الباب الرابع

القياس

القياس

من المعروف أن القياس الشائع لدى العامة هو المتر والسنتيمتر وسبق أن درست فى السنوات السابقة فى مادة الهندسة قياس الأطوال والأقطار بالسنتيمتر والملليمتر .

تختلف هذه القياسات عن ما هو متبع بين الوسط الفنى الصناعى حيث القياس العادى بالملليمتر ويصل دقته فى المشغولات الدقيقة الى 0.01 مم قياس فرنسى أو 0.001" (قياس انجليزى) . الهدف من القياس هو إيجاد قيمة الأطوال والأبعاد والأقطار او إيجاد مقدار أبعاد الأجزاء المنتجة لمطابقتها بالأبعاد الحقيقية المطلوبة .

يتم ذلك بإستخدام أدوات قياس متعددة .. يختلف بعضها عن بعض باختلاف استخدام كل منها حسب نوع وطبيعة القياس المطلوب .

لذلك يلزم إختيار أداة القياس المناسبة وإستخدامها بالطريقة الصحيحة والمحافظة عليها وأنواعها كالآتى : ـ

1 ـ أدوات قياس الأطوال مثل المتر أو القدم الصلب .
2 ـ أدوات قياس ناقلة مثل الفراجير (البراجل) بأنواعها .
3 ـ أدوات قياس دقيقة مثل القدمات ذات الورنية بأنواعها .
4 ـ أدوات قياس دقيقة جدا مثل الميكرومترات بأنواعها .

كما توجد أدوات قياس على درجة فائقة من الدقة مثل محددات القياس المختلفة التى تستخدم لمراجعة وإختبار المشغولات المنتجة وفيمايلى دراسة باقى أدوات القياس فى الجزء الثانى والثالث من هذا الكتاب .

أدوات قياس الأطوال

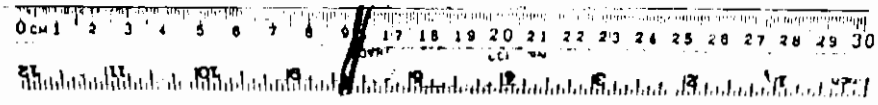
المساطر :

القياس بالمساطر هو أقدم وأبسط الطرق المستخدمة فى الورش وبالرغم من الوصول إلى تقدم كبير لأدوات وأجهزة القياس الدقيقة إلا أن المساطر ما زالت تستخدم بالورش بجانب هذه الأدوات .

تستخدم المساطر المصنوعة من الخشب أو البلاستيك للرسومات الهندسية ونظرا لأن المساطر التى تستخدم فى الورش أو المصانع معرضة للتلوث بالزيوت والشحومات .. لذلك فإنها تصنع من الصلب لعدم تأثرها بالزيوت بالاضافة إلى مقاومتها للخدش كما يسهل تنظيفها .

تصنع مساطر الصلب شكل 34 بأطوال مختلفة 25 - 30 - 40 - 50 سم كما توجد مساطر أخرى بأطوال تصل إلى 400 سم .

المساطر حافتها مدرجة بالسنتيمترات والمليمترات وأنصاف المليمترات من جهة وبالبوصات وأجزاء البوصة من الجهة الأخرى .



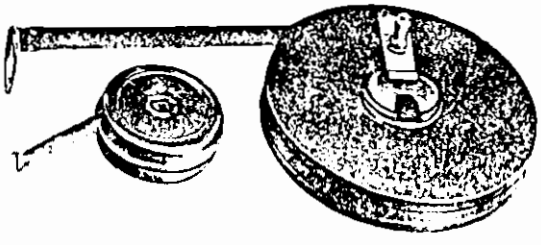
شكل 34 المسطرة

تختلف المساطر فى العرض والسمك ونوع الصلب تبعا لتصميم المصنع الذى ينتجها لتغطية المتطلبات المتعددة فى الصناعة .

شريط القياس :

من المستحيل قياس الأطوال الكبيرة بالقدم الصلب أو بالمتر .. لذلك تصنع الشركات المنتجة شرائطَ القياس شكل 35

يصنع شريط القياس من الصلب الرقيق المرن أو التيل بأطوال مختلفة من متر واحد إلى عشرين متر .



شكل 35
شريط القياس

صمم هذا الشريط لامكان لفه داخل علبة مستديرة لسهولة إستخدامه وتداوله .

أدوات القياس الناقلة
(الفراجير)

الفراجير بأنواعها تعتبر من الأدوات التكميلية للقدم الصلب لكى تمكن من قياس الأبعاد والأقطار والشنكرة على قطع التشغيل المختلفة .

تصنع الفراجير من الصلب وتتكون من ساقين بأشكال مختلفة لتكون عدة أنواع وهى : ـ

1 ـ فرجار القياس الخارجى .
2 ـ فرجار القياس الداخلى .
3 ـ فرجار التقسيم .
4 ـ فرجار بشوكة .

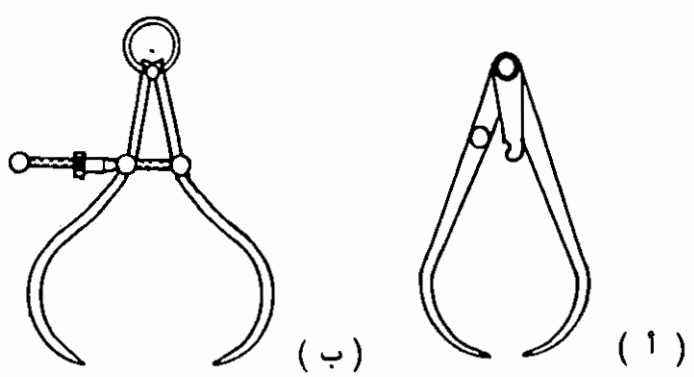
كما يوجد فرجار خاص ذو عمود وهو مخصص للأقطار الكبيرة .

فرجار القياس الخارجى :

يسمى أيضا بالفرجار الكروى ويعرف من ساقاه المنحنيتين على شكل قوس كما هو موضح بشكل 36 (أ ، ب) .

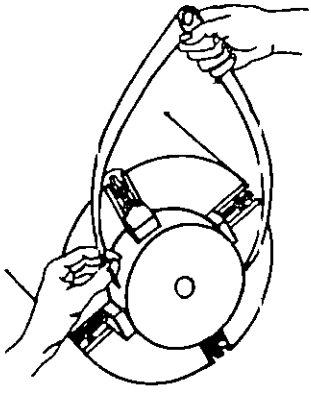
شكل 36 (أ) يوضح الفرجار الخارجى العادى .

شكل 36 (ب) يوضح الفرجار الخارجى المزود بياى لسهولة ضبطه بالقياس المطلوب .



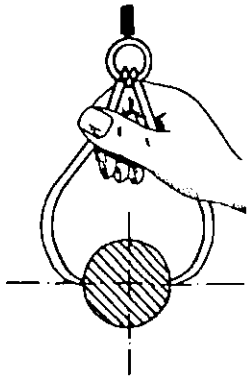
شكل 36 فرجار القياس الخارجى

يستخدم الفرجار الكروى شكل 37 لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية للمشغولات المختلفة أثناء تشغيلها وذلك بتلامس طرفا ساقيه بلطف .



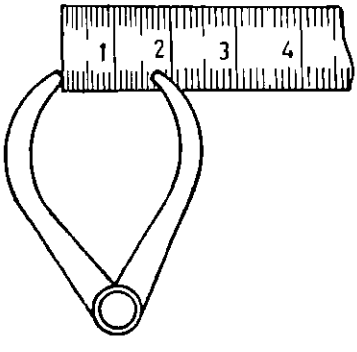
شكل 37
كيفية استخدام الفرجار الخارجى

يراعى أن يكون وضع الفرجار أثناء القياس بشكل عمودى على محور الشغلة كما هو موضح بالشكل 38 .



شكل 38
الوضع الصحيح للفرجار الكروى
أثناء القياس

بعد إتمام عملية قياس قطر الشغلة يرفع الفرجار بلطف مع ملاحظة عدم تغيير فتحة الفرجار وبإستخدام القدم الصلب شكل 39 يحدد قيمة القياس .



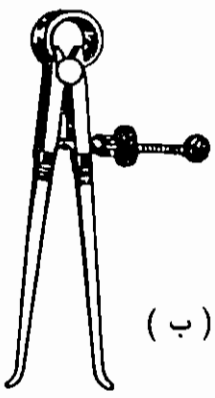
شكل 39
تحديد قياس الفرجار الخارجى
باستخدام القدم الصلب

فرجار القياس الداخلى :

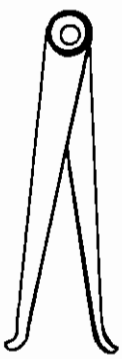
يسمى أيضا (برجل مقص) يتكون من ساقين مستقيمين طرفيهما منحنتين إلى الخارج كما هو موضح بالشكل 40 (أ ، ب) .

شكل 40 (أ) يوضح الفرجار الداخلى العادى .

شكل 40 (ب) يوضح الفرجار الداخلى ذو الياى .



(ب)



(أ)

شكل 40 فرجار القياس الداخلى

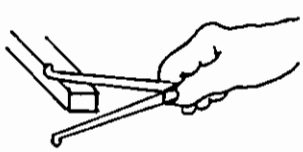
يستخدم فرجار القياس الداخلى (البرجل المقص) لقياس الأبعاد والمشقبيات ولقياس الأقطار الداخلية ولاختبار توازى المشغولات . يراعى عند تصنيعه أن يكون طرفا ساقى حدا القياس بشكل كروى ليكون موضع التلامس (نقطة) .

يوضح شكل 41 أ ، ب ، جـ الطرق الصحيحة والخاطئة لتكبير وتصغير فتحة الفرجار .

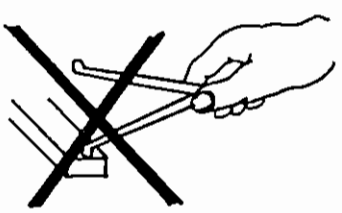
(أ) الطريقة الصحيحة لتكبير فتحة الفرجار .

(ب) الطريقة الصحيحة لتصغير فتحة الفرجار .

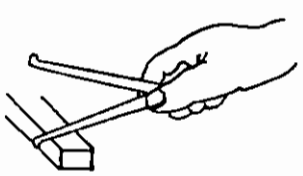
(جـ) الطريقة الخاطئة لتصغير فتحة الفرجار .. حيث ينتج عنها تلف حدا القياس .



(أ)



" جـ "



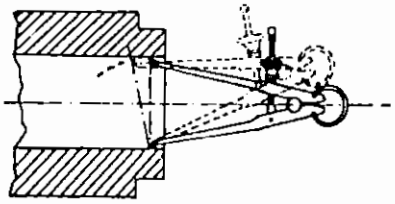
(ب)

شكل 41

الطرق الصحيحة والخاطئة

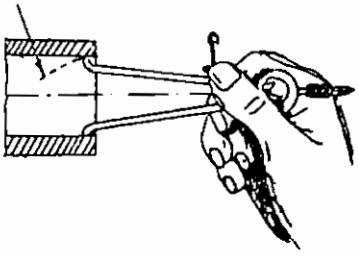
عند تصغير وتكبير فتحة الفرجار

يوضح شكل 42 طرق قياس القطر الداخلى لقطعة التشغيل وذلك بتحريك الفرجار حركة بشكل قوس حتى يتلامس طرفا ساقيه للسطح الداخلى للشغلة ويتطابق محور الفرجار مع محور قطعة التشغيل .



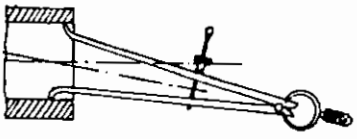
شكل 42
طرق قياس القطر الداخلى للشغلة

ويوضح شكل 43 قياس القطر الداخلى لقطعة التشغيل بالوضع الصحيح . وذلك بتطابق محور الشغلة مع محور الفرجار .



شكل 43
قياس القطر الداخلى للشغلة
بالوضع الصحيح

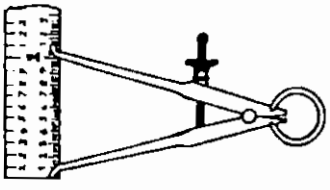
ويوضح شكل 44 قياس القطر الداخلى لقطعة التشغيل بالوضع الخاطىء وذلك لعدم تطابق محور الشغلة مع محور الفرجار .



شكل 44
قياس القطر الداخلى للشغلة
بالوضع الخاطىء

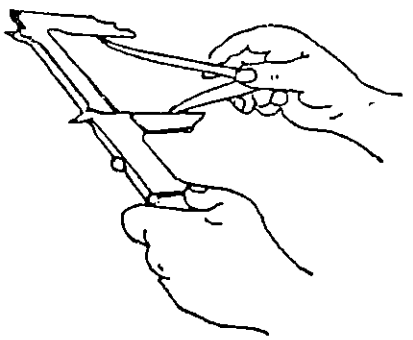
والشكل 45 يوضح طريقة إستخدام القدم الصلب لتحديد قيمة قياس الفرجار الداخلى (البرجل المقص) .

ملحوظة : عدم إستخدام هذه الطريقة .. حيث القراءة على القدم الصلب يكون بشكل تقريبى وغير دقيق وتؤدى الى فروق تصل الى 0.5 مم .



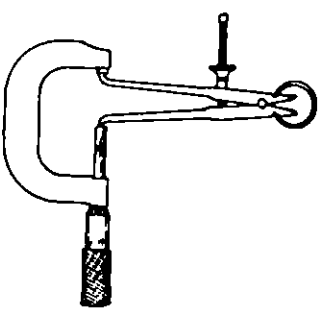
شكل 45
استخدام القدم الصلب عند
تحديد قياس الفرجار الداخلى

وشكل 46 يوضح طريقة إستخدام القدمة ذات الورنية لتحديد قيمة قياس الفرجار الداخلى (البرجل المقص) .



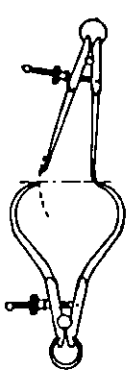
شكل 46
استخدام القدمة ذات الورنية
عند تحديد قياس الفرجار الداخلى

وشكل 47 يوضح طريقة إستخدام الميكرومتر الخارجى لتحديد قيمة قياس الفرجار الداخلى (البرجل المقص) ليعطى قراءة دقيقة .



شكل 47
استخدام الميكرومتر عند لتحديد
قياس الفرجار الداخلى

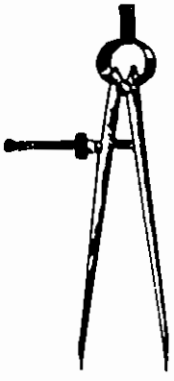
علما بأنه يمكن نقل قياس من الفرجار الخارجى إلى الفرجار الداخلى شكل 48 وذلك لتحديد القطر الداخلى المطلوب .



شكل 48
نقل القياس من فرجار القياس الخارجى
إلى فرجار القياس الداخلى

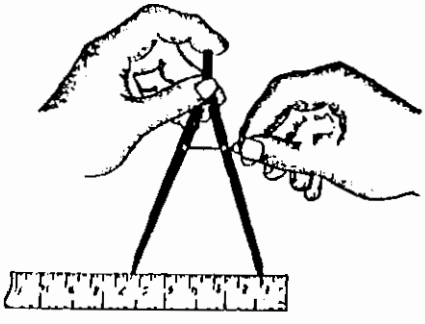
فرجار التقسيم :

يسمى أيضا (برجل عدل) كما يتضح من تسميته فإنه يتكون من ساقين مستقيمين ينتهيان بسنين على شكل شوكة شكل 49 .



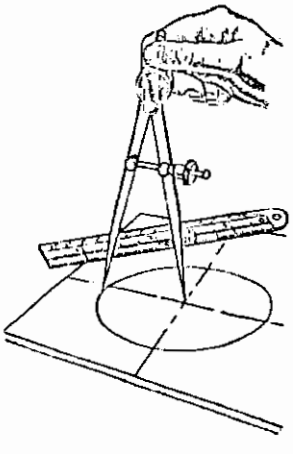
شكل 49
فرجـار التقسيم

يستخدم فرجار التقسيم شكل 50 فى تقسيم المسافات ونقل الأبعاد أو نقل بعد بين نقطتين على سطح قطعة التشغيل لتحديد قياسها بإستخدام القدم الصلب .



شكل 50
استخدام القدم الصلب عند
تحديد قياس فرجار التقسيم

كما يستخدم فرجار التقسيم شكل 51 فى تخطيط الأقواس والدوائر بالاستعانة بالقدم الصلب لتحديد القياس المطلوب .

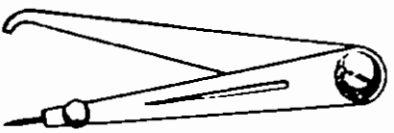


شكل 51
رسم الأقواس والدوائر
باستخدام فرجار التقسيم

الفرجار ذو الشوكة : (برجل بشوكة) :

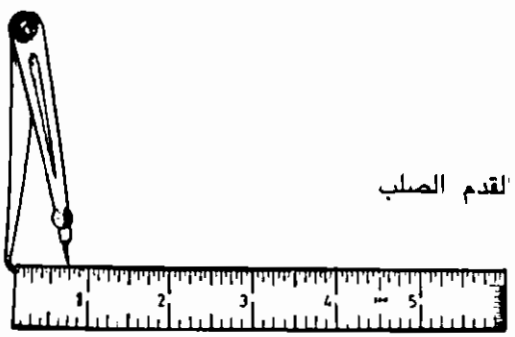
يتكون من ساقين أحدهما يماثل إحدى ساقى فرجار القياس الداخلى أى ذو ساق مستقيمة ينتهى بإنحناء إلى الداخل ، والساق الأخرى تماثل إحدى ساقى فرجار التقسيم .. أى ذو ساق مستقيمة وتنتهى بسن على شكل شوكة .

يعتبر هذا الفرجار شكل 52 وسط بين فرجار التقسيم وفرجار القياس الداخلى .



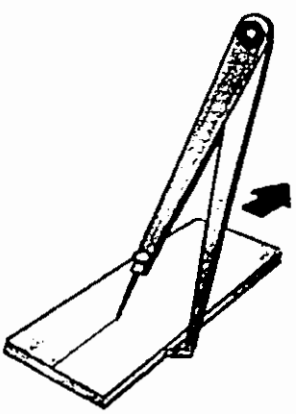
شكل 52
فرجار بشوكة

يحدد قياسه أو ينقل البعد المطلوب بإستخدام القدم الصلب بسند طرف الفرجار المنحنى على حافة المسطرة شكل 53 بينما يتحرك الساق الأخرى للفرجار لتنطبق على القياس المطلوب .



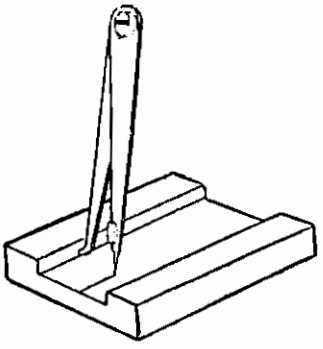
شكل 53
كيفية تحديد قياس الفرجار باستخدام القدم الصلب

شكل 54 يوضح فرجار بشوكة أثناء الشنكرة لرسم خطوط متوازية للسطح الجانبى الخارجى للشغلة .



شكل 54
كيفية رسم الخطوط المتوازية
لحافة الشغلة الخارجية

وشكل 55 يوضح فرجار بشوكه أثناء رسم خطوط متوازية لاحدى جانبى الشغلة الداخلى .



شكل 55
كيفية رسم الخطوط المتوازية
لحافة الشغلة الداخلية

للحصول على أفضل النتائج عند إستخدام الفرجار ذو الشوكة .. يلزم أن يكون بشكل عمودى على قطعة التشغيل ، ويجب أن يكون الطرف المستقيم للفرجار مدبب بشكل حاد .

أدوات القياس الدقيقة

يختلف إستخدام كل فرجار عن الآخر بإختلاف نوع القيس المطلوب من أجله ويلاحظ هذا الاختلاف واضحا عند الحاجة الى قياس أو مراجعة مجموعة أبعاد وأقطار لقطعة تشغيل بعدة عمليات بإستخدام مجموعة فراجير .. الأمر الذى ينتج عنه ضياع الوقت بالاضافة إلى إحتمال حدوث أخطاء فى القياس لاختلاف حساسية كل شخص عن الآخر فى إستخدام هذه الفراجير .

لذلك فكرت دور الصناعة فى أداة قياس يمكن إستخدامها لمجموعة قياسات بدلا من إستخدام مجموعة فراجير لقياس المنتجات الصناعية ذات القياسات الدقيقة ، وبالفعل فقد صممت القدمة ذات الورنية لاستخدامها للقياسات العامة بالنظامين المترى بالملليمترات والبريطانى بالبوصات .

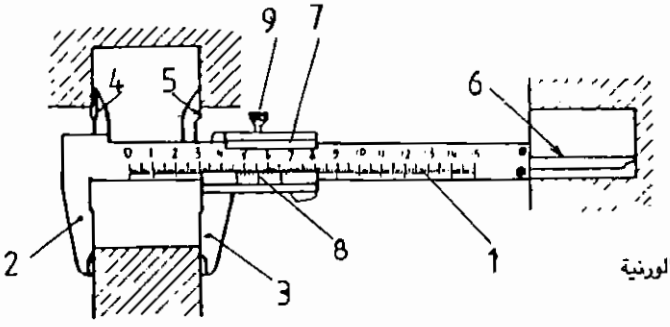
مع التقدم الحضارى المستمر والحاجة المتزايدة الى الدقة فى تصنيع المنتجات وقطع الغيار ذات القياسات الدقيقة .. فقد طورت القدمة ذات لورنية وظهرت بعدة أشكال لاستخداسها فى جميع القياسات بالاضافة إلى دقتها التى تصل إلى 0,01 ملليمتر أو 0,001 بوصة .

القدمة ذات الورنية

تصنع القدمة ذات الورنية من الصلب الذى لا يصدأ وهى عبارة عن مسطرة مقسمة بالملليمترات من جهة والبوصات من الجهة الأخرى ، ينتهى طرفها بالفك الثابت بحيث يتعامد معها تعامدا تاما .

تنزلق الورنية التى تنتهى بالفك المتحرك والتى تحمل التقسيم المساعد بالملليمترات والبوصات على المسطرة وذلك لتحديد القياس بدقة .

تختلف دقة القياس من قدمة الى أخرى وهى 0,1 أو 0,05 أو 0,02 مم حسب تصميم تقسيم الورنية المنزلقة .. وهو موضح فيما بعد لكل نظام على حدة .. بصفة عامة تعتبر القدمة أدق وبديل للقدم الصلب والفراجير بأنواعها وهى الأكثر انتشارا بين السط الفنى . تتكون القدمة ذات الورنية شكل 56 من الأجزاء الآتية : ـ



شكل 56 القدمة ذات الورنية

1 ـ المسطرة : يوجد بها التقسيم الرئيسى بالملليمترات والبوصات .

2 ـ الفك الثابت : بنهاية المسطرة ويستخدم مع الفك المتحرك لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية .

3 ـ الفك المتحرك : بنهاية الورنية المنزلق ويستخدم مع الفك الثابت لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية .

4 ـ حد القياس الثابت : مثبت بالمسطرة ويستخدم مع حد القياس المتحرك للقياس الداخلى .

5 ـ حد القياس المتحرك : مثبت بالورنية المنزلقة ويستخدم مع حد القياس الثابت للقياس الداخلى .

6 ـ ساق قياس الأعماق : مثبت بالورنية المنزلقة ويتحرك معها ويستخدم لقياس الارتفاعات وأطوال الثقوب (الأعماق) .

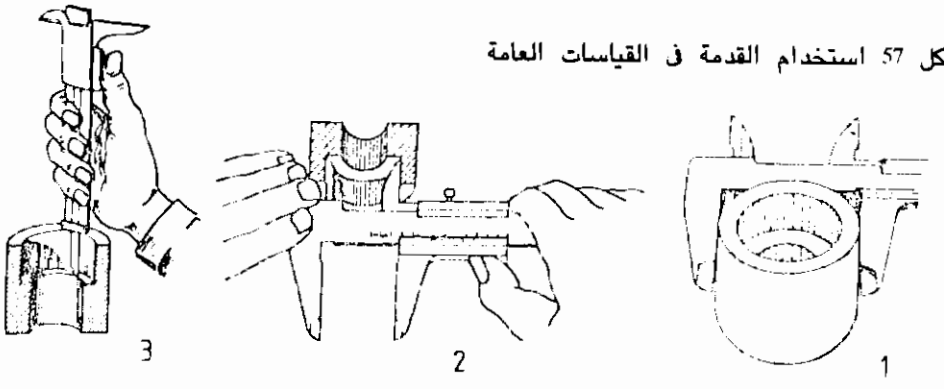
7 ـ الورنية المنزلقة : تنزلق على المسطرة وتحمل التقسيم المساعد بالملليمترات والبوصات .

8 ـ التقسيم المساعد : الغرض منه هو تكبير للأجزاء الصغيرة من الملليمتر أو الأجزاء الصغيرة للبوصة لسهولة قراءتها .

9 ـ مسمار تثبيت : لتثبيت الورنية المنزلقة على القياس المطلوب عند الحاجة لذلك .

الغرض من تصنيع القدمة ذات الورنية هو إستخدامها كما هو موضح بالشكل 57 للقياسات العامة الآتية : ـ

شكل 57 استخدام القدمة فى القياسات العامة



1 ـ قياس الأبعاد والأقطار الخاجية .

2 ـ قياس الأبعاد والأقطار الداخلية .

3 ـ قياس الارتفاعات والأعماق .

نظرية الورنية :

يستحال تصمم أداة قياس يقسم عليها السنتيمتر الواحد الى 100 جزء ليساوى الجزء الواحد منه 0,1 مم .. وإذا فرض وتم ذلك فلا يمكن قراءة الأجزاء الصغيرة بالعين المجردة .

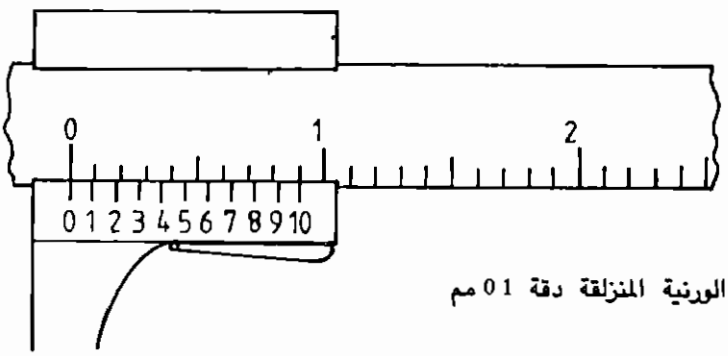
لذلك فقد صممت دور الصناعة ورنية تحمل تدريج بمثابة تقسيم مساعد للتقسيم الأساسى وهى عبارة عن تكبير للأجزاء الصغيرة لأقسام القياس الأساسى .

تنزلق الورنية على المسطرة .. لذلك سميت بالورنية المنزلقة . تستخدم الورنية المنزلقة مع التقسيم الأساسى بالمسطرة لامكان تحديد الأجزاء الصغيرة من الملليمتر لتصل دقة قراءة الورنية إلى 0,1 أو 0,05 أو 0,02 مم . كما يمكن تحديد الأجزاء الصغيرة من البوصة لتصل دقة قراءة الورنية إلى 0,001" ولامكان قراءتها بالعين المجردة بسهولة ودقة .

نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0,1 مم

يوضح شكل 58 رسم تخطيطى لجزء من القدمة أثناء انطباق الورنية المنزلقة عليها . أى انطباق صفر المسطره مع صفر التقسيم المساعد بالورنية .

أخذت مسافة مقادرها 9 مم من المسطرة وقسمت الى 10 أقسام متساوية على الورنية المنزلقة بحيث ينطبق صفر التقسيم الأساسى بالمسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية وينتهى التدريج التاسع بالمسطرة بمحازات التدريج العاشر بالتقسيم المساعد بالورنية .



شكل 58 نظام تدريج الورنية المنزلقة دقة 0 1 مم

بذلك يكون القسم الواحد بالورنية = 9 مم ÷ 10 أجزاء = 0,9 مم

هذا يعنى أن الفرق بين قيمة القسم الواحد من التقسيم الأساسى بالمسطرة وقيمة القسم الواحد من التقسيم المساعد بالورنية

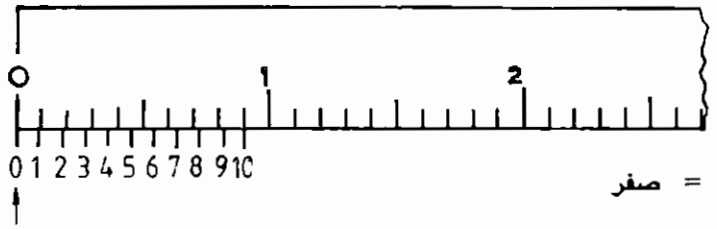
= 1 − 0,9 = 0,1 مم .

وهى دقة قياس الورنية المنزلقة أو دقة قياس القدمة ذات الورنية . وهكذا .. وبناء على طريقة تقسيم الورنية دقة 0,1 مم يمكن تدريج الورنية المنزلقة دقة 0,05 مم ، 0,02 مم .

قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0,1 مم :

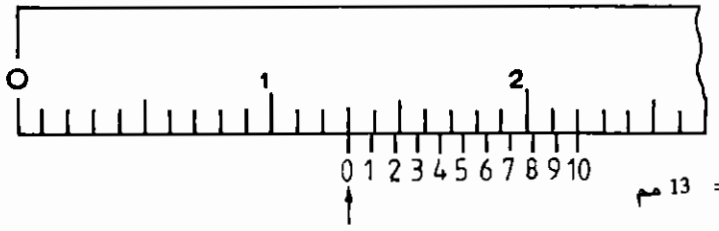
فيما يلى رسم تخطيطى يوضح قراءات مختلفة للقدمة ذات الورنية دقة 0,1 مم وذلك نتيجة لتحرك الورنية المنزلقة على مسطرة القدمة لتحديد مسافة بين الفكين الثابت والمتحرك .

1 ـ عند تلامس الفك الثابت للقدمة مع الفك المتحرك ينطبق صفر المسطرة مع صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة شكل 59 الذى يشير إليه السهم حيث لا توجد قراءة أو تساوى صفر .



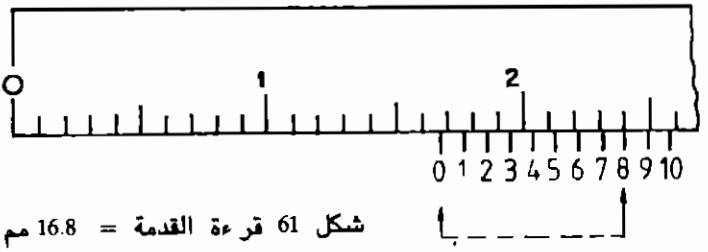
شكل 59 قراءة القدمة = صفر

2 ـ عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة شكل 60 ليتجاوز صفر الورنية 10 مم لينطبق على القسم الثالث من التقسيم الأساسى بالمسطرة حيث يشير السهم إلى صفر التقسيم المساعد بالورنية المنزلقة لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة بمسطرة القدمة وهى تساوى 13 مم .



شكل 60 قراءة القدمة = 13 مم

3 ـ عند تحرك الورنية المنزلقة على المسطرة شكل 16 مم ليشير السهم الصغير لتحديد قراءة المليمترات الصحيحة على المسطرة وهى ما بين 16 مم ، 17 مم .



شكل 61 قراءة القدمة = 16.8 مم

أى القياس أكبر من 16. مم وأقل من 17 مم هذا يعنى أن قراءة المليمترات الصحيحة = 16 مم .

يضاف اليها جزء من المليمتر الذى يشير اليه السهم الكبير بالتقسيم المساعد بالورنية المنزلقة وهو = 0,8 مم .

∴ قراءة القدمة = 16 + 0,8 مم = 16,8 مم .

مميزات القدمة ذات الورنية

يوجد عدة أشكال للقدمة ذات الورنية التى يختلف استخدام كل منها عن الأخرى باختلاف شكل الجزء المطلوب قياسه ، وبصفة عامة تتميز بالصفات الآتية : ـ

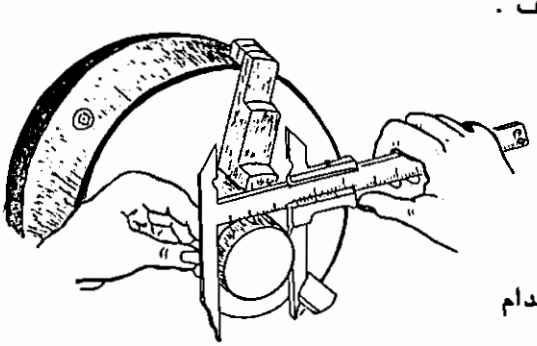
1 ـ تصنع من الصلب الذى لا يصدأ .
2 ـ ذو حجم مناسب .
3 ـ سهلة الاستخدام .
4 ـ امكان تثبيتها على القياس المطلوب .
5 ـ تجمع بين النظامين المترى بالملليمترات والبريطانى بالبوصات وأجزائهما التى تصل الدقة بكل منهما إلى 0,02 من الملليمتر ، $^{1}/_{128}$ من البوصة .
6 ـ تتدرج أطوال القدمات لامكان استخدامها للمشغولات ذات الأبعاد والأقطار الكبيرة لتصل إلى 1500 مم أى 1.5 متر والتى تتميز بنفس الدقة السابق ذكرها .

طرق قياس المشغولات

أثناء خراطة المشغولات المختلفة على المخرطة أو بعد الانتهاء منها يتبعها قياسات حتى تتطابق مع القياس المطلوب .

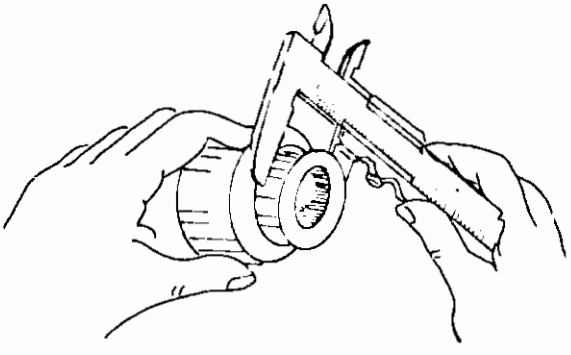
غالبا تتم هذه القياسات بالقدمة ذات الورنية دقة 0,1 أو 0,05 أو 0,02 مم وفى حالة المشغولات الدقيقة تستخدم أدوات قياس أدق مثل الميكرومترات المختلفة الأغراض وذلك حسب أهمية الجزء المصنع وطريقة تشغيله أو حسب التفاوت المسموح به .

تستخدم القدمة ذات الونية أى ان كان دقتها أثناء التشغيل على المخرطة من حين لآخر لقياس الأقطار الخارجية شكل 62 للجزء المراد تشغيله للوصول إلى القطر المطلوب .. لذلك يجب أستخدامها بالوضع الصحيح بتطابق فكى القدمة على المستوى العمودى لمحور الشغلة بضغط خفيف .



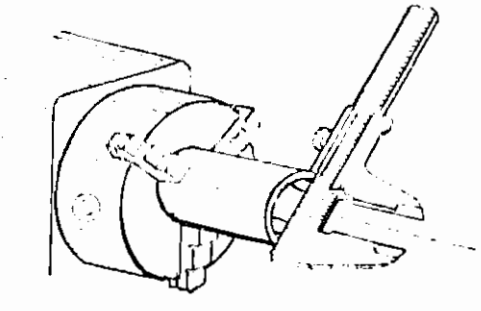
شكل 62 قياس القطر الخارجى باستخدام القدمة ذات الورنية

تراجع قياسات المشغولات الصغيرة بعد الانتهاء من تشغيلها على المخرطة بحملها باليد اليسرى وحمل أداة القياس كالقدمة ذات الورنية باليد اليمنى شكل 63 للتأكد من مطابقتها للقياسات المطلوبة .



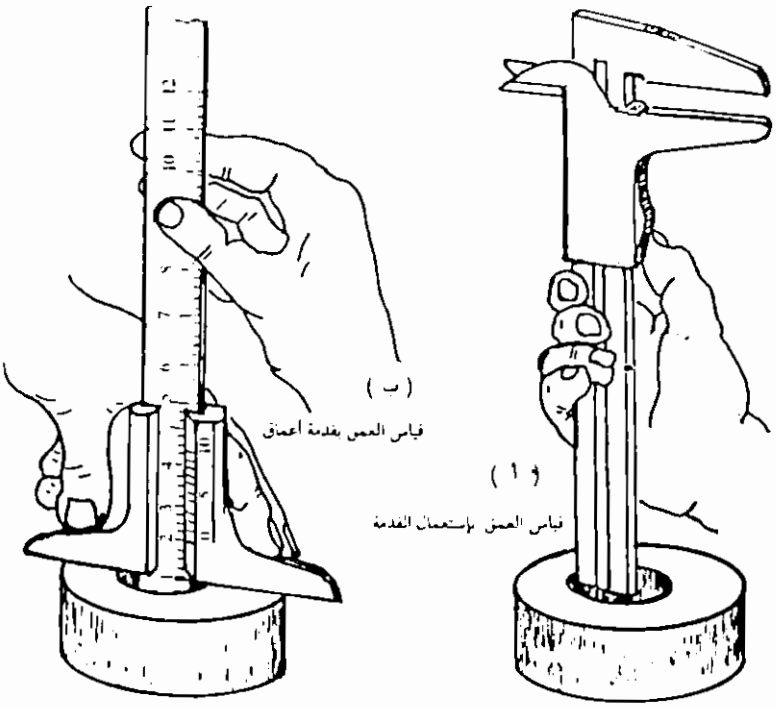
شكل 63
الطريق الصحيحة لحمل القدمة
ذات الورنية والشغلة المراد قياسها

كما تستخدم القدمة ذات الورنية لقياس الأقطار الداخلية للمشغولات شكل 64 مع مراعاة أن يكون القياس بالوضع الصحيح وذلك بتطابق حدا قياس القدمة على المستوى العمودى لمحور الشغلة بضغط خفيف .



شكل 64
قياس القطر الداخلى للشغلة
باستخدام القدمة ذات الورنية

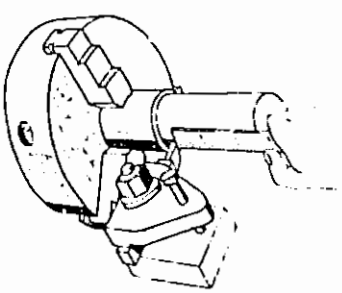
كما تستخدم أيضا القدمة ذات الورنية لقياس أطوال الثقوب بوضعها عمودية على الشغلة شكل 65 أ وباستخدام قدمة الأعماق شكل 65 ب المصممة والمخصصة لهذا الغرض تعطى قياسات أدق .



شكل 65

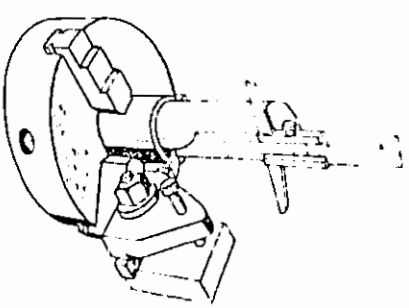
لقدمة ذات الورنية
قدمة الأعماق عند
ياس أعماق الثقوب

يستخدم القدم الصلب لقياس أطوال المشغولات شكل 66 بشكل تقريبى أو للمشغولات التى لا يتطلب لها الدقة فى أطوالها حيث يصل دقة قياسه إلى 1 مم .



شكل 66
قياس الأطوال بقدم الصلب

كما تستخدم قدمة الأعماق لقياس الأطوال أيضا شكل 67 حيث دقتها هى نفس دقة القدمة ذات الورنية .



شكل 67
قياس الأطوال بقدمة الأعماق

ارشادات
عند استخدام أدوات القياس

لارتفاع ثمن أدوات القياس وللحفاظ عليها عند استخدامها للوصول لدقة القياس المطلوب لقطعة التشغيل المصنعة يجب اتباع الآتى : ـ

1 ـ تنظيف قطعة التشغيل من الرايش وإزالة الزيت والشحم إذ كان متعلق بها .

2 ـ عدم قياس قطعة التشغيل وهى فى درجة حرارة مرتفعة حيث تؤثر على دقة القياس .

3 ـ تلامس فكى أداة القياس المستخدمة على قطعة التشغيل وعدم الضغط عليها بقوة .

4 ـ عدم استخدام أدوات القياس بالعنف بالضغط أو الطرق عليها أو إستخدامها للربط أو بالقائها على الأرض فهذا يسبب تلفها .

5 ـ بعد الانتهاء من العمل بأدوات القياس يجب تخزينها بالأماكن المخصصة لها وعدم إلقائها وسط العدد .

تذكر ان :

فى جميع الحالات .. عدم قياس قطعة التشغيل أثناء دورانها على المخرطة فهذا يسبب الحوادث بالاضافة إلى تلف أداة القياس المستخدمة .