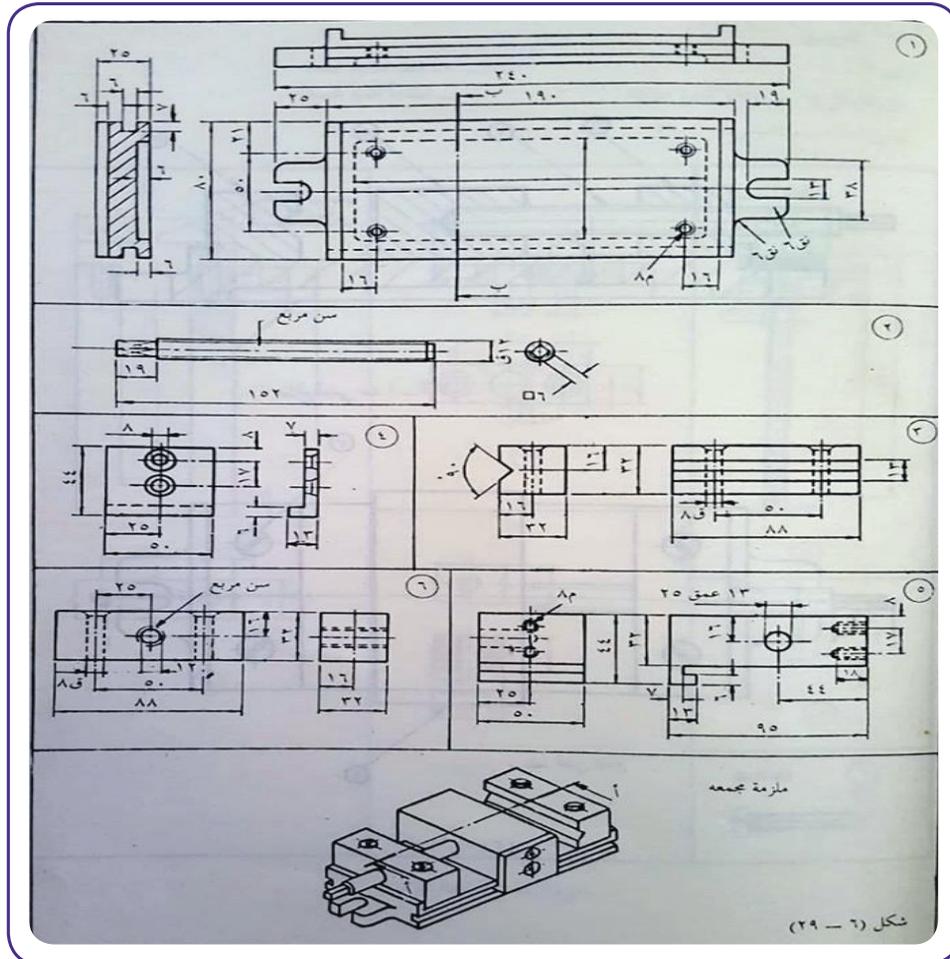
إعداد تقرير في نهاية الوحدة، والبحث في الإنترنت عن طرق الوصل والربط المختلفة.

8. تنفيذ تمرين اللحام بالقوس الكهربائي ( جهة بالسيخ والعزل بالبودرة، والجهة الثانية اللحام بالسلك والعزل بغاز ( CO<sup>2</sup> ) .

وعرضها 30 mm وطولها 80 mm



9. إعداد ملزمة عمل باستخدام وسائل الربط والوصل المختلفة.



ملحق لتمرين عمل الملزمة :

العدد	المادة	اسم القطعة	رقم القطعة
1	فولاذ	القاعدة	1
1	فولاذ	براغي الشد	2
1	فولاذ	الفك الثابت	3
1	فولاذ	صحيفة تثبيت	4
1	فولاذ	الفك المتحرك	5
1	فولاذ	مستند	6
4	فولاذ	براغي تثبيت	7
2	فولاذ	براغي تثبيت الصحيفة	8

تم بحمد الله

## لجنة المناهج الوزارية:

أ. ثروت زيد

د. بصري صالح

د. صبري صيدم

م. وسام نخلة

د. سمية النخالة