

Studying the Effect of Corrosive Liquids on Pipes Properties of Unplastized Polyvinyl Chloride (UPVC) Which is Used in Sewage Purpose

Ahmad Star Ali

Applied Science Department, University of Technology /Baghdad

Email:asj-uot1426@yahoo.com

Received on: 29/3/2011 & Accepted on: 3/11/2011

ABSTRACT

The current study concerns with studying some mechanical and physical properties of different samples taken from Unplasticized Polyvinyl Chloride (UPVC) pipes used in sewage purpose. Impact strength, compressive strength, shore-D hardness, and diffusion coefficient also were calculated for the samples immersed in different solutions (Wastewater, HCl-0.5N, and Tape water) for four months. Results showed that the mechanical properties of samples were affected by solutions and reduced by (3 – 5)% for impact strength and (10%) for **compressive** strength. Values for diffusion coefficient (D) were calculated, it was found that (HCl-0.5N) had a higher value, followed by wastewater then tape water. No cracks were observed, and there were no changes in sample's dimensions after immersion in solutions.

Keywords: UPVC, Sewer pipes ,mechanical properties, diffusion coefficient.

دراسة تأثير المحاليل الآكالة على خصائص أنابيب البولي كلورايد الفايثيل الجسيء (UPVC) المستخدمة في الصرف الصحي

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة بعض الخصائص الميكانيكية و الفيزيائية لنماذج مختلفة من المحاليل على نماذج مقطعة من انابيب الماء و الصرف الصحي المصنعة من البولي كلوريد الفايثيل الجسيء (UPVC). اذ تم حساب متانة الصدمة والصلادة و كذلك متانة الانضغاط للنماذج قبل و بعد غمرها في محاليل من ماء المجاريو ماء الحنفية و المحلول الحامضي (0.5 N). كذلك تم حساب معامل الانتشار بعد غمرها في المحاليل السابقة و لمدة أربعة اشهر. وقد أظهرت النتائج تأثير الخصائص الميكانيكية بعد غمرها في المحاليل و بنسب قليلة بعد انتهاء فترة اربعة اشهر حيث انخفضت بنسبة (3 – 5)% بالنسبة لمتانة الصدمة و كذلك (10)% بالنسبة لمتانة الانضغاط. اما معامل الانتشار فكانت نسبة التغير فيه واضحة.

اما بالنسبة للمحلول الحامضي فكان أكثر تأثيراً حيث وصلت قيمة معامل الانتشار الى $(93 \times 10^{-15} \text{ cm}^2/\text{sec})$ اذا ما قورن مع كل من ماء المجاري $(1.7 \times 10^{-15} \text{ cm}^2/\text{sec})$ و ماء الحنفية $(6.4 \times 10^{-15} \text{ cm}^2/\text{sec})$ بالاضافة الى ذلك لم يظهر أي تشققات او تغيرات في ابعاد النموذج قيد الدراسة.

كلمات المرشدة: البولي كلوريد الفايثيل الجسيء، أنابيب الصرف الصحي، الخصائص الميكانيكية، معامل الانتشار.

المقدمة

يعد بوليمر (البولي فينيل كلوريد) من اول البوليمرات الحرارية التي لاقت رواجاً في الاستخدام خلال السبعين سنة الماضية، اذ تميل استهلاك منتجات الفينيل كلورايد (15-20)% من انتاج اللدائن في العالم اذ تعد من اخص انواع البوليمرات. يحوي النوع الصلب (Rigid) نسبة لا تتعدى (3% من المدنات) و يستخدم في صناعة الانابيب و الالواح البلاستيكية (يشكل هذا النوع نحو 50% من انتاج البولي فينيل كلورايد) و يتمتع بمقاومة عالية تجاه القشط و تصل قوة الشد في مثل هذه الانواع (UPVC) الى (40-60 MPa) و تنتج بوليمرات الفينيل كلورايد بثلاث طرق معروفة و هي:

1. البلمرة في العالق.

2. بلمرة الاستحلاب.

3. بلمرة الكتلة.

و تعد الطريقة الاولى من اهم الطرق الصناعية في انتاج (PVC). تقع درجة حرارة البلمرة بصورة عامة بين $(50 - 70)^\circ\text{C}$ و ضغط $(6 - 12) \text{ bar}$ ، يتم تفعيل البوليمر غير المتفاعل عند ازالة الغازات تحت ضغط منخفض ثم تحت ضغط متخلخل، يبقى البوليمر المسترجع و يكتف و يدور الى المفاعلات، بفصل البوليمر العالق بالطرد المركزي و يجفف بالهواء الساخن [1,2].
درس العديد من الباحثين العاملين في مجال البوليمرات، ميكانيكية انتشار المحاليل و منها الماء في هذه البوليمرات سواء ان كانت مطاوعة للحرارة او متصلدة حرارياً. هذه الميكانيكية تعتمد بالدرجة الاساس على نوع المحلول (PH)، درجة حرارته، مدة الغمر [3,4].
ان مادة البولي كلوريد فينيل الجسيء (Rigid PVC) قد وضفت لاستخدامها في انابيب الماء و الصرف الصحي نظراً لما تتمتع به من مواصفات فيزيائية أهم الكثافة (1.4 gm/cm^3) ، معامل المرونة (2.4 GPa) ، متانة الشد (20 MPa) ، متانة كسر $(2.4 \text{ MPa.m}^{1/2})$ ، و معامل توصيل حراري (0.15 W/m.k) جعلت من هذه المادة الاولى في صناعة الانابيب لمقاومتها الظروف الجوية و عوامل تعرية التربة [5].

هنالك عدة بحوث تطرقت الى تأثير المحاليل على البوليمرات المطاوعة للحرارة و منها البولي كلوريد فينيل خاصة الانابيب فقد درست (الساعدي) تأثير نماذج مختلفة من المياه (مياه البحر، ماء النهر، الماء المقطر، الماء العادي) في مادة (UPVC) المستخدمة لاغراض الصرف الصحي على زمن الغمر و حساب معامل الانتشار في هذه النماذج و توصلت الى ان الماء المقطر كان اكثر تأثيراً على معامل الانتشارية يليه ماء البحر ثم ماء الحنفية. و ان النماذج الخاصة بالانابيب لم يتأثر شكلها و ابعادها بعد الغمر لفترة وصلت الى اربعة اشهر [6].

ان عيارية المحلول و تركيزه و (PH) و زمن الغمر هي اهم العوامل المؤثرة على معامل الانتشار للمحلول خلال المادة البوليمرية اياً كانت مطاوعة للحرارة او متصلدة حرارياً، و ان المواد المدعمة بدقائق (مثل السيلكا، الالومينا، اسود الكربون) تمتلك مقاومة اكبر بالمقارنة مع تلك غير المدعمة نظراً

لكون هذه الدقائق تنتشر خلال المادة البوليمرية تساهم في عملية مقاومة التحلل (Degradation) سواء ان كانت ضوئياً، حرارياً، او كيميائياً [7].

من اهم مميزات بوليمرات الفايثيل انه يمكن اعادة تدويرها و استخدامها في بناء منتجات اخرى مثل انابيب الصرف الصحي، النوافذ، الارضيات، الاقماغ المرورية، الكابلات و الاسلاك، و ان جميع مواد البناء هذه تتعرض الى الظروف الجوية المختلفة اهمها الاستقرارية تجاه الاشعة فوق البنفسجية بالاضافة الى كلفتها الرخيصة مقارنة بباقي الانواع فهي تعتبر من البدائل المهمة في انابيب الماء و الصرف الصحي و صنفت من معهد الفايثيل بأنها مواد القرن الواحد و العشرين بجدارة حيث هي من المواد التي تقلل انبعاث غاز ثنائي اوكسيد الكربون (CO₂) و المقاومة للحرائق وهناك الكثير من الادبيات الخاصة بموضوع انابيب البولي كلوريد الفايثيل كونها الاكثر استخداما في الوقت الحاضر لمواصفاتها العالية من مقاومة الصدمة و الشد و الانضغاطية و مقاومتها للمحاليل الكيميائية [8].

يهدف هذا البحث الى التعرف على بعض سلوكيات التعامل مع المحاليل الاكالمة والتي تتأثر بها البوليمرات وخاصة في استخدام مثل هذه الانابيب في الصرف الصحي والتي تتعرض الى مختلف الظروف من حوامض و مواد قاعدية و املاح لذا فقد اخذنا بعض النماذج العشوائية من هذه الانابيب و التعرف على مدى مقاومتها لهذه الظروف و اخضاعها للاختبارات التي فيها اهمية بهذا الاتجاه .

الجزء العملي

1. تم تقطيع النماذج الخاصة باختبار الانضغاطية حسب المواصفة العالمية (ASTM-D695) و اختبار مقاومة الصدمة حسب المواصفة العالمية (ISO-179) و اختبار الصلادة حسب المواصفة العالمية (ASTM-D2240) و كذلك اختبار الانتشارية حسب المواصفة العالمية (ASTM-D570).

2. تم غمر النماذج اعلاه في المحاليل الاتية:

- ماء المجاري (Wastewater).
- ماء الحنفية (Tape water).
- المحلول الحامضي (HCl-0.5 N).

قُطعت النماذج من انابيب الصرف الصحي (UPVC) المطابقة للمواصفة العالمية (DIN8062) و المصنعة من قبل الشركة الوطنية - جدة \ السعودية و الموردة الى العراق لغرض استخدامها في مشاريع الصرف الصحي.

تم استخدام جهاز (AMITYVILLE INC., USA) في حساب مقاومة الصدمة (Charpy Impact) و جهاز المكبس الهيدروليكي (Leybold – Herauis No.36110, W.Germany) في حساب متانة الانضغاطية و جهاز (Shore-D, Time Inc. Group) في حساب الصلادة و الميزان الحساس (Melter AE160, 4digits) لحساب الربح في الكتلة و معامل الانتشار.

تم حساب مقاومة الصدمة من العلاقة الاتية:

$$\text{Impact Strength (I.S.)} = \frac{\text{Maximum Energy of Fracture(E)}}{\text{Cross-Section Area(A)}} \left[\frac{\text{J}}{\text{m}^2} \right] \dots (1)$$

اما متانة الانضغاط فتم حسابها من العلاقة الآتية:

$$\text{Compressive Strength (C. S.)} = \frac{\text{Maximum Load}}{\text{Cross - Section Area}} \left[\text{N/mm}^2 \right] \text{ or } [\text{MPa}]$$

... (2)

و تم حساب الريج في الكتلة بالعلاقة الآتية:

$$\text{Mass Gain (W) \%} = \frac{\text{Mass of wet sample (m}_2\text{)} - \text{Mass of dry sample (m}_1\text{)}}{\text{Mass of dry sample (m}_1\text{)}} * 100\%$$

... (3)

و لحساب معامل الانتشار (Diffusion Coefficient D)، تم استخدام معادلة (فك) (Fick's Law) حسب قانون (فك) الثاني في الانتشارية و كالاتي:

$$D = \pi \left(\frac{Kt}{4M_{\infty}} \right)^2 [\text{cm}^2/\text{sec}]$$

... (4)

حيث أن:

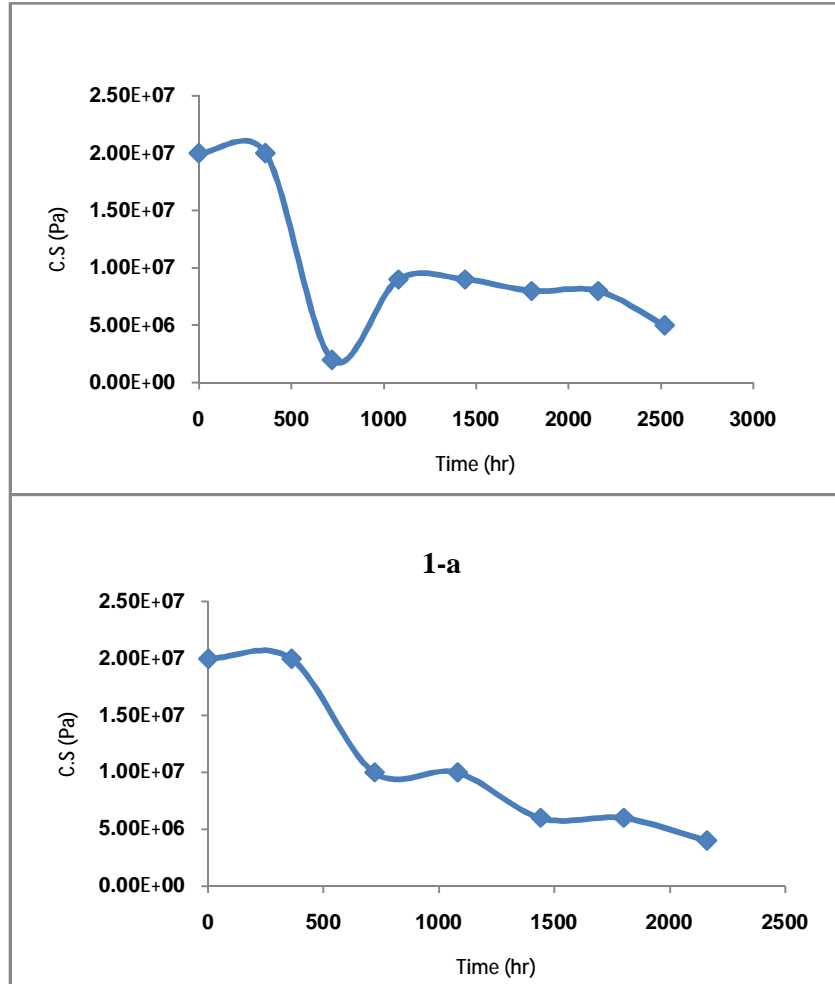
K: ميل الخط المستقيم ما بين الريج في الكتلة (W) مع جذر الزمن.

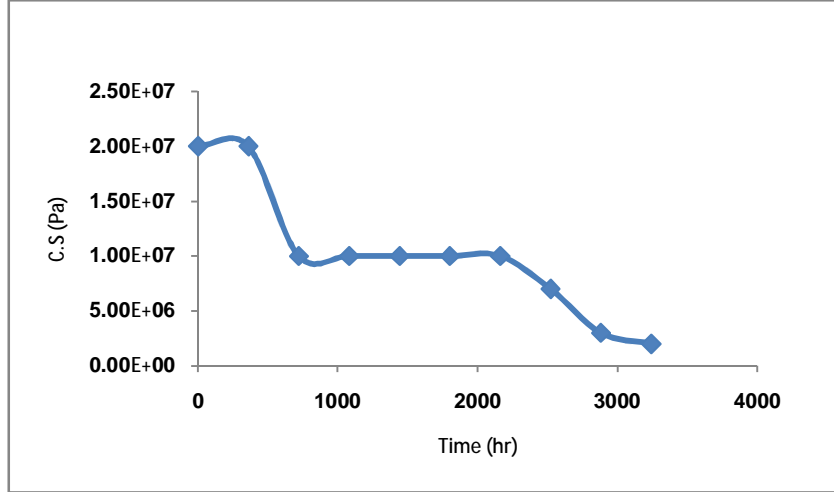
t: سمك النموذج.

M_∞: أعلى ريج في الكتلة بعد الغمر.

النتائج و المناقشة

تختلف ميكانيكية انتشار المحاليل في البوليمرات اعتماداً على طبيعة البوليمر و نوع المحلول. فمن البديهي ان جزيئات المحلول تتغلغل الى البوليمر و تمر بمراحل مختلفة اولها تفاعل مع جزيئات البوليمر لفترة معينة بعدها تحصل حالة انتفاخ (Swelling) للبوليمر. مع زيادة الانتفاخ يزداد الحجم الحر و تزداد حرية حركة السلاسل اعتماداً على قوانين فك في الانتشارية، حيث ان الامتصاصية هي عملية انتشار تدريجي للمحلول، حيث ان النماذج المستعملة في البحث هي نماذج جساءة من البولي كلوريد الفينيل، فأن امتصاصية هكذا مادة للمحاليل تختلف من محلول الى اخر و بعد تعرض النماذج الى المحاليل الثلاث و كيفية تغير هذه القيم و مرور الزمن نلاحظ في الشكل (1) ان قيم متانة الانضغاط تقل مع زيادة زمن الغمر و للمحاليل الثلاثة. و ان ماء المجاري كان الأكثر تأثيراً بالمقارنة مع باقي المحاليل، حيث من الممكن حدوث تفاعل كيميائي يولد اواصر ثانوية مع المحلول و يحدث انتقال ما بين البوليمر و دقائق التقوية مما يحدث فجوات تكون اساساً لاجهادات داخلية تضعف النموذج و هذا ما يتفق مع ماتوصل اليه الباحثين [10].

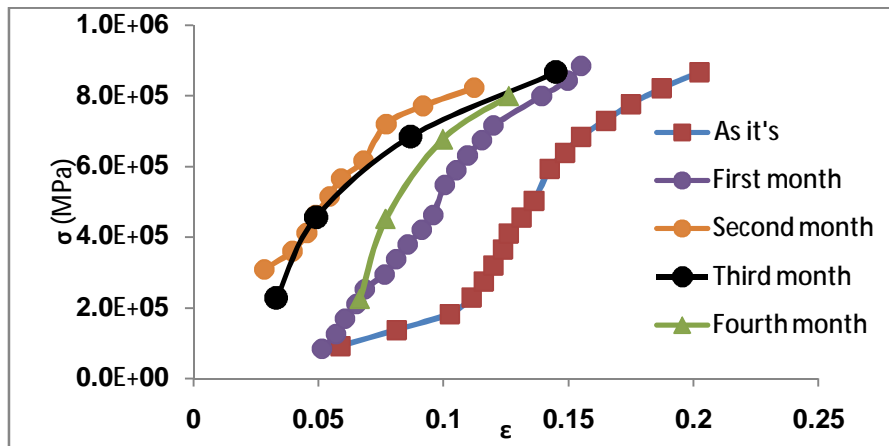




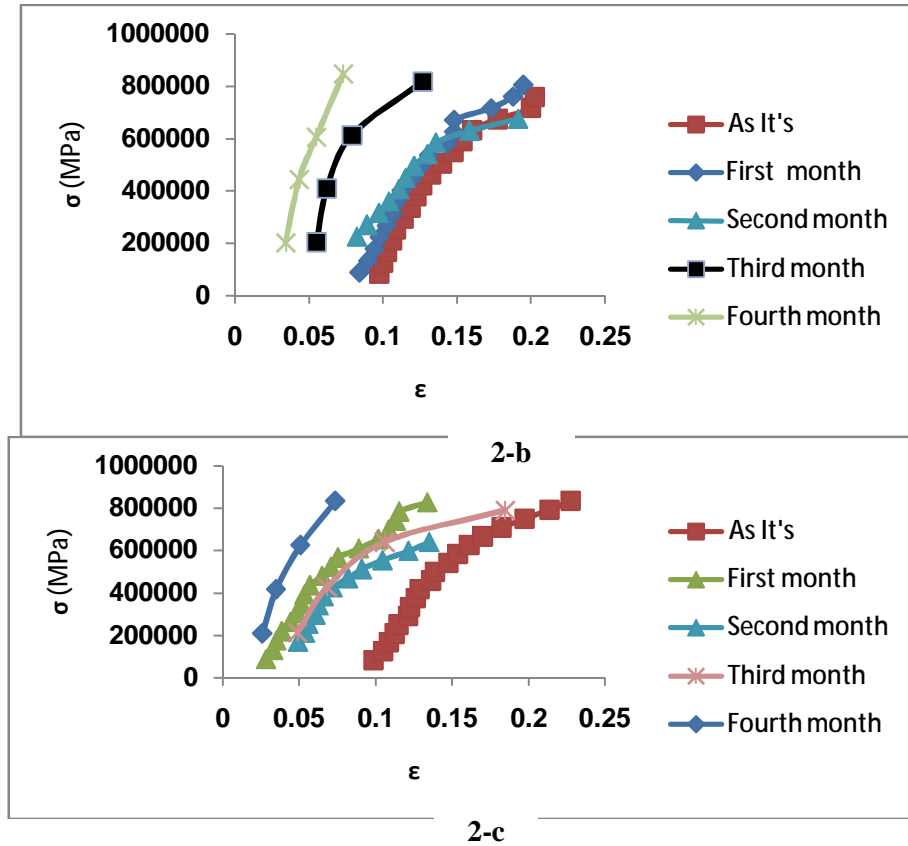
1-c

الشكل (1) a. قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في ماء المجاري b. قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في المحلول الحامضي (HCl-0.5N) c. قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في ماء الحنفية.

أما الشكل (2) فيمثل منحنى الاجهاد - الانفعال للانضغاطية كدالة لزمن الغمر التي وصلت الى اربعة اشهر، حيث نلاحظ مع زيادة زمن الغمر تناقص قيم الاجهاد بالمقارنة مع الانفعال.

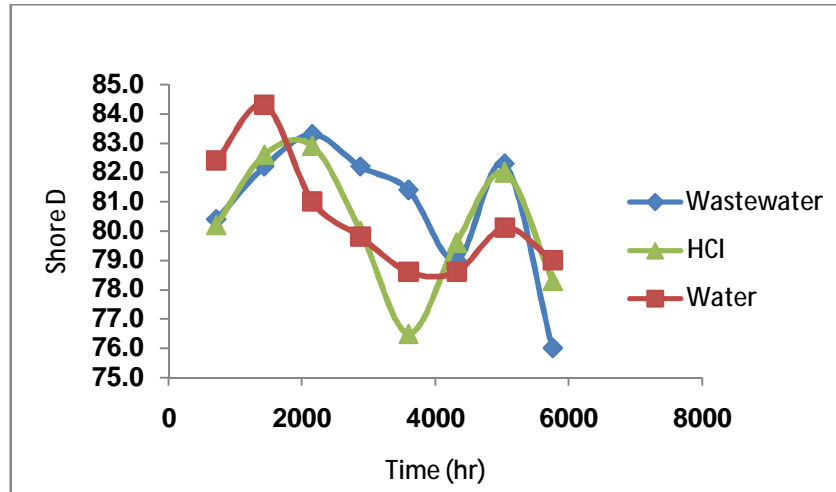


2-a



الشكل (2) تغير منحنى (الاجهاد- الانفعال) للانضغاطية للنماذج قبل وبعد الغمر
a. في ماء الحنفية b. في ماء المجاري c. في المحلول الحامضي

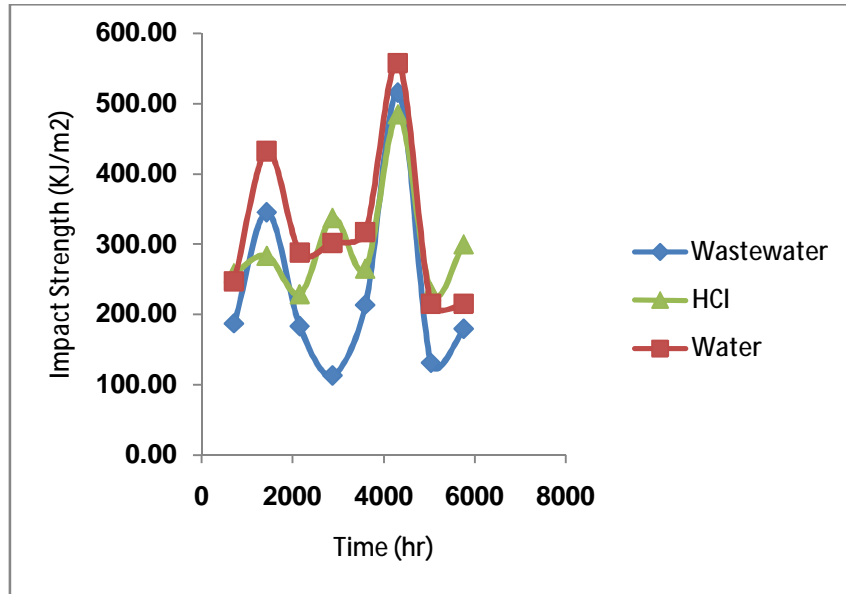
ان المحاليل تلعب دوراً مهماً في التأثير على الخصائص الميكانيكية و منها الصلادة(صلادة شور)
(Shore D) فمن الشكل(3) نلاحظ النقصان في قيم الصلادة بعد التعرض للمحاليل و يكاد يكون التغير
في الصلادة متقارباً مع زيادة زمن الغمر:



الشكل (3) تغير قيم صلادة شور للنماذج بعد الغمر في المحاليل مع زمن الغمر.

حيث ان المحاليل الكيميائية تعمل على كسر الاواصر ضمن السلسلة البوليمرية و كذلك تضعف منطقة السطح البيني ما بين البوليمر و الدقائق الموجودة كمادة تقوية وهذا مايتفق مع الباحث (رسن) [11]. واذا امعنا النظر في الشكل اعلاه نلاحظ تذبذب قيم الصلادة وارتفاعها مع نهاية الشهر الثالث ثم تنخفض بشكل ملحوظ كما وجدنا السلوك نفسه بالنسبة لمتانة او مقاومة الصدمة وهذا قد يعود الى حدوث حالة التقوية حيث من الممكن ان تتولد جذور حرة تساهم في تشابك السلاسل و حدوث حالة التقسية ثم تنحدر القيم بعد ذلك .

و اذا ما لاحظنا الشكل (4) الذي يمثل قيم متانة الصدمة (جاري) للنماذج قبل و بعد الغمر في المحاليل، نرى ان تأثير ماء المجاري اكبر على النماذج حيث تقل متانة الصدمة بعد الغمر الى ثلاثة اضعاف مما عليه بعد الغمر في الماء و ضعفين بعد الغمر في المحلول الحامضي. وتكرر حالة التقسية وزيادة المتانة في الشهر الثالث من الغمر كما ذكرنا اعلاه .

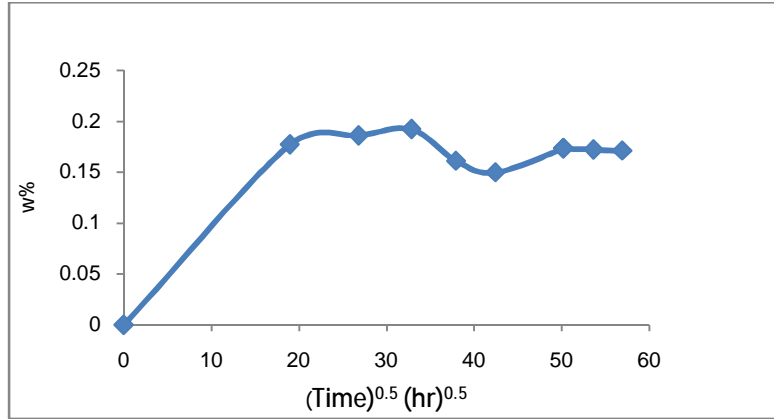


الشكل (4) تغير قيم متانة الصدمة للنماذج بعد الغمر في المحاليل مع زمن الغمر.

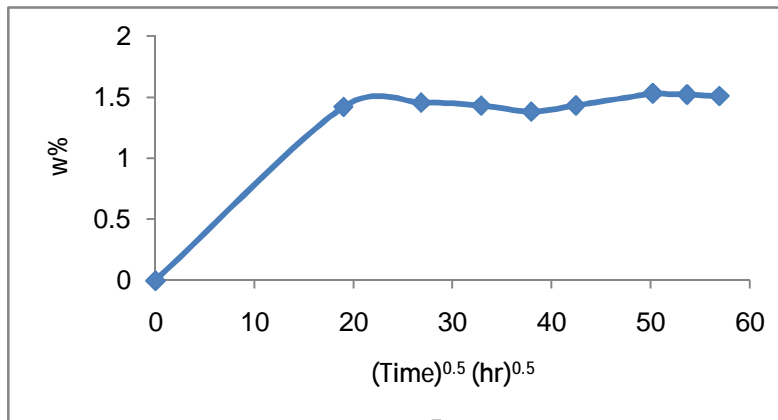
ان المحاليل تعمل على خفض قيم متانة (مقاومة) الصدمة للنماذج مع زيادة مدة الغمر، و كان التغير طفيفاً مما يدل على متانة المادة المستخدمة في صناعة انابيب الصرف الصحي، حيث يتأثر سطح النموذج أولاً ثم تحدث عملية الانتفاخ و حدوث شقوق داخلية للنموذج مع نمو الاجهادات الداخلية مع العلم انه لم تظهر على النماذج شقوق عيانية واضحة و لا تغير في ابعاد النموذج عند الفحص [12].

ان النماذج تمتلك مقاومة جيدة للمحاليل الكيميائية مما يؤهلها للاستخدام في صناعات المواد الانشائية و الصحية حيث ان تركيبة هذه المواد بما فيها من حشوات دقائقية من السيليكا و اسود الكربون و بنسب مدروسة زادت من مقاومتها للظروف البيئية المختلفة من محاليل و رطوبة و اشعة الشمس و غيرها. ان نسب هذه الاضافات تمت بعد دراسات مستفيضة لحين التوصل الى افضل المواصفات المعتمدة عالمياً الانكليزية منها والالمانية وحتى العراقية لملائمتها لظروف كل بلد وان كل اضافة من هذه الاضافات يخدم خاصية معينة دون الاضرار بباقي الخواص .

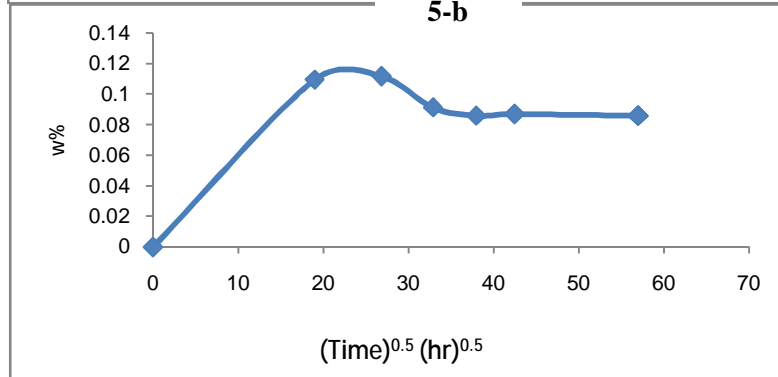
و هذه النتائج يؤكدها الجدول (1) من خلاله نلاحظ تغير معامل الانتشارية D للنماذج و التي استحصلت من الشكل (5) الذي يبين منحنى التغير في الريح بالكتلة مع الجذر التربيعي لزمن الغمر في المحاليل الثلاثة أنفة الذكر و باستخدام قانون فك الثاني يتم حساب معامل الانتشارية (D) و كانت اعلى امتصاصية للنماذج هي المحلول الحامضي (HCl-0.5N) بالمقارنة مع باقي المحاليل يليه ماء المجاري ثم الماء الاعتيادي. ان سرعة تغلغل المحلول يعتمد عادة على نوع المحلول وتركيزه و زمن الغمر وان كل هذه المتغيرات تتسبب في تغير معامل الانتشار للمحلول .



5-a



5-b



5-c

الشكل (5) منحني الريح في الكتلة مع تغير الجذر التربيعي لزمن الغمر

a. حالة الغمر في ماء المجاري

B. حالة الغمر في المحلول الحامضي (HCl-0.5 N)

c. حالة الغمر في ماء الحنفية

جدول (1) قيم معامل الانتشار للنماذج المغمورة في ماء المجاري،
و المحلول الحامضي، و ماء الحنفية.

Liquids	Diffusion coefficient D(cm ² /sec)
Wastewater	1.7*10 ⁻¹⁵
HCl	93*10 ⁻¹⁵
Water	0.46*10 ⁻¹⁵

الاستنتاجات

- (1) انخفضت قيم متانة الصدمة للنماذج بعد الغمر بنسبة (3 – 5) % من القيمة الاصلية قبل الغمر في المحاليل و ان النماذج تأثرت بالمحلول الحامضي بنسبة اكبر بالمقارنة مع تأثرها بماء المجاري و الماء الاعتيادي.
- (2) انخفضت قيم الصلادة بنسبة قليلة للنماذج و ان المحلول الحامضي كان اكثر تأثيراً بالمقارنة مع باقي المحاليل الاخرى.
- (3) أسهم ماء الحنفية في انخفاض قيم متانة الانضغاط بشكل اكبر بالمقارنة مع باقي المحاليل و ان قيم المتانة انخفضت بنسبة (10%) عن القيم قبل الغمر.
- (4) اظهرت قيم معامل الانتشار (D) ان المحلول الحامضي كان الاكثر تأثيراً وصلت الى (93*10⁻¹⁵ cm²/sec) لنفس الزمن في النماذج بالمقارنة مع باقي المحاليل و ان الانتشار كان بنسبة ضئيلة جداً و لكافة المحاليل .
- (5) لوحظ عدم تأثر ابعاد النماذج او شكلها و عدم ظهور أي تشققات عيانية بعد الغمر و لفترة وصلت الى اربعة اشهر في المحاليل سابقة الذكر

المصادر

- [1] ا.د. جمالي ، جابر شنشول " الصناعات البتروكيمياوية "، كلية الهندسة – جامعة النهرين، 2004.
- [2] Kirk – Othmer PVC In, , Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed., Vol.23, Wiley – New York, USA, 1984. PP.(886-936).
- [3] د. الدباغ، بلقيس محمد ضياء، علي حسن رسن، " تأثير درجة الحرارة و المحاليل الكيميائية على قيم معامل المرونة لمواد متراكبة هجينة، مجلة الهندسة و التكنولوجيا، المجلد 28، العدد 13، 2010.
- [4] Anthony L .Andrady,editer," Plastic and the Environment",John Wiley & Sons.Inc.,2007.
- [5]Michael F. Ashby and David R.H. James, "Engineering Materials 2", 3rd ed., Elsevier, 2006.

-
- [6]Alsaedy ,Awham M.H. and Ghanem Zaid, “Diffusivity of water in unplasticised PVC”, Engineering and Technology Journal, Vol.28, No.10, 2010.pp(1960-1966).
- [7]Thomas S. and Aperm A.S., “Sorption and diffusion of Acrylonitrile monomer through crosslinked nitrile rubber”, Journal of Applied Polymer Science”, Vol. 78,No.6, John and Wiley sons, PP.(941-952), 2000.
- [8]Vinyl Institute, www.vinylinfo.org , USA.
- [9]DIN 8082, <http://www.din.de>, Germany.
- [10]Hanaa A. M., M.Sc. thesis,(studying the mechanical and thermal behavior for composites of rockwool and carbon black), School of Applied Science, University of Technology, 2005.
- [11]R. Ali H., M.Sc. thesis,(studying the mechanical and thermal behavior for a hybrid composite material), School of Applied Science, University of Technology, 2002.
- [12]Papannicolau G. C. and Mercoliana, “plastic and rubber processing and application”, Vol.6,No.4, 1986.