Studying the Effect of Corrosive Liquids on Pipes Properties of Unplastizied 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 الفاينيل 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 الفاينيل 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 تأثر 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.

https://doi.org/10.30684/etj.30.15.14
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

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

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

المقدمة

يعد بوليمر (البولي فينل كلوريد) من اول البوليمرات الحرارية التي لاقت رواجاً في الاستخدام خلال السبعين سنة الماضية، اذ تميل استهلاك منتجات الفنيل كلورايد (15-20)% من انتاج اللدائن في العالم اذ تعد من ارخص انواع البوليمرات. يحوي النوع الصلد (Rigid) نسبة لا تتعدى (3% من الملدنات) و يستخدم في صناعة الانابيب و الالواح البلاستيكية (يشكل هذا النوع نحو 50% من انتاج البولي فنيل كلورايد) و يتمتع بمقاومة عالية تجاه القشط و تصل قوة الشد في مثل هذه الانواع (UPVC) الى (40 –60MPa) و تنتج بوليمرات الفنيل 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)°C و ضغط (6 - 12)bar، يتم تفعيل البوليمر غير المتفاعل عند ازالة الغازات تحت ضغط منخفض ثم تحت ضغط متخلخل، بتقى البوليمر المسترجع و يكثف 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 فنيل الجسيء (Rigid PVC) قد وضفت لاستخدامها في انابيب الماء و الصرف الصحي نظراً لما تتمتع به من مواصفات فيزيائية أهم الكثافة ($1.4gm/cm^3$)، معامل المرونة (2.4GPa)، متانة الشد (20MPa)، متانة كسر ($2.4MPa.m^{1/2}$)، و معامل توصيل حراري (0.15W/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 فنيل 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 ايا كانت مطاوعة للحرارة او متصلدة حرارياً، و ان المواد المدعمة بدقائق (مثل السيلكا، الالومينا، اسود الكاربون) تمتلك مقاومة اكبر بالمقارنة مع تلك غير المدعمة نظراً

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

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

من اهم مميزات بوليمرات الفاينيل انه يمكن اعادة تدويرها و استخدامها في بناء منتجات اخرى مثل انابيب الصرف الصحي، النوافذ، الارضيات، الاقماع 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 الفاينيل بأنها مواد القرن الواحد و العشرين بجدارة حيث هي من المواد التي تقلل انبعاث غاز ثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) و المقاومة للحرائق وهناك الكثير من الادبيات الخاصة بموضوع انبيب البولي كلوريد الفاينيل كونها الاكثر استخداما في الوقت الحاضر لمواصفاتها العالية من مقاومة الصدمة والشد والانضغاطية ومقاومتها للمحاليل الكيميائية[8] .

يهدف هذا البحث الى التعرف على بعض سلوكيات التعامل مع المحاليل الاكالة والتي تتاثر بها البوليمرات وخاصة في استخدام مثل هذه الانابيب في الصرف الصحي والتي تتعرض الى مختلف الظروف من حوامض ومواد قاعدية واملاح لذا فقد اخذنا بعض النماذج العشوائية من هذه الانابيب والتعرف على مدى مقاومتها لهذه الظروف واخضاعها 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:

a. ماء المجاري (Wastewater).
b. ماء الحنفية (Tape water).
c. 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:

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

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

اما متانة الانضغاط فتم حسابها من العلاقة الاتية:

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

و تم حساب الربح في الكتلة بالعلاقة الاتية:

$$\text{Mass Gain(W) \%} = \frac{\text{Mass of wet sample}(m_2) - \text{Mass of dry sample}(m_1)}{\text{Mass of dry sample}(m_1)} * 100\% \quad \ldots(3)$$

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

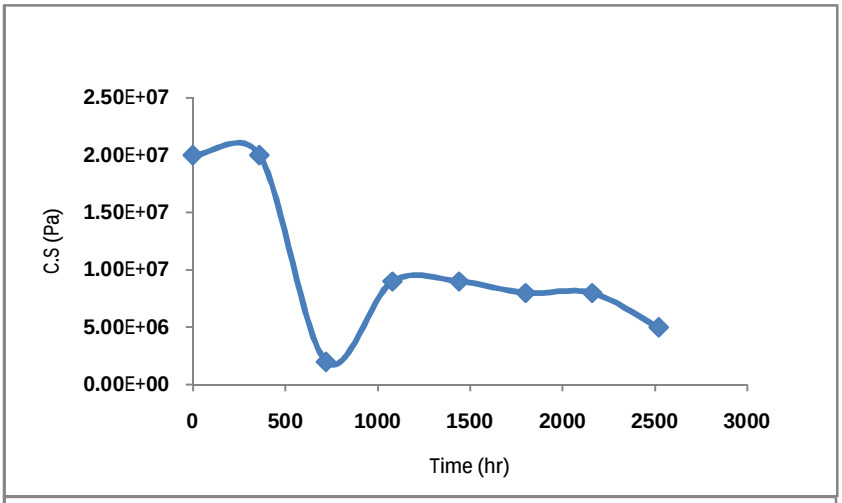
$$D = \pi\left(\frac{Kt}{4M_\infty}\right)^2 \left[{}^{\text{cm}^2}/_{\text{sec}}\right] \quad \ldots(4)$$

حيث أن:
K: ميل الخط المستقيم ما بين الربح في الكتلة (W)مع جذر الزمن.
t: سمك النموذج.
M_∞: أعلى ربح في الكتلة بعد الغمر.

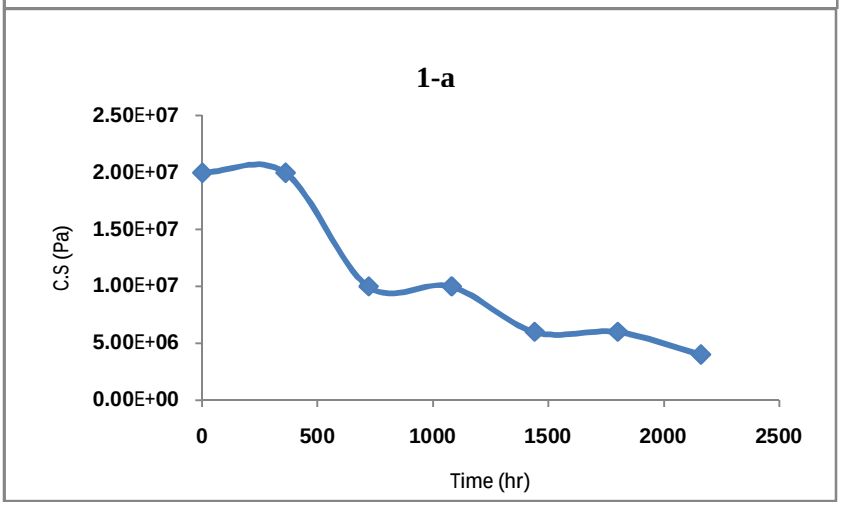
النتائج و المناقشة

تختلف ميكانيكية انتشار المحاليل في البوليمرات اعتمادا 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 تزدادحرية حركة السلاسل اعتماداً على قوانين فك في الانتشارية، حيث ان الامتصاصية هي عملية انتشار تدريجي للمحلول، حيث ان النماذج المستعملة في البحث هي نماذج جسأة 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 بمرور 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 وهذا مايتفق مع ماتوصل اليه الباحثين [10].

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

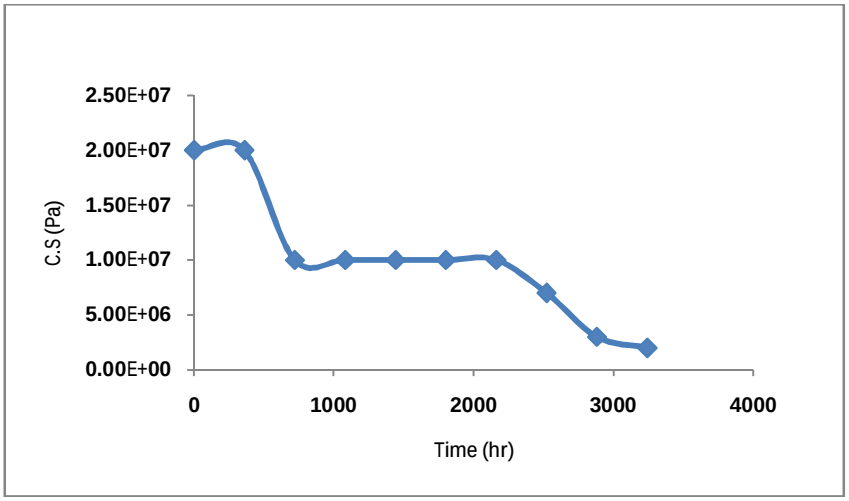


1-a



1-b

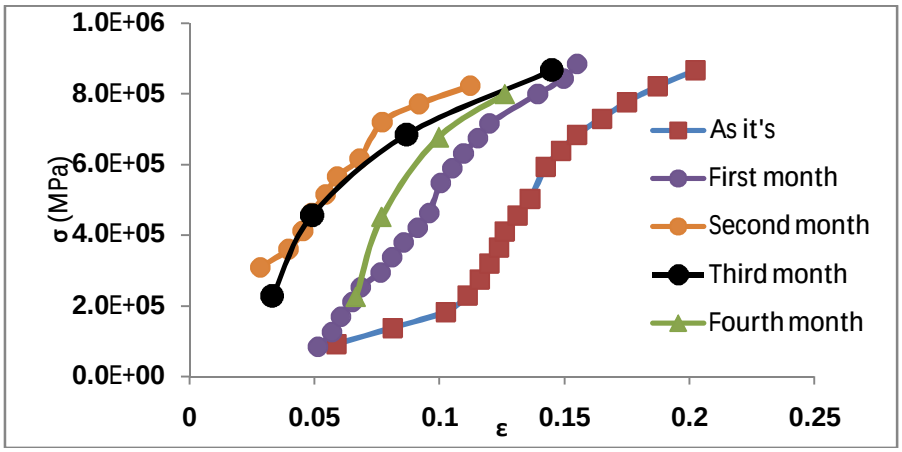
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



1-c

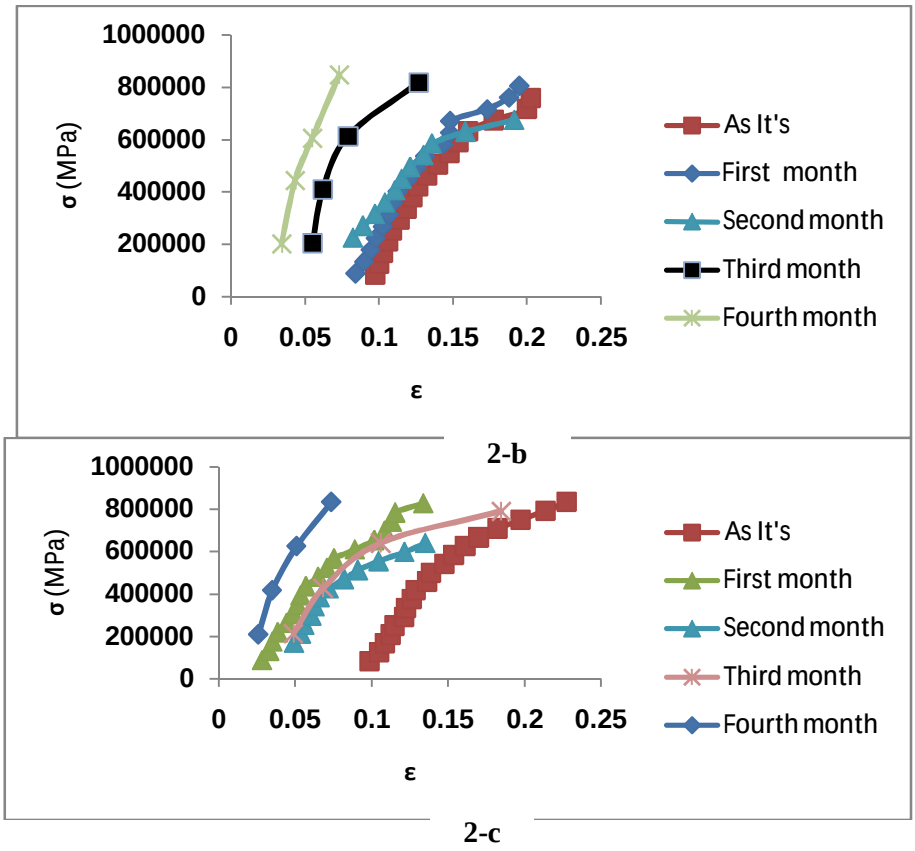
الشكل (1) a. قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في ماء المجاري b..قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في المحلول الحامضي (HCl-0.5N) C . قيم متانة الانضغاط بعد الغمر في ماء الحنفية.

أما الشكل (2) فيمثل منحني 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

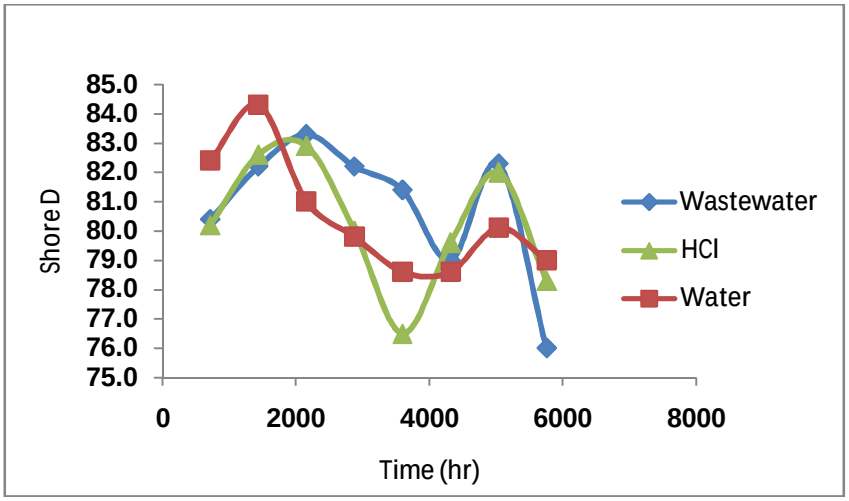
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل (2) تغير منحني(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:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

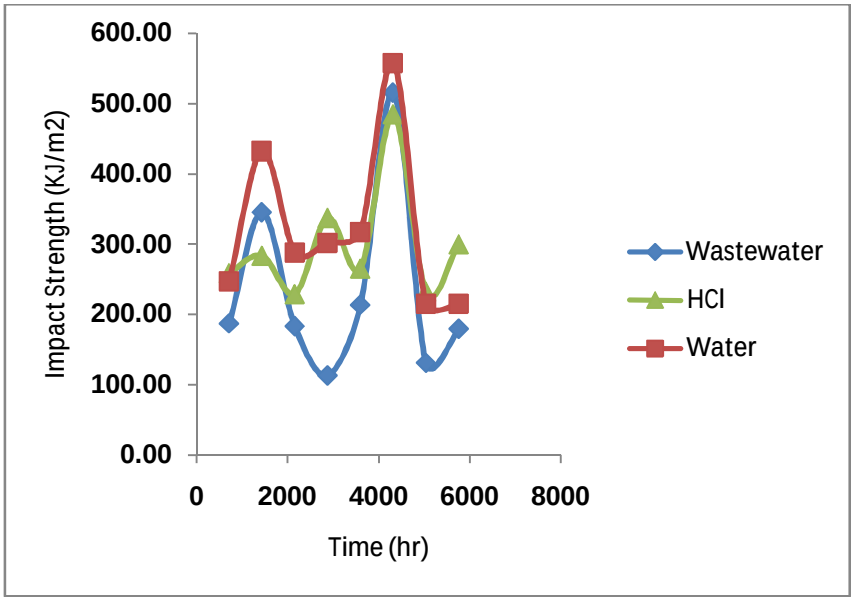


الشكل (3) تغير قيم صلادة شور للنماذج بعد الغمر في المحاليل مع زمن الغمر.

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 وحدوث حالة التقسية ثم تنحدر القيم بعد ذلك .

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

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



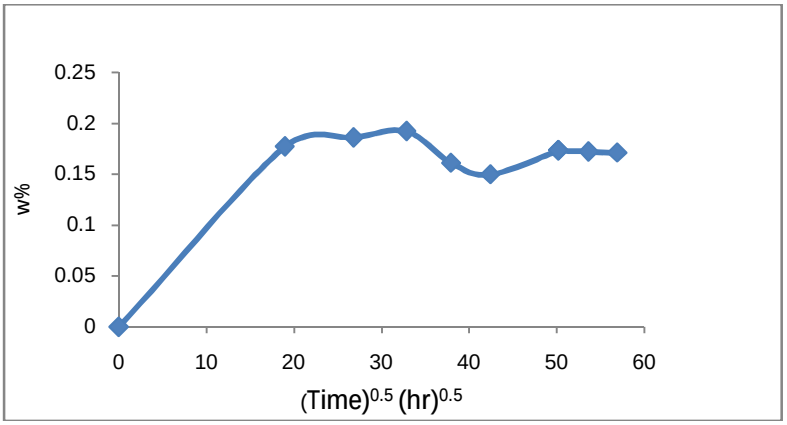
الشكل (4) تغير قيم متانة الصدمة للنماذج بعد الغمر في المحاليل مع زمن الغمر.

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].

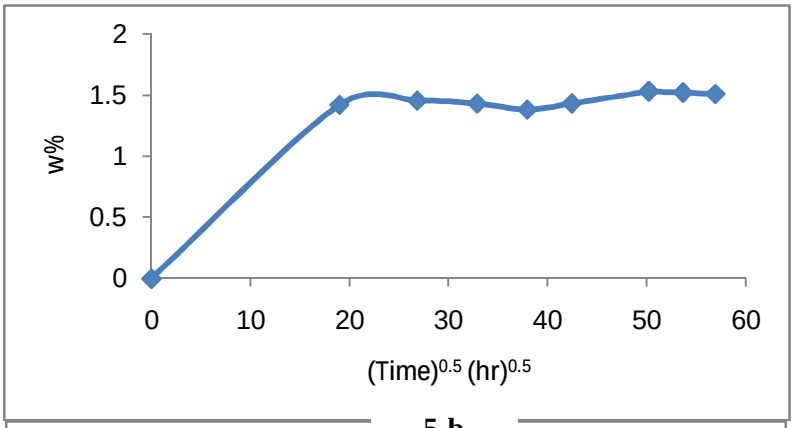
ان النماذج تمتلك مقاومة جيدة للمحاليل الكيميائية مما يؤهلها للاستخدام في صناعات المواد الانشائية و الصحية حيث ان تركيبة هذه المواد بما فيها من حشوات دقائقية من السيليكا و اسود الكاربون و بنسب مدروسة زادت من مقاومتها للظروف البيئية المختلفة من محاليل و رطوبة و اشعة الشمس و غيرها.ان نسب هذه الاضافات تمت بعد دراسات مستفيضة لحين التوصل الى افضل المواصفات المعتمدة عالميا 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 منحني التغير في الربح 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 وزمن الغمر وان كل هذه المتغيرات تتسبب في تغير معامل الانتشار للمحلول .

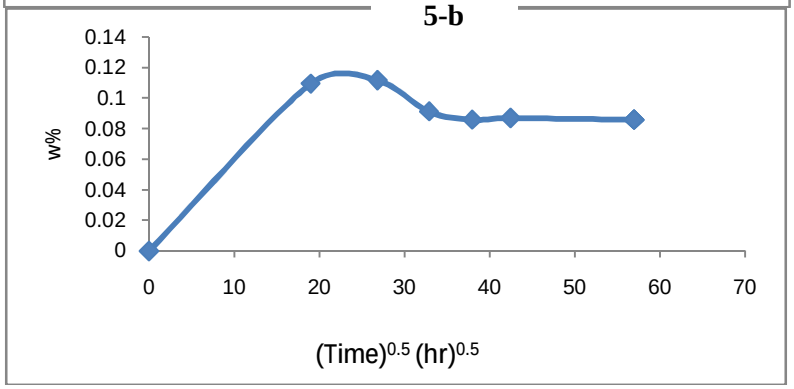
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



5-a



5-b



5-c

الشكل (5)منحني الربح 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

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

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 الحامضيكان 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 ($93*10^{-15}$ cm^2/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.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

[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 Acryonitrile 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]Papannicoloau G. C. and Mercoliana, "plastic and rubber processing and application", Vol.6,No.4, 1986.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com