Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Anbar
College of Engineering
Department of Chemical and
Petrochemical Engineering

جامعة الأنبار - قسم الهندسة الكيميائية والبتروكيماوية
UNIVERSITY OF ANBAR
CHEMICAL & PETROCHEMICAL ENGINEERING

Engineering Workshops

Measuring Tools

FIRST STAGE

Presented by:

Asst. Lect. Ibrahim Khudhur

الفصل الثالث:

أدوات القياس

مقدمة

لقد استعمل الإنسان القياسات منذ فجر التاريخ كوسيلة عملية للتعرف على الظواهر الطبيعية المحيطة به ولتحديد أشياء يستعملها خلال حياته اليومية. فقد اخترع الإنسان أجهزة قياس الأطوال والكيل منذ الحضارات الإنسانية الأولى لتنظيم أسلوب حياته الاجتماعية والاقتصادية. فقد استعملت قياسات الأبعاد من طرف المصريين الفراعنة بالدقة التي سمحت ببناء الأهرامات كما استعملت مكاييل دقيقة في المعاملات التجارية بين مختلف الأمم في ذلك الزمان. وقد أخذ القياس دورا مهما جدا في جميع مجالات الحياة البشرية القديمة والحديثة. إن التطور الصناعي والتكنولوجي والاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح لمبادئ القياسات و استدامة هذا التطور مرتبطة بدقة عملية القياس وخلوها من الأخطاء. إن القياسات (أو المترولوجيا) هي علم شامل يدخل في جميع العلوم الطبيعية والتكنولوجيا. ولتطبيقاتها تأثير بالغ ومهم على جميع النشاطات البشرية. بحيث أن عدم إجراء القياسات الدقيقة عن قصد أو عن غير قصد يؤدي إلى نتائج سلبية جدا على كل المستويات.

والهدف لعام لهذه الوحدة هو أن يكون المتدرب قادراً على معرفة الوحدات المختلفة للقياس ولديه القدرة على اختيار جهاز القياس المناسب لطبيعة العملية المطلوب تنفيذها ويكون لديه القدرة على استخدام أدوات القياس المختلفة في المهن الميكانيكية بالطريقة الصحيحة مع معرفة مقدار التفاوتات والإزدواجات المسموح بها في القياس حتى يتمكن من تنفيذ المتطلبات الخاصة بالتشغيل بدقة عالية.

وتتلخص الأهداف الخاصة عن اكتمال التدريب على هذه الوحدة ان يكون لدى المتدرب المقدرة على أن:

1. يتمكن من قياس الأبعاد الداخلية والخارجية بأدوات القياس المختلفة.
2. يستخدم زوايا القياس بالطريقة الصحيحة والتعرف على أنواعها.
3. يتعرف على أخطاء القياس وأسبابها.
4. يتعرف على التفاوتات وأنواع الإزدواجات ومحددات القياس.
5. يتعرف على قوالب القياس واستخداماتها وطرق المحافظة عليها.

إنه لمن السهل أن يلاحظ أحدنا أن حياته اليومية مملوءة بأنواع عدة من القياسات بل أصبحت حياتنا (الاجتماعية، الاقتصادية والسياسية) مرتبطة بأجهزة قياس مختلفة. فعلى سبيل المثال لا الحصر:

- ساعة التي نستخدمها لمعرفة وتنظيم وقتنا، تعد جهاز قياس مهم.
- قيادتك للسيارة بأمان مرتبطة بعدة أجهزة قياس (عداد سرعة السيارة ـــ مؤشر درجة الحرارة مؤشر خزان الوقود .... إلخ).
- قياس درجة الحرارة وسرعة الرياح واتجاهها عن طريق أجهزة قياس مهم جدا للملاحة الجوية وبالتالي على تنقلاتنا.
- عداد الكهرباء والماء المجودين عند مدخل البيت هما أجهزة قياس الاستهلاك وعلى أساسها ندفع الفاتورة إلى شركات المرافق.
- التبادلات التجارية بين مختلف الدول مبني على الموازيين والمكاييل.
- استخدام المسطرة لتحديد أطوال المربعات والمستطيلات والمنقلة لحساب الزوايا خلال الدراسة لمختلف العلوم منذ المدرسة الابتدائية.

أدوات القياس

تصنف أدوات القياس إلى أربع أقسام أساسية وهي:

١. أدوات قياس بدائية:

وهي أدوات قياس استخدمها الأنسان البدائي من خلال الاستفادة من جسده أو الأشياء المحيطة به والتي تتميز بقلة التفاوت بينها باختلاف الشخص القائم بها ومنها على سبيل المثال:

- الشبر Span
- الذراع Arm
- القصبة Cane
- القدم Feet

٢. أدوات قياس تقربيه

وهي الأدوات التي تستخدم لقراءة أو نقل الأبعاد من على القطع المراد قياس ابعادها.

- المسطرة المدرجة Ruler
- الشريط Tape
- المتر Meter
- البرجل Compass
- المنقلة العادية Protractor

٣. أدوات قياس دقيقه

- قدمه ذات ورانيه Vernier caliper
- الميكروميتر Micrometer
- منقله ذات ورانيه Protractor Vernier

- **الإجراءات العملية الواجب مراعاتها عند إجراء عملية القياس:**

خلال إجراء عملية القياس في ورش التشغيل والمعامل تكمن مهمة الفني في تحديد قيم الأبعاد بالنسبة لوحدة القياس الدولية بالدقة اللازمة واتخاذ جميع التدابير للحيلولة دون وقوع أخطاء قياس بنسب كبيرة ومن بين أهم هذه الإجراءات العملية نذكر ما يلي:

1 .المحافظة على جهاز القياس في حالة عملية جيدة وعدم تعرضه لأي شيء قد يتلفه.
2 .المحافظة على بيئة عمل خاصة (درجة حرارة = ٢٠o م، درجة رطوبة = ٥٠% ومحيط نظيف خالي من الأتربة).
3 . اتخاذ جميع الاحتياطات لإجراء قراءة نتيجة القياس الصحيحة (القراءة العمودية على تدريج الجهاز. الخ).
4 . استعمال وحدة القياس المناسبة.

5 . المعايرة الدورية لجهاز القياس وهذا بمقارنته مع معايير معلومة.

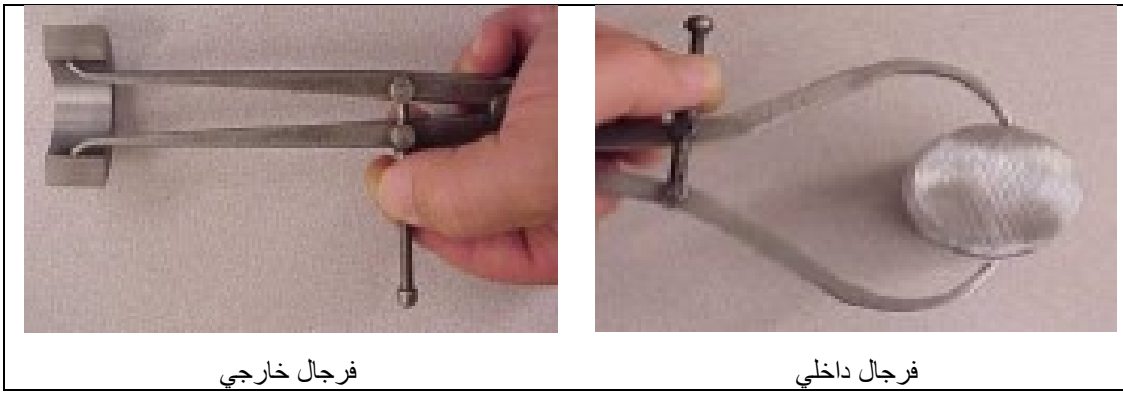
- **طرق إجراء عملية القياس**

تجرى عملية القياس على طريقتين، إما أن يكون بطريقة مباشرة Direct Measurement أو غير مباشرة Indirect Measurement.

1. **القياس المباشر:** الذي يتم تحديد البعد المراد قياسه مباشرة بواسطة جهاز القياس كما هو مبين في شكل رقم (1).

شكل 1: عملية القياس المباشر

2. **القياس الغير مباشر:** يتم عن طريق وسائل مساعدة مثل الفراجير لنقل البعد المراد قياسه من الشغلة ومن ثم مقارنته مع جهاز قياس مثل المسطرة أو القدمة ذات الورنية بطريقة غير مباشرة. كما هو مبين في شكل رقم (2). تستعمل هذه الوسائل في الحالات التي يتعذر فيها وصول جهاز القياس إلى البعد المقاس.



فرجال خارجي فرجال داخلي

شكل 2: استعمال الفرجار لنقل الأبعاد وإجراء القياس الغير مباشر.

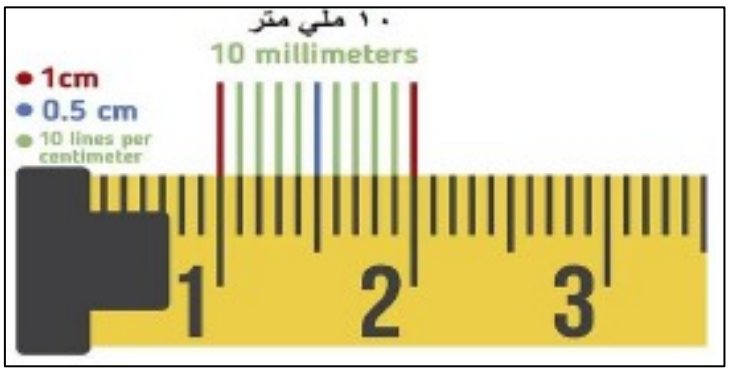
- **الاحتياطات والأمان الواجب مراعاتها في ورشة القياسات:**

1. حافظ على تنظيم وترتيب أدوات القياس بعيدا عن الأدوات القاطعة والعدد الأخرى حتى لا تتعرض إلى التلف.
2. تنظيف الأتربة والرطوبة من على قطع القياس والقدمة ذات الورانية حيث أن تواجد الأتربة المتراكمة على جوانب القدمة تسبب خطاء في القياس يتراوح من ٢ إلى ٥ ميكرومتر أدوات القياس بأنواعها المختلفة دقيقة وحساسة جدا، فيجب التعامل معها بلطف وتجنب الخشونة.
3. يجب تنظيف المشغولات من الرائش والأوساخ قبل إجراء عملية لقياس.
4. التزم بالطرق الصحيحة في استخدام أدوات القياس حسب إرشادات المدرب للحفاظ على دقتها وسلامتها.
5. لا تستخدم أدوات القياس في أي أعمال أخرى تسبب تلفها كالطرق على المعادن أو خلافه من أعمال حتى لا تتلف.
6. تحفظ أدوات لقياس في صناديق أو أماكن تعليقها ويجب عدم إلقاء أدوات القياس مع العدد الأخرى حتى لا تتلف.
7. عدم استخدام أدوات قياس المشغولات أثناء عمل ودوران آلات القطع المختلفة حتى تتوقف عن العمل.
8. تزييت أدوات القياس المختلفة وعدم تعريضها للغبار أو الماء أو الأوساخ حتى لا تتلف.
9. تجنب المزاح بأدوات القياس عامة وبصفة خاصة الحادة منها مع زملائك أثناء العمل لما يتسبب ذلك في حواد خطيرة.
10. لا تضغط بقوة على أجهزة القياس وخصوصا فكي القدمة ذات الورانية عند القياس.

اولاً: المتر Tape

ويستخدم المتر Tape في قياس أطوال من ١ مم إلى ١٠ متر أو أكثر. ويفضل استخدامه لقياس الأجسام الطويلة كالمواسير ويستخدم بكثرة في أعمال الصاج والألواح المعدنية وصناعة الأثاث المعدني وأعمال الألوميتال وتمديدات شبكات المواسير. ويكون تدريج المتر طبقا لأحد النظامين النظام الدولي أو النظام الإنجليزي، وحدة الأطوال في النظام الدولي هي المتر والذي يقسم إلى سنتيمتر ومليمتر كما هو مبين في شكل، وفي النظام الإنجليزي يكون التدريج مقسما بالبوصة inch والقدم Feet والقدم يساوي ١٢ بوصة.

شكل 3 : شكل متر القياس الطولي tap.



شكل 4 : تدريج المتر Tape بالسنتيمتر في النظام الدولي المتر.

ثانيا: القدم (المساطر الحديدية):

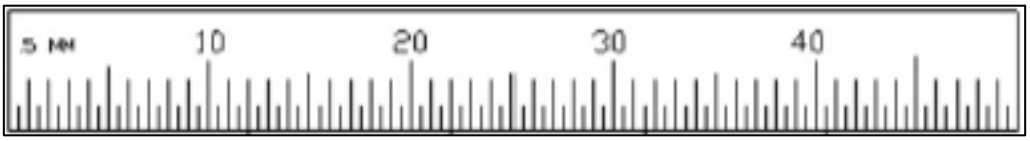
يوجد العديد من أنواع القدمات (المساطر الحديدة) التي سيتم التطرق اليها في النقاط التالية:

أ. المساطر الحديدية:

١. مسطرة حديدية عادية:

تعتبر المسطرة من أول أجهزة قياس الأبعاد التي تعاملنا معها منذ السنوات الأولى للدراسة الابتدائية نظرا لسهولة استعمالها حيث أن قراءة القياس عليها بسيط جدا. عادة ما تكون

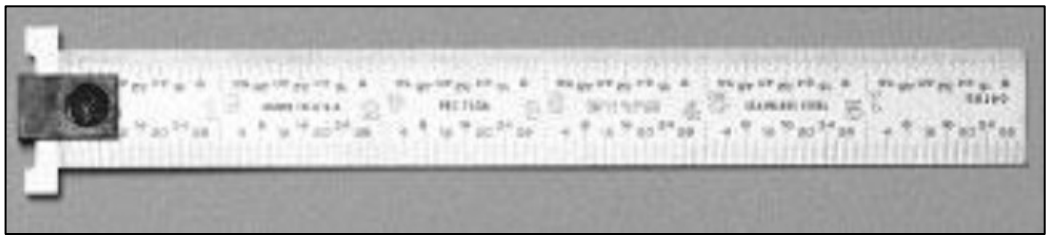
المسطرة مدرجة بالمليمتر (1mm) وبنصف المليمتر (0.5mm). تصنع المساطر المستخدمة في الورش من الصلب الذي لا يصدأ. كما موضحة في شكل (5).



شكل 5 : مسطرة عادية

- **مسطرة ذات نهاية طرفية:**

يمكن استعمال مسطرة حديدية (شكل 6) مع نهاية لوضعها مع حافة القطعة المقاسة لكي يمكن الحصول على أحسن دقة قياس.



شكل 6 : مسطرة ذات نهاية معدنية

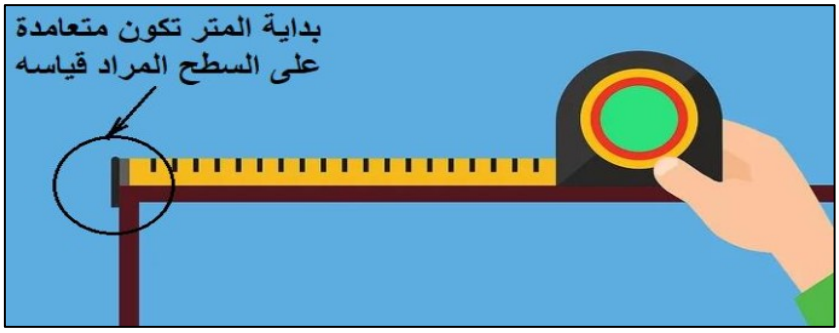
خطوات القياس بالمتر

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.

٢. ضع أول طرف المتر على حرف الشغلة وتأكد من تعامده عليها كما في شكل رقم (7).

٣. علم على الجزء المطلوب قياسه بواسطة شوكة علام.

٤. أقراء القيمة الصحيحة الأكبر ثم أجزاء الوحدة. كما هو مبين في شكل رقم (8) هو ٣٣,٦ سم.



شكل 7 : وضع طرف المتر على حافة الجسم المراد قياسه وتأكد من تعامد بداية طرف المتر على السطح المراد قياسه.

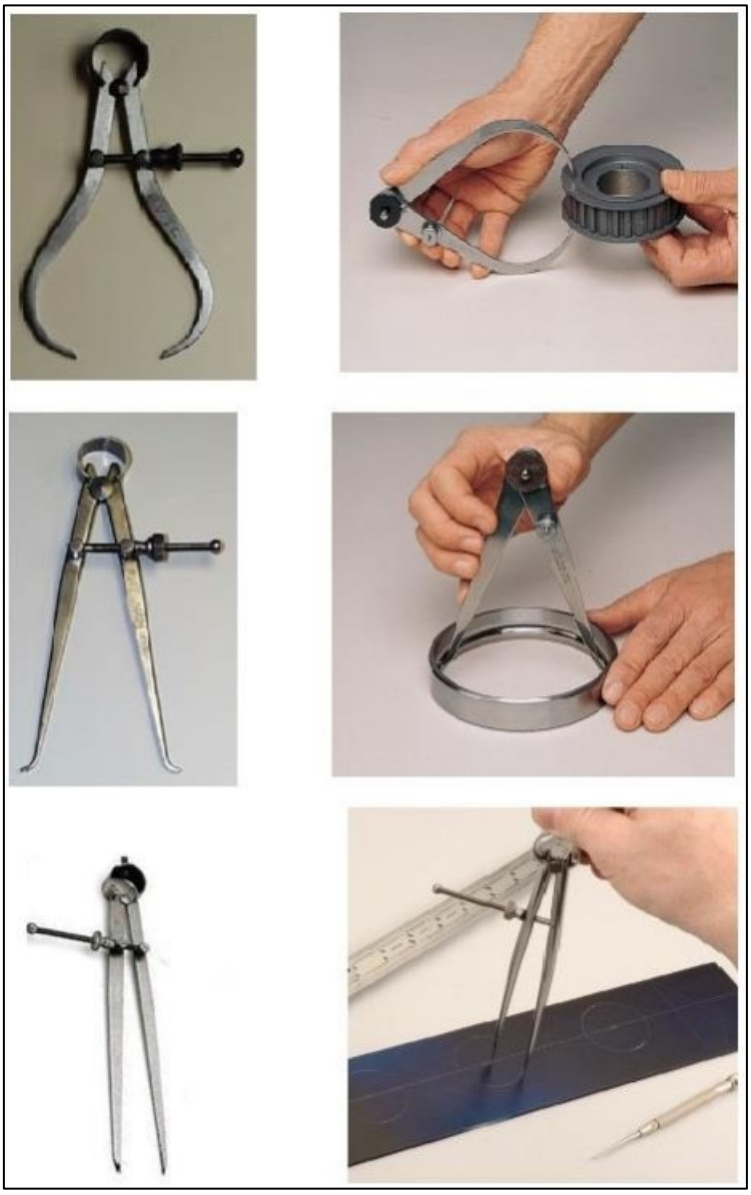
شكل 8 : قياس طول الماسورة ٣٣,٦ سم.

ثالثاً: البراجل / الفراجار (Divider /Compass):

تتعدد أنواع البراجل تبعا لتنوع أغراض استعمالها فمنها المستخدم في عمليات القياس ومنها المستخدم في عملية الشنكرة أي نقل الأبعاد إلى قطعة الشغل أو لرسم الدوائر. تصنع البراجل من الصلب متوسط الكربون وله أنواع متعددة تصنف حسب شكل الساقين فمنها البرجل العدل وأبو شوكة وذي السنين والكروي، ويكون جناحا من النوع المثبت بالبرشام أو النوع الذي يتم التحكم في جناحيه عن طريق سوستة كما هو مبين في شكل رقم (9).

شكل 9 : الأنواع المختلفة للفرجار.

يستخدم الفرجار الخارجي لقياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة أثناء تشغيلها، ويستخدم فرجار القياس الداخلي للحصول على القياسات الداخلية حيث يدخل الفرجار إلى المكان المراد قياسه ثم يفتح بعد ذلك باتجاه الخارج وببطء حتى يتم التلامس بين الذراعين وحافة المكان المراد قياسه ويتم بعد ذلك إخراج الفرجار مع تماشى الضغط على الساقين وذلك للاحتفاظ بدقة القياس ثم يتم بعد ذلك قراءة القياس المعطى بواسطة الفتحة بالقدمة أو المسطرة، بينما الفرجار ذو الشوكتين والذى يسمى بفرجار العلام أو الفرجار العدل لأنه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين لكل منهما سن على شكل شوكة ويستعمل لنقل الأبعاد إلى قطعة العمل أو لعمل علام أو دوائر عليها. ويوضح شكل رقم (10) استخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار.



شكل 10:استخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار.

خطوات تنفيذ التدريب:

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.

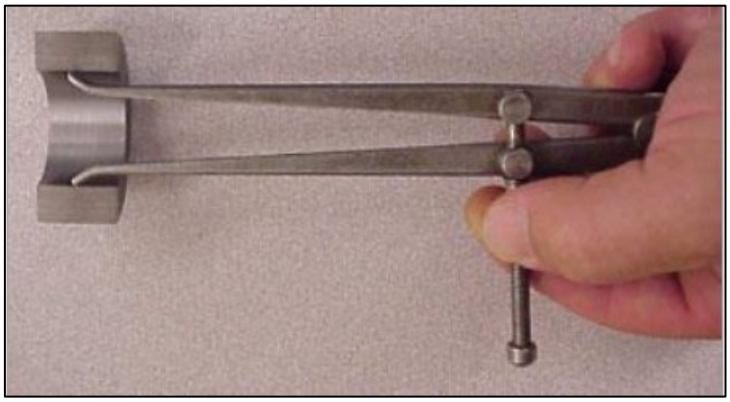
٢. قم بتحضير وتنظيف القطعة المطلوب قياسها قبل إجراء عملية القياس

٣. قم بملامسة طرف الذراع الثابت لاحد أسطح قطعة العمل حسب نوع القياس كما يلي:

أ. من الخارج في حالة الفرجار الخارجي: اغلق الذراع المتحرك ببطء حتى يلامس محيط قطعة العمل المستديرة بشكل قطري. كما في الشكل (11).

شكل 11: قراءة البعد من الخارج.

ب. من الداخل في حالة الفرجار الداخلي: افتح الذراع المتحرك باتجاه الخارج وببطء حتى يتم التلامس بين الذراعين وحافة المكان المراد قياسه. شكل (12).



شكل 12: قراءة البعد من الداخل.

4. اربط مسمار التثبيت، في كلا الحالتين السابقتين، لضمان عدم تغير قيمة البعد المطلوب قياسه، أو اضغط ضغطا خفيفا على الساقين حتى لا يفتح عن القيمة المقاسة في حالة عدم وجود مسمار.

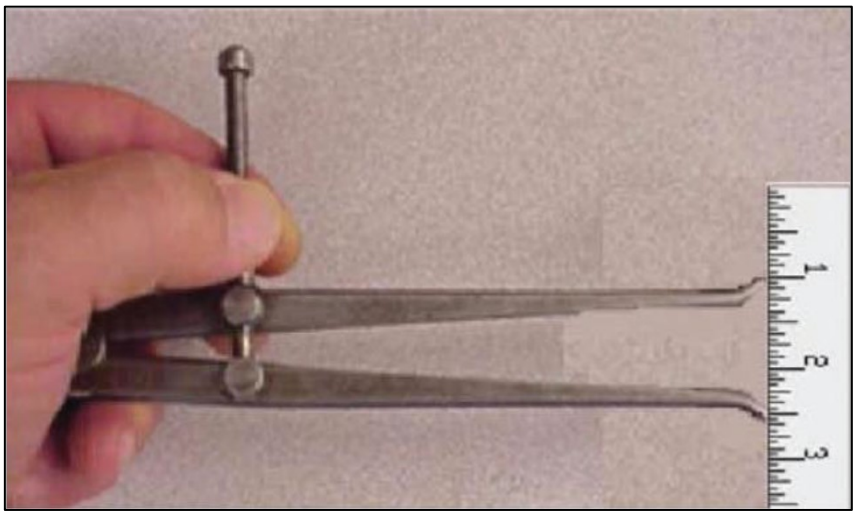
٥. سجل في جدول المشاهدات أيهما أفضل وأدق، استخدام مسمار التثبيت أم التحكم بقوة اليد.

٦. ضع الفرجار على مقياس القدمة الصلب (المسطرة المعدنية) واقرأ حسب الحالة:

أ. البعد الخارجي وسجله في جدول النتائج كما في الشكل (13).
ب. البعد الداخلي وسجله في جدول النتائج كما في الشكل (14).

7. الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح والأقطار باستخدام المنقلة الشاملة

شكل 13 : قراءة البعد الخارجي على المسطرة.



شكل 14 : قراءة البعد الخارجي على المسطرة.

رابعاً: القدمة (الفيرنية او الورنية) Vernier

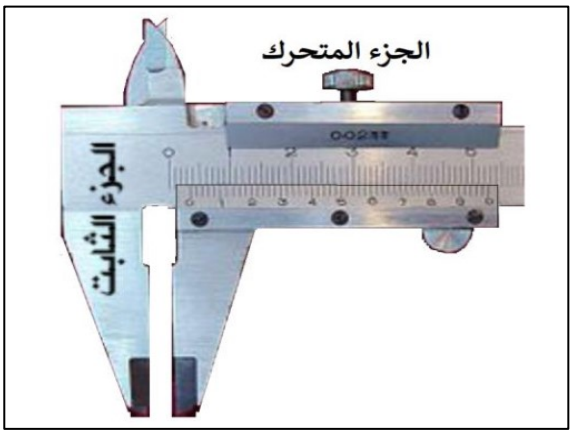
تعتبر القدمة ذات الورنية من بين أهم أجهزه القياس المستعملة في ورش الميكانيكا بصفة عامة وورش التشغيل بصفة خاصة. ترجع هذه الأهمية للإمكانات المتعددة للقدمة في قياس الأبعاد مقرونة مع سهولة الاستعمال زيادة على دقتها الممتازة.

يركز هذا التدريب على التعريف بمكونات القدمة ذات الورانية وأنواعها القياسية وكيفية استخدامها والتمكن من معرفة التدرجيات المسجلة عليها ودقة القياس التي يمكن الحصول عليها حسب التدريج الواقع على القدمة ذات الورانية. وتستخدم لقياس الأبعاد والأقطار الداخلية والخارجية والأعماق والطول للمشغولات. وتستخدم القدمة ذات الورنية في قياس الأبعاد والأطوال التي يصعب قياسها في المسطرة المترية كالأقطار الداخلية والخارجية للأنابيب وأعماقها، وهي بذلك أدق في القياس من المسطرة المترية حيث تصل دقتها إلى حدود mm 0.1 ونستطيع بواسطتها قياس الأبعاد التي لا يزيد طولها عن 10cm.

- **مكونات القدمة ذات الورانية Vernier calipers**

تتركب القدمة ذات الورانية من جزئيين أساسيين هما:

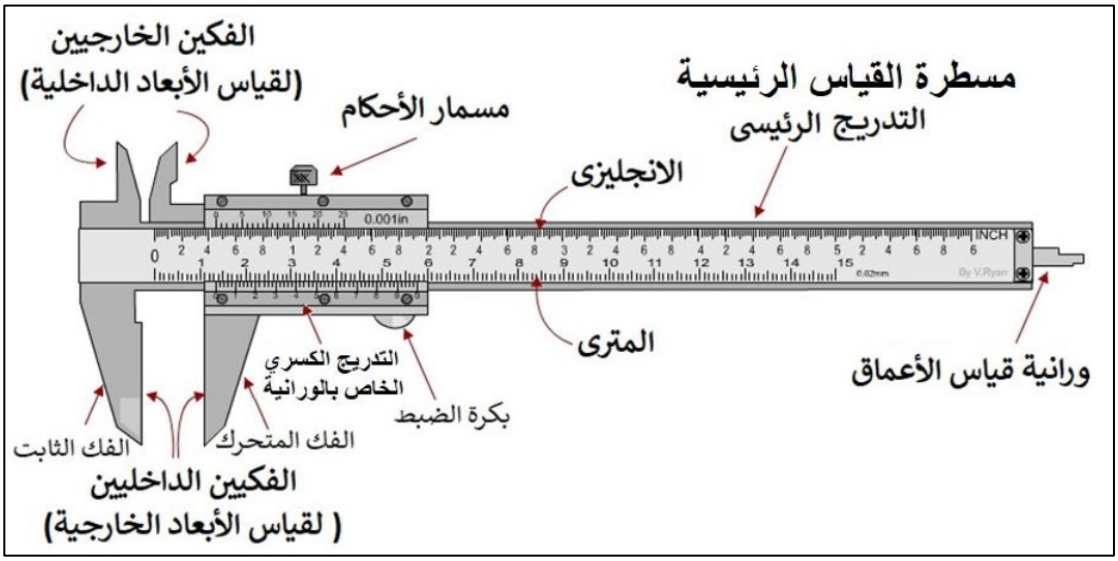
- الجزء الثابت: يحتوي هذا الجزء على فك ثابت Fixed jaw متصل بمسطرة القياس الرئيسية main scale والتي عادة ما تكون مدرجة بالتدريج المتري(بالملي متر mm) من جهة وبالتدريج الإنجليزي (بالبوصة Inch) من جهة أخرى. ويستخدم القياس الرئيسي ليتم قراءة الملي مترات الصحيحة.
- الجزء المتحرك: وهو عبارة عن منزلقة تحمل الفك المتحرك. والجزء المسمى بورنية القياس. والورنية هي مقياس صغير ينزلق على مقياس أساسي يسمى القدمة والتي هي جزء من المسطرة المترية (شكل 15). وتكون ورنية القياس مدرجة بأجزاء الملي متر. وتستخدم لقياس الكسور العشرية. ويتم تحديد دقة الجهاز بالتقسيم الموجود على الورنية. وعادة ما تكون دقة قياس الورنية (٠,١ =١/١٠ مم) أو (٠,٠٥ =١/٢٠ مم) أو (٠,٠٢ =١/٥٠ مم) ويوجد ساق في نهاية الجزء المتحرك بالقدمة ذات الورانية عبارة عن عمود لقياس أعماق الثقوب والمجاري العميقة.



شكل 15: الجزء الثابت و الجزء المتحرك بقدمة ذات ورانية.

ويبين الشكل (16) تفصيلا كاملا للقدمة ذات الورانية و مكوناتها التالية:
مسطرة القياس الرئيسية (القدمة): وتكون مدرجة بالمليمترات من طرف والبوصة من طرف أخر.

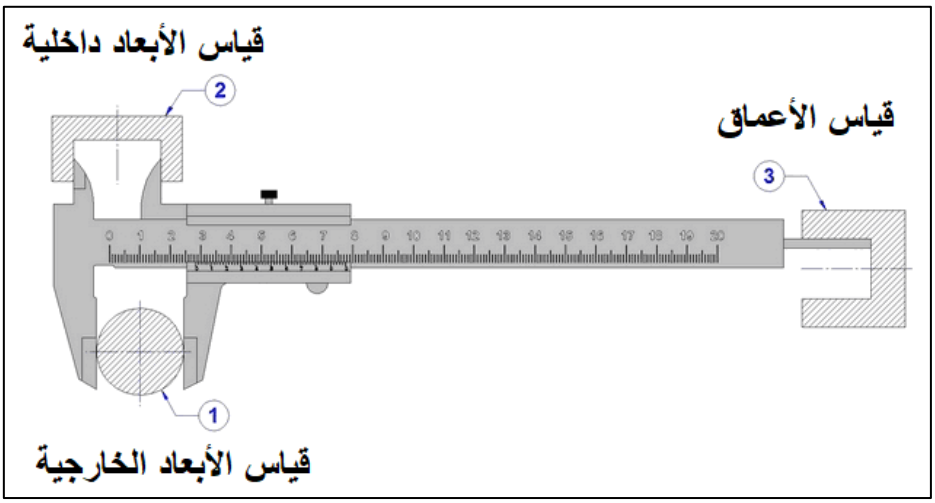
- الورانية Vernier: هي مقياس صغير ينزلق على المقياس الأساسي (القدمة).
- الفكين الخارجيين External jaws: أحدهما ثابت، الأخر متحرك وتستخدم لقياس الاقطار الخارجية الكبيرة.
- الفكيين الداخليين Internal jaws: وتستخدم لقياس الأقطار الداخلية الصغيرة.



شكل 16 : قدمه ذات ورانية.

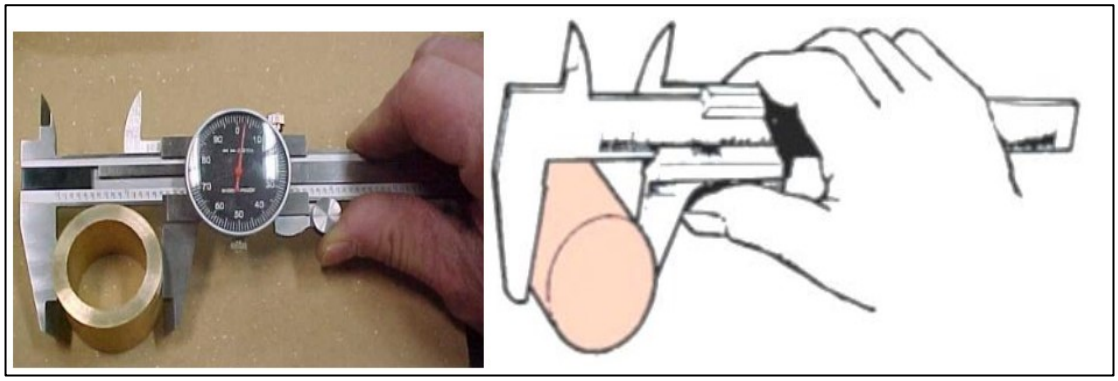
استخدامات القدمة ذات الورانية:

تستخدم القدمة ذات الورانية لقياس الأبعاد الداخلية أو الخارجية أو قياس الأعماق كما هو مبين في شكل رقم (17).

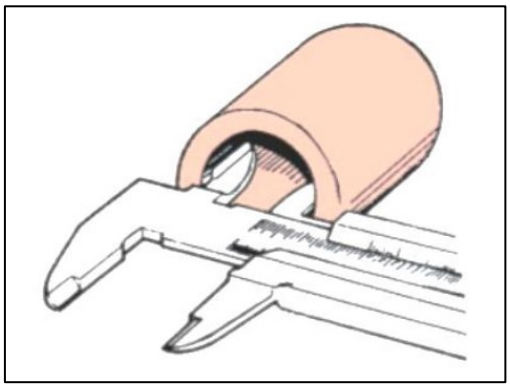


شكل 17 :أنواع القياس التي يمكن قياسها بالقدمة ذات الورانية.

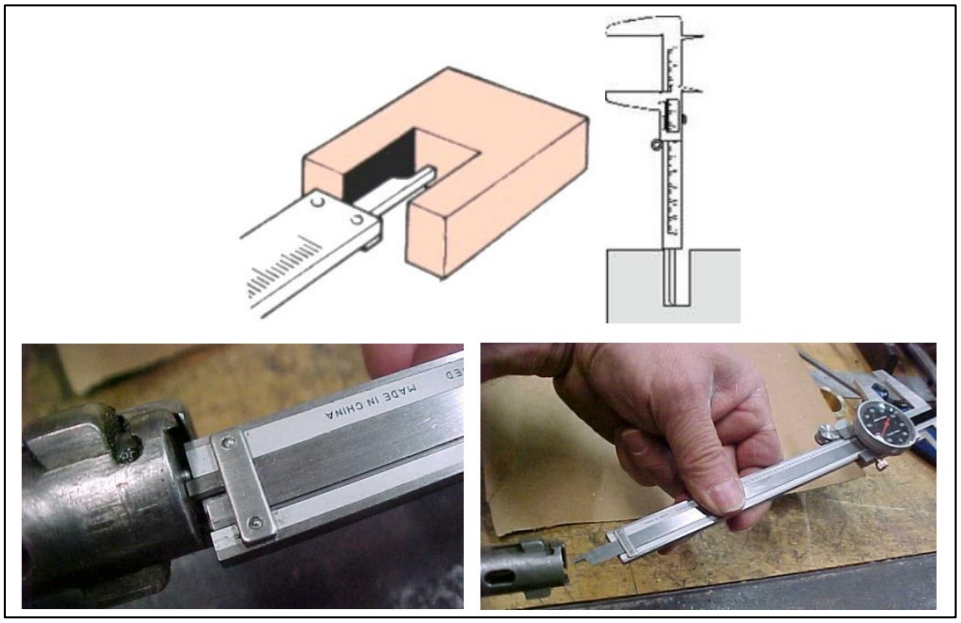
أ- قياس الأبعاد الخارجية. شكل (18).
ب- قياس الأبعاد الداخلية: شكل (19).
ت- قياس العمق(مثل قياس عمق مجرى الخابور أو عمق الثقوب والمجاري): شكل (20)



شكل 18 : قياس الأبعاد الخارجية بالقدمة ذات الورانية.



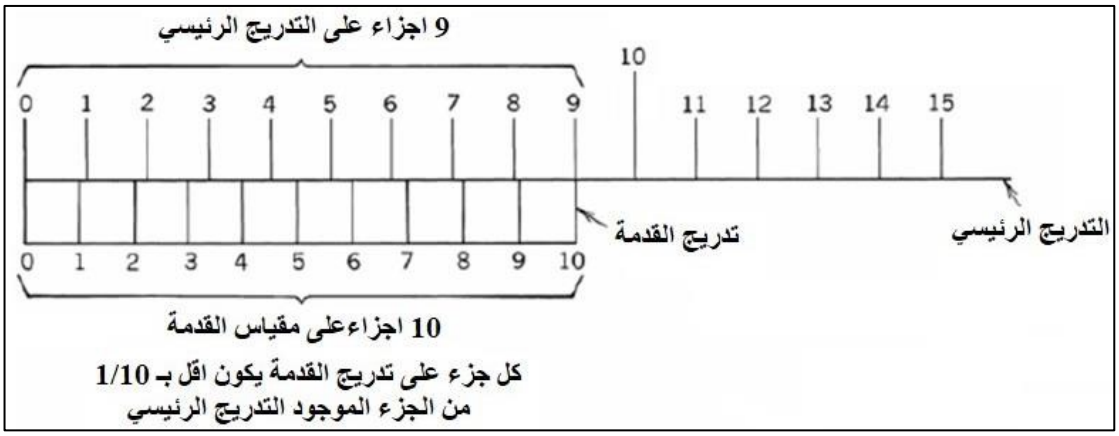
شكل 19 : قياس القطر الداخلي بالقدمة ذات الورانية.



شكل 20 : قياس الأعماق بالقدمة ذات الورانية.

العلاقة بين تدريج الورانية والتدريج الرئيسي:

يختلف تدريج مقياس القدمة Vernier في الطول عن تدريج مسطرة القياس الرئيسة، ففي معظم الأنواع المعتادة للقدمات ذات الورانية يكون عدد تقسيمات القياس للوحدة الكاملة على المسطرة الرئيسية وليكن (n) يناظر في الطول عدد (n+1) على مقياس الورانية Vernier في الشكل (21) . القدمة مقسمة إلى 10 أجزاء والذي يناظر 9 أجزاء على التدريج الرئيسي وبالتالي كل جزء على تدريج القدمة يكون اقل ب (1 / 10) من الجزء للتدريج الموجود على مسطرة القياس الرئيسية.



شكل 21 : ورانية مقسمة إلى 10أجزاء لقدمة اقل قياس صحيح بها هو 1مم.

دقة الورانية:

دقة الورانية هي أصغر تدريج على الورانية وتحسب بالعلاقة التالية:

الدقة=١/ ن

حيث (ن): هي عدد التدريجات (الأجزاء) على الورانية

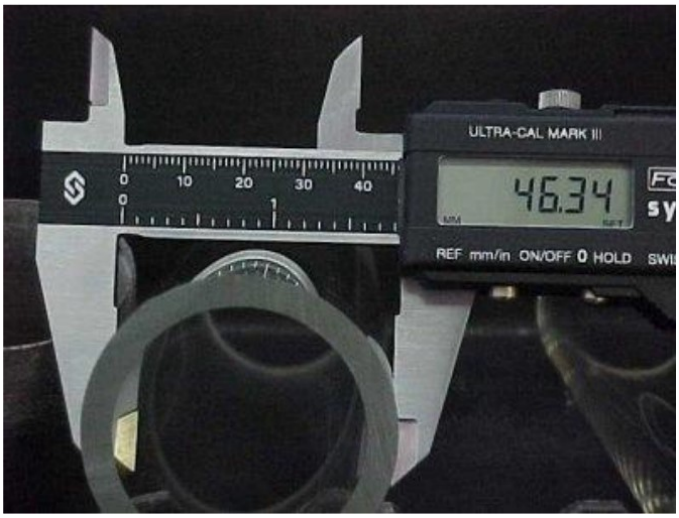
إذا كان اقل تدريج على القدمة هو ١ مم، وعدد التدريجات على الورانية ٥٠ جزء تكون (ن=٥٠) فأنها تسمى الورانية الخمسينية وتكون دقتها (١/٥٠) =٠,٠٢ مم

إذا كان اقل تدريج على القدمة هو ١ مم، وعدد التدريجات على الورانية ٢٠ جزء تكون (ن=٢٠) فأنها تسمى الورانية العشرينية وتكون دقتها (١/٢٠) =٠,٠٥ مم

طرق القراءة من القدمة

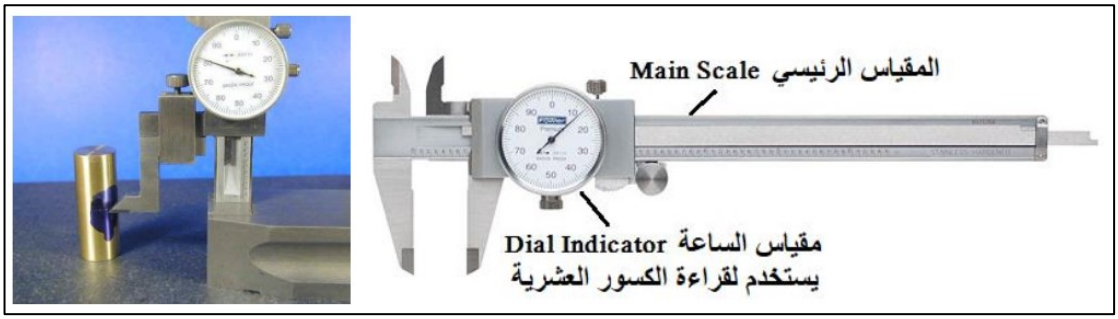
النوع المنتشر من القدمات ذات الورنية هو النوع التي يقوم فه الفني بقراءة القيم بالنظر إلى وضع الورنية وحساب البعد النهائي وقد تكون الورنية الكترونية لإظهار قيمة القراءة على شاشة أو قد تكون ذات ساعة قياس.

- **قدمه للقراءة بالحساب اليدوي:** في هذا النوع يتم حساب عدد التدريجيات الصحيحة ونسب التقسيم من الورانية والتي سيتم التدريب عليها بالتفصيل في هذا التدريب.
- **قدمه الكترونية رقمية Digital Vernier caliper:** تستعمل القدمة الإلكترونية الرقمية بنفس قواعد وشروط استخدام القدمة ذات الورنية التقليدية ولكنها تسهل الحصول على القراء مباشرة من خلال الشاشة الإلكترونية كما هو مبين في شكل رقم (22) هذا النوع قد يتأثر هذا النوع بالماء والرطوبة والحرارة والمواد الكيمائية. ويبين الشكل مثال على قياس قطر ماسورة بوحدة المليمتر أو البوصة أو ظهور القراءة هي 46.34 ملم.



شكل 22 : قدمه الكترونية رقمية.

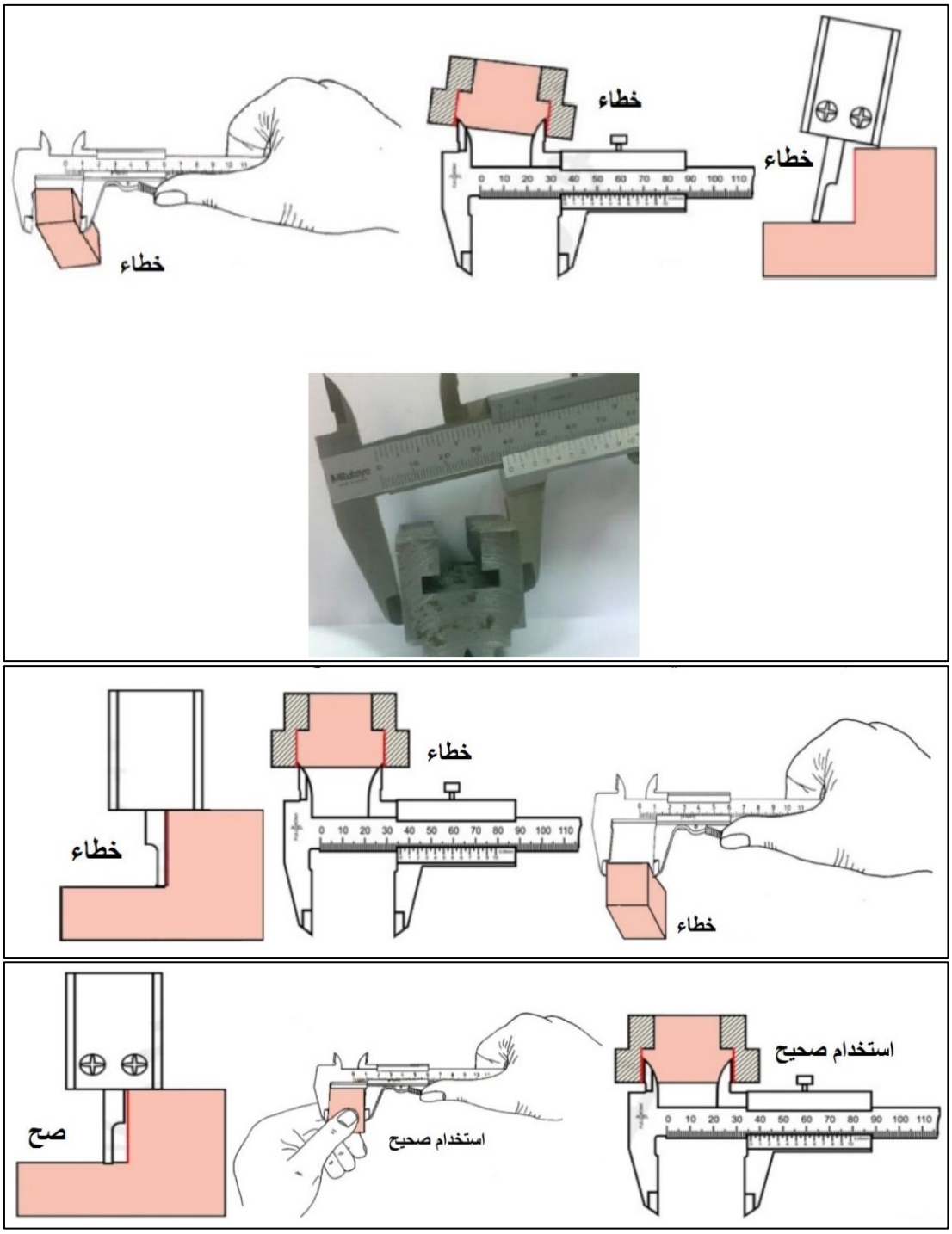
- **قدمه ذات ساعة Dial Vernier Caliper:** تعمل بنفس فكرة القدمة ذات الورنية التقليدية ويتم قراءة القيمة الصحيحة بالعين والحصول على قيمة الكسر العشري من خلال قراءة مؤشر الساعة. كما في الشكل (23).



شكل 23 : قدمه ذات ساعة.

أخطاء ينبغي تجنبها عند القياس بالقدمة ذات الورنية:

- حريك القدمة وسحبها على قطعة الشغل.
- وجود خلوص ملحوظ بين القدمة والورنية)يقال إن القدمة مبوشة(.
- الضغط بقوة شديدة أو ضعيفة على فكي القياس مع قطعة الشغل.
- وضع فكي قدمه القياس على قطعة الشغل في وضع مائل كما هو مبين في شكل رقم24
- عدم امتداد دخول فكي قدمه القياس مسافة كافية على سطح الشغلة المراد قياسها.



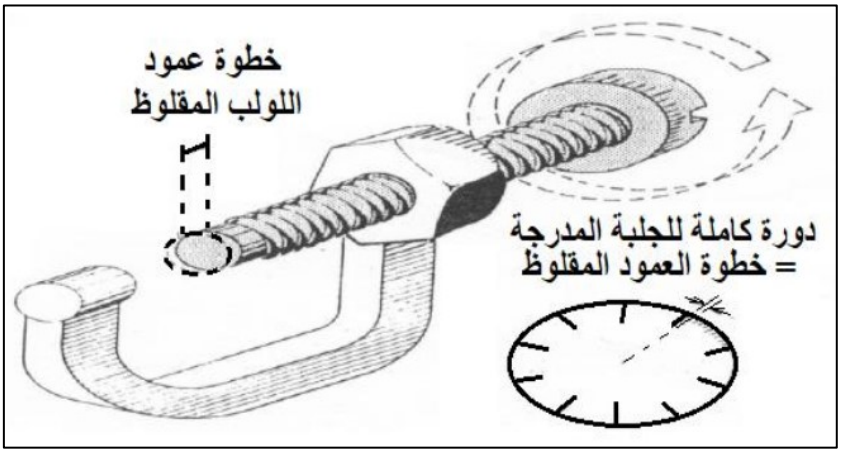
شكل 24: خطاء ميل القدمة عند إجراء عملية القياس.

خامساً: قياس الأبعاد باستخدام الميكرومتر

إن الميكرومتر جهاز حساس يستعمل في القياسات الدقيقة وهو أحد أدق أجهزة قياس الأبعاد المتوفر في ورش التشغيل والمختبرات ولأغراض خاصة في المجال الصناعي، لذلك فإن على مستخدمه مراعاة بعض القواعد الأساسية التي تسمح بإجراء القياس الدقيق على الجهاز. زيادة على دقته يتميز جهاز الميكرومتر باستعمالاته المتعددة في قياس الأبعاد وسهولة استخدامه. استعمال جهاز الميكرومتر بالطريقة الصحيحة ضروري وهام لكل فني أو مهندس يشرف على أعمال التشغيل والتفتيش عن جودة المشغولات المصنعة. عادة ما تكون دقته ٠,٠١ مم وقد تصل في بعض الأجهزة قيما دون ذلك مثل ٠,٠٠١ مم.

- **مبدأ عمل جهاز الميكرومتر:**

جهاز الميكرومتر مبني على نظرية تحويل الحركة الدائرية الدورانية للولب أو القلاووظ الداخلي إلى حركة مستقيمة. يتم تحديد كل دورة كاملة من دورات جلبة القياس المدرجة إلى خطوة عمود لولب القياس المقلوظ لكي يحول القياسات الصغيرة إلى قراءات كبيرة يمكن قراءتها. كما في الشكل (25)



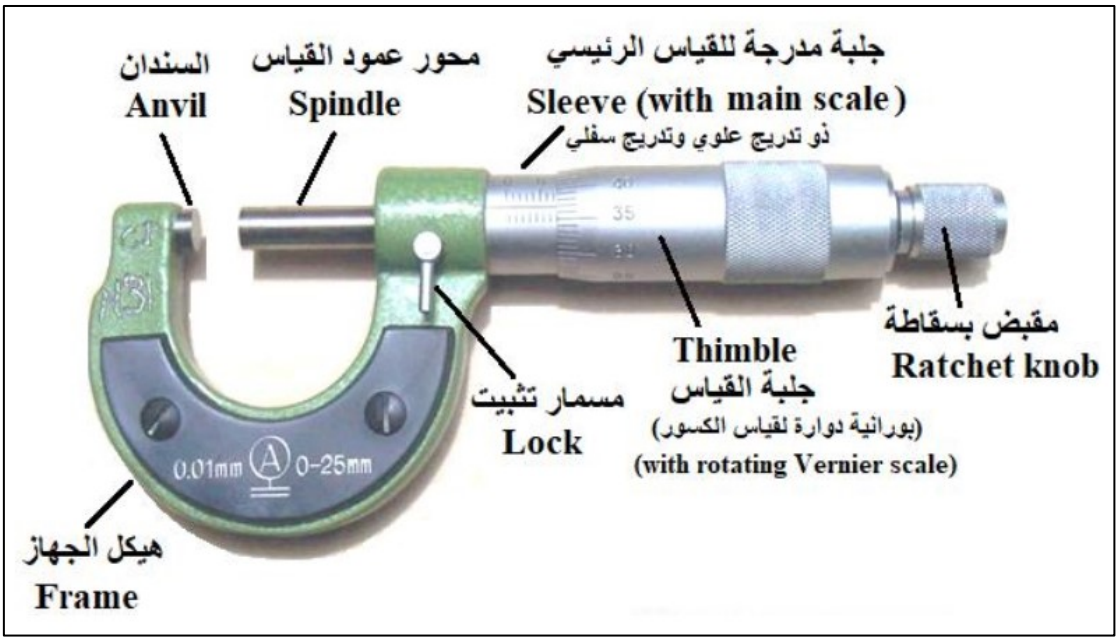
شكل 25: نظرية عمل الميكرومتر.

- **مكونات جهاز الميكرومتر:**

يتكون جهاز ميكرومتر القياس الخارجي من جزئيين أساسين:

- الجزء الثابت Fixed part: ويحتوي على إطار أو هيكل الجهاز (Frame) على شكل حرف (U) لحمل بقية مكونات الجهاز الثابتة والمتحركة منها. يسند الإطار كل من العمود الساند وعمود القياس الذين يستعملان لتثبيت الشغلة المراد قياس أبعادها. كذلك يحمل إطار الجهاز التدرج الرئيسي للقياس أو أسطوانة التدرج الطولي (main scale Sleeve with).

- الجزء المتحرك Moving parts: الجزء الأساسي المتحرك هو جلبة القياس (Sleeve) التي إذا قمنا بتحريكها حركة دورا نية عن طريق المقبض ذو السقاطة (Ratchet Knob). فيتحرك محور عمود القياس لتثبيت الشغلة المراد قياسها. كما هو موضح في الشكل (26). عادة يكون التدرج الرئيسي للقياس مدرج بالمليمتر (1mm) من جهة ومن الأسفل مدرج ب (0.5mm). ويكون محيط جلبة القياس مقسم إلى ٥٠ جزء وعند تدويرها دورة كاملة يتقدم محور القياس بمقدار ٠,٥ مم.



شكل 26: الأجزاء المكونة لميكرومتر القياس الخارجي.

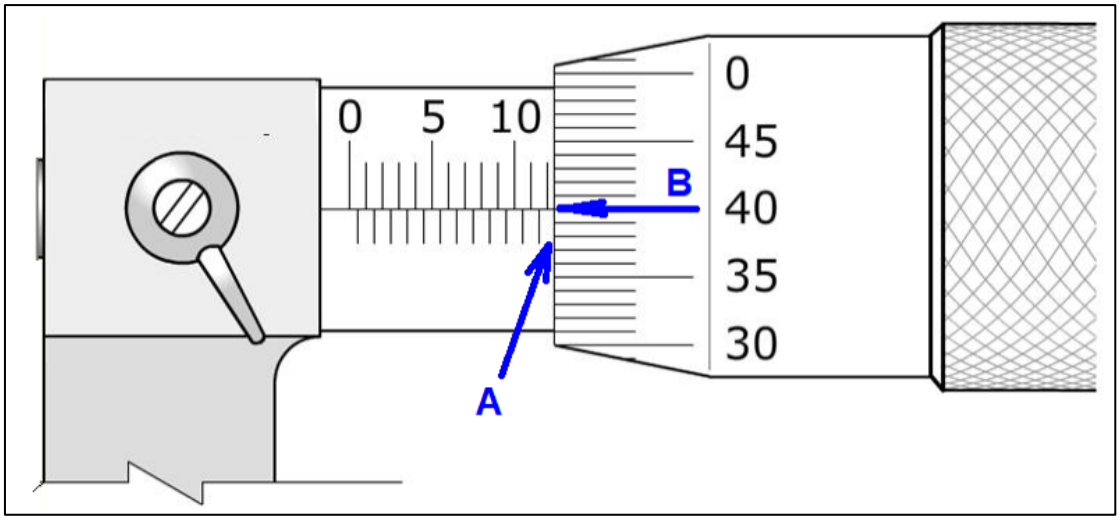
- **طريقة قراءة الميكرومتر Micrometer reading**

هذا النوع هو الأكثر انتشارا، يوجد به تدريج على عمود القياس الرئيسي مقسم إلى وحدات ٠,٥ مم ويكون عدد التدريجات على الجلبة الدورة هو٥٠ تقسيم كما هو مبين في شكل رقم (27).

وتؤخذ القراءة كالتالي، أولا قراءة المليمترات الصحيحة ثم جزئها العشري من المقياس الرئيسي، ثم أجزاء واحد على المئات من المليمتر والتي يتم الحصول عليها من تطابق أحد خطوط الجلبة الدوارة thimble مع خط محور القياس الرئيسي.

وتقرأ القيمة أولا من على جلبة القياس الرئيسي (A = 12 مم)، ويضاف عليها عدد الشرط على الجلبة الدوارة المقابلة لمحور القياس الرئيسي (B= ٠,٤٠ مم) ويحسب بقاعدة (B =٤٠ يضرب في دقة الميكرومتر ٠,٠١ لينتج ٠,٤٠).

نتيجة القياس على الميكرومتر هي حاصل جمع (الجزء العلوي الصحيح للقياس الرئيسي + التدريج السفلي للقياس الرئيسي+ قيمة الجلبة الدوارة)



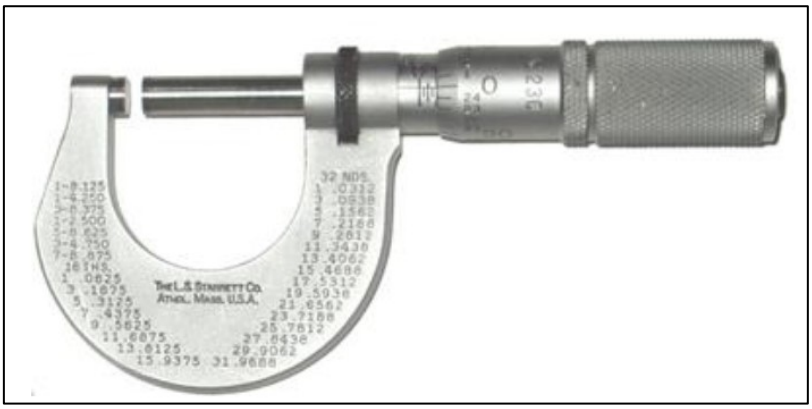
شكل 27 : ميكرومتر مزودة بتدريج لتقسيم أجزاء الورانية.

A	B	قياس الميكرومتر Reading
5.1	0.28	١٢,٤٠ مم

- **أنواع الميكرومتر:**

يوجد ثلاثة أنواع قياسية من الميكرومتر هي كما يلي:

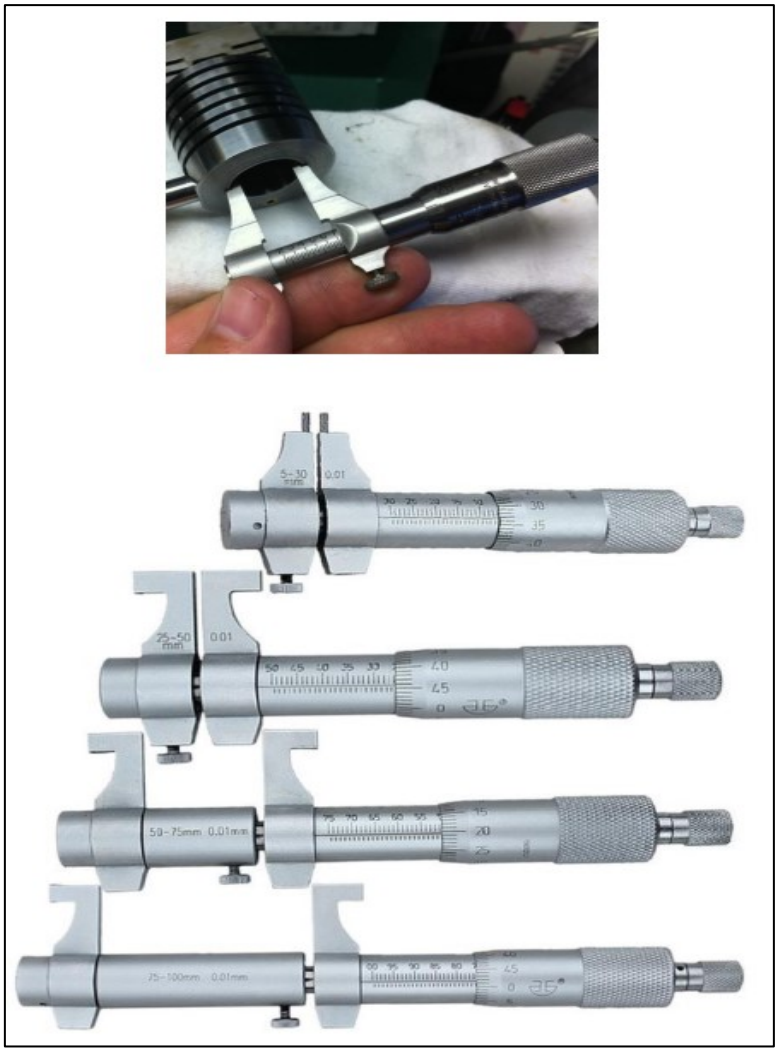
- **الميكرومتر الخارجي Outside Micrometer:** يوجد عدة أنواع لميكرومتر القياس الخارجي وبأشكال مختلفة مصممة لقياسات خاصة. وهي متوفرة بأحجام مختلفة حسب نطاق القياس المتوفر. المقاسات المتوفرة عادة هي: ٠ ـ ٢٥ مم، ٢٥ ـ ٥٠ مم، ٥٠ ـ ٧٥ مم، ٧٥ ـ ١٠٠ مم حتى يصل المقاس إلى ١٠٠٠ مم. تستعمل هذه الأجهزة لقياس الأبعاد الخارجية للقطع المشغولة مثل الأقطار الخارجية والسطوح. كما هو موضح في الشكل (28).



شكل 28 : ميكرومتر خارجي.

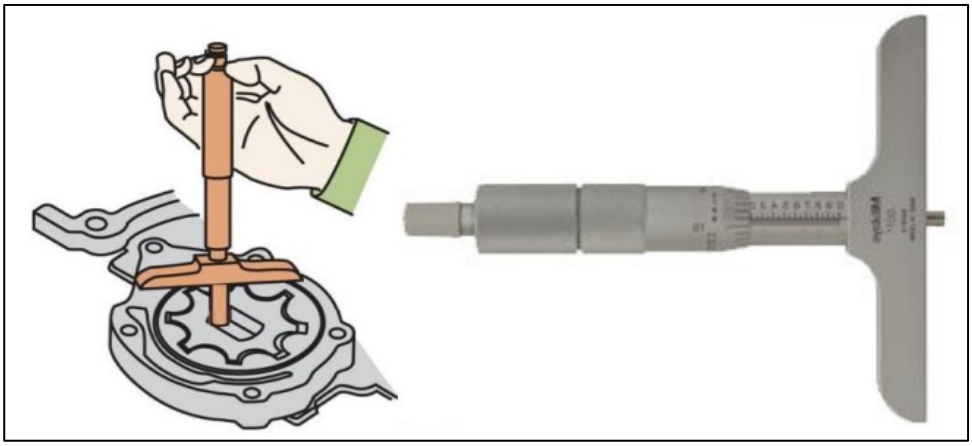
- **ميكرومتر القياس الداخلي inside micrometer:** يستعمل هذا النوع من الميكرومترات لقياس الأقطار الداخلية، الثقوب والتجاويف للمشغولات، وهو مزود بأعمدة تطويل يمكن استخدامها لزيادة مجال القياس. تتم قراءة القياس على الميكرومتر الداخلي بنفس الطريقة المستخدمة للميكرومتر الخارجي ويضاف إلى النتيجة قيمة الطول الصفري للميكرومتر (الطول العمود المضاف).

شكل 29: ميكرومترات داخلية بمقاسات مختلفة.



شكل 30 : ميكرومتر داخلي بفكين.

- **ميكرومتر قياس الأعماق Micrometer Depth:** يتكون هذا النوع من جزء ثابت وجزء متحرك كما في الميكرومتر الخارجي باستثناء أن له قاعدة تستعمل لارتكاز الجهاز على الشغلة المراد قياسها ويستعمل لقياس أعماق الثقوب والمجاري.



شكل 31 : ميكرومتر قياس الأعماق يستخدم لقياس ارتفاع سطح الترس عن سطح المضخة.

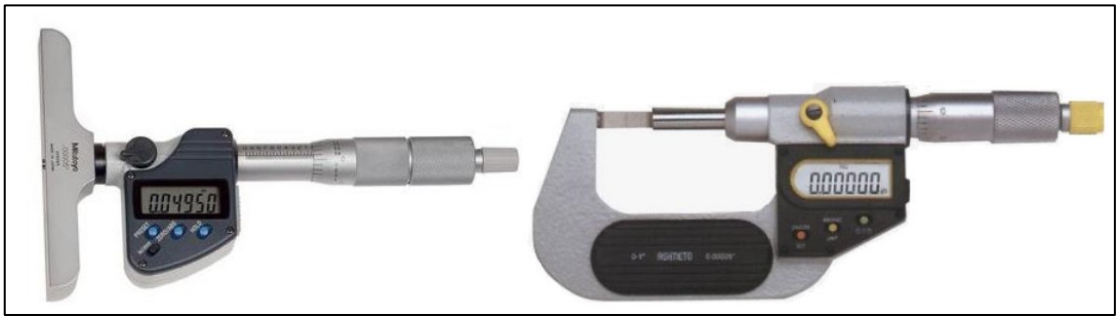
- **طرق القراءة من الميكرومتر**

النوع المنتشر من الميكرومترات هو الأنواع التي يقوم به الفني بقراءة القيم بالنظر إلى وضع جلبة القياس وحساب البعد النهائي ومتاح أيضا أنواع الكترونية لإظهار قيمة القراءة على شاشة أو قد تكون ذات ساعة قياس.

1. ميكرومتر عادي (قراءة بالحسابات): في هذا النوع يتم حساب عدد التدريجيات الصحيحة على المقياس الرئيسي ونسب التقسيم من جلبة أسطوانة الورانية كما هو مبين في الأشكال السابقة ببند أنواع الميكرومتر والتي سيتم التدريب عليها بالتفصيل في هذا التدريب. شكل (32).

شكل 32 : ميكرومتر عادي.

2. ميكرومتر الكتروني رقمي Digital micrometer: تستعمل الميكرومترات الإلكترونية الرقمية بنفس قواعد وشروط استخدام الميكرومترات التقليدية ولكنها تسهل الحصول على القراء مباشرة من خلال الشاشة الإلكترونية كما هو مبين في شكل (33). هذا النوع قد يتأثر هذا النوع بالماء والرطوبة والحرارة والمواد الكيمائية.

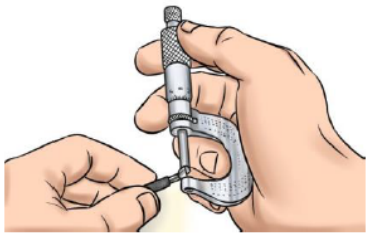
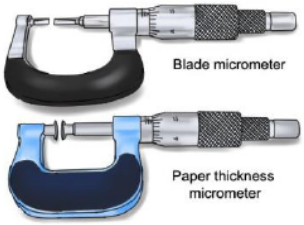


شكل 33 : ميكرو مترات الكترونية رقمية.

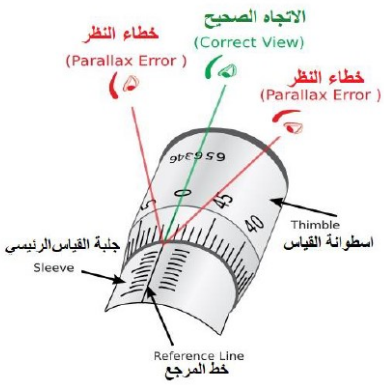
3. ميكرومتر بساعة Dial micrometer: يعمل بنفس فكرة الميكرومترات التقليدية ويتم قراءة القيمة الصحيحة بالعين والحصول على قيمة الكسر العشري من خلال قراء مؤشر الساعة. شكل (34).

شكل 34 : ميكرومتر مزود بساعة.

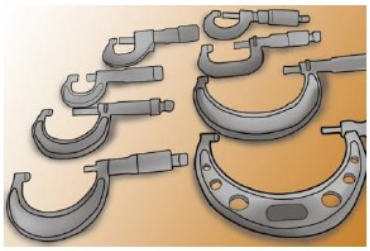
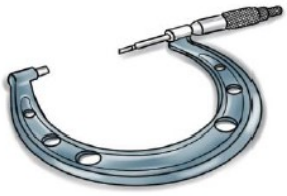
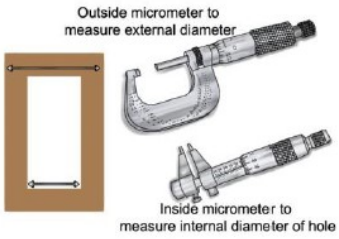
- **مزايا وعيوب الميكرومتر**
  - المزايا Advantages

يعطي قراءات دقيقة جدا، فهو يعد من دق أجهزة القياس. يمكن الحصول من معظم الميكرومترات على دقه تصل إلى ٠,٠٠١ مم أو ٠,٠٠٠١ بوصة	
توفر آلية (عجلة التفويت أو مسرع الشقاطة mechanism Rachet speeder المركب بالميكرومتر ضغط منتظم على جلبة القياس مما يضمن الوثوقية reliable في النتائج.	
تكلفة فعالة عند استخدام الميكرومتر ذو السندان Anvil micrometers للمستخدمين الذين يريدون مدى كبير من القياسات. حيث يتوفر ازرع anvils تبادلية بأطوال مختلفة تمكن من قياس ابعاد مختلفة بإطار واحد single frame للميكرومتر.	
الميكرومترات متاحه بأنواع خاصة لقياس مشغولات مخصصة مثل المجاري والتجويفات الدقيقة او حتى لقياس سمك الورق.	

يجب النظر في اتجاه عمودي على التدريج



- العيوب Disadvantages

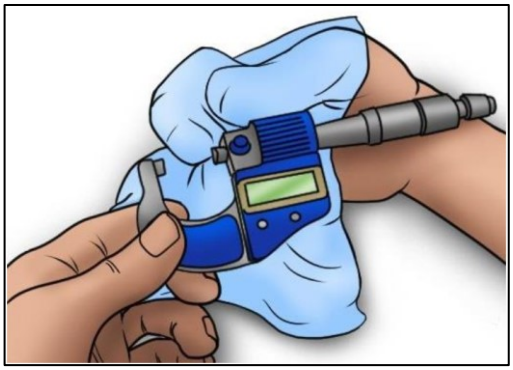
محدود المدى لان معظم الميكرومترات متوفرة لقياس مسافة ٢٥ مم فقط أو ١ بوصة	
ارتفاع سعر الميكرومترات الكبيرة بالمقارنة بطرق القياس الأخرى مثل القدمة.	
على عكس القدمة ذات الورانية التي يمكن استخدامها للقياس الخارجي والداخلي والأعماق، أما الميكرومتر الواحد يستخدم لوظيفة واحدة فقط حسب نوعه أما قياس داخلي أو خارجي	

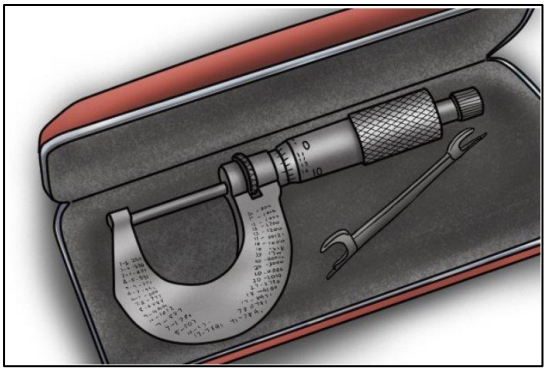
- **العناية وصيانة الميكرومتر:**

يعتبر جهاز الميكرومتر من أدوات القياس ذات الحساسية العالية جدا حيث تصل حساسية الجهاز إلى ٠,٠١ مم وفي بعض الأحيان إلى ٠,٠٠١ مم. لذا وحتى نحافظ على هذه الدقة الجيدة فيجب علينا أن نتعامل مع الجهاز بعناية كبيرة وحرص عال وإلا فسوف يتلف وتنقص دقته. لهذا فينصح مستعمل الميكرومتر بمراعاة ما يلي:

1. يجب عدم تعرض الميكرومتر للسقوط أبدا.
2. يجب تنظيف الميكرومتر بانتظام قبل الاستعمال.
3. عدم ترك الجهاز وسط عدد التشغيل أو مواد أخرى بل يجب وضعة في علبته أو في مكان آمن ونظيف بعد الاستعمال.
4. القياس يجب استعمال عجلة التفويت والمسمار الجاس وهذا حتى نتجنب الضغط المبالغ فيه لعمود القياس مما قد يؤثر سلبا على القلاووظ الداخلي للجهاز وبالتالي على دقة الجهاز.
5. عدم الضغط على الميكرومتر بقوة أو استعماله بعنف، بل يجب استعماله بعناية
6. عدم وضع الميكرومتر على الرائش الناتج عن عمليات تشغيل المواد أو غبار التجليخ.
7. عدم تعرضه للزيوت وزيوت وسوائل التبريد.
8. عدم استخدامه لأجسام ساخنة، حتى تصل درجة حرارة الجسم المطلوب قياسه إلى درجة حرارة الغرفة.
9. عدم فك الميكرومتر إلا عند الضرورة في حالة وجود خطاء صفري أو لتنظيف اللولب من الأتربة والغبار.
10. عدم تخزين الميكرومتر وفكي القياس متلاصقين حتى لا يتأكل سطي القياس من الرطوبة.
11. عدم تنظيف الميكرومتر بأوراق الصنفرة، بل ينظف بقطعة من القماش القطن.

إذا تمت مراعاة هذه التعليمات وأجريت القراءة بالطريقة الصحيحة، فإن القياس باستعمال الميكرومتر سيكون دقيقاً جداً.

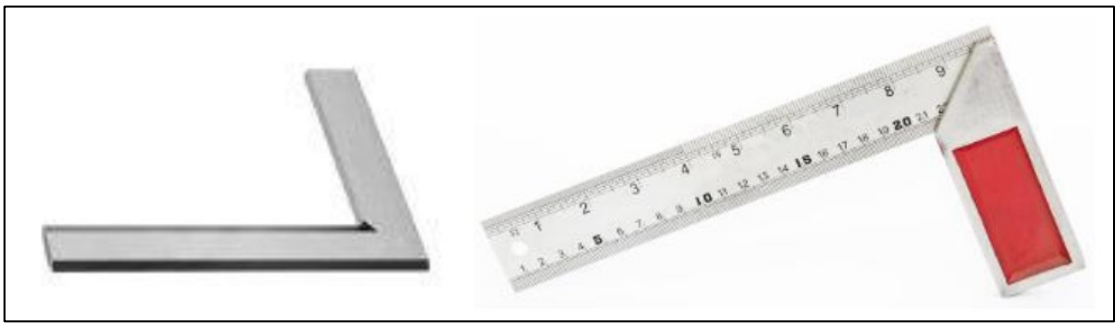




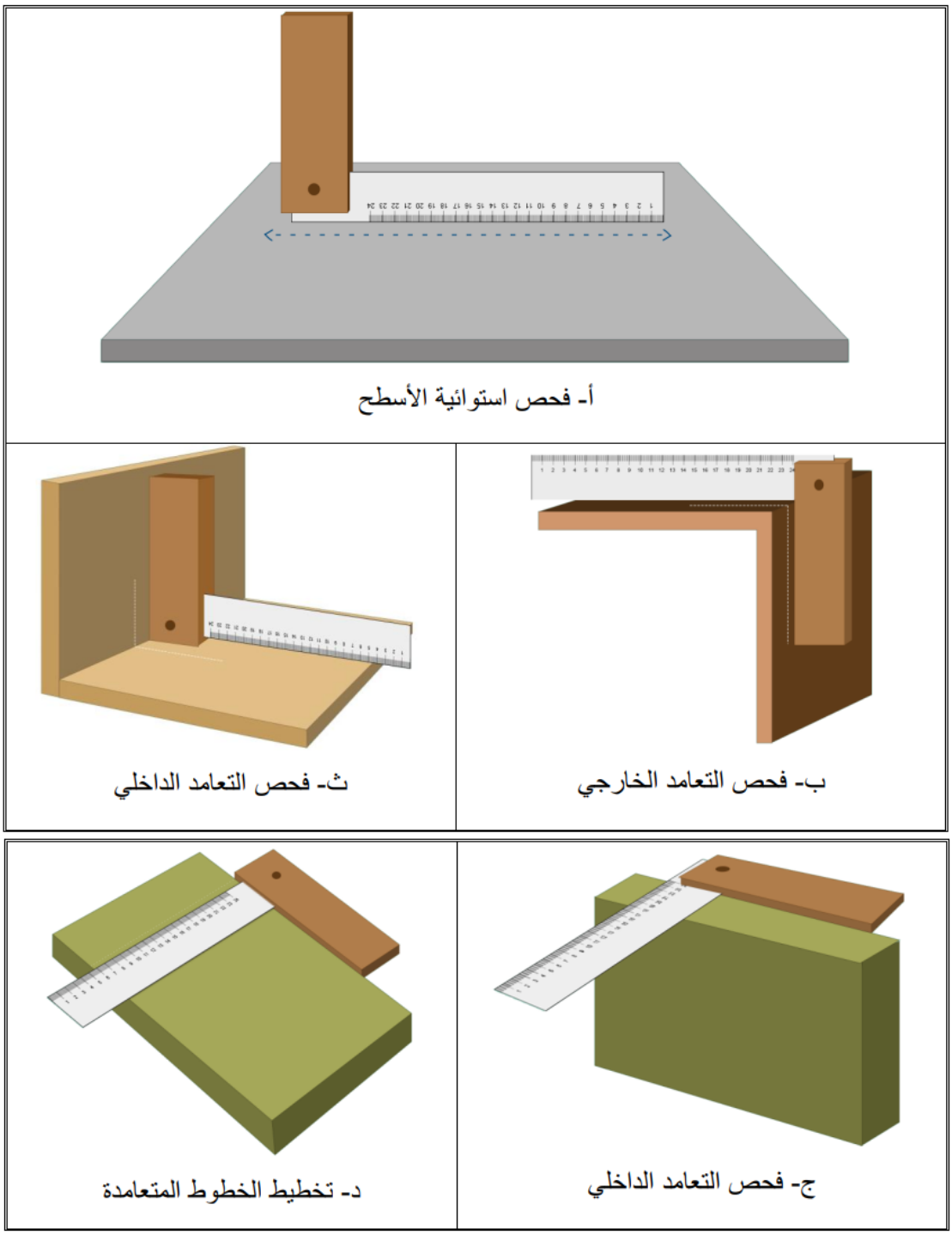
سادساً: المنقلة الرقمية ومحددات الزوايا

أ- محدد الزاوية القائمة:

تعتبر الزاوية القائمة المبينة في شكل ٤٠، أحد أنواع محددات القياس الثابتة التي تستخدم لقياس الزوايا القائمة و (٩٠°) ويصنع سلاح الزاوية القائمة من الصلب والمثبت على عمود خشبي أو معدني .ويوجد عادة تدريج على السلاح كمل في الشكل (25). وتستخدم الزاوية لفحص استوائية الاسط كما هو مبين في شكل رقم (26).



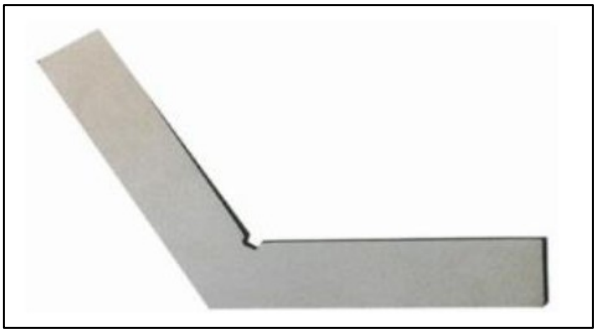
شكل 35 : محدد قائم وزاوية قائمة.



شكل 36 :الأوضاع المختلفة لاستخدام محدد الزاوية القائمة

ب- محدد الزوايا المنفرجة:

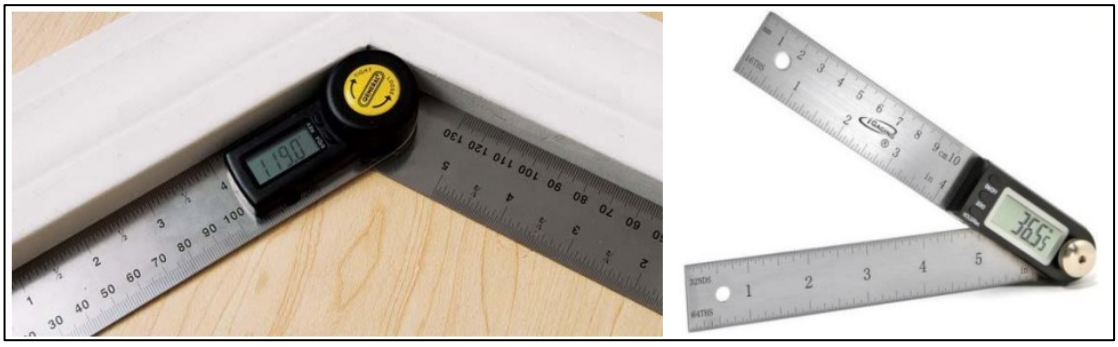
هذه المحدد يستعمل لقياس زاوية **120°** درجة وهي زاوية الشكل السداسي كما هو مبين في شكل رقم (27).



شكل 37 :محدد قياس زاوية منفرجة 120°.

محدد الزوايا القابل للحركة ذو المنقلة الرقمية:

محدد قياس الزوايا الرقمي المبين في شكل رقم (28) عبارة عن جزئيين كل جزء على شكل مسطرة ومتصلين بمحور دوران مركب حساس قياس الزوايا وعلية عداد رقمي لإظهار قيمة الزاوية.



شكل 38 :استعمال محدد قياس الزوايا الرقمية.

مناقل قياس الزوايا Angle protractor

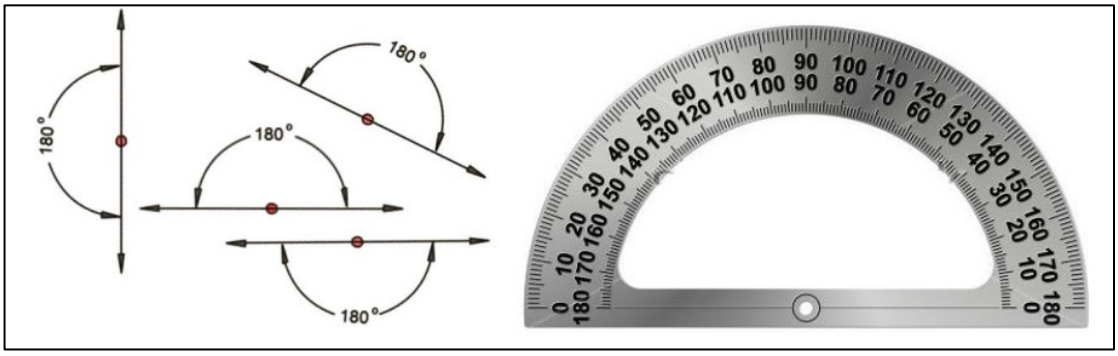
تستخدم المناقل بأنواعها لقياس زوايا مائلة سواء حادة أو منفرجة ويمكنها أيضا قياس الزوايا القائمة وتستخدم كذلك لأجراء عمليات الشنكرة ورسم الزوايا ويوجد ثلاثة أنواع شائعة الاستخدام من المناقل المستخدمة لقياس الزاوية وهي:

1. المنقلة العادية المعدنية
2. المنقلة المحورية العامة
3. المنقلة الشاملة

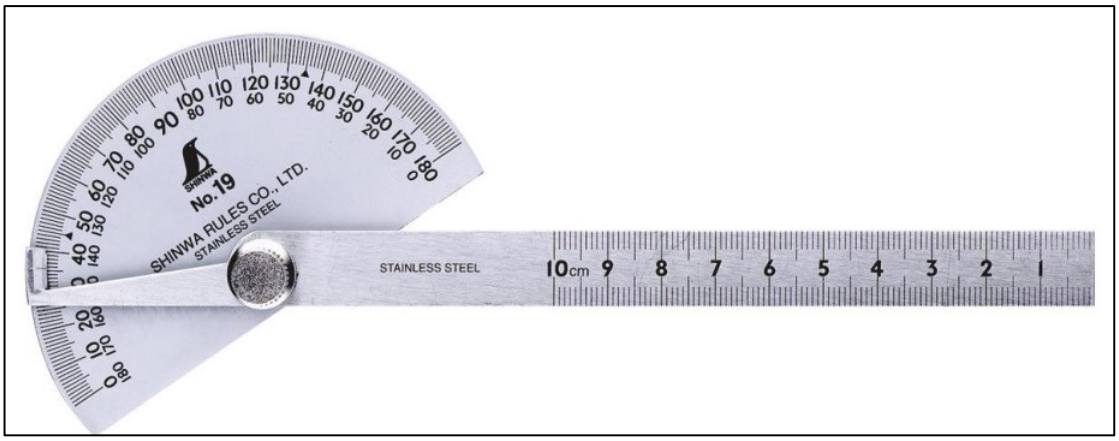
1. المنقلة العادية المعدنية Regular Protractor

هي المنقلة المعدنية من ابسط معدات القياس المباشر المستخدمة لقياس زاويا المشغولات المعدنية وزوايا القطع للعدد والآلات في الورش الميكانيكية دقتها إلى ربع أو نصف أو درجة واحدة. وهي عبارة عن منقلة عادية مدرجة من صفر إلى ١٨٠ درجة كما هو مبين في شكل رقم (29).

المنقلة البسيطة مزودة بذراع القياس الذي يتحرك حول محور المنقلة يوجد مؤشر لتحديد قيمة قراءة الزاوية على المنقلة مركب بنهاية الذراع كما هو مبين في شكل رقم (30) . وتستعمل المنقلة لقياس زوايا المشغولات، زوايا الأسطح المائلة الخارجية، قياس الميلان وفي عمليات التخطيط والشنكرة وقياس زاوية ريشة المثقاب.



شكل 39 :زاوية قياس المنقلة 180 درجة.

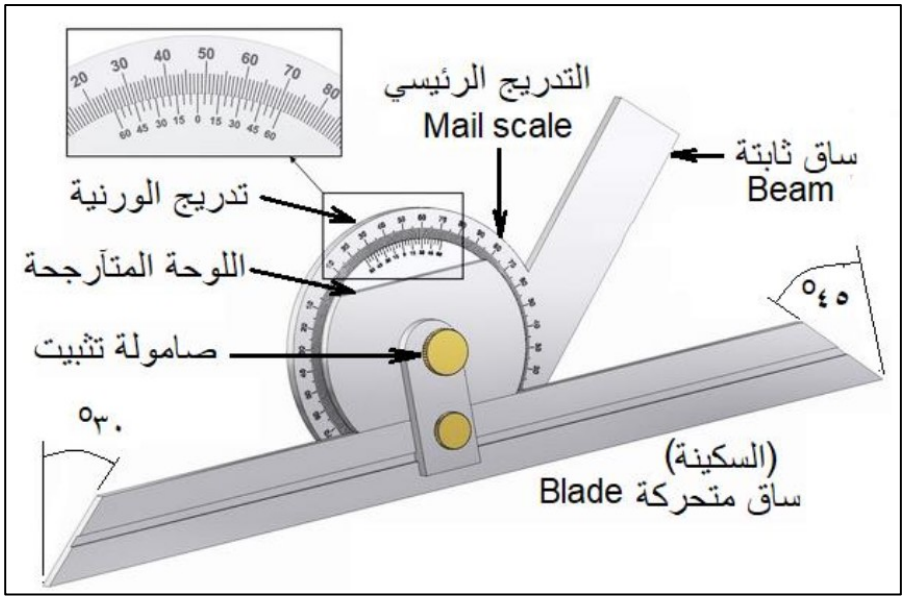


شكل 40 :المنقلة العادية.

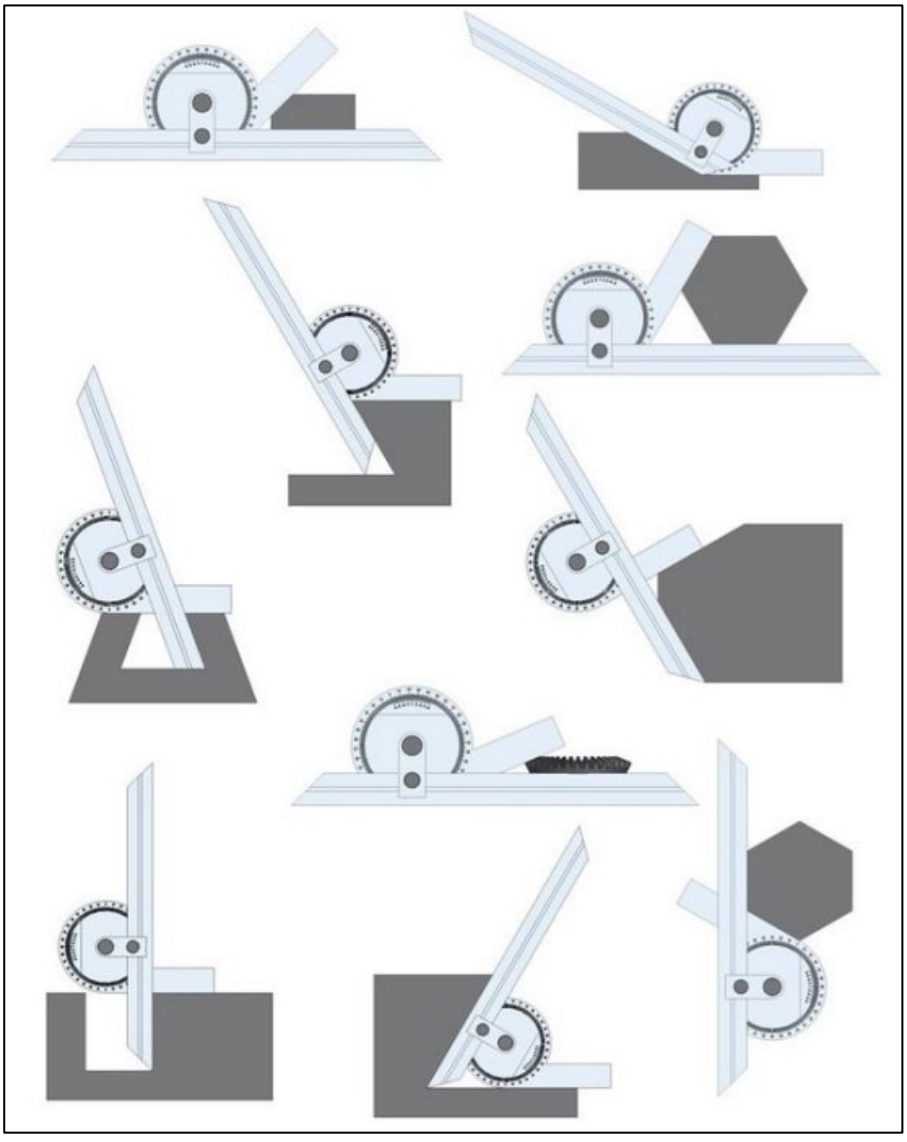
2. المنقلة المحورية العامة ذات الورانية أو الزاوية العامة (الكوستيلا)

تستخدم المنقلة العامة لقياس زوايا المشغولات وتسمى (الكوستيلا) وهي أحد الأشكال المتطورة للمنقلة البسيطة. وعلى عكس المنقلة العادية فان المنقلة العامة يتم ضبطها لتناسب زاوية الميل المقاسة.

وتتكون أجزائها من الساق الثابتة والساق المتحركة القابلة للحركة في الاتجاه الطولي وتدريج دائري كامل وصامولة لتثبيت وضع المنقلة عند القياس وورنية مدرجة لقياس أجزاء الدرجة وينتهي أحد أطراف الساق المتحركة بحافة قياس بزاوية ٤٥ بينما ينتهي الطرف الأخر بحافة زاوية ٣٠ كما هو مبين في شكل رقم (31). الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح باستخدام المنقلة العامة ذات الورانية موضحة في شكل رقم (32).



شكل 41 :المنقلة العامة ذات الورنية للقياس الدقيق للزوايا.

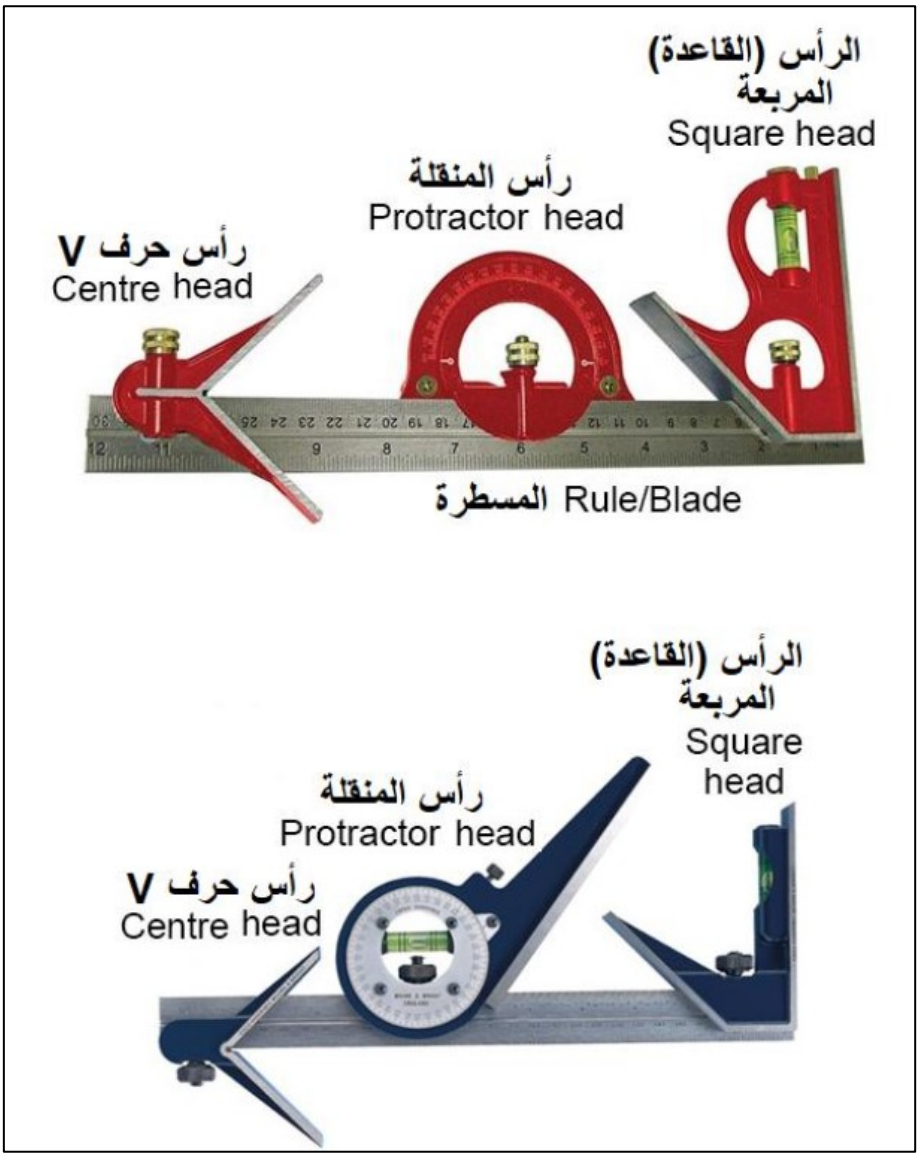


شكل 42 :الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح باستخدام المنقلة العامة ذات الورانية.

3. المنقلة الشاملة Combination Squares

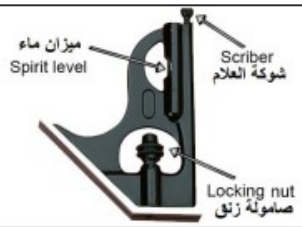
وهي منقلة متعددة الاستعمالات في الورش، فمن خلالها يمكن قياس الزوايا، فحص الزوايا القائمة والمسطحة وفحص تعامد الأسطح. تسمى كذلك بالزاوية المؤتلفة وهذا لأنها تتكون من عدة قطع للاستعمالات المذكورة. كما في الشكل رقم (33)و (34).

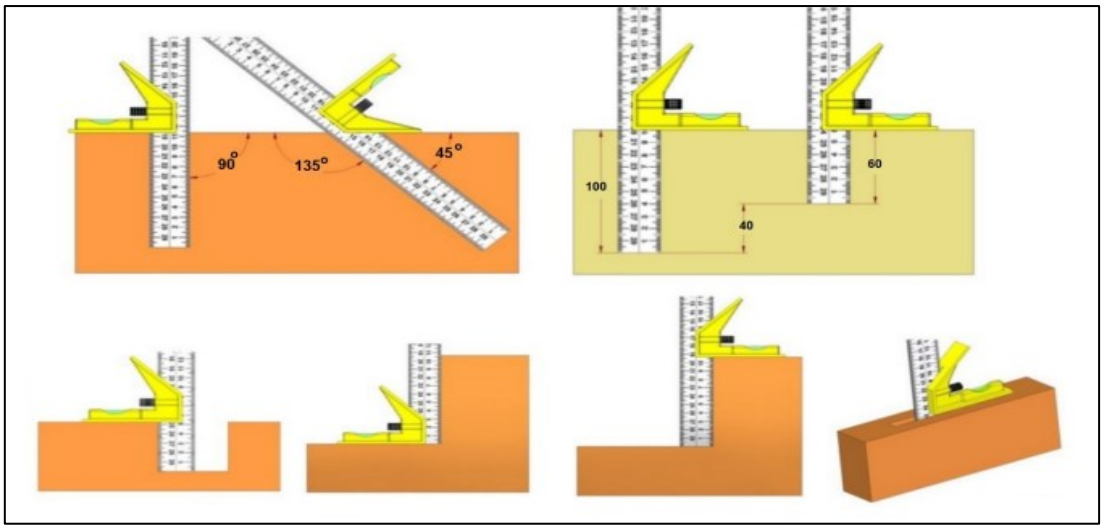
المنقلة الشاملة وهي تسمى جهاز (مور ورايت Moore & Wright CSM) مزودة بمسطرة يمكن تحريكها طوليا ومدرجة من الجانبين بالبوصة والمليمتر، ورأس المنقلة Protractor head، والرأس المربع Square head ورأس لتحديد المراكز Centre head. ويكون الوجه المرجعي مقسى بصلادة عالية ليقاوم الأكل. وتوجد منقلة مركزية لها تقسيم ٣٦٠ درجة مقسمة إلى قياس من 0° - 180° - 0°. ويوفر الراس المركزي قياس زاوية قائمة قيمتها ٩٠° ويمكن من خلاله إيجاد مركز عمود دائري يصل قطره إلى ١٢٠ مم، ويوجد في كل جزء مسمار زنق.

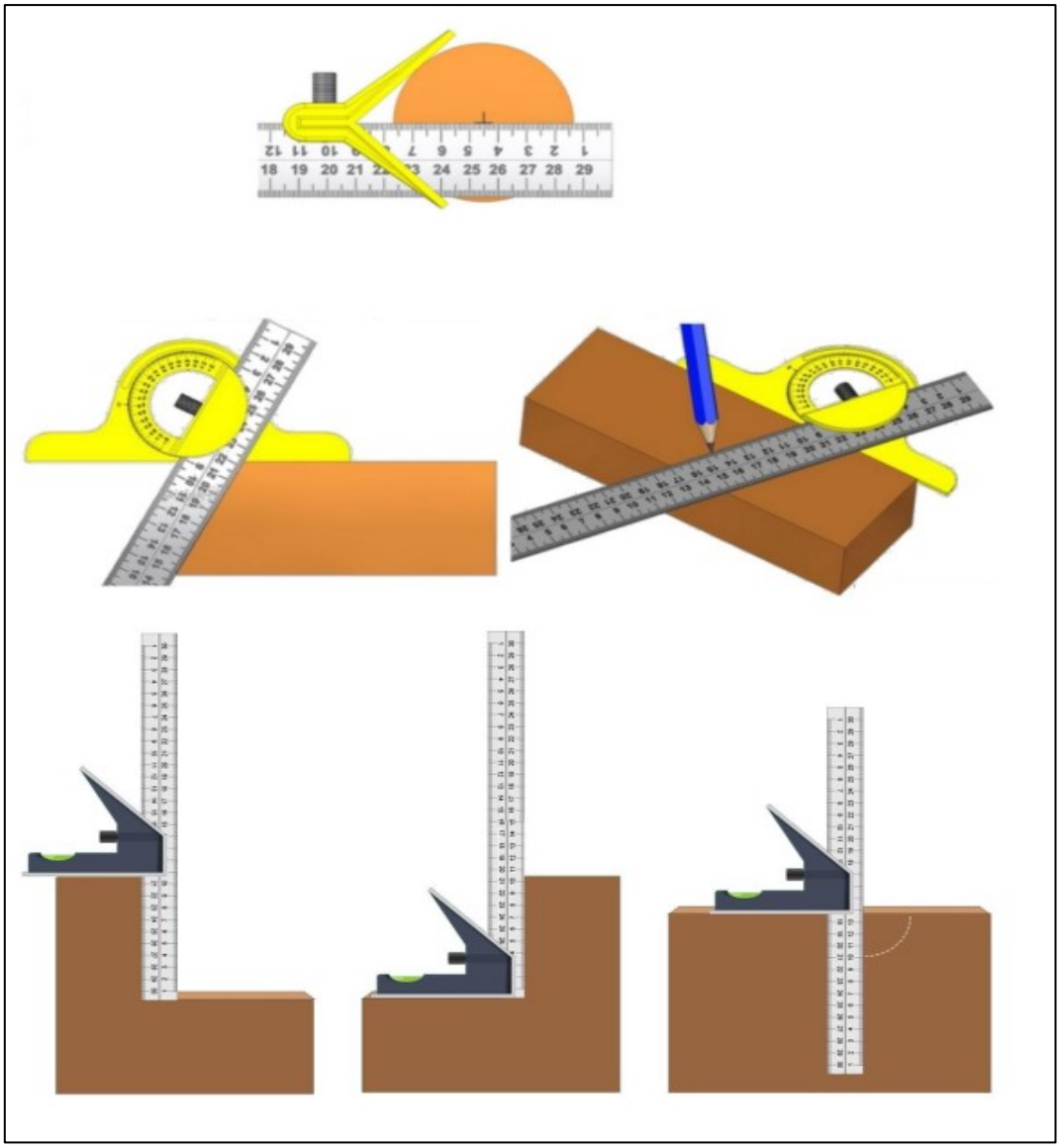


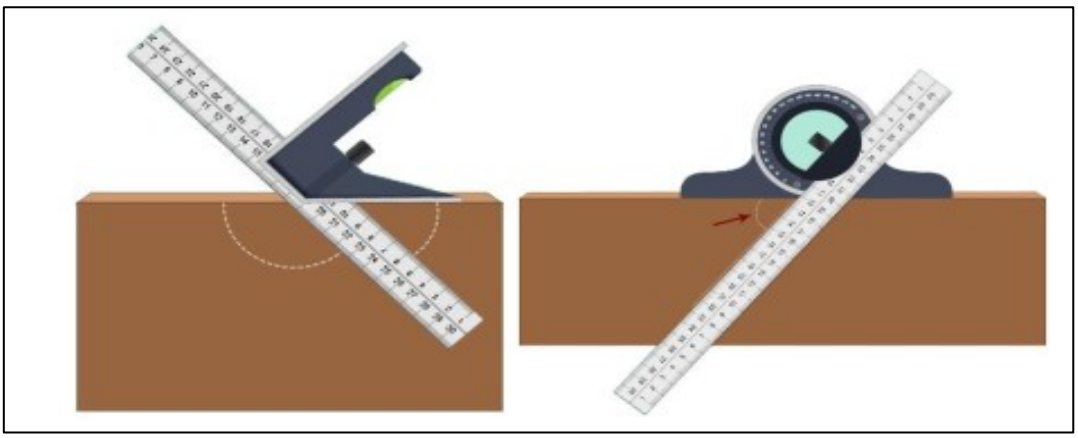
شكل 43 : تصميمات مختلفة للمنقلة الشاملة

الأجزاء المكونة للمنقلة الشاملة

الرأس (القاعدة) المربعة القائمة: يستخدم لقياس الزوايا القائمة (٩٠°) وكذلك الزاوية (٤٥°) ويمكن استخدامه أيضا لقياس الأعماق.	
قاعدة حرف V: تستخدم لقياس نصف قطر الأجسام الدائرية، ويمكن بواسطتها أيضا قياس زاوية (٤٥°) عند تثبيتها للمسطرة وكذلك قياس الزاوية القائمة عند استخدامها منفصلا المسطرة.	
المنقلة: تستخدم المنقلة أساسا لقياس الزوايا مع المسطرة.	
المسطرة: تسمى أحيانا السلاح ويمكن تحريها بحرية ويركب عليها الرأس المربعة والرأس حرف V والمنقلة.	







شكل 44 : الأوضاع المختلفة لقياس زوايا الأسطح والأقطار باستخدام المنقلة الشاملة.

اسئلة الفصل:

1. **تصنف أدوات القياس إلى أربع أقسام أساسية. عددها مع ذكر امثلة لكل قسم؟**
2. **ما هي الإجراءات العملية الواجب مراعاتها عند إجراء عملية القياس؟**
3. **عدد طرق إجراء عملية القياس؟**
4. **ما هي الاحتياطات الواجب مراعاتها في ورشة القياسات؟**
5. **ماهي خطوات قياس اداة المتر؟**
6. **عدد انواع الفراجال؟ وما الغرض من استخدام كل نوع؟**
7. **ما الفرق بين الفيرنية والمتر؟ وايهما اكثر دقة؟**
8. **ماهي انواع الفيرنية ؟ وما مكوناتها؟**
9. **كيف يتم حساب دقة الفيرنية؟**
10. **ما هي الاخطاء التي ينبغي تجنبها عند القياس بالقدمة ذات الورنية؟**
11. **ماهو مبدأ عمل المايكرومتر؟**
12. **ماهي مكونات وانواع وعيوب جهاز الميكرومتر؟**
13. **ماهي المنقلة الرقمية؟**
14. **كيف يتم فحص تعامد السطوح؟**
15. **يوجد ثلاثة أنواع من المناقل المستخدمة لقياس الزاوية؟ عددها مع ذكر فائدة كل نوع؟**