الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة تشرين
كلية الهندسة التقنية
قسم هندسة المعدات و الآليات

أنابيب البولي بروبلين (PPR)

■ إعداد الطالب محمد عبد الله الحسن العلي ■ إشراف الدكتورة المهندسة ميساء علي شاش

أنابيب البولي بروبلين
(PPR)

التقديم Presentation

أعدّت هذه الدراسة لنيل درجة المشروع الفصلي في هندسة المعدات و الآليات

إعداد

- محمد عبد الله الحسن العلي
- طالب سنة رابعة هندسة معدات و آليات

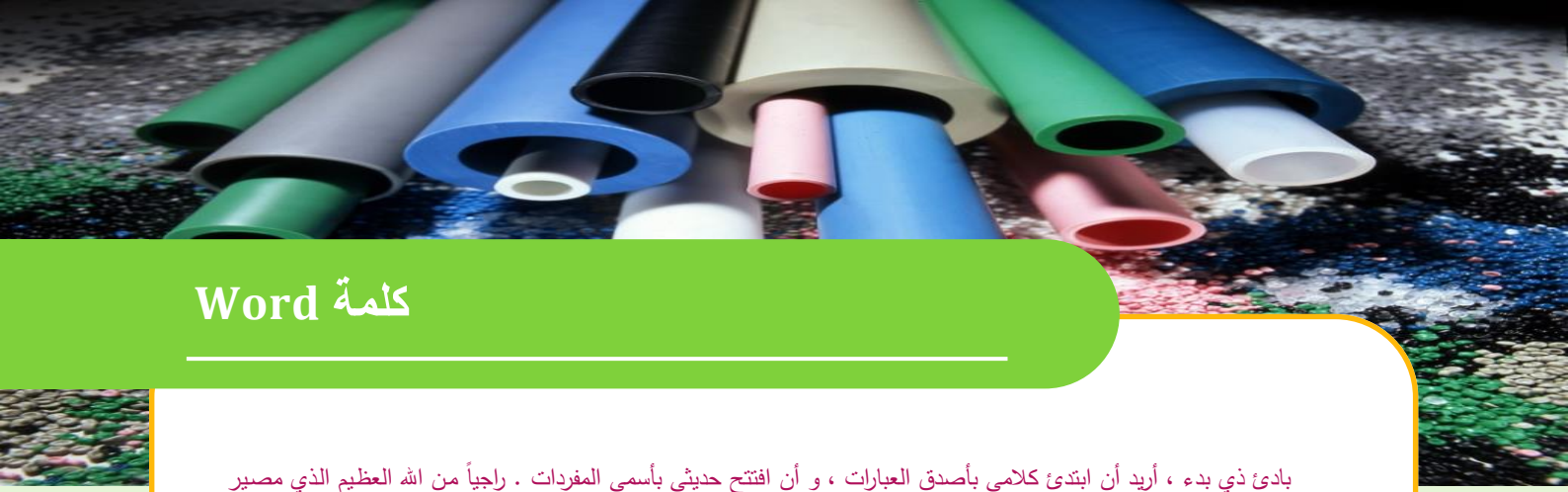
إشراف

- الدكتورة المهندسة ميساء علي شاش
- نائبة العميد للشؤون العلمية بكلية الهندسة التقنية

و قد تم مناقشة المشروع مع اللجنة المشرفة على المشاريع في هندسة المعدات و الآليات بكلية الهندسة التقنية (بطرطوس) في جامعة تشرين

الدكتور المهندس نوفل الأحمد	• الأستاذ في قسم هندسة المعدات و الآليات بكلية الهندسة التقنية
الدكتور المهندس محمد محمد	• الأستاذ المساعد في قسم هندسة المعدات و الآليات بكلية الهندسة التقنية
الدكتورة المهندسة هبه يوسف	• المدرسة في قسم هندسة المعدات و الآليات بكلية الهندسة التقنية

و بعد مناقشة المشروع منحت الدكتورة ميساء شاش طالبها محمد الحسن العلي علامة قدرها خمسة و تسعون من مئة



كلمة Word

بادئ ذي بدء ، أريد أن ابتدئ كلامي بأصدق العبارات ، و أن افتتح حديثي بأسمى المفردات . راجياً من الله العظيم الذي مصير كل شيءٍ إليه و لا بدّ لكل شيءٍ منه و رزق كل شيءٍ عليه أن يلهمني القول الصواب و الرأي السديد .

سألت نفسي يوماً لماذا عندما يشخص العلم عن ذاته و يقدم التواضع عن حاله و يعرف الكبرياء عن هيئته و يفصح المجد عن صورته إذ بي أتلقف اسماً كل ما أعرف عنه أنه الإبداع لا غير .

و لماذا لمّا طرح أسماء الدكاترة المشرفين على مشاريع الطلبة الفصلية سرعان ما وقع الاختيار حقيقة على اسماً لا أدري كيف ! لكن كل ما أوقنه أنه الحقيقة لا غير .

الدكتورة ميساء شاش بقلم تلميذها محمد الحسن العلي

سيدتي ميساء ... أنا لا أكتب الشعر و لا أجيد الحكم و لا أحسن العبر لكن عندما أرى شيئاً يستحق الوقوف عنده و ترجمة ما يكمن في سره فلا بد من أن أتكلم و أرفع صوتي و هو مقيد و حبيس الأدب .

معلمتي ميساء ... لأسمك سرّ ! و السرّ ليس بالاسم فحسب و إنما يكمن بمن حمل هذا الاسم أصلاً ، فهذا الاسم قرع القلوب قبل أن تتبادره الأذهان ، اسم ارتضت له النفوس قبل أن يتعدى الآخرين ، اسم تداولته الألسن قبل أن تدّونه الأقلام ، اسم صدحت به الحناجر قبل أن يغادر الشفتين ، اسم حملته السحب قبل أن تنثره في أفئدة الأنام . فأنت أعطيت لاسمك رونقاً و للفظه مفخرة و لتداوله عظمة .

سيدتي ميساء ... هذا الكلام ليس من باب المجاملة بل أنا أعرفك عن كثب و دراية و تجربة عمرها أربع سنوات . فأنت ميساء الإنسانة قبل أن تكون ميساء الدكتورة ، و ميساء المربية قبل أن تكون ميساء المهندسة ، و ميساء المرشدة قبل أن تكون ميساء الأستاذة .

دكتورتي ميساء ... لا أعرف من أين سأبدأ الكلام عنك ، أو كيف سأصف جوهرك ، أو من أية نقطة سأتطرق إلى خصائصك لكن أختصر و لعلّ في الإيجاز البلاغة : أنت من الدكاترة القلائل الذين أودع الله قبولهم لدى طلبة العلم بمختلف شرائحهم و تنوع أطيافهم ، فما رأيت طالباً درس على يديك أو نهل من معينك أو غرف من بحرك إلاّ و كان لك مادحاً و لمعاملتك شاكراً و لعلمك موقراً و لأسلوبك متفهماً ، و لطالما قلت أنّ الدكتورة ميساء يكفي أنّها تشعرك بأنك " طالب علم " و هذا لا يضاهيه من إحساس أو يوازيه من شعور يتفجّر في كيان الطالب و يستحوذ على جوهر الدارس ليعود عليه بالنفع الكثير و الخير العميم .

عزيزتي ميساء ... الأصالة ربت في ربوعك ثم أينعت تعلقاً بثرى هذا البلد لتثمر في النهاية عن حب عجيب غريب لنسمات هذا الوطن العظيم الذي يبادلك الحب بالحب و الشوق بالشوق .

مرشدتي ميساء ... أظن كل من يعرفك يعلم حرقتك الصادقة على هذا البلد و تألمك الشديد على كل من عانق جسده الثرى بعد تسطيره لأروع معاني البطولة و أسمى صور الفداء ، و سنكون معاً ليس فقط للاحتفال بالنصر و إنما لنعلن للجميع بأننا قادمون و من أرض الحضارات " سورية " منطلقون .

مربيتي ميساء ... لن أقول أن البلد يشتاق لك لأني أثق تماماً بأنك مشتاق له أكثر من الجميع ، كما أني موقن بأنك ستشاركين يوماً ما في غرز رايته في قمم العلا و ذلك الميعاد ليس ببعيد و الفيصل بيننا هو تلاشي ضباب الأزمة الراهنة لأننا شعب وظيفته كتابة التاريخ ، و غداً لناظره قريب و بهذا سأختم .

مقدمة Introduction

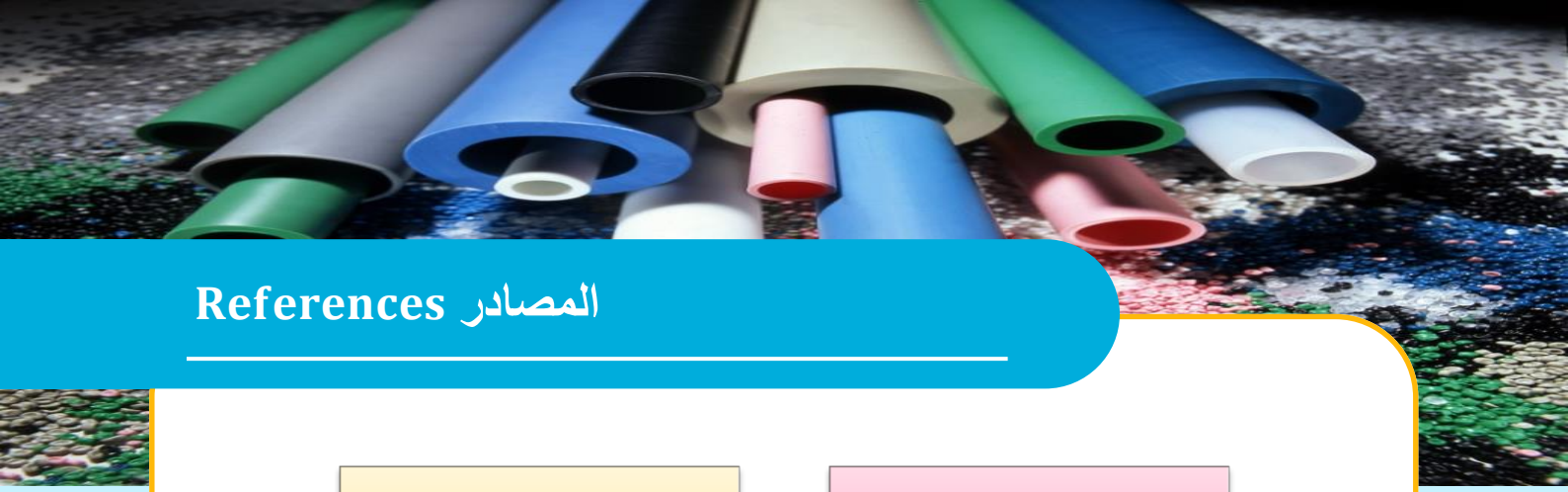
بعد اندلاع الثورة الصناعية في القارة الأوربية خلال القرنين الثامن عشر و التاسع عشر ، و التي عصفت بواقع أوربا المرير و نقلت بعضاً من دوله من عصور الظلام إلى فترة ذهبية اتسمت بالنمو و الازدهار ، و بدأت السلع التقليدية التي كانت تنتج في البيوت و الورش تنتج على نطاق واسع في المصانع ، حيث نمت الكفاءة الإنتاجية بشكل سريع من خلال التطبيق العلمي و المعرفي المنظم ، فكانت بحق أول خطوة في نمو الاقتصاد العالمي الحديث . و كان النمو الاقتصادي في أوربا يواكب التكنولوجيا العسكرية المتفوقة خلال القرنين الثامن عشر و التاسع عشر ، و سرعان ما امتدت الموجة الصناعية للولايات المتحدة الأمريكية ، و انتقلت بعدئذ رياح التصنيع في القرن العشرين لتضم أجزاء من آسيا . فظهرت جرّاء تلك الهالة الصناعية صناعات ثقيلة غيّرت موازين القوى على الأرض لتسدل الستار عن بداية اضمحلال و انهيار إمبراطوريات سائدة و تميط اللثام عن بداية سطوع دول صاعدة على الساحة العالمية استلمت زمام المبادرة و تبوأت عرين السيادة عن استحقاق و ريادة ، أو ما يُعرف اليوم بالدول الصناعية الثمانية أو الدول الكبرى . و التي يسود على ترابها أبرز الشركات المصنعة عالمياً لكل ضروريات الحياة ، و من بين جملة تلك المنتجات " أنابيب نقل المياه " التي سنسلط حزماً من الضوء عليها بشكل عام ثم نختص نوعاً منها لندرسه بعناية فائقة .

فتدرج العالم منذ قيام الثورة الصناعية في تحسين و تطوير أنابيب نقل المياه ابتداءً بأنابيب الحديد مروراً بأنابيب النحاس انتهاءً بأنابيب البولي بروبلين التي أثبت جدارتها في هذا المضمار لأنها لم تأتي وليد الصدفة بل أتت نتيجة سلسلة من البحث الجاد و الدراسة الحقيقية عن الأنابيب المثالية المتخصصة في نقل المياه النقية .

و أنابيب البولي بروبلين لم يقتصر استخدامها على نقل المياه الصالحة للشرب فحسب و لو أنها اكتشفت أصلاً لتعالج هذا الأمر بالتحديد بل إن هذه الأنابيب تعددت استخداماتها لتشمل ميادين أخرى في غاية الأهمية مثل شبكات تغذية المياه الرئيسية الباردة و الساخنة ، و شبكات توزيع المياه الداخلية للحمامات و المطابخ ، و شبكات الهواء المضغوط في المصانع ، و شبكات التدفئة ، و شبكات التكييف و التبريد ، و شبكات محطات معالجة المياه ، و شبكات المنشآت الصناعية المختلفة كالكيميائية و الغذائية و الدوائية ، و في المستشفيات و المراكز الطبية ، و خطوط السوائل الغذائية مثل الألبان و العصائر .

أما الدراسة التي سنخوض في غمارها فسنبين بفصلها الأول كيف أصبحت أنابيب البولي بروبلين الحل الأمثل لنقل المياه العذبة بعد أن نتطرق و لو بعجالة على الأنابيب التي استخدمت سابقاً في هذه الميدان و الأسباب التي أدت إلى استبعادها حتى نصل إلى أنابيب البولي بروبلين . و في الفصل الثاني سندرس أنابيب البولي بروبلين ابتداءً من مادة البولي بروبلين الخام ثم نسرد أهم الخصائص و المواصفات في هذه المادة وفقاً للمعايير العالمية و بعد ذلك ننتقل إلى كيفية تصنيع هذه الأنابيب بأحدث الطرق و أدق الآلات . كما أفردنا الفصل الثالث للتعرف على منظومة أنابيب البولي بروبلين التي لا بد من ذكرها لكي يستطيع القارئ لهذه الدراسة قادراً على تمييز و معرفة أي عنصر يشاهده في أية منظومة لأنابيب البولي بروبلين . و شمل الفصل الرابع و الأخير على الدراسة العملية لأنابيب البولي بروبلين حيث سنبدأ بالإرشادات العامة لنسلط الضوء على أهم النقاط الواجب معرفتها قبل التطبيق العملي ، ثم بعدئذ ننتقل إلى حساب حالات التمدد و التقلص لأنابيب البولي بروبلين و التي هي من الأهمية بمكان لضمان العمل الأمن و الديمومة الطويلة على أحسن وجه ، و من ثم ننتقل إلى كيفية تثبيت الأنابيب لأنه أصبح بالإمكان تركيب الأنابيب وفق مسارات معينة مع مراعاة حالات تمدد الأنابيب التي مررنا عليها مسبقاً ، بعد ذلك ندرس عملية لحام الأنابيب و تنفيذ خطواتها بالشكل الأمثل اعتماداً على جداول قياسية ، و من ثم نتطرق لموضوع عزل الأنابيب و أهميته سواء أكان لمياه الشرب الباردة أو التدفئة الساخنة ، و بعد أن أنهينا كل ما يتعلق بأهم مكونات منظومة أنابيب البولي بروبلين نقوم باختبار الضغط للتأكد من عدم وجود أية تسريبات في الأنابيب ، و أخيراً نحسب العمر الخدمي لأنابيب البولي بروبلين اعتماداً على بارامترات التشغيل .

بقلم محمد عبد الله الحاج جاسم الحسن العلي



References المصادر

كتاب علم المواد و خواصها

لميساء علي شاش

• الجمهورية العربية السورية

كتاب علم المواد و الهندسة

لوليام كاليستر و ديفيد ريذوستش

• الولايات المتحدة الأمريكية

كتاب أساسيات التصنيع الحديث

لمايكل غروفر

• الولايات المتحدة الأمريكية

شركة إيكوبلاستيك

EKOPLASTIK

• جمهورية التشيك

شركة ويفابلاستيك

WEFALASTIC

• ألمانيا

شركة بينوبلاست

PINOPLAST

• إيطاليا

شركة إيكسوثرم

EXOTHERM

• فرنسا

شركة بوليستار

POLYSTAR

• الولايات المتحدة الأمريكية

شركة بيستان

PESTAN

• الاتحاد الروسي

بعض الوصلات المفيدة

من عربية و أجنبية

• صفحات التواصل الاجتماعي

المحتويات Content

الفصل الأول

الأنابيب المستخدمة في نقل المياه The pipes used for transporting water 1

1.1 أنابيب الحديد Iron pipes 1

2.1 أنابيب النحاس Copper pipes 3

3.1 أنابيب البلاستيك Plastic pipes 4

4.1 أنابيب البولي إيتيلين Polyethylene pipes 6

5.1 أنابيب البولي بروبلين Polypropylene pipes 7

الفصل الثاني

أنابيب البولي بروبلين Polypropylene pipes 9

1.2 مادة البولي بروبلين material of polypropylene 9

2.2 مواصفات مادة البولي بروبلين PP Material specifications 10

3.2 تصنيع أنابيب البولي بروبلين Manufacturing of PPR 12

1.3.2 التشكيل بالبثق Extrusion Moulding 13

2.3.2 التشكيل بالحقن Injection Moulding 15

الفصل الثالث

منظومة أنابيب البولي بروبلين Polypropylene Pipes System 19

الفصل الرابع

الدراسة العملية لأنابيب البولي بروبلين The Actual Study For Polypropylene Pipes 27

1.4 الإرشادات العامة General Guidelines 27

2.4 حساب تمدد و تقلص خطوط الأنابيب Calculation of pipelines expansion and contraction 28

3.4 تثبيت الأنابيب Pipes fixing 36

4.4 اللحام Welding 39

5.4 العزل Insulation 43

6.4 اختبار الضغط Pressure test 46

7.4 حساب عمر خدمة الأنابيب Calculation of piping service life 48

الفصل

1

الأنابيب المستخدمة في نقل المياه الصالحة للشرب

The pipes used for transporting drinking water

1.1 أنابيب الحديد Iron Pipes

الشكل (1.1) : أنابيب الحديد المغلفن .

نمت صناعة أنابيب نقل المياه بالتزامن مع قيام الثورة الصناعية في أوربا بعد إدخال الآلات البخارية حيث أقيمت منشآت ضخمة لهذا الغرض و لا سيما أن الأنابيب الحديدية كانت تصلح أيضاً لصناعة بعض الأسلحة

الحربية كفوهات للمدافع مثلاً .

علماً أن جلّ الأنابيب كانت تصنع من الحديد . عندئذ بدأ الصناعيون يدخلون التعديلات على أنابيب الحديد لإكسابها خواص جديدة ، و ظهر ذلك جلياً لأول مرة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر إذ تم تبطين أنابيب الحديد بمادة الفوسفور التي يمكنها أن تقاوم التآكل . ثم مرّت صناعة أنابيب الحديد بسلسلة من التطورات حتى وصلت إلى الشكل المعهود في أيامنا هذه .

حيث تعتبر أنابيب الحديد من أكثر الأنابيب استخداماً و الأقدم استعمالاً في تنفيذ شبكات التغذية بالمياه ، و خدمت البشرية لقرنيين من الزمن دون أن يكون لها بديل ، لكن من أبرز أنواع أنابيب الحديد في عصرنا هذا ما يعرف بأنابيب الحديد المغلفن (المزيبق) و هي عبارة عن أنابيب حديدية مغطاة بطبقتين من الغلفنة إحداهما داخلية و الأخرى خارجية ، و تتم عملية الغلفنة بغمر أنابيب الحديد في أحواض الزنك بعد تنظيفها من الأكاسيد الموجودة على سطحها الخارجي و الداخلي ، و الهدف من عملية الغلفنة هو حماية الأنابيب الحديدية من الصدأ ، و تتميز أنابيب الحديد المغلفن بصلابتها و مقاومتها لدرجات الحرارة العالية .

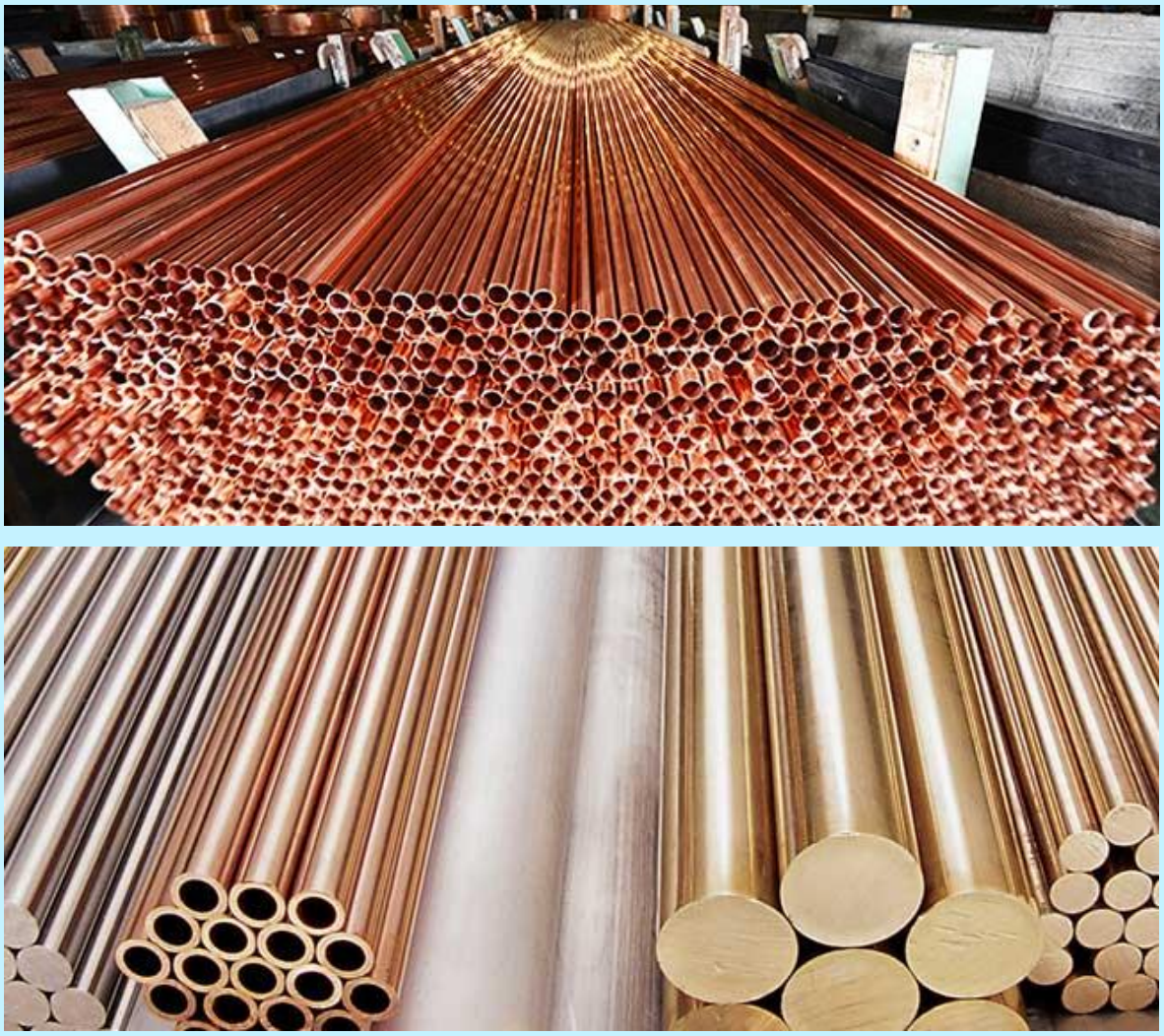
الشكل (2.1) : أنابيب الحديد العادية .

إذ أن أنابيب الحديد قد استخدمت بالفعل في السابق و بكثرة (و ذلك ليس بالأمد البعيد) فيما يخص تمديد شبكات مياه التغذية ، إلاّ أنه تبيّن و من خلال دراسة علمية في مطلع القرن الواحد و العشرين آثار هذه الأنابيب معلّلين أبحاثهم بأنّ الاستخدام الطويل لهذه الأنابيب رغم كل الإجراءات المنوطة بها لا بدّ أن يتولّد عنها الصدأ و الشوائب و بهذا تكون عرضة للبكتريا و الميكروبات و بالتالي الضرر الحتمي بصحة الإنسان .

إذاً فأنابيب الحديد لا تصلح لنقل المياه الصالحة للشرب على وجه التحديد ، غير أنها تستخدم في مجالات معينة كتمديدات شبكات إطفاء الحريق داخل المنشآت السكنية و الصناعية بمختلف أنواعها و بكفاءة عالية .

2.1 أنابيب النحاس Copper Pipes

بحث الخبراء عن بديل يُطيح بأنابيب الحديد منذ نصف قرن خلا يزيد أو ينقص ، لأنهم وجدوا في أنابيب الحديد نواقص لا يمكن تجاهلها . فرأوا أن أنابيب النحاس تحقق مبدئياً ما ينشدونه في الأنابيب المثالية أو على أقل التقديرات تفوق أنابيب الحديد ببعض المزايا التي كانت نصب أعينهم ، و لعل أبرز ما شد انتباههم هو مقاومة الأنابيب النحاسية للتآكل و مقاومتها للصدأ بعكس الأنابيب الحديدية ، و سهلة التمدد حرارياً ، بالإضافة إلى أنها طرية حيث يسهل التعامل معها .



الشكل (3.1) : أنابيب النحاس .

إلاّ أن سبباً واحداً وضع حداً لتداولها بعد أن راجت لبرهة من الزمن فيما يتعلق بنقل المياه النقية ، ألا و هو تكلفتها العالية الذي حقيقة حال دون استخدامها على نطاق واسع في مجال نقل المياه . لكن بالمقابل لم تلغى أنابيب النحاس بشقيها الأحمر و الأصفر كلياً من المجتمع بل أنها تستخدم ميادين محددة مثل استعمالها في تمديد شبكات الغاز المنزلية .

3.1 أنابيب البلاستيك Plastic Pipes

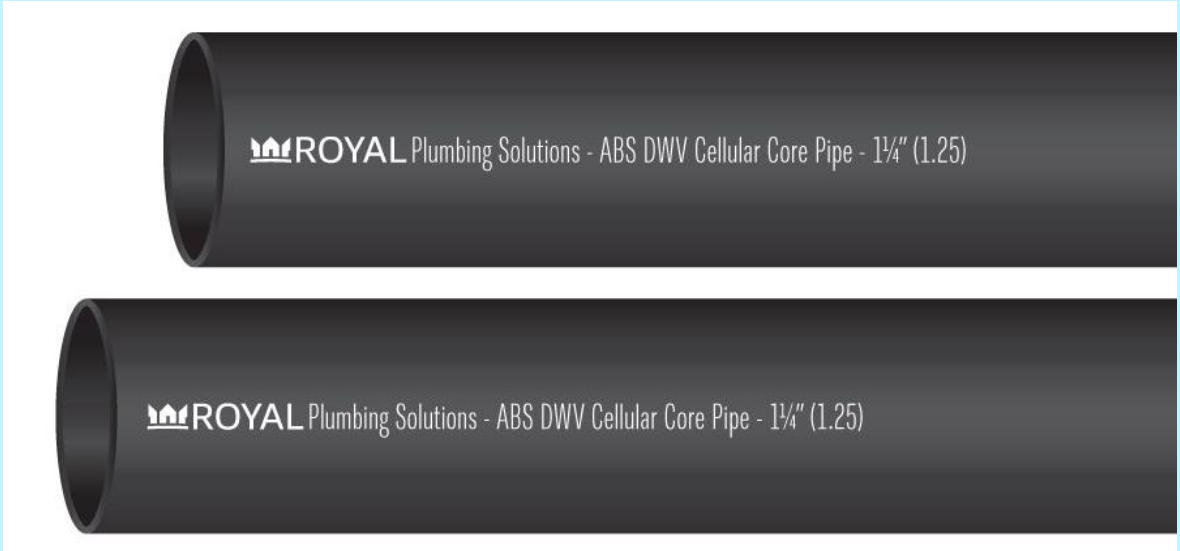
لمّا ظهرت صناعة البلاستيك (اللدائن) خلال القرن العشرين و التي سرعان ما نمت بسرعة هائلة ، و راحت تضاهي صناعة الحديد و تقلل تدريجياً من الاعتماد على المنتجات الحديدية لتحل مكانها الصناعات البلاستيكية لما تتمتع الأخيرة من خصائص كانت محط أنظار الجميع سواء أكانوا منتجين تدّر عليهم الأرباح أو مستهلكين توفر عليهم المال .

فكانت من جملة المنتجات البلاستيكية التي تهمنا في دراستنا هي أنابيب البلاستيك التي تصنع من مواد كيميائية مختلفة ، إذ أن المادة الأساسية المستخدمة في صناعة الأنابيب البلاستيكية هي بولي كلوريد الفينيل .

و لعلّ أكثر أنواع أنابيب البلاستيك استخداماً هي :

- أنابيب الـ ABC : لهذا النوع من الأنابيب مظهر أسود و جدران سميكة .
- أنابيب الـ PVC : هي ذي لون فاتح و هذا النوع من الأنابيب عيوبه تبرز في ضعف مقاومته للحرارة و معامل تمدده مرتفع جداً .
- أنابيب الـ CPVC : قد صنعت خصيصاً لكي تتحمل درجات الحرارة المرتفعة .

و تتميز الأنابيب البلاستيكية بشكل عام بأنها سهلة التركيب و سهلة الإصلاح ، و منها أنواع تتحمل درجات الحرارة المرتفعة ، بالإضافة إلى مقاومتها للأملاح و الأحماض و القلويات ، و أيضاً لا تصدأ ، و توفرها في الأسواق بكثرة . أمّا مساوئها فتكمن في عدم تحملها لأشعة الشمس الفوق بنفسجية ، و لا تتحمل الطرق و الصدمات، و لا تصلح للتمديد الخارجي ، و عند احتراقها ينتج غاز الكلور الذي هو من الغازات السامة .



الشكل (4.1) : أنابيب الـ **ABC** .

الشكل (5.1) : أنابيب الـ PVC .

الشكل (6.1) : أنابيب الـ CPVC .

إذاً فانطلاقاً من المساوئ التي ذكرناها آنفا يتبن أن هذه الأنابيب لا تصلح لنقل مياه الشرب بشكل مطلق بل يقتصر استخدامها في تمديد شبكات التغذية العاملة بالماء البارد أو الساخن و إن كان بشكل محدود ، حيث تستخدم الأنابيب البلاستيكية غالباً في تمديد شبكات الصرف الصحي و هو الاستعمال الأكثر شيوعاً لها .

4.1 أنابيب البولي إيتيلين Polyethylene Pipes

الجدير بالذكر أن أنابيب البولي إيتيلين تصّنف ضمن الأنابيب غير المعدنية أو بالأحرى تندرج تحت عائلة الأنابيب البلاستيكية ، إلاّ أنّ جمعاً من الخبراء قام بتبويب هذه الأنابيب بمعزل عن أنابيب البلاستيك لإبراز أهميتها و لتسليط الضوء على دورها المحوري في بعض التطبيقات المهمّة .

حيث تصنع هذه الأنابيب من مادة البولي إيتيلين . و تمتاز هذه الأنابيب بأنها خفيفة الوزن و سهلة التوصيل و التركيب ، و نعومة جدرانها الداخلية ، بالإضافة سرعة إصلاح أعطالها .

الشكل (7.1) : أنابيب البولي إيتيلين .

لكن بالوقت نفسه و على الرغم من كل هذه المزايا لا يمكن اعتماد أنابيب البولي إيتيلين في نقل مياه الشرب على المدى البعيد لأنها طرية نوعاً ما و عمرها الافتراضي قصير نسبياً بالمقارنة مع أنابيب البولي بروبلين . أي أن استخدامات أنابيب البولي إيتيلين تكمن في تمديدات شبكات التغذية بالمياه الباردة و الساخنة ، كما تستخدم هذه الأنابيب في نقل المياه من الآبار الارتوازية ، و تستعمل بشكل مكثف في تمديد شبكات التغذية للمسابح و أنظمة الري .

5.1 أنابيب البولي بروبلين Polypropylene Pipes

بادئ الأمر دخلت أنابيب البولي بروبلين إلى السوق كبديلاً استراتيجياً عن أنابيب الحديد المغلفن المخصّصة لنقل المياه العذبة ، ثم أثبتت جدارتها العملية خلال فترة وجيزة لتسود السوق العالمية و تتربع على صدارة الأنابيب كلها بما في ذلك الأنابيب آنفة الذكر فيما يتعلق بمجال نقل المياه النظيفة . و ذلك بفضل المزايا التي تتمتع بها و لعلّ أبرزها أن عمرها الافتراضي يصل إلى نصف قرن (خمسين سنة) ، و أسعارها المقبولة بالمقارنة مع الأنواع الأخرى ، و الأهم من هذا و ذاك كله هو الأمان الصحي العالي حتى مع مرور الوقت .

الشكل (8.1) : أنابيب البولي بروبلين .

أمّا بالنسبة لتصنيف هذه الأنابيب فهو ينطبق تماماً على أنابيب البولي إيتيلين التي عرجّنا عليها سابقاً ، إلاّ أنها تصنع من مادة البولي بروبلين . و بقي أن نذكر أنه يمكن تزويد أنابيب البولي بروبلين برقائق من ألياف الألمنيوم أو من ألياف فلزية (معدنية) أخرى تضيف لها مزايا محددة و مواصفات معينة ، كما يمكن إنتاج أنابيب البولي بروبلين بألوان مختلفة و لن يكون للون أي تأثير على الجودة .

أهمية أنابيب البولي بروبلين

إذاً ففي الوقت الراهن يمكن القول بأن أنابيب البولي بروبلين هي أبرز الحلول الناجعة في مضمار نقل

المياه ، حيث تشبث العلم الحديث بها متمسكاً بخيارات تطويرها و تحسين خصائصها ، و لم يكتشف إلى الآن ما يقوّض زعامتها في المدى القريب ، و يمكن تلخيص أهمية هذه الأنابيب فيما يلي :

أهمية أنابيب البولي بروبلين

1. انعدام الأكسدة : فنعومة الجدار الداخلي لأنابيب البولي بروبلين تمنع تشكل الكلس .
2. قدرة العمل البسيطة : تقنية التركيب البسيطة و الوزن الخفيف لأنابيب البولي بروبلين و إكسسواررتها (ملحقاتها) و وقت التجميع و التهيئة ينخفض بمقدار **30 – 50** % مقارنة مع الأنابيب المعدنية التقليدية .
3. انخفاض هبوط الضغط : إن الجدران الداخلية خالية من المسامات و الرتوش أي يكون هبوط الضغط فيها بأدنى حد .
4. مقاومة عالية للمواد الكيماوية : للأنابيب مقاومة عالية للمواد الكيماوية و تتضمن المواد التي عادة ما تكون بتماس مباشر مع الأنابيب في خرسانة البناء و الكلس .
5. التخميد الممتاز: إن مادة البولي بروبلين تكون جيدة المرونة لامتصاص صوت الضجيج و الاهتزازات الناتجة عن مرور الماء ، و أيضاً لا تقوم بنشر اصطدام الماء .
6. لا تتآكل : لا يمكن أن تتآكل أنابيب البولي بروبلين مهما كانت المياه الجارية في الأنابيب عسرةً .
7. مقاومة للاحتكاك : إن أنابيب البولي بروبلين مقاومة جداً للاحتكاك و تسمح بالجريان و بسرعة عالية بدون أية مشاكل تآكل .
8. مقاومة للتجمد: إن المرونة العالية لمادة البولي بروبلين تجعل من الممكن لأنابيب البولي بروبلين أن تكييف ذاتياً بزيادة الحجم إذا تجمد السائل بداخلها .
9. مناسبة للاستعمال في المناطق الزلزالية : إن مادة البولي بروبلين مطاطية و هذا يمكنها من امتصاص الصدمات الزلزالية داخل البناء ، فأنابيب البولي بروبلين مرخصة من قبل خبراء دوليين للاستعمال في المناطق الزلزالية .
10. التوقع لعمر طويل البقاء : إن مادة البولي بروبلين لها خصوصية الديمومة الطويلة و المقاومة العالية جداً للتيارات الدافئة المشتركة و الإجهادات الميكانيكية بمرور الوقت ، و إن نظام التقنية المتطورة لها مقاوم لأكثر من **50** سنة بضغط **10 bar** عند معدل درجة حرارة **60** ℃ .
11. العزل الكهربائي : إن مادة البولي بروبلين عازلة للكهرباء مما يجعلها خالية من التآكلات و الثقوب الكهروكيميائية التي تسببها التيارات الضالة .
12. التكثيف و التبدد الحراري منخفض : إن التبدد الحراري المنخفض التوصيل لأنابيب البولي بروبلين يمنع التكثيف أو التعرق أن يظهر على سطح الأنبوب و هذا يخفض طبقة العزل إلى حد كبير .
13. محايدة بشكل كامل للاتصال : محايدة بشكل كامل للاتصال بالمنتجات الغذائية السائلة ، فنظام التقنية المتطور لهذه الأنابيب يتميز بخصوصية المقاومة الكيميائية ، و هو جيد للتماس مع المنتجات الغذائية و الماء الصالح للشرب ، و قد منحت هذه الأنابيب شهادات عديدة لاستعمالها في مياه الشرب حسب التعليمات و الإرشادات الدولية السارية .

الفصل

2

أنابيب البولي بروبلين

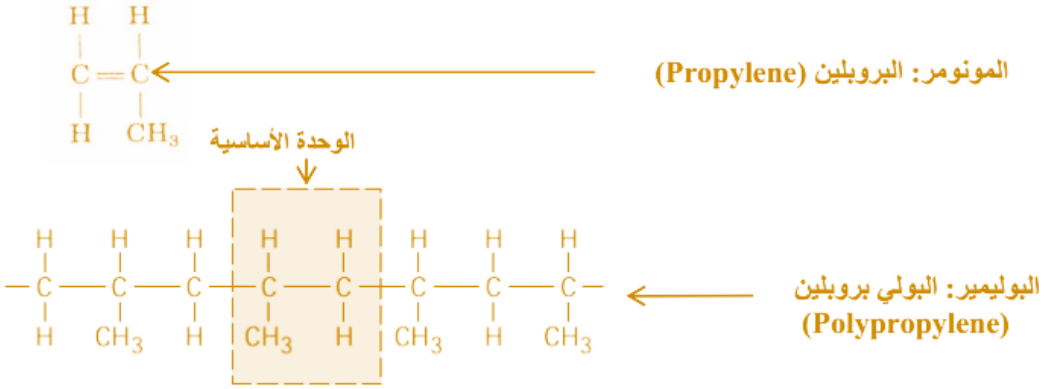
Polypropylene Pipes (PPR)

1.2 مادة البولي بروبلين material of polypropylene

الشكل (1.2) : عينات من المادة الأولية للبولي بروبلين .

البولي بروبلين Polypropylene و المعروف أيضا باسم البولي بروبين polypropene و الذي يرمز له اختصاراً بالرمز PP ، و هو عبارة عن بوليمير لدن ينتمي إلى عائلة الأوليفينات ، و هو من أهم المواد الأولية المستخدمة في صناعات البتروكيماويات .

يحضر بوليمير البولي بروبيلين صناعياً بواسطة عملية البلمرة التي يتم فيها اتحاد مونومرات البروبلين نتيجة تفاعل كيميائي تحت ظروف مناسبة من درجة الحرارة و الضغط و العوامل المنشطة . إذ يتم الحصول على مونومرات البروبلين مسبقاً من عمليات إنتاج البتروكيمياويات في عملية تكسير مركبات النفثا كمنتج ثانوي أثناء إنتاج الإيتيلين بواسطة مصافي النفط .



الشكل (2.2) : تركيب بوليمير البولي بروبيلين .

و تجدر الإشارة أن اكتشاف مادة البولي بروبلين تم بواسطة العالم الإيطالي **ناتا** Natta الذي ارتكز في أبحاثه أثناء تحضير البولي بروبلين على محفز العالم الألماني **زيغلر** Ziegler ، حيث أجرى تعديلاً بسيطاً في ذلك المحفز بإحلال ثلاثي كلوريد التيتانيوم محل رباعي كلوريد التيتانيوم و كان ذلك في عام 1954 . و قد عُرف هذا المحفز فيما بعد بمحفز **زيغلر – ناتا** Ziegler – Natta ، و ينتج عن هذا المحفز بوليميرات متبلورة ذات وزن جزيئي عالي من البولي بروبلين . و يتحكم المحفز بشكل أساسي في وضع وحدة المونومر ، لذلك فهو يسمح بتشكيل بوليمير ببناء متناسق من مونومرات البروبلين .

2.2 مواصفات مادة البولي بروبلين PP Material specifications

الشكل (3.2) : مخبري يقوم بتحليل العينات .

تقوم هيئات مختلفة تسمى " هيئات التوحيد القياسي " بتحضير و نشر المواصفات القياسية للمواد و المنتجات و طرق الاختبار و التفتيش و الضبط و الجودة . و تتكون هذه الهيئات في الغالب من علماء ، و خبراء ، و استشاريين ، و مهندسين مختصين من هيئات الأبحاث بالجامعات و المصالح الحكومية أو الشركات . و لإيضاح مواصفات مادة البولي بروبلين سندرس خواص هذه المادة و ذلك وفقاً للهيئة الدولية للمواصفات ISO ، و المعهد الألماني للموصفات DIN . و الجداول التالية توضح الخواص الفيزيائية و الميكانيكية و الحرارية و الكهربائية للبولي بروبلين .

الخواص الفيزيائية	طريقة الاختبار	القيمة	الواحدة
الكثافة عند الدرجة **23** °C	ISO 1183	0,897	g/cm^3
قيمة تدفق السيولة (**MFR**)	ISO 1133		
✓ **190°C/5.0kg**		0,55	g/10min
✓ **230°C/2.16kg**		0,30	g/10min
✓ **230°C/5.0kg**		1,30	g/10min
اللزوجة	ISO 1191	430 – 420	cm^3/g

الخواص الميكانيكية	طريقة الاختبار	القيمة	الواحدة
معامل الشد	ISO 527 – 2/1	850	MPa
إجهاد الشد	ISO 527 – 2/50	24,0	MPa
إجهاد التمزق	ISO 527	40	MPa
معامل الزحف الناتج عن الشد	ISO 899 – 1		
✓ **1 hr**		650	MPa
✓ **1000 hr**		350	MPa
القساوة وفق شور (نوع **D**)	ISO 868	65	N/mm^2
الصدم وفق تشاربي (بوجود ثلم)	ISO 179		
✓ **−30** °C		2,50	kJ/m^2
✓ **0** °C		4,00	kJ/m^2
✓ **23** °C		22,00	kJ/m^2

الخواص الحرارية	طريقة الاختبار	القيمة	الواحدة
درجة حرارة الانصهار	ISO 3146	147	°C
الناقلية الحرارية عند **20** °C	DIN 52612	0,24	W/mK
معامل التمدد الحراري الخطي	DIN 53752	1.5×10^{-4}	K^{-1}

الخواص الكهربائية	طريقة الاختبار	القيمة	الواحدة
المقاومة النوعية الحجمية	DIN 53482	أكبر من 10^{17}	$\Omega \cdot cm$
المقاومة النوعية السطحية	DIN VDE 0303, T3	أكبر من 10^{14}	Ω
ثابت العازلية	DIN 53483	2,3	10^6 Hz
عامل الضياعات	DIN 53483	أصغر من 5×10^{-4}	10^6 Hz
عازل الصلابة	DIN 53481	500/650	kV/cm

3.2 تصنيع أنابيب البولي بروبلين Manufacturing of PPR

يوجد عدة طرق لإنتاج أنابيب البولي بروبلين . منها طرق التشكيل بالحقن ، و التشكيل بالضغط ، و التشكيل بالبثق ، و التشكيل الحراري . إلاّ أن طريقتي الحقن و البثق تعتبرا الطريقتين المثاليتين لتصنيع أنابيب البولي بروبلين و ملحقات أنابيب البولي بروبلين من أكواع و غيرها من الأكسسورات اللازمة لتمديد شبكات البولي بروبلين ، حيث ارتكزت معظم الشركات العالمية على هذه الطرق لإنتاج أنابيب البولي بروبلين .

و قبل البدء بشرح طرق تصنيع هذه الأنابيب ، تجدر الإشارة إلى دخول صناعة أنابيب البولي بروبلين إلى بلادنا عبر الشركات المتخصصة في مجال الأنابيب و نقل المياه و التمديدات الصحية . و قد سارت شركاتنا الوطنية بنفس الوتيرة و على خطى الشركات الرائدة ضمن هذا المجال في صناعة هذه الأنابيب و بقية العناصر الأخرى المكملة لأنابيب البولي بروبلين . و لا سيما في جناحي سوريا الصناعيين : دمشق (العاصمة) و حلب (المدينة الصناعية الأولى في البلاد) بالإضافة إلى بعض المحافظات الأخرى في القطر . و الجدول التالي يبين الشركات المصنعة لأنابيب البولي بروبلين في الجمهورية العربية السورية [1] .

اسم الشركة	عنوان الشركة
إم دي كو	حلب
أمينو و صبحان	حلب
الأنظمة للهندسة البيئية و الصحية	دمشق
إيديال فورت	دمشق ، حماة
بلاستيك المشهدي	حلب
التقنية التخصصية للمياه	دمشق
جوني بيلونه لأنظمة المياه	حلب
خليفة و بعيون	ريف دمشق
سروجي إخوان	حلب
أبناء بشير حيدر	حلب
زيات للصناعات المعدنية	حلب
العربية للمشاريع و التجهيزات	دمشق
الفلك للصناعات البلاستيكية	حماة
نبيل شاوي للتجارة	دمشق

[1] هذه الإحصائية جمعها الطالب المعد من صفحات التواصل الاجتماعي و لم يتسنى التأكد منها عبر مصادر رسمية .

1.3.2 التشكيل بالبثق Extrusion Moulding

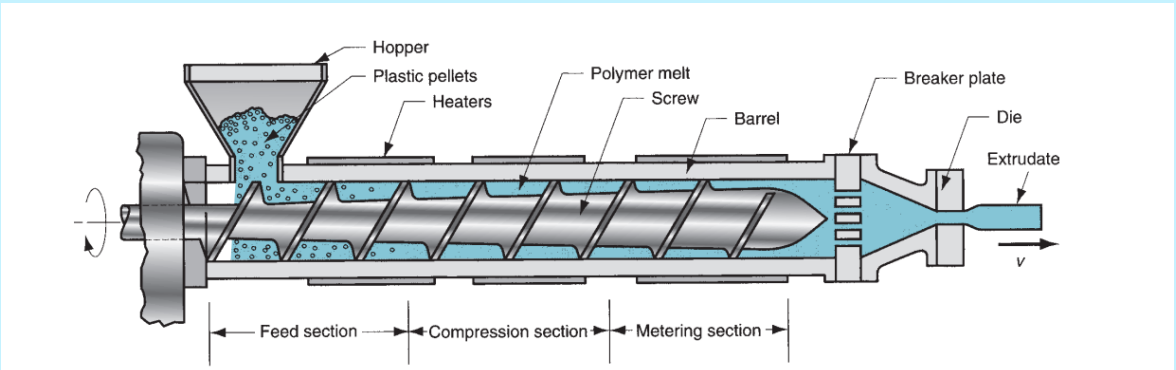
الشكل (4.2) : خط بثق مثالي لأنابيب البولي بروبلين .

تصنع أنابيب البولي بروبلين بطريقة البثق . و تتلخص ابتداءً من إحضار المادة الأولية المعالجة مسبقاً ، و من ثم بثقها على هيئة أنابيب بقياسات معينة ، و بعد ذلك تبريد هذه الأنابيب ، ثم طباعة القيم الأساسية عليها من مواصفات و شعار الشركة المصنعة ، و انتهاءً بتقطيع الأنابيب وفق أطوال محددة .

الأجزاء الرئيسية لآلة البثق

تتكون آلة البثق عموماً من الأجزاء الرئيسية التالية :

1. قمع التغذية Hopper : هو عبارة عن وعاء كبير يتم من خلاله سكب المادة الأولية (حبيبات البولي بروبلين) اللازمة لتصنيع الأنابيب .
2. اللولب الدوار (الحلزون) Screw : يوجد داخل أسطوانة (وحدة برميلية الشكل) Barrel محاطة بمسخنات Heaters ، و يمكن تقسيم طول اللولب إلى ثلاثة أجزاء هي :
   - **قسم التغذية Feed Section** : يتصل بقمع التغذية .
   - **قسم الضغط Compression Section** : هو الجزء الأوسط الذي يندفع فيه البولي بروبلين اللدن إلى الأمام .
   - **قسم القياس Metering Section** : هو الجزء الأخير من اللولب و المنتهي بمصفاة لمنع الشوائب من المرور إلى لقمة القالب .
3. اللقمة : هي قالب معدني قياسي الحجم حسب نوع المنتج .

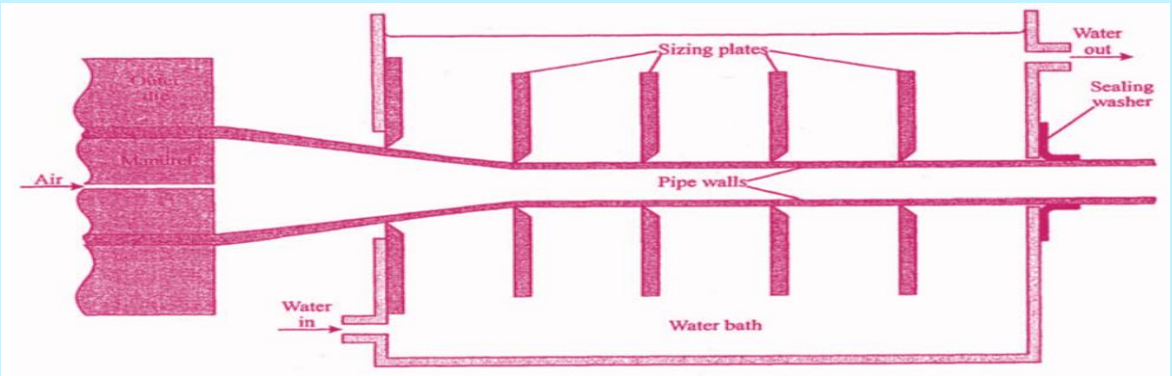


الشكل (5.2) : الأجزاء الرئيسية لآلة البثق .

مبدأ عملية بثق أنابيب الـ PPR

1. يُملأ قمع التغذية بحبيبات صلبة من مادة البولي بروبلين .
2. تلتقط حبيبات البولي بروبلين بواسطة اللولب الدوار (الحلزون) المحاط ببطانة مصلدة لأسطوانة البثق ، ثم يقوم الحلزون بدفع حبيبات البولي بروبلين للأمام و على طول اللولب الدوار . حيث مع اندفاع حبيبات البولي بروبلين للأمام فإنها تسخن و تلين و تنعم بتأثير عاملين هما :
   - ✓ السخانات الخارجية المحيطة بماسورة اللولب (الوحدة البرميلية) .
   - ✓ الحرارة الناتجة من احتكاك الحبيبات مع جسم اللولب الدوار .

   وفي أثناء حركة حبيبات البولي بروبلين على طول اللولب الدوار فإنها تمتزج في صهير متجانس و متماسك مع بعضها أو مع المادة الملونة (في حالة إضافة لون إليها) و هذا التجانس يمنع حدوث تموجات سطحية أو عدم انتظام المقطع للمنتج النهائي .
3. تُدفع المادة المنصهرة للبولي بروبلين تحت ضغط عال عبر مسام ترشيح (يمنع مرور الشوائب) إلى لقمة القالب .
4. يخرج أنبوب البولي بروبلين المنبثق من اللقمة إلى وحدة التبريد ليتصلب متخذاً شكله النهائي بعد تقطيعه إلى الأطوال المطلوبة .



الشكل (6.2) : التحكم في أقطار الأنابيب من خلال وحدة التبريد (حمام الماء) .

2.3.2 التشكيل بالحقن Injection Moulding

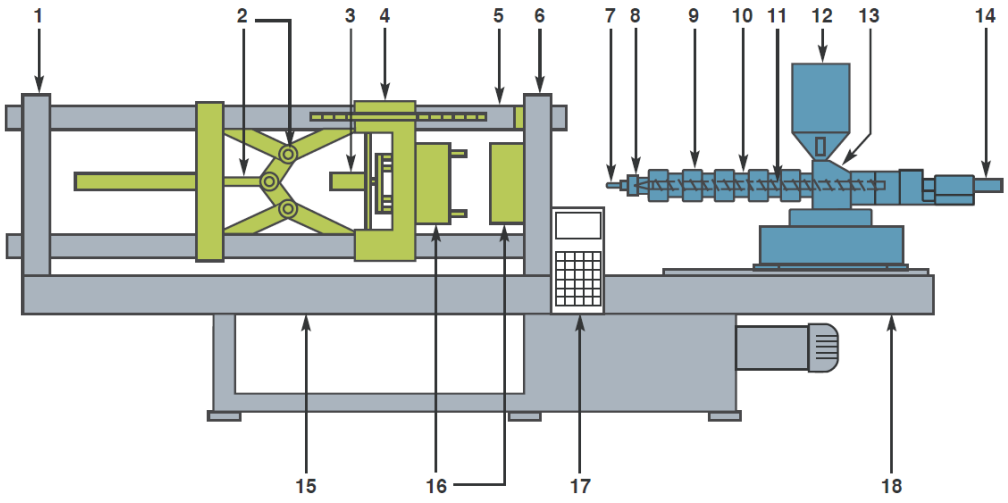
الشكل (7.2) : آلة الحقن .

تستخدم طريقة القولبة بالحقن لتصنيع ملحقات أنابيب البولي بروبلين من أكواع و غيرها من الأكسسورات اللازمة لتمديد شبكات البولي بروبلين . و تعتبر هذه الطريقة عموماً من أهم و أقدم الطرق لصناعة القطع البلاستيكية ابتداءً من الأشكال البسيطة و انتهاءً بالنماذج المعقدة ، إذ تتميز هذه الطريقة بالإنتاج الكمي .

الشكل (8.2) : قالب لآلة حقن بولي بروبلين .

المكونات الأساسية لآلة الحقن

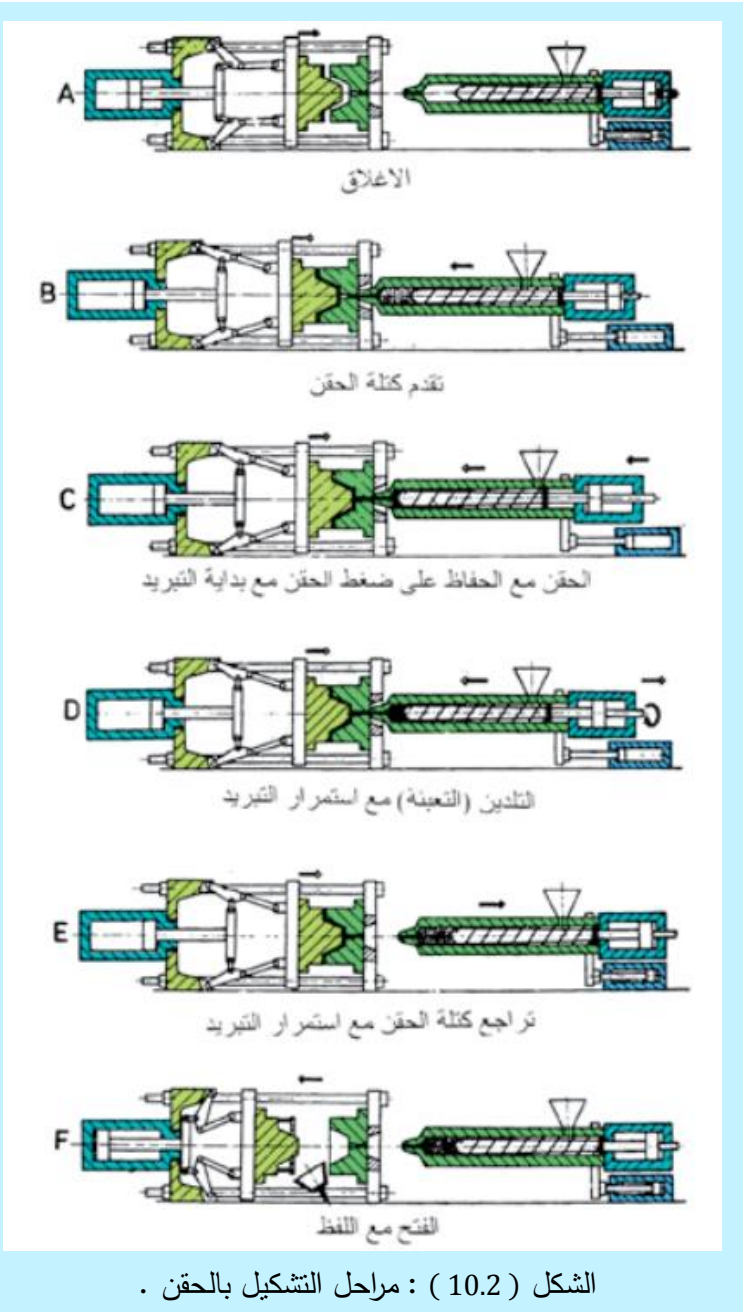
1. قسم الآلة الخلفي .
2. غالق الآلية (عتلة مسمار التثبيت و الأسطوانة) .
3. دافع القالب .
4. قسم الآلة المتحرك (الجزء العائم) .
5. قضبان الربط .
6. قسم الآلة الثابت .
7. فوهة .
8. رأس برميلي .
9. رأس التسخين .
10. برميل الحقن (غرفة النقل) .
11. الحلزون (اللولب الدوار) .
12. قمع التغذية .
13. عنق التغذية .
14. محرك اللولب الدوار .
15. قاعدة الأجزاء .
16. القالب .
17. لوحة التحكم الرقمي .
18. الطاولة .



الشكل (9.2) : المكونات الأساسية لآلة الحقن مثالية .

مراحل التشكيل بالحقن

يمكن تلخيص التشكيل بالحقن لملحقات أنابيب البولي بروبلين بالمراحل التالية :



الشكل (10.2) : مراحل التشكيل بالحقن .

1. مرحلة الإغلاق (A) :

عند جاهزية الآلة تبدأ الآلة بالإغلاق حيث يتحرك القسم المتحرك للقالب باتجاه القسم الثابت منه .

2. مرحلة تقدم كتلة الحقن (B) :

تتقدم وحدة الحقن حتى يحدث تلامس بين فوهة حقن أسطوانة التلدين مع فوهة حقن القالب ليشكلا معاً فتحة

اتصال من أجل تأمين جريان تدفق المادة الأولية باتجاه القالب .

3. مرحلة الحقن مع الحفاظ على ضغط الحقن مع بداية التبريد (C) :

- **عملية الحقن :**

يملأ قمع التغذية بحبيبات البولي بروبلين الصلبة ، ثم تسخن حبيبات البولي بروبلين إلى الدرجة التي تجعلها لينة و قابلة للتدفق ، و بعدئذ تدفع مادة البولي بروبلين المتدفقة بواسطة اللولب الدوار عبر فتحة الاتصال إلى تجويف القالب .

- **عملية الحفاظ على الضغط :**

تبدأ هذه العملية لحظة بدء البولي بروبلين المنصهر بالتجمد عن طريق الانتقال الحراري بين القالب و البولي بروبلين المصهور حيث تتولد طبقة عازلة حرارياً للمادة المتدفقة في مركز القناة و يتشكل قلب ساخن و يمكن لهذه الحبيبات المنصهرة أن تمر إلى تجويف القالب و تملؤه ، فالمحافظة على الضغط تؤثر على كافة القطع بالقالب و تعوض عن التقلص الحاصل للمنتج ، و تعتبر مرحلة المحافظة على الضغط ضرورية جداً لأن تبريد المنتج يبدأ من لحظة امتلاء القالب و هذا يؤدي إلى تقلص المواد و نقصانها لذلك يبدأ في هذه اللحظات بالتعويض عن تقلص المواد بالمحافظة على الضغط .

- **عملية التبريد :**

تبدأ عملية التبريد عند اللحظة الأولى من دخول المواد إلى المغذي الأساسي و من ثم إلى القالب ، و عند لحظة امتلاء القالب و بدء الحفاظ على الضغط يستمر التبريد حتى الحصول بالمواد إلى قساوة و متانة أعلى من أن تتحطم و تتشوه خلال عملية اللفظ .

4. مرحلة التلدين (التعبئة) مع استمرار التبريد (D) :

تتم هذه العملية بشكل دوري خلال فترات زمنية متساوية حسب شكل المنتج و وزنه و حجمه ، و يكون دوران اللولب ثابتاً في كل دورة ، تحدث عملية الانصهار بسبب انتقال الحرارة من المسخنات عبر الأسطوانة إلى المواد و بسبب احتكاك المواد ببعضها و مع اللولب و الأسطوانة .

5. مرحلة تراجع كتلة الحقن مع استمرار التبريد (E) :

يتراجع اللولب و يقل الضغط بينما يقوم الماء بتبريد القالب حيث تتماسك و تتصلب المادة المنصهرة بسرعة متخذة شكل القالب .

6. مرحلة الفتح مع لفظ المنتج (F) :

يفتح القالب و يطرد المنتج النهائي من النصف المتحرك فيها إما بضغط الهواء أو بواسطة خابور طرد نابضي . و بذلك نحصل على الأكسسورات البولي بروبلينية المطلوبة .

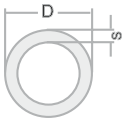
الفصل

3

منظومة أنابيب البولي بروبلين

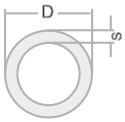
Polypropylene Pipes System

Pipe PN 10 أنبوب بضغط 10 بار



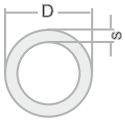
أبيض	أخضر	L	d	s min
10000006	10000001	100m	16	1,8
10000007	10000002	100m	20	1,9
10000008	10000003	4m	25	2,3
10000009	10000004	4m	32	2,9
10000054	10000024	4m	40	3,7
10000055	10000025	4m	50	4,6
10000056	10000026	4m	63	5,8
10000057	10000027	4m	75	6,8
10000058	10000028	4m	90	8,2
10000059	10000029	4m	110	10,0

Pipe PN 16 أنبوب بضغط 16 بار



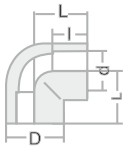
أبيض	أخضر	d	s min
10099090	10099080	16	2,2
10099091	10099081	20	2,8
10099092	10099082	25	3,5
10099093	10099083	32	4,4
10099094	10099084	40	5,5
10099095	10099085	50	6,9
10099096	10099086	63	8,6
10099097	10099087	75	10,3
10099098	10099088	90	12,3
10099099	10099089	110	15,1

Pipe PN 20 أنبوب بضغط 20 بار



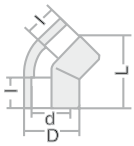
أبيض	أخضر	d	s min
10000041	10000011	20	3,4
10000042	10000012	25	4,2
10000043	10000013	32	5,4
10000044	10000014	40	6,7
10000045	10000015	50	8,3
10000046	10000016	63	10,5
10000047	10000017	75	12,5
10000048	10000018	90	15,0
10000049	10000019	110	18,3

Elbow 90° كوع قائم



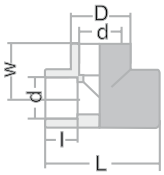
أبيض	أخضر	d	D	l	L
10000230	10000200	20	29	16,1	26,5
10000231	10000201	25	34	18,2	31,5
10000232	10000202	32	41,7	20,2	38
10000233	10000203	40	57,2	21,7	46
10000234	10000204	50	67,3	25,5	52
10000235	10000205	63	83,3	28,5	62
10000810	10000800	20/25	34,3	16/19	31,7

كوع فاتح Elbow 45°



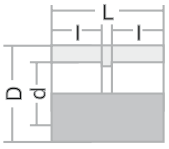
أبيض	أخضر	d	D	l	L
10000120	10000100	20	29,2	16,4	35,2
10000121	10000101	25	34	18	39,5
10000122	10000102	32	44	20	46,5
10000123	10000103	40	52,5	22	54
10000124	10000104	50	69,7	25,1	62,1
10000125	10000105	63	82	29,1	85,4

قسّام (تيه T) Tee



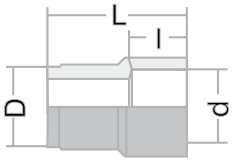
أبيض	أخضر	d	D	l	L	w
10001821	10001801	20	28	16,1	54	26,4
10001822	10001802	25	34,1	18,3	61,8	31
10001823	10001803	32	44	19,8	74,6	38,8
10001824	10001804	40	57	22,5	86	44
10001825	10001805	50	67,2	25,5	104,2	51,8
10001826	10001806	63	82,5	28,3	125,9	62,3
10002132	10002102	20/25	34,4	15,7/18,4	63,2	31,45
10002134	10002104	25/20	34,4	17,9/15,9	63,2	31,45
10002136	10002106	32/20	44	20,4/20	74	38,3
10002137	10002107	32/25	44	20,4/16,1	74	38,3
10002139	10002109	40/20	57	22,6/14,7	86,9	42,5
10002140	10002110	40/25	57	22,6/17,4	86,9	42,5

جلبه Socket



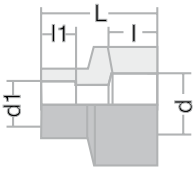
أبيض	أخضر	d	D	l	L
10001220	10001200	16	23,8	16	37,1
10001221	10001201	20	27,1	16	36
10001222	10001202	25	34	18	40
10001223	10001203	32	44	20,3	44,7
10001224	10001204	40	57	21,5	48
10001225	10001205	50	67	25,2	55,9
10001226	10001206	63	87,7	29	70
10001227	10001207	75	-	-	-
10001228	10001208	90	-	-	-
10001229	10001209	110	-	-	-

نقاص Reducer



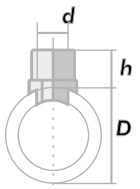
أبيض	أخضر	D	d	l	L
10002531	10002501	20	25	16	39
10002532	10002502	20	32	16	39
10002533	10002503	25	32	18	45
10002535	10002505	25	40	-	-
10002536	10002506	32	40	20	51
10002540	10002510	40	50	20,5	58
10002543	10002513	50	63	23,5	69
-	-	63	75	27,4	66

نقاص مباشر Direct reducer



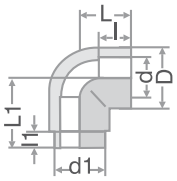
أبيض	أخضر	d	D	l	l_1	L
10002631	10002601	25	20	18,2	16,1	40,2
10002632	10002602	32	20	18,8	16	40,5
10002633	10002603	32	25	18,8	17,4	40,5
10002634	10002604	40	20	21,4	16	46,9
10002635	10002605	40	25	21,4	16	46,9

وصل ذو شكل سرجي Saddle after grip



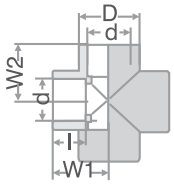
أبيض	أخضر	D	d	h
10003134	10003104	20	40	33,6
10003135	10003105	20	50	36,1
10003136	10003106	20	63	37,7
10003137	10003107	25	40	35,8
10003138	10003108	25	50	36,8
10003139	10003109	25	63	39,4

Elbow 90° male كوع قائم



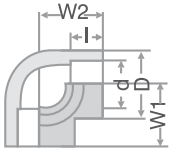
أخضر	d	D	l	d_1	L	L_1	L_2
10001100	20	30,5	16,8	20	26,4	33,9	16

Cross Tee قسام متقاطع



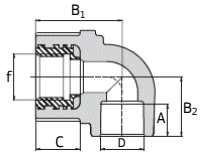
أبيض	أخضر	d	D	l	W_1	W_2
10002420	10002400	20	29	16	27,5	27,5
10002421	10002401	25	34	18	32	32

3–way Elbow كوع بثلاث ممرات



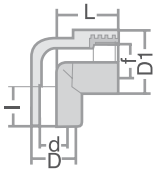
أبيض	أخضر	d	D	l	W_1	W_2
10000320	10000300	20	29	16	27	27
10000321	10000301	25	34	18	32	32

Elbow Rigips كوع بموضعي تثبيت



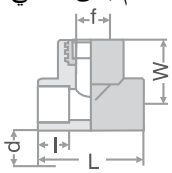
أبيض	أخضر	D	A	f(")	B_1	B_2	C
10000360	10000350	20	15	1/2	44	27	25

Elbow 90°– threaded female كوع قائم بسن داخلي



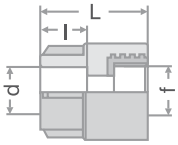
أبيض	أخضر	d	D	f(")	l	L	D_1
10000420	10000400	20	28,7	1/2	16,5	35,2	37,5
10000421	10000401	25	34	3/4	19,1	36,2	43,8
10000422	10000402	32	44	1	20,5	40,5	55,3
10000920	10000900	20/25	34	3/4	16,5	36,5	43,8
10000921	10000901	25/20	34	1/2	19,1	36,5	43,8

Tee – threaded female قسام بسن داخلي



أبيض	أخضر	d	D	f(")	l	L	D_1
10001914	10001901	20	16	1/2	34	52,6	28
10001915	10001902	25	18	3/4	36,3	73	34,4
10001916	10001903	32	20,2	1	45,6	75,9	44
10002232	10002202	20/25	15,9	3/4	36,3	73	34,4
10002234	10002204	25/20	17,8	1/2	36,3	73	34,4

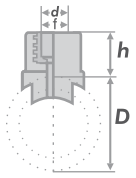
Threaded coupling female جلبة بسن داخلي



أبيض	أخضر	d	l	f(")	L
10001326	10001306	16	16,5	1/2	40,9
10001320	10001300	20	16,1	1/2	42
10001321	10001301	25	17,6	3/4	42,4
10001322	10001302	32	20,2	1	53,6
10001323	10001303	40	21,5	5/4	77,4
10001324	10001304	50	26,7	6/4	71,6
10001325	10001305	63	29	2	78,5
10001621	10001601	20/25	17,9	3/4	43
10001622	10001602	25/20	18,3	1/2	43

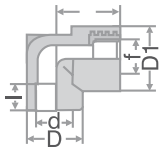
وصل ذو شكل سرجي بسن داخلي Saddle after-grip – threaded female

أبيض	أخضر	d	f(")	D	h
10003234	10003204	20	1/2	40	27,4
10003236	10003206	20	1/2	50	27,4
10003238	10003208	20	1/2	63	27,4
10003235	10003205	25	3/4	40	29,2
10003237	10003207	25	3/4	50	29,2
10003239	10003209	25	3/4	63	29,2



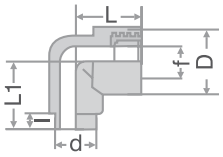
كوع قائم بسن داخلي و موضعي تثبيت Elbow 90° – with double fixing brackets threaded female

أبيض	أخضر	d	D	l	f(")	L	L_1
10000620	10000600	20	28,8	16,4	1/2	30,4	36,6



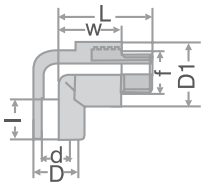
كوع قائم بسن خارجي Elbow 90° male/female

أبيض	أخضر	d	D	l	f(")	L	L_1
10001140	10001110	20	38	15,5	1/2	46,6	38,8



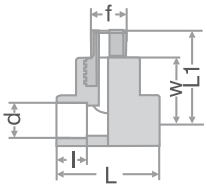
كوع قائم بسن خارجي Elbow 90° – threaded

أبيض	أخضر	d	D	l	W	f(")	L	L_1
10000520	10000500	20	29	16,2	35	1/2	46,3	37
10000521	10000501	25	34,5	19,3	36,1	3/4	19,6	43,9
10000522	10000502	32	44	20,5	40,5	1	48	55
10001020	10001000	20/25	29	16,2	35	1/2x3/4	46,3	37
10001021	10001001	25/20	34,5	19,3	36,1	1/2	47,4	43,9



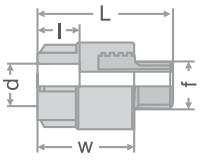
قسام بسن خارجي Tee – threaded male

أبيض	أخضر	d	l	W	f(")	L	L_1
10002014	10002001	20	16,4	34,5	1/2	63	45,5
10002015	10002002	25	17,5	36	3/4	72,6	49,6
10002016	10002003	32	20,2	45,6	1	75,6	58,2
10002332	10002302	20/25	16,4	36	1/2x3/4	72,6	49,3
10002334	10002304	25/20	17,8	36,4	1/2	73	48

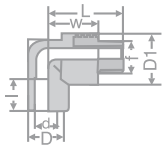


جلبة بسن خارجي Threaded coupling male

أبيض	أخضر	d	l	W	f(")	L
10001220	10001406	16	16,5	41	1/2	52
10001420	10001400	20	17,5	42,1	1/2	52,7
10001421	10001401	25	17,8	42,1	3/4	55,3
10001422	10001402	32	20,2	53,3	1	67,3
10001423	10001403	40	21,5	77,3	5/4	94,5
10001424	10001404	50	26,2	70,2	6/4	89,7
10001425	10001405	63	29	77,4	2	102
10001721	10001701	20/25	16,1	42,3	1/2x3/4	53,2
10001722	10001702	25/20	18	42,3	1/2	53,2

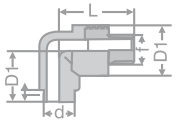


Elbow 90° – with double fixing brackets threaded male كوع قائم بسن خارجي و موضعي تثبيت



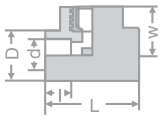
أبيض	أخضر	d	D	l	f(")	L	D_1
10000720	10000700	20	28,8	16	1/2	41,9	36,6
10000721	10000701	20	28,8	18	3/4	41,4	36,6

Elbow 90° male – threaded male كوع قائم بسن خارجي



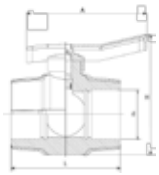
أبيض	أخضر	d	D	l	f(")	L	L_2
10001150	10001120	20	38	15,5	1/2	35,9	38,6

Valve body جسم صمام



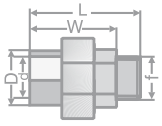
أبيض	أخضر	d	D	L	l	w
10002720	10002700	20	27,2	65	16	112,2
10002721	10002701	25	34,2	71	18	109,8
10002722	10002702	32	43,3	98,5	18,7	128

Ball valve صمام كروي



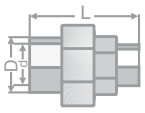
أبيض	أخضر	d	L	H	A
30101502	30101500	20	73,5	74	84,5
30101505	30101503	25	77,5	74	84,5
30101508	30101506	32	89	92	108
30101521	30101519	40	97,5	105	108
30101524	30101522	50	112	114	108
30101527	30101525	63	131,5	150	150

Adaptor metal–plastic male شد وصل من معدن لبلاستيك



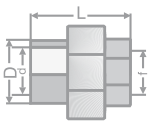
أبيض	أخضر	النوع	d	D	f(")	W	L	ok
10003430	10003410	C	20	26,6	1/2	56,1	71,5	36/27
10003431	10003411	C	25	33,7	3/4	62,4	78,5	46/32

Adaptor plastic–plastic شد وصل من بلاستيك لبلاستيك



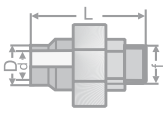
أبيض	أخضر	النوع	d	D	L	ok
10003330	10003310	A	20	26,6	77	36/27
10003331	10003311	A	25	33,7	77	46/32

Adaptor metal–plastic female شد وصل من معدن لبلاستيك



أبيض	أخضر	النوع	d	D	f(")	L	ok
10003430	10003400	B	20	36,6	1/2	56,4	36/27
10003431	10003401	B	25	33,7	3/4	62,4	46/32
10003450	10003420	P	25	33,7	1/2	62,4	46/32

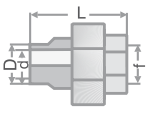
Universal adaptor metal–plastic male شد وصل من معدن لبلاستيك



أبيض	أخضر	d	D	f(")	L	ok
10003550	10003520	16	20	1/2	71,5	36/27

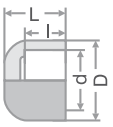
شد وصل Universal adaptor female

أبيض	أخضر	d	I	f(")	L	ok
10003540	10003510	16	20	1/2	65	36/27
10003541	10003511	16	20	3/4	65	36/27
10003542	10003512	16	20	1	65	36/27



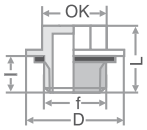
طبة (سدة أو غطاء) End cap

أبيض	أخضر	d	D	I	L
10002821	10002801	20	29	16	21,5
10002822	10002802	25	33,6	18,1	23,1
10002823	10002803	32	43,8	20	26,5
10002824	10002804	40	56,4	21,2	34,1
10002825	10002805	50	66	23,5	38
10002826	10002806	63	87,5	28,5	41



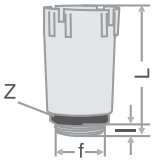
طبة اختبار قصيرة بسن خارجي Short plunk for plant testing – male

أبيض	أخضر	أحمر	أزرق	d	D	f(")	L	ok
10002910	10002900	10002930	10002920	20	27,4	1/2	23,5	20
10002911	10002901	10002931	10002921	25	31,7	3/4	24,2	11



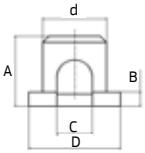
طبة اختبار طويلة بسن خارجي Long plunk for plant testing – male

أبيض	أخضر	أحمر	أزرق	d	D	f(")	ok
10099533	10099530	10099539	10099536	20	1/2	68	20,5x27x5,5
10099534	10099531	10099540	10099537	25	3/4	68	26,5x31x5,8



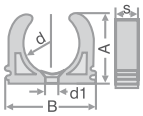
غطاء حماية Protection cover

أبيض	أخضر	d	D	A	B	C
10099020	10099021	50	72	55	11	28



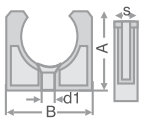
مشبك أنبوب قصير Short pipe clamp

أبيض	أخضر	d	d_1	A	B	S
10003721	10003701	20	5,5	24	31,6	13,6
10003722	10003702	25	5,5	30,7	38	13,7

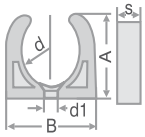


مشبك أنبوب Pipe clamp

أبيض	أخضر	d	d_1	A	B	S
10003621	10003601	20	6	31,3	32,6	15,2
10003622	10003602	25	6	37	38	15,5
10003623	10003603	32	6	44,4	46,7	15,4
10003624	10003604	40	6	51,8	58	15



Pipe clamp مشبك أنبوب

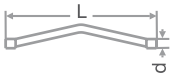


أبيض	أخضر	d	d_1	A	B	S
10003761	10003751	20	5,5	26,3	28,2	13,5

Metal pipe clamp with rubber ring مشبك معدني بحلقة مطاطية

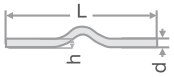
أخضر	d
10003801	20
10003802	25
10003803	32
10003804	40
10003805	50
10003806	63
10003807	75
10003808	90
10003809	110

Bridge (Injected) كوع ظهر جمل ينتهي بجلبتين



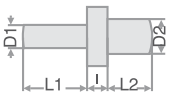
أبيض	أخضر	d	h	L
10004031	10004011	20	24	158
10004032	10004012	25	33	199
10004033	10004013	32	40	250

Bridge (Extruded) كوع ظهر جمل



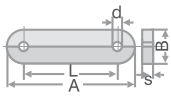
أبيض	أخضر	d	h	L
10004021	10004001	20	24	158
10004022	10004002	25	33	199
10004023	10004003	32	40	250

Hole patch قضيب إصلاح الثقوب



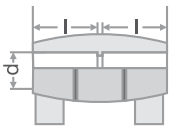
أبيض	أخضر	d_1	d_2	l	L_1	L_2
10099013	10099001	7	10	10	30	20

Pad صفيحة بموضعي تثبيت



أبيض	أخضر	A	B	S	D	L
10099010	10099000	52,8	19,5	5	4,8	39,1

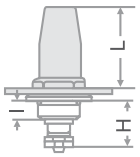
Electric socket جلبة كهربائية



أخضر	D	l	L
10099501	20	27	56
10099502	25	38,7	77,4
10099503	32	42,6	85,2

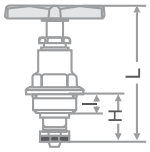
مقبض بتثبيت لولبي Knob with fixing screw

أخضر	النوع	d	f(")	H	L
10099515	B	20	1/2	19,5-22,5	74
10099516	B	25	3/4	20-27,5	74



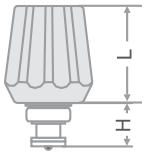
مقبض يدوي Hand knob

أخضر	النوع	d	H	f(")	l	L
10099518	A	20	19-32	1/2	9	74
10099519	A	25	19-32	3/4	9	74
10099520	A	32	21-36	1	11	78



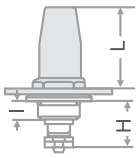
مقبض يدوي Hand knob

أخضر	d	f(")	H	L
10099522	20	1/2	19-22,5	43,5
10099523	25	3/4	20-27,5	43,5



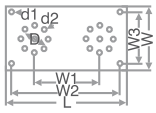
صمام بتثبيت لولبي Valve with fixing screw

أخضر	النوع	l	d	f(")	H	L
10099522	A	9	20	1/2	19-32	45,2
10099523	A	9	25	3/4	19-32	45,2



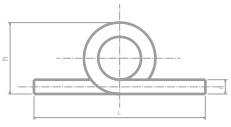
مباعد Spacer

أخضر	L	W	W_1	W_2	W_3	d_1	d_2	D
10099050	242,1	53	153,1	224,1	33,8	6,8	4,8	40,1



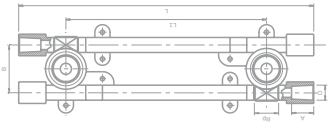
منظم Regulator

أخضر	d	h	L
10004060	20	200	340



منسق Mountager

أخضر	D	G	L	L_1	L_2	L_2*	L_2**	L_3	l
10099515	19	1/2	227	29	152	137	102	37	15,5



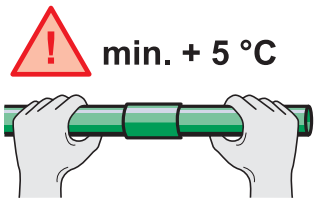
الفصل

4

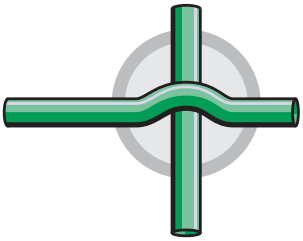
الدراسة العملية لأنابيب البولي بروبلين

The Actual Study For Polypropylene Pipes

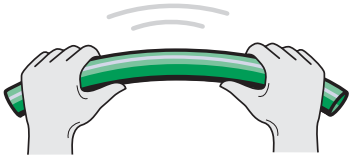
1.4 الإرشادات العامة General Guidelines



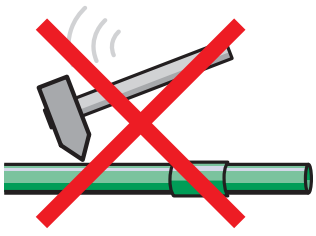
يجب ألا تقل درجة الحرارة عن (5 °C) عند إجراء عملية لحام الأنابيب لأنه من الصعب توفير ظروف عمل ذي جودة عالية عند وصل الأنابيب .



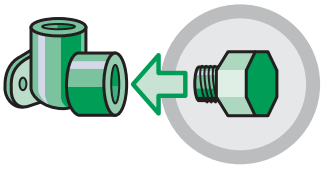
عند تمرير أنبوب من البولي بروبلين فوق آخر يستخدم وصلة أنبوبية مصممة خصيصة لهذا الغرض .



يجب أن يتم انحناء الأنابيب عند الدرجة (15 °C) و ذلك للأنابيب التي تتراوح سلسلة أقطارها بمقدار (16 – 32 mm) حيث أن نصف قطر الانحناء يساوي إلى ثمانية أقطار (D) كحد أدنى .

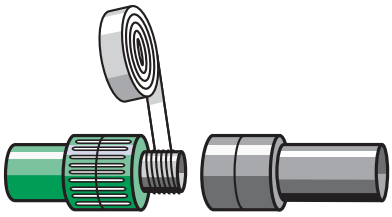


يجب مراعاة مكونات منظومة أنابيب البولي بروبلين من السقوط أو الكسر أو الصطدم أو أي ضرر ميكانيكي آخر بحيث تبقى سليمة و خاصة عند نقلها من مكان لآخر .

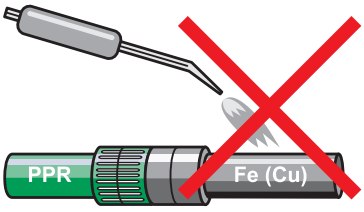


يجب استخدام طبات عند إجراء اختبار الضغط .

يجب عدم تعريض الأنابيب للنار عند فتحها .



عند وصل الأنابيب بوصلة ذات نهاية مسننة يجب لف شريط بلاستيكي خاص حول الأسنان يسمى شريط تفلون Teflon لضمان منع التسرب .



عند وصل أنبوب من البولي بروبلين بأنبوب معدني آخر لا يجوز إجراء عملية اللحام بعد الوصل لأن ذلك سيؤثر حتماً على أنبوب البولي بروبلين .

2.4 حساب تمدد و تقلص خطوط الأنابيب

Calculation of pipelines expansion and contraction

نتيجة للفرق في درجات الحرارة عند تركيب منظومة البولي بروبلين في بادئ الأمر و درجات الحرارة تحت ظروف الخدمة (التشغيل) بعد التركيب ، أي أن تدفق الماء عبر النظام عند درجة حرارة معينة سيختلف عن تلك السائدة خلال فترة التركيب مما يؤدي إلى التغيرات الخطية ألا و هي التمدد أو التقلص .

يعطى التغير الخطي للأنبوب (Δl) بالعلاقة :

$$\Delta l = \alpha . L . \Delta t \ [mm]$$

حيث :

α = معامل التمدد الحراري [mm/m °C] .

L = مسافة التصميم (المسافة بين نقطتين متجاورتين على نفس الخط) [m] .

Δt = الفرق بين درجتي حرارة التركيب و التشغيل [°C] .

و بالتالي فإن طول الذراع المرن الحر (L_S) يحسب من العلاقة :

$$L_S = k . \sqrt{D . \Delta l} \ [mm]$$

حيث :

k = ثابت المادة و قيمته لـ PPR هي 30 .

D = قطر الأنبوب الخارجي [mm] .

Δl = التغير الخطي (استطالة التمدد أو التقلص) [mm] .

كما يمكن حساب عرض الانحناء (L_k) من العلاقة :

$$L_k = 2 . \Delta l + 150 \ [mm]$$

و غالباً ما تكون قيمة عرض الانحناء بمقدار ($L_k \geq 10\ d$) .

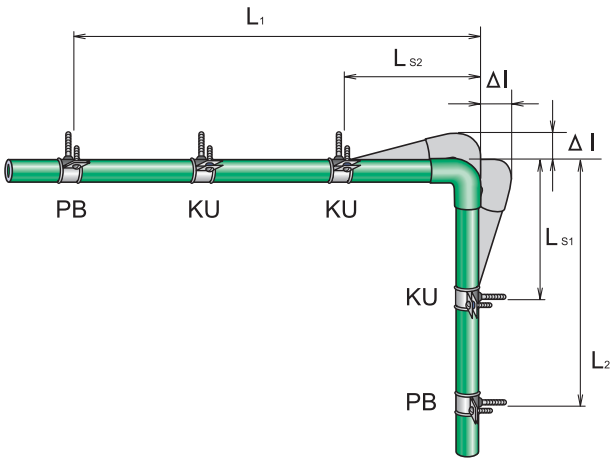
و إذا لم يتم تعويض التغيرات الخطية للأنابيب على نحو مناسب فإن القوى المركزة في الأنابيب سوف تقصر من العمر الخدمي للأنابيب تلك .

ففي تطبيقات البولي بروبلين يتم استخدام المرونة المادية للأنابيب من أجل تعويض التغيرات الخطية ، كما يستخدم مبدأ انحناء الأنابيب لنفس الغرض .

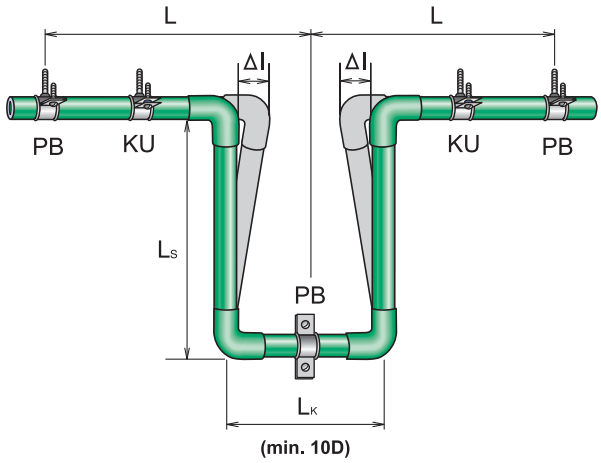
و التقنية المناسبة المستخدمة في منظومة البولي بروبلين هو حرف خط الأنابيب بشكل ما معين و عادة ما يكون الانحراف على شكل الأحرف الإنكليزية (**L**) أو (**U**) أو (**O**) و ذلك على المسار الأصلي لخط الأنابيب ، حيث أن القيمة التعويضية للتغير الخطي في الأنابيب تعتمد على طول امتداد المسار المحسوب و قطر الأنبوب بالإضافة إلى نوع مادة الأنابيب أيضاً .

دلالات الرموز

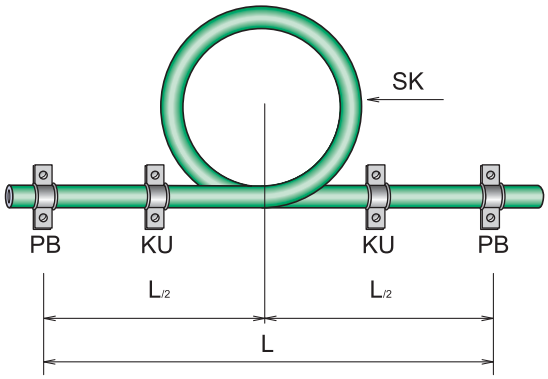
- **PB** : نقطة التثبيت fixed point .
- **KU** : وصلة الإنزلاق slip joint .
- **SK** : انحناء الدائرة circle bend .
- **L** : طول الأنبوب pipe length .
- L_s : التغير الخطي linear change .
- **Δl** : طول الذراع المرن length of flexible arm .
- L_k : عرض الانحناء bend width .



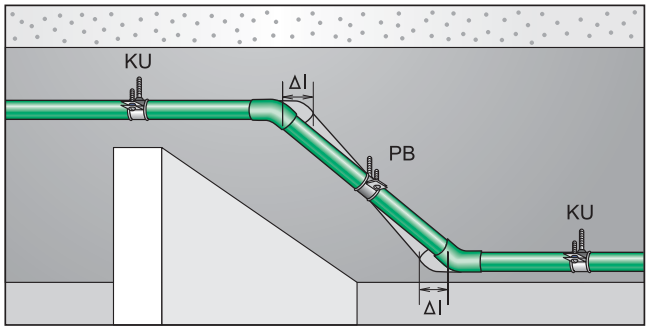
الشكل (1.4) : الانحناء على شكل الحرف (**L**) .



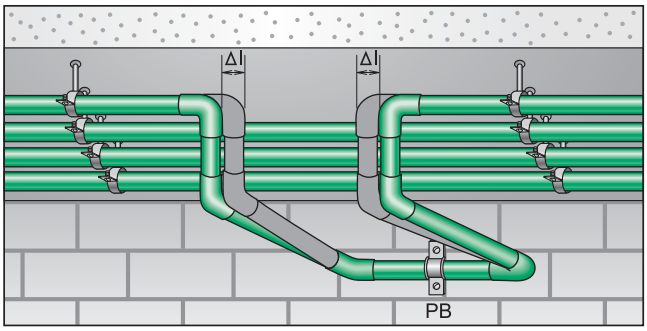
الشكل(2.4) : الانحناء على شكل الحرف (**U**) .



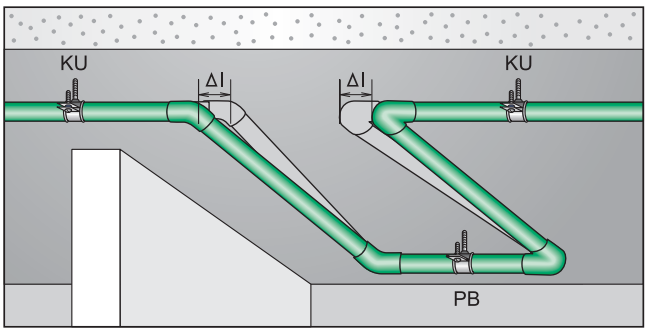
الشكل(3.4) : الانحناء على شكل الحرف (**O**) .



الشكل (4.4) : الاستطالة عند تغير مسار الأنابيب .

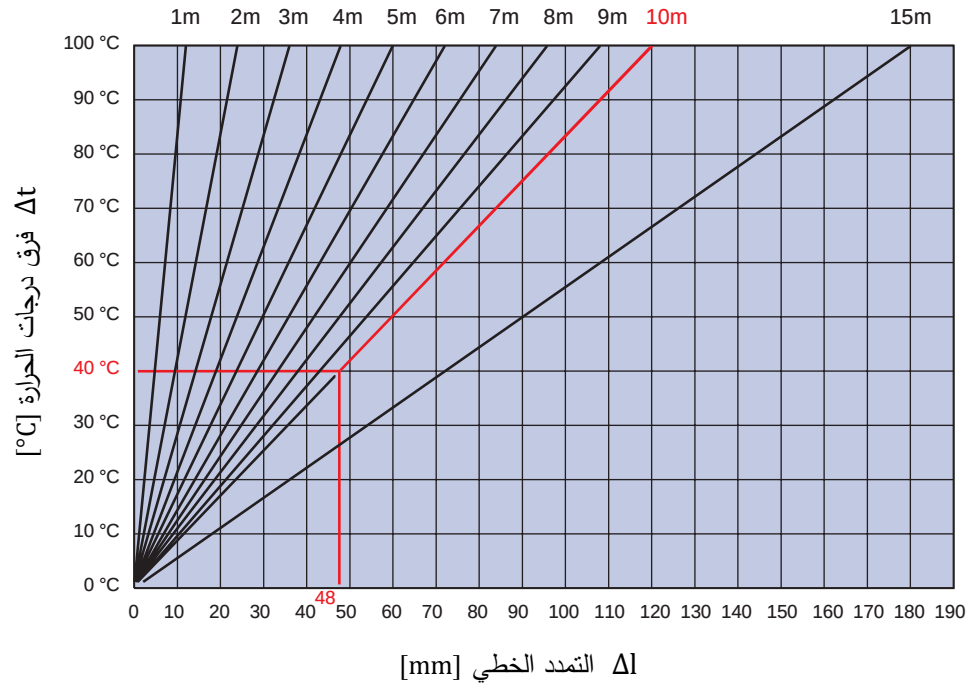


الشكل (5.4) : الاستطالة عند تغير ارتفاع خط الانابيب .

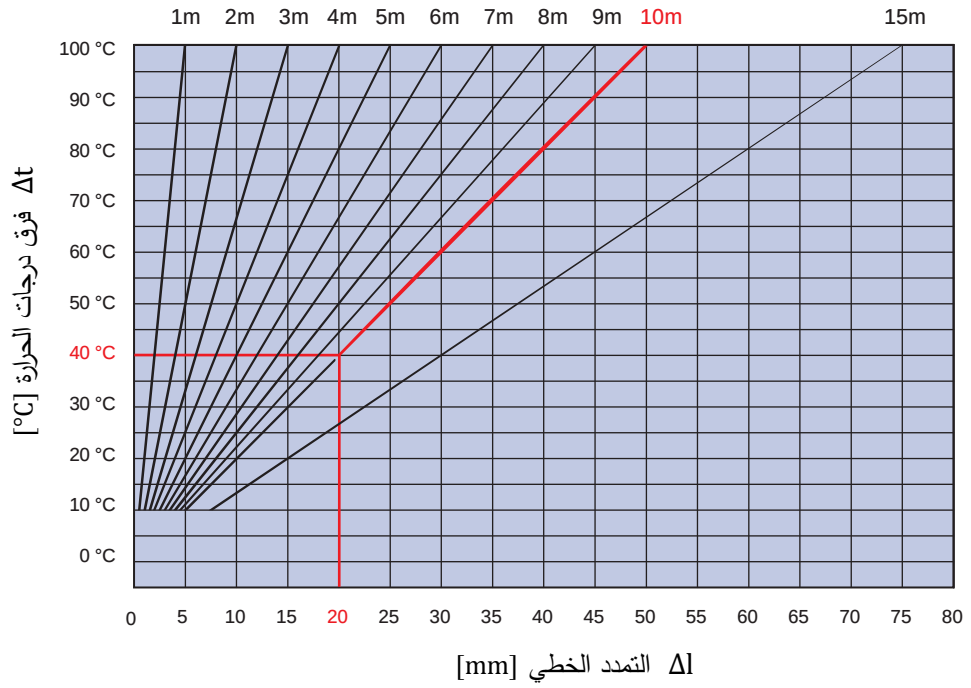


الشكل (6.4) : الاستطالة عند تغير ارتفاع مسار الانابيب .

الطريقة التخطيطية

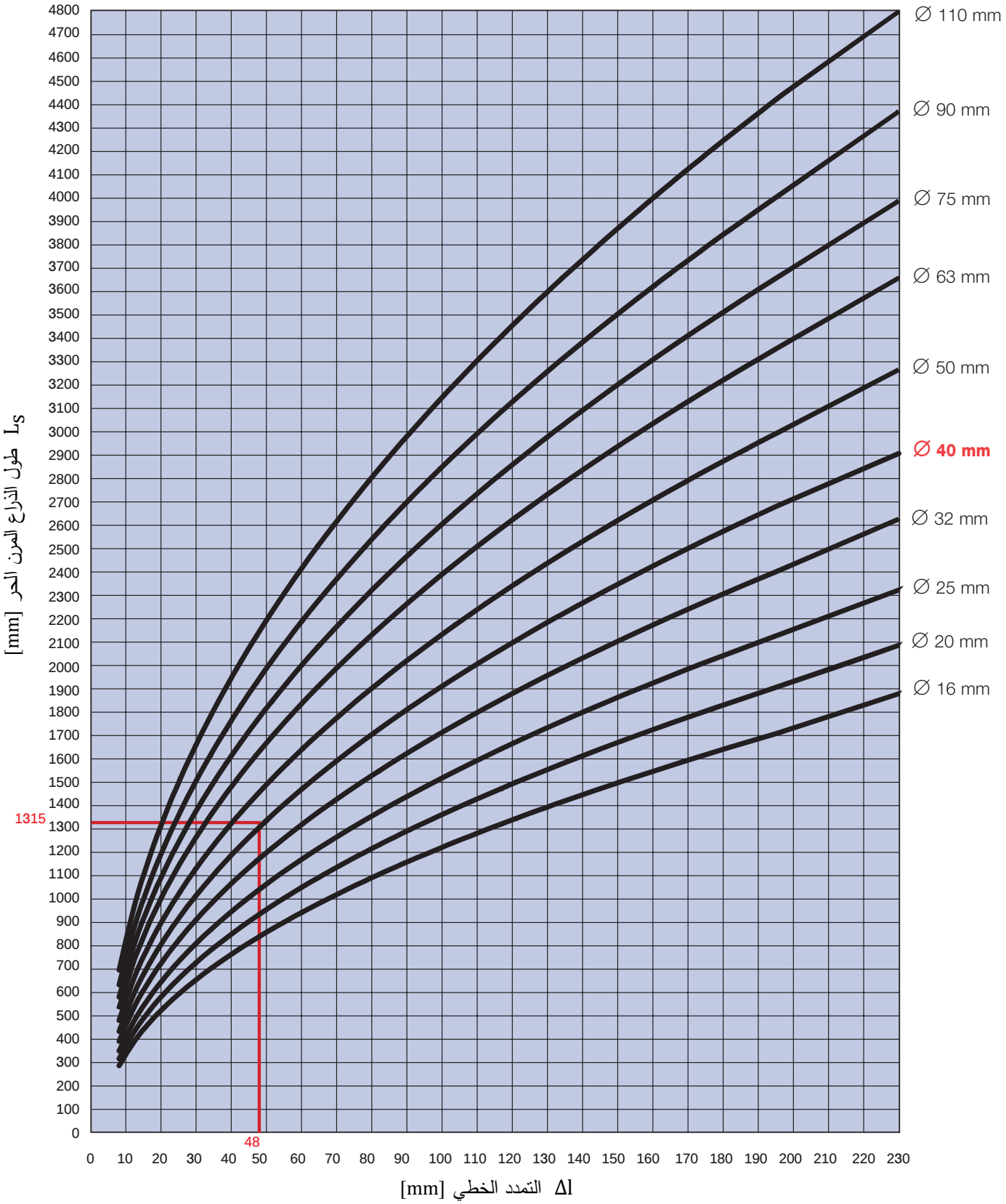


المثال (1.4) : حساب تمدد الأنبوب (**Δl**) تخطيطياً عندما ($L = 10\ m$) و ($\Delta t = 40\ °C$) .



المثال (2.4) : حساب تمدد الأنبوب (**Δl**) تخطيطياً عندما ($L = 10\ m$) و ($\Delta t = 40\ °C$) .

المثال (3.4) : حساب طول الذراع المرن (L_S) تخطيطياً عندما يكون قطر الأنبوب مثلاً ($D = 40$ m) و التمدد الخطي له ($\Delta l = 48$ mm) .



الطريقة التحليلية (الحسابية)

المثال (4.4) : حساب التغير الخطي (Δl)

❖ **المعطى**

البارامتر	الرمز	القيمة	الواحدة
معامل التمدد الحراري	α	0,12	mm/m °C
طول الأنبوب	L	10	m
درجة حرارة التشغيل	t_p	60	°C
درجة حرارة التركيب	t_m	20	°C
فرق درجات الحرارة	$\Delta t = t_p - t_m$	40	°C

❖ **الحل**

$$\Delta l = \alpha \,.\, L \,.\, \Delta t$$
$$\Delta l = 0{,}12 \,.\, 10 \,.\, 40$$
$$\Delta l = \mathbf{48} \ [mm]$$

المثال (5.4) : حساب طول الذراع المرن (L_S)

❖ **المعطى**

البارامتر	الرمز	القيمة	الواحدة
ثابت مادة الـ PPR	k	30	–
قطر الأنبوب الخارجي	D	40	mm
التغير الخطي	Δl	48	mm

❖ **الحل**

$$L_S = k \,.\, \sqrt{D \,.\, \Delta l}$$
$$L_S = 30 \,.\, \sqrt{40 \,.\, 48}$$
$$L_S = \mathbf{1315} \ [mm]$$

المثال (6.4) : حساب عرض الإنحناء (L_k)

❖ المعطى

البارامتر	الرمز	القيمة	الواحدة
ثابت مادة الـ PPR	k	30	–
قطر الأنبوب الخارجي	D	40	mm
التغير الخطي	Δl	48	mm

❖ الحل

$$L_k = 2 . \Delta l + 150$$

$$L_k = 2 . 48 + 150$$

$$L_k = 246 \ [mm]$$

لكن نعلم :

$$L_k \geq 10 \ D$$

$$246 \geq 10 . 40$$

و منه نجد :

$$L_k = \mathbf{400} \ [mm]$$

المثال (7.4) : حساب طول الذراع المرن بشد ابتدائي (L_{sp})

❖ المعطى

البارامتر	الرمز	القيمة	الواحدة
ثابت مادة الـ PPR	k	30	–
قطر الأنبوب الخارجي	D	40	mm
التغير الخطي	Δl	48	mm

❖ الحل

$$L_{sp} = k . \sqrt{D . \frac{\Delta l}{2}}$$

$$L_{sp} = 30 . \sqrt{40 . \frac{48}{2}}$$

$$L_{sp} = \mathbf{930} \ [mm]$$

3.4 تثبيت الأنابيب Pipe fixing

عند تصميم مسارات خطوط الأنابيب فإنه يجب الأخذ بعين الاعتبار في المقام الأول المواد الداخلة في تركيب أنابيب البولي بروبلين أي معامل التمدد الحراري لهذه الأنابيب من أجل السماح لأنابيب البولي بروبلين بالاستطالة الآمنة خلال ظروف التشغيل بالإضافة إلى نوع الوصلات الأنبوبية المستخدمة في التثبيت ، ذلك من أجل سير عملية نقل المياه على أحسن وجه و المحافظة على الديمومة الطويلة لعمر هذه الأنابيب إذا ما تم تثبيت هذه الأنابيب بالشكل المطلوب و الموافق للنشرات الفنية المرفقة مع الأنابيب الصادرة عن كل شركة من شركات الإنتاج المعنية بذلك فيما يخص موضوع تثبيت الأنابيب بالتحديد .

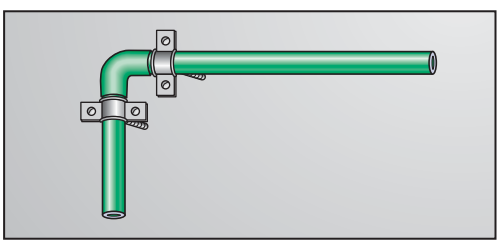
تقنيات تثبيت الأنابيب

يوجد نوعين من المساند التي تستخدم لتثبيت الأنابيب لكي تبقى هذه الأنابيب محافظة على مسارها من جهة و الأخذ بعين الاعتبار تمدد و تقلص الأنابيب من جهة أخرى ، حيث يمكن تمييز المساند وفقاً لوجهة نظر تثبيت الأنابيب كما يلي :

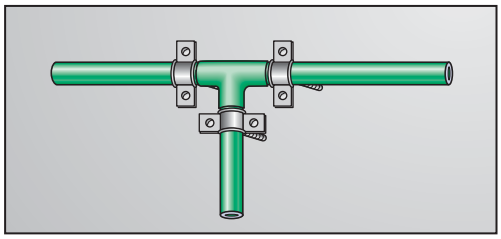
1. مساند ثابتة :

في هذا النوع من المساند يتم تثبيت الأنابيب بإحكام بحيث تمنع هذه المساند الأنابيب من الحركة على طول محورها ذهاباً و إياباً و الغرض من ذلك هو المحافظة على مسار خطوط الأنابيب و توضعها بالشكل الأمثل .

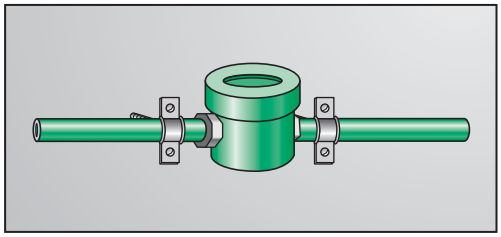
أمثلة على تصميم المساند الثابتة



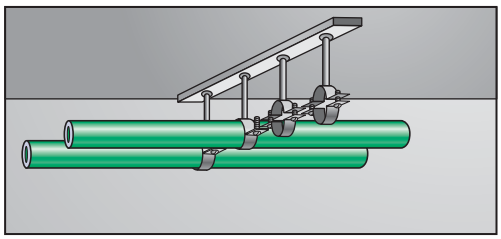
الشكل (7.4) : استخدام المساند عند انعطاف الأنابيب .



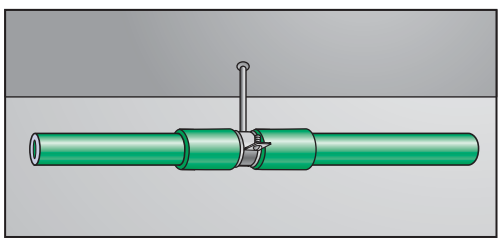
الشكل (8.4) : المساند عند أخذ خط فرعي من الأنابيب .



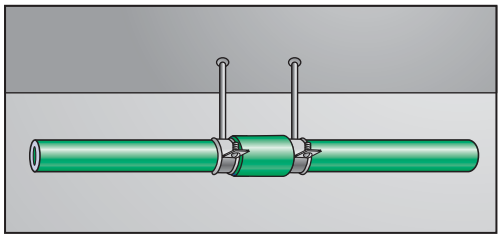
الشكل (9.4) : استخدام المساند في مكان التقاء الأنابيب .



الشكل (10.4) : شد الأنابيب بإحكام بواسطة الأحزمة .



الشكل (11.4) : استخدام المساند بين جلب وصل الأنابيب .

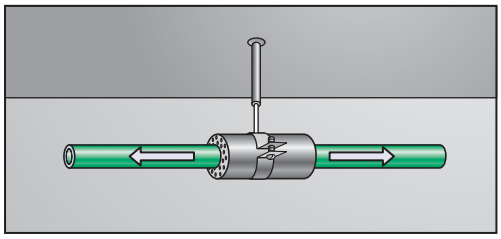


الشكل (12.4) : استخدام المساند على طرفي جلب الأنابيب .

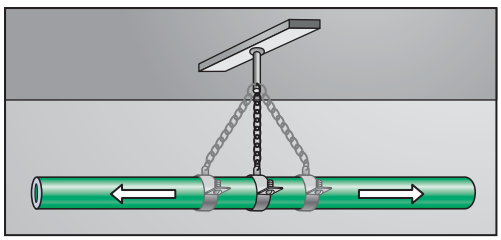
2. مساند انزلاقية :

تختلف هذه المساند عن المساند الثابتة بأنها تسمح للأنابيب بالانزلاق من خلالها و الغرض من ذلك هو استيعاب استطالة التمدد و التقلص للأنابيب بالدرجة الأولى كما تلعب هذه المساند دوراً نسبياً في تثبيت الأنابيب من جهة أخرى .

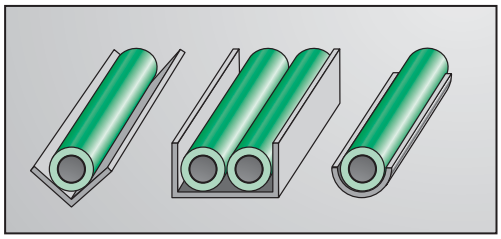
أمثلة على تصميم المساند الإنزلاقية



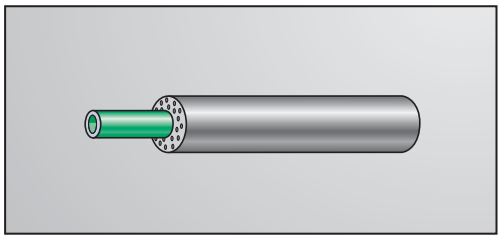
الشكل (13.4) : استخدام أحزمة أنابيب فضفاضة .



الشكل (14.4) : تعليق أحزمة أنابيب بخطاطيف (كلّابات) .



الشكل (15.4) : وضع الأنابيب بشكل حر ضمن مجاري .



الشكل (16.4) : تمرير الأنابيب عبر نظم العزل .

4.4 اللحام Welding

الأجهزة و الأدوات المستخدمة في اللحام

أداة القياس

قلم

مقص الأنابيب

آلة اللحام

ملاحظات لا بد منها

يجب التأكد من نظافة كلاً من الأنابيب و أدوات اللحام (اللقم) قبل البدء بعملية اللحام

ينبغي ضبط آلة اللحام عند 220 فولط

يرجى عدم القيام بعملية التسخين قبل تركيب أداتي اللحام المناسبتين على آلة اللحام

يجب ألاّ تلامس آلة اللحام الماء أو أية سوائل أخرى

ينبغي عدم لمس آلة اللحام أثناء الاستخدام

يجب وضع العناصر المراد لحمها بنفس الوقت في آلة اللحام و عملية الإخراج كذلك

يراعى عند وصل العناصر المراد لحمها عدم لفها بعد إدخالهما ببعض

يجب عدم استخدام أداتي اللحام في حالة حدوث خدوش عليها

ينبغي التقيد بالجداول فيما يخص زمني التسخين و التبريد و بقية العمليات الأخرى

يجب حفظ آلة اللحام في مكان آمن أثناء الاستخدام بعيداً عن المواد القابلة للاشتعال و الانفجار

خطوات عملية اللحام

1 قص الأنابيب بأطوال معينة

يتم قص الأنابيب بشكل عمودي على محورها بواسطة مقص الأنابيب المخصص لذلك أو بواسطة مقص البلاستيك الدوار

2 التنظيف و التأشير

بعد تنظيف الأنبوب يتم وضع علامة على الأنبوب لتحديد عمق دخول الأنبوب في العنصر المراد وصله معه

3 إزالة الألمنيوم من الأنابيب المدعمة بطبقة منها

في حالة الأنابيب المدعمة بطبقة من الألمنيوم يجب إزالة الطبقة الخارجية من البولي بروبلين و الألمنيوم قبل عملية اللحام لضمان جودة عملية اللحام

4 لحم العناصر

بعد أن تصل درجة آلة اللحام إلى الدرجة المطلوبة (260 درجة مئوية) و نستدل على ذلك بانطفاء المصباح الأخضر و إضاءة المصباح الأحمر عندئذ نقوم بدفع نهايتي الأنبوب و العنصر المراد لحمهما مع بعض ميكانيكياً باتجاه أداتي اللحام (اللقم) الموجبة و السالبة

5 الوصل

بعد انتهاء زمن التسخين (يأخذ من جداول وفقاً للقطر) نقوم بإخراج الأنبوب و العنصر المراد لحمه معه ثم نقوم بوصلهما سوية مع مراعاة اتجاه العنصر الملحق و عمق اللحام ثم ننتظر قليلا لإتمام زمن التبريد (و يأخذ أيضاً من جداول و ذلك وفقاً للقطر)

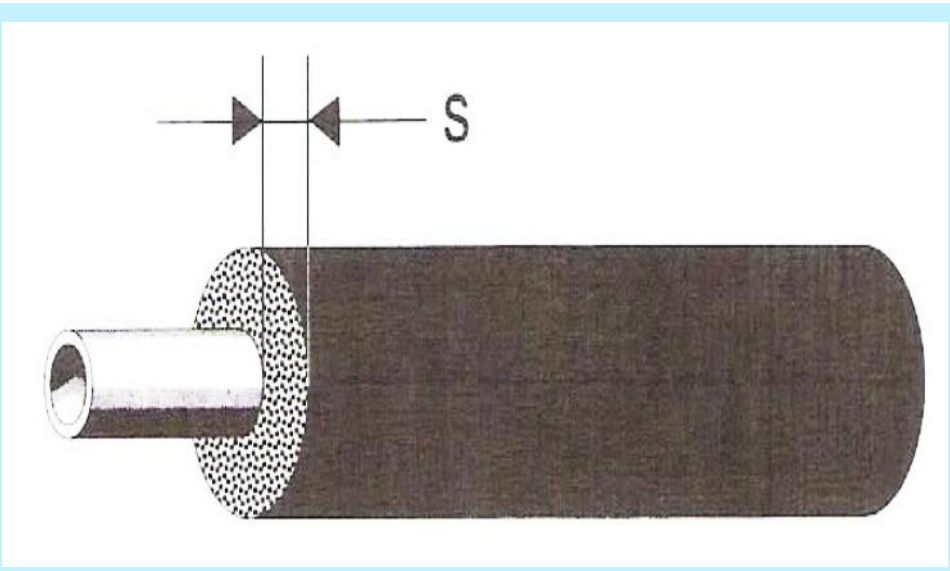
جدول عمليات اللحام وفقاً لقطر الأنابيب

قطر الأنبوب (mm)	زمن التسخين (s) SDR7,4 PN 16 SDR6 PN 20	زمن التسخين (s) SDR11 SDR10	زمن اللحام (s)	زمن التبريد (s)	عمق اللحام (mm)
16	5	-	4	120	13
20	5	3	4	120	14
25	7	4	4	120	15
32	8	4	6	240	16
40	12	6	6	240	18
50	18	9	6	240	20
63	24	12	8	360	24
75	30	15	10	480	26
90	40	20	10	480	29
110	50	25	10	480	32,5

5.4 العزل Insulation

الشكل (**17.4**) : العزل المستخدم في أنابيب البولي بروبلين .

يستخدم العزل بشكل أساسي في أغلب منظومات المياه سواء أكانت الساخنة منها أو حتى الباردة من أجل الحفاظ على درجة الحرارة المطلوبة ضمن المستويات المثالية لخطوط أنابيب تلك المنظومات ، أي في كل أنظمة الأنابيب المعنية بنقل المياه يجب أن تعزل خطوط الأنابيب على طول مسارها .



الشكل (18.4) : سماكة العزل .

أما في خطوط أنظمة البولي بروبلين فإن أنابيبها تعزل بأشرطة مصنوعة من مادة البولي إيتيلين و هو من أبسط أنواع العزل و أرخصها بالمقارنة مع مواد العزل الأخرى المستخدمة في الأنابيب التقليدية مثل الأنابيب المعدنية و غيرها . حيث أن أشرطة العزل لها شكل اسطواني مشابه لشكل الأنابيب تماماً من أجل تسهيل عملية إدخال أنابيب البولي بروبلين ضمنها و عزلها بالشكل الأمثل ، كما أن سماكة أشرطة العزل تتناسب مع أقطار الأنابيب و ظروف استخدامها .

العزل لأنابيب المياه الباردة

من وجهة نظر متطلبات المياه الصحية الصالحة للشرب فإنه يجب عزل أنابيب البولي بروبلين المستخدمة في نقل المياه النقية الصالحة للشرب لإبقاء مستوى درجة حرارة المياه أقل من 20 درجة مئوية .

كما إن سماكة و نوع الطبقات المستخدمة في العزل تحددان المقاومة الحرارية لنظام العزل و تعتمدان بشكل رئيسي على الرطوبة الجوية السائدة في منطقة نظام الأنابيب و درجة حرارة الهواء المحيطة بنظام أنابيب تدفق المياه .

و الجدول التالي يبين سماكة العزل المطلوبة اعتماداً على حالات تركيب أنابيب البولي بروبلين سواء أكانت مثبتة بشكل حر ضمن الغرف أو بشكل منتظم ضمن القنوات و الجدران و الأرضيات .

حالة تركيب الأنابيب	معامل التوصيل الحراري 0,04 W/km سماكة العزل المطلوبة (mm)
الأنابيب المركبة في الغرف غير الساخنة بشكل مكشوف مثل القبو	4
الأنابيب المثبتة في الغرف الساخنة بشكل مكشوف	9
الأنابيب المركبة في القنوات بشكل مستقل عن أنابيب مياه التدفئة	4
الأنابيب المتوضعة في القنوات بجانب خطوط أنابيب مياه التدفئة	13
الأنابيب المارة في تجاويف جدران الغرف بشكل مستقل	4
الأنابيب المارة في تجاويف الجدران بجانب أنابيب مياه التدفئة	13
الأنابيب المثبتة ضمن أرضية خرسانية	4

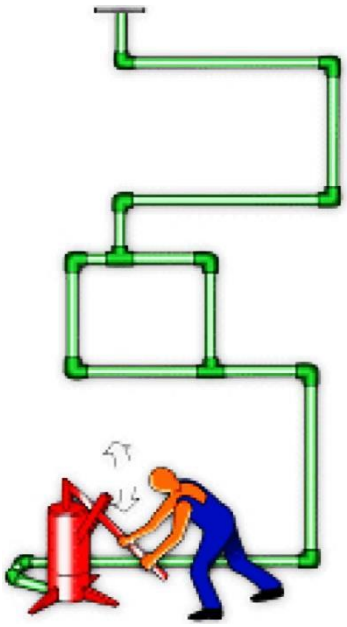
العزل لأنابيب المياه الساخنة

عندما ينساب الماء الساخن عبر أنابيب البولي بروبلين فإن الحرارة قد تنتقل من خلال جدران هذه الأنابيب و خاصة إذا كان الوسط المحيط ذي درجات حرارة متدنية أو أقل من درجة حرارة الماء المتدفق عبر أنابيب البولي بروبلين ليصبح لها معامل توصيل حراري منخفض . لذلك ففي أنظمة التدفئة المركزية لا بد من عزل خطوط أنابيب البولي بروبلين المستخدمة في هذا المجال و ذلك لمنع فقدان الحرارة الكامنة في المياه المنسابة في الأنابيب ، لكن سماكة العزل المطلوبة ستكون صغيرة جداً بالمقارنة مع الخطوط التقليدية ، و الجدول التالي يبين سماكة العزل الأصغرية المطلوبة اعتماداً على أقطار أنابيب البولي بروبلين المستخدمة في أنظمة التدفئة .

قياس الأنبوب (mm)	التوصيل الحراري لمادة العزل 0,30 W/km	0,35 W/km
	سماكة العزل الأصغرية المطلوبة (mm)	
20	6	10
25	6	10
32	10	13
40	10	13
50	10	13
63	13	20
75	20	20
90	20	25
100	25	32

6.4 اختبار الضغط Pressure test

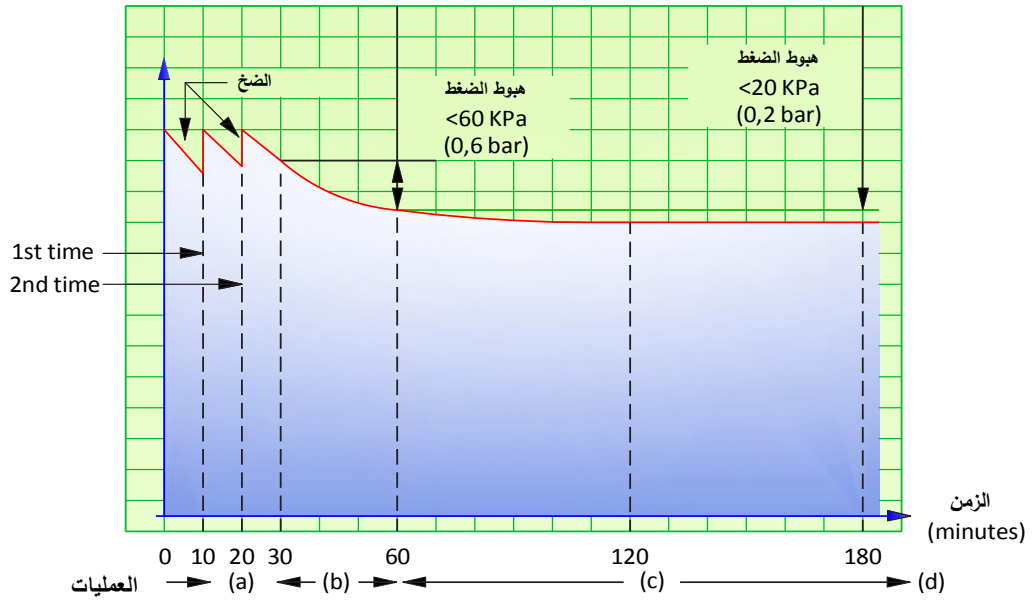
بعد الانتهاء من أعمال تركيب أنابيب البولي بروبلين و قبل إخفائها سواء تحت ألواح الجبس أو ضمن تربة الأرضية أو تحت بلاط الجدران أو أرضيات الحمامات لابد من اختبارها بضغط المياه فيها لضمان عدم حدوث تسريبات منها ، لذلك يتم إجراء اختبار الضغط للتأكد من عدم وجود أي تسرب في منظومة أنابيب البولي بروبيلين بواسطة آلة الضغط (مضخة مكبسية يدوية) يتم وصلها بالأنابيب حيث تركب على المضخة ساعة الضغط و عداد لقياس الماء النافذ إليها .



نقوم بداية بغلق كافة المخارج الموجودة في خطوط أنابيب البولي بروبلين بأية وسائل و عادة ما تكون طبات مخصصة لهذا الغرض . ثم بعدئذ نملء أنابيب البولي بروبلين بالماء ببطء بواسطة آلة الضغط المكبسية و ذلك للسماح للهواء بالخروج من آخر مخرج هواء ، وكذلك لتجنب الضغط الشديد . أما عملية سحب الهواء فتكون من أعلى نقطة من منظومة أنابيب البولي بروبلين لأن وجود هواء داخل أي خط من هذه الأنابيب يجعل مؤشر العداد يتذبذب و يقل الضغط بدون أية تسريبات تذكر ، و لإخراج الهواء من داخل منظومة البولي بروبلين نقوم بفتح إحدى الطبات في أعلى نقطة من أحد الخطوط الصاعدة فتحة بسيطة مع الاستمرار في الضغط فتخرج فقاقيع المياه مع الهواء محدثة أصوات حتى يخرج كل الهواء و نستدل على ذلك بخروج تيار ماء مستمر مستقر عندئذ نعيد الطبة إلى مكانها لغلق الخط من جديد ، ثم نستمر في الضغط حتى الوصول للضغط المطلوب .

يقسم اختبار الضغط لأنابيب البولي بروبلين وفقاً للمعايير الألمانية إلى أربعة عمليات ، هي :

- ✓ **العملية a (أ)** : ضغط الاختبار = ضغط العمل المسموح به + 5 بار ، و يتكون من عمليتي ضخ جزئيتين خلال نصف ساعة ، مع ملاحظة أنه إذا هبط الضغط نكرر عملية الضخ اليدوي خلال فترة قدرها (10 min) و إذا لاحظنا أية تسربات مرئية نقوم بإصلاح العطل ثم نقوم بعملية الضخ من جديد .
- ✓ **العملية b (ب)** : إذا لم يلاحظ وجود تسرب في العملية (أ) نكمل الاختبار بعملية ضغط ثانية خلال نصف ساعة أيضاً ، ثم نراقب مؤشر ساعة الضغط و يجب ألا يزيد هبوط الضغط عن 0,6 بار ، و إلاّ فإنه ينبغي اكتشاف مكان التسريب و من ثم إصلاحة و عندئذ نعيد عملية الضغط مرة أخرى .
- ✓ **العملية c (ج)** : إذا هبط الضغط ضمن 0,6 بار و لم يوجد أية تسربات في العملية السابقة نواصل الاختبار بدون إعادة الضغط ، و مدة عملية الضغط ساعتين ، و يجب ألا يزيد هبوط الضغط في نهاية هذه العملية عن 0,2 بار ، و إذا وجدنا تسرب ما نقوم باصلاحه ثم نعيد عمليات الضغط من جديد .
- ✓ **العملية d (د)** : إذا وصلنا إلى هذه العملية و لم نكتشف أية تسريبات نسجل القراءات السابقة و هكذا نكون قد أجرينا الاختبار بنجاح .



الشكل (19.4) : مخطط اختبار الضغط .

الشكل (20.4) : آلة اختبار الضغط .

7.4 حساب عمر خدمة الأنابيب Calculation of piping service life

يتم حساب عمر الخدمة من خلال إيجاد الإجهاد الهيدروستاتيكي المؤثر على جدران الأنابيب بالعلاقة التالية :

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2s} \cdot k$$

حيث :

- σ_v = الإجهاد الهيدروستاتيكي [MPa] .
- p = ضغط التشغيل الأعظمي [MPa] .
- D = قطر الأنبوب الخارجي [mm] .
- s = سماكة جدار الأنبوب الأصغرية [mm] .
- k = عامل الأمان .

بعد حساب قيمة الإجهاد الهيدروستاتيكي نذهب إلى مخطط عمر الخدمة ، فنقاطع قيمة الإجهاد الهيدروستاتيكي (الخط الأفقي) مع درجة حرارة التشغيل فنحصل على نقطة نقوم بسحب منها عمود ليتقاطع مع محور الإحداثيات الأفقي بنقطة تمثل العمر الخدمي الأدنى لأنابيب الـ PPR مقدراً بالساعات أو السنوات .

المثال (8.4) : حساب عمر خدمة الانابيب

❖ **المعطى**

البارامتر	القيمة	البارامتر	القيمة
نوع الأنبوب المختار	PN 20 (20 x 3,4mm)	فترة التدفئة سنوياً	7 أشهر
درجة حرارة التشغيل الأعظمية	80 °C	عامل الأمان	2,5
ضغط التشغيل الأعظمي	0,22 MPa		

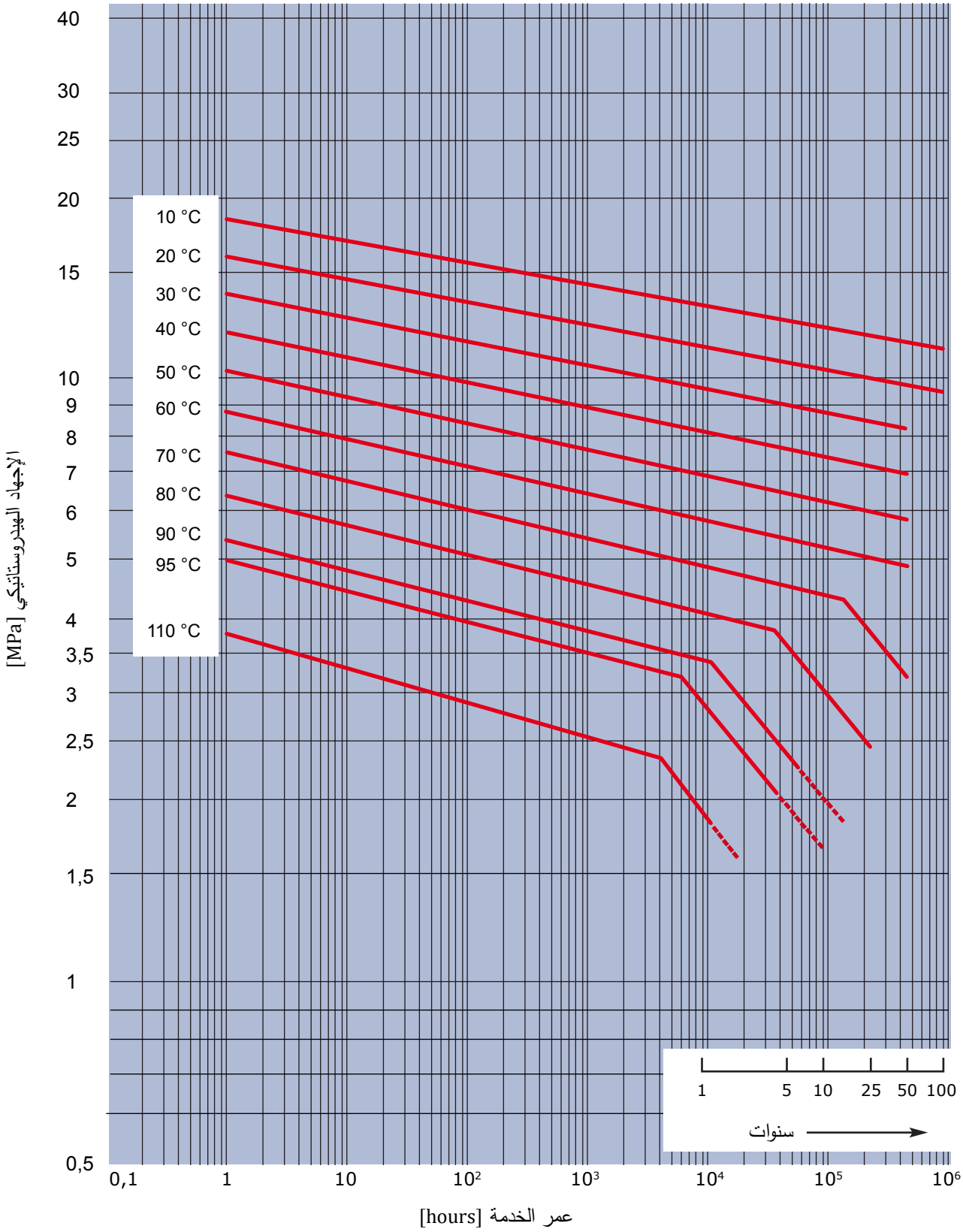
❖ **الحل**

$$\sigma_v = \frac{0{,}22 \cdot (20 - 3{,}4)}{2 \times 3{,}4} \cdot 2{,}5 = 1{,}34\ \text{MPa}$$

من المخطط نقاطع قيمة الإجهاد الهيدروستاتيكي (1,34 MPa) مع درجة حرارة التشغيل (80 °C) فنحصل على نقطة نقوم بسحب منها عمود ليتقاطع مع محور الإحداثيات الأفقي بنقطة هي 216,000 ساعة أي 25 سنة .

$$\text{عمر الخدمة} = 25\ \text{سنة} \cdot \frac{12\ \text{شهر}}{7\ \text{شهر}} = \mathbf{43}\ \text{سنة}$$

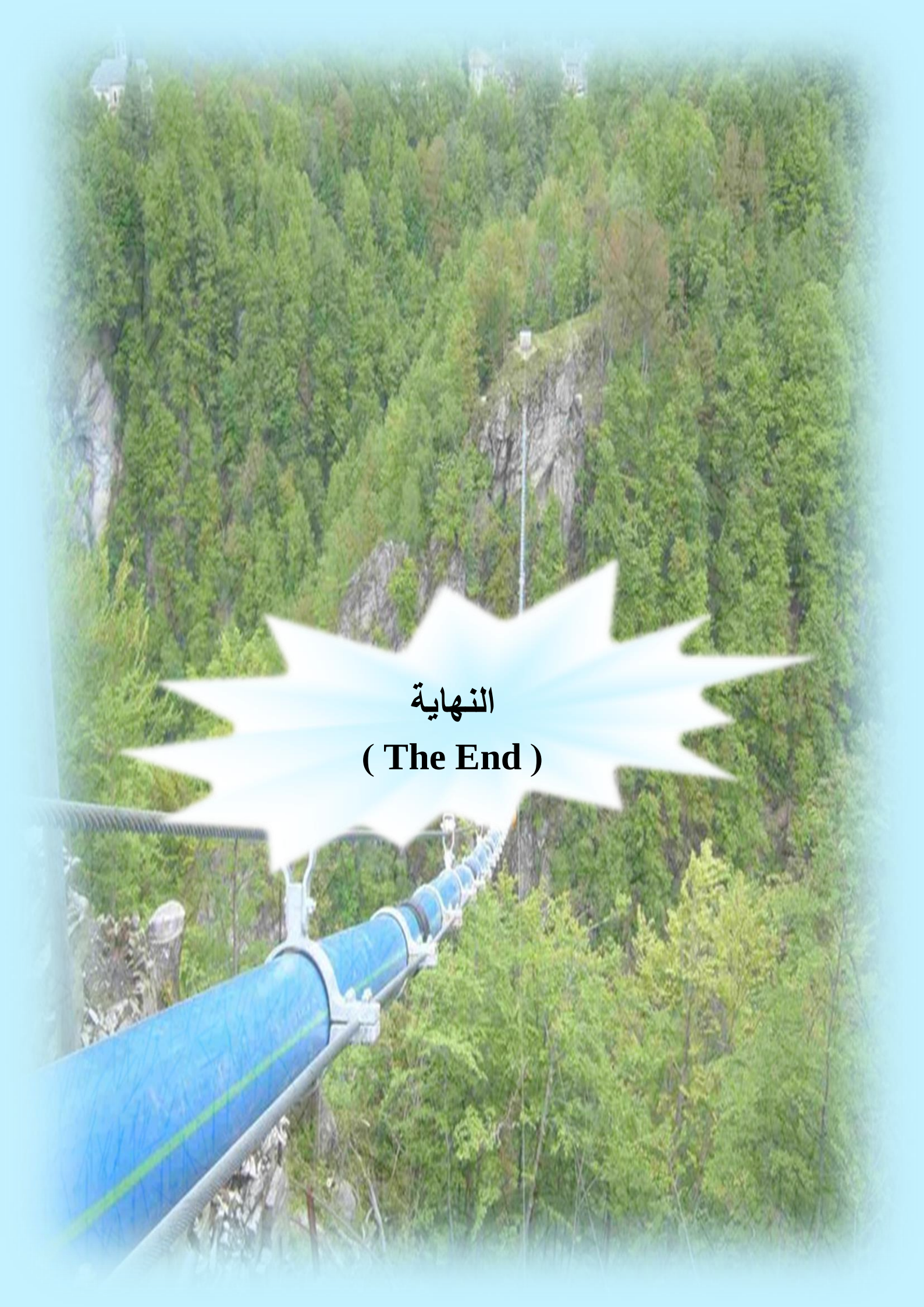
المخطط يبين عمر الخدمة حسب درجة الحرارة و الاجهاد الهيدروستاتيكي



الجدول يبين العمر الخدمي لأنابيب البولي بروبلين حسب بارامترات التشغيل

درجة الحرارة [°C]	عمر الخدمة (YEARS)	خطوط الضغط			
		PN10	PN16	PN20	STABI
		الضغط الأعظمي المسموح به			
10	1	17,6	27,8	35,0	35,0
	5	16,6	26,4	33,2	33,2
	10	16,1	25,5	32,1	32,1
	25	15,6	24,7	31,1	31,1
	50	15.2	24,0	30,3	30,3
20	1	15,0	23,8	30,0	30,0
	5	14,1	22,3	28,1	28,1
	10	13,7	21,7	27,3	27,3
	25	13,3	21,1	26,5	26,5
	50	12,9	20,4	25,7	25,7
30	1	12,8	20,2	25,5	25,5
	5	12,0	19,0	23,9	23,9
	10	11,6	18,3	23,1	23,1
	25	11,2	17,7	22,3	22,3
	50	10,9	17,3	21,8	21,8
40	1	10.8	17,1	21,5	21,5
	5	10,1	16,0	20,2	20,2
	10	9,8	15,6	19,6	19,6
	25	9,4	15,0	18,8	18,8
	50	9,2	14,5	18,3	18,3
50	1	9,2	14,5	18,3	18,3
	5	8,5	13,5	17,0	17,0
	10	8,2	13,1	16,5	16,5
	25	8,0	12,6	15,9	15,9
	50	7,7	12,2	15,4	15,4
60	1	7,7	12,2	15,4	15,4
	5	7,2	11,4	14,3	14,3
	10	6,9	11,0	13,8	13,8
	25	6,7	10,5	13,3	13,3
	50	6,4	10,1	12,7	12,7
70	1	6,5	10,3	13,0	13,0
	5	6,0	9,5	11,9	11,9
	10	5,9	9,3	11,7	11,7
	25	5,1	8,0	10,1	10,1
	50	4,3	6,7	8,5	8,5
80	1	5,5	8,6	10,9	10,9
	5	4,8	7,6	9,6	9,6
	10	4,0	6,3	8,0	8,0
	25	3,2	5,1	6,4	6,4
95	1	3,9	6,1	7,7	7,7
	5	2,5	4,0	5,0	5,0
	ماء بارد		ماء ساخن		

عامل الأمان 1,5


النـهاية
(The End)

Syrian Arab Republic
Ministry of High Education
Thishreen University
Faculty of Technical Engineering
Tartous

POLYPROPYLENE PIPES (PPR)

Preparation : Student Muhammad Abdallah Al-Hassan Al-Ali

Supervision : Engineer Doctor Maisaa Ali Shash