# الفصل السابع طرق حماية الأنابيب درجات عدوانية التربة والمياه الأرضية

#### 7-1 مقدمة:

تلعب المواد المستخدمة في العزل ضد الرطوبة والمياه دوراً هاماً في الهندسة المدنية عامة والهندسة الصحية على وجه الخصوص وذلك لما لها من تأثير مباشر على سلامة العناصر الإنشائية وتحديد العمر الافتراضي لها حيث أن معظم العيوب التي تحدث في تلك العناصر والتي مؤداها حدوث تلف وانهيار لها أساسها التآكل الناتج عن عوامل البيئة المحيطة والتي تعتبر الرطوبة والمياه هما أشد تلك العوامل فتكاً بتلك العناصر الإنشائية ، وعليه فإن الاهتمام بالمجاري المائية على مختلف أنواعها من أنابيب وصمامات ووصلات وخلافه له كبير الأثر على المنشآت المدنية والصحية وإطالة العمر الافتراضي لكلاهما.

## 7-2 التآكل في الأنابيب المعدنية (الفونت والصلب)

يمكن إيجاز أهم أسباب التآكل الخارجي للأنابيب على النحو التالي:

### 7-2-7 تآكل ناتج عن تكون الخلايا الكهروكيميائية:

نتيجة تسرب التيارات الكهربائية من التربة خلال الأنابيب المعدنية (الحديد - الفونت) حيث تساعد على مرور تلك التيارات لكونها موصل جيد للكهرباء حيث يسمح ذلك بتكون ما يسمى بالخلية الكهروكيميائية الناتجة عن اختلاف فروق الجهد على طول خط الأتابيب مما يسبب التآكل عند النقط التي يترك فيها التيار الكهربائي خط الأتابيب ومثال ذلك ما يحدث من تسرب للتيارات الكهربائية لخطوط القطار وماله من بالغ الأثر في زيادة التآكل لتلك الأنابيب وعليه فان تلك الأنابيب يجب لحامها وعزلها جيداً عند الوصلات لتلافي هروب تلك التيارات التي مؤداها عمل فروق جهد مكونة بذلك الخلية الكهروكيميائية سالفة الذكر.

ويمكن تكون الخلية الكهروكيميائية في تلك الأنابيب ليس فقط من تأثير تسرب التيارات الكهربائية ولكن قد تتولد أيضاً نتيجة لاختلاف الضغوط على طول خط الأنابيب

أو اختلاف معدن الأنابيب والأملاح الموجودة بالتربة ويساعد على تكون هذه التيارات وجود اختلاف في الرقم الهيدروجيني عن القيمة المتعادلة (7) التي قد تقل لتصبح حامضية أو تزيد لتصبح قلوية.

#### 2-2-7 التآكل الناتج عن طبيعة التربة:

في حالات كثيرة تحتوي التربة وخاصة الطينية منها على كبريتات ماغنيزيوم وكالسيوم مما يجعلها تنوب في مياه التربة التي تتسرب من طبقات الأرض وتتراكم حول الأنابيب مكونة وسطاً قلوياً يعمل على زيادة الرقم الهيدروجيني يؤدي إلى تكوين خلايا كهروكيميائية تسرع من تآكل جسم الأنبوب وبخاصة تلك النقط التي أزيلت عنها طبقات العزل لسبب ما لتؤدي في النهاية إلى تآكل جسم الأنبوب.

#### 7-2-3 التآكل الداخلي للأنابيب:

للمياه تأثير معروف على إذابة معدن الحديد بالأنابيب ولكن في حالة وجود طبقة من الصدأ الداخلي يقلل ذلك من استمرار التآكل وإذا ما أزيلت هذه الطبقة استمر تآكل المعدن تحتها، ويساعد على تآكلها وجود ثاني أكسيد الكربون بالماء إذ يؤدى إلى إذابة الكربونات الموجودة في طبقة الأكسيد فتزول أولاً بأول مما يسرع من عملية التآكل، وهنالك طرق عديدة للإبقاء على طبقة الأكسيد على السطح الداخلي لمعدن الأنبوب ولكن ذلك يتطلب عديد من التجارب والاختبارات مما يزيد من صعوبة استخدام هذه الطرق.

#### 3-7 التآكل في أنابيب الخرسانة:

تصنع الأنابيب الأسمنتية من الخرسانة العادية أو المسلحة بطريقة الضغط أو اللف المركزي وتستعمل الأنابيب الأسمنتية المسلحة للمياه تحت ضغوط منخفضة والأسمنتية العادية بدون تسليح لصرف المياه غير المضغوطة حيث أن الأنابيب التي يقل قطرها عن mm 127 يصعب تسليحها ويحدث التآكل في تلك الأنابيب نتيجة إما لتآكل الخرسانة أو نتيجة لصدأ الحديد المستخدم في تسليحها وعليه فإنه يجب حماية سطح الخرسانة المستخدمة من وصول أي مسببات للتآكل مما يساعد بدورة على حماية الحديد المستخدم في تسليحها ومن العوامل المؤثرة على عملية التآكل لمثل هذه الأنابيب ما يأتي:

1 - ig التربة. 2 - drus = 1 الأنابيب.

3 – درجات الحرارة وتغيرها.

4-خواص الخرسانة ونسبها وطريقة صبها ومعالجتها وعزلها.

ويضاف إلى ذلك جميع العوامل المؤدية إلى تآكل الخرسانة المعروفة كظاهرة الكربنة والتآكل بالكلوريدات.

#### 7-4 المواد المستخدمة في أعمال عزل الأنابيب:

- 1 المستحلبات البيتومينية بنوعيها (البيتومينية والبيتومينية المطاطية).
  - 2 المحاليل البيتومينية (منها البلوريتان).
- 3 المواد الإيبوكسية. 4 مركبات الاكريليك البوليمرية.
  - 5 بادئ مانع للصدأ (أساسه أكسيد الحديد الاحمر).
- 6 مواد حشو الفواصل والوصلات (أساسها مادتي البولي سلفيد السيليكون) البولي يورثان المعدل بالقار.

#### 7-5 الاشتراطات الواجب توافرها في تنفيذ عزل الأنابيب:

- 1 الإعداد الجيد للأسطح وذلك بإزالة أي آثار للصدأ والشوائب ومعالجة أي عيوب بالأسطح.
  - 2 التأكد من الجفاف التام للأسطح.
- 3 المعالجة الجيدة لأماكن الوصلات والتقاطعات لتلافي تسرب المياه عند هذه الأماكن.
  - 4 الاختيار الأمثل لمواد العزل بما يتناسب مع نوع الأنابيب (حديد فونت ٠٠٠٠)
    - 5 التأكد من ملائمة المواد المستخدمة في العزل والظروف المحيطة.
- 6 حماية الطبقات العازلة من تأثير الأشعة فوق البنفسجية في الوجه النهائي الذي بتطلب ذلك.

#### 6-7 طرق الحماية والعزل للأنابيب:

بعد أن تطرقنا إلى الأسباب التي تؤدى إلى عملية التآكل والنحر في الأنابيب وجب علينا الآن أن نستعرض طرق الحماية والعزل، وقبل ذلك جميعه يجب أولاً أن نحدد بدقة الدرجة المطلوبة للحماية حيث أن تصميم طبقات العزل يتم تحديده بناء على مدى شدة العوامل التي تؤدى إلى التآكل والتي يمكن إجمالها في الطبيعة البيئية والظروف المحبطة بالأنابيب أثناء استخدامها.

مما تقدم فإنه يمكن عمل مقياس لشدة أو ضعف هذه الظروف على نحو يمكن من خلاله تصنيف واستغلال أمثل للمواد المستخدمة في أعمال العزل ومما هو متعارف عليه في أعمال عزل الأنابيب انه تم تقسيم أنواع التربة المستخدمة خلالها تلك الأنابيب إلى أربعة أنواع رئيسة على أساس مدى مهاجمة التربة للأنابيب (درجة العدوانية) نتيجة لاحتوائها على أملاح ومعادن من شأنها التفاعل مع جسم الأنبوب وتؤدى إلى تآكله وأيضاً مدى ممانعة هذه التربة لمرور التيارات الكهربائية التي من شأنها تكوين الخلايا الكهروكيميائية في الأنابيب المعدنية.

يمكن على هذا الأساس السابق ذكره تقسيم التربة من حيث درجة العدوانية إلى ما يلي:

2 - تربة متوسطة العدوانية.

1 – تربة غير عدوانية.

4 - تربة شديدة العدوانية.

3 – تربة عدوانية.

وليس هناك مجالاً للاستفاضة في شرح الأسس العلمية التي تم على أساسها هذا التقسيم ولكن ما يعنينا الآن هو معرفة المواد، وكذلك النظم المستخدمة لوقاية وعزل الأنابيب كل على حسب نوعه وكذلك تبعاً لنوع التربة من حيث درجة العدوانية كما هو موضح بالجدول (7-1).

الجدول رقم (1-7) يوضح عناصر ودرجات عدوانية التربة المحيطة والمياه الأرضية.

شديدة العدوانية (Highly Aggressive)		انية aggre)	-	(Mode	متوسطة erately essive)	دوانیه No) aggre	n –	بعض العناصر والعوامل		
المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية	التربة	المياه الأرضية	التربة	الضارة		
أكثر من 5000 جزء في المليون	أكثر من 2.0 % (بالوزن)	من 1000 إلى 5000 جزء بالمليون	من 0.5 % إلى 2.0 (بالوزن)	من 300 إلى 1000 جزء في المليون	من 0.1 % إلى 0.5 % (بالوزن)	أقل من 300جزء في المليون	أقل من 0.1 % (بالوزن)	محتوى الكبريتات (SO <sub>4</sub> )		
أكثر من 2000 جزء في المليون			من 1000 جزء في اله		من 300 إلم جزء في الم		أقل من 003 جزء في الم	محتوى الكلوريدات (CL)		
أقل من 4.5 *		إلى 4.5	من 6.0	من 7.0 إلى 6.0		من 7.0 إلى 6.0		إلى 7.0	من 8.0	الرقم الهيدروجيني (PH)
أقل من 1000		إلى 1000	من 1500	إلى 1500	من 3000	3000 (	أكثر مز	الممانعة الكهربية للتربة (أوم / سم)		

\* في حالة استخدام أنابيب صلب أو فونت مرن (مطاوع)، تعتبر التربة شديدة العدوانية وأيضا إذا زاد الرقم الهيدروجيني (PH) على ٨٠٥ حيث يؤدى ذلك إلى انخفاض الممانعة الكهربية للتربة.

#### 7-5-1 عزل الأنابيب من الخارج:

تبلغ أهمية العزل من الخارج للأنابيب مبلغاً كبيراً نظراً لما تتعرض له الأنابيب من ظروف وعوامل بيئية متغيرة وعلية فإن الاهتمام بتصميم طبقات العزل يتعاظم حتى يمكن الحفاظ على هذه الأنابيب وكذلك إطالة العمر الافتراضي لها الشكل (1-1).





الشكل (1-7) عزل الأنابيب وقطع الوصل من الخارج

ولتسهيل مهمة التنفيذ واختيار المواد فإن الجدول (7-2) يوضح طرق عزل السطح الخارجي للأنابيب.

جدول (7-2) المواد المستخدمة في عزل الأنابيب من الخارج

	نية التربة والمياه الأرضية	درجة عدوا		6.4
شديدة	عدوانيه	متوسطة	غير	نوع الأثروب
العدوانية	حدوانيه	العدوانية	عدوانيه	الانبوب
تتبع إحدى	تتبع إحدى الطرق الثلاث	يـدهن السـطح	يدهن السطح	حديد
الطـــريقتين	التالية لوقاية السطح الخارجي	الخــــارجي	الخـــارجي	صلب
الأولى والثانية	للأنبوب والقطع الخاصة	للأنابيــــب	للأنابيــــب	
المذكورتين في	والوصلات:	ووصـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	ووصـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	
حالـــة التربـــة	الطريقة الأولى:	وقطعهــــا	وقطعهــــا	
العدوانيــــــة	يدهن السطح الخارجي بثلاث	الخاصة بطبقة	الخاصة بطبقة	
بالإضافة إلى	طبقات من الإيبوكسي بسمك لا	دهـــان أولـــي		
تغليف الأنبوب		(برایمر)، ثم		
بغــلاف (كــم)	الجفاف ولإ يسمح باستعمال	يغلف بطبقتين		
مــن البــولي	مخفف من أي نوع.		<del></del>	
إثيلين عند		الزجــــاج		
التركيب سمكه	الطريقة الثانية:	-	لا يقل عن 2.5	
لا يقــل عــن	يدهن السطح الخارجي	,		
200 میکــرون	بالبلاستنيك (بسولي كلوريد	_	الجفـــاف، ولا	
فــي کــل مــن	الفينيل) بسمك لا يقل عن 375	بــــالقطران	يســــمح	
الطريقتين.	ميكرون بعد الجفاف، ولا	الساخن تليها	باســــتعمال	
	يسمح باستعمال مخفف من أي	طبقه من	مخفف من أي	
	نوع.		نوع.	
	الطريقة الثالثة:	.33 C		
	تتبع الطريقة المذكورة في	T -		
	حالة التربة متوسطة العدوانية،	**		
	بالإضافة إلى تغليف الأنبوب	لا يقل عن 5		
	بغلاف (كم) من البولي إيثيلين	ملليمترا بعد		
	عند التركيب سمكه لا يقل عن	الجفاف.		
	200 ميكرون.			

درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية				
شديدة العدوانية	عدوانيه	متوسطة	غير	نوع
		العدوانية	عدوانيه	الأنبوب
تتبع إحدى الطرق	تتبع إحدى الطرق	تتبع إحدى	يدهن السطح	فونت
الـــثلاث التاليـــة لوقايـــة	الــثلاث التاليــة لوقايــة	الطريقتين التاليتين	الخارجي للأنابيب	مرن
السطح الخارجي	السطح الخسارجي	لوقايــــة الســطح	ووصلاتها وقطعها	
للأنابيب والقطع الخاصة	للأنابيب والقطع الخاصة	الخارجي للأنابيب	الخاصة بطبقتين	
والوصلات:	والوصلات:	والقطع الخاصة	من طلاء	
الطريقة الأولى:	الطريقة الأولى:	والوصلات:	بيتوميني P . F .)	
يدهن السطح الخارجي	يدهن السطح الخارجي	الطريقة الأولى:	4) بسمك لا يقل	
بمحلول غنى بالزنك ثم	بمحلول غنى بالزنك ثم	يدهن السطح	عن 2 ملليمتر بعد	
بـــثلاث طبقــات مـــن	بطبقتين من طلاء	الخارجي بمحلول	الجفاف ولا يسمح	
طلاء بيتوميني (. P . F	بيتومينى (P . F . 4)	غنے بالزنے ثے	باستعمال مخفف	
4) بسمك لا يقل عن 3	بسمك لا يقل عن 2.5	بطبقتين من طلاء	من أ <i>ي</i> نوع.	
ملليمتر بعد الجفاف ولا	ملليمتر بعد الجفاف ولا	بيتوميني ( . P . F		
يسمح باستعمال مخفف	يسمح باستعمال مخفف	4) بسمك لا يقل		
من أي نوع ثم يغلف	من أي نـوع ثـم تغلـف	عـن 2.5 ملليمتـر		
الأنبوب عند التركيب	الأنبـوب عنــد التركيــب	بعد الجفاف ولا		
بغلاف (كم) من البولي	بغلاف (كم) من البولي	يسمح باستعمال		
إثيلين سمكه لا يقل عن	إثيلين سمكه لا يقل عن	مخفف من أ <i>ي</i> نوع.		
200 ميكرون.	200 ميكرون.	الطريقة الثانية:		
الطريقة الثانية:	الطريقة الثانية:	يغلف السطح		
يدهن السطح الخارجي	يدهن السطح الخارجي	الخـــارجي بأليـــاف		
بـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	بـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	الزجاج المشبعة		
الايبوكسى بسمك لا يقل	الايبوكسى بسمك لا يقل	بقطران الفحم مع		
عن 375 ميكرون بعد	عن 375 ميكرون بعد	الـــرش بـــالقطران		
الجفاف ولايسمح	الجفاف ولا يسمح	الساخن بسمك لا		
باستعمال مخفف من أي	باستعمال مخفف من أي	يقل عن 3 ماليمتر		
نوع ثم تغلف الأنبوب	نوع.	بعد الجفاف.		
بغلاف (كم) من البولي				
اثيلين عند التركيب				
سمكه لا يقل عن 200				
میکرون.				

الأرضية	درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية				
شديدة العدوانيه	عدوانيه	متوسطة	غير	نوع "'	
	. •		عدوانيه	الأنبوب	
يصنع جسم الأنبوب والقطع	يصنع جسم الأنبوب	خارجي للأنابيب	يدهن السطح الـ		
الخاصة باستعمال الأسمنت المقاوم	والقطع الخاصسة	طعها الخاصة			
للكبريتات ثم تتبع إحدى الطرق	باستعمال الأسمنت	دء بيتوميني (.P			
الـثلاث التاليـة لوقايـة السطح	المقاوم للكبريتات ثم	لا يقل من 350			
الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة	تتبع إحدى الطرق	جفاف <sub>ٍ</sub> ولا يسمح			
الوصلات:	الثلاث التالية لوقاية	٠ من ا <i>ي</i> نو ع.	باستعمال مخفف		
	السطح الخارجي				
	للأنابيب والقطع				
	الخاصة والوصلات:		Ī		
الطريقة الأولى:	الطريقة الأولى:				
يدهن السطح الخارجي بثلاث	يدهن السطح الخارجي				
طبقات من طلاء بيتوميني ( P. F. ) 4) بسمك لا يقل من 450 ميكرون	بطبقتین من طلاء				
4) بسمك لا يقل من 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح بأستعمال	بيتومينى (P. F. 4) لا يقــــل مــــن 350				
بعد الجفاف ولا يسمح بالسعمال مخفف من أي نوع. ثم يغلف	لا يعسن مسن 350 ميكرون بعد الجفاف.				
معقف من أي سوع. تم يعتف الأنبوب عند التركيب بغلاف (كم)	ميدرون بعد الجهاف. و لا يسمح باستعمال				
من البولي إيثيلين سمكة لا يقل عن البولي الثيلين سمكة الا يقل عن	مخفف من أي نوع ثم				
200 ميكرون ويمكن كبديل للكم	تغلف الأنبوب عند				
لف الأنبوب حلزونياً بشرائط من	التركيب بغلاف (كم)			خرسانة	
البولي إيثيلين سمكها لا يقل عن	(Sleeve) من البولي			عاديه	
200 میکــرون تتراکــب علـــی	إيثيلين سمكة لايقل			أو	
بعضها بمقدار كاف	عن 200 ميكرون.			مسلحة	
الطريقة الثانية:	الطريقة الثانية:				
يغلف السطح الخارجي بألياف	يغلف السطح				
الزجاج المشبعة بالأيبوكسي بسمك	الخـــارجي بأليـــاف				
لا يقــل عــن 500 ميكــرون بعــد	الزجـــاج المشـــبعة				
الجفاف، ولا يسمح باستعمال	بإيبوكسي قطران				
مخفف من أي نوع.	الفحم بسمك لا يقل عن				
الطريقة الثالثة:	450 میکــرون بعـــد				
يدهن السطح الخارجي بالبلاستيك	الجفاف ولا يسمح				
(بولى كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل	بِاستعمال مخفف من				
عن 450 ميكرون بعد الجفاف، ولا	أي نوع. ، • •				
يسمح باستعمال مخفف من أي	الطريقة الثالثة:				
نوع.	يدهن السطح الخارجي				
	بالبلاستيك دران النيزاري				
	(بولى كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375				
	بسمك لا يعل عل زرد ميكرون بعد الجفاف ،				
	ميدرون بعد الجفاف . و لا يسمح باستعمال				
	رد يستعم بالمستعمل مخفف من أي نوع.				
	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ				
		l	l		

درجة عدوانية التربة والمياه الأرضية				
شديد العدوانية	عدوانيه	متوسطة	غير	نوع الأنبوب
		العدوانية	عدوأنيه	7.57
يصنع جسم الأنبوب والقطع	يصنع جسم الأنبوب	الخارجي	يدهن السطح	أسبستوس
الخاصة باستعمال الأسمنت	والقطع الخاصة باستعمال	صلاتها	للأنابيـــب وو	أسمنتي
المقاوم للكبريتات، ثم تتبع إحدى	الأســـــمنت المقــــــاوم	ــة بطبقتين	وقطعها الخاص	
الطرق التلاث التالية لوقاية	للكبريتات، ثم تتبع إحدى		مـن طــلاء	
السطح الخارجي للأنبوب والقطع	الطرق التثلاث التالية		(PF4) بسمك	
الخاصة والوصلات:	لوقاية السطح الخارجي		350 میکـــــر	
الطريقة الأولى:	للأنبوب والقطع الخاصة		الجفـــاف، وا	
يدهن السطح الخارجي بثلاث	والوصلات:	ف من أي	باستعمال مخف	
طبقات من طلاء بيتوميني	الطريقة الأولى:		نوع.	
(PF4) بسمك لا يقل عن 450	يدهن السطح الخارجي			
ميكرون بعد الجفاف، ولا يسمح	بطبقت بن من طلاء			
باستعمال مخفف من أي نوع، ثم	بيتـومينـي (PF4) لا يقــل			
يغلف الأنبوب عند التركيب	عن 350 ميكرون بعد			
بغلاف (كم) من البولى إيثيلين	الجفاف، ولا يسمح			
سمكه لا يقل عن 200 ميكرون	باستعمال مخفف من أي			
ويمكن كبديل للكم لف الأنبوب،	نوع ثم يغلف الأنبوب			
حلزونياً بشرائط من البولي إيثيلين سمكها لا يقل عن 200	عند التركيب بغلاف (كم) (Sleeve) مــن البــولي			
الميكرون تتراكب على بعضها	(Sieeve) من البدولي إيثيلين سمكه لا يقل عن			
میکرون نتراکب علی بعضتها بمقدار کاف.	إيلينين شمعة لا يعن عن 200 ميكرون.			
بمعار عاقب الثانية:	200 ميدرون. الطريقة الثانية:			
بغلف السطح الخارجي بألياف	<u>بعل</u> ف السطح الخارجي			
الزجاج المشبعة بالإيبوكسي	بألياف الزجاج المشبعة			
بسمك لا يقل عن 500 ميكرون	بإيبوكسي قطران الفحم			
بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال	بسمك لايقل عن 450			
مخفف من أي نوع.	ميكرون بعد الجفاف، ولا			
الطريقة الثالثة:	يسمح باستعمال مخفف			
يدهن السطح الخارجي	من أي نوع. من أي نوع.			
بالبلاستيك	الطّريقة الثالثة:			
(بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا	يدهن السطح الخارجي			
يقُــل عــن 450 ميكــرون بعـــد	بالبلاستيك			
الجفاف ولا يسمح باستعمال	(بـولى كلوريـد الفينيــل)			
مخفف من أي نوع.	بسمك لا يقل عن ٣٧٥			
	ميكرون بعد الجفاف ولا			
	يسمح باستعمال مخفف			
	من أي نوع.			

لأرضية	جة عدوانية التربة والمياه ا	در		6.4
شديدة العدوانية	عدوانية	متوسطة	غير	نوع الأنبوب
		العدوانية	عدوانية	<b>5</b>
تصنع خرسانة التكسية	تصنع خرسانة التكسية	الخارجي	يدهن السطح	خرسانة
الخارجية لجسم الأنبوب	الخارجية لجسم الأنبوب		للأنابيـــب وو	مسبقة
وخرسانة القطع الخاصة ومونة	وخرسانة القطع الخاصة		وقطعها الخاص	الإجهاد
الوصلات باستعمال الأسمنت	ومونـــــــــــــــــــــــــــــــــــ		من طلاء بيتوه	(ذات
المقاوم للكبريتات ثم تتبع إحدى	باستعمال الأسمنت		F . 4) بسمك	*** * * *
الطرق الثلاث التالية لوقاية	المقاوم للكبريتات ثم تتبع		350 میکرون ب	أسطوانة
السطح الخارجي للأنابيب والقطع الخاصة والوصلات:	إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح		ولا يسمح با	داخلية
والقطع الخاصة والوصلات؛ الطريقة الأولى:	النالية توقاية السطح	وع	مخفف من أي ن	من الصلب)
العربية المواتى: يدهن السطح الخارجي بثلاث	والقطع الخاصية			(سسب)
طبقات من طلاء بيتوميني	والوصلات:			
. (P.F.4) بسمك لا يقل عن	الطريقة الأولى:			
450 ميكرون بعد الجفاف ولا	يدهن السطح الخارجي			
يسمح باستعمال مخفف من أي	بطبقتين من طلاء			
نوع ثم تغلف الأنبوب عند	بيتــــومينى (P.F.4) لا			
التركيب بغلاف (كم) من البولي	يقل عن 350 ميكرون			
إيثيلين سمكه لا يقل عن 200	بعد الجفاف ولا يسمح			
ميكرون ويمكن كبديل للكم لف	باستعمال مخفف من أي			
الأنبوب حلزونيـاً بشـرائط مـن	نوع ثم يغلف الأنبوب			
البولي إيثيلين سمكها لا يقل عن 200 ميكرون تتراكب على	عند التركيب بغلاف (كم) (Sleeve) من			
200 مید رون نتر احت عسی ا	البولى إيثيلين سمكه لا			
بحمه بحدر دد الطريقة الثانية:	بهوري إيبيسين مصف أي			
يغلف السطح الخارجي بألياف	الطريقة الثانية:			
الزجاج المسبعة بالأيبوكسي	يغلف السطح الخارجي			
بسمك لا يقل عن 500 ميكرون	بألياف الزجاج المشبعة			
بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال	بإيبوكسي قطران الفحم			
مخفف من أي نوع	بسمك لا يقل عن 450			
الطريقة الثالثة:	ميكرون بعد الجفاف ولا			
يدهن السطح الخارجي	يسمح باستعمال مخفف			
بالبلاستيك (بولي كلوريد	من أي نوع ا <b>لطريقة الثالثة:</b>			
الفينيل) بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف و لا يسمح	الطريقة الناسة: بدهن السطح الخارج			
ميحرول بعد الجعاف و لا يسمح المستعمال مخفف من أي نوع	بدهن استطع الحارج			
بستمال السام ال	ببرسیت (بولی کلورید الفینیل)			
	بسمك لا يقل عن 375			
	ميكرون بعد الجفاف ولا			
	يسمح باستعمال مخفف			
	من أيّ نوع			

	in the care			
شديدة العدوانيه	عدوانيه	متوسطة العدوانيه	غير عدوانيه	نوع الأنبوب
لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	أنان حدد اخذ
إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	فخار مزجح ذاتياً
1 >1	1 >7	1 >1	1 >1	بلاستيك
لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	(بولی کلورید الفینیل
إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	غير الملدن)
لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	بولستر مسلح
إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	بألياف الزجاج
لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	لا تحتاج	بولي اتيلين
إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	إلى وقاية	

للى في جميع الحالات يتم تنظيف وتجهيز السطح الخارجي قبل البدء في عملية الوقاية.

لله في جميع الحالات يتم دهان الأجزاء المعدنية لنهايات الأنبوب والقطع الخاصة بطبقة دهان أولى (برايمر) من محلول غنى بالزنك تليها طبقة من البولى يوريثان.

لله في حالات التربة متوسطة العدوانية والعدوانية وشديدة العدوانية، يتم استبدال ناتج حفر الخنادق بمواد ردم منقولة من خارج المنطقة على أن تكون ناعمة ونظيفة وخالية من المواد الضارة وبقايا الصخور والأنقاض.

#### 7-5-2 عزل الأنابيب من الداخل:

نظراً للتأثير السابق ذكره للمياه فإنه وجب أيضاً مراعاة حماية السطح الداخلي للأنابيب ضد تأثير المياه أو السوائل الأخرى المارة بها (مياه الصرف الصحى)

يوضح الجدول (7-3) الطرق المستخدمة في عمليات العزل الخاصة بالسطح الداخلي للأنابيب ولكل نوع من أنواع الأنابيب على حده.

وتجدر الإشارة إلى أن الأنابيب المصنوعة من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل غير الملدن – البوليستر المسلح بألياف الزجاج – البولي اتيلين) لا تتأثر بمياه الشرب أو مياه الصرف الصحى وبالتالى لا تحتاج هذه الأنابيب إلى وقاية داخلية.

وكذلك فإن أنابيب الفخار المزجج لا تستخدم في نقل مياه الشرب كما أنها لا تتأثر بمرور مياه الصرف الصحي بداخلها لذا لا تحتاج إلى وقاية داخلية. والجدول (3-7) يوضح طرق عزل الأنابيب من الداخل.

# جدول (7-3) طرق الوقاية الواجب إتباعها لعزل السطح الداخلي لأنواع الأنابيب المختلفة تبعاً لنوع السائل المنقول

ن	نوع السانل المنقوا	نوع
مياه الصرف الصحي	مياه الشرب	الأنبوب
في الحالات التي تصلح للاستخدام فيها، تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعاً لخصائص السائل المنقول: الطريقة الأولى: يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الطريقة الثانية: ميكرون بعد الجفاف. البروليتان بسمك لا يقل عن ٣٥٠ يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الطريقة الثانية: ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الثالثة: ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الثالثة: يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الطريقة الثالثة: ليدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل) بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف.	تتبع إحدى الطرق الأربع التالية لوقاية السطح الداخلي للانبوب والقطع الخاصة:  الطريقة الأولى: يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الثانية: يدهن السطح الداخلي بطبقة من البروليتان بسمك لا يقل عن 125 ميكرون بعد الجفاف. عن 125 ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الثالثة: بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف. بسمك لا يقل عن 350 ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الرابعة: الطريقة الرابعة: الطريقة غير منفذه من مونه أسمنتيه عالية الكثافة بطلقه غير منفذه من مونه أسمنتيه عالية الكثافة والمقاومة، سمكها لا يقل عن 12 ملليمتراً بشرط توافر والمقاومة، سمكها لا يقل عن 12 ملليمتراً بشرط توافر الاحتياطات اللازمة للحفاظ على هذه الطبقة من التلف أثناء النقل والمناولة والإنزال و التخزين والتركيب.	فون ۶ ۲
في الحالات التي تصلح للاستخدام فيها، تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح السداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعاً لخصائص السائل المنقول: الطريقة الأولى: يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن الطريقة المثانية: لا يقل عن خده الداخلي بطبقة دهان أولى تليها ثلاث طبقات من البروليتان بسمك لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف. لا يقل عن 375 ميكرون بعد الجفاف. الطريقة المثالثة: المثالثة: يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى الطريقة المثالثة: يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى السطح الداخلي بطبقة دهان المدى السطح الداخلي بطبقة دهان أولى الشاخن بسمك لا يقل عن 3 مليمتر بعد الساخن بسمك لا يقل عن 3 مليمتر بعد الجفاف.	تتبع إحدى الطرق الثلاث التالية لوقاية السطح الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة:  الطريقة الأولى: يدهن السطح الداخلي بطبقة دهان أولى (برايمر) سريع الجفاف ثم بثلاث طبقات من الإيبوكسي بسمك لا يقل عن الطريقة الثانية: الطريقة الثانية: الدوليتان بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف. الطريقة الثالثة: الطريقة الثالثة: البدوليتان بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف. البدوليتان بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف. البدوليتان بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد البوكسي الفينول بسمك لا يقل عن 250 ميكرون بعد الجفاف.	صلب

نوع السائل المنقول	c.:
مياه مياه الصحي نشرب	الانبوب
تصنع خرسانة جسم الأنبوب والقطع الخاصة والوصلات من الأسمنت المقاو الكبريتات وتتبع إحدى الطريقتين التاليتين في وقاية السطح الداخلي تبع الطريقة الأولى:  تتم تكسية السطح الداخلي بشرائح دقيقة من البلاستيك (بولى كلوريد الفينيل سمكها لا يقل عن 2 ملليمتراً مثبتة على كامل المحيط الداخلي للأنبود (360°) .  الطريقة الثانية:  يتم دهان السطح الداخلي بكاملة بثلاث طبقات من إيبوكسي قطران الفح بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف مأي نوع.	خرسانة عادية أو مسلحة
تتبع إحدى الطريقتين التاليتين لوقاية السطح الداخلي:  الطريقة الأولى: المنبوب من الأسمنت المقاوم للكبريتات مع اتباع أحد الإجراءين التاليين تبالخصائص السائل المنقول:  [1] تكسية السطح الداخلي بشرائح دقيقه من البلاستيك (بولي كلوريد الفينيل سمكها لا يقل عن 2 ملليمترا مثبته على كامل المحيط الداخلي للأنبوة وقاية  [2] دهان السطح الداخلي بكاملة بثلاث طبقات من ايبوكسي قطران الفحل بسمك لا يقل عن 450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح باستعمال مخفف م الطريقة الثانية:  الطريقة الثانية:  تصنع خرسانة التبطين الداخلية للأسطوانة الصلب للأنبوب من الخرسان عالية الكثافة والمقاومة باستعمال أسمنت عالي الألومينا بسمك لا يقل عوواستعمال المدني لنسبة الماء للأسمنت بها	

، المنقول	in the case	
مياه الصرف الصحي	مياه الشرب	نوع الأنبوب
يصنع جسم الأنبوب والقطع الخاصة	<ul> <li>لا تحتاج إلى وقاية بصفه عامه</li> </ul>	أسبستوس
باستعمال الأسمنت المقاوم للكبريتات، ثم		أسمنتي
تتبع إحدى الطريقتين التاليتين لوقاية السطح		
الداخلي للأنبوب والقطع الخاصة تبعا		
لخصائص السائل المنقول.		
الطريقة الأولى:	🗌 في بعض الحالات قد يقتضي الأمر	
يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من	حماية طبقات الوقاية الخارجية للأنبوب	
الإيبوكسي بسمك لا يقل عن 375 ميكرون	من الانفصال عن جدارها أو ضعف قوة	
بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من	التصاقها به، بفعل المياه المارة داخل	
أي نوع.	الأنبوب والمتخللة لجدارها تحت ضغط.	
	وتتبع في مثل هذه الحالات إحدى	
	الطريقتين التاليتين:	
الطريقة الثانية:	الطريقة الأولى:	
يدهن السطح الداخلي بثلاث طبقات من	يدهن السطح الداخلي للأنبوب والقطع	
إيبوكسى قطران الفحم بسمك لا يقل عن	الخاصة بطبقتين من طلاء بيتوميني	
450 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح	(P.F.4) بسمك لا يقل عن 300 ميكرون	
باستعمال مخفف من أي نوع.	بعد الجفاف، ولا يسمح باستعمال مخفف من	
	أي نوع.	
	الطريقة الثانية:	
	يدهن السطح الداخلي للأنبوب والقطع	
	الخاصة بطبقه من الإيبوكسي بسمك لا يقل	
	عن 125 ميكرون بعد الجفاف ولا يسمح	
	باستعمال مخفف من أي نوع.	
لا تحتاج الى وقاية	غير مستخدمة	فخار مزجج ذاتياً
		بلاستيك
لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية	(بولی کلورید
		الفينيل غير اللدن)
5.15 ti 15.55	7.15 to 15.55	بولیستر مسلح
لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية	بألياف الزجاج
لا تحتاج الى وقاية	لا تحتاج الى وقاية	بولي اتيلين