١١

دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

الفرع الصناعي

الأدوات الصحية

للصف الأول الثانوي - الجزء الأول



مركز المناهج

WWW.DZPE

بسم الله الرحمن الرحيم



دولة فلسطين
وزارة التربية والتعليم العالي

التمديدات الصحية والتدفئة المركزية

علم الصناعة

الجزء الأول

للصف الأول الثانوي

(الصناعي)

المؤلفون

سامر مفيد ترهي «منسقاً»
خالد رشيد صوالحة
كاظم محمد عسيلة
خميس عبد الله بدحة



قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

قررت وزارة التربية والتعليم العالي في دولة فلسطين
تدريس كتاب التمديدات الصحية والتدفئة المركزية للصف الأول الثانوي المهني في مدارسها للعام الدراسي ٢٠٠٥ / ٢٠٠٦م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج: د. نعيم أبو الحمص

مدير عام مركز المناهج: د. صلاح ياسين

مركز المناهج

إشراف تربوي : د.عمر أبوالحمص

الدائرة الفنية

- **إشراف إداري:** رائد بركات
- **تصميم:** بشار صادق القريوتي
- **الإعداد المحوسب للطباعة:** حمدان بحبوح

- **الفريق الوطني للخطوط العريضة لمنهاج للمرحلة الثانوية– التعليم المهني والتقني– تخصص التمديدات الصحية والتدفئة المركزية.**

- عصام دويكات
- أسامة إشتية

الطبعة الأولى التجريبية
٢٠٠٥م/١٤٢٦ هـ

© جميع حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم العالي/ مركز المناهج

مركز المناهج – حي المصيون – شارع المعاهد – أول شارع على اليمين من جهة مركز المدينة
ص .ب ٧١٩ – رام الله – فلسطين
تلفون ٢٩٦٩٣٥٠–٢–٩٧٠+ ، فاكس ٢٩٦٩٣٧٧–٢–٩٧٠+
الصفحة الالكترونية: WWW.PCDC.EDU.PS – العنوان الالكتروني: PCDC@PALNET.COM

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

تمهيد

رأت وزارة التربية والتعليم العالي ضرورة وضع منهاج يراعي الخصوصية الفلسطينية؛ لتحقيق طموحات الشعب الفلسطيني حتى يأخذ مكانه بين الشعوب. إن بناء منهاج فلسطيني يعد أساساً مهمّاً لبناء السيادة الوطنية للشعب الفلسطيني، وأساساً لترسيخ القيم والديمقراطية، وهوحق إنساني، وأداة تنمية للموارد البشرية المستدامة التي رسختها مبادئ الخطة الخمسية للوزارة.

وتكمن أهمية المنهاج في أنه الوسيلة الرئيسة للتعليم، التي من خلالها تتحقق أهداف المجتمع؛ لذا تولي الوزارة عناية خاصة بالكتاب المدرسي، أحد عناصر المنهاج؛ لأنه المصدر الوسيط للتعلم، والأداة الأولى بيد المعلم والطالب، إضافة إلى غيره من وسائل التعلم: الإنترنت، والحاسوب، والثقافة المحلية، والتعلم الأسري، وغيرها من الوسائط المساعدة.

أقرت الوزارة هذا العام (٢٠٠٥/ ٢٠٠٦)م تطبيق المرحلة السادسة من خطتها للمنهاج الفلسطيني، لكتب الصف الأول الثانوي (١١) بفروعه: العلمي، والعلوم الإنسانية، والمهني، والتقني، بالإضافة إلى تطوير بعض كتب المرحلة الأساسية (١-١٠)، وسيتبعها كتب منهاج الصف الثاني الثانوي(١٢) في العام القادم، وبها تكون وزارة التربية والتعليم العالي قد أكملت إعداد جميع الكتب المدرسية للتعليم العام للصفوف(١-١٢)، وتعمل الوزارة حالياً على توسيع البنية التحتية في مجال الشبكات والتعليم الإلكتروني، وعمل دراسات تقويمية وتحليلية لمناهج المراحل الثلاث، في جميع المباحث (أفقياً وعمودياً)؛ لمواصلة التطوير التربوي، وتحسين نوعية التعليم الفلسطيني.

وتعد الكتب المدرسية وأدلة المعلم التي أنجزت للصفوف الأحد عشر حتى الآن، وعددها يقارب ٣٥٠ كتاباً، ركيزة أساسية في عملية التعليم والتعلم، بما تشتمل عليه من معارف ومعلومات عُرضت بأسلوب سهل ومنطقي؛ لتوفير خبرات متنوعة، تتضمن مؤشرات واضحة، تتصل بطرائق التدريس، والوسائل والأنشطة وأساليب التقويم، وتتلاءم مع مبادئ الخطة الخمسية المذكورة أعلاه.

وتتم مراجعة الكتب وتنقيحها وإثراؤها سنويّاً بمشاركة التربويين والمعلمين والمعلمات الذين يقومون بتدريسها، وترى الوزارة الطبعات من الأولى إلى الرابعة طبعات تجريبية قابلة للتعديل والتطوير؛ كي تتلاءم مع التغيرات في التقدم العلمي والتكنولوجي ومهارات الحياة. إن قيمة الكتاب المدرسي الفلسطيني تزداد بمقدار ما يبذل فيه من جهود، ومن مشاركة أكبر عدد ممكن من المتخصصين في مجال إعداد الكتب المدرسية، الذين يحدثون تغييراً جوهريّاً في التعليم، من خلال العمليات الواسعة من المراجعة، بمنهجية رسخها مركز المناهج في مجالي التأليف والإخراج في طرفي الوطن الذي يعمل على توحيده.

إن وزارة التربية والتعليم العالي لايسعها إلا أن تتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى المؤسسات والمنظمات الدولية، والدول العربية والصديقة وبخاصة حكومة بلجيكا؛ لدعمها المالي لمشروع المناهج.

كما أن الوزارة لتفخر بالكفاءات التربوية الوطنية، التي شاركت في إنجاز هذا العمل الوطني التاريخي من خلال اللجان التربوية، التي تقوم بإعداد الكتب المدرسية، وتشكرهم على مشاركتهم بجهودهم المميزة، كلٌّ حسب موقعه، وتشمل لجان المناهج الوزارية، ومركزالمناهج، والإقرار، والمؤلفين، والمحررين، والمشاركين بورشات العمل، والمصممين، والرسامين، والمراجعين، والطابعين، والمشاركين في إثراء الكتب المدرسية من الميدان أثناء التطبيق.

وزارة التربية والتعليم العالي
مركز المناهج
أيلول ٢٠٠٥ م

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وبعد، زملاءنا المعلمون الكرام، طلبتنا الأعزاء،

نقدم لكم كتاب التمديدات الصحية والتدفئة المركزية للصف الحادي عشر المهني، وكلنا أمل في أن تحققوا الفائدة المرجوة منه، للعمل على تطوير كوادرنا وطاقاتنا البشرية الفلسطينية، لأنها هي العماد... والأساس للتطور العلمي والتكنولوجي.

واشتمل القسم النظري من الكتاب على خمس وحدات، الوحدة الأولى بعنوان اساسيات مهنة التمديدات الصحية والتدفئة المركزية وتناولت اجراءات السلامة المهنية العامة من الواقع، والعدد العامة والعدد الخاصة بالمهنة وكذلك وحدات القياس وتحويلاتها. أما الوحدة الثانية فتحدثت عن الأنابيب وقطع الوصل من ناحية الأنواع والمواصفات وكذلك طرق توصيلها، وأنواع الصمامات وعناصر شبكات الأنابيب والاجراءات التي يجب مراعاتها أثناء تمديد شبكات الأنابيب.

وفي الوحدة الثالثة تحدثنا عن القطع الصحية والأجهزة والملحقات التي تلزم للمساكن والمتاجر والمؤسسات فتناولت المغاسل والمجالي والمراحيض وأحواض الاستحمام والسيفونات والمصارف وكذلك الخلاطات والحنفيات التي تكمل عمل الأنابيب وشبكاتها، وتمكن الانسان من الاستفادة من المياه بشكل عملي. وفي الوحدة الرابعة تم تناول المضخات وظائفها وأنواعها وطرق توصيلها المختلفة أما الوحدة الخامسة فتناولت ميكانيكا الموائع(السوائل والغازات) من ناحية الضغط وأجهزة قياسه، ومعادلة برنولي ومقاييس الحرارة ووحداتها وطرق انتقالها، وكذلك قوانين الديناميكا الحرارية.

أخواننا المعلمين الكرام، نرجو أن لا تبخلوا علينا بنصائحكم واقتراحاتكم لاثراء هذه الطبعة الأولى والتجريبية من الكتاب، لنرتقي به إلى الأفضل.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

المحتـويــات

الوحدة الأولى

اساسيات مهنة التمديدات الصحية

السلامة المهنية ٤
العدد والأدوات العامة ١٥
العددوالأدوات الخاصة بالمهنة ٢٣
وحدات القياس ٤٠

الوحدة الثانية

الأنابيب وقطع الوصل

أنواع الأنابيب واستخداماتها ٤٩
طرق توصيل الأنابيب ٥٦
الصمامات ٦٤
عناصر شبكات الأنابيب ٦٨

الوحدة الثالثة

القطع والملحقات الصحية

القطع الصحية ٧٧
المراحيض ٨٢
الملحقات الصحية ٨٦
طرق تركيب القطع الصحية ٩٠

الوحدة الرابعة

المضخات

أغراض إستعمال المضخات ٩٦
استخدامات مضخات المياه ١٠٢
تركيب المضخات ١٠٧

الوحدة الخامسة

ميكانيكا الموائع والحرارة

ميكانيكا الموائع ١١٣
الموائع في حالة الحركة ١١٧
درجة الحرارة وقياسها ١٢٤
إنتقال الحرارة ١٢٩

الوحـــدة

١

أساسيات مهنة

التمديدات الصحية والتدفئةالمركزية



بسم الله الرحمن الرحيم

أساسيات التمديدات الصحية والتدفئة المركزية

مقدمة

نرحب بك عزيزنا الطالب بعد انضمامك لحقل التعليم المهني، واختيارك مهنة التمديدات الصحية و التدفئة المركزية، وفي هذه الوحدة سنتناول معك المواضيع التالية :

١- السلامة والأمن الصناعي المتعلق بمهنتك .
٢- العدد والأدوات العامة التي تلزمك أثناء قيامك بعملك .
٣- العدد والأدوات الخاصة بالمهنة .
٤- وحدات القياس وأنظمتها الدولية والمترية والبريطانية والتحويل فيما بينها . يتوقع منك بعد تناول هذه الوحدة أن : -

* تستوعب اجراءات السلامة المهنية العامة المتعلقة بمهنة التركيبات الصحية والتدفئة المركزية .
* تتعرف على أنواع العدد والأدوات العامة .
* تتعرف على أنواع العدد والأدوات الخاصة بالمهنة .
* تتقن استعمالها وفق قواعد السلامة والأمن الصناعي .
* تواكب التطورات الحديثة في تكنولوجيا العدد .
* تستعمل وحدات القياس بشكل جيد في حساباتك العملية .
* استيعاب نصوص قوانين الديناميكا الحرارية .

الـــدرس ١



السلامة المهنية

١-١ السلامة المهنية لمهنة التمديدات الصحية

السلامة المهنية هي وقاية الإنسان وحمايته من الأخطار والأمراض والإصابات التي يمكن أن تنتج أثناء العمل في إحدى المهن، وهي ضرورية لكل عامل في أي مجال سواء كان يقوم صانعا، مزارعا، معلما، سائقا، طبيبا، مهندسا، اطفائيا، صيدلانيا، أو غير ذلك.

والذي نرجوه من هذا الموضوع :

١. تحقيق السلامة المهنية لكل عامل مهما كان مجال عمله بصورة عامة.

٢. تحقيق السلامة المهنية للمتدرب والعامل في مهنة التركيبات الصحية والتدفئة المركزية بصورة خاصة.

وكلما جرى الحديث عن السلامة المهنية قفز إلى ذاكرتنا العديد من الذين أصيبوا بحوادث عمل، فهذا بترت إصبعه، وهذا أصيب بحروق، وهذا أصيب في عينه، وهذا أصيب بانزلاق غضروفي، وهذا بصدمة كهربائية، وهذا بإصابة إشعاعية، وهذا بعلة مهنية مزمنة في رئتيه. وفي كثير من الأحيان تنجم الإصابة لأسباب متعددة، منها :

١- تقصير المصاب وعدم أخذه بأسباب السلامة المهنية.

٢- عدم صلاحية الآلات وافتقارها لوسائل الأمان.

٣- الإرهاق الشديد نتيجة العمل لساعات طويلة للحصول على دخل اكبر.

٤- استخدام العامل لبعض الآلات دون الحصول على التدريب الكافي الذي يؤهله لاستخدامها.

٥- العمل بأسلوب التحدي للآخرين على تنفيذ أمر فيه خطورة.

٦- جهله بالأضرار الناجمة عن بعض الأعمال مثل قص أنابيب ألاسبست لتركيب مدخنة لسخان مياه (مرجل).

فكر

ذكرت وسائل الإعلام ان سكان قرية مصرية أقاموا دعوى قضائية على صاحب مصنع اسبست تسبب في إصابة العمال وأهل القرية بالتصلب الرئوي نتيجة استنشاقهم غبار الاسبست ، كيف تربط ذلك مع الأسباب السابقة ؟

وتدل الإحصائيات الطبية على وجود مئات الأمراض المهنية التي بات المصابون بها عاطلين عن العمل، عالة على عائلاتهم ومجتمعهم ، دون أمل في الشفاء .

ومع يقيننا أن حذرا لا يقي من قدر، علينا الأخذ بأسباب السلامة تجنبا للخطر . ومما يثلج الصدر قيام التجمعات المهنية(النقابات)بما يلي :

١ توعية المهنيين ورعايتهم ومتابعة قضاياهم .

٢ مطالبة المؤسسات التشريعية بسن القوانين التي تحفظ حق العامل وصاحب العمل .

٣ المطالبة بإيجاد ظروف عمل صحية للعمال .

٤ الزام أصحاب العمل إدخال العمال في برنامج التأمين الصحي .

٥ تحديد ساعات العمل، وضمان الحق في الاستراحة اليومية .

٦ حظر عمالة القاصرين في أعمال لا تناسب قدراتهم .

نشاط

ارجع لقانون العمل الفلسطيني واستخرج منه البنود التي تتعلق بجوانب السلامة المهنية

كما أن القائمين على رسالة التعليم المهني لم يألو جهدا في توعية الطلاب المهنيين وحثهم على الأخذ بأسباب الأمن والسلامة المهنية، وكلما كان المشغل أو المصنع مجهزا بأسباب الأمن والسلامة المهنية كلما كانت معنويات الطلاب أو العاملين فيه عالية .

فكر

تذكر هذه الحوادث الحقيقية ، وفكر في مسبباتها ، وكيفية الحد من تكرارها :

* بتر أصابع عامل في منجرة .
* موت عامل في شركة الكهرباء بصعقة كهربائية .
* غرق عامل في مصنع للحجر والرخام في بركة مياه التبريد .
* احتراق مصنعا لولاعات الغاز أتت النيران عليه وعلى من فيه .
* موت أحد أفراد عائلة بالصدمة الكهربائية أثناء تنظيف بئر مياه واستخدامهم مضخة كهربائية غير موصولة بسلك التأريض (Earth).
* موت بعض زبائن مطعم اثر نشوب حريق وافتقار المطعم لباب الهروب

وكلنا أمل أن تقل الحوادث المهنية التي تسبب ذكريات مؤلمة ، إذا التزمنا بقواعد الصحة المهنية والأمن الصناعي .

الحوادث المهنية

في مهنتنا قد نتعرض لكثير من الحوادث المهنية شأننا شأن المهن الأخرى و نذكر منها :

١ التزحلق على أرضية المشغل بسبب الزيت الذي نستعمله أثناء عملية تسنين الأنابيب .

فكر

* كيف نحافظ على الأرض من الاتساخ بالزيت أثناء عملية تسنين الأنابيب ؟
* ماذا تفعل إذا انسكب الزيت على أرضية مكان العمل؟

٢ الإصابة بالصدمة الكهربائية أثناء فحص المضخات أو الحارقات أو صيانتها دون التأكد من توصيل الخط الأرضي (Earth) بالجهاز الذي نقوم بفحصه أو إصلاحه ، او بسبب استعمال وصلات كهربائية تالفة ، بسبب عدم لفها بعد استعمالها بطريقة سليمة . ويبين الشكل(١-١)وصلات كهربائية ملفوفة بطريقة سليمة .



وصلات كهربائية ملفوفة بطريقة سليمة شكل (١-١)

يجب التأكد من توصيل الماكنات والعدد التي نستخدمها بالخط الارضي (Earth) خاصة ذات الجسم المعدني .

٣ نشوب حريق في غرفة مرجل بسبب تسرب الوقود وعدم وجود أجهزة إطفاء .

نـــشـــاط

● حاول التعرف على أنواع الطفايات في مشغلك ، وميز بين الأنواع التي تعمل يدويا شكل(١-٢) من التي تعمل تلقائيا شكل (١-٣).



طفاية تعمل يدويا شكل (١-٢)



طفاية تعمل تلقائيا شكل (١-٣)

٤ انصهار أسلاك الدائرة الكهربائية بسبب عدم استخدام الأصناف الحرارية منها في الأماكن القريبة من مصادر الحرارة الشديدة كالحارقات والمدافىء الكهربائية .

٥ تطاير الرايش الناجم عن استخدام المقدح أو حجر الجلخ إلى العين نتيجة عدم استخدام النظارات الواقية أثناء العمل ، ويبين الشكل(١-٤) نظارة عمل شفافة .





نظارة عمل شفافة شكل (١-٤)

٦ تسرب الغاز من أجهزة تسخين المياه التي تعمل بالوقود الغازي .

فكر

* لماذا يحظر تركيب سخانات المياه التي تعمل بالوقود الغازي داخل الحمامات-7؟؟

٧ التسبب بالاختناق عند تركيب سخان الغاز داخل الحمام

٨ انفجار سخان كهربائي بسبب عدم تركيب صمام الأمان أو تركيب صمام يفتح على ضغط أكبر من الضغط الذي يعمل عليه السخان .

٩ السقوط على الأرض بسبب عدم الوقوف على سلالم أو روافع آمنة أثناء تركيب ألأنابيب المعلقة، أو بسبب عدم ربط حزام الأمان، الشكل(١-٦)



الوقوف على السلالم أثناء العمل شكل(١-٦)

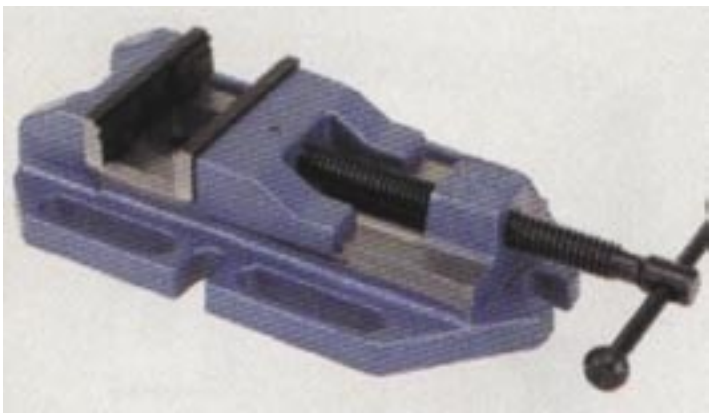
١٠ تشابك الملابس المتدلية الأطراف أو الشعر الطويل أو ربطة العنق أو نحو ذلك مما يعلق في الرقبة، مع الأجهزة الدوارة كالمقادح الثابتة .

١١ استخدام المقادح خاصة الكبيرة منها في أعمال الثقب والحفر دون وجود المقبض المساعد مما يجعلها تلف بصورة خطرة تؤذي الوجه أو تكسر اليد أو تنزل الى الأرض بسرعة كبيرة إذا كان العمل فوق السلالم أو في مكان مرتفع . ويبين الشكل(١-٧) مقدحا كهربائيا مع المقبض المساعد .



مقدح كهربائي مع المقبض المساعد شكل (١-٧)

١٢ استخدام المقادح الثابتة شكل (١-٨) للمشغولات الكبيرة نسبيا دون تثبيتها بواسطة ملزمة المقدح(١-٩)

	
مقدح كهربائي مع المقبض المساعد شكل (١-٧)	ملزمة مقدح شكل(١-٩)

١٤ استخدام اسطوانات الوقود الغازي بدون منظم الضغط ، من المعلوم ان لكل اسطوانة غاز ضغطا معينا تفحص عليه ، وللسخانات والافران والمدافيء ضغطا معيناً تعمل عنده بصورة جيدة يسمى ضغط التشغيل . يعمد البعض جهلا بخطورة


(١-١٠) آلة القص (الفيبر)

هذا الامر الى توصيل الجهاز مع الاسطوانة مباشرة دون منظم الضغط ، مما يجعل الضغط بالتساوي داخل الاسطوانة وخرطوم الغاز والمرابط ، مما يعرض خرطوم الغازلضغط اعلى من مقدار تحمله يتسبب بتسريب الغاز الذي سرعان ما يشتعل مدمرا المكان والانسان .

ملاحظة

*بعض الاسطوانات تخصص للمبيدات الزراعية أو غاز التبريد ، ولكن البعض يعمد الى تحويلها بشكل مخالف للقوانين مما يسبب الانفجار والدمار .

١٥ التسبب في أذى العين وتلف بشرة الوجه أثناء استخدام ماكنة لحام القوس الكهربائي من غير استخدام وجه اللحام الخاص ، ويبين الشكل (١-١١) وجه لحام القوس الكهربائي .



وجه لحام القوس الكهربائي شكل(١-١١)

١٦ اصابة الأعين بالشرر والوهج الناجم من لحام الأكسي ستالين دون استخدام النظارة الخاصة بذلك اللحام ، ويبين الشكل (١-١٢) نموذجين من نظارات لحام الأكسي ستالين .



نموذجين من نظارات لحام الأكسجين ستالين شكل (١-١٢)

١٧ انفجار اسطوانة الاوكسجين بسبب تزييت مفتاحها ، اذ يحظر تقريب الزيت من اسطوانة الاوكسجين لان هذا يؤدي الى الانفجار والشواهد في هذا كثيرة مما سبب اصابات بالغة .

وستتم ألإشارة لكثير من اجرءآت السلامة المهنية الخاصة بالتمارين العملية في كتاب التدريب العملي إن شاء الله .

أدوات الوقاية وملابس العمل

ولأنك عزيزنا الطالب العنصر الأهم، نوصيك بعدم إهمال لباس العمل ، أو أدوات الوقاية، ومنها :

١ لباس العمل (الأفرهول) :

بارتدائك لباس العمل تقوم بعملك بشكل أفضل وتحافظ على ملابسك الشخصية . ويتكون لباس العمل من قطعة واحدة كما في الشكل(١-٣١)



لباس عمل من قطعة واحدة (١-١٣)



لباس عمل من قطعتين (١-١٤)

أو من قطعتين شكل (١-١٤)، هذا ولكل مهنة لباس عمل خاص بها من حيث اللون ونوع القماش

سـؤال

- ما لون لباس العمل الخاص بكل من الاتية :

١- الطبيب الجراح
٢- الممرض
٣- النجار
٤-الميكانيكي

ملاحظة

*يباع هذا النوع من الأحذية بمواصفات خاصة في متاجر بيع العدد .

٢ **حذاء العمل** : وهو حذاء سميك يشد القدم جيدا، ويزود بقطعة من الفولاذ فوق الاصابع بشكل مخفي ، يقيها من الإصابة إذا سقط عليها أدوات أو عدد، كما يقي العامل من التزحلق، ويسهل حركته أثناء العمل ويبين الشكل(١-١٥) أنواعا من أحذية العمل



نماذج من أحذية العمل شكل (١-١٥)

٣ **النظارات الواقية** : للمحافظة على الأعين من الأجسام المتطايرة (الرايش) أو الشرر الناتج من عملية اللحام او القص، أو الأتربة جراء الحفر بالمطرقة والأزميل، ويبين الشكل (١-١٦) نماذج من النظارات الواقية وغالبا ما تكون من الجلاتين الشفاف .



نماذج من النظارات الواقية شكل (١-١)

٤ غطاء الرأس (الخوذة) :

(الخوذة) وغالبا تصنع من اللدائن القوية غالباً لأنها تتحمل الصدمات وبها تحافظ على شعرك نظيفا ، وتقي رأسك من سقوط أجسام ثقيلة عليه .

٥ القفازات :

تستعمل لوقاية اليدين من الإصابات أو الحرارة أو الاتساخ أثناء العمل ، ويبين الشكل (١-١٧) نماذج مختلفة من قفازات العمل متعددة الأستعمال .



نماذج مختلفة من قفازات العمل متعددة الأستعمال شكل (١-١٧)

٦ الكمامات :

وتتكون من مواد مسامية عضوية او صناعية تختلف في دقتها وسماكتها ودرجة تنقيتها تبعا لطبيعة العمل .

وبإستخدامك الكمامات تحافظ علي الجهاز التنفسي من غاز اللحام ورائحة الدهان ومذيباته عند طلاء الأنابيب ضد الصدأ ، ويبين الشكل(١-١٨)نماذج من الكمامات .



نماذج من الكمامات شكل(١-١٨)

٧ واقي الأذنين :



نموذج لواقي الأذنين من الضجيج شكل (١-١٩).

تصنع الاصناف الجيدة من الجلد على شكل السماعات ، والاصناف البسيطة تتكون من قطعة اسفنجية مربوطة بخيط لسحبها من الاذن ، وهذا النوع يستخدم لمرة واحدة فقط ، وباستخدامك لواقي الأذنين تحافظ على سمعك خاصة عندما تقوم بأعمال الحفر بواسطة الآلات التي تصدر ضجيجا عاليا ، ويبين الشكل (١-١٩) نموذجا من واقي الأذنين من الضجيج .

هذا عزيزنا الطالب بعض ما يتعلق بسلامتك الشخصية ، أما يتعلق بمكان العمل فنوصيك



طفايات و خراطيم مياه خاصة بالإطفاء شكل(١-٢٠).

١ توزيع طفايات الحريق في أماكن مختلفة من مكان العمل وتجديدها وتجهيزها وتركيب مصدرا للمياه المضغوطة مع خراطيم مياه خاصة بالإطفاء شكل (١-٢٠).

٢ تجهيز خزانة للإسعاف الأولي تثبت في مكان ظاهر وتجدد محتوياتها باستمرار .

٣ إزالة مخلفات العمل باستمرار .

٤ عدم استخدام العدد التالفة والاحتفاظ بها في مكان خاص لحين استهلاكها وشطبها رسميا من سجلات العهدة .

٥ التقيد بالتعليمات الواردة في اللوحات الإرشادية الموزعة في نواحي مشغلك .

الأسـئـلـة

■ ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة : -

١ - أصبح استخدام أنابيب الاسبست محظورا بسبب :.

أ ـ ارتفاع ثمنها ب ـ عدم توفر المواد الخام ج ـ التسبب في أمراض السرطان د - ثقل وزنها .

٢ ـ يعتبر خط الأرضي(Earth) ضروريا مع استخدام :.

أ ـ الأجهزة الكهربائية ذات الجسم المعدني ب ـ الأجهزة الكهربائية ذات الجسم البلاستيكي

ج ـ أجهزة الإنارة د - المضخات فقط .

٣ ـ من فوائد استخدام وجه اللحام في عملية لحام القوس الكهربائي :.

أ ـ حماية العينين ب ـ حماية الوجه ج ـ حماية الوجه والعينين د - حماية الجهاز التنفسي .

■ **ضع صح أو خطأ بجانب العبارات التالية :**

١ ـ يحق لصاحب المصنع تشغيل العمال القاصرين( )

٢ ـ إذا انسكب الزيت على أرضية المشغل ، نغطيه بكمية من الرمل او نشارة الخشب قبل التنظيف . ( )

٣ـ تستخدم الأسلاك الكهربائية الحرارية في الأجهزة الكهربائية الحرارية كالمدافيء . ( )

٤ـ تصنع عدسات نظارات اللحام من اللدائن . ( )

٥ـ يمنع تقريب الزيت او اليد المتسخة به من محبس اسطوانة الأوكسجين لان ذلك قد يؤدي إلى انفجار ينتج عنه إصابات قاتلة . ( )



الـــدرس ٢

العدد والأدوات العامة

سنعرض لك عزيزنا الطالب العدد والأدوات وأجهزة القياس مع شرح موجز، آملين أن تتحقق لك الفائدة التامة أثناء التدريب العملي في المشغل و تنفيذ التمارين العملية المقررة.

أولاً أدوات القياس و تشمل:-

١ **المسطرة الفولاذية**: وتستخدم لأخذ القياسات القصيرة وتخطيط مشغولات الصاج وغيرها



مسطره فولاذية شكل(١-٢١)

٢ **المتر**: وأقدم انواعه يصنع من قطع الخشب او الالمنيوم باطوال متشابهة تطوى فوق بعضها شكل (١-٢٢)،وانحسر استخدامه بعد اختراع المتر ذو الشريط الفولاذي (المتر الكرار)، شكل (١-٢٢). ويتوفر بأطوال مختلفة من(١-٧)م ويتكون من شريط فولاذي مرن يلف تلقائيا بعد استعماله في علبة صغيرة معدنية أو بلاستيكية.



متر خشب مطوي (شكل ١-٢٢)



متر شريط فولاذي (شكل١-٢٣)

وهناك أنواع تصنع من شريط قماش متين (كركر) ويصل الى٥٠م و يستعمل هذا النوع لقياس المسافات الطويلة كتخطيط الملاعب ، وقياس شبكات المياه الرئيسة في المدن وتوزيع أعمدة الهاتف، شكل (١-٢٤)

وهناك أنواع رقميةٌ تقوم علي مبدأ الليزر كما في الشكل (١-٢٥) .



متر قماش طويل شكل(١-٢٤)



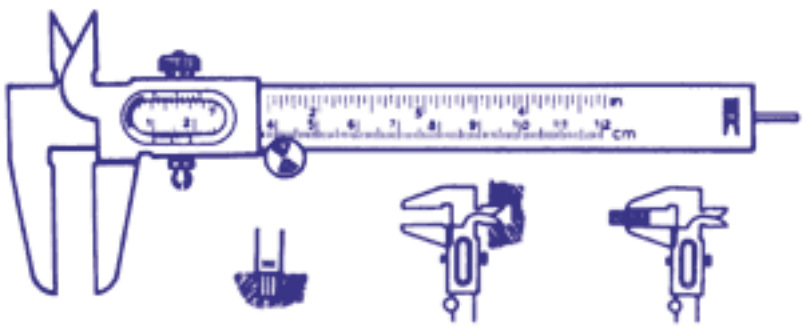
متر قماش طويل شكل(١-٢٤)





متر رقمي يعمل بأشعة الليزر (١-٢٥)

٣ **الورنية (الكليبر)**: وتستعمل لأخذ ألقياسات الصغيرة حتى اعشار المليمتر لأقطار الأنابيب من الداخل والخارج، أوقياس أعماق المشغولات، ومنها الأنواع العادية شكل(١-٢٦) : ويتكون من قطعتين معدنيتين الأولى ثابتة ومدرجة والثانية منزلقة .



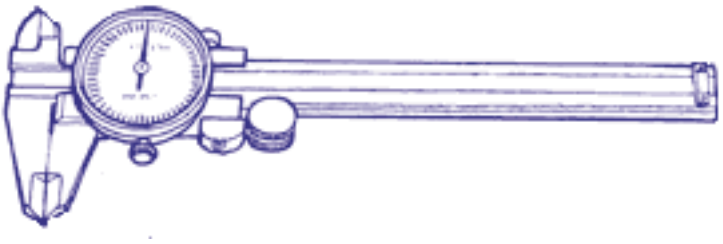
ورنية مدرجة (١-٢٦)

ومنها الأنواع الرقمية التي تعطينا قياسات مقروءة، شكل(١-٢٧)



ورنية رقمية شكل (١-٧٢)

ومنها ذات المؤشر(عداد) شكل، (١-٢٨).



ورنية ذات مؤشر(١-٢٨)

٤ **الميكروميتر**: ويصنع من الفولاذ الغير قابل للصدأ، ويتكون من فك على شكل حرف C، يدور في أحد طرفيه عمود مسنن ويستعمل في قياس السماكات الدقيقة جداً حتى ١/١٠٠٠ من السنتيمتر.

ومنه العادي شكل(١-٢٩)	ومنه الرقمي، شكل(١-٣٠)
	
ميكروميتر ذو تدريج شكل (١-٢٩)	ميكروميتر رقمي شكل (١-٣٠)

٥ **الفرجار المعدني** : ويصنع من المعدن وله طرفان مدببان ويستعمل

١ لرسم الدوائر على ألواح الصاج .

٢ تقسيم المشغولات إلى مسافات متساوية .

٣ قياس الاقطار الخارجية او الداخلية للأنابيب او المشغولات المفرغة من الداخل .

٤ قياس اقطار الاجسام الكروية .

وبعض انواعه الحديثة مزود بساعة مدرجة تعطي القياس بمجرد فتح طرفيه، ويبين الشكل(١-٣١) أنواعا مختلفة من ألفراجير ألمعدنية .



ورنية مدرجة (١-٢٦)

أنواع مختلفة من الفراجير المعدنية متعددة الاستعمال شكل (١-٣١)

ثانياً المـفـكـات :(screwdrivers)

ومنها ما يتم إدارته باليد، أو بالكهرباء، أو بالهواء . وتصنع اليدوية منها من قضيب فولاذي . ومقبض من اللدائن القوية، ويمنع الضرب على مقبض المِفك بالمطرقة . ومنها الأنواع القصيرة جداً والعادية والطويلة حسب الاستعمال ومنها : -

١ مفك ذو رأس مبسط عادي شكل (١-٣٢)

٢ مفك ذو رأس مصلب شكل(١-٣٣)

٣ مفك ذو رأس سداسي شكل (١-٣٤)

٤ مفك لأشغال الكهرباء (المفك الفاحص) tester شكل (١-٣٥)

وهناك أنواع كثيرة لِمشغولات خاصة .



مفك ذو رأس مبسط عادي شكل (١-٣٢)



مفك ذو رأس مصلب شكل(١-٣٣)



مفك سداسي شكل (١-٣٤)



مفك تستر شكل (١-٣٥)

ثالثاً المفاتيح (wrenches):

وتصنع من الفولاذ ، وتستعمل لِشد وفك الصواميل والبراغي عند تجميع أو صيانة الأجزاء الميكانيكية ومنها أنواع كثيرة :

١ مفتاح الشق :

ويتوفر بمقاسات مختلفة وهو الأكثر شيوعاً وعادةً ما يكونمختلف المقاسات في كل طرف . شكل (١-٣٦) وأحيانا بطرف واحد شكل ، (١-٣٧) .



مفتاح شق مختلف المقاسات . شكل (١-٣٦)



مفتاح شق بطرف واحد شكل(١-٣٧)

٢ مفتاح الرنج (المفتاح الحلقي) :

ومنه اشكال و مقاسات مختلفة في كل طرف ويحيط برأس البرغي السداسي من كل الجوانب كالحلقة . ويبين الشكل (١-٣٨) المفتاح الحلقي .



المفتاح الحلقي شكل (١-٣٨)

٣ شق رينج :

ويجمع بين النوعين السابقين إلا أنه يحمل نفس المقاس من كل طرف . شكل (١-٣٩)



مفتاح شق رنج شكل (٣٩)

٤ مفتاح شق متغير القياس (سويدي) :

ويستعمل لِمقاسات متغيرة ولاينصح باستعماله في الأعمال القوية، شكل (١.٤٠) .



مفتاح شق متغير القياس شكل (١.٤٠)

٥ المفتاح السداسي (Allen) :

ويستعمل للبراغي ذات الرأس السداسي الداخلي

ومنه المقاسات الصغيرةجداً والكبيرة، والمقاسات الشائعة الاستعمال من ١٠.٢ملم . شكل (١.٤١)



المفتاح السداسي (Allen) شكل (١-١٤)

٦ **المفتاح الخطاف** : ويستعمل للصواميل ذات الأطراف المشقوقة

والأجزاء الأسطوانية التي على محيطها الخارجي أضلاع أو ثقوب خاصة . شكل(٢-٢٤)



المفتاح الخطاف شكل (١-٤٢)

رابعاً مفتاح البوكس:

وهو على شكل كأس يلبس رأس البرغي أو الصامولةويتوفر بمقاسات مختلفة من٥ملم ويصل إلى ٥٠ ملم شكل(١-٤٣)، وله يد عادية أو أتوماتيكية أو مفصلية، أو يد تعمل بضغط الهواء .

وهناك يد معيارية لِشد البراغي وفق قوة معينة مع مؤشر أو رقم يظهر قوة الشد بالكيلو غرام/ سم٢ . شكل(١-٤٤)



طقم مفتاح البوكس شكل (١-٤٣)



يد مفتاح بوكس معيارية لِشد البراغي شكل(١-٤٤)

رابعاً الزراديات:-

ومنها أنواع كثيرة، ومنها الخاص بالأعمال الكهربائية، ونميز هذا النوع بالعازل الكهربائي على مقبضها، ويمنع استعمالها لربط أوفك الصواميل أوالبراغي لأنها تتلف أشكالها السداسية مما يجعل استعمال المفاتيح بعد ذلك، غير ممكنا. ومنها: -



الزرادية ذات الرأس المبسط(١-٤٥)

١ الزرادية ذات الرأس المبسط: -

وتستعمل لربط الأسلاك ومسك المشغولات شكل (١-٤٥)

٢ الزرادية ذات الرأس المبسط متعددة الفتحات:

ومنها ذات الفتحتين أوأكثر ليتسع فكها لمسك قطع كبيرة. شكل (١.٤٦)



الزرادية ذات الرأس متعدد الفتحات شكل(١.٤٦)

٣ الزرادية ذات الفك الرفيع:

ومنها ذات الرأس المستقيم، أو الرأس المائلبزاوية قائمة أو منفرجة، وتستعمل لالتقاط أو وضع القطع الدقيقةحيث لا تصل أصابع اليد، شكل (١.٤٧)

٤ زرادية الكبس:

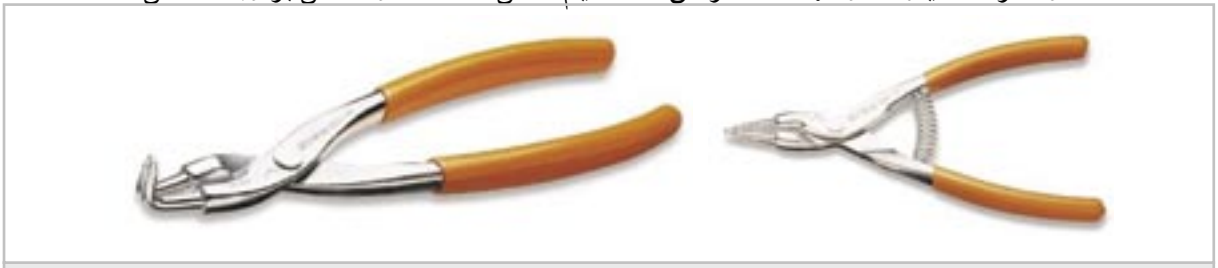
وتستعمل لربط قطعتين بإحكام بشكل مؤقت، وتفك بالضغط على كبسة خاصة، ومنها ذات الفك العادي شكل(١.٤٨)، أو الفك الرفيع شكل (١.٤٩)، أو على شكل ملقط لتثبيت مشغولات الحدادة عند تجميعها. شكل (١-٥٠).



الزرادية ذات الفك العادي شكل (١.٤٨) زرادية الكبس ذات الفك الرفيع شكل(١.٤٩) زرادية الكبس على شكل ملقط شكل(١.٥٠)

٥ الزرادية العكسية : -

وتستعمل لوضع أو سحب الزنمركات الحلقية (الكبشايات) أثناء تجميع أو صيانة الأجزاء الميكانيكية كالمضخات أو أجزاء السيارات ومنها ذات الرأس المستقيم شكل (١-٥١) أو المائل بزاوية . شكل (١-٥٢)



الزرادية العكسية ذات الرأس المستقيم شكل (١-٥١)　　الزرادية العكسية ذات الرأس المائل شكل (١-٥٢)

خامساً المطارق:

وتتنوع أشكالها و استعمالاتها ، وتصنع من الفولاذ أو اللدائن، أو الخشب، أو النحاس، حسب طبيعة الاستخدام، وجميعهالها يد خشبية قوية، أو بلاستيكية، أو معدنية، وغالبا يكون احد طرفيها مستويا، وشكل الطرف الآخر يحدد اسمها وطبيعة استخدامها . والمطارق مختلفة الأوزان تتروح بين ٢، ٠ كغم إلى ٢٠ كغم، والمطرقة المستخدمة لأعمال الحفر اليدوي لتمديدات الأعمال الصحية والكهربائية تزن ١كغم، ومن أنواعها : -

١ المطرقة ذات الرأس المستوي : -

وتستخدم في أعمال الحدادة والسمكرة والحفر ويبين الشكل (١-٣٥) بعض هذه المطارق .



المطرقة ذات الرأس المستوي شكل (١-٥٣)

٢ المطرقة ذات الراس الكروي : -

وتستعمل لأعمال البرشمة شكل (١-٥٤) .



المطرقة ذات الراس الكروي(١-٥٤)

٣ المطرقة ذات الطرف المشقوق : -

وتعرف بمطرقة الطوبار وتستعمل في أشغال البناء وخلع المسامير شكل (١-٥٥) .



المطرقة ذات الطرف المشقوق شكل (١-٥٥)

٤ المطرقة ذات الرأس المطاطي : -

ومنها الصغير والكبير ، وتستخدم لتجميع المشغولات الحساسة ، حتى لا تترك أثرا على المشغولات ويبين الشكل (١-٥٦)اشكالا من المطارق المطاطية .



المطارق المطاطية شكل (١-٥٦)

٥ المطرقة ذات الرأس النحاسي :

وتستخدم لتجميع الأجزاء الميكانيكية والضرب على الأجزاء المتداخلة

لطراوة معدنها وثقلها مثل صيانة مضخات المياه ، ويبين الشكل(١-٥٧)المطرقة النحاسية .



المطرقة النحاسية شكل(١-٥٧)

سادساً الأزاميل:

وتصنع من الفولاذ القاسي، وتستعمل للحفر قبل التمديدات الصحية و الكهربائية في مرحلة التأسيس، كما تستعمل أيضا لقطع المعادن، وتهذيب حجارة البناء . وتختلف ألأزاميل في أطوالها وأشكالها و درجة صلابتها واستعمالاتها، ومنها : -

١ ألازميل المبسط :

وهو ذو حد قاطع عريض، يسن على زاوية تحددها طبيعة استعماله، وتتناسب هذه الزاوية طرديا مع صلابة المعدن المراد قطعه والجدول التالي يبن ذلك .

زاوية القطع لرأس الازميل	المعدن المراد قطعه
٦٥درجة	فولاذ عالي الكربون
٦٥ درجة	الحديد السكب(الزهر) الصلب
٦٠ درجة	الحديد السكب(الزهر) العادي
٥٥ درجة	فولاذ منخفض الكربون
٥٠ درجة	النحاس الأصفر
٤٥ درجة	النحاس الأحمر
٣٠ درجة	الألمنيوم

ويبين الشكل(٥٨.١) أشكالا للأزميل المبسط .



الأزميل المبسط شكل (٥٨.١)

٢ ألأزميل ألمدبب الرأس (أزميل شوكه) :

وهو ذو رأس على شكل هرم رباعي ويستعمل في أعمال الحفر، ويبين الشكل (٥٩.١) ازميل الشوكه .



أزميل ألشوكه شكل (١.٥٩)

وعند استعمال ألأزاميل بشكل عام، يفضل استعمال واقي اليد المطاطي ليقي اليد من الضربات. ويبين الشكل (١.٦٠)واقي اليد المطاطي أللذي يركب على الازميل.



واقي اليد المطاطي أللذي يركب على الازميل
شكل (١.٦٠)

تحذير :

يجب إزالة الأجزاء المفلطحة من جهة الضرب على رأس الازميل خوفا من تفتتها أثناء الضرب مما قد يسبب الأذى للعامل أو من يجلس قربه.

سابعاً السنابك:

وتشبه الأزاميل من حيث مادة الصنع والشكل إلا أنها أصغر

ومن أنواعها : -

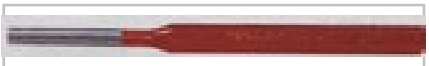
١ سنبك النقطة :



سنبك النقطة شكل (١.٦١)

ويستعمل لعمل نقطة صغيرة ترتكز على ريشة المقدح قبل البدء بالقدح مما يقلل انزلاقها، كذلك يستعمل لتحديد أماكن القطع أو البرادة و التسوية للمشغولات المعدنية، و يصنع من الفولاذ القاسي ورأسه مدبب، ويبين الشكل (١.٦١) سنبك النقطة.

٢ سنبك الطرد :



سنبك الطرد شكل (١.٦٢)

ويستعمل لطرد الأسافين من الأجزاء الميكانيكية ويتوفر بأقطار مختلفة من (٢-١٠)ملم وهو مصنوع من الفولاذ القاسي وطرفه دائري المقطع و مستوي تماما، ويبين الشكل (١.٦٢) سنبك الطرد.

٣ سنبك التعليم (الخطاط) : -

وهو ارفع من الأصناف السابقة ومدبب من الطرفين بشكل ابري حاد، ويستعمل لتخطيط ألواح الصاج قبل قصها، ويبين الشكل (٦٣.١) سنبك التعليم (الخطاط).



سنبك التعليم (الخطاط) شكل (٦٣.١)

٤ سنبك التخريم :



سنبك التخريم(الزامبة) شكل (٦٤.١)

وهو ما يعرف (بالزامبة)ويضرب علي طرفه بالمطرقة بعد وضع طرفه الحاد على الجلد ويستخدم لقص الجاد بشكل دائري، وأحد طرفيه مفرغ وحاد جدا ويتوفر بأقطار من(٢-٠٣)ملم أو أكثر ويجب وضع الجلد المراد قصه على خشبة قاسية أو معدن لين مثل الألمنيوم قبل الضرب عليه ولا يوضع على طاولة حديدية صلبة لأن ذلك يؤذي طرفه الحاد ولا يعود قابلا للاستعمال، ويبين الشكل (١-٦٤) سنبك التخريم(الزامبة).



زرادية التخريم(الزامبة) شكل (٦٥.١)

وهناك نوع اخر على شكل زرادية يحتوي على مجموعة زمبات صغيرة الاقطاريستعمل لعمل ثقوب صغيرة في الجلد مثل جلود بطارية الماء ، ويبين الشكل (١-٦٥) زرادية التخريم(الزامبة).

ثامناً أدوات البرشمة: والبراشيم أو التباشيم نوعان:

١ برشام سحب :



فرد تبشيم يدوي شكل (٦٦.١)

ويكثر استعماله في تركيبات الألمنيوم أوتثبيت بعض المشغولات ومادته من الألمنيوم يتوسطه مسمار طويل ويتوفر بأطوال وأقطار مختلفة، فمثلا تباشيم ألمنيوم ١٥/ ٥ يفهم منها تباشيم قطر ٥ملم وطول ١٥ ملم، وتستعمل بواسطة فرد تبشيم يدوي شكل (٦٦.١)، أو فرد يعمل بالهواء المضغوط.

٢ برشام الطرق :

وهو كالنوع السابق من حيث القطر والطول ، ويعد من طرق التثبيت القديمة التي يستعملها الحدادون لتجميع الأبواب والحمايات ، ومادة صنعها من الحديد أو الألمنيوم أو النحاس ، ويستخدم سنبك التبشيم لتهذيب مكان الطرق وللحصول على شكل محدب .

تاسعاً المـــبـــارد:-

وتستعمل في تهذيب أطراف المشغولات وإزالة الأطراف الحادة أو لتخفيف سماكة أو أقطار بعض المشغولات ، وتصنع من الفولاذ القاسي جدا وتتفاوت في درجة الخشونة والنعومة والأطوال ، وتعرف بشكلها واستخدامها فنقول مثلا : مبرد حديد مبسط ، أو مبرد خشب محدب ، ومن أصنافها : -

١ المبرد البسط الناعم أو الخشن ومقطعه مبسط .

٢ المبرد الدائري الناعم أو الخشن ومقطعه دائري

٣ المبرد المربع الناعم أو الخشن ومقطعه مربع

٤ المبرد المثلث الناعم أو الخشن ومقطعه مثلث

٥ مبرد السكين الناعم أو الخشن واحد حافتيه مبسط والأخر كحد السكين .

٦ مبرد الخشب الناعم أو الخشن ومقطعه كالأصناف السابقة

ويمنع استخدام المبارد دون مقابض . ويبين الشكل(١-٦٧) مجموعة من المبارد .



مجموعة من المبارد شكل(١-٦٧)

تاسعاً مـقـصـات الـصـاج:

ومنها ما يستعمل لقص ألواح الصاج يدويا . ومنها الكهربائي ومنها المقصات الكبيرة والهيدرولوكية . والمقصات اليدوية ذات فك مستقيم او فك منحني يقص يمينا أو يسارا بشكل دائري ، ويبين الشكل (١-٦٨) المقصات اليدوية .



مقصات الصاج اليدوية شكل (١-٦٨)

عاشراً الـمـقــادح:

و بها تصنع الثقوب ، ولا غنى عنها للمهني أو لغيره فهي تلزمنا في حياتنا العملية والبيتية ، تثبت بواستطها العلاقات وألبرادي و البراويزويبين الشكل(٦٩.١)مقدحا كهربائيا محمولا .

وقد كانت المقادح معروفة منذ القدم حيث كانت تدار باليد ولا تزال اليدوية تباع في الأسواق حيث تستعمل عند عدم وجود كهرباء ، ومنها ما يدار بالهواء المضغوط شكل (٧٠.١)



مقدح كهربائي محمول باليد شكل(٦٩.١)



مقدح يدار بالهواء المضغوط شكل (١-٧٠)

والأصناف الكبيرة تثبت على طاولة أو على الأرض ، ويجب عند استعمالها توخي الحذر ، وقد نبهنا لهذا في الدرس الاول اذ لا يجوز استخدامها دون ربط المشغولات على ملزمة المقدح الخاصه ويبين الشكل (٧١.١)مقدحا ثابتا .

ومن المقادح ذات القوة الكبيرة ما تستعمل لعمل الثقوب في الجدران أثناء التمديدات الكهربائية أو الصحية . شكل(٧٢.١)



مقدح لعمل الثقوب في الجدران شكل(٧٢.١)



مقدح كهربائي ثابت الشكل (٧١.١)

وهناك من المقادح ما يدار بواسطة بطارية مشحونة ، ويستخدم عند عدم توفر كهرباء كالورش الغير جاهزة ، ويبين الشكل (٧٣.١) مقدحا يعمل على بطارية الشحن . وتيستخدم لذلك أنواع كثيرة من الريش لكل استعمالها وطريقة صيانتها . ق ريش الفولاذ مثلا التي تستعمل لثقب المعادن موجودة بالمليمترات و أعشار المليمترات وتسن بدقة حسب زاوية مدروسة إذا لزم الأمر و هناك ريش الحجر التي لا تستعمل إلا في ثقب الباطون والحجر ولا تسن ابدآ .



مقدح يعمل على بطارية الشحن شكل(١-٧٣)

الحادي عشر أدوات تحديد المستويات:

من الطبيعي أنك إذا نظرت الي لوح ، الصف ورأيته مائلاً أو نظرت الى عمود قائم ،ووجدته مائلاً ، لما أسرك ذلك ، لذا عليك أن تسعمل أدوات تحديد المستويات في تثبيت أشغالك ، ولهذا نعرفك بنوعين من إدوات تحديد المستويات :

١ ميزان الماء :

وكل مهني يستعمله يجب عليه التأكد من صلاحيته للعمل ، وعادة يستعمل لرسم خطوط عمودية أو أفقية أو مائلة على درجة معينة ، ويبين الشكل (١-٧٤) ميزان ماء عادي .



ميزان ماء عادي شكل (١-٧٤)

ومع التقدم التقني ظهرت أنواع حديثة رقمية علية الدقة والشكل (١-٧٥) يبين هذا النوع .



ميزان ماء رقمي شكل (١-٧٥)

٢ بربيج الشقلة :

وهو بربيج شفاف يملأ بالماء إلا قليلا ويعمل حسب نظرية الأواني المستطرقة وللتبسيط نقول أنه كحرف U بحيث حين يكون مستوى الماء في احد طرفيه على ارتفاع معين ، يكون في الطرف الأخر نفس الارتفاع ، ويستعمل في التمديدات الصحية لأخذ مستوى البلاط . والشكل (١-٧٦) يبين بربيج الشقلة ومحابس تركب على طرفيه لحفظ الماء .



بربيج الشقلة شكل (١-٧٦)

الثاني عشر الـمـنـاشـيـر:

ومنها اليدوية التي تستخدم لقص المعادن والانابيب ، وتتكون من هيكل معدني ونصله فولاذية وعند تركيبها يجب أن تكون أسنان النصلة باتجاه عملية القطع ، والنصلات الفولاذية منها الجيد والقليل الجودة ومنها المرن (HSS) ومنها الكربونية (HCS) التي تنكسر إذا لم تستعمل بدقة واستقامة . والشكل(١-٧٧)يبين المناشير اليدوية .



المناشير اليدوية شكل (١-٧٧)

ومن المناشير الأصناف الآلية وهي على نوعين :



المنشار الترددي شكل (١-٧٨)

١ لمناشير الترددية :

وتستخدم في قطع الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة وغير ذلك من المعادن والشكل (١-٧٨) يبين المنشار الترددي

٢ المناشير ذات القرص الدوار باتجاه واحد

يمكن حملها الى الورش بسهولة ، وتستعمل لاعمال الحدادة والأنابيبوالشكل (١-٧٩)يبين المنشار ذو القرص الدواروا ستعماله .



المنشار ذو القرص الدوار شكل(١-٧٩)

كمل الفراغ في الجمل الآتية :

١ من أنواع الأمتار المستخدمة في القياس هي :
١- ..... ٢- ..... ٣- .....

٢ لقياس سمك ورقة نستخدم .....

٣ لقياس القطر الخارجي للكره نستخدم .....

٤ لحفر مكان الأنابيب في الحائط نستخدم الأزميل.....

٥ عند ذهابنا إلى ورشة ليس فيها مصدر كهرباء نستعمل المقدح.....

٦ لتمديد الاستواء الأفقي للأنابيب نستعمل .....



الـــــدرس ٣

العدد والأدوات الخاصة بالمهنة

أولاً مقصات الأنابيب:

١ مقصات أنابيب الحديد :

ولكل نوع من الأنابيب مقصات خاصة، و الأنابيب الأكثر استعمالا في مهنتنا هي أنابيب الحديد، ولها مقصات ذات شفرة و عجلات و ذراع تدوير بعضها كهربائي، ويبين الشكل (١-٨٠) مقصات أنابيب الحديد .



مقص أنابيب الحديد شكل (١-٨٠)

٢ مقصات أنابيب النحاس :

وتشبه مقصات أنابيب الحديد ومنها الصغير جدا الذي يستخدم في الأماكن الضيقة، ومنها الحجم العادي شكل (١-٨١).



مقصات أنابيب النحاس شكل (١-٨١)

٣ مقصات أنابيب البلاستيك :

وتستخدم لقص أنابيب البلاستيك التي تستخدم للتمديدات الصحية وأعمال التدفئة من قطر ١٦ ـ ٣٢ملم والشكل (١-٨٢) يبين هذا النوع من المقصات .



مقص أنابيب البلاستيك شكل(١-٨٢)

ثانياً زرادية توسيع أو تنظيم الأنابيب الطرية:-

كأنابيب الرصاص أو ألنحاس أو أنابيب الصاج وتستعمل للأقطار المختلفة بسبب رأسها المخروطي. شكل (١-٨٣).



زرادية توسيع أو تنظيم الأنابيب الطرية
شكل (١-٨٣)

ثالثاً مكمل القطع (الريمر):

في التمديدات الصحية ننصح بقص الأنابيب بواسطة المنشار اليدوي وذلك لعدم بقاء رايش بعد عملية القص. ولكن معظم العاملين في هذا الحقل يستعملون مقص الأنابيب لسهولة استعماله، ولأنه يترك حافة حادة باتجاه قطر الأنبوبالداخلي، يجب إزالة هذه الحافة بواسطة مكمل القطع (الريمر) وهو عبارة عن مخروط فولاذي ذو شفرات مستقيمة أو حلزونية والأصناف المستعملة للأنابيب الكبيرة القطر تكون على شكل مخروط مقطوع والشكل (١-٨٤) يبين مكمل القطع (الريمر).



زرادية توسيع أو تنظيم الأنابيب الطرية شكل (١-٨٤)

رابعاً ملازم الأنابيب:

و عليها تثبت المشغولات لإجراء عمليات القص والتسنين والتجميع والملازم أنواع منها الخاص بالأنابيبوهي على عدة أنواع:

١ ملزمة أنابيب تركب على طاولة:

وهي ذات فك متحرك إلى أعلى، وفك على الجزء السفلي والجزء السفلي ثابت على الطاولة وهناك ملقط يجمع بين الجزء السفلي والعلوي عند شد الأنبوب، وهذا النوع يستعمل من الأنابيب الصغيرة نسبيا حتى ٢ أنش، والشكل(١-٨٥) يبين ملزمة أنابيب تركب على طاولة.



ملزمة أنابيبتثبت على طاولة شكل(١-٨٥)

٢ ملزمة أنابيب متنقلة :

ولها طاولة متنقلة لتحمل إلى أماكن التركيب في الورش والشكل(١-٨٦) يبين ملزمة أنابيب متنقلة



ملازم أنابيبمتنقلة شكل (١-٨٦)

٣ ملزمة الجنزير :

وتختلف عن الصنف السابق بوجود جنزير بدل الفك العلوي يلف حول الأنبوب ويثبت على الفك الثابت بواسطة يد تثبيت خاصة، ويستوعب هذا النوع من الملازم أقطار كبيرة من الأنابيب، ويبين الشكل (١-٨٧) ملازم الجنزير .



ملازم الجنزير شكل (١-٨٧)

٤ ملزمة تجميع الأنابيب لعملية اللحام :

نستطيع بواسطتها تثبيت انبوبتين بوضع مستقيم قبل عملية اللحام وبهذا نحصل على لحام جيد . والشكل (١-٨٨)يبين هذه الملزمة .



ملزمة تجميع الأنابيبلعملية اللحام شكل (١-٨٨)

٥ الملزمة ذات الفك المستقيم :

وتستخدم لأغراض الحدادة ولمسك المشغولات الغير اسطوانية ولا يجوز ربط الأنابيب عليها لأنها تحول مقطعها الدائري إلى بيضاوي ، ويبين الشكل (١-٨٩) ملزمة ذات الفك المستقيم .



ملزمة ذات الفك المستقيم شكل(١-٨٩)

خامساً أدوات التسنين:

ومنها اليدوية ومنها الآلية وبعضها يستخدم لتسنين القضبان المبرومة



طقم تسنين يدوي شكل(١-٩٠)

أو الثقوب الداخلية وسنتناول هذا الموضوع اثناء التدريب العملي ان شاء الله، والشكل(١-٩٠) يبين طقم تسنين يدوي لعمل المسننات الداخلية كالصواميل والخارجية كالبراغي .

والذي يهمنا في مهنتنا بشكل خاص ما يتعلق بتسنين أنابيب الحديد .

١ أداة التسنين اليدوية:-

وتتكون من الأجزاء التالية :



الاسوارة شكل (١-٩١)

أ الاسوارة :

وهي التي تحوي اللقمة شكل (١-٩١) .

ب اللقمة :

وهي التي تحمل مجموعة الأسنان المكونة من أربع قطع، مرقمة من ١-٤ تركب أماكنها المرقمة بنفس الرقم، وبعد إجراء صيانة أو تبديل لبعض الأسنان، يجب التأكد من رقم السن ورقم موضعه ويبين الشكل (١-٩٢) طقم لقم الاسنان .



طقم لقم الأسنان شكل (١-٩٢)

ج لاقط اللقمة :

وهو الذي يثبت اللقمة داخل الاسوارة ويحدد اتجاه حركتها وعلى لاقط سهم يدل على اتجاه الحركةوالشكل (١-٩٣) يبين يد التختاية (الاسوارة) التي تحتضن مجموعة اللقم ويظهر عليها اللاقط من اعلى .



شكل (١-٩٣)

د الذراع :

هو ذراع القوة التي يحرك أداة التسنين وهو أنبوب بقطر ¾ انش مثبتة على الاسوارة من اليمين في الشكل (٩٤.١).

وطقم أداة التسنين يحوي في الغالب ثلاث لقم ثابتة المقاس، بقياس ١/ ٢، ٣/ ٤، ١، انش، وبعض الشركات تنتج أقيسة اكبر حسب الطلب والشكل (٩٥.١) يبين مجموعة من ادوات تسنين الانابيب اليدوية.



شكل (١-٩٤) : أساور التثبيت



شكل (٩٥.١) : مجموعة من أدوات تسنين الأنابيب اليدوية

وأثناء عملية التسنين تطبق قواعد هامة ، أهمها :

١ تزييت مكان السن بالزيت المعدني مما يسهل عملية التسنين، ويحافظ على أسنان آلة التسنين وأسنان المشغولات.

٢ عكس اتجاه آلة التسنين لفة واحدة إلى الخلف لتكسير الرايش (فضلات التسنين) ثم إعادتها، لإكمال عملية التسنين.

وهناك لقم متغيرة المقاسات منها اليدوي، ومنها ما يركب على آلة التسنين.

٢ آلة التسنين الكهربائية :ومنها المحمول باليد شكل (٩٦.١).



شكل (٩٦.١) : آلة التسنين الكهربائية المحمولة

و الآلات الثابتة التي تقوم بكل ما يلزم لعملية التسنين من قص وتنظيف من الرايش بمكمل القطع (الريمر) وتسنين و تزييت شكل(٩٧.١)



شكل(٩٧.١) : ماكنة التسنين الكهربائية

ويمكن إضافة ملحقات لهذه الآلة مثل أدوات تسنين الأنابيبالقصيرة (النبل) شكل(٩٨.١) .



شكل(٩٨.١) ملحقات ماكينة التسنين لعمل النبل (الأنبوبالقصيرة جدا)

ويلزمنا تسنين بعض القضبان المبرومة أحيانا ، أو إعادة تسنين البراغي المضروبة، أ وفتح أسنان جديدة في بعض القطع الميكانيكية مثل المضخات أو سخانات المياه وتستعمل لهذا الغرض أدوات تسنين يدوية بسيطة، نوضح طريقة وقواعد استعمالها في التدريب العملي .

الأسـئـلـة

❋ ضع إشارة √ أو × أمام العبارات الآتية :

١ لقص الأنابيب النحاسية والحديدية نستعمل نفس المقص .

٢ نستعمل الريمر لإزالة الحواف والرأس بعد قص الأنابيب .

٣ تستعمل الملزمة ذات الفك المستقيم لتثبيت الأنابيب أثناء نشرها .

٤ أدوات التسنين قد تكون آلية أو يدوية .

٥ يتم تسنين الأنابيب بعد تزيتها .



وحدات القياس (Measuring Units)

كثيراً ما نحتاج في حياتنا المهنية لاستعمال أدوات القياس بصورها المختلفة من أطوال ومساحات وحجوم وأوزان ودرجات حرارة وغير ذلك . ولكي نحقق أهدافنا نحن العاملون في حقل التمديدات الصحية والتدفئة المركزية في حل أي مشكلة تواجهنا، ونتميز بالعلم والمعرفة لابد من الإلمام بوحدات القياس وأنظمتها الماما جيداً ، خاصة وان مهنتنا عالمية تستعمل فيها وحدات القياس بأكثر من نظام ، فلو طلب منك تمديد خط أنابيب لإحدى الضواحي بقطر ٢ انش وطول ٢ كم ، يتملكك العجب إذ كيف تستعمل المقاييس البريطانية والمقاييس الفرنسية في عبارة واحدة .



ولو قمت بتركيب مضخة مياه على بئر لرفع مياه الامطار المتجمعة في البئر إلى الخزان على سطح البناية وكانت النشرة الفنية المرفقة (كتالوج) مع المضخة تشير إلى قدرة ضخ مقدارها ١٦٠ جالون في الساعة ، لتساءلت هل الجالون من الوحدات الفرنسية أم البريطانية أم أنّ المقصود هنا الجالون الأمريكي ؟؟

ولو قمت بتركيب جهاز للتدفئة في أحد البيوت وكانت درجة الحرارة المطلوبة داخل الغرفة ٢٠ مْ ، ولكن منظم درجةحرارة الغرفة معيّر على ٦٨ فْ ماذا ستفعل ؟؟

من هنا عزيزي الطالب لم نجد بداً من تعريفك بوحدات القياس وأنظمتها بالرغم من دراستك لها في مراحل متعددة من حياتك .

في مهنتنا بشكل خاص والى وقتنا الحاضر لم يعتد الفنيّون على استخدام النظام العالمي للوحدات ، حيث أن المصانع ما زالت تنتج أدوات التسنين وقطع الوصل بالمقاييس البريطانية ، فلو دخلت متجرا لشراء حنفية

حديقة وسألك عن مقاسها ، لأجبته : حنفية ٢/ ١ً ، ولو طلبت أنبوب مجلفن بطول ٦م وقطر ١ً وسمعك احد المهنيين لاستغرب من هذه الإزدواجية في استعمال انظمة القياس .

من هنا سنقوم بعرض لوحدات القياس التي لا بد من استعمالها في مهنتنا تاركين لك ولنشاطك التوسع في معرفة ما يزيدك علماً ويلزمك في دراستك الجامعية أو في عملك المنتظر ، **كما في الجداول في نهاية الوحدة** .

الأسـئـلـة

١ عبر عن الكميات الفيزيائية التي تقاس بها كل من الوحدات الاتية :
بوصة مربع

أ كيلو واط ساعة

ب نيوتن

ج متر مكعب

د باوند/ بوصة مربع

هـ ميل / ساعة

و سنتمتر زئبق

ز كالوري

٢ اجر عمليات تحويل وحدات القياس التالية إلى الوحدات المشار إليها :

٣٠ قدم	. . . . .	م
٢ حصان	. . . . .	واط
٢٥ باسكال	. . . . .	سم زئبق
١٠٠ كيلو واط ساعة	. . . . .	جول

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

الأسـئـلـة

١ اذكر خمسا من الأسباب التي قد تؤدي إلى إصابات العمل .

٢ استحضر ما تتذكر من الحوادث المهنية .

٣ ما هي الحوادث المهنية التي قد تنجم عن عمليات اللحام المختلفة؟

٤ من وسائل الحماية من الإصابات لباس العمل وأدوات الوقاية . وضح ذلك من خلال استعراض عناصر لباس العمل وأدوات الوقاية مبرزا إسهام كل منها في سلامة العامل الشخصية .

٥ يمكن تعزيز إجراءات السلامة في مكان العمل من خلال عدد من التجهيزات والتوصيات . اذكرها .

٦ اذكر استخدام كل من الأدوات والعدد التالية :

١ المسطرة الفولاذية .

٢ الكركر .

٣ الميكروميتر .

٤ الفرجار المعدني .

٥ مفتاح الشق متغير القياس (سويدي) .

٦ المفتاح الخطاف .

٧ الزرادية ذات الفك الرفيع .

٨ الزرادية العكسية .

٩ المطرقة ذات الرأس المستوي .

١٠ ماذا لا نستخدم مفتاح الأنابيب لربط القطع المطلية بالكروم؟

١١ لأي هدف قد تحتاج ما يسمى بالريمر؟

١٢ ما هي أنواع ملازم الأنابيب؟ ومتى تستعمل كل منهها؟

١٣ ما هي الوحدة بالنظام المتري التي تستخدم لقياس كل من الكميات الفيزيائية التالية :

١ قطر انبوب

٢ ضغط غاز داخل تنك مغلق

٣ كمية استهلاك مياه في عداد ساعة المياه

٤ كمية استهلاك الكهرباء في عداد ساعة الكهرباء

٥ قدرة مضخة مياه .

٦ الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مياه .

١٤ قطعة ارض ابعادها ١٠٠ قدم في ١٥٠ قدم ، اوجد مساحة الارض بوحدة م٢؟

١٥ جسم مصنوع من الرصاص كتلته ٩٤ , ٢٣ غم وحجمه ١ , ٢سم٣ ، اوجد كثافة الرصاص بوحدة كغم / م٣ (تذكر إن الكتلة =الكثافة xالحجم)

١٦ إذا علمت إن الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مياه في سخان كهربائي من ١٠م إلى ٦٠م هي ٩٠٠٠ واط . اوجد القدرة الحرارية للسخان بالنظام البريطاني ؟

وحدات قياس الأطوال

الوحدة التحويل	م	كلم	يارد	بوصة	قدم	ميل
1 متر	1	10^{-3}	1.0936	39.37	3.281	$6.214X10^{-4}$
1 كيلو متر	10^{3}	1	1093.61	3.937×10^{4}	$3.281X10^{3}$	0.6214
1يارد	0.9144	9.144×10^{-4}	1	36	3	$5.68X10^{-4}$
1بوصة	2.54×10^{-2}	2.54×10^{-5}	2.777×10^{-2}	1	$8.333X10^{-2}$	$1.578X10^{-5}$
1 قدم	0.3048	3.048×10^{-4}	0.333	12	1	$1.894X10^{-4}$
1 ميل	1609	1.609	1760.56	6.336×10^{4}	5280	1

وحدات قياس الكتلة

الوحدة / التحويل	كغم	غم	باوند
1كيلو غرام	1	10^{3}	$6.852X10^{-2}$
1 غرام	10^{-3}	1	$6.852X10^{-5}$
1 باوند	0.453	453	1

وحدات قياس الزمن

الوحدة / التحويل	ثانية	دقيقة	ساعة	يوم	سنة
1 ثانية	1	$1.667X10^{-2}$	$2.778X10^{-4}$	$1.157X10^{-5}$	$3.169X10^{-8}$
1 دقيقة	60	1	$1.667X10^{-2}$	$6.994X10^{-4}$	$1.901X10^{-6}$
1 ساعة	3600	60	1	$4.167X10^{-2}$	$1.141X10^{-4}$
1 يوم	$8.640X10^{4}$	1440	24	1	$2.738X10^{-3}$
1 سنة	$3.156X10^{7}$	$5.259X10^{5}$	$8.766X10^{3}$	365.2	1

وحدات قياس السرعة

الوحدة / التحويل	م/ ث	سم/ ث	قدم / ث	ميل / ساعة
1 متر / ثانية	1	10^{2}	3.281	2.237
1 سنتمتر/ ثانية	10^{-2}	1	$3.281X10^{-2}$	$2.237X10^{-2}$
1 قدم / ثانية	0.3048	30.48	1	0.6818
1 ميل / ساعة	0.447	44.7	1.467	1

وحدات قياس القوة

الوحدة / التحويل	نيوتن	داين	باوند
1 نيوتن	1	10^{5}	0.2248
1 داين	10^{-5}	1	2.248X10 -6
1 باوند	4.448	$4.448X10^{5}$	1

وحدات قياس الطاقة

الوحدة / التحويل	جول	ارغ	قدم . باوند
١ جول	1	10^{7}	0.7376
١ ارغ	10^{-7}	1	$7.376X10^{-8}$
١ قدم باوند	1.356	$1.356X10^{7}$	1
١ كالوري	4.186	$4.186X10^{7}$	3.087
١ وحدة حرارية بريطانية	$1.055X10^{3}$	$1.055X10^{10}$	$7.779X10^{2}$
١ كيلو واط ساعة	$3.6X10^{6}$	$3.6X10^{13}$	$2.655X10^{6}$

وحدات قياس الطاقة

الوحدة / التحويل	كالوري	وحدة حرارية بريطانية	كيلو واط ساعة
١ جول	0.2389	$9.481X10^{-4}$	$2.778X10^{-7}$
١ ارغ	$2.389X10^{-8}$	9.481X10-11	$2.778X10^{-14}$
١ قدم . باوند	0.3239	$1.285X10^{-3}$	$3.766X10^{-7}$
١ كالوري	1	$3.968X10^{-3}$	$1.163X10^{-6}$
١ وحدة حرارية بريطانية	$2.52X10^{2}$	1	$2.93X10^{-4}$
١ كيلو واط ساعة	$8.601X10^{5}$	$3.413X10^{2}$	1

وحدات قياس الضغط

الوحدة / التحويل	باسكال	داين/ سم٢	بار
١ باسكال	1	10	$9.869X10^{-6}$
١ داين / سنتمتر٢	10^{-1}	1	$9.869X10^{-7}$
١ بار (ضغط جوي)	$1.013X10^{5}$	$1.013X10^{6}$	1
١ سنتمتر زئبق	$1.333X10^{3}$	$1.333X10^{4}$	$1.316X10^{-2}$
١ باوند/ بوصة٢	$6.895X10^{3}$	$6.895X10^{4}$	$6.805X10^{-2}$
١ باوند / قدم٢	47.88	$4.788X10^{2}$	$4.725X10^{-4}$

الوحدة / التحويل	سم زئبق	باوند/ بوصة٢	باوند/ قدم٢
١ باسكال	$7.501X10^{-4}$	$1.45X10^{-4}$	$2.089X10^{-2}$
١ داين / سنتمتر٢	$7.501X10^{-5}$	$1.45X10^{-5}$	$2.089X10^{-3}$
١ بار (ضغط جوي)	76	14.7	$2.116X10^{3}$
١ سنتمتر زئبق	1	0.1943	27.85
١ باوند/ بوصة٢	5.171	1	144
١ باوند / قدم٢	$3.591X10^{-2}$	$6.944X10^{-3}$	1

الوحـــدة

٢

الأنابيب وقطع الوصل



قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بسم الله الرحمن الرحيم

الأنابيب وقطع الوصل

مقدمة

تؤدي الأنابيب دوراً أساسياً وهاماً في الحياة العملية فهي القنوات والممرات المستعملة لنقل الغازات والسوائل من مكان لآخر ، حيث يبرز استخداماتها في عدد من الحقول العملية ، نذكر منها :

أ- شبكات المياه والحريق

ب- شبكات التدفئة والتبريد

جـ- شبكات الغاز (بكافة أنواعه)

د- شبكات الصرف الصحي ومياه الأمطار

بالإضافة إلى ذلك ، ففي المجتمعات المتحضرة فإن استخدامات الأنابيب تمتد أيضاً لتشمل عدد من التطبيقات الصناعية مثل المواد الكيماوية ، الأغذية ، الأدوية....وما إلى ذلك.

أهداف الوحدة:

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة وتطبيقاتها :

١- أن تعرف أنواع الأنابيب ومواصفاتها واستعمالاتها.

٢- أن تذكر قطع الوصل المستخدمة في تمديد شبكات الأنابيب.

٣- أن تحدد طرق التوصيل المستخدمة في شبكات الأنابيب.

٤- أن تميز بين أنواع الصمامات واستخدامها.

٥- أن تعدد عناصر شبكات الأنابيب وقراءتها.

٦- أن تستوعب الامور الفنية التي يجب مراعاتها أثناء تمديد شبكات الأنابيب.

١ أنواع الأنابيب واستخداماتها

يتم تحديد مواصفات الأنابيب حسب استخدامها، فالأنابيب يمكن تصنيعها من عدد من المواد المختلفة والتي تشمل الفولاذ ، الحديد المطاوع، حديد الزهر (السكب) ،البلاستيك، النحاس، الزجاج، المطاط، الرصاص، الخشب، الاسبست . . . .

تعتبر عملية اختيار الانابيب عاملاً مهماً في تصميم الشبكات، فهناك عوامل أساسية متعلقة بالخواص الفيزيائية للأنابيب مثل الحرارة، الضغط، تفاعلات المواد الكيماوية، معامل التمدد، . . . . . وبشكل عام فإن أنابيب الفولاذ ، الحديد المطاوع، البلاستيك، والنحاس تعتبر الأكثر شيوعاً واستخداماً.

يمكن تقسيم أنواع الأنابيب إلى نوعيين رئيسيين ، هما : الأنابيب المعدنية و الأنابيب غير المعدنية.

أولاً الأنابيب المعدنية:

وهي الأنابيب المصنوعة من المعادن المختلفة، وتشمل الأنواع التالية :

أ الأنابيب الحديدية والفولاذية :

تصنع هذه الأنابيب من مادة الحديد مضافاً إليه كمية من الكربون بنسب متفاوتة حسب الغاية من استخدام الأنابيب، تستخدم أنابيب الفولاذ والحديد المطاوع بشكل شائع في شبكات المياه والبخار وكذلك خدمات تزويد الزيوت والغاز، كما تستخدم في الصناعة بسبب قوة تحملها ومقاومتها لدرجات الحرارة العالية والضغوط المرتفعة.

هل تعلم : أنه كلما زادت كمية الكربون ازدادت قوة تحمل الأنبوب للضغط والإجهاد.

إن أحجام الأنابيب وقياساتها قد حددت عن طريق مؤسسة المقاييس العالمية(ASHREA Standards) وغيرها ، فهناك ثلاث فئات لهذه الأنابيب على أساس سمك جدار الأنبوب :

١ الصنف الخفيف(Schedule 10) حيث يكون سمك جدار الأنبوب أقل ما يمكن، ويبرز استخدامه في الأشغال المعدنية كالأثاث.

٢ الصنف المتوسط(Schedule 40) حيث يكون سمك جدار الأنبوب متوسطاً وأكبر من النوع السابق ويكثر استخدامه في شبكات تزويد المياه الباردة والساخنة (تمديدات شبكات المنازل) وشبكات التدفئة المركزية.

٣ الصنف الثقيل (Schedule80) يكون سمك جدار الأنبوب أكبر من الصنفين السابقين، ويبرز استخدامه في شبكات أنابيب التدفئة المركزية والبخار.

وعلى العموم فإن عملية اختيار القطر المناسب لأنبوب يعتمد بشكل رئيسي على كمية تدفق المائع الذي يمر من خلاله، وكذلك على سرعة المائع أو مقدار الاحتكاك الذي يتعرض له السائل خلال جريانه في الانبوب، حيث يمكن حساب كمية التدفق من خلال المعادلة التالية :

ح	أ×ع
حيث	ح : معدل للتدفق الحجمي للمائع م٣/ ث
	ع : متوسط سرعة المائع في الأنبوب م/ ث
	أ : مساحة مقطع الأنبوب م٢

من جهة أخرى ، تستخدم أنابيب الحديد المجلفن في شبكات تزويد المياه الباردة والساخن: (Domestic Water) في المنشآت السكنية والتجارية وغيرها، لتقاوم التآكل والصدأ، بينما يتم استخدام أنابيب الحديد غير المجلفن (الحديد الأسود) في تمديدات شبكات التدفئة والتبريد.

ويبين الجدول (٢-١) العلاقة بين قطر الأنبوب وسمك الجدار للأنابيب الفولاذية.

قطر الأنبوب(مم)	سمك جدار الأنبوب (مم)		
	الصنف (أ)	الصنف (ب)	الصنف (ج)
٢٥	٢،٦٥	٢،٩٠	٣،٦٥
٥٠	٣،٢٥	٣،٦٥	٤،٥٠
١٠٠	٤،٠٥	٤،٥	٥،٤٠

الجدول (٢-١) : العلاقة بين قطر الأنبوب وسمك الجدار للأنابيب الفولاذية.

نـــشـــاط

- انظر إلى الجدول السابق ، ماذا تستنتج حول العلاقة بين القطر الداخلي وسمك الجدار للانبوب؟

وتحدد عادة سماكة جدار الأنبوب من خلال ما يسمى بالرقم الجدولي (ر) ، ويمكن معرفة الرقم الجدولي المناسب عن طريق المعادلة الآتية :

حيث : $ر = \frac{ض}{ض^*} \times ١٠٠٠$

ض : الضغط الداخلي للأنبوب حسب التطبيق المستخدم (باوند/ انش٢)

ض* : مقدار الضغط الداخلي الأقصى الذي يتحمله الأنبوب (باوند/ انش٢)

ر : الرقم الجدولي

أما قيمة سماكة جدار الأنبوب فيمكن إيجادها من العلاقة التالية :

$$س = \frac{ق \times ر}{٢٠٠٠}$$

حيث :

س : سماكة جدار الأنبوب (إنش)

ق : القطر الداخلي للأنبوب (إنش)

ب أنابيب النحاس الأحمر :

تستخدم هذه الأنابيب في دورة التبريد المنزلية وأجهزة تكييف الهواء، وتمديدات المياه الساخنة والغاز وكذلك تمديدات شبكات الغازات الطبية ويتميز هذا النوع من الأنابيب بجودته العالية وقدرته على مقاومة الصدأ والتآكل كما ويمكن التعامل معه بسهولة كونه يتميز بخاصية المرونة، وتوصل أنابيب النحاس الأحمر غالباً بواسطة وصلات التفليج أو بالوصلات الملحومة بلحام سبيكة الفضة الطرية .

تجدر الإشارة إلى أن الأصناف ذات الأقطار الصغيرة يمكن ثنيها بواسطة الثناية اليدوية وهناك قطع وصل مختلفة من أكواع وتيهات ونقاصات للأنابيب النحاسية ذات الأقطار الكبيرة .

نـــشـــاط

اجمع قطع انابيب بأقطار مختلفة حاول التعرف على أنواعها وقم بقياس أقطارها الخارجية والداخلية، سجل ملاحظاتك وناقشها مع معلمك.

ويبين الجدول (٢-٢) أقطار الأنابيب النحاسية وسماكات جدارها حسب المواصفات البريطانية.

القطر الخارجي ملم (بوصة)		سمك الجدار ملم (بوصة)	
٦,٣٥	(١/٤)	٠,٧٦	(٠,٠٣)
٨,٥	(١/٣)	٠,٨١	(٠,٠٣٢)
١٢,٧	(١/٢)	٠,٨١	(٠,٠٣٢)
١٥,٨٧٥	(٥/٨)	٠,٨٩	(٠,٠٣٥)
١٩,٠	(٣/٤)	٠,٨٩	(٠,٠٣٥)
٣,١٧٥	(١/٨)	١,١٤	(٠,٠٤٥)
٩,٥	(٣/٨)	١,٢٧	(٠,٠٥)

جدول (٢-٢) العلاقة بين القطر الخارجي وسمك الجدار للأنابيب النحاسية صنف (L).

جـ أنابيب ذات تطبيقات خاصة :

١ أنابيب الحديد المطلي (Stainless Steel):

يصنع هذا النوع من الأنابيب من سبيكة معدنية تحتوي على الكروم (Cr) ، والنيكل(Ni) ، ومعادن أخرى بنسب ضئيلة، ويعطي الكروم والنيكل هذه الأنابيب المنظر اللامع ويكسبها متانة وخاصية مقاومة الصدأ والتآكل. ويستخدم هذا النوع من الأنابيب في حقل الصناعات الغذائية وغيرها.

٢ أنابيب الرصاص :

يستخدم هذا النوع من الأنابيب في المختبرات الكيميائية وفي مصانع الطلاء المعدني ومختبرات الأشعة، وفي أنظمة شبكات نقل الأحماض كونه يقاوم التفاعلات الكيميائية لبعض الأحماض .

٣ أنابيب الألمنيوم

وتستخدم في تطبيقات الصناعات المختلفة كمدافئ الغاز المنزلية وبعض الثلاجات، وهذا الصنف من الأنابيب لا يتحمل الضغط والحرارة .

٤ أنابيب التيتانيوم :

يعتبر التيتانيوم من المواد السامة، حيث يؤدي إلى تغير خصائص المادة لاستخدامها في تطبيقات خاصة ومحدودة مثل الصناعات البتروكيماوية وغيرها.

ثانياً الأنابيب غير المعدنية:

وتستخدم في التطبيقات التي تكون فيها الضغط والحرارة منخفضة نسبياً، ومن أهم الأنابيب المستخدمة أنابيب البلاستيك، الزجاج، والصلصال (الطين) وغيرها.

أ انابيب البلاستيك :

تصنع من مادة البولي ايثيلين، ويمكن تصنيفها إلى نوعين أساسيين :

١ أنابيب البلاستيك المرنة :

وتشمل على أنوع عديدة ومختلفة، وتمتاز في بعض أنواعها بقدرتها على تحمل ضغوط قد تصل إلى ٤٠ بار وكذلك تحمل حرارة عالية قد تصل إلى ٩٠ م، فهي أنابيب لا تصدأ ولا تتآكل إذ أن سطحها الداخلي الأملس يحول دون تكوين طبقة تراسبية وبالتالي فإن معدل فقدان ضغط المانع المار فيها يكون منخفضا" مقارنة مع الأنابيب المعدنية .

ويستخدم هذا النوع من الأنابيب في تمديدات المياه الباردة والساخنة ومياه الشرب، شبكات التدفئة والتكييف، أنظمة التدفئة تحت البلاط، أحواض السباحة، تحلية مياه الشرب وكذلك في مصانع المشروبات والألبان والصناعات الدوائية والغذائية وغيرها .

٢ أنابيب البلاستيك المقوى :

وتأتي أيضا " بأنواع مختلفة منها :

أ أنابيب من نوع PVC (Poly Vinyle Chloride) المستخدمة بشكل شائع في شبكات الصرف الصحي وهناك نوع يكون سمك جداره أكبر يسمى UPVC (Unplasticed PVC) الذي يمتاز بقدرة أعلى على تحمل الصدمات والتآكل من النوع الأول (PVC) .

ان هذه الأنواع من الأنابيب (UPVC) لها القدرة على تحمل ضغوطات قد تصل إلى ١٥ بار . ويتوفر العديد من قطع الوصل (Fittings) المختلفة من نوع PVC، حيث يبين الشكل(٢-١) قطع وصل من نوع (PVC).



الشكل(٢-١) : قطع وصل من نوع (PVC)

ب أنابيب من نوع HDPE (High Density Polyethylene) والتي تستخدم في التطبيقات التي تحتاج الى ضغوطات عالية تصل الى 20بار وأعلى. من مجالات استخدامها : شبكات الصرف الصحي، شبكات تزويد المياه الباردة والساخنة عبر المضخات، شبكات الحريق وكذلك في أنظمة تزويد الغاز، الري، وفي التطبيقات الصناعية والكيميائية وغيرها. وتدخل مادة HDPE في تصنيع قطع وصل ومحابس بأحجام وأنواع مختلفة، كما وتدخل في تصنيع غرف التفتيش (المناهل) وغيرها. ويبين الشكل (٢-٢) عينات لقطع مصنعة من مادة HDPE.



الشكل (٢-٢) عينات لقطع مصنعة من مادة HDPE .

ج أنابيب من نوع LDPE (Low Density Polyethylene) وتستخدم في التطبيقات التي تكون فيها الضغوط منخفضة (3بار – 6بار كحد أقصى) مثل أنظمة الري.

وعلى العموم، تمتاز الأنابيب البلاستيكية عن الأنابيب المعدنية بعدة أمور من أهمها :

١ مقاومتها للتآكل والتلف عالية نسبيا " .

٢ سطوحها الداخلية ملساء وبالتالي فان الاحتكاك يكون قليلا " .

٣ خفة وزنها وسهولة التعامل معها.

٤ حاجتها إلى العزل تكون قليلة نتيجة قدرتها على الحفاظ على درجة حرارة المائع الذي يسري فيها

د **أنابيب الزجاج :**

يستخدم هذا النوع في تطبيقات الصناعات الغذائية، الأدوية، الصناعات الكيميائية، كما يمكن أن نجدها في سخانات المياه وتنكات السولار حيث تستخدم لبيان مستوى السائل فيها.

هـ أنابيب الصلصال :

يصنع هذا النوع من الأنابيب من الفخار، حيث كانت تستخدم في تطبيقات نظام الصرف الصحي عامة، وكذلك في تخزين المياه، ويمتاز هذا النوع من الأنابيب بقوة هيكلته ومقاومته للمواد الكيماوية. وقد انحسر استخدام هذا النوع من الأنابيب بعد ظهور الأنابيب البلاستيكية.

أسـئـلـة

١ أضع إشارة (√) أمام العبارة الصحيحة، وإشارة (X) أمام العبارة الخاطئة :

١ تعتبر الأنابيب النحاسية من أكثر أنواع الأنابيب استخداما " .

٢ نحتاج إلى أنابيب حديدية من صنف (Schedule 10) في تمديدات شبكات المياه .

٣ تستخدم أنابيب الحديد المطلي في تطبيقات الصناعات الدوائية .

٤ تستخدم أنابيب الألمنيوم في نقل بعض أنواع المواد الكيماوية .

٥ يمكن أن يتم توصيل الأنابيب النحاسية بطريقة اللحام .

٦ تسبب أنابيب البلاستيك انخفاضا " في ضغط المائع المار من خلالها مقارنة مع الأنابيب النحاسية .

٢ أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

١ أن عملية طلاء الأنابيب الحديدية يكسبها خاصية . . . . . حيث يمكن استخدامها في تطبيقات . . . . . وغيرها .

١ تستخدم أنابيب ... ... في دورة مكيفات الهواء .

٢ تستخدم أنابيب الرصاص في ... ...

٣ أن عملية اختيار القطر المناسب لأنبوب يعتمد على ... ... و ... ...

٤ تمتاز أنابيب الصلصال بـ . . . . . حيث كانت تستخدم في . . . . . .

٥ تستخدم أنابيب . . . . . في تمديدات شبكات التدفئة تحت البلاط .

طرق توصيل الأنابيب وخصائصها

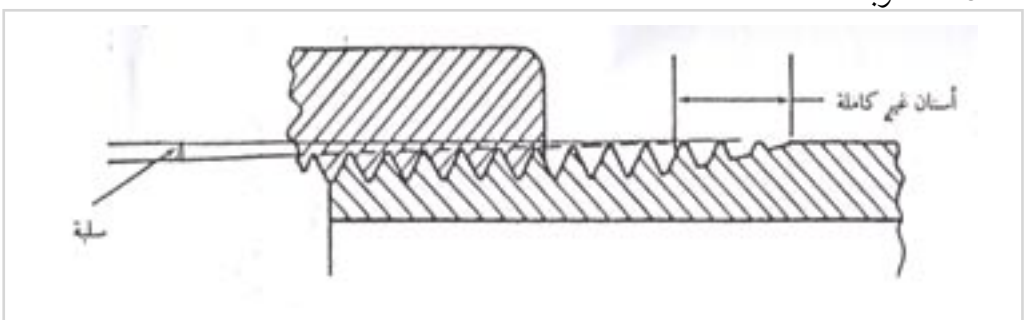
تعتمد طرق توصيل الأنابيب على نوع الأنابيب المستخدمة واقطارها . فقد تكون وصلات الأنابيب بواسطة التسنين أو الشفاه(الفلنجات) أو بواسطة اللحام بأنواعه أو التفليج .

ولابد من توصيل الأنابيب مع بعضها لضمان تأمين مرور السائل بداخلها دون تسرب أو فقدان وذلك حسب المخططات والمواصفات الموضوعة للشبكات .

وتنقسم طرق التوصيل الخاصة بالأنابيب المعدنية إلى الأقسام التالية :

أولاً الوصل بالتسنين :

يعد الوصل بالتسنين أكثر طرق التوصيل شيوعاً، حيث تجدر الإشارة إلى أن الأسنان المسلوبة هي المستخدمة في الوصلات المسننة حيث يلاحظ أن قطر الأنبوب عند الطرف أقل من قطره في نهاية الأسنان وذلك لكي تكون عملية اتصال الأنبوب مع قطع الوصل (Fittings) مانعة لتسرب السائل، ويبين الشكل (٢-١) نموذجاً لعملية وصل الأسنان المسلوبة.



الشكل (٢-٣): نموذج لأسنان الأنابيب سلبة التسنين

ويستخدم الوصل بالتسنين لتنفيذ شبكات المياه التي تحوي على أنابيب حديدية بأقطار مختلفة، هذا وتستخدم مواد مانعة للتسرب لاحكام عملية وصل الأنابيب مع قطع الوصل لمنع التسرب، ويوجد أنواع عدة من هذه المواد، نذكر منها : خيوط الكتان(الكتكت)، شريط التفلون أو (التلفون السائل) بالإضافة إلى مواد أخرى على شكل معجون أودهان .

وبشكل عام، يستخدم الوصل بالتسنين عملياً في الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة نسبياً (أقل من ٣")، لماذا؟

وللقيام ببناء شبكة أنابيب متكاملة ، لا بد من التعرض الى قطع الوصل والملحقات المختلفة لعمل الشبكات، حيث تصنف قطع الوصل من خلال :

أ	القطر الاسمي للوصلة
ب	نوع الوصلة
ج	مادة الصنع

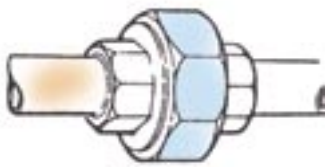
؛ حيث **وفيما يلي بعض قطع الوصل المستخدمة بالتسنيين : -**

١ شدات الوصل (unions):

وتستعمل لإغلاق دائرة انبوبة أو في الأماكن التي يتطلب فيها عمل صيانة للمعدات الميكانيكية المختلفة مثل المضخات، المراجل (البويلرات) أو المحابس، حيث يبين الشكل (٢-٤) رسماً مجمعاً لشد وصل. أما الشكل (٢-٥) فيبين شد وصل مركب على خط أنبوب.



الشكل (٢-٤): تركيب شد وصل



الشكل (٢-٥): شد وصل مركب على خط أنبوب

٢ المفف (Coupling) :

وهي أنبوبة قصيرة مسننة من الداخل، يلائم قطرها الداخلي المسنن القطر الخارجي للأنبوب بعد التسنين، وتستخدم المفة لوصل انبوبين خاصة في المسافات الطويلة ولا تصح المفة الا في الوصل المستقيم، حيث يبين الشكل(٢-٤) مفة من الحديد المجلفن .



الشكل (٢-٦): مفة

٣ الأكواع (Elbows) :

وتستعمل لتغير مسار أو إتجاه الأنابيب حسب زاوية معينة، حيث يبين الشكل (٢-٧) كوعاً قائماً (كوع ٩٠) حيث يستعمل عند وصل انبوبين متعامدين، أما الشكل (٢-٨) فيسمى كوعاً مفتوحاً (كوع ٤٥) ويستعمل في الخطوط المنفرجة.



الشكل (٢-٧): كوع قائم



الشكل (٢-٨): كوع ٤٥

المقصود بأكواع ٩٠ْ و ٤٥ْ هو زاوية مقدار انحراف الخط عن وضعه الأصلي.

وهناك أنوع أخرى من الأكواع تكون ذو سن خارجي (Straight Elbow) وغيرها

٤ التفريعات :

وقد تكون على شكل حرف T أو إشارة + بأقطار متساوية أو مختلفة. تستعمل كوصلة لعمل تفريعة من أنبوب مستقيم، حيث يبين الشكل (٢-٩) بعض التفريعات المختلفة.



الشكل (٢-٩) : تفريعة على شكل حرف **T**، وتفريعة على شكل إشارة + .

٥ النقاصات(Reducers) :

تستخدم لتغيير قطرأنبوب ومنها النقاصة السداسية ونقاصة المف المحورية واللامحورية. وهناك العديد من قطع الوصل المنقصة، حاول التعرف عليها؟ ويبين الشكل (٢-١٠) نقاصة .



الشكل (٢-١٠): نقاصة

نـــشـــاط

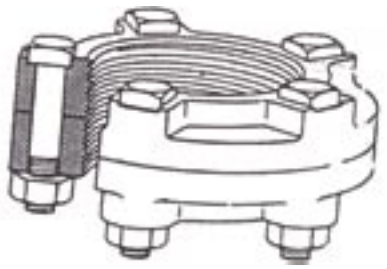
اجمع عدد من قطع التوصيل المختلفة الموجودة في مشغل مدرستك وقم بعمل جدول يبين فيه اسماء القطع وأنواعها وكذلك أقطارها ومواصفاتها ثم ناقش النتائج مع معلمك.

ثانياً الوصل بالشفاه (الفلنجات Flanges)

توصل بعض الأنابيب وخصوصاً ذات الأقطار الكبيرة (أعلى من ٢/ ١ ٢") بواسطةشفاه أو فلنجات كما هو مبين في الشكل (٢-١١) حيث يظهر فيه شفة مكونة من قطعتين موصولة باللحام والتسنيين. ويبين الشكل (٢-١٢) قطع الشفة مجمعة بواسطة براغي وصواميل.هذا ويتم وضع مانع تسرب(Gaskets) مطاطي ولين بين الأجزاء المجمعة للشفاه. تجدر الإشارة أنه كلما زاد الضغط التشغيلي في شبكة الأنابيب ازداد سمك الفلنجات وكثر عدد الثقوب والبراغي



الشكل (٢-١١): شفة مكونة من قطعتين



الشكل (٢-١٢): وصلة مشففة مسننة

وتصنع وصلات الشفاه عادة من الحديد ، حيث يكثر استخدامها في غرف المراحل (Boiler Rooms) ومضخات المياه الرئيسية ومحطات التنقية. وهذا النوع من الوصلات يقاوم الاهتزازات في الشبكة، ويمتاز بسهولة تركيبه وفكه.

ثالثاً الوصل بالتفليج (Flare)

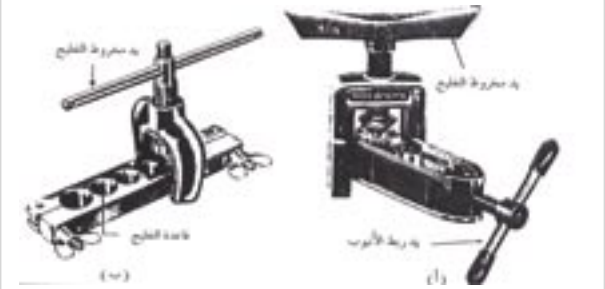
يستخدم هذا النوع من التوصيلات في الأنابيب النحاسية ذات الأقطار الصغيرة (لغاية ٣/ ٤").

فعند توصيل الأنابيب تفلج عند طرفها، ويستخدم لذلك أدوات خاصة لتثبيت الأنبوب وعمل التفليج، وتشكل نعومة أنابيب النحاس وقطع وصل النحاس مانعاً للتسرب وبالتالي فإننا لا نحتاج إلى التفلون أو إلى خيوط الكتان كما في انابيب الحديد .

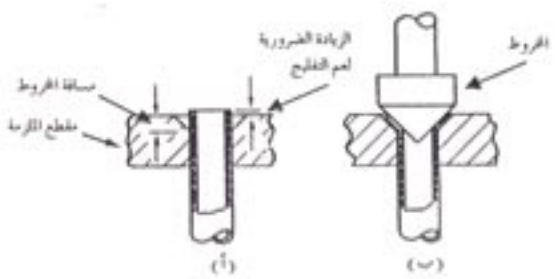
ويبين الشكل (٢-١٣) بعض الماكنات المستخدمة لتفليج الأنابيب، إذ يبين النوع (أ) الطراز الشائع الاستعمال لعمل أطراف التفليج، وهناك نوع آخر (ب) يستخدم لتثبيت الأنبوب القابل لعمل التفليج والتوسيع، كما يبين الشكل (٢-١٤) طريقة تفليج الأنابيب.

نشاط

هناك عدة طرق أخرى لتوصيل أنابيب النحاس مثل طريقة الدبل أو طريقة الجلد، حاول التعرف على هذه الطرق؟



الشكل (٢-١٣) ماكنات تفليج الأنابيب



الشكل (٢-١٤) كيفية ضغط المخروط على طرف الأنبوب لعملية التفليج.

الوصلات الملحومة

اللحام هي عملية وصل أنبوبين وذلك بصهر منطقة التوصيل باستخدام إحدى الطرق المعروفة في اللحام وذلك حسب مواصفات الأنابيب المراد لحامها ويستخدم اللحام للحصول على وصلة غير قابلة للفك. وتمتاز عملية التوصيل بواسطة اللحام عن عملية الوصل بالتسنيين بما يلي :

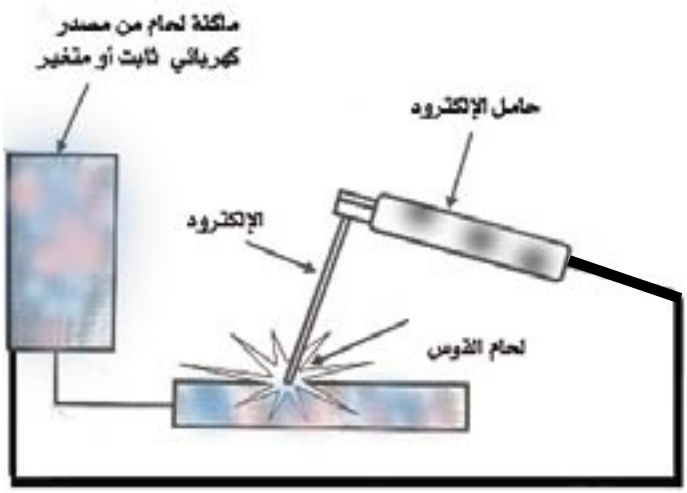
١. لا تحتاج إلى أعمال صيانة كون أن الوصلة الملحومة تكون غير قابلة للفك.
٢. تكون أقل عرضة لتسرب المائع من خلالها
٣. عملية العزل تكون أسهل.
٤. تتحمل درجات حرارة عالية وضغط مرتفع خاصة في تمديدات شبكات البخار.
٥. قلة مقاومة جريان المائع من خلالها مقارنة مع وصلة التسنين.

ومن أنواع اللحامات المستخدمة :

أ لحام القوس الكهربائي :

في هذه الطريقة تتم عملية اللحام بواسطة سلك اللحام حيث يتم صهر حافات القطعتين المراد لحامها وذلك عن طريق الحرارة العالية الناتجة من القوس الكهربائي المتكون بين أقطاب ماكنة اللحام، حيث يتم نقل الطاقة الكهربائية من نقطة إلى أخرى داخل ماكنة اللحام ومن ثم يتم تحويل هذه الطاقة إلى طاقة حرارية تستعمل في صهر اللحام وحافات القطع المراد لحامها وبهذا تتم عملية اللحام .

وقد سمي القوس الكهربائي بهذا الاسم نسبة إلى استخدام الأقطاب الكهربائية (السالب والموجب) في صهر المعادن والذي يعد مصدراً للطاقة الحرارية اللازمة لإجراء عملية اللحام، حيث يبين الشكل(٢-١٥) طريقة اللحام بالقوس الكهربائي .



شكل (٢-١٥) طريقة لحام بالقوس الكهربائي

ب لحام النحاس

وفي هذا النوع يتم تسخين حافات الأنابيب المراد لحامها دون صهرها باستعمال غازين هما : الأكسجين والاستيلين وسلك اللحام المناسب، وذلك بملىء الفراغ بين طرفي الأنبوبين ، حيث يبين الشكل (٢-١٦) طريقة اللحام باستعمال سبيكة النحاس.



الشكل (٢-١٦) : طريقة لحام الأنابيب النحاسية

ملاحظة

يستعمل لحام الاكسي استيلين في لحام أنابيب الحديد بواسطة سلك لحام الحديد أو سلك لحام نحاس، أما أنابيب النحاس فلا يستعمل لها إلا سلك من سبائك النحاس.

ج لحام الفضة :

في هذا النوع يتم استخدام سبائك الفضة لعمل وصلات مانعة للتسرب، حيث تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق المستعملة في لحام أنابيب النحاس والتي يكثر استخدامها في تطبيقات وسائط التبريد وخطوط المياه والغازات الطبية وتمتاز بسهولة تنفيذها، لماذا؟.

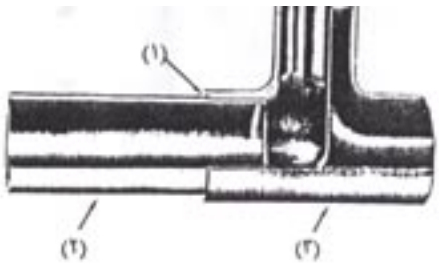
إن عملية تحضير الوصلات التي تلحم بواسطة سبيكة الفضة تشبه الطريقة المستخدمة في لحام النحاس مع التنويه على ضرورة تنظيف الأسطح المراد لحامها من المواد العالقة والأوساخ واستعمال بودرة اللحام (Flux).

د لحام القصدير :

يعد من أقدم أنواع اللحام التي استعملها السباكون والمشتغلون

في هذه المهنة حيث كانت تصنع المصائد والأنابيب المستخدمة من الرصاص، وتتكون مادة اللحام من سبيكة من القصدير والرصاص بنسب متفاوتة، وتمتاز هذه السبائك بانخفاض درجة انصهارها وسيولة جيدة وقدرة على السيلان فوق سطح المعدن.

وتتم عملية اللحام بالقصدير بعد تنظيف سطح المشغولات المراد لحامها من الدهون والاكاسيد والصدأ واستعمال مساعدات اللحام.ويبين الشكل (٢-١٧) توصيل انبوب مع تفريعة على شكل حرف T



١- مادة اللحام ٢- أنبوب ٣- وصلة تي

الشكل (٢-١٧) :
توصيل أنبوب مع قطعة توصيل حرف(T).

و لحام البلاستيك :

يعد من أحدث طرق لحام وصل الأنابيب حيث يتم

وصل أنابيب البلاستيك بعضها بطرق لحام كهربائية وحرارية أو باستخدام مواد لاصقة حسب تعليمات الشركة الصانعة، ويبين الشكل (٢-١٨) ماكنة تستخدم لتوصيل الانابيب البلاستيكيةباللحام .



الشكل (٢-١٨): ماكنة لحام أنابيب بلاستيكية

١ ضع دائرة حول رمز الجواب الصحيح :

١ يتم توصيل الأنابيب النحاسية ذات الأقطار الصغيرة بطريقة :

أ) التسنين ب) التفليج ج) الفلنجات د) الشفاه

٢ يستخدم لحام القصدير لتوصيل الأنابيب من أنواع :

أ) الحديد ب) النحاس ج)الرصاص د)القصدير

٣ من أجل تسهيل أجراء أعمال الصيانة لبويلر ماء ساخن، يتم تركيب :

أ) مفف ب) محابس ج) شدات وصل د) تفريعات

٤ عند توصيل أنبوبين موضوعين في زاوية منفرجة، فإننا نستخدم :

أ) كوع ٤٥ ب) كوع ٩٠ ج) كوع ١٣٥ د)تفريعة واي

٢ أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

١ تستخدم مواد مانعة للتسرب مثل أ- ... . ب- ... ... ج- ... ... لتوصيل أنابيب الحديد بطريقة التسنين .

٢ يتم استخدام وصلة المفة من أجل ... ...

٣ من أهم مميزات طريقة الوصل باللحام عنها من طريقة الوصل بالتسنين :

أ- ... ...

ب- ... ...

ج- ... ...

٤ سميت طريقة اللحام بالقوس الكهربائي بهذا الاسم نسبة إلى ... ...

٥ من الطرق المستخدمة في توصيل الأنابيب البلاستيكية ... ... و ... ...

الـصـمـامـات:

تستخدم الصمامات للتحكم بجريان المائع في الأنبوب، فهي تستخدم كوسيلة لفتح خطوط الأنابيب واغلاقها. ويوجد انواع كثيرة ومتعددة من الصمامات. تعتمد عملية اختيار الصمام المناسب بشكل رئيسي على نوع المائع في الشبكة (زيت، ماء، غاز)، كما يعتمد على ضغط المائع ودرجة حرارته حسب طبيعة التطبيق أو الإستخدام. ومن الضروري إعطاء الاهتمام الكافي لتحديد مواقع الصمامات في الشبكة، مع الأخذ بعين الاعتبار إمكانية الوصول لإجراء اعمال الصيانة.

تصنع الصمامات غالباً من النحاس الأصفر، ومنها ما يطلى بطبقة من الكروم والنيكل لتسهيل تنظيفها واعطائها مظهراً جذاباً. ومنها ما يصنع من الحديد المطاوع أوالفولاذ أو الحديد الذي لا يصدأ كما في مصانع المواد الغذائية.

أنواع الصمامات :

يمكن تصنيف الصمامات من حيث التحكم بجريان المائع إلى صنفين هما : -

أولاً صمامات (تمرير - ايقاف) جريان المائع (ON/OFF)

ويحتوي هذا الصنف على عدة أنواع من الصمامات، نذكر منها :

١ الصمامات الكروية:(Ball Valves)

ويندرج تحت هذا الصنف نظراً لسرعة ايقاف - تمرير السائل في الأنبوب من خلال التحكم بهذا الصمام، حيث يتم ذلك بربع لفة، وله عدة أنواع مختلفة، حيث يبين الشكل (٢-١٩) صمام كروي بنهايته شد وصل.

ويستخدم هذا النوع من الصمامات في تطبيقات مختلفة كما في المضخات وغيرها، أذكر تطبيقات أخرى؟



الشكل (٢-١٩): صمام كروي

٢ صمامات البوابة (Gate Valves)

يعتبر اكثر الصمامات شيوعاً واستخداماً، ولأن الضغط دائماً يوجه قرص الصمام إلى اسفل فإن البوابة تتآكل من جهة واحدة مما يسبب عدم الاغلاق التام، الشكل (٢-٢٠) يبين صمام بوابة ويمكن أن نجد استخدامات هذا النوع من الصمامات في تطبيقات شبكات التدفئة المركزية لانخفاض مقاومتها لجريات المائع.



الشكل (٢-٢٠) صمام بوابة

ثانياً صمامات التحكم بجريان المائع (Modulating Valves):

يمكن لهذا الصنف من الصمامات التحكم بمعدل تدفق المائع في الأنبوب بفضل تصميماته المميزة. إن هذا النوع من الصمامات يسبب عادة انخفاض كبير في ضغط المائع المتدفق من خلاله (مقاومة عالية للجريان).

ويشمل هذا الصنف على أنواع عدة منها :

١ صمامات الجلدة (Globe Valve):

يعتبر من الأنواع الجيدة للتحكم بكمية تدفق المائع ، لأن مانع التسرب يغلق فتحة الصمام جيداً ويمكن تبديله ، حيث أن المائع يغير اتجاهه مرتين على شكل حرف S . يبين الشكل (٢-٢١) أحد أنواع صمامات الجلدة .



شكل (٢-٢١) : صمام جلدة

٢ صمامات الزاوية (Angle Valves):

يشبه في تركيبه صمام الجلدة ، الا أنه عند جريان السائل من خلال هذا الصمام يتغير اتجاهه بزاوية ٩٠ كما هو مبين في الشكل (٢-٢٢).



الشكل : (٢-٢٢) صمام زاوية

٣ صمامات الفراشة (Butterfly Valves)):

يعتبر هذا النوع جيداً لايقاف وتمرير جريان المائع وكذلك التحكم بكمية التدفق. حيث يمتاز بخفة وزنه وتكلفته المنخفضة نسبياً، كما أنه يحتاج إلى حيز محدود، فهو يعتبر الأكثر شيوعاً واستخداماً في المجالات المختلفة. ويبين الشكل(٢-٢٣) صمام فراشة .

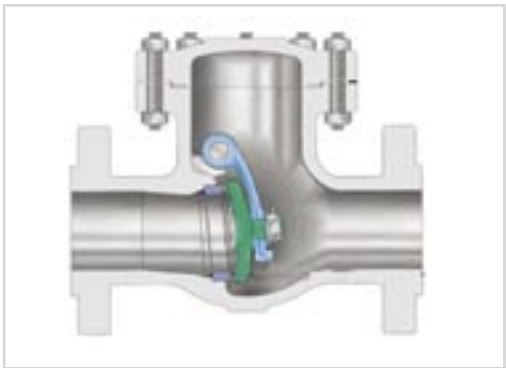


شكل (٢-٢٣) : صمام الفراشة

وهناك أنواع أخرى من الصمامات تتميز بكونها تقوم بوظائف مختلفة ، نذكر منها :

١ الصمامات الردادية (ذو اتجاه واحد) (check Valves)

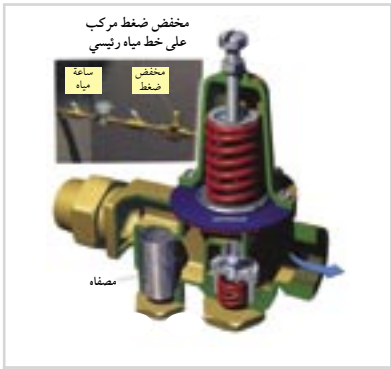
حيث يكون هذا النوع مفتوحاً عندما يتحرك السائل في اتجاه معين في الأنبوب، في حين يغلق تحت تأثير الجاذبية في حال جريان السائل في الاتجاه المعاكس أو في حال عدم جريان السائل . ولصمامات التردد أنواع كثيرة، إذ يبين الشكل (٢-٢٤) واحد من هذه الأنواع.



شكل (٢-٢٤): صمام ردادي

٢ صمامات تخفيض الضغط (Pressure Reducing Valves)

يستخدم هذا النوع من الصمامات للمحافظة على ضغط ثابت معين للسائل أثناء جريانه من مصدر يكون فيه السائل بضغط مرتفع. ان قدرة هذا النوع من الصمامات يعتمد بشكل رئيسي على معدل جريان المائع وكذلك ضغط (السائل) ويستحسن إضافة ساعة لقياس ضغط تشغيل السائل حيث يمكن التحكم بضغط السائل المار من خلاله حسب الحاجة، ويبين الشكل (٢-٢٥) مخفض ضغط.



الشكل (٢-٢٥): مخفض ضغط

٣ صمامات التحكم (Control Valves)

وتشمل عدة أنواع، حيث تستخدم في سلسلة من العمليات المختلفة من ضمنها تخفيض ضغط المائع والتحكم باتجاهه نظراً لاحتوائها على عدة مخارج.

نشاط

تعرف على الأنواع المختلفة للصمامات الموجودة في مشغل مدرستك وناقش مع معلمك التطبيقات المختلفة لاستخدامات هذه الصمامات.

الأسـئـلـة

١ ما هي الغاية من استخدام الصمامات في شبكات الأنابيب؟

٢ أذكر ثلاثة من أنواع صمامات التحكم؟

٣ أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

أ تصنع معظم الصمامات من معدن ... ...

ب يمتاز صمام البوابة عن الصمام الكروي بـ ... ...

ج يستخدم صمام ... ... لتركيبه على أنبوب الدفع لمضخة مياه لضمان عدم رجوع المياه في الاتجاه المعاكس والتالي التسبب بتلف المضخة.

د يستخدم صمام مخفض الضغط في تطبيقات مختلفة منها

١- ..... ٢- .....

عناصر شبكات الأنابيب

تحتوي شبكات الأنابيب على عناصر أساسية ومهمة يجب توافرها أثناء القيام بالتمديدات لشبكات المياه. وتعد الأنابيب وقطع الوصل والصمامات من أهم هذه العناصر، حيث يبين الشكل (٢-٢٦) قطع وصل الأنابيب بواسطة التسنين.



الشكل (٢-٢٦) قطع وصل الأنابيب بواسطة التسنين

نـــشـــاط

حاول التعرف على الرموز المختلفة المستخدمة في تمثيل قطع الوصل والصمامات من خلال قراءتك لمخططات تنفيذية لشبكات أنابيب ثم نظم جدولاً تحوى فيه هذه الرموز.

كما يبين الشكل (٢-٢٧) قطع وصل الأنابيب التي يتم توصيلها بواسطة اللحام.



الشكل (٢-٢٧) قطع وصل الأنابيب التي يتم توصيلها بواسطة اللحام

الأمور التي يجب مراعاتها في تمديد شبكات الأنابيب

وهنالك بعض الأمور الواجب مراعاتها واخذها بعين الاعتبار عند القيام بتمديد شبكات المياه، وهي :

١ الخطوط الرئيسية والفرعية

تمدد الخطوط الرئيسية بحيث تكون سهلة التركيب وقابلة لاجراء الفحص عليها وصيانتها، ويجب أن تكون مستقيمة وموازية للجدران ويترك حيز كافي بين الأنبوب والجدار لتيسير اجراء عملية التوصيل وتركيب الصمامات. وللمحافظة على الأنابيب من التآكل عند مرورها عبر الجدران والأسقف الأرضيات، يستحسن أن تمر عبر قطع أنابيب معدنية مجلفنة أو بلاستيكية بأقطار أكبر من الأنابيب المارة وتسمى اكمام (sleaves) تكون مثبتة مسبقاً.

٢ الخطوط الصاعدة والنازلة

تمدد الأنابيب الرأسية بشكل شاقولي تماماً، في حين تمدد الأنابيب الأفقية بميل خفيف ومنتظم بحيث يكون الانحدار بعكس اتجاه التدفق وبشكل يسمح بطرد الهواء عند أعلى نقطة في الشبكة، وتفريغها عند أخفض نقطة، وتركب صمامات تفريغ عند النقاط المنخفضة في الشبكة وصمامات تنفيس يدوية أو ذاتية في النقاط العلوية.

٣ وصلات التمدد (Flexible Joints)

عندما يمر مائع ساخن في شبكة الأنابيب، فإن الأنابيب الرأسية والأفقية تتمدد وتنثني، ونظراً لقوة التمدد الكبيرة أحياناً، فإنها تثنى وتكسر الفروع أو الوصلات أو العوائق التي تحد من حركة الأنابيب. وعند توقف دخول المائع في الشبكة، فإنها تبرد وتتقلص، لتعود لوضعها الطبيعي حيث يحصل كل هذا بشكل عادي إذا كانت الأنابيب مثبتة في نقاط مناسبة بطريقة عملية تسمح لعملية التمدد والتقلص من طرف واحد، وإلا فإن عمليتي التسخين والتبريد تؤثر في الأنابيب وتؤدي إلى كسرها من أضعف نقطة.



شكل (٢-٢٨) وصلة تمدد

وللتغلب على مشكلة التمدد والتقلص في شبكة الأنابيب يمكن تركيب وصلات تمدد، حيث يبين الشكل (٢-٢٨) أحد انواع هذه الفواصل، وتكون المادة المستعملة في صنع وصلة التمدد مناسبة لتحمل الضغط ودرجة الحرارة والوسط المحيط ويكون مقاسها مناسباً لمقاس الأنبوب، وغالباً يكون الجزء المرن من وصلة التمدد مصنوعاً من المطاط أو من الفولاذ القوي أو البرونز والذي يساهم بدوره في تخفيف حدة الإهتزازات الناتجة من حركة المائع في الشبكة.

٤ دعم الأنابيب وتثبيتها

تستخدم مرابط وحمالات خاصة لتثبيت الأنابيب الرأسية والأفقية حيث تصنع من الفولاذ الطري وتكون مجلفنة ونظيفة وخالية من الرايش والحافات الحادة، وتصمم لتحمل اضعاف الحمل الفعلي عليها بعد إجراء التمديدات، وبحيث يمكن فكها دون الحاجة إلى فك الأنابيب.

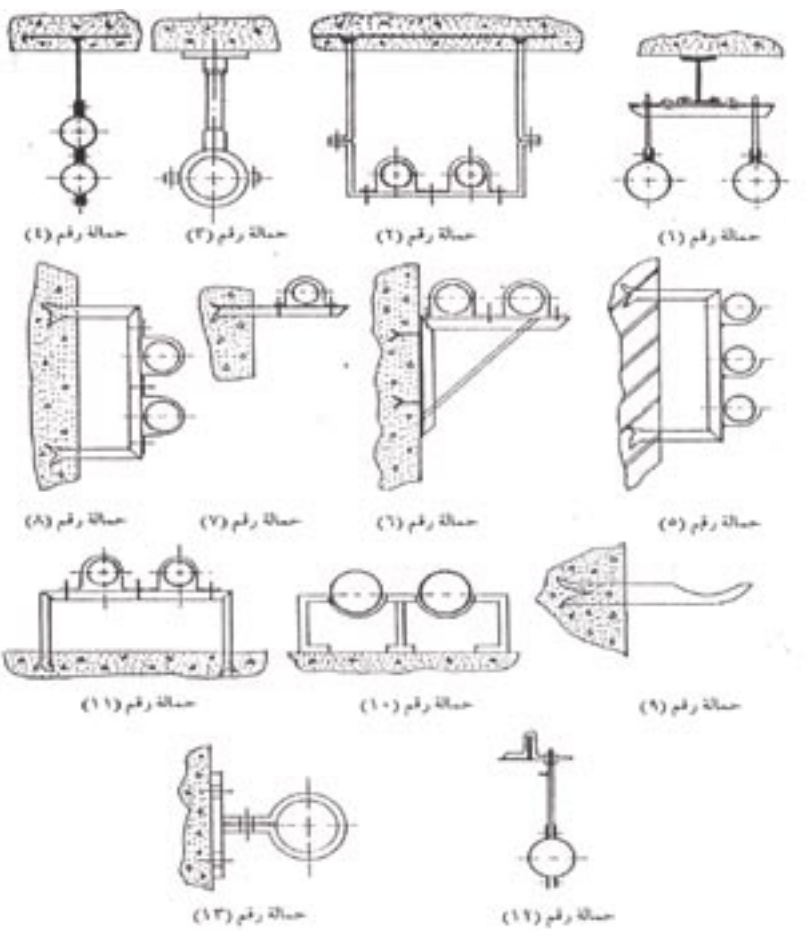
وتختلف أدوات التثبيت حسب العوامل الآتية :

أ) نوعية الأنابيب وأوزانها وأقطارها

ب) التمدد والتقلص التي تتعرض له الأنابيب

جـ) الاهتزازات التي تتعرض لها الأنابيب

حيث تحدد هذه العوامل نوعية الحمالات المناسبة التي تختلف من حمالات خفيفة إلى الأطواق القوية التي تضمن حمل الأنابيب وتثبيتها، حيث يبين الشكل (٢-٢٩) نماذج مختلفة لحمالات الأنابيب.



الشكل (٢-٢٩) نماذج لحمالات أنابيب

٥ فحص الأنابيب :

بعد الانتهاء من القيام بأعمال تمديدات شبكات المياه،

يتم فحص الشبكة قبل استخدامها، وذلك بضغط الشبكة وتعبئتها بالسائل، وتضغط الشبكة بضغط أعلى من الضغط التشغيلي حيث يمكن تسجيل قراءة ضغط الشبكة من خلال ساعة قياس الضغط، وتترك الشبكة لمدة ٢٤ساعة على الأقل تحت الفحص حيث يتم مراقبة قراءة ساعة الضغط إذا ثبت أو تغير، فإن حدث وكانت القراءة أقل من الضغط الأول،



الشكل (٢-٣٠): ماكنة فحص التسريبات

دل ذلك على أن هناك تسرب للمائع في الشبكة وبالتالي علينا أن نبحث عن موقع التسرب والقيام باصلاحه، ويوجد هناك عدة ماكنات لفحص التسريبات تعتمد على نوع الوسيط المستخدم فمنها ما يعمل يدوياً أو كهربائياً.

ملاحظة:

ماكنة فحص التسريبات : عبارة عن مضخة يدوية تستعمل لتعبئة الماء داخل شبكة الأنابيب المغلقة لاختبار سلامة التوصيل، انظر الشكل (٢-٣٠).

٦ صيانة شبكات الأنابيب

تحتاج شبكة الأنابيب في كثير من الأحيان لإجراء عملية الفك والتركيب من أجل استبدال أي جزء من أجزاء الشبكة عند الحاجة، لذلك تزود شبكة الأنابيب بعدد من شدات الوصل أو وصلات الشفاه بما يكفي لتسهيل القيام بأعمال الصيانة.

كما يراعى تركيب شد وصل عند كل طرف من طرفي الجهاز قبل الصمامات أو استخدام طريقة الوصل بواسطة الشفاه، وإذا لم تركب شد وصل أو شفاه، فإن عملية إجراء الفك والتركيب تصبح صعبة، إذ يتطلب الأمر الوقت والجهد لعمل ذلك. وعند إجراء أعمال الصيانة في شبكة الأنابيب، يجب استخدام العدد المناسبة بطرق مأمونة وسليمة والحفاظ على نظافة الموقع خوفاً من الإصابة أثناء العمل.

الأسـئـلـة

١ عدد عناصر شبكات الأنابيب؟

٢ اذكر فائدة واحدة لاستخدام كل من القطع والمواد آلاتية :

أ- الأكمام

ب- وصلات التمدد

جـ- مضخة فحص التسريبات

د- حمالات الزاوية

٣ عبر عن الرموز المستخدمة لتمثيل كل من قطع الوصل والصمامات آلاتية :

أ- كوع ٩٠

ب- نقاصة ٣" / ٢"

جـ- صمام بوابة

د- شد وصل

١ اذكر العوامل المختلفة التي يعتمد عليها اختيار النوع المناسب لشبكة أنبوب؟

٢ إذا علمت أن معدل التدفق الحجمي لماء يمر من خلال شبكة أنابيب هو ٢م^{٣}/ ساعة ، وكان معدل سرعة الماء في الأنبوب هو ١,٥م/ ث ، فأوجد قياس قطر الأنبوب المناسب؟

٣ قارن بين الأنابيب البلاستيكية ذات النوع (HDPE) والنوع (PVC) من حيث :

أ مقاومتها للتآكل والتلف

ب مجالات الاستخدام

٤ علل مايلي :

أ ينحسر استخدام الوصل بالتسنين في شبكات الأنابيب ذات الأقطار الصغيرة نسبيا " .

ب يجب استخدام فلنجات بسماكات أكبر في الشبكات التي يكون فيها الضغط التشغيلي أعلى وذلك طبقا " لمواصفات معينة.

جـ يستخدم الوصل باللحام في تطبيقات تمديدات شبكات البخار.

د يجب تنظيف سطوح المشغولات المراد لحامها بطريقة القصدير وذلك قبل البدء بعملية اللحام.

٥ إذا علمت أن قطر أنبوب حديد هو ٥٠ ملم ، فأوجد أقل سماكة لجدار شبكة الأنابيب المستخدمة علما بأن نوع الأنبوب المستخدم هو (SCH40) ؟

٦ اذكر خمسة من مميزات الأنابيب البلاستيكية؟

٧ أذكر أنواع الأنابيب التي يمكن استخدامها في كل من التطبيقات العملية الآتية :

أ شبكة أنابيب التدفئة المركزية

ب شبكة أنابيب نقل الأحماض والمواد الكيماوية

جـ شبكة أنابيب نقل البترول

د الصناعات الدوائية

هـ شبكة أنابيب ضخ المجاري من الحفر الصماء

و شبكات أنظمة إطفاء الحريق

٨ اشرح طريقة لتوصيل شبكة أنابيب حديدية ذات قطر 4 " واذكر طرق أخرى ممكنة لإجراء التوصيل؟

٩ اشرح طريقة لتوصيل شبكة أنابيب نحاسية ذات قطر ½ " ؟
وأخرى لتوصيل شبكة أنابيب نحاسية ذات قطر 2 " ؟

١٠ اشرح طريقة لحام القوس الكهربائي؟

١١ قارن بين صمام الجلدة وصمام البوابة من حيث :

أ مجالات الاستخدام

ب القدرة على التحكم

ج قدرته على اعاقة حركة المائع

١٢ عدد الأمور الواجب مراعاتها لتمديد شبكة تغذية مياه من خزان ماء على السطح وحتى نقاط التزويد داخل المنزل؟

الوحـــدة

٣

القطع والملحقات الصحية

Sanitary Fixtures & Accessories



القطع والملحقات الصحية

عزيزي الطالب :

ستتعرف في هذه الوحدة على القطع الصحية والملحقات المكملة لها، من ناحية المواصفات وطرق التركيب .

مقدمة

تنقسم القطع الصحية حسب استعمالها إلى قسمين :

١- القطع الصحية التي يستخدمها الإنسان لنظافة بيته وجسمه ومطبخه كالمغاسل والمجالي وأحواض الإستحمام.

٢- القطع الصحية التي يستخدمها الإنسان في التخلص من فضلات جسمه كالمراحيض والمباول والشطافات.

ملاحظة : يجب الأخذ بعين الاعتبار أنه لا يجوز الجمع بين خطوط تصريف النوعين السابقين .

وبعد دراستك لهذه الوحدة وتنفيذ نشاطاتها العملية، يتوقع منك :

١- أن تحدد أنواع القطع الصحية والملحقات اللازمة لها .

٢- أن تتعرف على طرق تركيب القطع والملحقات الصحية .

٣- أن تتذوق جمال وتناسق القطع الصحية بعد تركيبها .



الـــدرس ١



١ القطع الصحية

هي القطع التي يستخدمها الإنسان في المساكن والمنشآت الأخرى كالمطاعم والمدارس والفنادق والمباني التجارية وغيرها، وتشمل تلك القطع كل من : المغاسل والمجالي والحمامات والمراحيض وخزانات الطرد وغيرها، وتساهم هذه القطع في نظافة الانسان ووقاية صحته .

مادة صناعتها : تصنع القطع الصحية من عدة مواد أهمها :

الفخار المطلي بالصيني (البورسلين).

الألياف الزجاجية (الفيبرجلاس Fiberglass).

الفولاذ الذي لا يصدأ (الستانلس ستيل Stainless Steal)، وخاصة للمجالي البيتية أو العامة.

الحديد (الزهر أو الصاج) المطلي بالصيني مثل أحواض الاستحمام.

(البلاستيك : الأكريلك) مثل المغاسل الخاصة بصالونات الحلاقة وأغطية المراحيض الغربية وأحواض الاستحمام.



شكل (٣-١)
أدوات صحية مصنوعة من الحجر - صناعة فلسطينية



شكل (٣-٢)
أدوات صحية مصنوعة من الزجاج

ملاحظة

تتنافس الشركات العالمية المصنعة لهذه القطع في عروضها من حيث المواصفات والأشكال والأحجام والألوان بعد أن كانت تقتصر على اللون أبيض قديماً.

وتصنف القطع الصحية حسب استعمالها إلى عدة أصناف أهمها :

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

أولاً المغاسل (Wash Basins):

هي أحواض تستعمل للتخلص من المياه المستعملة للتغسيل والتنظيف، وتتنوع المغاسل في أشكالها وأحجامها وألوانها ومادة صناعتها وطرق تركيبها. تصنع من الفخار المطلي بالصيني غالباً، وقد تكون بلاستيكية مثل مغاسل الحلاقين، ويمكن أن تصنع من الزجاج أو الحجارة كما في أشكال(٣-١) (٣-٢)

تركيبها ومكوناتها :

تتكون من حوض ومخرج (مصرف) للمياه المستعملة، ومنفذ للمياه الفائضة (Over flow)، وفتحات خاصة لتركيب المحابس والخلاطات للمياه الساخنة والباردة (شكل ٣ - ١)، وسداده مع سلسله، وقد يتم تركيب المحابس والخلاطات على الحائط فوق المغاسل عندما لا تحتوي على فتحات خاصة . تختلف أحجامها حسب الغرض من استعمالها والحجم المتاح لتركيبها .

٢- أنواعها حسب طريقة تركيبها وشكلها:



شكل (٣-٣) مغسلة عادية

أ- المغسلة العادية (نصف رجل)

تركب على الحائط مباشرة كما في الشكل (٣ - ٢) .



شكل (٣-٤) مغسلة عامود

ب- المغسلة ذات العمود (القاعدة) .

كما في الشكل (٣-٥) .



شكل (٣-٥) مغسلة غاطسة

جـ- المغسلة الغاطسة

التي تركب في خزانة خاصة(طاولة) شكل (٣ - ٣) وتصنع من عدة مواد مثل الرخام والصيني والخشبشكل (٣ - ٤) . كما تختلف أشكال المغاسل فقد تكون مستطيلة أو بيضاوية أو دائرية وغيرها حسب الذوق في التصميم وحسب الحيّز المتاح.

اجمع صور عن مغاسل متنوعة، واذكر ميزات كل منها!

ثانياً المجالـــي (skniS):

وهي أحواض تستعمل لغسيل الأطباق والأواني في المطابخ . وتتوفر على شكل أحواض منفردة أو مزدوجة أو ثلاثية ، ويحتوي كل منها على فتحه رئيسة لتصريف المياه المستعملة ، ومنفذ للمياه الزائدة ، وفتحات لتركيب المحابس والخلاطات كما في الشكل(٣ – ٥) .

وتصنع غالباً من الفولاذ الذي لا يصدأ ستانسلس ستيل (Stainless Steel)، أو الفخار المطلي بالصيني .



شكل (٣-٦-أ)مجلى منفرد



شكل (٣-٦-ب)مجلى مزدوج



شكل (٣-٦-جـ) مجلى ثلاثي

ثالثاً أحواض الاستحمام :

رغم تنوع أحواض الاستحمام في الشكل وطرق التركيب، إلا أنه يمكن تصنيفها إلى ما يأتي :

١- أحواض عميقة مغاطس (بانيوهات) (Bath tubs) :

قد تكون طويلة أو قصيرة أو مربعة أو غيرها كما فى الشكل (٣ – ٧ / أ ، ب ، جـ) :



شكل (٣-٧أ) بانيو زاوية



شكل (٣-٧ب) بانيو مع أرجل



شكل (٣-٧جـ) بانيو مربع

٢- أحواض ضحله (غير عميقة) :

تسمى دش أو شاور (Shower) وتتوفر بمقاسات متفاوته (٧٠ × ٧٠سم أو ٨٠ × ٨٠سم)، وقد يحيط بها حاجز زجاجي كقطع مكملّه. كما في الشكل (٣ – ٧) .



شكل (٣-٨) حوض استحمام شاور



شكل (٣-٩)دش ذو حاجز زجاجي

٣- أحواض استحمام خاصة (الجاكوزي) (Jaccuzi) :

هو حوض استحمام خاص ويحتوي على مقاعد، يزود بمضخة كهربائية لتحريك المياه الساخنة والباردة



شكل (٣-١٠-أ) مضخة الجاكوزي



شكل (٣-١٠-ب) جاكوزي

إراحة العضلات والأعصاب، كما في الشكل (٣ - ٩) ويسمى مغطس الدفق الدوامي، وقد تستعمل للعلاج الطبيعي في المؤسسات الصحية والسياحية .

تصنع أحواض الاستحمام في الغالب من حديد السكب أو الصاج المطلي بالصيني أو من البلاستيك (الاكريلك) أو من الألياف الزجاجية (الفيبرجلاس)

مكونات الجاكوزي

تتركب من حوض في أسفله فتحة لتصريف المياه المستعملة، وفتحة لتصريف المياه الزائدة، وقد تحتوي على فتحات خاصة، لتركيب الخلاطات كما في الشكل (٣-١١).

ابحث

قد يلحق ببعض الفنادق أو المراكز الصحية ما يسمى بـ(حمام البخار / الساونا) لأغراض صحية . ابحث في أشكاله، تركيبه، **فوائده**.

فكر

تخيل أول حوض استحمام استعمله الإنسان، قارن بينه وبين أحواض الاستحمام الحديثة؟

نشاط

فكر في المواصفات التي يجب أن تتوفر في القطع الصحية.

الأسـئـلـة

١ أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

أ للمغاسل عدة فوائد أهمها : .....؟

ب أحواض الاستحمام لها ثلاثة أنواع هي : ..... ، ..... ، ..... .

ج تصنع القطع الصحية من مواد مختلفة منها : ..... ، ..... ، ..... .

د تحتوي مجالي غسل الأواني على ٣ فتحات رئسيية هي : ..... ، ..... ، .....

قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM



رابعاً المراحيض Water Closets

هي القطع الصحية التي تستخدم للتخلص من الفضلات الصلبة والسائلة بطريقة صحية ، وتصنف إلى صنفين حسب أشكالها : المراحيض الشرقية والغربية .

١- المراحيض الشرقية (العربية) :

تعتبر من أول أشكال المراحيض ، حيث بدأت على شكل حوض وفتحة رئيسة لتصريف الفضلات بدون مكان للقدمين ، وبعد ذلك أصبحت تحتوي على فتحات لخروج ماء الشطف وبلاطتين للقدمين كما في الشكل (٣-١١) . تصنع غالباً من الفخار المطلي بالصيني (البورسلين) ، وأحياناً من حديد السكب المطلي بالصيني .



شكل (٣-١١) مرحاض شرقي

٢- المراحيض الغربية (الإفرنجية)

تتكون من حوض على شكل مقعد مصنوع من الفخار المطلي بالصيني لسهولة تنظيفة ، ويحتوي على فتحات لتدفق ماء الشطف وفتحة رئيسة سفلى لتصريف الفضلات بقوة تدفق الماء . ويثبت عليها مقعد وغطاء من البلاستيك المقوى أو غيره بأشكال متنوعة كما في الشكل (٣-١٢) و(٣-١٣) .



شكل (٣-١٢) مرحاض غربي

ويتصل بالمراحيض (بنوعيها) خزان الطرد (النيجارة Flush tank) ؛ الذي يصنع بأشكال وألوان مختلفة لتناسب المادة التي يصنع منها المرحاض وتتناسق مع لونها . وتركب مع المرحاض بارتفاعات متفاوته حسب مواصفات الشركات الصانعة ، وسهولة الإستعمال .



شكل (٣-١٣) صورة مرحاض معلق

وهناك مراحيض خاصة بالمعاقين، يتم تزويدها بقطع إضافية مساعدة كما في الشكل (٣-١٤).



شكل (٣-١٤) حمام خاص بالمعاقين

خزان الطرد (النيجارة)

وهو صندوق يصنع من البلاستيك أو الخزف المطلي بالصيني، تخزن فيه كمية الماء (٥ , ٤ - ٩ لتر) لتنظيف المراحيض عند تدفق الماء دفعه واحدة بواسطة سحب ذراع أو لضغط على كبسة معينة، ويتم ملء الخزان بالماء عن طريق صمام عوامة ذراع مائل.

يتم تركيب خزان الطرد مع المرحاض بثلاثة ارتفاعات متفاوته:

أ- **منخفض: حيث يتصل مع المرحاض مباشرة.**

ب- **متوسط الارتفاع.**

ج- **مرتفع: كما في المراحيض الشرقية (العربية).**

وتختلف مادة صناعتها حسب ارتفاعها فتصنع الخزانات المنخفضة من الخزف الصيني لتتناسق مع المرحاض في المادة الخام واللون أما الخزانات المرتفعة والمتوسطة الارتفاع فتصنع غالباً من البلاستيك.

سـؤال

١ كيف تفسر تفاوت ارتفاعات خزانات الطرد من المراحيض؟

ابحث في كلمة نياجارا:

- ما معناها؟
- ولماذا اختيرت لتناسب خزان **الطرد**؟

خامساً الـمبـاول Unrinal:

وهي القطع الصحية التي تستعمل للتخلص من فضلات الجسم السائلة (البول)، وتقسم إلى ثلاثة أنواع حسب أشكالها :



شكل (٣-١٥) مبولة مسطحة

١- مباول مسطحة :

تتكون من بلاطة مسطحة تركب على الحائط وتخرج منها بلاطات متعامدة مع الحائط لتقسمها إلى عدة أقسام، وتزود بقناة تصريف مشتركة، كما في الشكل (٣-١٥) وتتميز برخص تكاليفها .



شكل (٣-١٦) مبولة مقوسة

٢- مباول مقوسة (منحنية) :

تتكون من بلاطة أو بلاطات مقوسة لكل منها مجرى منفصل، وتتميز بأنها أقل عرضه للتلف، ولكنها ثقيلة الوزن وكبيرة الحجم كما في الشكل (٣-١٦)

٣- مباول منفرده :



شكل (٣-١٧) مباول منفردة

تتكون من أقداح منفردة مركبة على الحائط بشكل فردي ويمكن فصلها بحواجز : وتتميز بأنها :

- أنيقة الشكل .
- سهلة الصيانة .
- تكون أقل عرضة لاساءة الاستخدام .
- يتم تنظيف المباول بواسطة خزانات ماء خاصة مثبتة فوقها، وتوصل بأنابيب تتدفق منها المياه، أو أجهزة رش

كما في الشكلين (٣-١٦) و (٣-١٧) .

سادساً الشطافات Bidet

هي أحواض اغتسال تشبه المراحيض الغربية وتركب بالقرب منها كما في الشكل (٣-٢٠) .



شكل (٣-١٦) مبولة مقوسة

تتكون من حوض مصنوع من الفخار المطلي بالصيني، ويثبت عليها مرش للماء (قد يكون متنقل)، وتحتوي على فتحات يخرج منها الماء للشطف، وفتحة رئيسة لتصريف المياه المستعملة وبها فتحات لتركيب الخلاط للمياه الباردة والساخنة، وتستعمل للنظافة الجسدية بعد إخراج الفضلات، وقد يستعيض البعض عن الشطافة بخرطوم الشطف اليدوي بسبب سهولة استعماله ورخص ثمنه .

نـــشـــاط

- ابحث عن أدوات صحية مصنعة من مواد خاصة مثل الكوارتر (SiO2). المعادن، الرخام الصناعي من حيث ميزاتها، عيوبها، توفرها؟؟

الأسـئـلـة

١ أكمل الفراغات في الجمل الآتية :

أ أهم مادة تستخدم في صناعة المراحيض هي ..... وذلك بسبب.....

ب تركيب المراحيض بثلاثة ارتفاعات هي : .....، .....، ..... .

ج المباول لها ثلاثة أشكال هي : .....،.....، ..... .

د تركيب الشافطة بجانب : .....لكي..... .

هـ تصنع المراحيض الشرقية غالياً من..... .

و يستعمل خران الطرد لِ.....وتصنع عادة من مادة..... .

ز عند عدم توفير حسز كافي في حمام معين يستعيضعن تركيب الشفاطة العادية (Bidet) بِـ.....



الملحقات الصحية Sanitary Accessories

هي الملحقات المكملة لعمل وتركيب القطع الصحية، وتوصيلها على خطوط تزويد الماء وشبكة الصرف الصحي، وتشمل السيفونات والمصارف وقطع الوصل وقطع التعليق والهوايات وغيرها.

السيفونات (المصائد Traps):

هي القطع التي تركب على خط تصريف المياه العادمة كالمغاسل والمجالي.

وظيفتها

تمنع رجوع الروائح الكريهة من شبكة المجاري إلى الداخل بفعل الحاجز المائي الذي توفره، وتعمل كمصيدة للأوساخ الكبيرة لئلا يتم إغلاق شبكة التصريف.

تصنع من البلاستيك غالباً، وقد تصنع من النحاس المطلي بالكروم أو من الرصاص وخاصة عند استعمالها في المختبرات.

يمكن تصنيف السيفونات حسب أشكالها وأحجامها إلى عدة أصناف أهمها:

أ- السيفون ذو الحاجز المغموس.

ب- السيفون ذو المصفاة: تركب بداخله المصفاة لحجز الأوساخ ومنعها من دخول شبكة المجاري وبالتالي إغلاقها.

جـ- السيفون ذو الحاجز المغموس: تركب بداخله المصفاة لحجز الأوساخ ومنعها من دخول شبكة المجاري وبالتالي إغلاقها

د- السيفون ذو الأنبوب المغموس.

هـ- سيفون على شكل حرف P.

أين تركب السيفونات؟

تحت فتحة تصريف المياه في مكان يسهل الوصول إليه وتنظيفه، ومنها ما يتم تركيبه خارج المنازل على خط التصريف الرئيسي، ومنها المصائد الدهنية التي تتجمع فيها الفضلات والأوساخ ثم يتم تنظيفها دورياً، وخاصة في المطاعم والمطابخ.

كيف تركب؟

- بقطع مسننة وحلقات مطاطية.
- التداخل الحر فيما بين الملحقات ثم أحكام إغلاقها بمعجون لاصق.
- التداخل الحراري (كيف؟؟).

المصارف الأرضية (Floor Drains) :

قد تكون مصفاة أرضية أو سيفون (غليون)، هي قطع توصل مع أنابيب الصرف للأدوات الصحية، داخلية أو خارجية.

وظيفتها :

تسهيل خروج الفضلات والمخلفات من القطع الصحية إلى شبكة المجاري.

مادة صناعتها :

البلاستيك أو الحديد السكب أو النحاس ولها إطار دائري أو مربع يثبت عليه سدادة مثقبة (مصفاة تصنع من النحاس المطلي بالكروم غالباً) لمنع دخول الأجسام الكبيرة داخل أنابيب الصرف وبالتالي إغلاقها.

أين تركب ؟

في الأرضيات وعلى مستوى منخفض قليلاً عن البلاط لتسهيل جريان الماء إليها، وتشبه السيفونات في عملها.

وهناك نوع آخر من المصارف الأرضية يسمى فتحات تنظيف (clean out) وهو عبارة عن كوع بلاستيك أو وصلة T يتم من خلاله تنظيف شبكة الأنابيب الأرضية خاصة في المسافات الطويلة. ويركب عادةً على شبكة الخطوط الأفقية التي تكون بعيدةً عن مواقع خطوط التصريف العمودية.

الحنفيات والخلاطات

تكتمل شبكة الأنابيب بهذه القطع، وتسهل على الناس الاستفادة من المياه الصادرة عن الشبكة.

الحنفيات:

وهي القطع التي تتحكم في جريان المياه الباردة والساخنة، تختلف الحنفيات حسب طريقة تركيبها أو تكوينها الداخلي:

أ- الحنفية الكروية:

وتعتبر من أقدم أشكال الحنفيات، وتتصل مع خط المياه بشكل أفقي وتكون مسننة من الداخل.

ب- حنفية الحائط:

قد تستعمل لأحواض الغسيل المجالي وغيرها، وترتفع عن المغسلة (٢٥ - ٣٠ سم).

جـ- الحنفية العمودية:

قد تستعمل للحمامات المجالي أو غيرها.

د- حنفية الحديقة:

مزودة بمخرج يركب عليه خرطوم مطاطي.

الخلاطات (البطاريات)

وهي أشكال حديثة للحنفيات ويتم فيها خلط الماء الساخن والبارد تختلف أشكالها وتتنوع فقد تكون فتحتا خروج الماء الساخن والبارد متباعدتين أو متلاحقتين. ويخرج خليط الماء من فتحة ثالثة بينهما. أما خلاط الحمام ويكون له ممرات لخروج الماء (الدش أو حوض الاستحمام) مع صمّام تحويل الماء إلى أحد الممريْن.

مادة صناعتها

تصنع الحنفيات والخلاطات والبطاريات من سبيكة (نحاس أصفر)، وقد يزوّد الخلاط، بخرطوم بلاستيكي مطلي بالكروم للدش، وقد يكون له حمّالة مثبتة على الحائط أو على الخلاط نفسه.

تركيبها:

تثبت الخلاطات والبطاريات في الجدران بواسطة صواميل وصل مع أنابيب تدفق الماء من الشبكة بعد وضع حلقات جلدية (كسكيتات) خاصة لمنع تسرب الماء، وتغطى بصحون من النحاس المطلي بالكروم لتحسين المنظر.

تتوفر أقطار القطع السابقة على قياسين هما $\frac{1}{2}$ ً، $\frac{3}{4}$ ً

الأسئلة

أكمل الفراغات في الجمل الآتية:

١ للحنفيات أنواع عديدية منها . . . . . و . . . . . و . . . . . .

٢ تستخدم المصارف الارضية لهدف . . . . . .

٣ تصنع الحنفيات والخلاطات غالباً من . . . . . .

٤ هناك ثلاث طرق لتوصيل وتركيب السيفونات هي :

١- . . . . . ٢- . . . . . ٣- . . . . . .

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الـــدرس ٤



طرق تركيب القطع والملحقات الصحية

لا شك أن منظر الملحقات الصحية جميل ولكن ذلك المنظر يصبح أجمل والفائدة تصبح أكبر عندما تتركب وتوصل مع شبكات الصرف الصحي وشبكات الماء بشكل سليم .

والآن ستتعرف على طرق التركيب للأدوات والملحقات الصحية وتوصيلها مع مصادر المياه وشبكات الصرف الصحي .

١- المغاسل :

تركب المغاسل على الحائط ، أو في زاوية البناء وقد تكون محمولة على قاعدة (عمود) تثبت بحمالات معدنية (أنابيب أو أعمدة) أو بواسطة براغي خاصة .

يركب معها خلاطات أو محابس وسداده مطاطية مع سلسلة ، وتوصل مع شبكة الصرف بواسطة السيفون . يخرج الماء الفائض من فتحة خاصة في المغسلة توصل إلى السيفون .

٢- أحواض المختبرات :

تصنع من الحجر المقاوم للأحماض والمواد الكيميائية ، أو حديد الزهر المطلي بالصيني السميك ، ودعامات من الصلب ، ويتم تزويدها بصرافه تركب على فتحة التصريف ومصيدة للتروائح الكريهه ، تمنع رجوعها إلى الحوض وأنبوب تهوية منفصل .

٣- المجالي :

تحتاج إلى إضاءة كافية فتكون تحت الشباك غالباً ، حيث تركب على حمالات معدنية ، وباقي التوصيلات تشبه تركيب المغاسل ماعدا السيفون فيجب أن يكون على شكل (S) وليس أ ، لماذا؟

يكون أقصى بعد لها عن أنبوب التصريف الخارجي هو ٢,٣٠ م .

٤- أحواض الاستحمام (المغاطس):

تركب الأحواض العميقة في داخل الحمامات ملاصقة للجدران ويبنى حولها بالبلاط الصيني لسهولة تنظيفها ولاعطائها المنظر الجميل، ولمنع تسرب المياه إلى خارج الحمام.

يركب معها خلاط للماء الساخن والبارد، ويكون قطر الأنبوب الساخن أكبر من قطر أنبوب الماء البارد (لماذا؟) عرضها ثابت ٦٤سم وأطوالها مختلفة، مزود ة بسلسلة مع سدادة لفتحة التصريف السفلى، يوصل من أسفل بسيفون مع شبكة المجاري.

أما حوض الاستحمام الضحل (الدش) فيركب على أرضية الحمام مباشرة ويكون مستوى حافته العلوية على مستوى بلاط الحمام، تختلف مساحاته، ويفضل في الأماكن الضيقة، وله يد غالباً ما تكون متنقله، أما الجاكوزي فيزوّد بمضخة لتحريك المياه ويركب بطريقة مشابهة ويتميز بوجود كراسي خاصة للجلوس وحركة ماء تشبه الدوامة في البحر ويعمل على إراحة العضلات والأعصاب، ويتم تحريك الماء بواسطة مضخة كهربائية.

٥- المراحيض والشطافات والمباول:

المراحيض الشرقية:

بمستوى البلاط أو أقل بقليل، ويوصل بها سيفون (مصيدة) بلاستيكي على شكل (S) أو (P) بقطر (٤ انش)، كما وتوصل بخزان الطرد.

المراحيض الغربية:

تركب على كوع بقطر (٤) وتثبت على سطح البلاط مباشرة بأو على الجدار بواسطة براغي خاصة، وقد يكون معلقاً لتسهيل تنظيف مشغله. يوصل بخزان الطرد حسب الارتفاع المطلوب.

خزانات الطرد:

تركب على الجدار بواسطة حمالات أو على المرحاض مباشرة، حسب مادة صناعتها، توصل بخط ماء بارد بقطر (انش) مع محبس زاويه، ويزود بعوامة مع وصلة مرنة. كما يوصل بالمرحاض أنبوب تصريف بلاستيكي بقطر (32ملم)، أما الخزان المتصل، فيتم توصياه مباشرة مع المرحاض فيثبت مع المرحاض بزوج من البراغي النحاسية، ويزود بخط ماء بارد ومحبس كروم متصل بصمام العوامة بأنبوب من النحاس المطلي بالكروم، ويزود بيد من أو البلاستيك من أجل تفريغ ماء الخزان. شكل (خزان طرد / مقطع طولي).

سـؤال

١ لماذا توصل المراحيض بسيفون قطره (٤ انش)؟؟

الشطافات :

تركب على البلاط مباشرة بواسطة زوج براغي، أو على الجدار وتثبت ببراغي ومساند خاصة، توصل بأنابيب المياه الباردة والساخنة بخلاط وجهاز رش.

وتوصل بأنبوب الصرف الصحي بواسطة مصيدة (سيفون) مصنوع من النحاس المطلي بالكروم أو البلاستيك.

- المباول المنفردة :

تركب على الجدران بواسطة حمالّات معدنية، أو براغي، ويكون ارتفاعها عن البلاط (53سم)، وتزودة بخط ماء بارد ومحبس تلقائي أتوماتكي بقطر متنوع حسب استعمالات المباول.

كما توصل بسيفون على شكل (S) أو (P) وتزود بخزان طرد أتوماتيكي بسعة متناسبة مع عدد المباول، أما المباول المقوسة فتركب على الأرض وتستند إلى الحائط، وتوصل بأنابيب الصرف بواسطة سيفون شبكي.

أسـئـلـة

١ قارن بين طريقة تركيب خزان الطرد المباشر والمرتفع.

٢ وضح لماذا يستعمل مع المرحاض أنبوب صرف قطره (٤) أنش.

٣ اشرح كيف تركب مغسلة عا

أسئلة الوحدة

١ اذكر أهم المواد التي تصنع منها القطع الصحية .

٢ المغسلة ذات الخزانة ، لها عدة فوائد واستعمالات اذكر ثلاث منها؟

٣ ما فائدة أن يكون للمجلى حوضين أو ثلاثة ، حسب رأيك؟

٤ عرف حوض الجاكوزي ، واذكر فائدتين له؟

٥ ما الفرق بين المرحاض الغربي المعلق والمرحاض الغربي غير المعلق؟

٦ لماذا تركب الشطافة (البديه) بجانب المرحاض الغربي؟

٧ تتنوع الحمامات الغربية حسب ارتفاع خزان الطرد إلى ثلاثة أنواع ، اذكرها؟

٨ ما وظيفة السيفونات (المصائد) .

٩ ما الفرق بين السيفون ذو الشكل (P) والسيفون ذو الشكل (S) .

١٠ ناقش تطور القطع الصحية تاريخياً ، وفوائد ذلك على الإنسان؟

الوحـــدة

٤

الـمـضـخـات

(Pumps)



بسم الله الرحمن الرحيم

المضخات

مقدمة

تعد مضخات المياه من الأجهزة الأساسية والمهمة جدا في نقل المياه من مكان إلى آخر، أو تدويرها في شبكة أنابيب مغلقة، أو رفعها من مستوى منخفض إلى مستوى أعلى، فالمضخات تسحب المياه وتضخها بكميات مختلفة كما تدفع الماء في شبكات أنظمة التكييف والتبريد والتدفئة، وكذلك ترفع الماء وتسحبه من مستوى منخفض إلى مستوى المضخة ذاتها أو أعلى بقليل، وعليه فهناك مضخات الدفع ومضخات السحب. وستتعرف في هذه الوحدة على أنواع المضخات، ومبدأ عملها وطرق تشغيلها وتوصيلها وتركيبها وكيفية اختيارها وصيانتها.

الأهداف

يتوقع منك بعد دراسة هذه الوحدة أن تكون قادرا على أن:

١- تعرف الأغراض التي تستعمل المضخات من اجلها.

٢-تحدد مواصفات وخصائص أنواع مضخات المياه المختلفة ومجالات استخدامها.

٣-تعرف طرق التحكم في تشغيل المضخات.

٤-تحدد العوامل التي تقرر اختيار المضخة المناسبة لتطبيق معين.

٥-تتعرف على كيفية تركيب المضخات وصيانتها.

٦-تعرف طرق توصيل المضخات، وتحدد خصائص كل طريقة ومتى تستخدم كل منها.

٧-تتعرف على الخصائص الكهربائية للمضخات ووسائل السلامة المهنية الخاصة بتركيب المضخات والتعامل معها.

أغراض استعمال المضخات:

تعمل المضخة على تحويل الطاقة من المحرك الى المائع الذي تضخه المضخة على شكل ضغط .

* هناك تطبيقات عديدة لاستخدام المضخات منها :

١ ضخ المياه للأغراض المختلفة مثل ري الأراضي وتزويد المناطق السكنية بالمياه .

٢ تصريف المجاري إلى مناطق معينة مثل محطات التنقية .

٣ أغراض البناء مثل صب الخرسانة .

٤ ضخ البترول الخام إلى مصافي البترول .

٥ الأغراض الصناعية كما في مصانع البتروكيماويات .

٦ محطات التوليد الكهربائية كالمحطات الحرارية والنووية .

٧ أغراض التدفئة والتبريد وتوليد البخار .

٨ أغراض التنظيم والتحكم كما في الأجهزة الهيدروليكية التي تستخدم في الطائرات .

٩ أغراض الترفيه كما في برك السباحة ونوا فير المياه .

١٠ توفير المياه لأغراض إطفاء الحريق .

١١ ضخ المياه من الآبار الجوفية إلى خزانات المدن .

١٢ تبريد الأجزاء الميكانيكية و تزييتها في محركات السيارات .

أنواع المضخات:

تقسم المضخات من حيث مصدر الطاقة الحركية إلى قسمين :

أ- المضخات اليدوية :

وهي التي يتم تشغيلها يدويا طيلة فترة الاستعمال (شكل ٤-١)، وينحصر استخدام هذا النوع في أغراض قليلة مثل رفع المياه من الآبار إلى خزانات المياه، إلا أن استخدام هذه المضخات اخذ في الانحسار لاسيما في المناطق التي تتوفر فيها الطاقة الكهربائية .



الشكل (٤-١) مضخات يدوية

ب- المضخات الآلية :

وهي التي يتم تشغيلها آلياً بواسطة طرق مختلفة مثل محرك كهربائي أو محرك ديزل أو بالبخار بحيث يتناسب مصدرها الطاقة الحركية لهذه المضخات مع أغراض استخدامها. تدار المضخات مباشرة، حيث يتصل المحرك الكهربائي مع محور دوران المضخة، كما هو مبين في الشكل (٤-٢).



الشكل(٤-٢)مضخة تدار بواسطة محرك كهربائي بشكل مباشر

كما تدار بطريقة غير مباشرة عبر وسائل نقل الحركة مثل السيور والبكرات، ويبين الشكل (٤-٣) طريقة ربط المضخة بواسطة الأقشطة والسيور التي تركب على البكرة المثبتة على محور المحرك الكهربائي والبكرة المثبتة على محور المضخة. كما يبين الشكل التالي طريقة ربط المضخة مع محرك احتراق داخلي (ديزل أو بنزين) من خلال وصلة خاصة(coupling) مناسبة.



الشكل(٤-٣)مضخة تدار بواسطة محرك كهربائي عن طريق السيور والبكرات



الشكل(٤-٤)مضخة تدار بواسطة محرك إحتراق داخلي من خلال قابض (كلاتش)

يمكن تصنيف المضخات أيضاً بحسب مبدأ العمل والبنية المستخدمة لتحقيق تدفق السائل إلى نوعين رئيسيين :

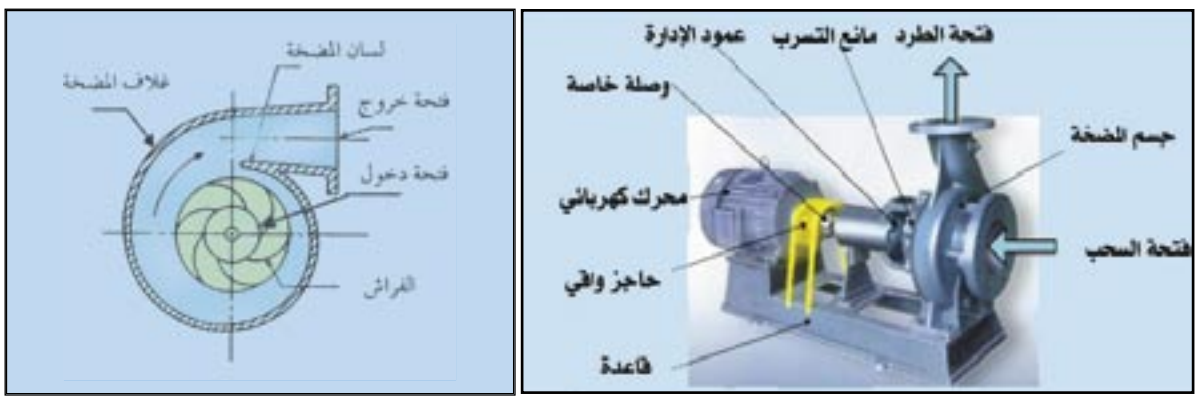
١ المضخات الديناميكية :(Dynamic Pumps)

مبدأ عملها هو نقل طاقة المحرك الى السائل على شكل طاقة حركة ، **ومن أنواعها** :

مضخات طاردة مركزية: (Centrifugal Pumps)

يبين الشكل الآتي(٤-٥) الأجزاء التي تتكون منها المضخة الطاردة المركزية، حيث يقوم الفراش(Impeller) بسحب السائل محورياً (من المركز) وبفعل الحركة الدورانية وتولد القوة المركزية يندفع السائل إلى المحيط عبر الفراش ويخرج بشكل عمودي على المحور بسرعة عالية . الفراش له نوعين : الفراش المفتوح وغالبا ما يوجد في المضخات التي تضخ المياه المحتوية على شوائب مثل مياه التصريف ومياه النضح في غرف المراجل أو المخازن في الطوابق السفلية والملاجئ، والفراش المغلق في مضخات المياه النقية من الشوائب .

تعطي المضخة الطاردة المركزية معدّل تصريف أو تدفق عالي وضغوط منخفضة نسبياً، **ومعدل التصريف أو التدفق للمضخة** هو عبارة عن كمية السائل الذي تعطيه المضخة في وحدة الزمن . ويعبر عنه بوحدات جالون/ دقيقة (GPM), متر مكعب/ ساعة، أو لتر/ ثانية . وهي من مضخات الإزاحة السالبة، أي التي تعطي تدفقا مستمرا من السائل .



الشكل(٤-٥) مضخة طاردة مركزية

قد تكون المضخة الطاردة المركزية أحادية المرحلة(single-stage)عندما تحتوي على فراش وحيد، أو متعددة المراحل (multi-stage)حيث تتكون المضخة من عدد من الفراشات المركبة على التوالي على نفس عمود الدوران (قد يصل عددها إلى عشر فراشات)، وهذا النوع يناسب الضغوط العالية .

نلاحظ من الشكل أعلاه أن المضخة الطاردة المركزية تتكون من الأجزاء التالية :

١. محرك المضخة (Pump Motor).
٢. جسم المضخة (Stationary Casing) .
٣. فتحة السحب (Suction Port).
٤. فتحة الطرد (Discharge Port).

٥ محور المضخة (Pump Shaft).

٦ العضو الدوار ذو الأرياش (Impeller)

يعتبر هذا النوع من المضخات أكثر أنواع المضخات استخداما في مجال التدفئة والتكييف، وتختلف في أشكالها لتناسب نوع الاستخدام.

٢ مضخات الإزاحة الموجبة:(Positive Displacement Pumps)

ويكون بداخل هذه المضخات غرف تملأ وتفرغ من السائل بشكل إجباري وهناك صمامات لتنظيم دخول وخروج السائل وهذه المضخات على نوعين :

أولاً : مضخات دورانية (Rotary Pumps):

جميع المضخات الدورانية تمتلك أجزاء دوّارة تحصر السائل عند فتحة المدخل (سحب) وتدفعه خلال فتحة الطرد إلى النظام . وتصنف من ضمن مضخات الإزاحة الموجبة، لأنها تطرد أحجاماً من السائل على فترات أو على دفعات ، بشكل عام يتم تصنيف المضخات الدورانية بحسب نوع العضو الدّوار :

١- المضخات الترسية (Gear Pumps):

وتقسم إلى ثلاثة أنواع حسب شكل التروس :

١ مضخة التروس الخارجية شكل(٤-٦).

٢ مضخة التروس الداخلية شكل (٤-٧).

٣ مضخة التروس الرحويةشكل (٤-٨).



شكل (٤-٦) تروس خارجية



شكل (٤-٧) تروس داخلية

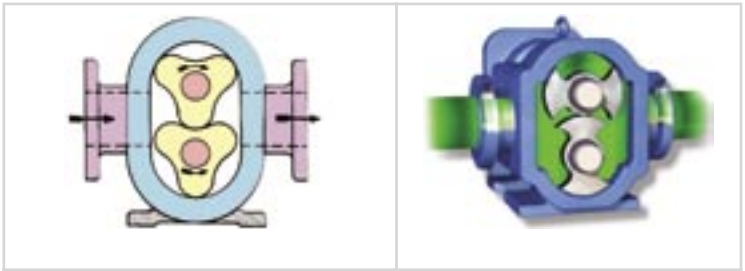


شكل (٤-٨) تروس رحوية

مضخة السولار في حارقات مراجل التدفئة مثال على مضخة التروس الداخلية .

٢- المضخات ذات الفلقات (Lobe Pump)

تشبه مضخة التروس الخارجية إلا أن فلقاتها أكبر من أسنان الترس، وهنالك فقط فلقتان أو ثلاث على المحور الواحد شكل (٤-٩).



الشكل(٤-٩) مضخة ذات الفلقات

٣- المضخات اللولبية أو الحلزونية (Screw Pumps)

على الرغم من أنها مكلفة وذات كفاءة منخفضة إلا أنها تناسب التدفقات العالية وتعمل بدون ضوضاء كما في شكل(٤-١٠). وتستخدم في محطات تنقية مياه المجاري وأنظمة التبريد التي تستعمل الزيت في التبريد وضخ المياه المخلوطة بالوحل .



شكل (٤-١٠) مضخة حلزونية أو لولبية

٤- مضخة ذات الارياش (Vane Pump)

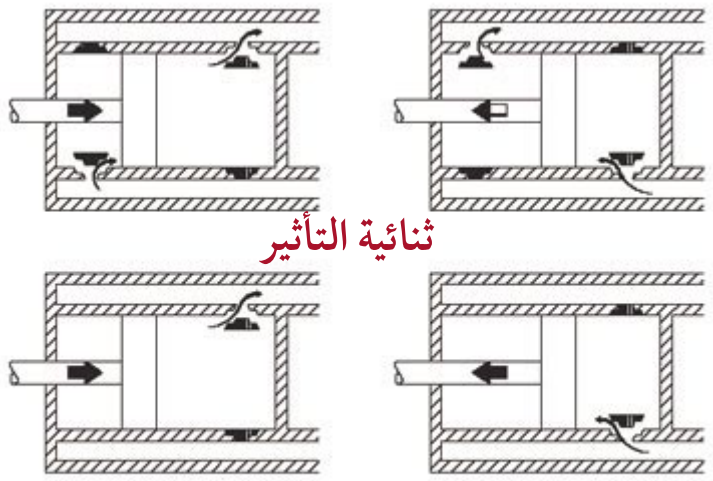
تمتاز بضخ كميات كبيرة من السائل بضغوط مرتفعة . شكل (٤-١١)، وهي مستخدمة في آلات كبس وتشكيل البلاستيك وفي الآليات المتنقلة كالجرافات .



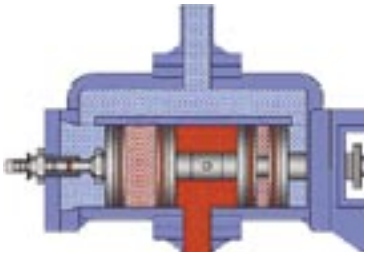
الشكل(٤-١١) مضخة ذات الأرياش

ثانياً المضخات الترددية (Reciprocating Pumps):

تعتمد على حركة مكبس داخل أسطوانة حركة ترددية (ذهاباً وإياباً) تؤدي إلى توفير انسياب السائل، ومن أنواعها المضخات اليدوية وهي على نوعين أيضاً؛ أحادية- التأثير، وثنائية- التأثير . المضخة أحادية-التأثير تقوم بتزويد السائل دفعة كل شوطين، بينما ثنائية- التأثير تعطي السائل في كل شوط . انظر الشكل (٤-١٢) و (٤-١٣)



شكل (٤-١٢) مضخات ترددية أحادية وثنائية التأثير



شكل (٤-١٣)مضخة ترددية ثنائية التأثير

تستخدم المضخة أحادية- التأثير غالباً في الروافع الهيدروليكيلية، أما ثنائية- التأثير فتستخدم لفحص شبكات الأنابيب تحت الضغط . أما النوع الذي يحرك كهربائيا فيستخدم لتغذية المراجل بالماء في محطات توليد الطاقة .

الأســئــلــة

أجب بصح أو خطأ على كل من العبارات الآتية :

١ الغرض من المضخة هو تحويل الطاقة من المحرك إلى المائع الذي تضخه الفتحة على شكل ضغط . . .

٢ تستخدم المضخات اليدوية فقط في الناطق التي تتوفر فيها الطاقة الكهربائية . . .

٣ تعتبر المضخة الطاردة المركزية من المضخات الديناميكية ذات الإزاحة الموجبة . . .

٤ نعني بالمضخة ذات الإزاحة الموجبة، تلك التي تعطي السائل على دفعات أو فترات غير مستمرة . . .

٥ المضخة الطاردة المركزية متعددة المراحل تلائم الاستخدامات ذات الضغوط العالية . . . . .

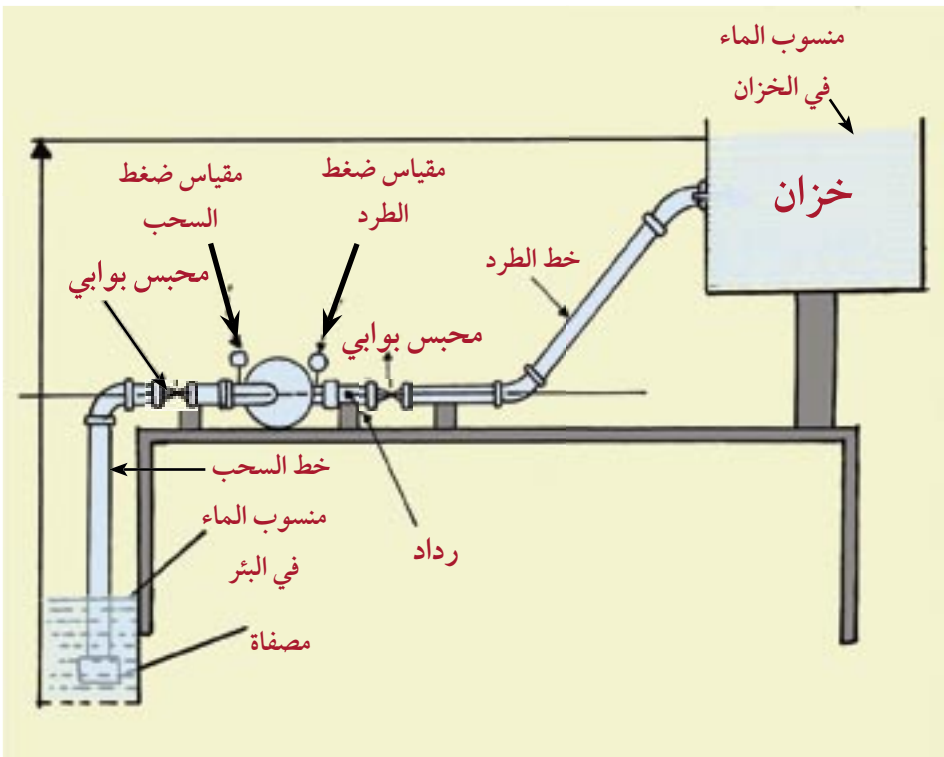
٦ تشمل المضخات الدورانية كل من المضخات الترسية والمضخات ذات الأرياش فقط . . .

٧ تستخدم المضخة الترددية أحادية التأثير لفحص شبكات الأنابيب تحت الضغط . . .

استخدامات مضخات المياه:

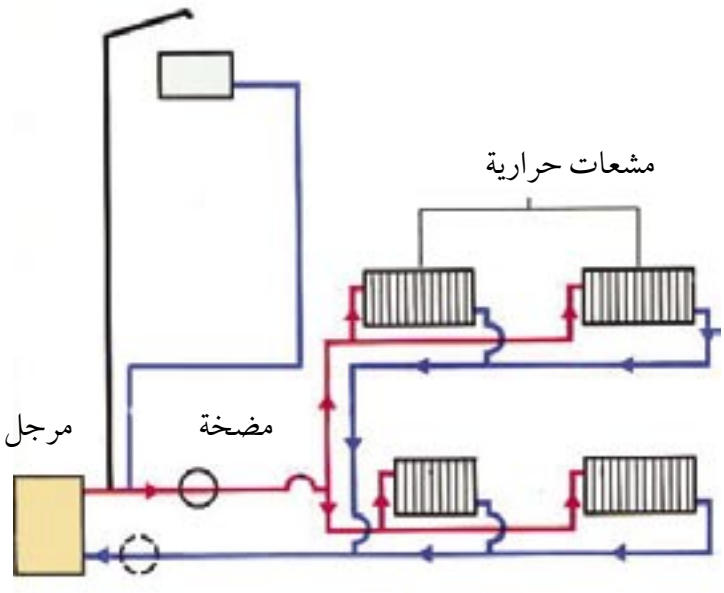
تستخدم مضخات المياه لأغراض متعددة، وفي مجالات مختلفة منها :

أ- رفع السوائل من مستويات منخفضة إلى مستويات عالية، كما هو مبين في الشكل (٤-١٤)، ومثال ذلك استخراج المياه من الآبار الجوفية، أو نقل المياه من الخزانات السفلية إلى الخزانات العلوية، كما هو الحال في المباني السكنية العالية والحفر الصماء .



شكل (٤-١٤) رفع الماء من البئر الى خزان على مستوى أعلى .

ب - تستخدم في مجالات التدفئة وتسخين المياه، حيث تقوم بتدوير المياه داخل شبكاتها المغلقة، كما هو مبين في الشكل (٤-١٥).



شكل (٤-١٥) مضخة تدور الماء الساخن داخل شبكة تدفئة

جـ- نضح غرف المراجل، وذلك عندما تكون غرفة المراجل تحت مستوى سطح الأرض فإنه يركب لها مضخة نضح لرفع المياه المتجمعة إلى مستوى سطح الأرض، ثم يتم تصريفها بواسطة شبكة المجاري. شكل (٤-١٦). كما تستعمل المضخات الغاطسة لضخ المياه من الآبار العميقة.





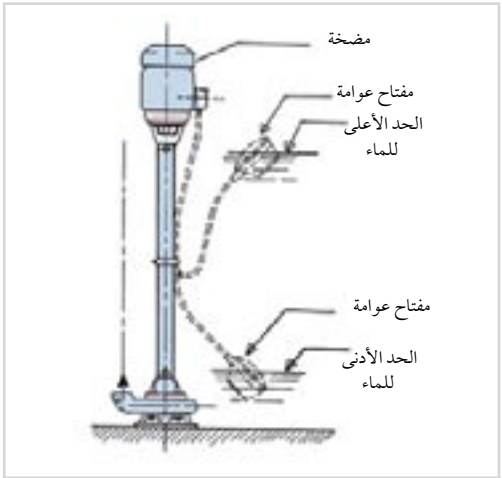
الشكل(٤-١٦) مضخات غاطسة

طرق التحكم في تشغيل المضخات:

تنحصر طرق التحكم في تشغيل المضخات آلياً في ثلاثة أنواع هي :

١ تغير مستوى الماء

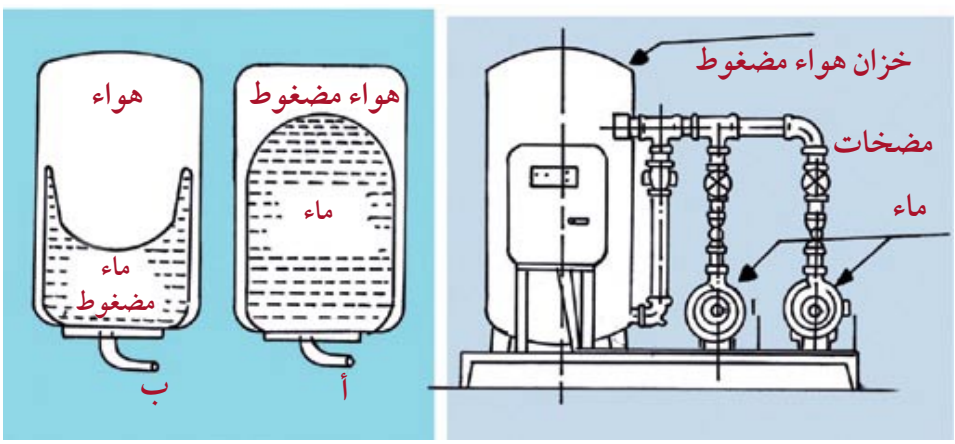
وفيها يتم تركيب مفاتيح كهربائية عائمة (العوامة الكهربائية) وتستعمل العوامة الكهربائية لتفريغ خزان أو تعبئة خزان، وذلك حسب التوصيلة الكهربائية شكل (٤-١٧).



شكل (٤-١٧) عوامة كهربائية

٢ الاختلاف في ضغط الشبكة

تركب على الشبكات مضخات تتصل بخزان هواء مضغوط(Expansion tank) موصول مع الشبكة، كما هو مبين في الشكل (٤-١٨). ويوضح الشكل (٤-١٨ أ) مقطعا للخزان يظهر الماء والهواء المضغوط فيه بفعل ضغط المضخة وبينهما حاجز مطاطي مرن، حتى إذا وصل الضغط إلى القيمة العليا المحددة، فان ضغط الماء والهواء يزداد في الخزان مما يؤدي إلى فصل التيار الكهربائي عن المضخة فتتوقف عن العمل، وعند انخفاض ضغط الماء في الشبكة (بسبب حصول تنفيس في الشبكة أو استهلاك الماء)، ينخفض ضغط الهواء في الخزان كما هو مبين بالشكل (٤-١٨ب). ويؤدي ذلك إلى وصل التيار الكهربائي ثانية بمحرك المضخة عن طريق مفتاح الضغط، وتستمر المضخة بالعمل إلى أن يرتفع الضغط في الشبكة إلى الحد الأعلى المطلوب، وتتكرر العملية آليا. وهناك جهاز تحكم الكتروني يركب على المضخة ويقوم مقام خزان التمدد ومفتاح الضغط.



شكل (٤-١٨) تركيب خزانات الهواء المضغوط

٣- جريان الماء في الشبكة

في هذه الحالة يركب مفتاح جريان ماء كهربائي(Flow switch) على خط مسار شبكة المياه بعد مخرج المضخة، وهذا المفتاح يوقف المضخة عن العمل إذا قل معدل تدفق الماء في الشبكة عن الحد الأدنى اللازم لحماية المضخة من التلف بسبب نقص الماء، أو وجود كمية من الهواء داخل حجرة فراش المضخة .

إختيار المضخات:

يتم تمييز المضخات المستخدمة في أنظمة التدفئة والتبريد بمواصفاتها الفنية، والتي تشمل معدل التصريف وضغط التشغيل وقدرة المحرك وسرعة الدوران والكفاءة:

١ معدل التصريف

ويقاس بوحدات جالون/ دقيقة، متر مكعب / ساعة أو لتر / ثانية، ويتناسب عكسياً مع ضغط التشغيل للمضخة، فعند زيادة مقدار التدفق يقل ضغط التشغيل للمضخة

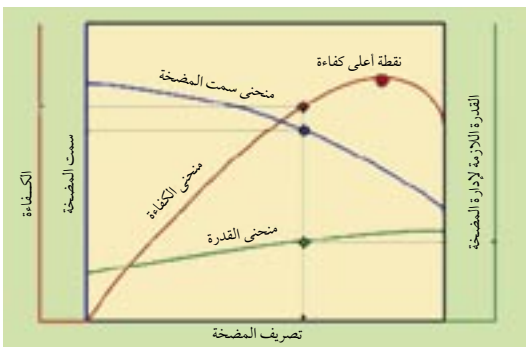
٢ ضغط التشغيل

وهو مقدار الارتفاع الذي ترفعه المضخة من السوائل عن مستوى سطح السائل السفلي أو مجموع الفواقد الناتجة عن الاحتكاك التي تواجه جريان السائل داخل شبكة الأنابيب والأجهزة المركبة مع الشبكة، ويقاس بوحدات قدم أو متر رأسي من الماء أو كيلو نيوتن/ متر مربع .

٣ سرعة الدوران

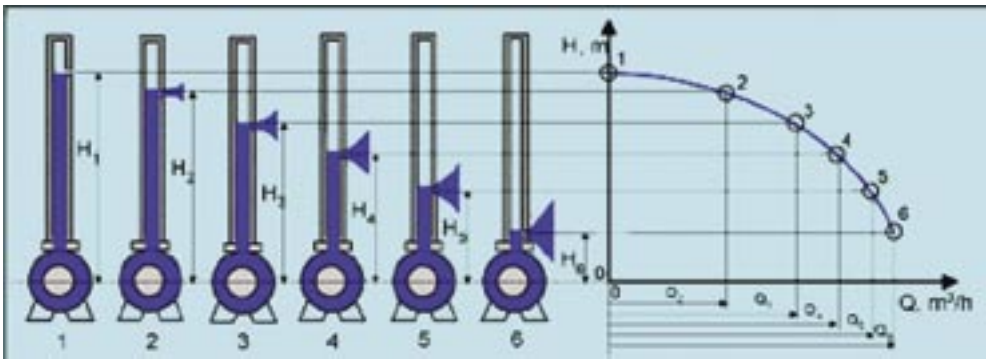
حيث تصنع المضخات بعدة سرعات ٩٦٠، ١٤٥٠ ، ٢٩٠٠ دورة / دقيقة (RPM).

يتم اختيار المضخة على أساس كمية معدل التصريف المطلوب للمياه وكذلك الارتفاع المكافئ لاحتكاك المياه مع أنابيب الشبكة أثناء جريان الماء فيها، أو ضغط عمود الماء الرأسي في الأنابيب وذلك من خلال منحنيات الأداء التي تصدرها شركات تصنيع المضخات، شكل (٤-١٩).



شكل (٤-١٩ أ) منحنيات اختيار المضخة

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر



الشكل (٤-١٩ ب) منحنيات اختيار المضخة

الأسئلة

١ ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة :

أ تستخدم المضخات لرفع السوائلمن مستويات منخفضة إلى مستويات عالية .

ب تستخدم في مجالات التدفئة وتسخين المياه .

ج نفخ عرف المراجل التي تكون تحت مستوى سطح الأرض .

د جميع ما ذكر أعلاه .

٢ أملأ الفراغ فيما يلي :

أ تنحصر طرق التحكم في تشغيل المضخات آلياً في ثلاثة أنواع : من هذه الطرق . . . . . .

ب يتم اختيار المضخة على أساس . . . . المطلوب للمياه وكذلك . . . . . وذلك من خلال منحنيات الأداء التي تصدرها شركات تصنيع المضخات .



تركيب المضخات وصيانتها

هناك إجراءات فنية هامة يجب مراعاتها في تركيب المضخات في شبكات المياه :

١ يجب تركيب المضخة بحيث يكون محور المحرك الخاص بالمضخة أفقياً تماماً .

٢ يركب رّداد مع محبس بوابة على خط دفع المضخة ومحبس آخر على خط السحب لأغراض الصيانة .

٣ يجب الانتباه إلى كون السهم المرسوم على المضخة باتجاه دوران الماء وليس بعكسه .

٤ يجب التأكد من صحة اتجاه دوران المضخة التي تدور بواسطة التيار ذو الثلاثة أطوار (3-phase) لأن تبديل فاز بآخر يؤدي لدوران عكسي .

٥ يجب طرد الهواء الموجود في المضخة عن طريق صمام التنفيس .

٦ قبل تشغيل المضخة ، يجب تنظيف شبكة الأنابيب جيداً بالماء ، وذلك للتخلص من الشوائب والرايش وغيرها من المواد .

٧ يراعى اختيار مكان المضخة بحيث يكون مناسباً للصيانة والفحص والسعة الكافية لإخراج المضخة عند الحاجة .

٨ تركب المضخات ذات القدرات العالية على قاعدة خرسانية ، وتثبت على موانع إهتزازات(زمبركية أو مطاطية) .

صيانة المضخات:

يراعى ملاحظة توصيات الشركات الصانعة للمضخة فيما يتعلق بالصيانة الدورية لها من حيث التشحيم والتزييت ومعالجة وإصلاح الأعطال التي تسبب تهريب المياه. ويبين الجدول(٤-١) بعض الأعطال وأسبابها والإجراء المفروض لإصلاح تلك الأعطال .

جدول (٤-١)بيان تحديد الزعطال وعمل الصيانة اللازمة للمضخات

العطل	السبب	الإجراء
ا- المضخة متوقفة عن الدوران (أي لا تعمل)	١- خلل في توصيلات الكهرباء ٢- المكثف لا يعمل ٣- وجود أوساخ وشوائب في المضخة ٤- وجود رواسب كلسية على كراسي التحميل (Bearings)	١- تأكد من القاطع (الفيوز)ومن التوصيلات التي قد تكون غير مربوطة بإحكام ٢- استبدال المكثف ٣-شغل المضخة على السرعة القصوى، أو استخدم مفك لإدارة العمود من خلال الفتحة الموجودة في المضخة ٤- قم بفك المضخة وتنظيفها
ب- صوت في الشبكة	١- سرعة المضخة عالية ٢- وجود هواء في الشبكة	١- قم بتخفيض السرعة إلى أخرى اقل ٢- قم بتنفيس أو تهوية الشبكة
ج- المضخة تصدر صوتا غير عادي	١- وجود هواء في المضخة ٢- الضغط منخفض عند مدخل المضخة	١- قم بتنفيس المضخة ٢- قم بزيادة الضغط عند مدخل المضخة
د- وجود تسريب من المضخة	١- تلف مانع التسرب (اللبادة) ٢- تآكل عمود الدوران في منطقة مانع التسرب	١- قم بتغيير مانع التسرب بآخر بنفس القياس ٢- قم بإصلاح عمود الدوران أو استبداله

نظم تركيب المضخات

يمكن تركيب أكثر من مضخة لتأدية غرض معين، فمثلاً يمكن أن يكون التصريف أو الضغط المطلوب كبيرا ً ولا يمكن تأدية ذلك بمضخة واحدة. في مثل هذه الحالة يمكن أن نلجأ إلى تركيب المضخات إما على التوازي أو على التوالي:

أ- توصيل المضخات على التوالي

عند تركيب المضختين أ ، ب على التوالي كما في الشكل (٤-٢٠) فإننا نحصل على ضغط كلي مساوٍ لمجموع ضغطي المضختين عند أي تصريف أي أن:

الضغط الكلي = ض$_{أ}$ + ض$_{ب}$

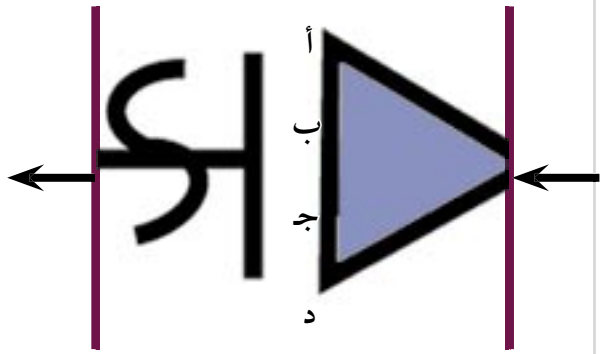


شكل (٤-٢٠) توصيل المضخات على التوالي

ب- توصيل المضخات على التوازي

عند تركيب أكثر من مضخة على التوازي كما هو مبين بالشكل (٤-٢١) فإننا نحصل على تصريف كلي (عند أي ضغط) مساوٍ لمجموع تصريف كل منهما عند نفس الضغط:

التصريف الكلي = ح$_{أ}$ + ح$_{ب}$ + ح$_{ج}$ + ح$_{د}$



شكل (٤-٢١) توصيل المضخات على التوازي

الأسـئـلـة

١ أكمل الفراغ فيما يأتي :

أ نطرد الهواء الموجود في المضخة عن طريق.....

ب تركب المضخات ذات القدرات العالية على .....

ج عندما نلاحظ صوت في الشبكة فإن ذلك يدل على .....
ويمكن إصلاح ذلك عن طريق .....

د توصيل مضختين على التوالي يؤدي إلى..... الضغط .

أسـئـلـة الـوحـدة

١ وضح كيفية عمل المضخة الطاردة المركزية ، وعدد طرق تشغيلها .

٢ بين كيفية التحكم بتشغيل المضخات كهربائيا .

٣ ما هي المواصفات الفنية التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند اختيار المضخات؟

٤ عدد خمسا من أغراض استخدام المضخات .

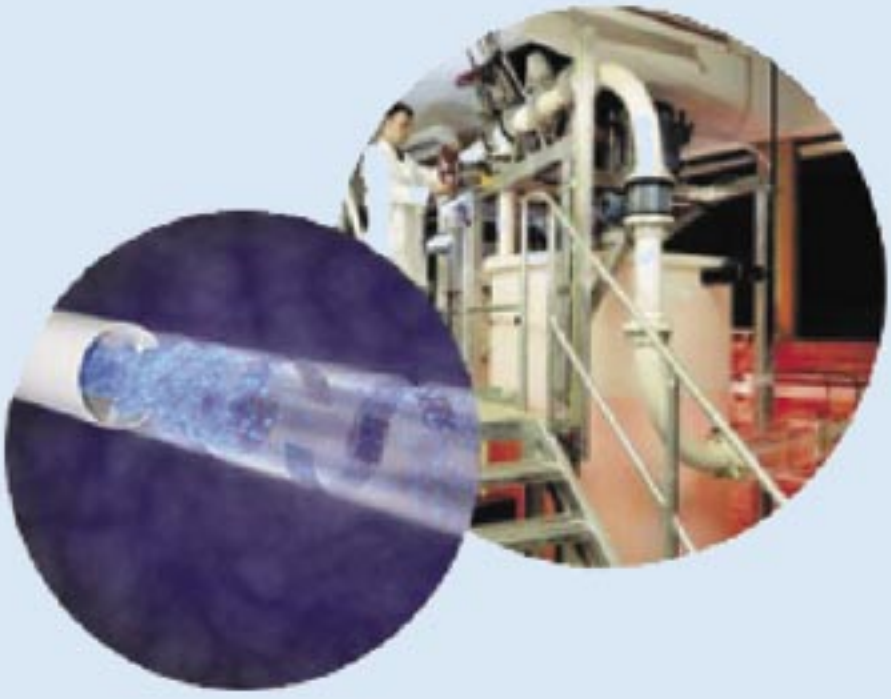
٥ اذكر طرق توصيل المضخات ، موضحا ميزات كل منها .

٦ ما هي الأمور الفنية التي يجب مراعاتها عند تركيب المضخات في شبكات المياه؟

الوحـــدة

٥

ميكانيكا الموائع والحرارة



قلم الجزائر | WWW.DZPEN.COM

بسم الله الرحمن الرحيم

ميكانيكا الموائع والحرارة

في معرض دراستنا لمهنة التمديدات الصحية والتدفئة المركزية نتعامل مع الأدوات الصحية المختلفة التي تستهلك الماء البارد والساخن من شبكات التوزيع، ومن ثم تصرفه إلى شبكة المجاري. وكذلك نستخدم المياه الساخنة في المراجل في التدفئة المركزية وندوره بواسطة مضخات ليصل إلى المشعات التي تنقل حرارته إلى الهواء المحيط. وهكذا الارتباط الوثيق بين الموائع (الماء والهواء مثلا) وبين نقل الحرارة بالطرق المختلفة. في هذه الوحدة ستدرس مبادئ حركة الموائع وطرق انتقال الحرارة، وبعد دراستك لهذه الوحدة وتنفيذ نشاطاتها المختلفة، يتوقع منك أن تحقق الأهداف التالية

* تحديد ضغط الموائع الساكنة.
* معرفة أجهزة قياس الضغط وتدفق السوائل.
* تطبيق معادلة الاستمرارية ومعادلة برنولي.
* معرفة وحدات قياس درجات الحرارة والتحويل من وحدة إلى أخرى.
* الإلمام بمقاييس درجات الحرارة المختلفة ومبادئ عملها.
* دراسة طرق انتقال الحرارة والتمييز بينها.
* استيعاب نصوص قوانين الديناميكا الحرارية.

الـــدرس ١



ميكانيكا الموائع

تعرف الموائع بأنها المواد القابلة للتشكل بشكل الأوعية التي تحتويها، وتكون قادرة على الانسياب وهذه المواد هي السوائل والغازات. وميكانيكا الموائع هو العلم الذي يدرس ميكانيكا السوائل والغازات، أو بمعنى آخر، العلم الذي يدرس الموائع في حالة الحركة والسكون. يمكن تقسيم ميكانيكا الموائع إلى قسمين:

- الموائع الساكنة: وهي دراسة القوى المؤثرة على الموائع في حالة السكون.
- الموائع المتحركة: وهي دراسة الموائع أثناء الحركة.

إن أهمية ميكانيكا الموائع تتضح تماما عندما نفكر في الدور الذي تلعبه في حياتنا اليومية. ففي مجال التدفئة هناك الماء الساخن الذي يضخ خلال الأنابيب لتدفئة المنازل. والكهرباء التي نستخدمها وطرق توليدها من حركة المياه أو الطاقة الحرارية من البخار من خلال التربينات ففي السيارة توجد الموائع في الإطارات على شكل هواء. وفي المحرك نستعمل الوقود السائل. ولا يقتصر وجود الموائع في ما يستعمله الإنسان بل إن جسم الإنسان يعتمد على ميكانيكا الموائع كما في الدورة الدموية.

الموائع في حالة السكون :

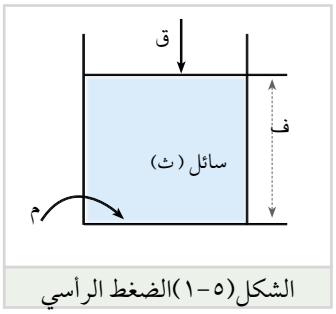
كما درست في الصفوف السابقة فإن الضغط على سطح ما، هو معدل القوة المؤثرة عموديا على وحدة المساحة في هذا السطح. ورياضيا فإن الضغط (ض) يعطى بالعلاقة الآتية:

$$\text{ض} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$ **حيث (ق) تمثل القوة العمودية على المساحة (م)**

ووحدة قياس الضغط هي نيوتن/ م^{٢} وتسمى باسكال وفق وحدات النظام الدولي أو باوند/ انش^{٢} في النظام البريطاني.

أ الضغط الرأسي (العمودي)

تعتمد كثافة الموائع القابلة للانضغاط مثل الغازات على مقدار درجة الحرارة والضغط . أما في حالة الموائع غير القابلة للانضغاط مثل السوائل فكثافتها ثابتة المقدار نسبيا مقارنة مع الغازات . ففي خزان المياه يعتمد الضغط عند نقطة معينة داخل الخزان على ارتفاع عمود الماء الواقع على هذه النقطة .



الشكل(٥-١)الضغط الرأسي

ض = $\frac{\text{ق}}{\text{م}}$ = (ك × جـ) / م وحيث أن :

الكتلة = الكثافة × الحجم = ث × م × ف

إذن ض = (ث . م . ف . جـ) / م

= ف × ث × جـ. . . . . .

. . . . . (٢)

وتتساوى الضغوط التي تؤثر على نفس النقطة داخل السائل ، حيث أن قيمة الضغط لأية نقطة داخل السائل تعتمد على الارتفاع (ف)، من العلاقة (٢) .

كثافة السائل الموجود داخل الإناء في الشكل (٥-١) أعلاه هي (ث) وارتفاع السائل (ف) ومن تعريفنا للضغط بأنه تأثير القوة على المساحة (م)، ومن قانون نيوتن أن القوة (ق) هي حاصل ضرب كتلة المادة (ك) في تسارع الجاذبية (جـ) .

ويسمي ضغط السائل الضغط المقاس، وإذا أضيف إليه الضغط الجوي (ض.) يطلق عليه عندئذ الضغط المطلق للسائل (أو الضغط الكلي) .

فالضغط المطلق = الضغط الجوي + الضغط المقاس

ض$_{م}$ = ض. + ف ث جـ. . . . . (٣)

مـــثـــال

خزان اسطواني الشكل مساحة قاعدته ١ م^{٢} وارتفاع الماء فيه ٨٠ سم . احسب مقدار الضغط عند نقطة ترتفع عن القاعدة ١٠ سم . (كثافة الماء ١٠٠٠ كغم / م^{٣} وتسارع الجاذبية الأرضية ٩,٨١ م / ث^{٢} .

الحـــــل

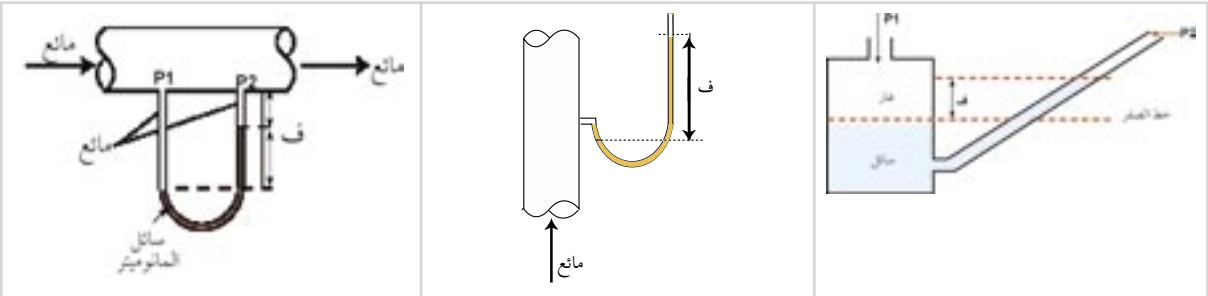
ض = ف × ث × جـ

= ٠,٨ × ١٠٠٠ × ٩,٨١

= ٧٨٤٨ نيوتن / م^{٢} أو باسكال

المانوميتر Manometer:

المانوميتر هو عبارة عن مقياس ضغط وهو يتكون من أنبوب زجاجي على شكل حرف U أو أي شكل آخر يحقق الغرض منه . يحتوي على زئبق أو مائع آخر مناسب . في الشكل (٥-٢) الأنبوب المانوميتري مفتوح للجو الخارجي من طرف ويتصل مع الخزانات أو الجزء المطلوب قياس الضغط فيه من الطرف الآخر



شكل (٥-٢) : المانوميتر

قد يكون مستوى الزئبق متماثلا في فرعي الأنبوب ، وهذا يدل على أن الضغط في الخزان يساوي الضغط الجوي . إذا كان الضغط في الخزان أعلى من الضغط الجوي فان مستوى الزئبق يرتفع في الطرف المفتوح . إن ارتفاع الزئبق في الأنبوب (ف) يكافئ الضغط المقاس المؤثر في الخزان ، ا لذي يحسب باستخدام العلاقة (٢) ال ، أما الضغط المطلق فيحسب بالعلاقة (٣) .

عندما يكون الضغط في الخزان أقل من الضغط الجوي ، سينخفض الزئبق في الطرف المفتوح ويرتفع في الطرف المرتبط بالخزان ، دلالةً على أن مقدار الضغط المقاس في هذه الحالة سالباً .

مقياس بوردن:(ساعة قياس الضغط ذات المؤشر)Bourdon tube gauge

يعتمد مبدأ عمل أنبوب بوردن على معامل المرونة الموجود في العضو المرن للجهاز . يبين الشكل (٥-٣) الفكرة الأساسية لتحويل الضغط المراد قياسه إلى قراءة على التدريج للجهاز .



الشكل(٥-٣)مقياس بوردن

حيث يكون العضو المرن عبارة عن أنبوبة مفرغة على شكل حرف –C– ذو مقطع بيضاوي وذو طرف ثابت وآخر حر، يطبق الضغط على الطرف الثابت داخل تجويف الأنبوب ، محاولا تقويم المنحنى مؤثرا على الوصلة التي ينتهي فيها الطرف الحر ، محركا المسننات التي يرتبط بها مؤشر القراءة الذي يتحرك على تدريج دائري مبينا قيمة الضغط المطبق . ويمكن استخدام هذا الجهاز لقياس ضغوط موجبة أو سالبة (أعلى أو أقل من الضغط الجوي) .

أجهزة أخرى:

هنالك أيضا بعض الأجهزة الإلكترونية والكهربائية التي تعطي قراءات للضغوط باستخدام مجسات خاصة .

أ منظمات الضغط :Pressure regulators

في أجهزة وأنظمة التبريد والتدفئة وغيرها يلزم تنظيم الكثير من المتغيرات والخواص الحرارية والتحكم بها، مثل الضغط ودرجة الحرارة والتدفق وغيرها، وذلك لتحقيق أهداف كثيرة من أهمها :

١ جعل النظام يعمل في حدود الوظيفة المناسبة المطلوبة وبأعلى كفاءة .

٢ جعل النظام يعمل ضمن حدود التشغيل المسموح بها ، والتي تؤمن العمل الطبيعي للنظام بعيدا عن الحمولات الزائدة، لكي يخدم أطول فترة ممكنة .

٣ جعل النظام أو الجهاز يعمل في حدود التشغيل الآمن، لحمايته من التعرض للتلف أو التحطم، وضمان عدم تعرض العاملين للأخطار المفاجئة .

تقوم منظمات الضغط بإيقاف وتشغيل الجهاز المناسب من النظام في الوقت المناسب، حماية للنظام والعاملين ،وضمانا لعمله بكفاءة. فعلى سبيل المثال يركب صمام مخفض الضغط على خط مياه البلدية أحيانا، ليساعد عوامة الخزان على تحمل الضغوط المرتفعة . وصمام الأمان يركب على العديد من الأجهزة، كالمراجل مثلا، لحمايتها من الضغط الزائد ، ويوجد في السوق بقيم ضغوط متعددة، وسيأتي ذكرها في العام القادم .

الأسئلة

- اجب بصح أو خطأ على كل عبارة من العبارات التالية :

١ وحدة قياس الضغط هي وحدة قوة / وحدة مساحة .

٢ يكون الضغط المقاس دائما أكبر من الضغط المطلق .

٣ تعتمد كثافة الموائع القابلة للانضغاط مثل السوائل على مقدار درجة الحرارة والضغط .

٤ تتساوى الضغوط التي تؤثر على نفس النقطة داخل السائل في جميع الاتجاهات .

٥ في المانوميتر إذا كان مستوى الزئبق متماثلا في فرعي الأنبوب، فان الضغط في الخزان يساوي الضغط الجوي .

٦ يحتوي أنبوب بوردن على الزئبق وذلك لقياس الضغوط الموجبة والسالبة .

٧ تقوم منظمات الضغط بإيقاف وتشغيل الجهاز المناسب من النظام في الوقت المناسب حماية للنظام والعاملين وضمانا لعمله بكفاءة .

الموائع في حالة الحركة

تم التركيز سابقاً على دراسة ضغط الموائع الساكنة، والآن سنتعرض إلى دراسة الموائع المتحركة والمبادئ التي تعتمد عليها كمعادلة الاستمرارية ومعادلة برنولي لما لها من علاقة مباشرة بتخصصنا، فهي موجودة في شبكات المياه الباردة والساخنة وشبكات التدفئة وغيرها.

معادلة الاستمرارية Continuity Equation

ذكرنا سابقا أن للموائع صفة الانسياب أو الجريان. ففي أنظمة التدفئة بالماء الساخن تستعمل الأنابيب من الأنواع المناسبة لنقل الماء الساخن من المراجل إلى المشعات الحرارية.

يحتاج تدفق أو سريان الماء عبر هذه الأنابيب إلى أجهزة ميكانيكية لتحريكه أو دفعه (مضخات)، ويحتاج إلى نظام تحكم مناسب لإعطاء الكميات المطلوبة. يعتمد جريان موائع التشغيل في الأنابيب على مجموعة من العوامل تحكمها معادلة الاستمرارية التي تنص على ما يلي:

$$م_{١} \times (ع_{١} \times \Delta ز_{١}) \times ث_{١} = م_{٢} \times (ع_{٢} \times \Delta ز_{٢}) \times ث_{٢}$$

وفي حالة الموائع المثالية حيث تكون الكثافة ثابتة، تصبح المعادلة كما يلي:

$$م_{١} \times ع_{١} = م_{٢} \times ع_{٢} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٤)$$

أي أن: م × ع = مقدار ثابت عند أي نقطة في الأنبوب.

حيث:

ث: كثافة المائع (كغم/ م^{٣})

ع: سرعة تدفق المائع (م/ ث)

م: مساحة المقطع (م^{٢})

Δز: الفترة الزمنية (ثانية)

معادلة برنولي: Bernoulli's Equation

عرفنا سابقا ما يحدث لسرعة المائع إذا تغيرت مساحة مقطع المجرى الذي ينساب فيه . والسؤال الآن هل لسرعة المائع أثر على ضغطه؟

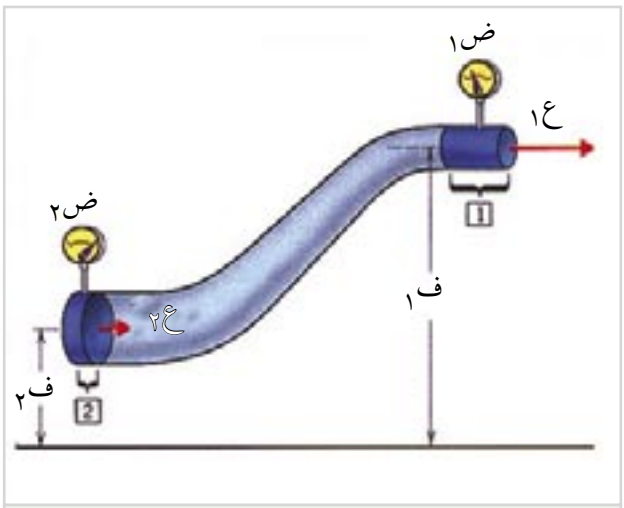
تنص نظرية برنولي على ما يلي :

" مجموع طاقة الضغط وطاقة الحركة وطاقة الوضع لأي مائع يسري في مجرى معين عند أي مقطع يبقى ثابتا على طول ذلك المجرى ، إذا لم يكن هناك فقد أو اكتساب للطاقة من محيط المجرى " أو بمعنى آخر فان :

طاقة الضغط + الطاقة الحركية لوحدة الحجم + طاقة الوضع لوحدة الحجم = مقدارا ثابتا .

- طاقة الوضع لوحدة الحجم = ث ج ف
- **طاقة الحركة لوحدة الحجم** = $\frac{1}{2}$ (ث × ع ^{2})

في الشكل (٥-٤) عند مرور مائع كثافته ث من نقطة (١) على ارتفاع ف$_1$ حيث مساحة المقطع م$_1$ والضغط ض$_1$ وسرعة التدفق ع$_1$ ، فان هذا السائل يخرج من نقطة (٢) على ارتفاع ف$_2$ بسرعة تدفق ع$_2$ حيث مساحة المقطع م$_2$ والضغط ض$_2$ كما في الشكل (٥-٤) :



شكل (٤-٥) مائع يسري في مجرى

و حسب نظرية برنولي فان :

$$ض_1 + \frac{1}{2} \times (ث_1 \times ع_1^2) + ث_1 \times جـ \times ف_1 = ض_2 + \frac{1}{2} \times (ث_2 \times ع_2^2) + ث_2 \times جـ \times ف_2$$

أي أن :

$$ض + \frac{1}{2} \times (ث \times ع^2) + ث \times جـ \times ف = \text{مقدارا ثابتا}$$

وبقسمة طرفي المعادلة على الكثافة (ث) :

$$ض/ث + ع^2/2 + جـ \times ف = \text{مقدارا ثابتا} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٥)$$

مـــثـــال

خزان ماء ارتفاع السائل فيه عن فتحة المخرج ١,٢ م . إذا علمت أن قطر فتحة المخرج ٢ سم، احسب سرعة تدفق الماء عند الفتحة، ثم أوجد معدل التدفق الحجمي بوحدة اللتر/ ثانية .

الحـــــل

$$ض_{١} + \frac{١}{٢} \times (ث_{١} \times ع_{١}^{٢}) + ث_{١} \times جـ \times ف_{١} = ض_{٢} + \frac{١}{٢} \times (ث_{٢} \times ع_{٢}^{٢}) + ث_{٢} \times جـ \times ف_{٢}$$

$(ع_{١}) = ٠$ عند سطح الماء في الخزان

$ف_{١} = ٠$ عند سطح الماء

$ث_{١} = ث_{٢}$

$ض_{١} = ض_{٢}$

$$٠ = \frac{١}{٢} \times (ث \times ع_{٢}^{٢}) + ث \times ج \times ف_{٢}$$

إذن : $ع_{٢}^{٢} = ٢ (جـ \times ف_{٢})$

$$ع_{٢} = \sqrt{٢ (٩,٨١ \times ١,٢)} = ٤,٨٥ \text{ م/ث}$$

مساحة مقطع المخرج = ط ق^{٢} / ٤ = ط × (٠,٠٢)^{٢} / ٤ = ٣,١٤ × ١٠$^{-٤}$ م^{٢}

معدل التدفق الحجمي = $ع_{٢}$ × مساحة مقطع المخرج

= ٤,٨٥ × ٣١,٤ × ١٠$^{-٥}$ = ٠,٠٠١٥٢ م^{٣}/ ثانية = ١,٥ لتر / ثانية

مقاييس التدفق Flow Measurement:

مقاييس التدفق توجد بأنواع وتصاميم مختلفة تستعمل في تحديد استهلاك الموائع، وتقسم هذه المقاييس حسب طبيعة مائع التشغيل إلى نوعين هما :

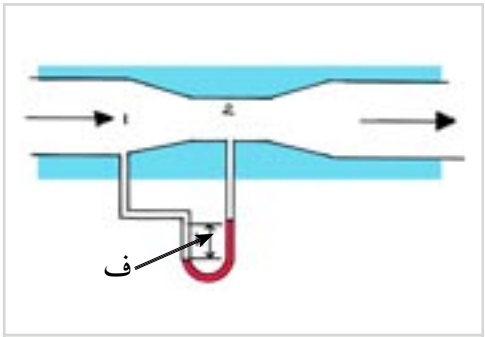
١ مقاييس تدفق السائل .

٢ مقاييس تدفق الغاز .

هنالك عدة طرق أو مقاييس تستعمل لقياس التدفق ، منها ما يعتمد في مبدأ عمله على معادلة الاستمرارية ومعادلة برنولي، ومنها يعتمد على مبادئ أخرى . ومن هذه المقاييس :

الفنشوري ميتر : Venturi-Meter

يتكون الفنشوري من مخروطين ناقصين احدهما متناقص والآخر متزايد في القطر وجزء اسطواني قصير، بالإضافة لجهاز مانوميتر ومساحة مقطعي المخروطين متساويتين. انظر الشكل (٥-٥).



شكل(٥-٥) : فنشوري ميتر

يقاس فرق الضغط بين النقطة (١) في مدخل الفنشوري والنقطة (٢) في عنق الفنشوري بواسطة مانوميتر مثبت بينهما. نطبق معادلة برنولي بين النقطتين (١) و (٢) باعتبار تساوي الكثافة في النقطتين :

$$ض_{١} / ث + ع_{١}^{٢} / ٢ + ج \times ف_{١} = ض_{٢} / ث + ع_{٢}^{٢} / ٢ + ج \times ف_{٢}$$

التغير في طاقة الوضع بين النقطتين يساوي صفر وذلك لوجودهما على نفس المستوى.

$$ض_{١} / ث + ع_{١}^{٢} / ٢ = ض_{٢} / ث + ع_{٢}^{٢} / ٢$$

$$\frac{ض_{١} - ض_{٢}}{ث} = \frac{ع_{٢}^{٢} - ع_{١}^{٢}}{٢}$$

من معادلة الاستمرارية بين النقطتين :

$$ع_{١} = \frac{م_{٢} \times ع_{٢}}{م_{١}}$$

بالتعويض في المعادلة أعلاه يمكن استنتاج أن السرعة عند المقطع (٢) تعطى بالمعادلة التالية :

$$ع_{٢} = \sqrt{\frac{٢(ض_{١} - ض_{٢})}{ث(١ - (م_{٢} / م_{١})^{٢})}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٦)$$

حيث $م_{١}$ و $م_{٢}$ هي مساحة المقطع عند النقطة (١) و (٢) على التوالي

مـــثـــال

خزان ماء حجمه ١٥٠٠ لتر موجود على سطح مبنى سكني ارتفاعه ١٥ م، إذا علم أن الخزان يستخدم لري النباتات للحديقة المحيطة بالمبنى عبر أنبوب حديد قطره $\frac{٣}{٤}$ إنش، يصل بين مخرج الخزان والحديقة. فإذا كان ارتفاع السائل (الماء) في الخزان ١,٥ م فأوجد (مهملا احتكاك الماء في الأنبوب) :

١- سرعة تدفق الماء من الأنبوب الموضوع حرا على أرضية الحديقة.

٢- كمية تدفق الماء بوحدة (جالون/ دقيقة).

الحـــــل

بالاستعانة بمعادلة برنولي :

$$ض_{١} + \frac{١}{٢} \times (ث_{١} \times ع_{١}^{٢}) + ث_{١} \times ج \times ف_{١} = ض_{٢} + \frac{١}{٢} \times (ث_{٢} \times ع_{٢}^{٢}) + ث_{٢} \times ج \times ف_{٢}$$

$ض_{١} = ض_{٢}$ (ضغط جوي)

$ع_{١}$ = صفر (لماذا؟)

$ث_{١} = ث_{٢}$

في هذا المثال نأخذ نقطة مرجعية ولتكن سطح الماء في أعلى الخزان، أما الطاقة المنقولة (المتحولة) فتكون نقطة (٢) وبتطبيق معادلة برنولي نجد أن :

$$ع_{٢} = \sqrt{٢ \text{ جـ ف}} = \sqrt{٢ \times ٩,٨١ \times (١٥ + ١,٥)} = ١٨ \text{ م/ث}$$

معدل التدفق = $ع_{٢} \times م = ع_{٢} \times ط ق^{٢} / ٤$

$= ١٨ \times ط \times (٠,٠١٩٠٥)^{٢} / ٤$

$= ٠,٠٠٥١٣ \text{ م}^{٣}/\text{ث}$

= ١٣,٥ لتر/ث . . . . . [١ جالون يعادل ٣,٨ لتر]

= ٨١ جالون/ دقيقة

مقياس التدفق التوربيني:Turbine Flow Meter

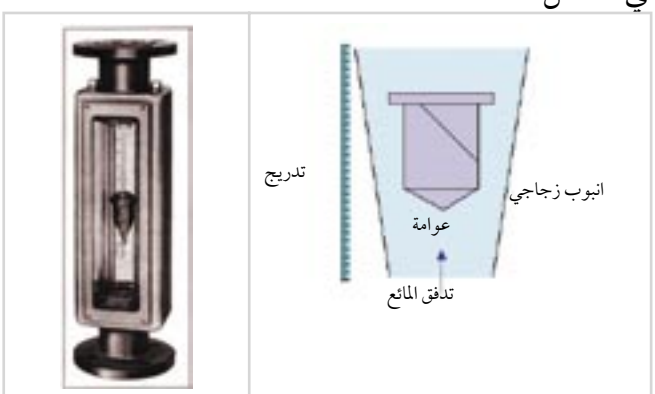
يستعمل هذا المقياس لقياس معدلات التدفق الحجمي للسائل، العنصر الأساسي فيه هو دولاب يحتوي على مجاري مائلة واقعة على المحيط الدائري للدولاب كما في الشكل (٥-٦)، يوضع هذا الدولاب في مجرى المائع المتدفق، مما يسبب دورانه بسرعة متناسبة مع سرعة التدفق وبالتالي مع معدل التدفق الذي يظهر على ساعة قياس متصلة به.



شكل (٥-٦) : مقياس التدفق التوربيني

الروتاميتر:Rotameter

يتكون هذا المقياس من أنبوب زجاجي مدرج يحتوي على عوامة تطفو داخل المائع في الأنبوب. يركب هذا المقياس رأسيا ويدخل المائع من الأسفل ويخرج من الأعلى، ويتناسب ارتفاع العوامة مع تدفق المائع وتقرأ قيمته على التدريج، كما في الشكل (٥-٧).



شكل (٥-٧) الروتا ميتر

مقاييس تدفق الماء (عداد المياه):Water Meter

وهي على أشكال وأنواع عديدة، وتختلف في مبدأ عملها من نوع لآخر، منها ما هو إلكتروني ومنها ما هو ميكانيكي كما في الشكل (٥-٨) التالي.



شكل (٥-٨) عداد ماء ميكانيكي وإلكتروني

أســـئـــلـــة-

- أ شر إلى العبارة الصحيحة فيما يلي :
- تنص معادلة الاستمرارية على أن معدل تدفق المائع ثابت لجميع مقاطع الأنبوب الذي يسري خلاله .
- تنص نظرية برنولي على أن مجموع طاقة الضغط وطاقة الحركة وطاقة الوضع لأي مائع يسري في مجرى معين عند أي مقطع يكون مقداراً ثابتاً .
- المانوميتر هو جهاز يستخدم لقياس تدفق المائع خلال مجرى معين .
- الفنشوري والروتاميتر هما جهازان يستخدمان لقياس تدفق المائع .

درجة الحرارة وقياسها:

وحدات قياس درجة الحرارة

من المعروف أن مصطلح درجة الحرارة يعتمد على محاولة قياس مدى سخونة أو برودة الأجسام، ونتيجة للحاجة الماسة إلى تعبير رقمي يصف هذه السخونة أو البرودة ، فقد وجدت مقاييس درجات الحرارة . هنالك ثلاثة أنظمة شائعة الاستعمال لقياس درجات الحرارة هي :

١ نظام قياس درجة الحرارة المئوي م° (في النظام المتري) .

٢ نظام قياس درجة الحرارة الفهرنهيتي ف° (في النظام البريطاني) .

٣ نظام درجة الحرارة المطلقة كلفن .

ويمكن تحويل درجات الحرارة من نظام إلى آخر باستخدام العلاقات التالية :

درجة الحرارة الفهرنهيتية : $ف^\circ = (\frac{٩}{٥} \times س^\circ) + ٣٢$ ..... (٧)

درجة الحرارة المئوية : $س^\circ = (ف^\circ - ٣٢) \times \frac{٥}{٩}$ ..... (٨)

درجة الحرارة المطلقة : كلفن $= س^\circ + ٢٧٣,١٥$ ..... (٩)

مـــثـــال

إذا علمت أن درجتي حرارة تجمد وغليان الماء عند الضغط الجوي القياسي هما ٠ س° و ١٠٠ س° على التوالي ، احسب هاتان الدرجتان بالوحدات البريطانية .

الحـــــل

درجة حرارة التجمد :

$ف^\circ = (٩/٥ \times س^\circ) + ٣٢ = (٩/٥ \times ٠) + ٣٢ = ٣٢ف^\circ$

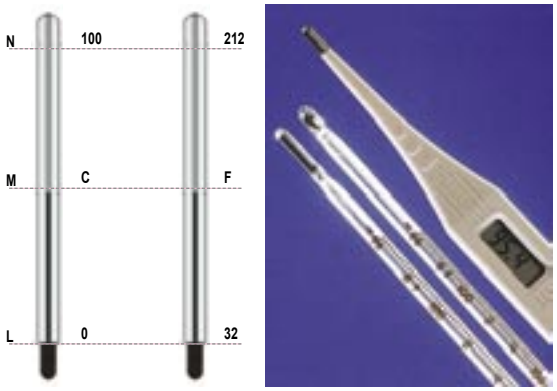
درجة حرارة الغليان : $ف^\circ = (٩/٥ \times س^\circ) + ٣٢ = (٩/٥ \times ١٠٠) + ٣٢ = ٢١٢ف^\circ$

مقاييس درجة الحرارة: Temperature Measurement

تصنف مقاييس درجة الحرارة إلى مجموعات حسب نوع المادة المستخدمة في الإحساس بدرجة الحرارة ونوع الخاصية المستخدمة في القياس وغيرها، فيما يلي سندرس أهم مقاييس درجات الحرارة:

١ مقياس درجة الحرارة الزجاجي الزئبقي: Mercury-in-Glas Thermometer

يصنف هذا المقياس في مجموعة مقاييس درجات الحرارة ذات السائل، حيث يتكون المقياس من أنبوب شعري متصل من أسفله ببصيلة زجاجية (مستودع الزئبق) ذات جدار رقيق لتأمين انتقال حراري عبر الجدار، شكل (٥-٩) وتكون البصيلة عادة ذات شكل اسطواني وأحيانا كروي. تتم معايرة المقياس ووضع التدريج عليه بالاعتماد على درجة انصهار الجليد النقي ودرجة غليان الماء النقي عند الضغط الجوي القياسي.



شكل (٥-٩) مقياس درجة الحرارة الزئبقي

يعتبر الزئبق من أكثر المواد المستخدمة في مقاييس درجات الحرارة ذات السائل وذلك لسهولة مراقبته من خلال الزجاج، ولأنه لا يبلل سطح الأنبوب الزجاجي، ولأن معامل تمدده ذو قيمة عالية نسبيا تمكنه من تحسس تغيرات درجة الحرارة. مجال استخدام الزئبقي محصور بين درجة التجمد للزئبق- ٣٨,٣٦ س° ودرجة غليانه ٣٥٦,٧ س°.

ومن تطبيقاته، استخدامه لقياس درجات حرارة الماء في بعض المواضع في شبكات التدفئة والتبريد، وفي المجال الطبي وغير ذلك.

٢ مقياس درجة الحرارة الزجاجي الكحولي: Alcohol -in-Glas Thermometer

يشبه المقياس الزئبقي من حيث التركيب والشكل وأسلوب المعايرة، في هذا المقياس يتم استخدام الكحول المزود بصبغة حمراء من أجل الرؤية، إلا أنه يمكن استعمال هذا المقياس لدرجات منخفضة تصل إلى درجة حرارة تجمد الكحول -١١٣س° . شكل (٥-١٠) .



شكل(٥-١٠) : مقياس درجة الحرارة الكحولي

٣ مقياس درجة الحرارة ذو أنبوب بوردن : Bourdon-Tube Thermometer

مقياس درجة الحرارة ذو أنبوب بوردن ينتمي أيضا إلى مجموعة المقاييس ذات السائل ، شكل (٥-١١) ويعتمد في عمله على خاصية الارتباط بين درجة الحرارة للسائل وضغطه ، ويشترط في هذه الحالة أن يكون السائل محصورا في حيز مغلق (بصيلة مملوءة بالسائل) توضع في المنطقة المراد قياس درجة الحرارة فيها ، وحسب بعد هذه المنطقة عن أنبوب بوردن ، إما أن توصل البصيلة بواسطة أنبوب شعري أو مباشرة مع أنبوب بوردن . ومن الأجزاء الأخرى لوحة تدريج لقراءة درجات الحرارة وأنبوب بوردن الذي سبق توضيح عمله في معرض الحديث عن قياس الضغط . يستخدم مقياس أنبوب بوردن لقياس درجات الحرارة في الثلاجات ومجاري هواء التكييف وغيرها .



شكل(٥-١١) : مقياس درجة الحرارة ذو انبوب بوردن

٤ مقياس درجة الحرارة ثنائي المعدن : Bi-Metal Thermometer

وهو عبارة عن قطعتين رقيقتين من معدنين مختلفين في معامل التمدد الحراري ، يتم ربطهما مع بعض طوليا بإحكام بواسطة لحام خاص ، فينتج شريط ثنائي يثبت أحد طرفيه كما في الشكل التالي (٥-١٢) : عند تسخين ثنائي المعدن تحدث استمالة للشريط نتيجة تمدد احد المعدنين أكثر من الآخر ، هذه الحركة لثنائي المعدن والناتجة عن تغيرات درجة الحرارة يمكن الاستفادة منها في أغراض مختلفة كما هو الحال في مقاييس درجات الحرارة ومنظمات درجات الحرارة وسنتطرق للحديث عن منظمات درجة الحرارة في العام القادم في باب التحكم الكهربائي بمشيئة الله . ويبين الشكل (٥-١٣) عدة أنواع من ثنائي المعدن .



شكل(٥-١٢) :شريط ثنائي المعدن



شكل (٥-١٣) : أشكال ثنائي المعدن

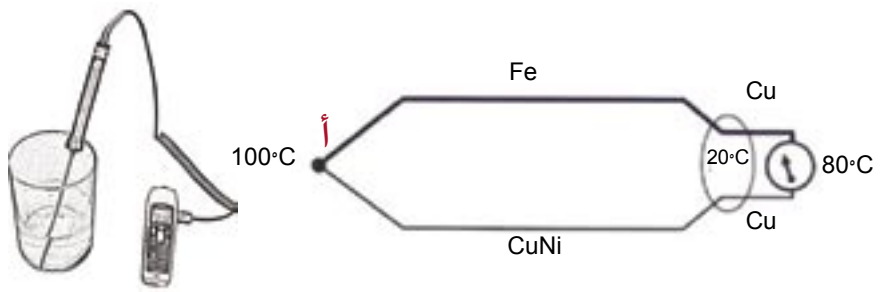
تعرف على أجزاء ثنائي المعدن المستعمل في سخان المياه الكهربائي عن طريق تفكيكه .

في مقاييس درجة الحرارة يكون العنصر ثنائي المعدن على شكل ملف تثبت واحدة من نهايتيه والأخرى تربط إلى مؤشر حر الحركة يدور على لوحة مدرجة تعطي قراءات درجة الحرارة .

يصنع عادة ثنائي المعدن من النحاس الأصفر للقطعة ذات معامل التمدد الحراري العالي ومن سبيكة الانفار وهي سبيكة مكونة من الحديد والنيكل للقطعة ذات معامل التمدد الأصغر .

٥ مقياس درجة الحرارة ذو المزدوجة الحرارية : Thermocouple

تتكون المزدوجة الحرارية من سلكين من معدنين مختلفين (حديد، سبيكة نحاس ونيكل) كما في الشكل (٥-١٤)، يتم وصل السلكين في النقطة (أ) التي تمثل نقطة الإحساس بالحرارة . أما طرفي السلكين الآخرين فموصولين بجلفانوميتر (مقياس تيار كهربائي) تتغير قراءته بتغير درجة الحرارة عند النقطة (أ) .



شكل(٥-١٤) : مقياس درجة الحرارة ذو المزدوجة الحرارية

ظاهرة المزدوجة الحرارية هذه يمكن استخدامها في تحسس درجة الحرارة كما في محركات بعض المركبات .

الأسئلة

اختر الجواب الصحيح فيما يلي :

١ درجة الحرارة التي تكافئ ٥٠ درجة فهرنهيتية هي :

أ ١٥ س°.

ب ٢٨٨ كلفن .

ج ٢٨٣ كلفن .

د ١٢ س°.

٢ مقياس درجة الحرارة الذي يعتمد في عمله على معاملات تمدد المعادن المختلفة هو :

أ الزجاجي الكحولي .

ب ثنائي المعدن .

ج ذو أنبوب بوردن .

د ذو المزدوجة الحرارية .

٣ تتكون المزدوجة الحرارية من سلكين من معدنين مختلفين هما :

أ حديد وسبيكة نحاس ونيكل .

ب نحاس وسبيكة حديد ونيكل .

ج نيكل وسبيكة نحاس وفضة .

د نحاس وسبيكة انفار .

٤ المقياس الذي لا ينتمي إلى مجموعة مقاييس درجة الحرارة ذات السائل هو مقياس درجة الحرارة :

أ الزجاجي الزئبقي .

ب ذو أنبوب بوردن .

ج ذو المزدوجة الحرارية .

د الزجاجي الكحولي .



انتقال الحرارة Heat Transfer

تؤدي إضافة حرارة أو امتصاصها من جسم معين إلى تغيير في درجة حرارة الجسم أو تغيير في حالته الفيزيائية، وتبعا لهاتين الحالتين فتقسم الحرارة إلى نوعين : إما حرارة محسوسة أو حرارة كامنة .

الحرارة المحسوسة: Sensible Heat

حين تحدث الحرارة تغيرا في درجة حرارة المادة، تعرف هذه بالحرارة المحسوسة . يمكن الاستدلال على هذا التغيير باللمس أو القياس بواسطة مقاييس درجة الحرارة، وتحسب بالعلاقة :

$$ك_{ح} = ك \times ح_{ن} \times \Delta د \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١٠)$$

حيث :

$ك_{ح}$ = كمية الحرارة (جول)

ك = كتلة المادة (كغم)

$ح_{ن}$ = الحرارة النوعية للمادة (جول/ كغم . س°)

$\Delta د$ = التغير في درجة حرارة المادة (س°)

ويبين الجدول (٥-١) قيم الحرارة النوعية لبعض المواد .

المادة	$ح_{ن}$	المادة	$ح_{ن}$
الألمنيوم	0.9	الماء	4.187
النحاس	0.386	الهواء	1.0
الزجاج	0.8	الخرسانة	0.65
الحديد	0.45		

الجدول (٥-١) الحرارة النوعية لبعض المواد

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

الحرارة الكامنة:Latent Heat

عندما يؤدي انتقال الحرارة إلى تغيير التركيب الفيزيائي لمادة ما، كتحول المادة من حالة الصلابة إلى السيولة أو من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، تعرف هذه الحرارة بالحرارة الكامنة للانصهار أو التبخير. ولا يرافق تغير حالة المادة عادة تغير في درجة الحرارة عند ضغط ثابت.

ويمكن أيضا تبريد المادة وتغيير حالتها كما في حالة التجميد أو التكثيف، ونكون في هاتين الحالتين قد أخذنا من هذه المادة كمية الحرارة الكامنة للتجمد أو التكثيف لوحدة الكتلة من المادة، . ووحداتها الجول.

كثيرا ما يلزمنا حساب كميات الحرارة المنتقلة من خلال مائع ساخن بتدفق كتلي معين، كما في سخان الماء الفوري الكهربائي، ويمكن توضيح ذلك من خلال الأمثلة التالية :

مـثـال (١)

في بويلر التسخين الفوري المستخدم بشكل شائع في البيوت إذا علم أن قدرة ملف التسخين٥ كيلووات وان درجة حرارة الماء الداخل ١٠ س°، فاحسب درجة حرارة الماء الخارج من البويلر إذا كان معدل التدفق الكتلي للماء ١,٠ كغم/ ث.

الحـــــل

القدرة = ك × ح$_{ن}$ × Δد

٥٠٠٠ = ١,٠ × ٤١٨٦ × (د$_{٢}$ – ١٠)

د$_{٢}$ = ٢١,٩ س°

مـثـال (٢)

في تطبيق آخر يتعلق بتسخين الماء، هناك بويلر خزان جمع الماء الساخن يحتوي على ملف تسخين، فإذا علم أن السخان ذو حجم يعادل ٦٠ لترا يستخدم لتسخين ماء للحصول على درجة حرارة ٣٠ س° عند الاستعمال. فإذا علم أن درجة حرارة الماء الداخل إلى السخان ١٥ س°، فما هي الفترة الزمنية التي يحتاجها السخان لتسخين الماء والحصول على درجة الحرارة(المرغوبة). اعتبر أن قدرة ملف التسخين ٥ كيلووات.

الحـــــل

القدرة = ك × ح$_{ن}$ × Δد

٥٠٠٠ = ٦٠/ز × ٤١٨٦ × (٣٠ – ١٥) . . . . . (١لتر ماء = ١كغم ماء)

ز = ٧٥٣,٦ ث

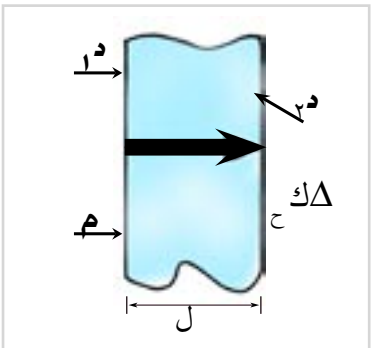
= ١٢,٦ دقيقة

طرق انتقال الحرارة: Heat Transfer Modes

هناك ثلاث طرق لانتقال الحرارة هي :

١ انتقال الحرارة بالتوصيل Conduction Heat Transfer

يسمى انتقال الحرارة خلال وسط صلب أو مائع في حالة وجود فرق في درجات الحرارة في ذلك الوسط بانتقال الحرارة بالتوصيل .



شكل(٥-١٥): انتقال الحرارة بالتوصيل

يعتمد معدل انتقال الحرارة بالتوصيل خلال وسط معين على سمك ونوع مادة الوسط ، وكذلك على فرق درجات الحرارة عبر ذلك الوسط . فنحن ندرك تماما أن وضع صوف زجاجي كعازل حول خزان ماء ساخن يقلل من معدل انتقال الحرارة من ذلك الخزان ، وكلما كان ذلك العازل سميكا كلما كان معدل فقدان الحرارة اقل .

كما أن الخزان يفقد حرارة بمعدل أعلى كلما انخفضت درجة حرارة المكان الذي يوضع فيه الخزان . ويبين الشكل (٥-١٥) انتقال الحرارة بالتوصيل خلال جدار مساحته (م) وسمكه (ل) .

وقد وجد أن كمية الحرارة المنتقلة ($\Delta ك_ح$) تتناسب طرديا مع كل من مساحة مقطع الموصل (م)، والفرق بين درجتي حرارة الجسمين($\Delta د$)، وعكسيا مع سمك الموصل (ل)، لذلك فإننا نستطيع القول أن :

$$\Delta ك_ح = ا \, م \, \Delta د / ل \quad .....(١١)$$

حيث (ا) مقدار ثابت يعتمد على نوع المادة، ويسمى بمعامل التوصيل الحراري أو الموصلية الحرارية للمادة ووحدة قياسه هي : وات/ (متر . س°)

أ- موصلية المادة للحرارة: Thermal Conductivity

تسمى أيضا بمعامل انتقال الحرارة بالتوصيل وتعرف بأنها معدل انتقال الحرارة خلال وحدة سمك من المادة لكل وحدة فرق درجة حرارة . وتصنف المواد إلى مواد جيدة التوصيل الحراري ورديئة التوصيل تبعا لقيمة معامل انتقال الحرارة . فالمواد جيدة التوصيل لها معامل انتقال حرارة مرتفع بينما المواد العازلة لها معامل انتقال حرارة منخفض . وفي دراستنا للتدفئة سوف نتعرض للمواد العازلة بشكل خاص . ويبين الجدول(٥-٢) قيم معامل انتقال الحرارة بالتوصيل لبعض المواد .

المادة	معامل إنتقال الحرارة بالتوصيل	المادة	معامل إنتقال الحرارة بالتوصيل
الماس	2300	الطوب	0.72
الفضة	429	الماء	0.613
النحاس	401	الأمونيا	0.54
الذهب	317	الخشب	0.17
الألمنيوم	237	الهيليوم	0.153
الحديد	80	مطاط ناعم	0.13
الزئبق	8.9	فريون ١٢	0.072
الزجاج	0.78	الهواء	0.026

جدول (٥-٢) معامل إنتقال الحرارة بالتوصيل لبعض المواد

ب- العوازل الحرارية: Thermal Insulators

هي مواد ذات موصلية حرارية منخفضة ، تستخدم لتقليل انتقال الحرارة، انظر جدول (٥-٣) . من أهم هذه المواد البوليسترين الذي يستخدم في عزل جدران الأبنية، والصوف الصخري لعزل المراجل، والبوليريثان في الثلاجات مثلا . وتصنع المواد العازلة بأشكال متنوعة لتلائم التطبيقات المختلفة .

المادة	الموصلية الحرارية (واط/ م . س°)
بوليسترين	0.03
بوليريثان	0.026
صوف صخري	0.04
فلين	0.06
خشب	0.17
هواء	0.03

جدول (٥-٣) الموصلية الحرارية لبعض أنواع العوازل الحرارية

مـــثـــال

سقف منزل طوله ٨ م وعرضه ٦ م وسمكه ٠,٢٥ م مصنوع من الخرسانة التي لها معامل انتقال الحرارة بالتوصيل قدره ٠,٨ وات/ م . س° . إذا كانت درجة الحرارة في إحدى ليالي الشتاء للسطح الداخلي للسقف ١٥ س° وللسطح الخارجي ٤ س° . احسب معدل فقدان الحرارة خلال ذلك السقف .

الحـــــل

مساحة السقف م = ٨ × ٦ = ٤٨ م^{٢}

باستخدام المعادلة (١١)

$$\Delta ك\ ح = \frac{\Delta د \text{ أم } \Delta}{ل}$$

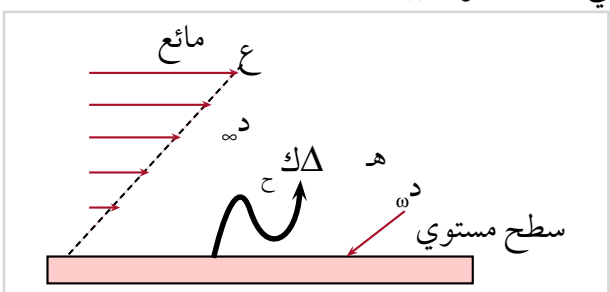
$$\Delta ك\ ح = \frac{٠,٨ \times ٤٨ (١٥ - ٤)}{٠,٢٥} = ١٦٩٠ \text{ وات}$$

ويلاحظ من الجدول أن المواد جيدة التوصيل كالنحاس والفضة مثلا لها معامل حرارة مرتفع ، اما المواد رديئة التوصيل للحرارة مثل الخشب والصوف الزجاجي فلها قيم منخفضة .

١ انتقال الحرارة بالحمل Convection Heat Transfer

كثيرا ما نستخدم المراوح في حياتنا العملية ، فمثلا لو وضعنا لوح ساخن أمام مروحة فان هذا اللوح سوف يبرد . وعندها نقول أن الهواء حمل الحرارة . ولكننا سوف نتساءل ما هو تأثير سرعة الهواء على معدل انتقال الحرارة؟ و إذا ضوعفت السرعة ماذا سيحدث لمعدل انتقال الحرارة؟

انتقال الحرارة بالحمل يكون بين سطح صلب والمائع الذي يسري فوق ذلك السطح أو في داخله كما في أنابيب المياه مثلا . إذا كان لدينا مائع درجة حرارته (د$_{\infty}$) ينساب على سطح شريحة ساخنة درجة حرارتها (د$_{\omega}$) ومساحة سطحها (م) كما في شكل(٥-١٦) ، فان معدل انتقال الحرارة بالحمل بين السطح والمائع يتناسب طرديا مع مساحة السطح والفرق في درجة الحرارة بينهما .



شكل(٥-١٦) :إنتقال الحرارة بالحمل

وللتعبير عن انتقال الحرارة بالحمل بين سطح ما ومائع يسري حوله نستخدم قانون نيوتن للتبريد :

$$\Delta ك ح = هـ \times م (ω_د - ∞_د) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١٢)$$

حيث هـ = معامل انتقال الحرارة بالحمل (وات/ م^{٢} . س$^{\circ}$)

م = مساحه سطح الشريحة التي تنتقل منها الحرارة (م^{٢})

ويكون الحمل طبيعيا أو حرا إذا كانت حركه المائع بسبب الاختلاف في كثافة المائع الناتج عن اختلاف في درجة حرارته ، ويسمى حملا قسريا إذا كانت حركه المائع بفعل قوه خارجية مثل الرياح أو مروحة أو مضخة .

ويبين الجدول (٥-٤) بعض قيم معامل انتقال الحرارة بالحمل حسب نوع وحاله المائع: ٠

نوع الحمل الحراري	هـ (واط/ م^{٢} . س$^{\circ}$)
حمل حر/ هواء	5-25
حمل جبري/ هواء	10-500
حمل جبري/ ماء	100-15000
غليان ماء	2500-25000
تكثيف بخار	5000-100000

جدول (٥-٤) قيم معامل إنتقال الحرارة بالحمل لبعض الحالات

مـــثـــال

في تمديدات المياه الساخنة احسب معدل انتقال الحرارة بالحمل قطعة من أنبوب مساحة سطحه الخارجي ٠,٠٥ م^{٢} . تسري فيه مياه ساخنة على درجة حرارة ٧٠ س ، إذا علمت أن معامل انتقال الحرارة بالحمل هو ١٠ وات/ م^{٢} . س $^{\circ}$ودرجة حرارة الهواء المحيط ٢٠ س$^{\circ}$.

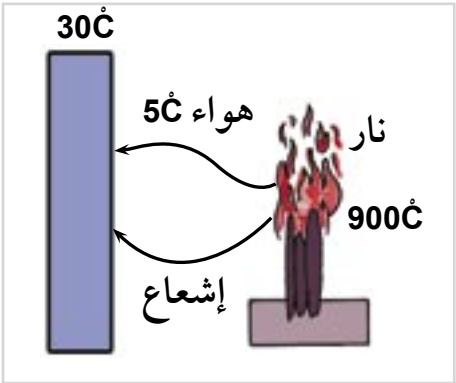
الحـــــل

$$\Delta ك ح = هـ \times م (ω_د - ∞_د)$$

$$= ١٠ \times ٠,٠٥ \times (٧٠ - ٢٠) = ٢٥ \text{ واط}$$

٣ انتقال الحرارة بالإشعاع: Radiation Heat Transfer

في الشكل (٥-١٧) إذا وضع طرف قضيب معدني في لهب فان الحرارة تصل لليد الممسكة به من الطرف الآخر . وإذا وضعت يدك على اللهب فان الحرارة تصل إلى يدك . وعند وضع اليد على احد جانبي اللهب فان الشعور بوصول الحرارة إلى اليد لا يزال قائما . في الحالة الأولى الحرارة انتقلت بالتوصيل كما نعرف خلال مادة القضيب . وفي الحالة الثانية فان الحرارة تنتقل عن طريق تيارات الحمل المتجهة إلى أعلى . أما في الحالة الأخيرة فنقول أن الحرارة انتقلت بالإشعاع . وأسطح جميع الأجسام تشع طاقة حرارية تسمى بطاقة الإشعاع وتحمل



شكل(٥-١٧) :إنتقال الحرارة بالإشعاع

هذه الطاقة بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية . إن أشعة الراديو والأشعة تحت الحمراء والأشعة الفوق بنفسجية والأشعة السينية كلها موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة حرارية وتختلف عن بعضها في طول الموجات . هذه الموجات تنتقل في خطوط مستقيمة وبسرعة الضوء ولا تحتاج إلى وسيط للانتقال فيه . أي أنها على عكس الطرق الأخرى لانتقال الحرارة لا تحتاج لوسيط مادي للانتقال فيه .

أي الأنابيب التالية يشع كمية حرارة أكبر؟

- أنبوب حديد
- أنبوب بلاستيك
- أنبوب كروم

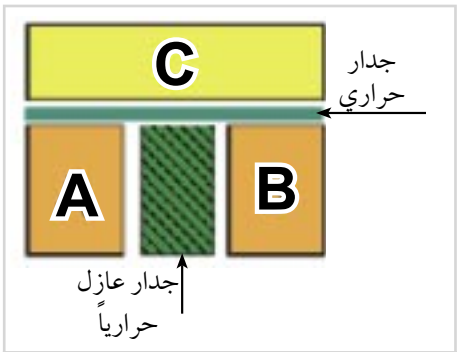
وإنما تستطيع الحرارة الانتقال بواسطة الإشعاع خلال الفراغ . وتشع كل الأجسام حولنا حرارة طالما أن درجة حرارتها أكبر من الصفر المطلق . فالجدران ، والأجهزة ، الناس كلها تشع حرارة من حولنا . لقد أوضحنا أن انتقال الحرارة بالتوصيل وانتقال الحرارة بالحمل يتم دائما من الجسم ذو درجة الحرارة العالية إلى الجسم ذي درجة الحرارة المنخفضة . لكن الشيء الجدير بالاهتمام في حالة الإشعاع الحراري هو أن انتقال الحرارة يمكن أن يتم بين جسمين مفصولين بوسط درجة حرارته منخفضة جدا ، والدليل أن الإشعاع الحراري من الشمس يصل إلى سطح الأرض بعد أن يمر بطبقات باردة جدا من الهواء في طبقات الجو العليا .

ويعتمد معدل انتقال الحرارة بالإشعاع من الأجسام على عدة عوامل مثل : درجة الحرارة والمساحة وطبيعة الجسم (لونه وخشونة سطحه) .

الديناميكا الحرارية (التحريك الحراري) Thermodynamics

القانون الصفري للديناميكا الحرارية : Zero'th Law of Thermodynamics

وينص هذا القانون على أنه إذا ساوى نظامان في درجة حرارتيهما لنظام ثالث فان هذين النظامين يكونان متساويان في درجة الحرارة لبعضهما البعض . وسمي بالقانون الصفري للديناميكا الحرارية لأنه من المسلمات البديهية . انظر الشكل االمجاور .



شكل(٥-١٨) :القانون الصفري للديناميكا الحرارية

القانون الأول للديناميكا الحرارية : The First Law of Thermodynamics

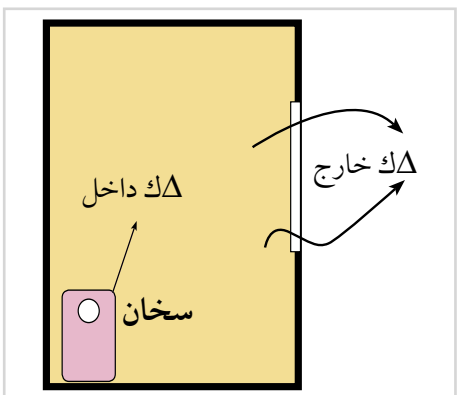
ينص القانون الأول للديناميكا الحرارية على أن مجموع الطاقة في أي نظام أو جسم هو مقدار ثابت ويمكن لهذه الطاقة أن تتحول من شكل إلى آخر ، وهو تعبير عن قانون حفظ الطاقة كما تعلم .

وتأخذ الطاقة أشكالا مختلفة مثل طاقة الوضع ، وطاقة الحركة ، والطاقة الحرارية كما مر معك سابقا . ويمكن للطاقة أن تنتقل من نظام لآخر على شكل حرارة أو شغل . والشغل الميكانيكي هو نتيجة قوة تؤثر على نظام أو جسم فتحركه أو تغير وضعه . فقد تحرك جسما أو مائعا في أنبوب أو شحنة كهربائية على سبيل المثال .

ويستفاد من القانون الأول في تطبيقات التدفئة والتكييف . فالطاقة المضافة لنظام مطروحا منها الطاقة المفقودة منه تساوي التغير في طاقة النظام كما يلي :

التغير في طاقة النظام = الطاقة المضافة – الطاقة المفقودة من النظام . . . . . (١٣)

فمثلا تتم تدفئة غرفة معينة شكل (٥-١٩) بواسطة سخان يعطي ١,٢ كيلو وات من الحرارة . إذا كانت الحرارة تنتقل إلى خارج الغرفة بمعدل ٢ كيلو واط .



شكل(٥-١٩)

بتطبيق القانون الأول للديناميكا الحرارية (١٣) :

التغير في طاقة النظام = الطاقة المضافة – الطاقة المفقودة من النظام

= ٢ , ١ – ٢ = –٠ , ٨ كيلو وات

واضح أن التغير السلبي في طاقة الغرفة سيجعل درجة حرارة الغرفة تنخفض ، وبالتالي لا بد من إضافة سخان آخر ليضيف كمية حرارة إضافية قدرها ٨٠٠ وات لمعالجة الوضع .

القانون الثاني للديناميكا الحرارية : The Second Law of Thermodynamics

يمكن التعبير عن القانون الثاني للديناميكا الحرارية بطرق عديدة ، إلا أنه في إطاره الشامل يحدد أن التغيرات تسير دائما في اتجاه واحد ومن المستحيل أن تتم في الاتجاه المعاكس دون صرف طاقة . فالمياه تجري من الأماكن المرتفعة إلى الأماكن المنخفضة والحرارة تنتقل من الأنظمة ذات درجة الحرارة الأعلى إلى تلك ذات درجة الحرارة المنخفضة .

فحتى نرفع الماء من بئر إلى خزان فوق بناية لا بد من استخدام مضخة تستهلك طاقة كهربائية .

الأسئلة

إملأ الفراغ فيما يلي :

١ تنتقل الحرارة من المنطقة ذات درجة الحرارة .....إلى المنطقة ذات درجة الحرارة .....

٢ كلما كانت سماكة العازل المستخدم . . . . . كان معدل الحرارة المنتقلة اقل .

٣ الشرط الأساسي لحدوث انتقال الحرارة بين جسمين هو وجود .....بينهما .

٤ عرف .....بأنها معدل انتقال الحرارة خلال وحدة سمك من المادة لكل وحدة فرق درجة حرارة .

٥ المواد جيدة التوصيل لها معامل انتقال حرارة .....بينما المواد العازلة لها معامل انتقال حرارة .....

٦ يعتبر البوليسترين والصوف الصخري والبوليريثان مواد .....للحرارة .

٧ إذا كانت حركة المائع بسبب الاختلاف في كثافة المائع الناتج عن اختلاف في درجة حرارته ، يكون انتقال الحرارة بالحمل ..... أما إذا كانت حركة المائع بفعل قوة خارجية مثل الرياح أو مروحة أو مضخة فيسمى حملا .....

٨ انتقال الحرارة بواسطة .....لا يحتاج إلى وجود وسط مادي .

٩ أشعة الراديو والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية كلها أمثلة على الأشعة .....

١٠ يعتمد معدل انتقال الحرارة بالإشعاع من الأجسام على عدة عوامل منها :

١- ..... ٢- ..... ٣- .....

أسئلة الوحدة

١ ميز بين الضغط المطلق والضغط المقاس . ما هي المعادلة التي تبين العلاقة بينهما؟

٢ احسب مقدار الضغط المطلق والضغط المقاس عند نقطة تقع على عمق ١٥ متر في بركة ماء . اذا علمت ان كثافة الماء ١٠٠٠ كغم/ م^{٣} والضغط الجوي ١٠١ كيلو نيوتن/ متر مربع .

٣ إذا علمت أن قوة مقدارها ٤٠٠٠ نيوتن تؤثر على مكبس قطره ٠,٠١ متر ، فاحسب مقدار الضغط الواقع على سطح المكبس .

٤ أنبوب مساحة مقطعه ١٠ سم^{٢} ، يضيق لتصبح مساحة مقطعه ٢,٥ سم^{٢} ، يتدفق منه الماء بسرعة ٤٠ سم/ ث . احسب معدل التدفق عند المقطعين .

٥ إذا كان قطر أنبوب ماء عند المقطع الأول لمقياس فنشوري يساوي ١٠٠ مم والسرعة تساوي ٤ م/ ث . وعند المقطع الثاني كان القطر يساوي ٥٠ مم . فاحسب سرعة الماء عند المقطع الثاني ومن ثم احسب معدل سريان الماء بالأمتار المكعبة في الثانية . حول الإجابة إلى اللتر في الثانية .

٦ حول قيم درجات الحرارة التالية من التدريج المئوي إلى الفهرنهيتي، ثم حول القيم المئوية إلى تدريج كلفن : ٢٥ سْ، ٣٦ سْ، ٥٥ سْ، ٧٥ سْ .

٧ عدد أهم مقاييس درجة الحرارة .

٨ اشرح مبدأ عمل مقياس درجة الحرارة ثنائي المعدن والمزدوج الحراري .

٩ عدد طرق انتقال الحرارة . مع ذكر أمثلة على كل طريقة .

١٠ ما هو المقصود بالحمل الطبيعي والحمل القسري أو الجبري في انتقال الحرارة؟ وما الفرق بينهما؟

١١ عدد الطرق التي يفقد فيها جسم الإنسان حرارته .

١٢ ما هي المواد العازلة الحرارية؟ اذكر عددا من هذه المواد وتطبيقات استخدامها .

١٣ عرف الحرارة المحسوسة والحرارة الكامنة .

١٤ اذكر وحدات قياس كل من التالية (في النظام العالمي للوحدات) :

القوة، الضغط، معدل التدفق الكتلي، درجة الحرارة في النظام البريطاني، كمية الحرارة ، الشغل .

١٥ اذكر اسم جهاز مناسب لقياس كل مما يلي :

- الضغط الجوي .
- درجة حرارة الماء الساخن داخل أنبوب .
- درجة حرارة الهواء داخل مشغلك .
- كمية الماء المستهلك في منزلك .
- الضغط داخل شبكة تدفئة مغلقة .

١٦ إذكر إستخدامات كل من أجهزة القياس التالية :

- مقياس بوردن . . . . . .
- المزدوج الحراري . . . . . .
- الفنشوري . . . . . .
- الروتاميتر . . . . . .

