LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 11 Issue 02
December 2023
ISSN 2958-6119

دراسة لتصنيع البلاستيك الحيوي من الطحالب البحرية كبديل للبلاستيك التقليدي ومدة تحلل الأغشية المصنعة في الترب بوسطة الكائنات الدقيقة

نعيمة احمد طبيقة
قسم الهندسة الكيميائية والبيئية – شعبة الهندسة البيئية
كلية التقنية الهندسية جنزور
naimastbiga69@gmail.com

Received 28 October 2023; revised 11 November 2023; accepted 14 November 2023

الملخص (Abstract)
تعد النفايات البلاستيكية من أهم المشاكل البارزة على مستوي العالم لأنها تتراكم في البيئة و تسبب تلوثها، نتيجة مقاومتها للتحلل حيث يحتاج تفككها وتحللها لمئات أو آلاف السنين، ومن هنا تأتي أهمية الدراسة في تصنيع بلاستيك قابل للتحلل الحيوي من الطحالب البحرية كبديل عن البلاستيك الصناعي التقليدي المصنع من البوليمرات البترولية . اجريت هذه الدراسة لتصنيع الاغشية البلاستيكية من مسحوق الاجار المصنع من الطحالب البحرية من ثم تم إجراء اختبار التحلل الحيوي لأغشية البلاستيك الحيوي في أربعة أنواع من الترب (تربة نبات الفول ، تربة نبات الزيتون ، تربة الطرقات العامة ، رمال البحر) حيث طمرت بعض العينات في كؤوس زجاجية وتم وضعها في الحضانة (Incubator) عند درجات الحرارة (20 C° ، 35 C°، 45 C°) والبعض الأخر وضع في أصص وتركت خارجا في درجة حرارة الغرفة .
حيث أظهرت أن قابلية التحلل في درجة حرارة (45 C°) أعلى من (20C° و35C°) ، وأن نسبة التحلل في التربة الزراعية أعلى من تربة الطرقات العامة وفي الطمر الخارجي خلال 28 يوما أظهرت الأغشية قابلية التحلل مع معدل فقدان وزن للأغشية بنسبة (32.15%) في تربة نبات الفول ، مقارنة مع (67.75 %) في تربة الزيتون و كانت (62.86%) في تربة الطرقات العامة و كانت نسبة التحلل للأغشية بنسبة (79.53%) في تربة رمال البحر و استنتجنا من هذا الاختبار أن العلاقة بين نسبة تحلل العينات ومدة طمره علاقة طردية وأن التحلل يتأثر بالعديد من العوامل مثل PH ورطوبة التربة ودرجة الحرارة و مدى تواجد الكائنات الدقيقة في أنواع الترب المختلفة المستخدمة في هذه الدراسة هذا و قد تم استزراع الترب على الاوساط الغذائية و وضعها في الحضانة للتأكد من تواجد الكائنات الدقيقة عن طريق النمو البكتيري و الفطري وقد تم عد المستعمرات دون معرفة لأنواعها .

الكلمات المفتاحية : البلاستيك الحيوي ، البوليمرات ، أجار الطحالب ، الكائنات الدقيقة

المقدمة : - (Introduction)

إن البلاستيك من المواد سهلة التشكيل بصور مختلفة ، فهو يتكون في الأساس من سلاسل تسمى البوليمرات ، فمنذ أن عرف العالم الثورة الصناعية لا تزال المجتمعات تشهد التطور ، فمن عصر الفحم الحجري إلى عصر الذهب الأسود (البترول) والذي ساهم بدوره في ظهور صناعات جديدة وكثيرة تطورت بمرور الزمن ، وبالتالي ظهرت الصناعات البلاستيكية وازدهرت وأصبحت تحتل الصدارة بالنسبة للصناعات الحالية ، نظرًا لاستخداماتها العديدة في الحياة اليومية. وتعود أهمية البلاستيك إلى إمكانية توفره والقدرة على إعادة تدويره، إلا أن المشكلة التي واجهت العلماء هو أنه لا يمكن تدوير كافة أنواع البلاستيك التقليدي، الأمر الذي أدى إلى انتشار بقايا النفايات البلاستيكية في البيئة العامة، مسببة العديد من المشاكل البيئية على مستوى العالم بسبب تراكمها في كلًا من المسطحات المائية وكذلك الزراعية، مما جعلها مهددة لبعض الكائنات الحية بالانقراض. فعملية التحلل الحيوي

الطبيعي للبلاستيك تستغرق من بضعة عقود إلى ألف سنة لتتفتت بعد ذلك الجسيمات البلاستيكية شيئًا فشيئًا وتبلغ في الأخر أحجام نانوية، فإن الكثير من الباحثين يعتقدون أن مرحلة الخطر الحقيقي سيبدأ مع انتشار الجسيمات النانوية البلاستيكية في كل مكان تقريبا ومن النفاذ داخل الكائنات الحية، وفي السنوات الماضية سلط العلماء المشاركون بعثة (القارة السابعة) العلمية ضوءً صناعيًا شبيهًا

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

بضوء الشمس على عينات من النفايات البلاستيكية، وسرعان ما لاحظوا تفتت قطع ذات أحجام مايكرو مترية إلى جسيمات نانومتريه أصغر ثلاثين ألف مرة من حجم الشعرة الواحدة، وقدر مليمتر واحد يمكن أن تنحل إلى ألف مليار قطعة نانوية، إن الكميات المنتجة يجب أن يمنع إلقائها في الطبيعة مثلها مثل المواد الخطرة كالنفايات النووية في انتظار إيجاد حلول تقنية مناسبة [1]

إن المنتجات التي تعتمد على مبدأ الاستدامة البيئية تعتمد بشكل أساسي على الموارد الطبيعية، وفي هذه الدراسة سنتناول كيفية استبدال البلاستيك التقليدي بالبلاستيك الحيوي الذي يصنع من الطحالب ، وكيفية هضمه في التربة. حيث أن البلاستيك الحيوي هو أحد الصور المشتقة من

مصادر الكتلة الحية المتجددة والتي تخضع للتغير في البنية الكيميائية حسب الظروف البيئية ، فهي تتحلل سريعًا إلى المركبات أبسط في البيئات النشطة بيولوجيًا من خلال التفاعلات الأنزيمية للكائنات الحية الدقيقة [2] ، لذلك فأن البلاستيك الحيوي يعتبر حلًا جذريًا لمشكلة إدارة النفايات البلاستيكية الصناعية ، الأمر الذي يجعل البلاستيك الحيوي أكثر الابتكارات تميزًا في مجال التنمية المستدامة [8] ولقد أكدت الدراسات أن الطحالب من أهم البدائل في إنتاج البلاستيك الحيوي نظرًا لانتشارها الواسع في الطبيعة، وقدرتها على النمو في بيئات مختلفة وتحملها لمختلف العوامل البيئية [4].

أهمية الدراسة : The importance of studying

1- إنتاج البلاستيك القابل للتحلل الحيوي من أجار الطحالب البحرية ، ليكون بديلاً للبلاستيك الصناعي و خاصة ان ليبيا تقع على ساحل بحري بطول 1850 كيلو متر الغني بالطحالب بجميع أنواعها و التي تعتبر الركيزة الاساسية لإنتاج الاجار.

2- يمتلك البلاستيك المحضر من الطحالب البحرية تطبيقات في العديد من المجالات الصناعية، والزراعية وبسبب خاصية التحلل فهو يؤمن فوائد مضاعفة في حفاظه على الموارد البترولية وخفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 و التقليل بالتالي من التغيرات المناخية و الاحتباس الحراري مما يجعله صديق للبيئة و مهماً للتنمية المستدامة.

3- يمكن استخدام الطحالب كواحدة من البدائل لإنتاج البلاستيك الحيوي بسبب كتلتها الحيوية العالية، وقدرتها على النمو في مجموعة كبيرة من البيئات وإمكانية زراعتها في البيئة الطبيعية مقارنة بالمصادر الميكروبية الأخرى التي تتطلب بيئة محددة لزراعتها.

4- عادة ما تشكل المواد الأولية ثلث التكلفة النهائية في عمليات الإنتاج، لذلك فإن توفر الطحالب البحرية بشكل شبه مجاني وعلى مدار العام أمر مهم جداً من الناحية الاقتصادية ويجعل أسعار منتجاتها تنافسية مقارنة مع البوليمرات المنتجة من البترول.

الدراسات السابقة :- (Literature Review)

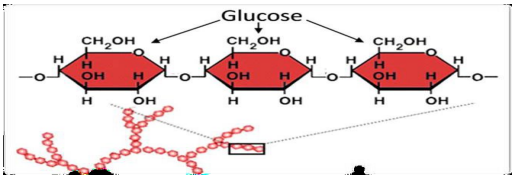
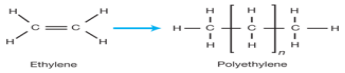
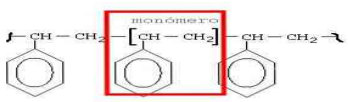
1- قام Mark Ashton Zeller, et-al [5] (2013) بدراسة بحثية على البلمرة الحرارية الميكانيكية للكتلة الحيوية لبروتين الطحالب الدقيقة مثل Chlorella و Spirulina لتطوير اللدائن الحيوية القائمة على الطحالب ومزيج البلاستيك الحراري. يمكن أن تنمو الكتلة الحيوية لبروتين الطحالب على مياه الصرف الصحي الغنية بالمغذيات من مزارع الماشية، ومصادر النفايات السائلة البلدية أو الصناعية، ومعالجة الفائض من النيتروجين والفوسفور. توفر اللدائن الحيوية الطحلبية قابلية تحلل حيوي يمكن تصميمها بحيث تحتوي على مجموعة واسعة من خصائص المواد المناسبة لتطبيقات مختلفة مثل المنتجات البلاستيكية المستهلكة والتي يمكن التخلص منها، والمنتجات البلاستيكية الزراعية، وحاويات زراعة البستنة. وفقًا للنتائج التجريبية، يعد الضغط ودرجة الحرارة ومحتوى الملدنات ووقت المعالجة من المتغيرات الرئيسية في البلمرة وتثبيت الهيكل أثناء عملية التشكيل بالضغط لكل من الكتلة الحيوية لبروتين الطحالب و خلائط اللدائن الحرارية التي تحتوي على بوليمر بولي إيثلين. وأظهر طحلب الكلوريلا Chlorella سلوك بلاستيك حيوي أفضل من طحالب سبيرولينا Spirulina الدقيقة، بينما أظهرت سبيرولينا أداء مزيج أفضل.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

2- طرح الباحث محمود سلامة الهايشة [6] (2019) في بحثه أنه قد أجرى باحثون مصريون في جامعة بنها تجربة لأصص داخل بيت زجاجي لتقييم التحلل البيولوجي لنوعين من البلاستيك الحيوي المصنوع من معقد حمض اللاكتيك (PLA) في التربة مقارنة بنظيره المنتج من البولي إيثلين المقاوم للتحلل البيولوجي. وأظهرت الدراسة زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون المتصاعد، وزيادة الكتلة الميكروبية، وزيادة نشاط إنزيم Dehydrogenases في التربة المضاف إليها البلاستيك القابل للتحلل والمصنوعة من معقد حمض اللاكتيك Poly Lactic acid بزيادة فترة التحضين وتبين وجود زيادة في القياسات السابقة بنسبة كبيرة في التربة المضاف إليها البلاستيك القابل للتحلل مقارنة بالتربة المضاف إليها البلاستيك غير القابل للتحلل الحيوي. وكان من نتائج الدراسة حصول شرائح البلاستيك الحيوي من النوع Bio PLA المنتج من poly Lactic acid بنسبة نقاوة 100 % على أعلى قيم لفقد الوزن، وأقل قيم لمقاومة الشد مقارنة بشرائح البلاستيك الحيوي من النوع Ecovio المنتج من معقد حمض اللاكتيك بنسبة 45% ومعقد Ecoflex بنسبة 55 %، في حين سجلت شرائح البولي إيثلين نقصا طفيفا في الوزن خلال فترات التحضين. وتبين وجود ارتباط بين زيادة قيم فقدان الوزن، وخفض قيم مقاومة الشد للشرائح البلاستيكية القابلة للتحلل من ناحية وزيادة كمية ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة من التربة، والكتلة الحيوية الميكروبية ونشاط إنزيم Dehydrogenases

3- في دراسة قام بها Diogo Neves [7] (2023) اجريت في مركز الهندسة الميكانيكية و المواد و العمليات بجامعة كويمبرا بالبرتغال للمقارنة بين البلاستيك التقليدي نتيجة التحديات البيئية المتعلقة بسوء ادارة النفايات البلاستيكية أكثر وضوحا خلال جائحة كورونا كوفيد- 19 حيث تم استبدال المواد البتروكيماوية في تصنيع البلاستيك (البوليهيدروكسي ألكانواتPHA) الصناعي مع انواع (PHA) المنتج عن طريق بعض انواع البكتيريا و كائنات حية دقيقة أخرى على هيئة بوليمرات حيوية نتيجة التخمر للسكريات و الدهون كمصدر للطاقة ويمكن دمج أكثر من 150 مونومير لإنتاج بلاستيك حيوي و بالتالي يمكن تطبيقه صناعيا خاصة في عمليات التعبئة والتغليف للتطور نحو اقتصاد مستدام و دائري نتيجة لقدرة البوليمرات الحيوية للتحلل في فترات وجيزة من الزمن

جدول 1- مقارنة بين البلاستيك التقليدي (البترولي) و البلاستيك الحيوي

معايير المقارنة	البلاستيك الحيوي	البلاستيك البترولي
قابلية التحلل	كليا أو جزئيا	غير قابل
الاستدامة	نعم	لا
التفكك في البيئة	قابلة للتحلل البيولوجي و التحلل و التحول إلي سماد	قابلة للتحلل بواسطة الأكسدة جزيئيا
مجموعة البوليمر	محدودة السلسلة ولكنها تنمو  بوليمير حيوي (جزي النشاء) مونومير (الجلوكوز)	البوليمر واسع طويل السلسلة سلاسل متكررة طويلة جدا يتكون البلاستيك من غاز الايثلين و مواد بترولية و بعض الملينات التي تزيد المرونة  بوليمير مثل البولي أثيلين و مونومير مثل الاثيلين 

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الوقود الأحفوري في تصنيعه	عادة ما تكون منخفضة	مرتفعة نسبيا
استخدام الأراضي و البيئات الصالحة للزراعة	هي مصدره	لا علاقة به

طرق البحث (Materials methods) :-

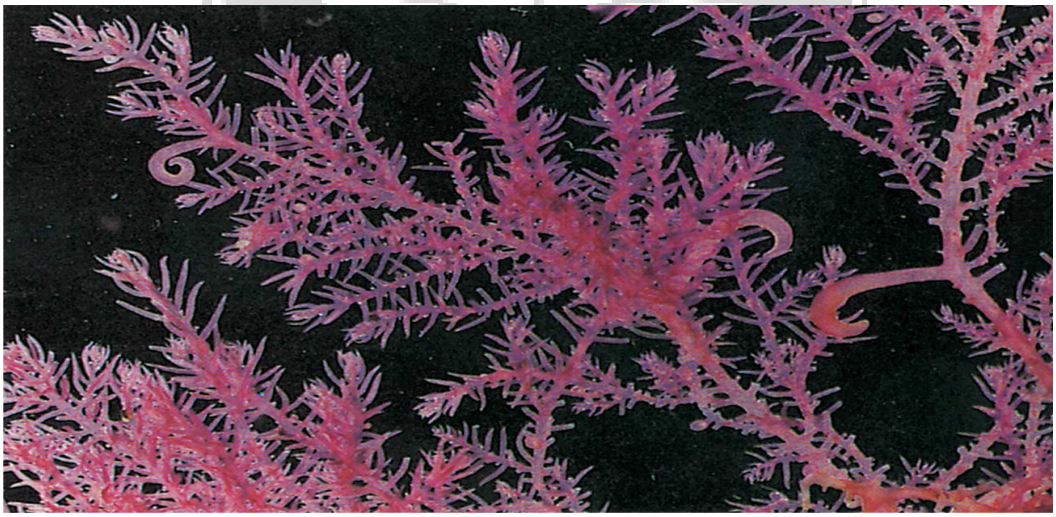
تم اجراء التجارب في

- معامل شركة دالتا العلمية

- Sadeem Co.For Laboratories Technology

1- تجمع العينات:

لإزالة الشوائب والأتربة العالقة عليها، تم جمع عينات من الطحالب الحمراء Galaxaura تم غسل العينات جيدا بماء البحر ومن ثم تم نقلها إلى المختبر تركت العينات عدة أيام لتجف بدرجة حرارة الغرفة، ثم طحنت وخّزنت بمعزل عن الرطوبة لحين الاستخدام



شكل (1) الطحالب الحمراء البحرية المصنع منها الآجار الركيزة الاساسية لتكوين البلاستيك الحيو

2- استخلاص الآجار من الطحالب البحرية:

- ✓ تم الاستخلاص بالطريقة الطبيعية باستخدام الأوتوكلاف (Autoclave) لمدة ساعة واحدة بدرجة حرارة C° 120 حيث وُضعت 50 g من الطحلب الجاف في 2000 ml من الماء المقطر

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- ✓ رشح المحمول بواسطة قطعة قماشية ذات ثقوب قطرها 10 ميكرون.
- ✓ ترك المحمول في درجة حرارة الغرفة بهدف الحصول على خلاصة أغار جامدة.
- ✓ تم الحصول على الآجار بشكل بودرة باستخدام طريقة التجميد والتذويب وتعتمد على وضع الخلاصة في درجة حرارة (C° 10–). وفي اليوم التالي وضعت بدرجة حرارة الغرفة لخروج الماء منها و بعض الشوائب غير المرغوب بها كالأصباغ والسيللوز والبروتينات. وتعاد الخلاصة إلى الدرجة (-10C°) وهكذا تتكرر هذه العملية من 4 إلى 5 مرات من اجل التخلص من الماء الزائد والحصول على الآجار الطبيعي بشكل بودرة [8].

3. الأدوات و المواد المستعملة و طرق العمل:- Materials ,Tools and methods

الأدوات :- كوب زجاجي (Beaker) , ملعقة (Spatula) , حقنة (Injection) , طبق بتري (Petri dish)

المواد :- جلسرين (Glycerin) , ماء (Water) , جيلاتين (Gelatin) مسحوق الاجار (Agar Powder) **, ملون غذائي (Food Coloring)**

الأجهزة :-

مسخن SOLAB

ميزان إلكتروني حساس BOECO

حاضنة LBX Instruments

شكل (2) الأجهزة المستخدمة معمليا

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 11 Issue 02
December 2023
ISSN 2958-6119

4- تحضير أغشية البلاستيك الحيوي:

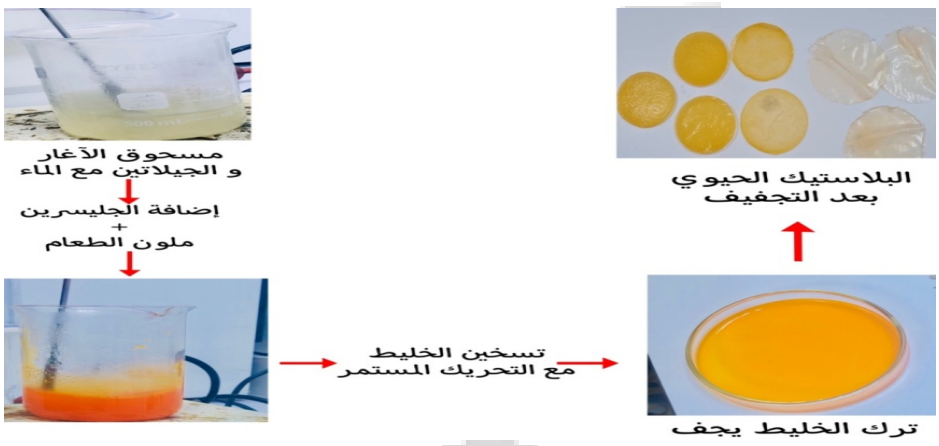
1- تم تذويب 5g من مسحوق الآجار مع (0.75 g) من الجلاتين في 200 ml من الماء مع التسخين في درجة حرارة (90C°) مع التحريك المستمر حتى يصبح المحلول متجانس.

2- ثم أضافة (7.5 ml) تدريجيا من الجليسرين باستخدام الحقنة مع التحريك.

3- ثم أضيف قطرات من ملون الطعام (برتقالي) والاستمرار في التقليب حتى أصبح قوامه هلامي.

4- بعد ذلك تم سكب الخليط في أطباق بتري (Petri dish) وتجفيفه عند درجة حرارة الغرفة لمدة ثلاثة أيام [9]

5- تم إزالة الاغشية البلاستيكية من الأطباق بعناية والنتيجة بلاستيك حيوي مرن للغاية



شكل (3) توضيح مراحل تصنيع البلاستيك الحيوي من الآجار

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

شكل (4) الغشاء البلاستيكي المصنع

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 11 Issue 02
December 2023
ISSN 2958-6119

5- التحلل الأغشية الحيوية المصنعة من الطحالب البحرية في الترب:

تم فحص التحلل الحيوي لأغشية البلاستيك الحيوي باختبار طمر في التربة لها أس هيدروجيني معتدل (PH =6) ، حيث طمرت بعض العينات في كؤوس زجاجية وتم وضعها في الحاضنة عند درجات الحرارة (20 C° , 35C°, 45C°) والبعض الأخر وضع في أصص وترك خارجا ، حيث طمرت العينات بعمق(10 cm) وتم استعادتهم بعد فترة من الزمن وتنظيفها من الأتربة العالقة عليها ووزنها.

تم حساب النسبة المئوية لفقدان الوزن باستخدام المعادلة التالية[10] (Hii et al .,2016)

حيث أن: % 100× M0 / (M0-M1) = فقدان الوزن (%)

حيث أن:

- M0 ا لوزن الأولي
- M1 الوزن النهائي

دراسة البنية المجهرية لعينة التحلل في التربة:

تم أخذ صور مجهرية لعينة الغشاء الحيوي المستخدمة في هذه الدراسة قبل إجراء ا عملية التحلل وبعد التحلل، وذلك باستخدام المجهر بقوة تكبير 20

شكل (5) تشكيل الأغشية و تصنيع بعض الادوات المنزلية من البلاستيك الحيوي

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 11 Issue 02
December 2023
ISSN 2958-6119

شكل (6) العينات التي تم وضعها في الحاضنة

شكل (7) الطمر الخارجي

6- مناقشة النتائج :-Results discussion

نتائج تأثير الرطوبة والكائنات الدقيقة

لمعرفة مدى تواجد الكائنات الدقيقة في انواع الترب المستخدمة في هذه الدراسة تم زرع عينات من التربة على اطباق بتري و كانت الأوساط الغذائية

-- سابرويد أجار Sabouroud Dextrose Agar(SDA)

بيئة اختيارية انتقائية محددة لنمو الفطريات الPH حامضي لا يسمح بنمو البكتيريا

--الاجار الطبيعي (N. Agar)

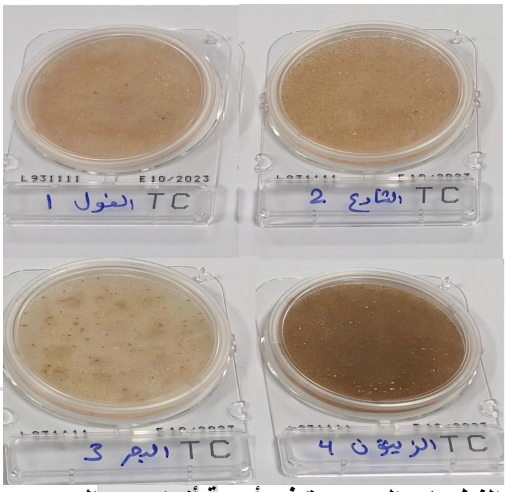
طبق بتري يحتوي على مستنبت غير محدد من مواد طبيعية عبارة على اجار مضاف اليه مغذيات (مرق اللحم ، مستخلص الخميرة) و من تم يمكن احصاء المستعمرات البكتيرية دون معرفة أنواع لان الاجار غير انتقائي الغرض منه فقط معرفة اعداد المستعمرات البكتيرية .

جدول (2) يوضح كمية الرطوبة وعدد المستعمرات الميكروبية من البكتيريا و الفطريات المتواجدة في الترب التي لها دور كبير في التحلل

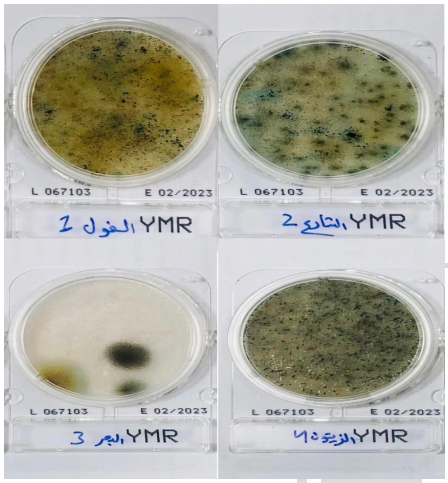
نوع الترب	الرطوبة	البكتيريا (Cfu \g)	الفطريات (cfu\g)
تربة نبات الفول	13.61%	2.21×10^3	4.51×10^3

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

تربة نبات الزيتون	18.052%	2.09×10^3	3.28×10^3
تربة الطرقات العامة	3.025%	6.25×10^3	2.32×10^3
تربة رمال البحر	3.161%	1.78×10^3	45



الفطريات الموجودة في أربعة أنواع من الترب



البكتيريا الموجودة في أربعة أنواع من الترب

على الوسط الغذائي (SDA)

على الوسط الغذائي (N. Agar)

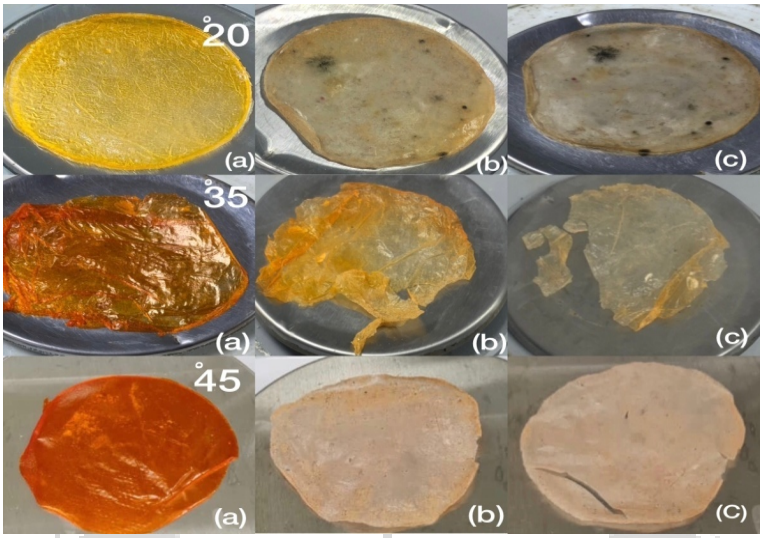
شكل (8) يوضح النمو للبكتيريا و الفطريات على الاوساط الغذائية لعينات الترب

نتائج التحلل للأغشية البلاستيكية الحيوية في أنواع الترب المختلفة:-

جدول (3) تحلل غشاء البلاستيك الحيوي المصنع من أجار الطحالب البحرية في تربة نبات الفول

درجة الحرارة / المدة (يوم)	°20		°35		°45	
	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)
0	3.558	–	0.225	–	0.68	–
7	2.351	33.92	0.218	3.11	0.24	64.71
14	1.149	67.71	0.101	55.11	0.18	73.53

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



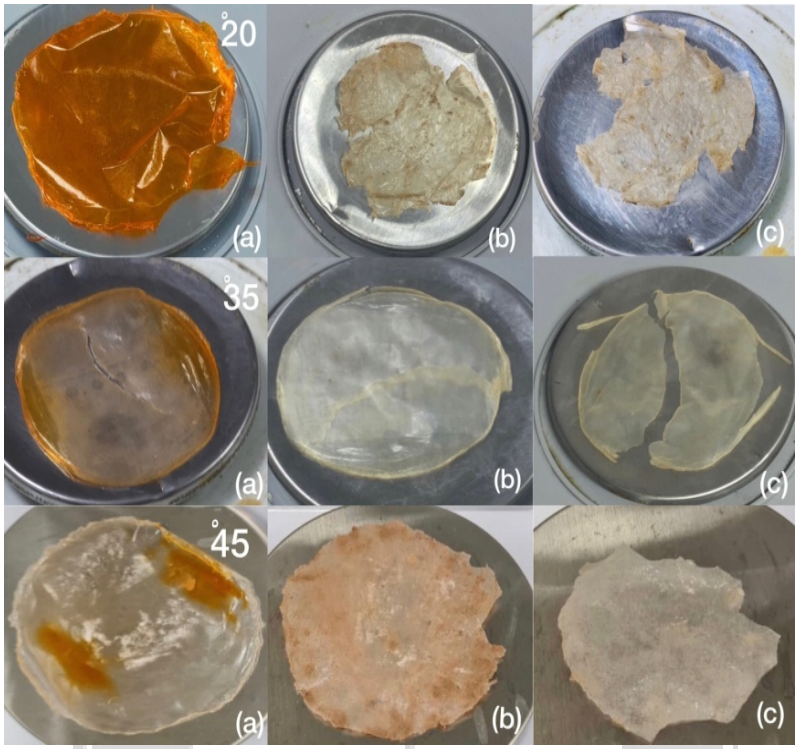
شكل (9) تحلل غشاء بلاستيك حيوي في تربة نبات الفول

(a) قبل بداية التحلل، (b) بعد مرور أسبوع، (c) بعد مرور أسبوعين

جدول (4) لتحلل غشاء البلاستيك الحيوي المصنع من أجار الطحالب البحرية في تربة نبات الزيتون

درجة الحرارة / المدة (يوم)	20°		35°		45°	
	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)
0	0.287	–	1.056	–	0.84	–
7	0.256	10.80	1.031	2.37	0.47	44.48
14	0.232	19.16	1.006	4.73	0.45	46.43

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (10) تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في تربة نبات الزيتون

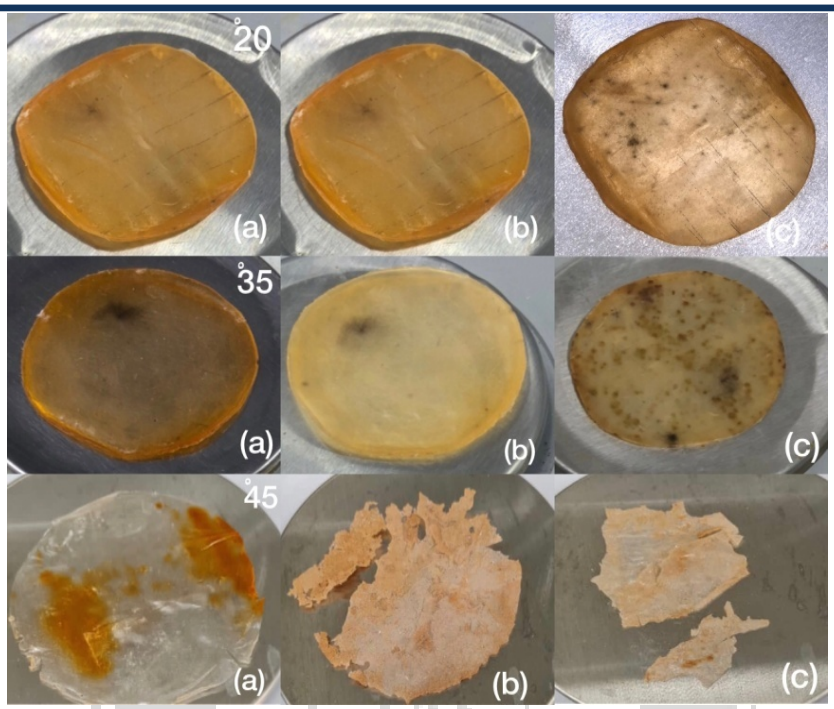
(a) قبل بداية التحلل، (b) بعد مرور أسبوع، (c) بعد مرور أسبوعين

جدول (5) لتحلل غشاء البلاستيك الحيوي المصنع من أجارالطحالب البحرية في تربة تربة الطرقات العامة المعرضة لعوادم السيارات

درجة الحرارة / المدة (يوم)	°20		°35		°45	
	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)
0	1.924	_	1.925	_	0.43	_
7	_	0	_	0	0.41	4.65
14	1.903	1.09	1.742	9.51	0.34	20.93

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 11 Issue 02
December 2023
ISSN 2958-6119



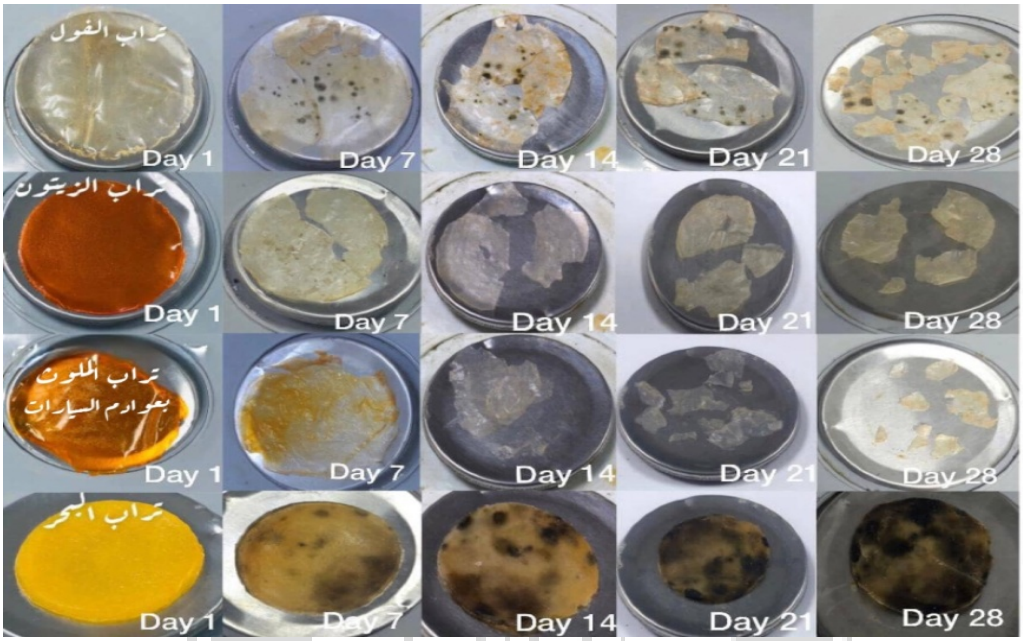
شكل (11) تحلل الغشاء في تربة الطرقات العامة المعرضة لعوادم السيارات

(a)قبل بداية التحلل ، (b) بعد مرور أسبوع، (c) بعد مرور أسبوعين

جدول (6) تحلل أغشية البلاستيك الحيوي في أربعة أنواع تربة بالطمر الخارجي لمدة من (7-- 28) يوم

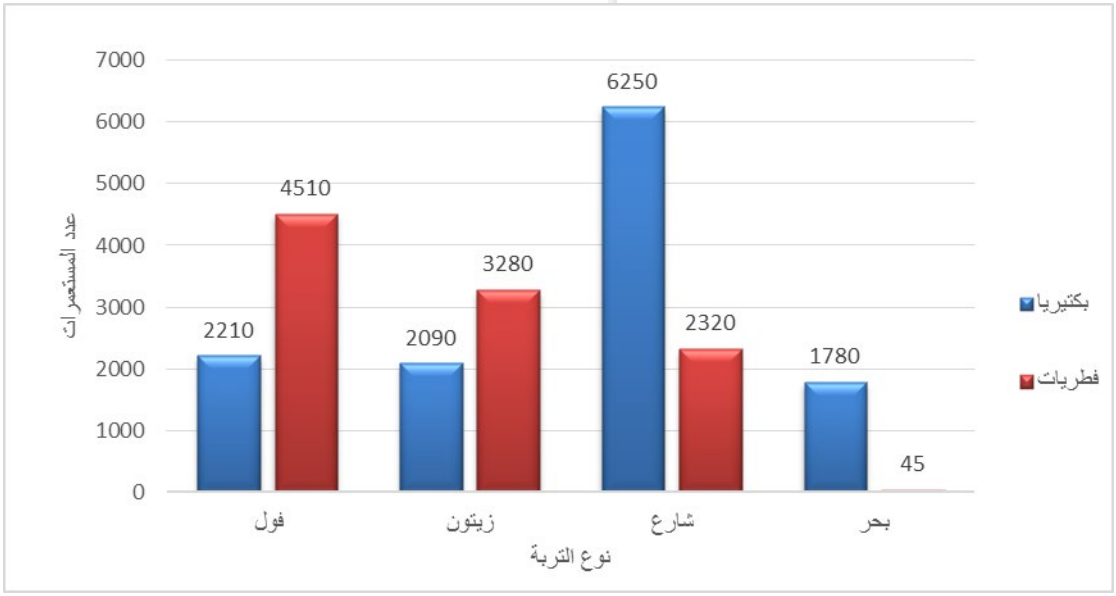
نوع التربة / مدة (يوم)	الفول		الزيتون		الشارع		البحر	
	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)	وزن الغشاء (g)	نسبة التحلل (%)
0	1.403	_	0.586	_	0.350	_	11.853	_
7	1.233	12.12	0.564	3.75	0.301	14	4.923	58.47
14	1.183	15.68	0.541	7.68	0.273	22	4.411	62.79
21	1.003	28.51	0.220	62.46	0.268	23.43	3.541	70.13
28	0.952	32.15	0.189	67.75	0.130	62.86	2.426	79.53

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (12) تحلل أغشية البلاستيك الحيوي في أربعة أنواع تربة بالطمر الخارجي لمدة 28 يوم

مناقشة نتائج تأثير الكائنات الدقيقة على تحلل الأغشية للبلاستيك الحيوي :-

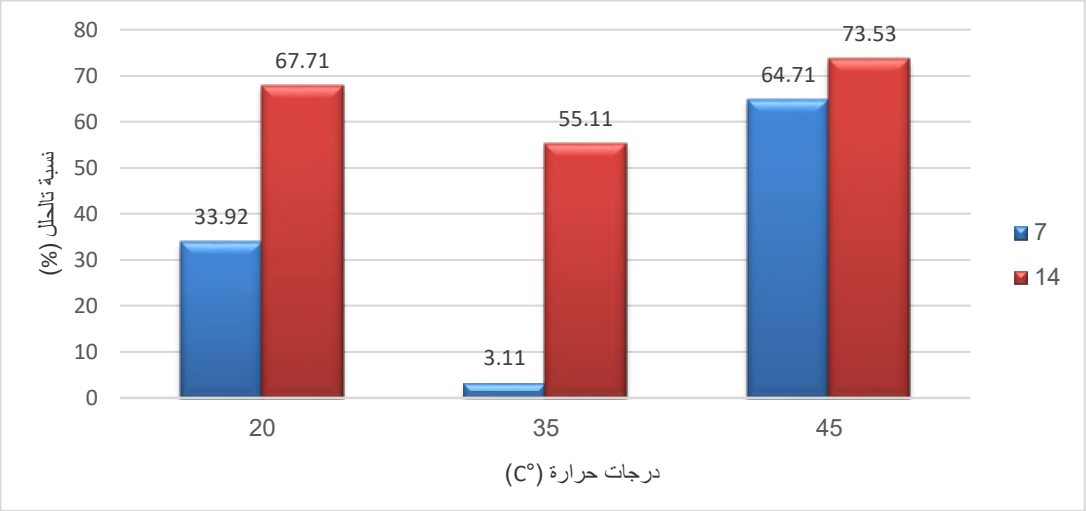


شكل (13) العلاقة بين أنواع الترب و أعداد المستعمرات البكتيرية

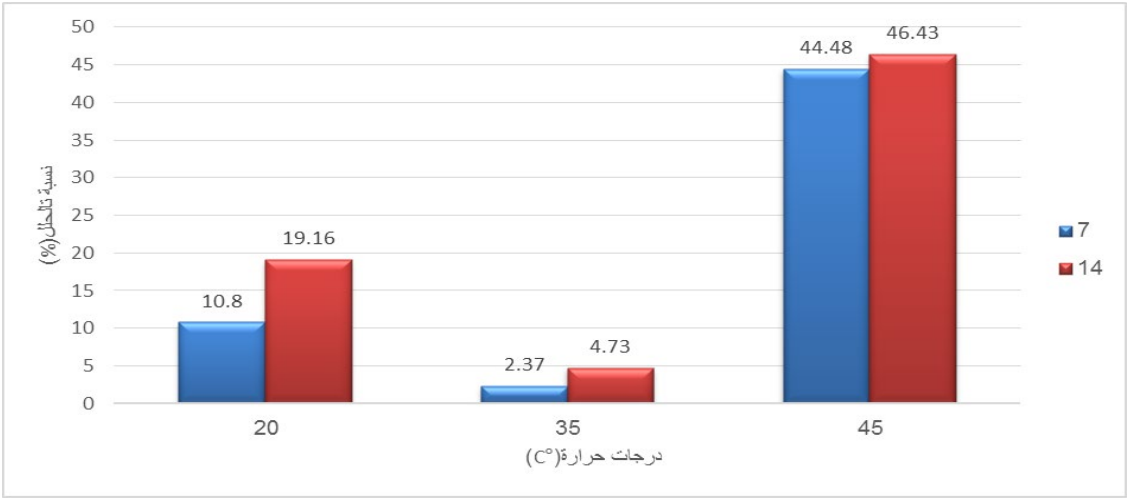
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يوضح الشكل السابق تأثير الكائنات الدقيقة وهي البكتيريا والفطريات على نسبة التحلل، ولوحظ من خلال الدراسة أن البكتيريا كانت أكثر نشاطا من الفطريات ولكن تواجد الفطريات أكثر من البكتيريا في الترب الزراعية ، أما البكتيريا تكون الجزء الأكبر في أنواع الترب الأخرى.

لذلك نلاحظ أن أعداد البكتيريا أعلى في تربة البحر عنها في انواع أخرى من الترب ، كما أن الفطريات تتأثر سلبياً بالملوحة العالية عكس البكتريا، كما لوحظ تواجد لأعداد اكبر للبكتيريا في تربة الطرقات العامة نظرا لأخذ العينة من السطح ووفرة المواد والمخلفات العضوية و CO_2 التي تتغذى عليها بشكل مبدئي قبل أن تقوم بتحلل البلاستك الحيوي. كما أن عدد المستعمرات يتأثر بالرطوبة فكلما زادت رطوبة التربة زادت المستعمرات، إلا أن الرطوبة تتأثر بالأملاح التي تعمل على امتصاصها.



شكل (14) العلاقة بين درجة الحرارة المختلفة ونسبة تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في تربة الفول



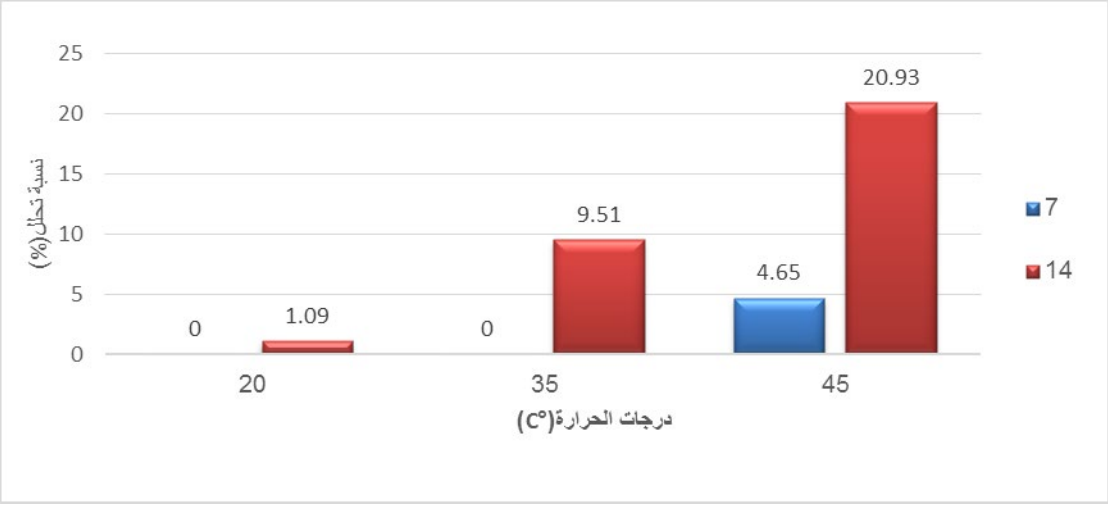
شكل (15) العلاقة بين درجات الحرارة المختلفة ونسبة تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في تربة نبات الزيتون

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

أظهرت النتائج أن العلاقة بين نسبة التحلل ودرجة الحرارة بصفة عامة علاقة طردية، ولكن يجب مراعاة أن لكل نوع من البكتيريا لها مدى تحمل للحرارة معين ، فنرى أن نسبة التحلل قلت عند درجة حرارة 35C° وذلك نتيجة لدخول البكتيريا في مرحلة الثبات (Stationary phase) و بالتالي حدث تثبيط في النمو البكتيري (عدد البكتيريا الحية يساوي عدد البكتيريا الميتة بحسب دراسة منحى النمو البكتيري) ولهذا تراجع النمو البكتيري نتيجة العوامل البيئية كنقص المواد العضوية وانخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثالية لنمو البكتريا

والفطريات التي تقدر بين (25c° إلى 30c°) السبب الذي يفسر نسبة تحلل أعلى عند درجة حرارة 20c°، ومن ثم ارتفعت نسبة التحلل عند درجة الحرارة 45c° نتيجة لنمو نوع أخر من البكتيريا و فطريات المحبة للحرارة وتكون أكثر نشاطا .

ولقد تحصلنا على أعلى نسبة تحلل 73.53% في تربة الفول و46.43% في تربة الزيتون عند درجة حرارة 45c° وذلك نتيجة لنمو الكائنات الدقيقة، وان انخفاض نسبة رطوبة عينات البلاستيك أدى إلى انخفاض وزنها، عموما كلما زادت مدة الطمر زاد التحلل بشكل واضح، كما لوحظ تكون مستعمرات على شكل دوائر بيضاء صغيرة في سطح العينة مما يوضح نشاط البكتريا اللاهوائية و الفطريات و اعتمادها بالتأكيد على عمليات التخمر و التنفس اللاهوائي نتيجة لنفاذ الأكسجين وانبعاث رائحة كريهة في الحضانة .



شكل (16) العلاقة بين درجة الحرارة المختلفة ونسبة تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في تربة الطرقات العامة

تشير النتائج أن رغم وجود أكبر عدد من البكتيريا في هذه التربة ألا أن نسبة التحلل قليلة فعند درجة حرارة 35C° 20 C°, لم يحدث أي تحلل في الأسبوع الأول و يعزى ذلك لاعتماد البكتريا على المواد العضوية والكربون الموجودة في التربة الذي يعتبر الغذاء الأول لها، أما في الأسبوع الثاني فإنها بدأت في التغذي على الغشاء البلاستيكي بكسر و فك الروابط الموجودة في البلاستك الحيوي من الكربون و الهيدروجين وبالتالي تم التحلل

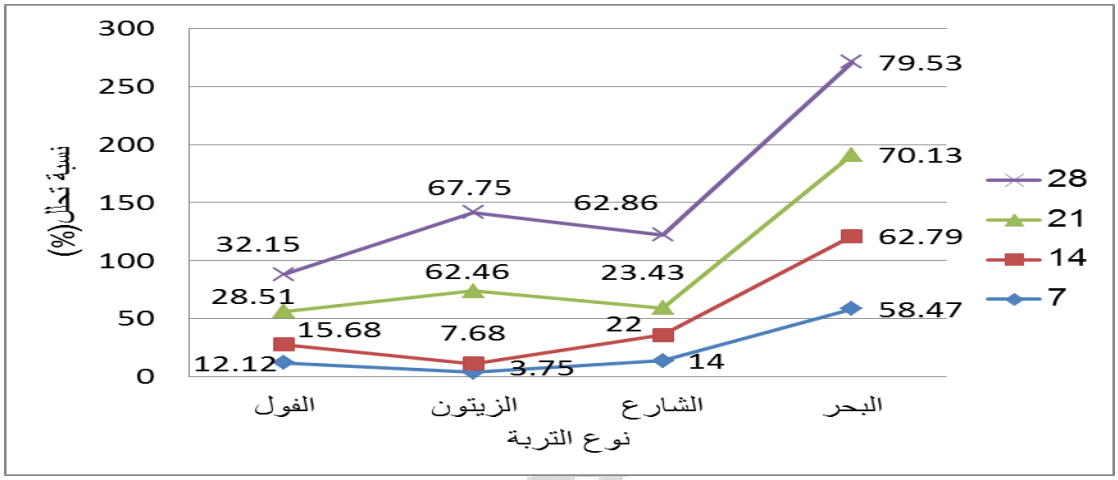
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

ولكن بنسبة قليلة نتيجة لقلة نشاط البكتريا، بالرغم من أن لكل نوع من البكتريا درجة حرارة مثلى للنمو بعدها تدخل في مرحلة الثبات والموت بسبب نقص الغذاء كما حدث في تربة نبات الفول و نبات الزيتون عند درجة

الحرارة 35C° إلا أن في تربة الطرقات العامة لم يحدث نقص في الغذاء وأيضا بسبب التحلل المائي حيث تمت إضافة الماء إلى التربة في الأسبوع الثاني عند هذه الدرجة.

أما عند درجة حرارة 45C° فنلاحظ وجود تحلل من الأسبوع الأول نتيجة لنمو بكتيريا جديدة لم تتغذى على المواد العضوية والكربون بشكل عام التي كانت متوفرة في التربة في درجات الحرارة السابقة ، وفي الأسبوع الثاني تحصلنا على أعلى نسبة تحلل 20.93 % .

العلاقة بين أنواع الترب المختلفة ونسبة تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في الطمر الخارجي



شكل (17) يوضح العلاقة بين أنواع الترب ونسبة تحلل غشاء البلاستيك الحيوي في الطمر الخارجي خلال مدة من 7 ايام الى 28 يوم

النتائج المتحصل عليها تبين لنا أن معدلات فقدان الوزن لعينات غشاء بلاستيك الحيوي بلغ 32.15% في تربة نبات الفول و 67.75 % في تربة نبات الزيتون و 62.86% في تربة الطرقات العامة ، 79.53 % في تربة رمال البحر خلال 28 يوم من الطمر في أصص معرضة لأشعة الشمس والأمطار ، وهذه النسب دليل على التغير الهيكلي للبوليمر وانفصال السلاسل البوليميرية التي تتأثر بالعديد من العوامل مثل PH التربة و نسبة الرطوبة ومدى توافر الكائنات الدقيقة واختلاف وزن العينة .

المصادر و المراجع :- (Sources and References)

1- Ganguly and Choudhary (2018), Plastic Pollution and Its Adverse Impact on the Environment and Ecosystem, Rajasthan, India: Rajasthan .University of Veterinary

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Medicine and Animal Sciences, page 35 GESAMP 2010,Input of plastic waste from land to ocean.45

2- WANG, Q. and NOMURA, C.T. A Survey of Biodegradable Plastics in the U.S. Journal of Bioplastics. New York, 36, 2010, pp: 18-23

3- SHAH, M. ; RAJHANS, S. ; PANDYA, H.A. and MANKAD, A.U. Bioplastic for future: A review then and now. World Journal of Advanced Research and Reviews, 9, 2, 2021, pp: 56–67.

4- JANG, S.S. ; SHIRAI, Y. ; UCHIDA, M. and WAKISAKA, M. Production of mono sugar from acid hydrolysis of seaweed. African Journal of biotechnology, 11, 8, 2012, pp: 1953- 1963.

5- Mark Ashton Zeller, Ryan Hunt, Alexander Jones, Suraj Sharma, Bioplastics and their thermoplastic mixtures from Spirulina and Chlorella microalgae, Journal of Applied Polymer Science, 2013.

6- محمود سلامة الهايشة ، البلاستيك الحيوي والمحافظة على البيئة ، موقع التقدم العلمي، 2019

7 - Diogo Neves The role bacterial polyhydroalkanoates(PHA) in a sustainable future ;A review of biodiversity, MDPI October 13,2023.

8 - ARMISEN, R. and GALATAS, F. Production, properties and uses of agar. In McHugh D.J
ed.), Production, properties and uses of agar. In McHugh D.J. (ed.), Production and) . Commercial Seaweeds. FAO Fish. Tech. Pap. 288, 1987, Utilizationof Products from ARMISEN, R. and GALATAS, F. Agar. In Phillips G.O.& Williams P.A. .pp: 1–57 (Eds.), Handbook of hydrocolloids, Cambridge. England. CRC Press, 2009, pp: 21-40.

9- Wu, Y. ; Geng, F. ; Chang, P.R. ; Yu, J. and Ma, X. Effect of agar on the microstructure and performance of potato starch film. Carbohydrate Polymers, 76, 2, .2009, pp: 299-304

10 - HII, S.L. ; LIM, J.Y. ; ONG W.T. and WONG C.L. Agar from Malaysian Red Seaweed As Potential Material For Synthesis Of Bioplastic Film. Journal of Engineering Science and Technology, 2016, 7, 1.

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية