الزحف في البولي أثيلين الواطئ الكثافة بين الخاصية الميكانيكية وتأثيرات بيئة الاستخدام

م. م. ناصر عبد الله محمد حبيب الساعدي

الجامعة التكنولوجية/ قسم العلوم التطبيقية

الخلاصة

تكمن أهمية خاصية الزحف في البوليمرات المطاوعة للحرارة في كونها تعطي معلومات عن تأثير الاجهاد كدالة للزمن ولدرجة الحرارة في دراسة قابليتها في تحمل ظروف الاستخدام .في هذا البحث تمت دراسة خاصية الزحف للبولي أثيلين الواطئ الكثافة LD-Polyethylene المستخدم في بناء أغطية هياكل المزارع (البلاستيكية) وفي صناعة الأكياس الخاصة بتعبئة المنتجات الزراعية والصناعية لفترات طويلة. كانت الفحوصات بالتحديد قياس مقدار الانفعال لوحدة الزمن وحساب معدل الزحف للحالات الآتية:

- مساحة مقطع متغيرة بثبوت كل من الإجهاد ودرجة الحرارة : تبين أن معدل الزحف ε_{av} يتناسب عكسياً مع مساحة المقطع عند ثبوت الإجهاد ودرجة الحرارة، ويمثل هذا تطبيقاً للأكياس المصنعة من البولي أثيلين والمستخدمة في تعبئة التمور أو الأسمدة.
- إجهاد متغير بثبوت كل من مساحة المقطع ودرجة الحرارة : إذ لوحظ مع زيادة الإجهاد تحصل استطالة سريعة في العينات لا تسمح بالتصليد الانفعالي ويزداد معدل الزحف على الرغم من ثبوت درجة الحرارة ومساحة المقطع.
- درجات حرارة متغيرة بثبوت كل من الإجهاد ومساحة المقطع. يستنتج أن مادة البولي أثيلين الواطئ الكثافة تسلك سلوكاً لدناً طالما كانت درجة الحرارة أعلى من درجة حرارة الانتقال الزجاجي. يمثل هذا تطبيقاً للأغطية المستخدمة في البيوت البلاستيكية الزراعية.

١. مقدمة

للدائن أستخدامات عديدة وهي على أنواع مختلفة تشمل البلاستيكيات واللواصق والمطاط ...الخ.، جاءت تسميتها من قابليتها على القولبة والتشكيل بسهولة، وتدعى احيانا بالاسم العلمي (البوليمرات Polymers) وتعني متعددة الأجزاء، وتمتاز بأوزان جزيئية عالية مقارنة مع المواد الأخرى، وترتبط هذه الجزيئات فيما بينها لتشكل تركيب بنائي يسمى بالسلاسل. أن نوع الأواصر التي تربط الجزيئات وطريقة ترابطها وحركتها الموضعية مسؤولة عن أغلب الخواص الفيزيائية والهندسية للبوليمرات كشفافيتها وقوتها ومرونتها وقابلية الذوبان والانصهار ومقاومة المواد الكيميائية والظروف البيئية كالحرارة والإشعاع

والرطوبة، إضافة إلى التشقق المتمثل بالزحف (موضوع البحث). وتصنف البوليمرات تكنولوجياً إلى نوعين رئيسيين:[1]

أ. **البوليمرات المطاوعة للحرارة Thermoplastics**

وهي البوليمرات التي تتغير صفاتها بتأثير درجة الحرارة، فعندما تقترب درجة الحرارة من درجة حرارة الانتقال الزجاجي Glass Transition (T_g) لها تصبح مرنة، وعند ازديادها عن تلك الدرجة يتحول البوليمر إلى منصهر لدن ولزج، وبذلك يمكن تشكيلها حسب طرق القولبة المعروفة (الحرارة والنفخ والضغط والتبريد)، ومن أمثلتها البولي أثيلين (PE) والبولي بروبيلين (PP) والبولي ستايرين (PS) والبولي كلوريد الفاينيل (PVC) وغيرها.[3]

ب. **البوليمرات المصلدة حرارياً Thermo Set**

وهي البوليمرات غير المطاوعة للحرارة، فعند تسخينها تتشابك فيها السلاسل البوليمرية وتصبح غير ذائبة وغير قابلة للانصهار ورديئة التوصيل للحرارة والكهربائية، وعلى قدر من الصلابة فأغلبها تكون هشة سريعة الكسر. ومن أمثلتها راتنجات الفينول فورمالديهايد والبولي أسترات... الخ، بالإضافة إلى الألياف والمواد الصمغية والطلائية.

٢. <u>البولي أثيلين</u> Poly Ethylene

وهو من البوليمرات الواسعة الاستخدام في صناعة أغطية المزارع البلاستيكية والأكياس وتغليف المنتجات، فهو غير مكلف وله القابلية على مقاومة المواد الكيميائية، إذ يستعمل أيضاً كأوعية لحامضي الهيدروكلوريك HCl والكبريتيك H_2SO_4، كذلك قابليته الجيدة على العزل (كعازل للرطوبة والإشعاع الشمسي)، وهو على نوعين، البولي أثيلين عالي الكثافة (HD-PE) والبولي أثيلين واطئ الكثافة (LD-PE). تم استخدام البولي أثيلين واطئ الكثافة كعينات للفحص في هذا البحث.

اكتشفت بلمرة الأثيلين عام 1933 من قبل فاوست كفسون، إذ ظهر بوليمر البولي أثيلين كناتج عرضي عندما كان يدرس تفاعلاً بين الأثيلين والبنزالدهايد في مفاعل الضغط العالي، بعد ذلك طورت العملية وأصبحت هناك طرق جديدة في إضافة مواد (عوامل مساعدة) تحت ظروف ضغط ودرجة حرارة مختلفة والتي تتحكم بكثافة البوليمر. تضاف إلى البولي أثيلين عوامل مانعة للالتصاق (Anti-blocking Agents) وعوامل انزلاقية (Slip Agents) لتسهيل عملية بثق البوليمر عند تصنيع الرقائق شرائح تستعمل كأغطية للبيوت الزراعية والتغليف والأكياس ومنع التصاقها وتقليل الاحتكاك بين طبقات الرقائق، وهناك إضافات تعمل على منع الشحنات المستقرة على سطوح منتوجات البولي أثيلين لتجنب الغبار والأوساخ، أما ما يخص الخواص الميكانيكية فهناك عوامل تضاف لمقاومة التشقق والأكسدة الضوئية والتلف التدريجي (Degradation).[9,10]

إن أغلب البوليمرات هي إما أن تكون غير متبلورة أو تحتوي على مناطق متبلورة، ومن خصائص هذه الحالة هو تغير صفات البوليمرات الفيزيائية والكيميائية عند درجة حرارة الانتقال الزجاجي (T_g)، إذ يحصل تغير في الحجم النوعي والسعة الحرارية ومعامل المرونة. تحت هذه الدرجة يزداد معامل المرونة وتكون طبيعة المادة صلبة هشة (Brittle & Rigid) فتزداد مقاومة الشد وتقل الاستطالة لها، أما فوق هذه الدرجة فيصبح البوليمر طرياً ومرناً، لذلك فإن لدرجة التبلور أهمية كبيرة من الناحية التطبيقية لأنها تحدد الكثير من الخواص الفيزيائية[١].

٣. الخواص الميكانيكية

تعتبر دراسة التغيرات الحاصلة في أبعاد عينة من بوليمر كدالة للإجهاد من الخصائص الميكانيكية المهمة لجميع أصناف البوليمرات، إذ يمكن الحصول على معلومات مفيدة من خلال منحنى الإجهاد – الانفعال من حيث قوة البوليمر ومتانته ومرونته وأقصى إجهاد يتحمله وأقصى استطالة... الخ. يعرف الإجهاد (σ) والانفعال (ε) من العلاقتين التاليتين:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث: F القوة المسلطة على وحدة المساحة A، ΔL التغير في الطول، L_o الطول الأصلي، ε الانفعال.

إن منحنيات الإجهاد – الانفعال تختلف من بوليمر إلى آخر حسب أنواعها، إلا أن جميعها في منطقة المرونة تشترك في كون العلاقة بين الإجهاد والانفعال عبارة عن خط مستقيم ميله يمثل معامل المرونة.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

بعدها وعندما نتجاوز منطقة المرونة فإن العينة تتمزق اذا كان البوليمر مطاوعا أويتكسر اذا كان مصلد حراريا وهذه النقطة تمثل نهاية السلوك المرن في البوليمر. عند تسليط إجهاد معين على المادة البوليمرية يتشوه ويتلاشى الإجهاد على شكل حرارة ، وعند إزالته تبقى المادة في حالة تشوه غير قادرة على إعادة مواصفاتها الأصلية . وقد تكون بعض البوليمرات ذات مرونة عالية حيث تخزن طاقة الإجهاد على هيئة شغل مبذول يعود بعدها البوليمر إلى أبعاده الأولية بعد زوال الإجهاد[٤]. يصل البوليمر الى منطقة الخضوع عند زيادة الإجهاد المسلط وإلى حد معين، عندها تترتب سلاسل البوليمر باتجاه محور السحب (Orientation) وبذلك تزداد قوة العينة وتدعى هذه الحالة بالتصليد الانفعالي. لكن بزيادة

الإجهاد فوق هذه المرحلة فأن البوليمرالمطاوع للحرارة يتمزق في، ولكن يختلف الحال إذا كان البوليمر صلداً [٢].

كما يتأثر منحنى الإجهاد – الانفعال بدرجة الحرارة فيكون باتجاه السلوك المرن عند ارتفاع درجة الحرارة عند الفحص، بينما عند انخفاض درجة الحرارة يتغير المنحنى باتجاه السلوك الهش.

٤. خاصية الزحف Creep Property

إن خاصية الزحف مهمة من الناحية التطبيقية وخصوصاً في اللدائن عند استخدامها في تصنيع مواد تخضع إلى إجهاد ثابت لفترة من الزمن، وتتعرض في نفس الوقت إلى ظروف بيئية مختلفة (حرارة، أشعاع، رطوبة) إذ يحصل التشوه ببطء في تلك المواد والذي يجب أن يكون في حدود المرونة من الناحية العملية، حيث يعيد البوليمر شكله أو أبعاده الأصلية عند إزالة الإجهاد المؤثر.[7]

إن المراحل التي يمر بها البوليمر أثناء فحص الزحف والتي يمكن ملاحظتها في منحنى الزحف للانفعال كدالة للزمن تبدأ أولاً باستطالة لحظية سريعة في المادة ولفترة قصيرة (ضمن منطقة المرونة لها)، وفيما يلي أهم المراحل المميزة للمنحنى:

أ. **مرحلة الزحف الأولية:** يتميز سلوك البوليمر في هذه المرحلة بالاستعادة عند إزالة الإجهاد، ولكن يزداد معدل الزحف في البداية ثم ينخفض في نهاية هذه المرحلة، ويحدث ما يسمى بالتصليد الانفعالي Strained Hardening .

ب. **مرحلة الزحف الثانوية:** وتمثل المرحلة المستقرة التي يتم عندها دراسة الزحف بشكل متجانس وتحدد خاصية الزحف لهذه المادة، حيث يثبت معدل الزيادة في الانفعال مع الزمن وإلى حد معين يعتمد على نوع البوليمر ودرجة الحرارة عند الفحص. إن معدل الزحف ε_{av} الذي يمثل ميل الخط لهذه المرحلة يكون خطياً ويتناسب طردياً مع الإجهاد وعكسياً مع درجة الحرارة، وكما مبين:

$$\varepsilon_{av} = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t} = a\sigma^{b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث σ: الإجهاد المسلط، a ، b :ثوابت خاصة بالمادة

$$\varepsilon_{av} = A\, exp\left(\frac{-Q}{RT}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

حيث Q : طاقة الزحف، A : ثابت، R : ثابت الغاز، T : درجة الحرارة.

ج. **مرحلة الزحف الثالثة:** حيث يستمر فيها معدل الزحف بالزيادة وخصوصاً في اللدائن المطاوعة للحرارة، ويتسبب في الانخلاعات السريعة حيث تتناقص مساحة المقطع في العينة بزيادة الإجهاد عليها حتى تنتهي بالقطع أو الكسر.

إن أغلب المواد لها درجات انصهار عالية، لذا تزداد مقاومتها للزحف ففي المعادن مثلا تبدأ تأثيرات الزحف عند درجة حرارية أعلى من ثلث درجة إنصهارها[٥]. أما البوليمرات فيمكن إجراء فحص الزحف لها في درجة حرارة الغرفة، وبما أنها ليست بلورية التركيب فهي لا تمتلك درجة انصهار محددة وعند درجة حرارة أعلى من (T_g) تبدأ بالزحف تحت تأثير إجهاد شد ثابت، أما في درجات الحرارة المنخفضة فيقل الزحف وذلك لتقيد حركة السلاسل البوليمرية. في أختبارالزحف يقاس معدل الانفعال مع الزمن، عندها يستغرق الفحص (دقائق – عدة ساعات) يعتمد ذلك على نوع المادة ودرجة الحرارة ومقدار الإجهاد المسلط.

٥. الجانب العملي

تم استخدام عينات بأبعاد قياسية خاصة بأختبار الزحف (BSI 178) من بوليمر البولي أثيلين الواطئ الكثافة (LD-PE) والمستخدم بشكل شائع حاليا كأغطية في أغلب المزارع لحماية الخضراوات من الصقيع وأشعة الشمس المباشرة، وفي صناعة الأكياس بمعدل سمك (0.94 – 1.15 mm). يطبع قالب الابعاد القياسية على شرائح البولي أثيلين باتجاه واحد لجميع العينات لأنه هناك علاقة بين محور التوجيه الذي تكون فيه السلاسل البوليمرية مرتبة باتجاه معين ومقاومتها للشد، فتكون العينة أكثر مقاومة بالاتجاه الطولي وأقل بالاتجاه العرضي[٦]. بعد قطع العينات وبدون عيوب تثقب مواضع التعليق ويفضل أن يكون المثقب الأسطواني ساخن للحصول على سطحٍ خالٍ من الشقوق الدقيقة.

تدون أبعاد العينات (الطول L ، العرضw، السمك d). يمثل الطول قبل الفحص (L_o) ، بعد الاختبار سوف تتغير مساحة المقطع وسمك العينة تبعا لتغير طولها.

استخدم جهاز فحص الزحف نوع (Tecquipment Ltd. Apparatus) المبين في الشكل (١). حيث أحتسبت قيمة القوة المؤثرة لتحديد الاجهاد المسلط من المعادلة الآتية الخاصة بالجهاز:[8]

$$F = ML + (9.8)K \quad \text{..... (6)}$$

حيث M :الكتلة المعلقة، L : طول الذراع الذي علق عنده الثقل مضاف لها قوة تخص الجهاز هي الثابت K بمثابة كتلة الذي يساوي (3.2) مضروب في التعجيل الارضي. بعد قياس مساحة المقطع يمكن تحديد الإجهاد المسلط من المعادلة (١).

تتم ملاحظة الاستطالة وتسجيلها بالملمتر خلال فترة زمنية معينة ودرجة حرارة معينة بعدها يتم حساب معدل الزحف. ولكي يبقى الإجهاد ثابت على مساحة مقطع متغيرة، تعوض قيمة الإجهاد والمساحة للحصول على القوة المسلطة والتي يمكن من خلال المعادلة (٦) إيجاد مقدار الثقل الواجب تعليقه. ولغرض إجراء فحص الزحف لدرجات حرارية مختلفة تم وضع مصدر حراري أمام جهاز فحص

الزحف وبواسطة محرار مثبت في نقطة قريبة من العينة يتم قياس درجة الحرارة، تم معايرتها وتثبيت نفس الظروف البيئية للفحص على جميع العينات.

٦. مناقشة النتائج

تمت دراسة معدل الزحف الحاصل في عينات البولي أثيلين الواطئ الكثافة من خلال حساب الميل للحالة المستقرة في منحنى الزحف بين الانفعال – الزمن ولثلاث حالات رئيسية تخدم التطبيق الذي يهدف له البحث وهي:

١. مساحة مقطع متغيرة (لعينة الزحف) ($4.7, 4.9, 5.7\ mm^2$) بثبوت كل من الإجهاد (6.56 N/mm^2) ودرجة الحرارة (25C°).

٢. إجهاد متغير ($6.7, 6.8, 6.9\ N/mm^2$) بثبوت كل من مساحة المقطع ($4.9mm^2$) ودرجة حرارة (25C°)، ومنها تدرس العلاقة بين معدلات الزحف والإجهادات.

٣. درجات حرارة متغيرة (25, 36, 45C°) بثبوت كل من الإجهاد ($5.79\ N/mm^2$) ومساحة المقطع ($5.75\ mm^2$). ومنها تدرس العلاقة بين لوغاريتم معدل الزحف ومقلوب درجات الحرارة وحساب طاقة الزحف (معادلة ٥).

إذ يبين الشكل (٢) أن مقاومة المادة للزحف بثبوت كل من درجات الحرارة والإجهاد المسلط تزداد مع زيادة مساحة مقطع العينة، وأن زيادة سمك العينات المفحوصة يزيد من الزمن اللازم لانهيار العينات، إذ لوحظ ذلك عند استخدام أقل سمك للعينة من خلال الزيادة الملحوظة في الانفعال مقابل هذا الزمن، لذا وجب وضع سمك قياسي للشرائح المستخدمة في تصنيع الأكياس (لغرض تعبئة المواد) لكي تتحمل مقدار الإجهاد الثابت في حالات التكديس الطويلة.

يبين الشكل (٣) أنه في حالة زيادة الإجهاد بثبوت كل من مساحة مقطع العينة ودرجة الحرارة فإن معدلات الزحف تزداد وأن هناك نقاط مهمة تشير إلى زيادة الانفعال خلال فترة زمنية قصيرة، أي أن مع زيادة الإجهاد من ($6.7\ N/mm^2$) إلى ($6.9\ N/mm^2$) فإن الفترة الزمنية المستغرقة تقل من ٤٥٠ دقيقة إلى ٢٥٠ دقيقة. كذلك لوحظ في الشكل (٥) أنه بزيادة الإجهاد من ($6.7\ N/mm^2$) إلى (6.9 N/mm^2) فإن معدلات الزحف تزداد ، تراوحت الزيادة من ($5\times10^{-5}\ s^{-1}$) إلى ($2\times10^{-4}\ s^{-1}$).[13]

ويبين الشكل (٤) تأثير درجات الحرارة على عينات البولي أثيلين بثبوت كل من الإجهاد المسلط ومساحة مقطع العينات، إذ يزداد معدل الزحف بنقصان الفترة الزمنية مع معدل الانفعال بمقدار (١٠٠ دقيقة) عند تغير درجة الحرارة من (25C°)

إلى (36 C°)، ولكن يقع هذا ضمن الحد المسموح به في استخدام البولي أثيلين كأكياس أو أغطية للمزارع، في حين يتسارع معدل الزحف ويصبح في أعلى قيمة له عند درجة حرارة (45C°) حيث يقترب

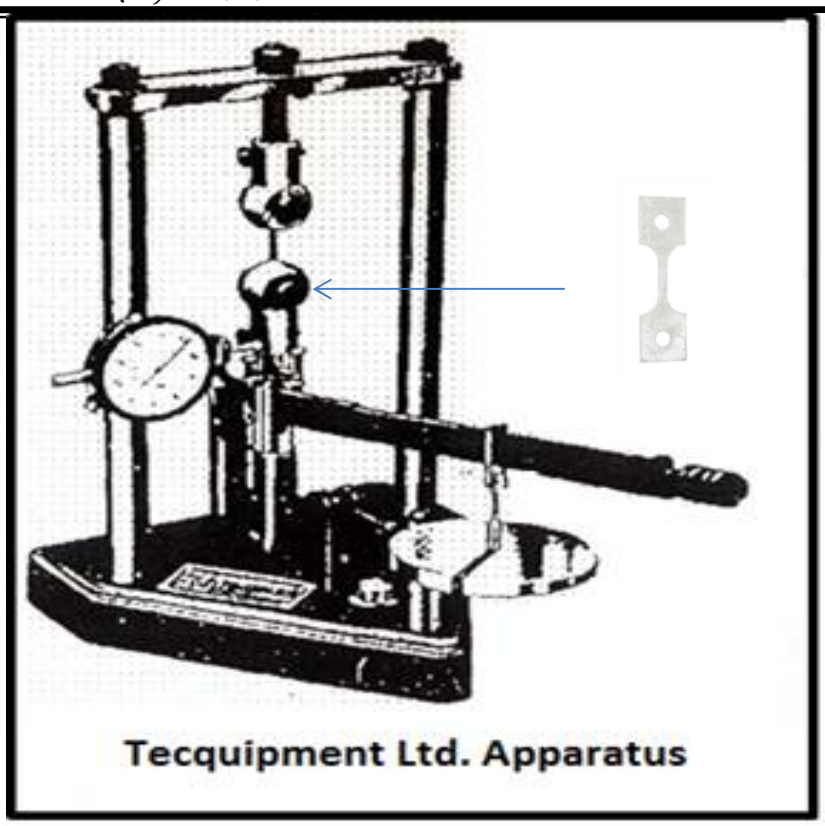
من درجة حرارة انتقاله الزجاجي (T_g) فيزداد الانفعال وتفشل العينة خلال أقل من (15 دقيقة)، كما وكانت طاقة الزحف المحسوبة من المخطط البياني (شكل ٦) هي (1.93 kJ/s).

قاومت العينات مدة أكثر من 450 دقيقة في الحالة الأولى و456 دقيقة في الحالة الثانية قبل أن تفشل العينات. ولكن مع ارتفاع درجة الحرارة قلت مقاومة العينات للإجهاد، إذ قاومت العينات لمدة لا تزيد عن ٣٠٠ دقيقة عند درجة 45C°

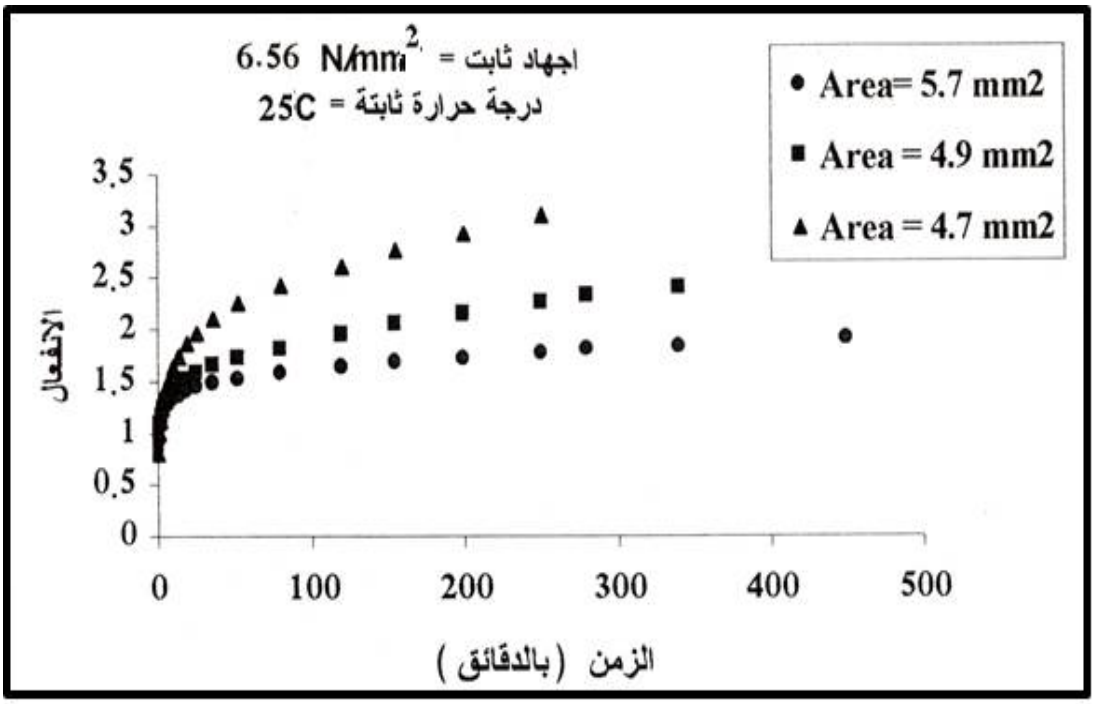
٧. الاستنتاجات

إن دراسة الفشل (التشوه) الذي يحصل في المواد بسبب الزحف مهم جداً في معرفة مدى تحملها لتلك الإجهادات، بالإضافة إلى العوامل البيئية المؤثرة عليها كدرجة الحرارة والرطوبة والرياح بالاضافة الى نوع المادة، وهو ذو تأثير كبير وواضح في اللدائن بشكل خاص وتزداد الاهمية في البوليمرات المطاوع للحرارة (Thermoplastic) والبولي أثيلين واطئ الكثافة احد انواعها وان كثرة استخدامه لكلفته الواطئة. وفي ضوء الفحوصات والنتائج التي تمت مناقشتها يمكن استنتاج الآتي:

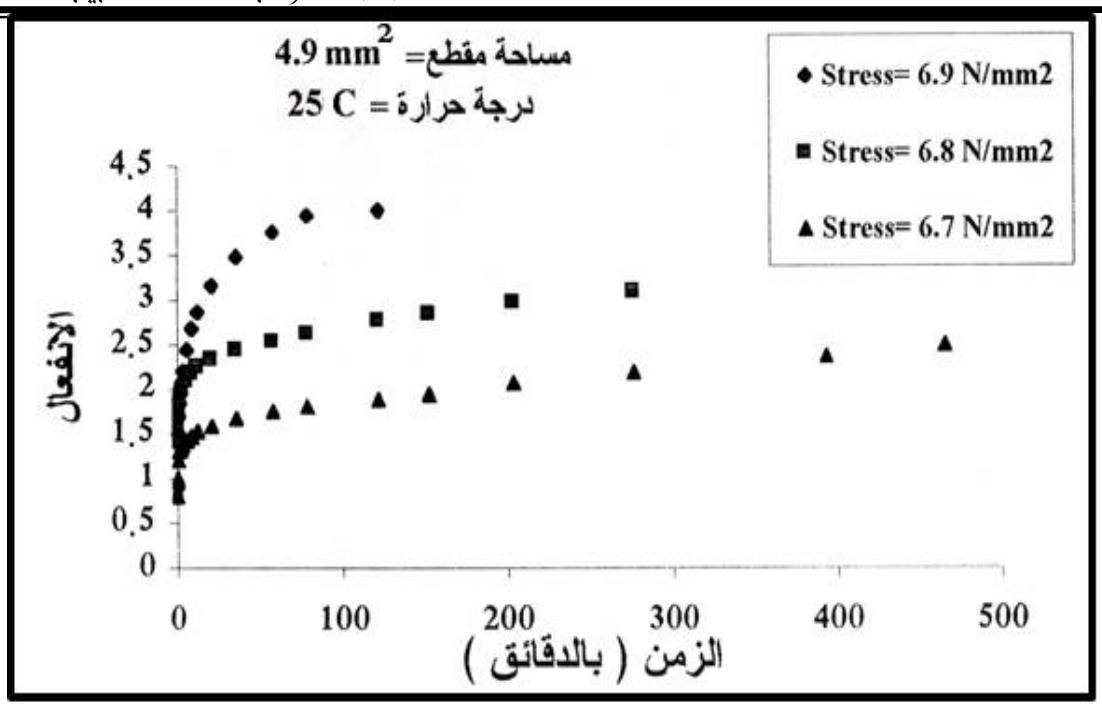
١. إن معدل الزحف ε_{av} يتناسب عكسياً مع مساحة المقطع الواقعة تحت تأثير الاجهاد والذي يكون ثابتا ودرجة الحرارة لأن زيادة سمك العينة تعني زيادة عدد السلاسل المكونة لبوليمرالبولي أثيلين، وبالتالي زيادة مقاومة المادة وانخفاض معدل الزحف وبذلك يمكن تحديد السمك المناسب عند صناعة الأكياس وحسب الكتل التي توضع فيها، وكذلك في صناعة الأغطية الزراعية (حسب المساحة التي تغطيها).
٢. لوحظ التأثير البسيط في الإجهادات الواطئة على معدل الزحف بسبب التصليد الانفعالي (Strain Hardening)، الذي يمثل الحد الحرج للخضوع .ويزداد معدل الزحف في الاجهادات العالية على الرغم من ثبوت درجة الحرارة ومساحة المقطع وهذا يدعو إلى مراعاة ذلك أثناء استخدامه في تطبيقات التعبئة أو التحميل أو التكديس للأكياس.
٣. بما أن البولي أثيلين الواطئ الكثافة مادة مطاوعة للحرارة فهي تتأثر بشكل كبير بزيادة درجة الحرارة سواء أثناء الفحص أو التطبيقات الصناعية بثبوت الإجهاد ومساحة المقطع، كما أن المادة تسلك سلوكاً لدناً طالما كانت درجة الحرارة أعلى من (T_g) بكثير، إذ تزداد طاقة الزحف وتتفكك روابط السلاسل بسرعة وتفشل أجزاء المادة، وعليه يجب مراعاة ذلك عند تصنيع الأغطية الزراعية بوجه الخصوص والتطبيقات الأخرى التي تتأثر بالحرارة عموماً.



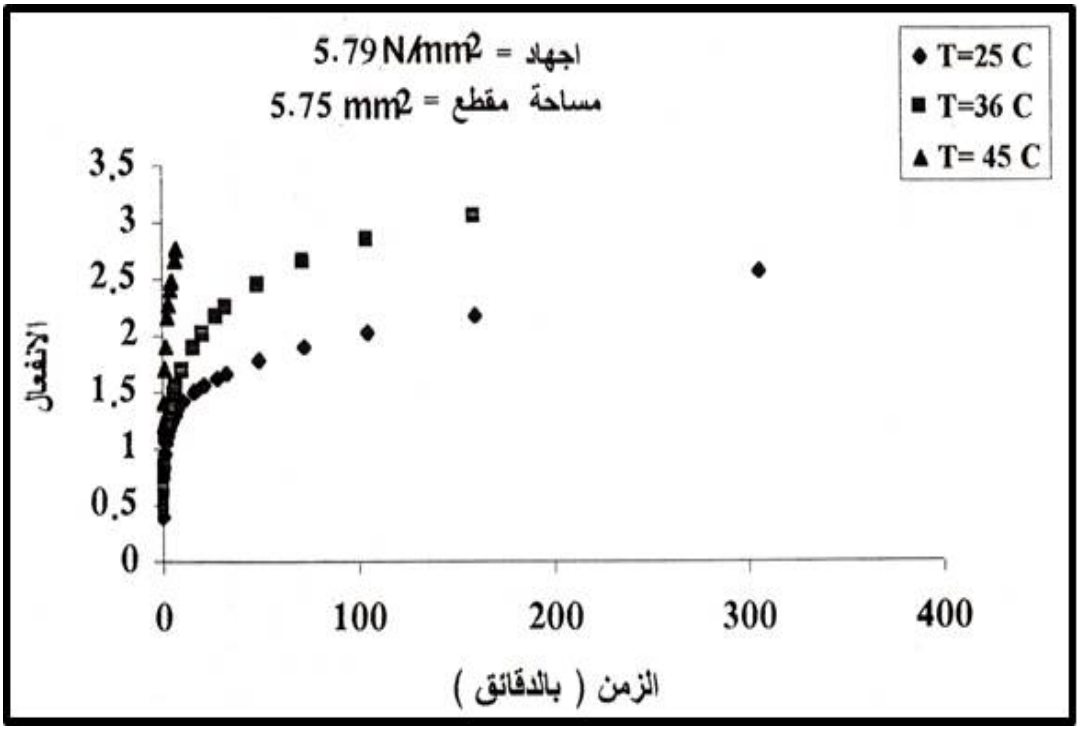
شكل (١): جهاز فحص الزحف Tecquipment Ltd. Apparatus



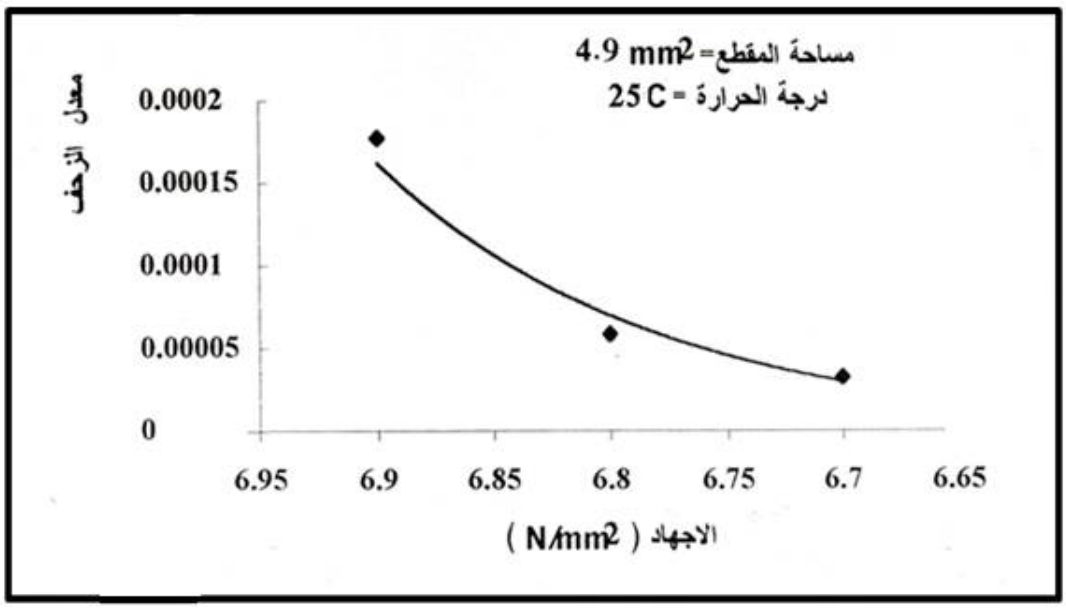
شكل (٢): منحنيات الزحف لبوليمر (LD-PE) تمثل معدل الزحف عند إجهاد ثابت (6.56 N/mm^2) ودرجة حرارة ثابتة (25C°) ولمساحات مقطع متغيرة



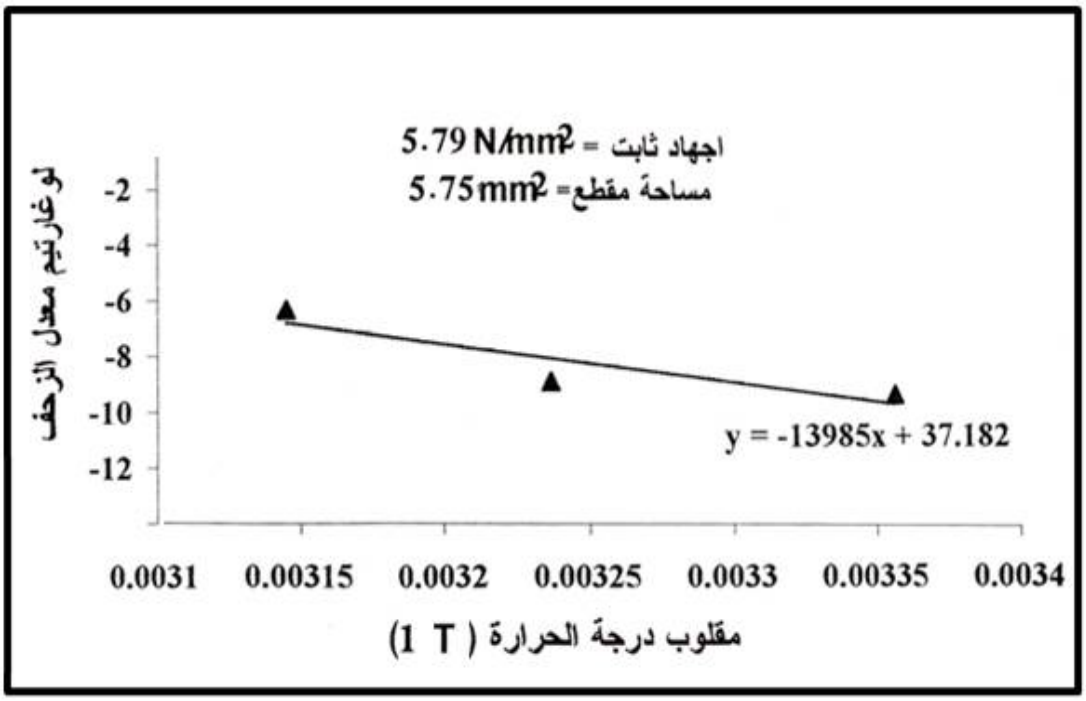
شكل (٣): منحنيات الزحف لبوليمر (LD-PE) – معدل الزحف عند درجة حرارة ثابتة (25C°) ومساحة مقطع ثابتة (4.9 mm2) ولإجهادات متغيرة



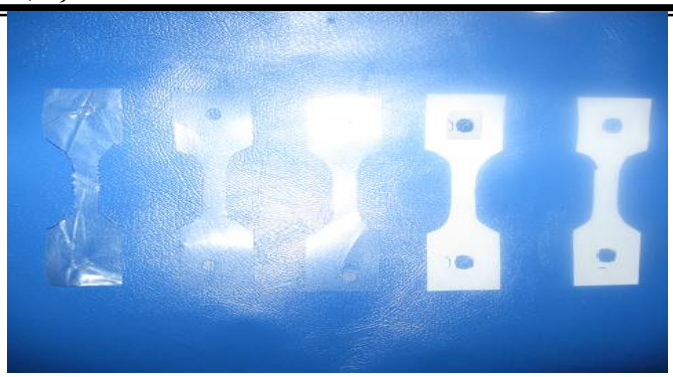
شكل (٤): منحنيات الزحف لبوليمر (LD-PE) – معدل الزحف عند إجهاد ثابت (5.79 N/mm2) ومساحة مقطع ثابتة (5.75 mm2) ولدرجات حرارة مختلفة

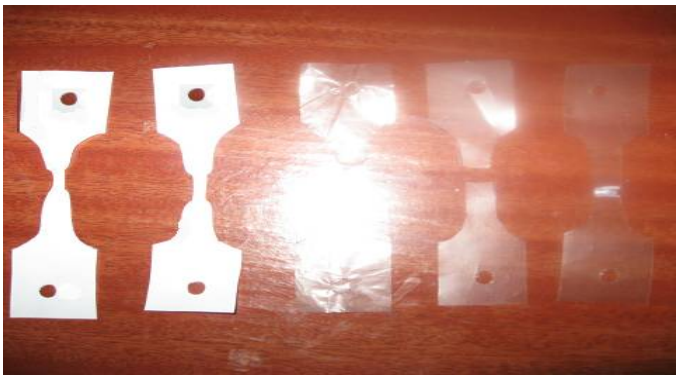


شكل (٥): العلاقة بين معدل الزحف والإجهاد عند مساحة مقطع ثابتة ودرجة حرارة ثابتة (25C°)



شكل (٦): العلاقة بين لوغاريتم معدل الزحف ومقلوب درجة الحرارة عند مساحة مقطع ثابتة والإجهاد ثابت





شكل (٧) عينات الاختبار قبل وبعد فحص الزحف

المصادر

١. د. حسين علي، د. عبد آل آدم "تكنولوجيا وبناء البوليمرات"، المكتبة الوطنية ببغداد، مطبعة جامعة البصرة، العراق، ١٩٨٣.
٢. L. Nielsen, "The Mechanical Properties of Polymers", Reinhold PUB Co., London, 1972.
٣. د. جعفر الموسوي، "المواد الهندسية خواصها وتطبيقاتها"، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق، ١٩٩٠.
٤. Finnie & W. F. Heller, "Creep of Engineering", McGraw-Hill, p.178, 1979.
٥. H. Van Vlack, "Materials Science for Engineering", Addison – Wesley Pub., 1983.
٦. R. J. Craw Ford, "Plastic Engineering", 2nd Edition, Pergamum Press, p. 36, 1987.
٧. Abdel-Magid, B. -Lopez-Anido," Creep Properties of E-glass fiber reinforced polymers" , Journal: Composite Structures ISSN: 02638223 , 2003 Vol.: 62 Issue: 3-4 Pages: 247-253.
٨. Squeo Erica Anna, "Indentation Creep of Polymers" - Experimental , Journal: Quadrini Fabrizio , Polymer Engineering & Science ISSN: 00323888 , 2010 Vol.: 50 Issue: 12 Pages: 2431-2439 Provider: Wiley
٩. Xu, Bin Simonsen, John --- Rochefort, W. E. "Mechanical properties and creep resistance in polystyrene/polyethylene blends ", Journal of Applied Polymer Science , 2000 Vol: 76, Pages: 1100-1108, Wiley Publisher.
١٠. J. M. Crissman, " Effect of processing on creep behavior and environmental stress-crack resistance of a linear low-density polyethylene" , Polym. Eng. Sci. 29,pp.1598–1603, 1989.
١١. Badr, Y., Ali, Z.I., Khafagy, R.M, " The mechanism of low temperature glass transition in low density polyethylene films", Radiation Physics and Chemistry 58, 87–100., 2000.
١٢. N.W.J., Duckett, R.A., Ward, I.M.,"Deformation behavior in polyethylene". Journal of Polymer Science. Part B: Polymer Physics 35, 545–552., 1998.
١٣. N.W.J., Duckett, R.A , "Temperature and strain-rate dependence of yield stress of polyethylene", Journal of Polymer Science. Part B: Polymer Physics 36, 2177–2000.

Creep in LDPE polymer, between mechanical property and environment effects of use

Abstract

The importance of Creep property as a function of time and temperature is to study the ability of thermoplastics polymers under effect of environment conditions of use. In this research, Creep property has been studied to the (Polyethylene low density LDPE), which is used in the construction of farms covers and the bags for packing agricultural and industrial products for long periods, as were tests specifically measure the amount of strain per unit of time and calculate the Creep rate ε_{av} for the following cases:

- At constant stress and temperature with variable of cross section area. It concluded that the creep rate inversely proportional to the sectional area when proven stress and temperature according to the weights.
- At constant cross section area and temperature with variable of stress. As noted in the low stress and having little effect on the rate of creep because of strained hardening, but with increasing stress get rapid elongation in the samples do not allow this type of hardening and increasing creep rate even tough the proven temperature and sectional area.
- At different temperature with constant stress and area cross section, concluded that polyethylene-LD has a plastic behavior as long as the temperature is higher than the temperature of Glass Transition temperature (Tg).