

ISSN:2226-0722

المجلد ٢ العدد
٢٠١٥



المجلة العراقية للبحوث الصناعية



email: jiir@crid.industry.gov.iq
www.crid.industry.gov.iq

تصدر عن هيئة البحث والتطوير الصناعي/ وزارة الصناعة والمعادن

Vol.2 No.2
2015

ISSN:2226 - 0722



JOURNAL OF IRAQI INDUSTRIAL RESEARCH

Issue by: Corporation of Research and Industrial Development
Ministry of Industry and Minerals
email: jiir@crid.industry.gov.iq
www.crid.industry.gov.iq

Vol.2 No.2 2015

Journal of Iraqi Industrial Research

المجلة العراقية للبحوث الصناعية

تصدر عن
هيئة البحث والتطوير الصناعي
وزارة الصناعة والمعادن

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق - بغداد ٢١٠٠ لسنة ٢٠١٥

رئيس هيئة التحرير

الدكتور المهندس مظهر صادق سبع التميمي

مدير عام هيئة البحث والتطوير الصناعي

معاون رئيس التحرير

الخبير ماجد حسن علي

هيئة البحث والتطوير الصناعي

سكرتير التحرير

السيدة ربي عبد الرسول احمد

هيئة البحث والتطوير الصناعي

الهيئات الاستشارية

الجامعات العراقية

- ١- د. علي مطشر موسى / الجامعة التكنولوجية
- ٢- د. عبد الحسين موبت / جامعة بغداد
- ٣- د. مازن عمانويل الياس / جامعة بغداد.
- ٤- د. غسان حميد عبد المجيد / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .
- ٥- د. هادي طارش زبون / الجامعة التكنولوجية.
- ٦- د. محمد عبد عطية السراج / جامعة بغداد.

وزارة الصناعة والمعادن

- ١- د. سالم خليل اسماعيل
- ٢- د. جاسم محمد سلمان

الاستشاريين الدوليين

- ١- د. سابو توماس / جامعة المهاتا غاندي
- ٢- د. جمعة سليمان / الجامعة الوطنية الماليزية

هيئة التحرير

وزارة الصناعة والمعادن

- ١- د. فارس عبد الكريم حبيب
- ٢- الخبير رزاق عبيس
- ٣- د. ايناس محجن نعمان
- ٤- د. احمد انور علوان
- ٥- السيد رياض محمد نعمان
- ٦- الاستشاري الدكتور علوان نصيف
- ٧- الاستشاري الدكتور مالك ناهي
- ٨- الاستشاري الخبير اسامة عبد المجيد

الجامعات العراقية

- ١- د. عماد عبد الحسين / جامعة النهريين
- ٢- د. علي هادي عبد المنعم / الجامعة التكنولوجية
- ٣- د. ستار بدر سدخان / جامعة بابل
- ٤- د. احمد عبد الرسول احمد / جامعة بغداد
- ٥- د. سعد عبد الرضا / الجامعة المستنصرية
- ٦- د. عبد الكريم عبد الرحمن / جامعة النهريين
- ٧- د. تغريد هاشم النور / كلية ابن الهيثم / جامعة بغداد
- ٨- د. ابتهاج عبد الرحيم / كلية الطب البيطري / جامعة بغداد

المحتويات

عنوان البحث	الصفحة
اثر الظروف البيئية المختلفة على مياه الشرب المعبأة في قناني بلاستيكية نوع البولي اثيلين تيرافثاليت ٨-١ رياض مجيد علوان ، قريش عباس كاظم , ايسر عبد المجيد ، نور عدنان قاسم، رؤى جلاء مهدي ، وعلوان نصيف جاسم	
الطريقة المثلى لقياس تركيز الغبار الخارج من مداخن معامل السمنت العراقية.....١٧-٩ حسين جراد حمد ، قصي عبد الهادي عبد الامير ، مثنى نعمه رسن ، أمجد فرحان عبد الحميد	
دراسة تقليل الانبعاثات الغازية من المركبات للمحطات التحويلية النموذجية للمخلفات الصلبة البلدية ٢٤-١٨ وداد حمد شعبان ، عماد سلمان كاظم ، صفاء حمزة عبد الحسين	
دراسة الفعالية البايولوجية للفينولات المعزولة من القرنفل (كمادة مطهرة).....٢٩-٢٥ فارس عبد الكاظم دخنة ، فلاح حسن احميدي، شهباء محمد جواد، علي عواد محمد، عبد المجيد حطاب.	
قدرة الايقاف الكلية للإلكترونات في فلوريد الليثيوم LiF وبوريت الليثيوم Li2B4O7 ٣٨-٣٠ مصعب عماد محمد , صباح محمود امان الله , صباح جلال فتحي	

تعليمات النشر

يرجى أتباع التعليمات التالية قبل تقديم ورقتك العلمية للنشر. إن ترتيب أبواب بحثك العلمي ينبغي أن يكون كما موضح في أدناه. ينبغي كتابة البحث العلمي بصورة دقيقة وبلغة علمية خالية من الأخطاء. يقدم البحث مكتوباً ومطبوعاً على ورقة من حجم (A4) معدة باستخدام برنامج التحرير (Microsoft Word) وباستخدام الخط العربي من اعدادات (Simplified Arabic) حجم ١٠ نقطة في عموم المتن (الا في حالة العنوان وغيره) اذا كان البحث مكتوباً باللغة العربية. أما للبحث المكتوب باللغة الانكليزية فتكون اعدادات اللغة هي (Time New Roman, 10 regular) ما عدا العناوين وغيرها. ستكون بحاجة الى تقديم أربع نسخ ورقية من بحثك خلال فترة التقييم. أما بخصوص البحث الذي خضع للتقييم وتم اجراء التعديلات النهائية عليه فعليك تقديم نسخة الكترونية على قرص ليزري اضافة الى نسخة ورقية. يتم تقديم البحوث إما عن طريق البريد الالكتروني jiir@crid.industry.gov.iq أو البريد الاعتيادي كما معنون أدناه.

المجلة العراقية للبحوث الصناعية
وزارة الصناعة والمعادن/هيئة البحث والتطوير الصناعي
الجادرية/ مجمع وزارة العلوم والتكنولوجيا
بغداد - العراق

يرجى تقديم طلب رغبتك بنشر بحثك العلمي في المجلة العراقية للصناعة في ورقة مفردة معنونة الى مدير هيئة التحرير أو أحد أعضاء هيئة التحرير.

تعليمات أعداد الورقة العلمية (البحث):

- **العنوان:** يتألف من عدد محدود من الكلمات ولا يزيد عن عشرين كلمة ويعبر بشكل دقيق وموجز عن مضمون البحث المقدم. العنوان الانكليزي يكتب في حالة الاحرف الابتدائية الكبيرة باستثناء حروف الجر والعطف والربط مثل (as, because, for, or, and, in). للكلمات المفصولة بفاصلة (-) يكون حرفي البداية كبيرة اما الكلمة الثانية فتكون صغيرة الاحرف اذا كانت الكلمة فعل. يجب أن لا يحوي العنوان على كلمات مثل "أصيل" غير مسبوق "متميز" ولا مختصرات غير معرفة.
حجم الخط: ١٤ نقطة. نوع الخط: غامق.
- **أسم الباحث:** يذكر أسم الباحث كاملاً دون مختصرات الا في حالة النشر باللغة الانكليزية. لا يذكر عنوان الباحث أو درجته العلمية ويشار بعلامة فارقة الى الباحث المسؤول عن المراسلات بينه وبين المجلة العراقية للصناعة ويكون نائباً عن بقية المساهمين في البحث أمام هيئة تحرير المجلة. كما يقع على عاتقه مسؤولية ابلاغ بقية الباحثين المساهمين بنتائج التقييم العلمي والتعديلات المطلوبة.
حجم الخط: ١٠ نقطة. نوع الخط: عادي.
- **عنوان مقر عمل الباحث الوظيفي:** يذكر عنوان مقر عمل الباحث الوظيفي مباشرة تحت أسمه. يبدأ العنوان بالقسم العلمي – الكلية – الجامعة – المدينة – البلد.
حجم الخط: ١٠ نقطة. نوع الخط: مائل.

مثال:

على احمد سعيد^{١*}, رائد نوري محمد^٢

١ قسم الكيمياء, جامعة بغداد, الجادرية, بغداد, العراق.

٢ مركز بحوث ابن البيطار, هيئة البحث والتطوير الصناعي, وزارة الصناعة والمعادن, بغداد, العراق.

- **العنوان الالكتروني:** ينبغي ادراج البريد الالكتروني للباحث المسؤول عن المراسلة في أسفل الصفحة الاولى بعد أسماء الباحثين وعناوينهم.
حجم الخط: ١٠ نقطة. نوع الخط: مائل.
- **الخلاصة:**

يجب ان تحتوي الخلاصة على الأقل ٢٠٠ كلمة وعلى الباحث ان يوضح النقاط المهمة من أهداف للبحث المطلوب ونتائجه العملية واستخداماته ولا تحتوي الخلاصة على مصادر.

نوع الخط: Simplified Arabic. حجم الخط: ١٠ نقطة. مسافة الخط: single.

- **الكلمات المفتاحية:** يكون الباحث بحاجة الى أربع كلمات مفتاحية على الاقل ذات وينبغي أن تكون الكلمات ذات دلالة مباشرة لمضمون البحث وموضوعه العلمي.
حجم الخط: ١٠ نقطة. نوع الخط: عادي.

الترتيب للبحث

مقدمة

التجارب العلمية

النتائج والمناقشة

الاستنتاجات

شكر وتقدير

المصادر

في حالة البحث باللغة الانكليزية تكتب الخلاصة بالعربي وتوضع في نهاية البحث والعكس يعمل به أيضاً.

– **المتن:** ويتألف من الفصول التالية الذكر. تكون عناوين الفصول غير مرقمة ومرتبطة وفق حجم خط ١٠ نقطة غامق. أما العناوين الفرعية فيمكن ترقيمها بالحروف الابجدية. تسلسل الفصول: المقدمة، الطرق العلمية أو المختبرية، النتائج والمناقشة: الاستنتاجات، الشكر (أن وجد)، المراجع.

متن البحث يكتب بخط حجم ١٠ عادي من اعدادات (Simplified Arabic).

– **الاشكال والجدول:** يتم ترتيبها بشكل متناسق مع المتن ويذكر الشكل أو الجدول بعد أقرب نهاية جملة. يشار في أقرب هامش اذا كان الشكل أو الجدول مأخوذاً من مصدر آخر. وينبغي الإشارة في المتن الى جميع الأشكال المدرجة في البحث.

– **الأشكال:** يكون الشكل واضح المعالم حتى عند تكبيره ولا يوضع بداخل مربع ويكون المربع هو تنمة ضلعي محاور الرسم الرأسية والأفقي المتقابلتين (لذا لا يتم وضع اطار خارجي للشكل الا في الحالات القصوى). يتم اعداد الأشكال في ملفات مفصولة من نوع (tif) عالية الدقة. أما الجدول فيدرج ضمن المتن. **عنوان الشكل يدرج في أسفل الشكل بحجم خط ١٠ نقطة غامق.** يجب أن تكون عناوين المحاور الرأسية والأفقية مقروئة بشكل واضح وذات اعدادت ثابتة في جميع الأشكال.

– **الجدول:** ترتب الجداول بشكل واضح لتخدم عرض المعلومات بشكل غير مربك. أما **عنوان الجدول فيكون في أعلى الجدول. يكتب العنوان بخط حجم ١٠ غامق.** يتم استخدام الشبكة البسيطة (grid) الخالية من الظل أو الخطوط المزدوجة بحيث تتيح قراءة المعلومات الموجودة داخل الجدول. **يوضع عنوان كل حقل في المنتصف وبحجم ١٠ نقطة غامق** ويحتوي على وحدات القياس.

– **المراجع:** تدرج المراجع في نهاية البحث العلمي ويرقم كل مرجع برقم منفرد موضوع بين قوسين مربعين []. يشار الى كل مرجع داخل المتن بنفس رقمه في نهاية البحث (فصل "المراجع"). تذكر المراجع بالشكل التالي:

١. المجلة العلمية

[١] أسم المؤلف، "عنوان البحث"، المجلة العلمية، المجلد، رقم الصفحة الاولى – رقم الصفحة الأخيرة، رقم المجلد و السنة. [١] عدنان احمد خضر، "دراسة بعض الخواص الفيزيائية لمتراكبات بوليميرية"، المجلة العراقية للبحوث الصناعية ، ٥ (٢٠١٤) ٧-١٤.

٢. الكتاب

[١] أسم المؤلف، "عنوان الكتاب"، الناشر، المجلد، رقم الصفحة ذات الصلة بالمرجع أو بداية ونهاية الفصل المعني، السنة. [١] نعمان احمد وجمال رياض، "البلاستيك واستعمالاته"، دار النصر للطباعة والنشر والتوزيع، ص ٤٨، (٢٠١٤).

المراجع المأخوذة من مجلدات المؤتمرات تكتب كما هو في أعدادات مراجع الكتب أعلاه باضافة رقم المجلد بعد جهة النشر.

• تكتب الخلاصة للبحث وعنوانه وأسماء الباحثين وعناوين مقر عملهم الوظيفي باللغة الانكليزية في حالة البحث باللغة العربية وتوضع في النهاية بعد المصادر.



اثر الظروف البيئية المختلفة على مياه الشرب المعبأة في قناني بلاستيكية نوع البولي ايثيلين تيرافثاليت

رياض مجيد علوان¹، قريش عباس كاظم²، ايسر عبد المجيد¹، نور عدنان قاسم¹، رؤى جلاء مهدي¹، وعلوان نصيف جاسم^{1*}

¹المركز الوطني للتعبئة والتغليف، هيئة البحث والتطوير الصناعي، وزارة الصناعة والمعادن، بغداد، العراق.
²مركز البحوث الكيميائية والبيروكيميائية، هيئة البحث والتطوير الصناعي، وزارة الصناعة والمعادن، بغداد، العراق.

* e-mail: anjassim@yahoo.com

الخلاصة:

تم اختيار مجموعة من قناني البولي ايثيلين تيرافثاليت (PET) المعبأة بمياه الشرب ماركة الشذر من خط الانتاج مباشرة من معمل المصاييح الكهربائية/ وزارة الصناعة والمعادن العراقية. وتم في بحث سابق دراسة اثر تعرض القناني البلاستيكية نوع PET المعبأة بمياه الشرب الى ظروف التجميد والتسخين عند درجة حرارة 85 مئوية ولفترات طويلة. وفي هذا البحث تمت دراسة تعرض قناني مياه الشرب الى الظروف الجوية واشعة UV-A ولفترات طويلة. في نهاية التجربة درست خواص عينات من البوليمر PET بعدة طرق منها (FT-IR, AFM, DSC and XRD) اضافة الى اطياف الاشعة UV-Vis. قورنت هذه النتائج مع مثيلاتها من البوليمر الجاف و بوليمر القناني المملوءة بالماء والمخزونة في الظلام. كذلك تم تحليل الماء المعبأ في تلك العبوات بجهاز HPLC وجهاز UV-Vis لتحديد نوع وتراكيز استرات الفثاليت الناتجة عن تفكك البوليمر PET او المهاجرة من البوليمر الى الماء. اكدت هذه التحاليل والفحوصات وجود استرات الفثاليت الخطرة على صحة الانسان في مياه جميع تلك النماذج مع تغير واضح في بلورية البوليمر PET.

كلمات مفتاحية: | البولي ايثيلين تيرافثاليت | استرات الفثاليت | الاشعة فوق البنفسجية | الاشعة السينية |.

©2014 Commission of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1- المقدمة:

شاع في العقود الاخيرة استخدام البوليمرات في مختلف شؤون الحياة العامة لما تتمتع به من صفات جيدة مناسبة لكافة الصناعات. على وجه الخصوص، نال بوليمر البولي ايثيلين تيرافثاليت (PET) اهتماما كبيرا من قبل الباحثين والصناعيين لما يتمتع به من صفات عزلية وحرارية وحجزية جيدة مع شفافية ومثانة عالية جعلته مناسباً للعديد من الصناعات. وعلى قدر تعلق الامر ببحثنا هذا استعمل PET في صناعة عبوات حفظ مياه الشرب والعصائر والمياه الغازية. ان البولي ايثيلين تيرافثاليت (PET) وهو بوليمر طويل السلسلة يعود للعائلة الاصلية البولي استرات. ويصنع من تفاعل حامض التيرافثاليك والايثيلين كلايكول. ان مادة ال PET يشكلها النقي مادة شبه متبلورة شبيهة بالزجاج تم اكتشافها من قبل (Du Bont) من خلال بحثه عن بوليمرات مشكلة للالياف [1و2]. ويتطور العلوم والتقنيات اصبحت مادة PET تمثل اكثر من (50%) من المواد التي تنتج او تصنع منها الالياف [3]. وتستخدم هذه المادة لوحدها او مخلوطة مع القطن او الصوف وذلك لغرض الحصول على منتجات تقاوم الغسل والتمزق وبذلك فهي تضيف الى الانسجة خاصية المقاومة والديمومة. يصنع من هذه المادة افلام التصوير والاشعة ومعدات التخزين المرنة كما وانها تسلك بالالياف الزجاج ويصنع منها قوالب الصب. في بداية السبعينات ومع تطور تقنيات القوالب انتج منها قناني خفيفة الوزن، قوية غير قابلة للكسر [4, 5]. ويمتاز هذا البوليمر بالشفافية، النقاء، الامان، مواصفات حجزية جيدة، خفة الوزن، مقاومة التسرب مع مرونة في التصميم وسهولة اعادة تدويرها [6]. اشرت بعض المعلومات مؤخراً بأن هناك خطورة في تعبئة الماء في قناني PET اذ تفيد هذه المعلومات بوجود انحلال لبعض مركبات البلاستيك في الماء بسبب الظروف البيئية المختلفة [7, 8]. ان من اهم المواد البلاستيكية المستخدمة في صناعة قناني تعبئة المياه هي مادة البولي ايثيلين تيرافثاليت والتي وجدت لها رواجاً كبيراً في الاستعمال في مجال التعبئة والتغليف لما تتمتع به من خواص ميكانيكية وصلادة جيدة ومقاومة للزحف ومرونة عالية تزيد من مقاومتها للكسر تحت تأثير الضغط كما ان لها خواصاً حجزية جيدة وقابلية على امتصاص الماء منخفضة مع قوة شد عالية مع شفافية ونعومة ملمس عند التصنيع كل هذا جعلها تستخدم على نطاق واسع في صنع قناني تعبئة المياه والعصائر [9]. تم اختيار مجموعة من قناني الماء نوع PET والتي سحبت بعد انتاجها مباشرة من قاعة انتاج معمل احد مصانع انتاج المياه المعبأة التابعة لمعمل المصاييح الكهربائية / وزارة الصناعة والمعادن لغرض اجراء الاختبارات والفحوصات عليها اذ تم تعريض مجموعة منها الى عدة انواع من الاجهادات (التعرض لأشعة UV-A والتعرض لظروف جوية طبيعية) ولفترات زمنية طويلة مع اجراء الفحوصات والتحليل للماء ولمادة ال PET للوصول الى النتائج التي تبين صحة المعلومات المنشورة حول هذه المادة. اهتم العديد من الباحثين بدراسة اثر الظروف البيئية والمختبرية المختلفة على عبوات PET المستعملة في تعبئة مياه الشرب والعصائر والمشروبات الغازية [10-21]. يمتاز بحثنا هذا بالمدة الطويلة (عدة شهور) لتعرض النماذج للظروف البيئية المختلفة وحسب علمنا انها الدراسة الاولى من نوعها في العراق التي تتطرق الى دراسة استرات الفثاليت في مياه الشرب المعبأة في قناني PET.

2- الطرق العلمية والمختبرية للبحث:

1- المواد والاجهزة المستخدمة :

- قناني PET مملوءة بالماء سعة 500 مل ماركة (الشذر) مجهزة من معمل المصاييح الكهربائية التابع لوزارة الصناعة والمعادن وتم سحبها من الانتاج مباشرة وحفظت في الظلام لضمان عدم تعرضها الى اية مؤثرات بيئية.
- مصباح توليد اشعة (UV-A) نوع (UV Type 3/29-51).
- جهاز قياس شدة الضوء (Lightmeter) نوع (E A 30) امريكي الصنع .
- جهاز (UV-Vis) نوع (Labo med-UVD-3500) امريكي الصنع .
- جهاز المسعر الحراري التفاضلي DSC نوع (shimadzu-DSC60) ياباني الصنع .
- جهاز حيود الاشعة السينية XRD نوع (shimadzu-XRD-6000) ياباني الصنع .
- جهاز FTIR نوع (FT-IR-8400S) ياباني الصنع .

- جهاز HPLC نوع (Waters-2487) امريكي الصنع .
 - مجهر القوة الذرية نوع (Scanning probe microscope SPM) من شركة (Angstrom Advanced Inc.) الامريكية.
 - المواد الكيماوية القياسية (حصلنا عليها من شركة Alfa Aesar الالمانية) :
 - Di – methyl phthalate (DMP), Di – ethyl phthalate (DEP), Di – (2-ethyl hexyl) phthalate (DEHP), BPA diglycidyl ether (BADGE), Butyl benzyl phthalate (BBP) & Di-n-butyl phthalate (DBP) .

2- النمذجة :

أخذت (100) قنينة مملوءة بالماء سعة (500) مل سحبت مباشرة من خط الانتاج لمعمل الشذر التابع لمعمل المصباح الكهربائي / لوزارة الصناعة وقسمت الى ثلاثة مجاميع :

المجموعة الاولى / لم يتم تعريضها لأي إجهاد حفظت في مكان مظلم وبدرجة حرارة الغرفة .
 المجموعة الثانية / وضعت على سطح الطابق الثاني للبنية لتعريضها للعوامل الجوية الطبيعية.
 المجموعة الثالثة / عرضت الى اشعة ال UV- A من مصدر ضوئي .

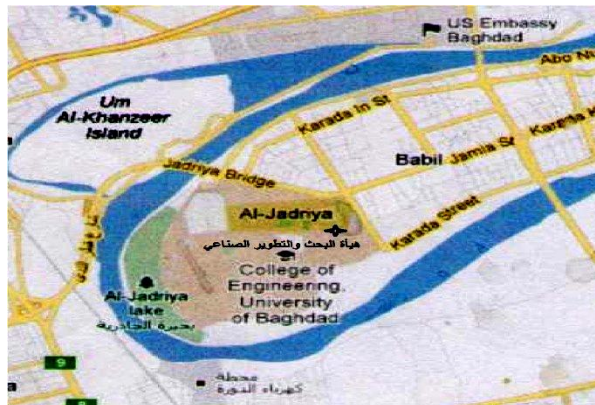
بالإضافة الى المجموعة الرابعة وهي عبارة عن سحب قناني فارغة مباشرة من خط الانتاج قبل ملئها بالماء وحفظت في مكان مظلم.

التعرض للظروف الجوية :

عرضت النماذج الى الظروف الجوية الخارجية لدراسة تأثيرها بالإجهادات البيئية الطبيعية من اشعة شمس وضغط جوي ورطوبة ودرجات حرارة متغيرة وبصورة مستمرة (للفترة من شهر شباط الى شهر تشرين الاول من عام 2012) اذ تركت النماذج بوضع عامودي فوق سطح الطابق الثاني من البنية لتعرض للظروف البيئية. الشكل (1) يمثل خارطة لموقع البنية من مدينة بغداد اخذت من موقع (Google Maps) والجدول (1) يعطينا معدلاً لمتغيرات الظروف البيئية في تلك الفترة وحسبت معدلاتها شهرياً لإعطاء صورة واضحة عن الظروف التي تعرضت لها نماذج التجربة . وتمت الاستعانة بالموقع (www.wunderground.com) لجمع هذه المعلومات .

جدول (1): معدل الظروف البيئية التي تعرضت لها النماذج للفترة من شباط - تشرين الاول 2012

الشهر	شباط	أذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	أب	ايلول	تشرين الاول
درجة الحرارة (م ⁰)	18	22	32	37	42	46	44	40	36
الرطوبة (%)	72	35	45	19	16	15	17	21	25
الضغط عند مستوى البحر (باس.س)	1017	1016	1010	1007	1002	998	1001	1006	1011
الرياح (كم/س)	11	9	11	11	10	10	10	7	8
امطار (مم)	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
الرؤية (كم)	7	7	6	5	5	6	6	7	2



الشكل (1): خارطة تبين موقع البنية التي تمت فيها التجربة وتقع في منطقة الجادرية الى الجنوب الغربي من العاصمة بغداد اخذت من موقع (Google Maps)

التعرض لاشعة ال UV- A :

عرضت قنيتان مملوءتان بالماء الى ثلاث مصادر لأشعة UV-A المشابهة في طبيعتها لأشعة ضوء الشمس . طول كل مصباح (28.7cm) وقطره (1.6 cm) وجعلنا المسافة بين قاعدة المصادر الضوئية والنماذج 5 cm . طول كل مصدر (15 cm) وشدة الاشعاع على سطح النماذج كانت (2345 lux) قيست بجهاز Wide Range Light Meter – EA30 امريكي الصنع. اجريت هذه التجربة في حجرة سحب الغازات لتلافي اثار الازون المتكون واحيطت المنظومة بصندوق مغلف بصفائح الالمنيوم منعاً لتسرب الاشعة فوق البنفسجية الضارة. والصورة (1) تبين هذه المنظومة.



صورة رقم (1): منظومة تعرض القناني لاشعة UV-A

بدون اجهاد :

الاحتفاظ بعينات من قناني الماء واخرى فارغة في مكان مظلم وبدرجة حرارة الغرفة لضمان عدم تعرضها الى أي نوع من الاجهادات. والجدول (2) يبين عدد الايام وساعات الاجهاد التي تعرضت لها عينات البحث.

جدول (2): عدد ساعات التعرض للظروف البيئية.

عدد ساعات التعرض الفعلية	التاريخ		طبيعة التعرض للظروف البيئية
	الى	من	
5664	2012-10-4	2012-2-12	التعرض للظروف الجوية
574	2012-10-4	2012-5-14	التعرض لاشعة UV-A
5664	2012-10-4	2012-2-12	الخزن في الظلام وبدرجة حرارة الغرفة

ملاحظة :- عند حساب الايام والساعات اخذ بنظر الاعتبار ساعات الدوام للرسمي وانقطاع التيار الكهربائي والعطل الرسمية.

3. النتائج والمناقشة:**1- فحوصات الاشعة تحت الحمراء FT – IR :**

عموماً أن اطراف امتصاص الاشعة تحت الحمراء تعطينا فكرة واضحة عن المجاميع الفعالة الموجودة في المركب . والشكل (2) يمثل طيف الامتصاص للبوليمر (PET) المأخوذ من جدار عبوة فارغة وسبق واحتفظنا بها في الظلام وبدرجة حرارة الغرفة ولم تتعرض لأية تغيرات بيئية . ان هذا الشكل يمثل الطيف المعروف للبوليمر (PET) [24-22] وان حزمة الامتصاص المميزة لمجموعة الكربونيل (c=O) تظهر بحدود 1730cm^{-1} . كذلك نلاحظ حزمتان مركزتان بحدود 1263cm^{-1} و 1097cm^{-1} تقابل او تمثل المجاميع الكربونية (c- groups) في البوليمر. ان القمم المزدوجة فيها (doublet) مؤشر على ان البوليمر PET شبه متبلور في طبيعته . ويوجد ايضاً طيف اهتزاز مركز عند 1423.3cm^{-1} نتيجة لتذبذب او اهتزاز حلقة البنزين [25]. والتفاصيل الدقيقة للطيف الاهتزازي هذا مثبتة في الجدول (3). تمت الاستعانة بفحوصات الاشعة تحت الحمراء لتتبع التغيرات التي طرأت على جدار عبوة البوليمر PET . وفحصت عينات من البوليمر بعد التعرض لإجهادات بيئية ومختبرية مختلفة كما مثبتة في الجدول (2).

لاحظنا ونتيجة لتعرض البوليمر الى الاجهادات المختلفة وجود انحراف في قيم العديد من القمم التي تشير الى تغير في بلورية البوليمر . كذلك ان الانشطار في الاصرة 1263.29cm^{-1} والذي يظهر واضحاً في النموذج المعرض لاشعة UV دلالة على زيادة بلورية البوليمر.

يلاحظ كذلك ظهور قمم اهتزاز جديدة عند 418.52cm^{-1} و 2370.35cm^{-1} بسبب تكوين مركبات جديدة نتيجة لتجزؤ البوليمر. يمكننا الاستنتاج من ذلك ان البوليمر اصلاً هو شبه متبلور أي يوجد فيه الطور المتبلور والطور غير المتبلور وان الاجهادات البيئية التي تعرض لها تؤدي زيادة الطور الاول من جهة والى نقصانه من جهة اخرى وسنتطرق الى ذلك لاحقاً عند مناقشة نتائج فحوصات حيود الاشعة السينية وصور مجهر القوة الذرية.

2- فحوصات مجهر القوة الذرية (AFM) :

يستخدم مجهر القوة الذرية لفحص طبيعة الاسطح الناعمة وبيان حجم تضاريسها [14-16]. تم استخدام اجهزة حديثة تقيس مساحات واسعة من السطح لإعطاء فكرة واضحة عن طبيعته وتضاريسه. ان العامل الأكثر استخداماً لقياس خشونة السطح هو الجذر التربيعي لمعدل الخشونة (rms) (Root mean square roughness) [17] ويمكن التعبير عنه بأنه الجذر التربيعي لمتوسط ارتفاع السطح عن معدل قيمة محدودة منه . الصورة (3a) تمثل صورة ثنائية الابعاد لسطح البوليمر PET من القنينة الفارغة غير المعاملة مع مخطط ابعاد الحبيبات التي يمر بها الخط المنقط. ان قيمة الجذر التربيعي لمعدل الخشونة هو 8.3nm على مساحة $10\text{nm} \times 10\text{nm}$ للنموذج الجاف . والصورة (3b) تمثل صورة ثلاثية الابعاد لسطح القنينة في الصورة (3a). تتغير خشونة السطح مع تغير درجة التبلور للبوليمر [17-21]. والجدول (4) يبين تغير خشونة السطح مع تغير الظروف البيئية والمختبرية في هذا البحث.

3- فحوصات حيود الاشعة السينية (XRD) :

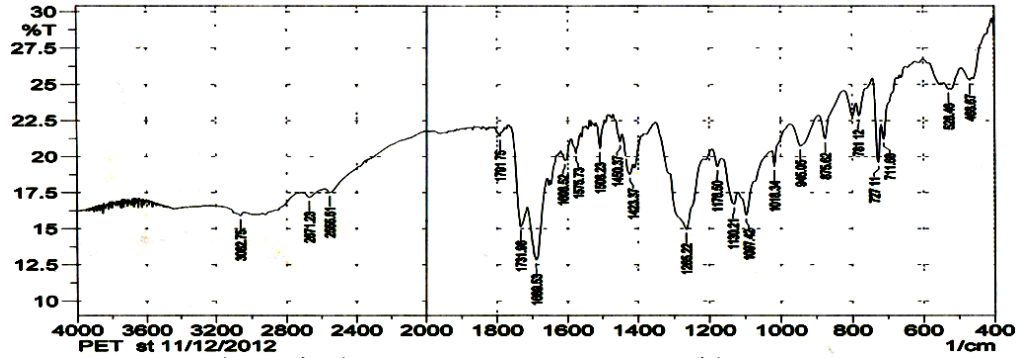
الشكل (4) يمثل طيف حيود الاشعة السينية لعينة من قنينة PET فارغة وحفظت في الظلام لثلاث سنوات بالظروف البيئية . وقد تم الفحص على مدى 2θ من 5 الى 60 درجة. يظهر من الشكل وجود قمة واحدة رئيسية عند $2\theta=25.05$ وهي قيمة واضحة ومميزة لهذا البوليمر. عموماً ان بوليمر PET هو مزيج من المادة المتبلورة وغير المتبلورة ويسمى شبه متبلور (Semi Crystalline)، ونسبة التبلور فيه حوالي 55% في احسن الاحوال . من المهم دراسة تبلور هذا البوليمر لأنه مع زيادة التبلور يزداد البوليمر متانة ويصبح أكثر مقاومة لنفاذية الغازات وللصدمات خاصة وانه يستخدم في تعبئة وحفظ المشروبات والمواد الغذائية . عرضت العبوات المملوءة بالماء الى الاجهادات المشار اليها في الجدول (2) ولاحظنا انحرافاً في قيم 2θ نحو الزاوية الأعلى مع تذبذب في شدتها . والشكل (5) يمثل حيود الاشعة السينية لعينات من بوليمر القناني المملوءة بالماء والمتعرضة الى الاجهادات اعلاه وقد وضعت على مقياس واحد مع الشكل (4) لغرض المقارنة .

من كل ما سبق يمكن الاستنتاج ما يلي :

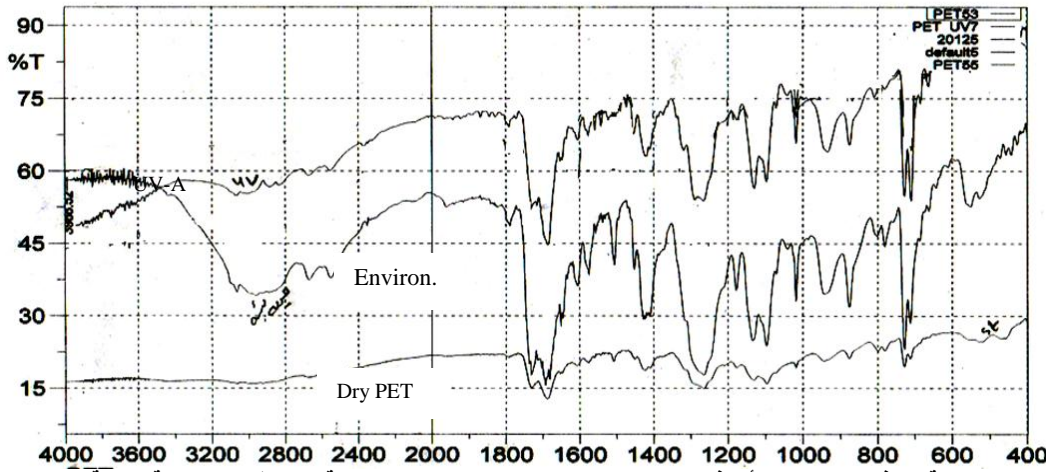
1- يلاحظ من الشكل (4) وجود قمة واضحة ومميزة لبوليمر PET عند $2\theta=25.05$ وان اشكال XRD لجميع النماذج متطابقة مع انحراف

في قيم 2θ نحو الأعلى .

- 2- نعتقد ان امتصاص البوليمر للماء يقلل من درجة تبلوره ويتضح ذلك من انخفاض درجة تبلور بوليمر القناني المملوءة والمخزونة في الظلام ولم تتعرض لأي اجهاد . كذلك الحال مع النماذج التي تعرضت الى الانجماد .
- 3- ان ازدياد نسبة التبلور في النماذج التي تعرضت الى اشعة UV-A او التي تركت لتتعرض الى الظروف الجوية يمكن ان يفسر بأن مستوى متوسط من الطاقة (في حالتنا هذه الطاقة الضوئية) يزيد من تبلور PET، وهناك اشارة مشابهة الى ذلك في الادبيات المنشورة [28-22] ويبدو جلياً ان الزيادة في نسبة التبلور هنا هي اكثر مما يسببه امتصاص البوليمر للماء من نقصان في تبلوره . ويمكن اجراء دراسة موسعة حول الموضوع بسبب التعرض للطاقة الضوئية لا يتسع لها بحثنا هذا.



شكل (2) طيف نفاذية FT-IR للبوليمر PET من جدار عبوة فارغة حفظت في الظلام



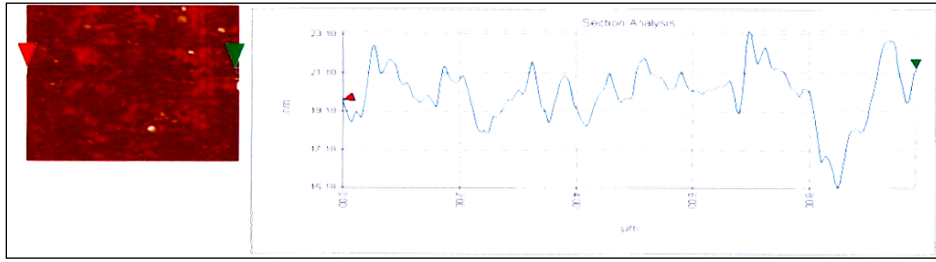
شكل (3): الاطياف الاهتزازية لنماذج من PET مأخوذة من جدار القناني المملوءة بالماء والمتعرضة الى الظروف الجوية واشعة UV-A مقارنة مع نموذج من جدار عبوة فارغة حفظت في الظلام (Dry PET).

جدول (3) : الترددات الاهتزازية للمجاميع الفعالة للبوليمر غير المتعرض للاجهاد .

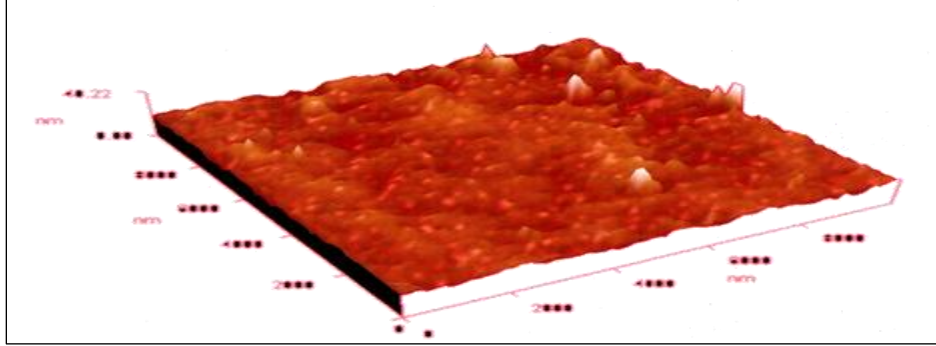
نوع الاصرة والطياف الاهتزازي	Ar C-H Wagg.	Ar C-H out of plane	C-H bend in plane	O-C-C Asymm.	C-C-O symm.	C-H def. in alkane	Ar C-C bond	C=O Ester	C-H Asymm. And O-H band
الترددات (cm ⁻¹)	727.11	875.62	1018.34	1097.42	1265.2	1263.29	1409.87	1730.03	2500-3200

جدول (4): تغير خشونة سطح PET مع تغير الظروف البيئية على مساحة 10nm × 10nm.

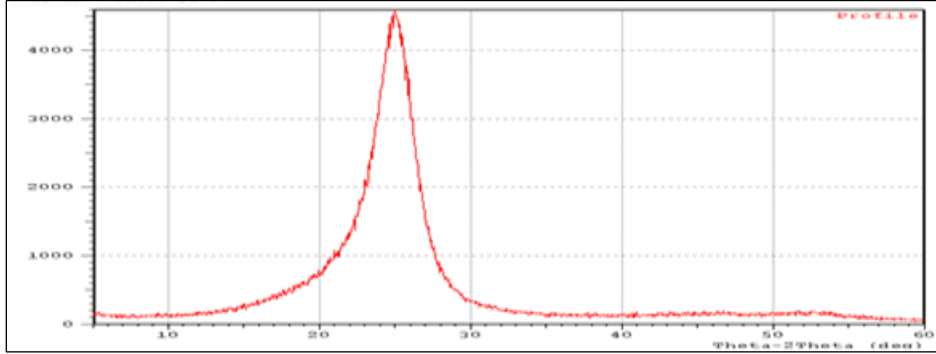
Sample	PET الجاف	PET + Water في الظلام	PET المحيط	UV-A PET
RMS (nm)	8.35	2.15	5.17	7.85



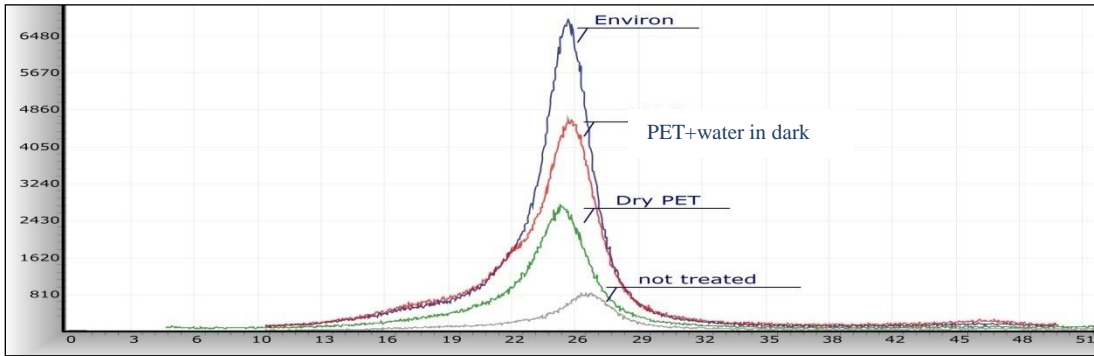
الصورة (3a): صورة ثنائية الأبعاد بمجهر (AFM) لسطح البوليمر PET من جدار القنينة الفارغة مع مخطط أبعاد الحبيبات التي يمر بها الخط المنقط.



صورة (3b): صورة ثلاثية الأبعاد (3D) أخذت بمجهر AFM لسطح القنينة في الصورة (3a).



الشكل (4): يمثل طيف حيود الأشعة السينية لعينة من قنينة PET فارغة وحفظت في الظلام.

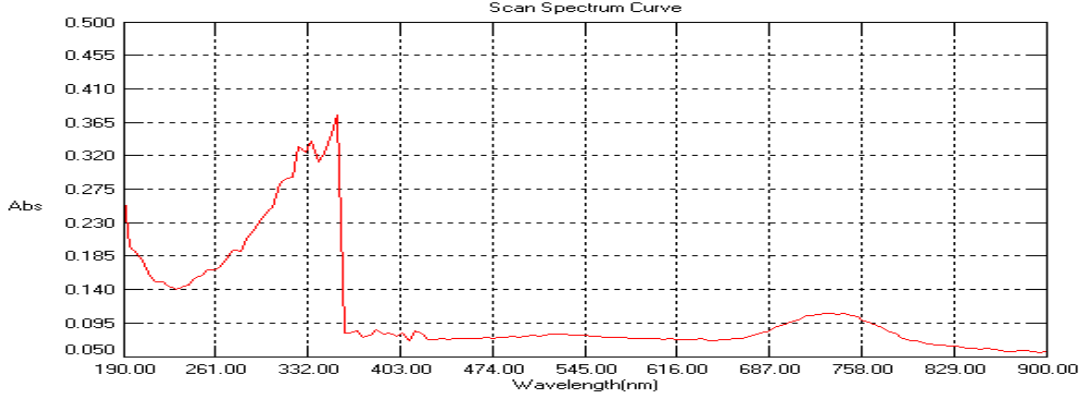


شكل (5): حيود الأشعة السينية للعينات من PET المتعرضة الى ظروف بيئية مختلفة مع النموذج الجاف المحفوظ في الظلام.

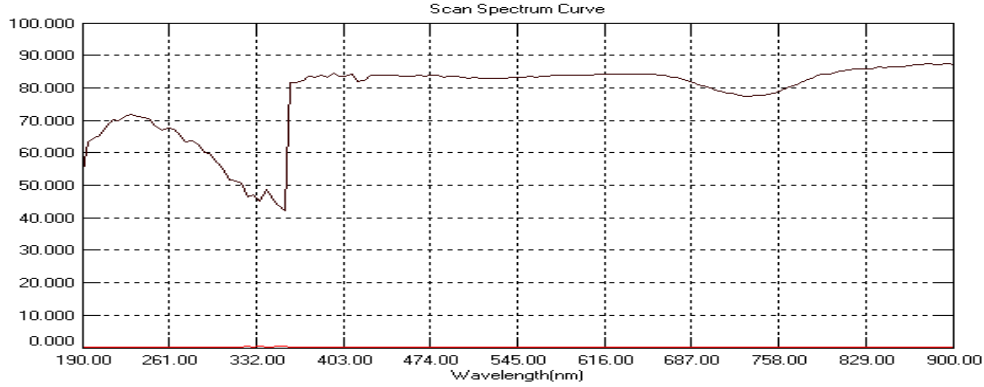
4- فحوصات UV- Vis :

استخدمنا فحوصات UV-Vis لدراسة جميع نماذج PET التي اشرنا اليها في الجدول (2) مع المياه المعبأة فيها اضافة الى دراسة جميع الاسترات القياسية موضوعه البحث ، وضمن منطقة امتصاص (190-900nm) الشكل (6) يمثل طيف امتصاص لعينة من جدار عبوة فارغة محفوظة في الظلام. يظهر عندنا واضحاً قمة الامتصاص الشديدة عند 355nm وهي مميزة لهذا البوليمر اضافة الى ظهور قمة امتصاص عند 735nm بسبب الصبغة الزرقاء المستعملة لتلوين بوليمر القنينة. كذلك يتضح من الشكل (7) ان نسبة النفاذية الضوئية بحدود 85% للمنطقة من (355-680nm) وهي ايضاً النفاذية المميزة للبوليمر PET [29]. وعند دراسة الأطياف الامتصاصية (لها نفس التراكيز) لجميع استرات الفثاليت القياسية موضوعة البحث لاحظنا التشابه الكبير لأطياف الامتصاص تلك مع نفس شدة الامتصاص تقريباً مع وجود قمة مركزة عند 355nm. بعد كل تلك الفحوصات انتقلنا الى فحص مياه العبوات المتعرضة الى اشعة UV-A والظروف الجوية. كانت جميع النماذج تحتوي على العديد من المركبات المجهولة ولكنها جميعاً تحتوي على قمة امتصاص مركز عند 355nm وهي القمة المميزة لاسترات الفثاليت كما رأينا سابقاً والنتيجة عن تحطم البوليمر PET او الناتجة عن انتقال المواد الملونة (الاسترات)

من بوليمر العبوة الى الماء. وكانت اكثر القمم شدة هي في تجربة UV-A. ولفصل المركبات وتحديد نوعها وتركيز كل نوع من هذه الاسترات اضطررنا الى الاستعانة بفحوصات HPLC لنماذج الفثاليات القياسية مع نماذج الماء في العبوات المختلفة وكما سنأتي على ذكره في الفقرة الالية.



شكل (6): طيف امتصاص اشعة UV-Vis من قبل PET الماخوذ من جدار عبوة فارغة لم تتعرض للاجهاد وحفظت في الظلام.



شكل (7): نفاذية الاشعة UV-Vis للنموذج في الشكل (6).

5- تحليل HPLC :

تفيد فحوصات HPLC في تشخيص وتركيز المواد الملوثة للماء . أظهرت فحوصات UV-Vis السابقة وجود العديد من الملوثات. وفي بحثنا هذا اختصرنا على استرات الفثاليات التي تتكون نتيجة لتحلل البوليمر PET او المهاجرة منه الى الماء واستخدمنا مواد قياسية لاسترات الفثاليات التي اشير اليها سابقا. اثبتت تحاليل HPLC وجود العديد من استرات الفثاليات موضوعه البحث اضافة الى تراكيز اخرى مجهولة والدراسة مستمرة في تعيين تراكيزها .

6- فحوصات المسح المسعري التفاضلي (DSC) :

فحصت عينات من جميع نماذج PET التي سبق ذكرها بتقنية المسح التفاضلي (DSC) وبسرعة تسخين $10\text{c}^\circ/\text{min}$ ومن درجة حرارة الغرفة وصولاً الى 300c° . لم تظهر عندنا تغيرات طورية واضحة لحالة التبلور ، و احياناً وجود تغيرات طورية غير مميزة لحالة (Tg) مما يشير الى ان البوليمر كان بحالة عالية من التبلور نوعاً ما ومنه يظهر ان درجة الانصهار بحدود (240-245) درجة مئوية ودرجة Tg هي بحدود ($73-75\text{C}^\circ$). تعتبر هذه الفحوصات من الفحوصات التشخيصية لهذا البوليمر وتتفق مع ما تم نشره حول هذا الموضوع [25، 30-33].

4- الاستنتاجات

- 1- اثبتت فحوصات FT-IR تكون مناطق اهتزاز جديدة تعزى الى تفكك البوليمر وانحراف في مقادير بعض القمم نتيجة لتكون اواصر جديدة وفيه اشارات ايضاً الى تغير بلورية البوليمر وبدرجات مختلفة وحسب ظروف التجربة .
- 2- تطابقت مع النتائج اعلاه فحوصات الأشعة السينية حيث وجدت انحرافات في قمم 20 اضافة الى تغير شديد في نسب تبلورها .
- 3- ما حصلنا عليه من نتائج فحوصات DSC ان درجة انصهار البوليمر في حدود $249-247\text{C}^\circ$ (وهي الدرجة المميزة للبوليمر) ولا يوجد تغير طوري عند منطقة التبلور لان البوليمر اصلاً على درجة عالية من التبلور ويؤيد ذلك درجة Tg المرتفعة ($73-75\text{C}^\circ$).
- 4- اثبتت فحوصات AFM انخفاض في خشونة السطح (RMS) عند تعرضه للماء ثم تزداد تلك الخشونة (وينسب مختلفة) عند تعرض العينات الى الاجهادات البيئية المختلفة (جدول 4) وكما اشرفنا سابقاً بوجود علاقة مع RMS ودرجة تبلور البوليمر.
- 5- كانت تحاليل UV-Vis مهمة جداً وبينت ان طيف الامتصاص لل PET مشابه الى الطيف الموجود في الادبيات المنشورة وان النفاذية الضوئية (T%) كانت ضمن الحدود المعروفة له، وبينت فحوصات الماء وجود العديد من المركبات نتيجة للظروف البيئية تلك ومنها مركبات الفثاليات. وعند مراجعة اطراف امتصاص نماذج الفثاليات القياسية كانت كلها تمتص بشدة عند منطقة 350-355 nm وهي تقريباً نفس منطقة امتصاص البوليمر PET وهذا يؤيد وجود الفثاليات نتيجة لانتقالها من PET الى الماء او نتيجة تحلل بعض البوليمر عند تفاعله مع الماء وانتقال نواتج التحلل هذه الى الماء وان بعض النشريات تؤيد هذا الرأي [34].

اثبتت فحوصات HPLC وجود تلك الفثالات في جميع نماذج الماء قيد البحث وبتراكيز ستحدد لاحقاً.

5- شكر وتقدير

نشكر وزارة الصناعة والمعادن العراقية لتمويلها هذا البحث. كذلك نتقدم بالشكر والامتنان لهيأة البحث والتطوير الصناعي لتقديمها كل أنواع الدعم لهذا المشروع.

6- المصادر

- [1] H. Mark and G. S. Whithy; Collected papers of Wallace Hume Carothers, Eds. Interscience Publishers Inc. New York .London (1940).
- [2] DuPont Publications: Technical data sheets on Melinar PET resins 1997 .Chemical Fibers International, 47(4) (1997) 248-250.
- [3] N. Wyeth and R. N. Roseveare . US patents 3,733,309 (1973) and 3,845,576 (1974) .
- [4] Report on packaging materials, prepared under the responsibility of the ILSI Europe packaging material task force 2010.
- [5] The Wiley Encyclopedia of packing technology .2nd edition . Pubs . John Wiley & sons, New York, 742-745 (1997).
- [6] N. C. Juana and S. Lacorte; Presence and Release of Phthalic Esters and other Endocrine Disrupting compounds in Drinking Water – CHROMATO GRAPHIA, 57(2003) 649-655.
- [7] M. Wegelin , S. Canonico, A. C. Alder , D. Mara Zuella and M. S. F. suber - Does sunlight change the material and content of polyethylene terephthalate (PET) bottles , Journal of water supply research and technology , AQUA/50.3/2001 .
- [8] K. Plas, PET Perform & bottle project, 2010 <http://www.kenplas/project/pet>.
- [9] M. Nagy and J. Skavarle; Evaluation of the wetting and roughness of PET foile superface degraded by incipient alkaline hydrolysis; Annals of faculty engineering hunedoara-International J. of engineering, 1x(2011) 235-240.
- [10] V. Svorik, Z. Kolka and K. Zaruba; soft and rigid dithiol and gold nano particles graphing on plasma treated PET; Nanoscale Research Letters, 6(2011)607.
- [11] Y. Xue and T. Wu; Co-ocurance of Domonite Direct and indirect transition in low temperature sputtered Indium Tin Oxide on thin film of polymers; Chin.phys.lett., 27(8) (2010) 1-6.
- [12] A. V. Nastuta, G. B. Rusu and G. Popa; Surface modifications of polymers induced by atmospheric DBD plasma in different configurations, J. of optele electronics and advanced materials , 10(8) (2008) 2038-2042.
- [13] M. Dnobota , M. Aflori and V. barboiu ; protein immobilization of PET films modified by plasma and chemical treatment, Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, 5(1) (2010) 35-42.
- [14] Hu, Hilnter and Baer ; Improving oxygen barrier properties of PET by incorporating in phthalate. II. Effect of crystallizations; J. of applied physics sci., 98(2005),1629-1642.
- [15] H. Schmidt , A. Jauss and O. Hollribher; Nandenstructive , High – Resolution materials characterization with the cofocal Raman – AFM; Microscopy today, (2005) 30-35.
- [16] H. Assender, V. Bliznyuk and K. Profyrakis; How surface topography related to materials properties, Material sci. soft surface, 297(2002) 972-976.
- [17] P. F. Carsia and R. S. Mclean and S. M. George; Gas diffusion ultra barriers on polymer substrates using Al₂O₃ activated layer deposition and Sin plasma-inhanced CVD; J. Appl. phys, (2009)106-122.
- [18] J. T. Han , X. Xu and K. Cho ; “single crystal CaCo₃ thin film fabricated on modified polymer templet “ ; Advanced functional Materials, 15(3), 473-479(2005).
- [19] A. Dinelli, H.E. Assender and O.V. Kolosov, Surface morphology and crystallinity of biaxilly stretched PET films on the nanoscale; polymer 41, 4285-4289(2000).
- [20] A. Dinelli, H. E. Assender and O. V. Kolosov; Surface morphology and crystallinity of biaxilly stretched PET films on the nanoscale; polymer 41, 4285-4289(2000).
- [21] T. Steckenreiter, E. Blanzat, and traytrmannl; Chemical modification of PET induced by swift heavy ions , Nuclear Instrument and Methods in physics Research B, 131(1997) 159-166.
- [22] Z. Zhu , C. Liu and Y. Sun; Modification of PET under high – energy heavy ion irradiation, Nucl. Inst. Meth. In phys. Res .B , 191, (2002) 723-727.
- [23] G. J. M. Fechine, M. S. Rabello and L. H. Catalani; surface characterization of photodegraded PET. the effect of UV. Absorbers; polymer, 45(2004) 2303-2308.
- [24] B. J. Holland and J. N. Hay; the thermal degradation of PET and analogous polyesters measured by thermal analysis – Fourier transform infrared spectroscopy; polymer, 43(2002) 1835-1847.
- [25] V. Kumar , R. G. Sonkawadi, Y. Ali and A. S. Dhaliwal; Study of chemical ; optical and structural properties of 120 MeV Ni 11+ ions beam irradiated PET films; Int. J. Appl. Engin. Research, Dindigul; 2(2) (2011).

- [26] C. Lin, and Z. Zhu; Study the effects in PET films induced by high energy are ion irradiation, Nuclear instrument and methods in physics research B, 169(2000) 78-82.
- [27] A. Biswas, S. Lotha, D. Fink and J. P. Singh; The effects of swift heavy ion irradiation on the radiochemistry and melting characteristics of PET , Nuclear instrument and methods in physics research B, 159, 40-51(1999).
- [28] M. K. M. Ali, K. Ibrahim, O. S. Hamad, M. H. Eisa, M. G. Faraj and F. Azhri; Deposition of indium tin oxide (ITO) thin films on PET substrate; Rom. J. phys., 56(5-6), 730-741(2011).
- [29] C. Bach, X. Dauchy and S. Etienne; Characterization of poly(ethylene terephthalate) used in commercial bottled waten, Materials Science and engineering, 5(1), 5 (2009).
- [30] T. Barany, E. Foldes and T. Czgany; Effect of thermal and hydrothermal aging on the stress fracture tough ness of PET sheets, Xpress Polymer Letter, 1(3), 180-187(2007).
- [31] S. D. Mancini and M. Zanin; Recyclability of PET from virgin resin, Mataterials Rersearch, 2(33), 33-38(1999).
- [32] M. Farhoodi, Z. Emam-Djomeh and M. R. Ehsani; Effect of environmental conditions on the migration of (DEHP) phthalate from PET bottles into yougort drink; Influence of Time, Temperature and food simulant, Arabian J. of Science and Engin., 33(213), 279-287(2008).
- [33] C. Sammon, J. Yarwood and N. Everall; An FT-IR study of the effect of hydrolytic degradation on the structure of thin PET flim, Polymer degradation and stability 67, 149-158(2000).

The effect of different environmental conditions on Polyethylene Tarafetalit bottles filled with water (Influence of natural environmental conditions and UV-A radiation)

Riyadh M. Alwan¹, Quraish A. Kadhim², Aysser A. Ahamed¹, Noor A. al-Qasim¹, Roaa J. Mahdi¹,

Alwan N. Jassem¹

¹*National Centre for Packing and Packaging, Corporation of Research and Industrial Development, Ministry of Industry and Minerals, Baghdad, Iraq.*

²*Chemical and Petrochemical Research Centre, Corporation of Research and Industrial Development, Ministry of Industry and Minerals, Baghdad, Iraq.*

Abstract

This study focuses on the effect of severe conditions on PET bottles filled with water. Many PET bottles from the commercial production of “Al-shathir” factory in Baghdad were used in this experiment. Twenty samples were left on the roof of the second floor of the building under natural environmental conditions Two bottles were exposed to UV-A radiation. The experiments were conducted from February to October, 2012 in Baghdad. The water samples were analyzed by methods of UV-Vis, high performance liquid chromatography separation and ultra violet detection (HPLC-UV). The PET polymer was analyzed using XRD, AFM, FT-IR, DSC and UV-Vis techniques. Our investigation showed change in PET crystallinity, besides several phthalate esters under investigation have been found in bottled water and quantification of these phthalates is in progress. It should be mentioned that the results optional in this work were the first reported in Iraq.

Keywords: |PET | Polyester | XRD | AFM, FT-IR | UV-Vis |DSC & HPLC |



الطريقة المثلى لقياس تركيز الغبار الخارج من مداخن معامل السمنت العراقية

حسين جراد حمد ، قصي عبد الهادي عبد الامير ، مثنى نعمه رسن ، أمجد فرحان عبد الحميد

شركة التحدي العامة ، وزارة الصناعة والمعادن ، بغداد ، العراق

الخلاصة:

تضمن هذا البحث الألية والطريقة المثلى لقياس وحساب تركيز الغبار الخارج من مداخن المرشبات لبعض معامل السمنت الموجودة في العراق، وعملية القياس تشمل: (قياس الضغط الجوي، درجات الحرارة الرطبة والجافة للهواء والضغط السكوني والحركي في مجرى الهواء الخارج من المرشبة وفوهة القياس (orifice))، وتحديد كمية الغبار المتجمع على مرشح القياس وحسب حجم الهواء المسحوب خلال فترة زمنية محددة (لا تقل عن ساعة). احتساب معدلات قيم العوامل التي تم إجراء القياس لها، وحسابات بعض العوامل الأولية مثل (الوزن النوعي للهواء الجاف والرطب وبخار الماء وغيرها). إجراء حسابات تدفق الغاز في مجرى الهواء الخارج من المرشبة وفي فوهة القياس وتركيز الغبار بالاعتماد على كمية الغبار المتجمع على المرشح وقيمة تدفق الهواء في فوهة القياس وبعدها تصحيح النتائج باستخدام عوامل التحويل من الظروف الطبيعية إلى الظروف التشغيلية. تم تطبيق آلية القياس لعدد من معامل السمنت لأول مرة في العراق من قبل فريق عمل متخصص في شركة التحدي العامة وتم قياس وتحديد تركيز الغبار الخارج من كل منها وكانت نتائج القياس ضمن الحدود المسموحة العالمية والمحلية للطرح إلى البيئة.

الكلمات المفتاحية: | ميكانيك الموائع | فوهة القياس | التقنية الوزنية | العتمة الحركية |

©2015 Commission of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. المقدمة:

نظرا لأهمية معامل إنتاج السمنت في تقدم العمران في البلدان فان زيادة عمليات الإنتاج تتم عن طريق استمرارية التشغيل للأفران والمطاحن والتي بدورها تزيد من كمية الغبار المنبعث إلى البيئة الخارجية (الجو) عن طريق مداخن تلك المعامل، لذا من المهم جدا وضع منظومات ومعدات لمعالجة تلك الانبعاثات و إجراء قياسات لتحديد كمية الغبار المنبعث إلى البيئة بحيث تكون ضمن قيم تضعها تشريعات وقوانين البيئة الدولية والمحلية وقيمتها في العراق لمعامل السمنت القديمة بحدود ($150\text{mg}/\text{m}^3$) أما لمعامل السمنت الحديثة فهي ($50\text{mg}/\text{m}^3$). تتم مراقبة هذه الانبعاثات من خلال إجراء قياسات ميدانية لقيم وتركيز الغبار الخارج من مداخن معامل السمنت أو بتهيئة أجهزة قياس ومراقبة في مواقع محددة من المداخن لتعطي قراءات مستمرة لمقدار الغبار المطروح إلى البيئة من تلك المداخن، ويتم عادة تعبير هذه الأجهزة باستخدام طريقة القياس غير المباشر وذلك بإمرار عينات من الهواء الملوث بالغبار الخارج من المدخنة (من مواقع يتم تحديدها وفق معايير معينة وكذلك لعدد معين من النقاط ولفترات زمنية محددة) من خلال مرشحات نسجية خاصة وتحت ظروف تشغيلية محددة (الظروف التشغيلية التي يعمل بها المعمل) ومن ثم تحديد كمية الغبار المتجمع في المرشح وبإجراء سلسلة من الحسابات يتم تحديد تركيز الغبار في الهواء الملوث عند تلك الظروف وبدقة عالية ليتم بعدها تعبير الأجهزة الثابتة وفق النتائج.

2- الجانب النظري:

هناك عدة طرائق (تقنيات) لقياس الغبار في المداخن (stacks) ومجري الغازات (ducts) وادناه نبذة مختصرة عن بعض تلك التقنيات:

2.1- تقنية العتمة (Opacity Technique): وهي قياس بصري، يعتمد مبدأ العمل فيها على أساس مرور حزمة الضوء من خلال تدفق الهواء الملوث وقياس مقدار التغير الكلي لشدة حزمة الضوء الناتج عن مرور دقائق الغبار، وكلما كان مقدار التغير بالشدة أكبر يعني تركيز أكبر لجسيمات الغبار [1,2].

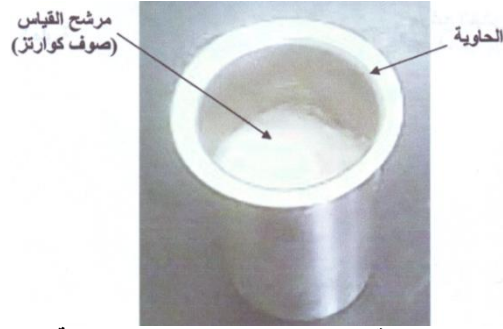
2.2- تقنية العتمة الحركية (Dynamic Opacity Technique): وهي قياس بصري، يعتمد مبدأ العمل بها على أساس مرور حزمة الضوء من خلال تدفق الهواء الملوث وقياس التغير المؤقت (التذبذب) في شدة الضوء. إن القياس بهذه التقنية لا يعتمد على مقدار التغير الكلي لشدة حزمة الضوء كما في تقنية العتمة بل على التغير المؤقت فيها. ينتج التذبذب (scintillation) في شدة الضوء عن التغيرات في توزيع الجسيمات في الهواء الملوث والمدى الأعظم في التغير يعني التركيز العالي للجسيمات. القياسات التذبذبية مرنة وتكرارية ونتاجها تعطى بوحدات النسبة المئوية للعتمة، ويمكن أن يتم تعبير الجهاز الذي يعمل وفق هذه التقنية بواسطة تقنية الجاذبية لكي تعطى نتائج التركيز بوحدات ملغم لكل متر مكعب [3].

2.3- استطرارة الضوء (Light scattering Technique): وهي تقنية قياس بصري أخرى. يعتمد مبدأ العمل بها على أساس استطرارة الضوء والتي تعتمد على النظرية الكمية الكلية للضوء المستطار عن غيمة الجسيمات يعتمد على الزاوية بين الحزمة الداخلة وزاوية الاستطرارة المقاسة [1].

2.4- القياس الكهروحركي (Electrodynamics Technique): وهي طريقة قياس غير بصرية وتعمل بواسطة قياس كمية الشحنة الناتجة عن اصطدام الجسيمات بالمتحسس. إن من أهم فوائد استخدام هذا النوع هو عدم اعتمادها على سرعة الجسيمات أو الغبار المتجمع على المتحسس. تفضل هذه الأجهزة على أجهزة القياس الوزني (تقنية الجاذبية) بأنها تعطي قياس مستمر ولفترات مستمرة بينما القياس الوزني يعطي حالة قياس واحدة للنظام عن فترة قياس محددة [4,5].

2.5- تقنية الوزنية (Gravimetric Technique): هي طريقة غير مباشرة لقياس تركيز الغبار، إذ يتم فيها سحب نموذج من الهواء الملوث بالغبار (نموذج حجمي) باستخدام حجرة خاصة تحتوي على مرذاذ وحاوية فيها مرشح نسجي، وتكون سرعة الهواء في المرذاذ في حالة توازن مع تلك التي في منطقة اخذ النموذج (المدخنة أو مجرى الهواء)، من خلال وزن الفلتر قبل اخذ النموذج (m_1) وإعادة وزنه بعد فترة القياس (m_2) وكذلك قياس الظروف التشغيلية الأخرى، يمكن تحديد قيمة تركيز الغبار، وهي الطريقة الوحيدة التي تعطي المستخدم قيم حقيقية للتركيز، أما الطرق الأخرى فهي طرق نسبية ويجب أن يتم معايرتها (Calibrated) كلما تغيرت الظروف التشغيلية أو كل فترة تشغيل مستمر وهذا يعني انه لأجل قراءة قيم التركيز باستخدام أي تقنية أخرى يجب أن تستعمل تقنية الوزنية (الجاذبية) كأساس لتعبير الأجهزة الأخرى [6,7]. وتتضمن عملية القياس بهذه التقنية الخطوات التالية:

2.5.1- قياس مجموعة من العوامل الفيزيائية الأولية لموقع نقطة القياس والتي تشمل: الضغط الجوي (B)، الضغط السكوني والحركي ودرجة الحرارة للهواء المار في مجرى الهواء الخارج من المرسبة وعند فوهة القياس، وكمية الغبار المتجمع على مرشح القياس (الذي يتم تهيئته في المختبر وفق ضوابط محددة) والشكل رقم (1) يبين شكل المرشح المستخدم في عملية القياس مع الحاوية.



الشكل رقم (1) : يبين مرشح القياس والحاوية

2.5.2- حساب العوامل الأولية: يتم حساب معدلات قيم العوامل التي تم إجراء القياس لها في موقع القياس وهي تشمل: الضغط السكوني والحركي للهواء في فوهة القياس ومجرى الهواء ($P_{ds}, P_{os}, P_{dd}, \Delta P_o$) ودرجة حرارة الهواء في فوهة القياس وداخل مجرى الهواء (t_d, t_o). بعد تحديد معدلات القيم المذكورة أعلاه يتم حساب بعض العوامل الأولية الداخلة في المعادلات المستخدمة للحسابات النهائية كما في أدناه:

— حساب الضغط المطلق في مجرى الهواء الملوث (A_{ds}) وفوهة القياس (A_{os}) بتطبيق المعادلات التالية [1]:

$$A_{ds} = B + \left(\frac{P_{ds}}{13.6} \right) \quad (1)$$

$$A_{os} = B + \left(\frac{P_{os}}{13.6} \right) \quad (2)$$

— حساب عوامل التحويل للمجرى (f_d) والمرذاذ (f_o) من الظروف التشغيلية إلى الطبيعية ($760\text{mmHg}, 0^\circ\text{C}$) بتطبيق المعادلات التالية [1]:

$$f_d = \frac{273}{273+t_d} \times \frac{A_{ds}}{760} \quad (3)$$

$$f_o = \frac{273}{273+t_o} \times \frac{A_{os}}{760} \quad (4)$$

— حساب الوزن النوعي لبخار الماء (w_n) في الظروف الطبيعية بعد تحديد قيمة الوزن النوعي للهواء الجاف (γ_n) اعتماداً على نسب الغازات الأساسية في الهواء الملوث [7]:

$$W_n = \frac{0.804 \times r_2 \left[\frac{p_2}{A_{ds} - p_2} \right] - \gamma_n C_p \Delta t}{(i_{D1} - t_2)} \quad (5)$$

حيث أن: (i_{D1}, p_2, r_2) تمثل درجة الحرارة، الضغط والانتالبي لبخار الماء وتؤخذ من جداول خاصة، (C_p) الحرارة النوعية للهواء الجاف، (Δt) تصحيح درجة الحرارة الرطبة المقاسة (t_w) إلى القيمة الحقيقية (t_2).

— حساب الوزن النوعي للهواء الرطب (γ_{nw}) اعتماداً على المعادلة التالية [7]:

$$\gamma_{nw} = \frac{\gamma_n + W_n}{1 + 1.24 W_n} \quad (6)$$

— حساب الوزن النوعي للهواء الرطب في الظروف التشغيلية داخل مجرى الهواء (γ_d) وكذلك في فوهة القياس (γ_o) باستخدام المعادلات التالية:

$$\gamma_d = \gamma_{nw} f_d \quad (7)$$

$$\gamma_o = \gamma_{nw} f_o \quad (8)$$

2.5.3- حساب التدفق وتركيز الغبار: يتم حساب القيم العملية لمعدلات التدفق الحجمي للهواء الملوث في مجرى الهواء وفي جزء القياس (فوهة السحب)، وحساب تركيز الغبار في الظروف الطبيعية والتشغيلية وحسب الخطوات التالية:

— احتساب مساحة المقطع العرضي لمجرى الهواء (D_d) وللمرذاذ (d_n).

— حساب سرعة ومعدل تدفق الهواء في مجرى الهواء اعتماداً على المعادلات التالية [8]:

$$V_d = \sqrt{\frac{2gPd_d}{\gamma_d}} \quad (9)$$

حيث أن: (g) التعجيل الأرضي.

$$Q_d = D_d \times V_d \times 3600 \quad (10)$$

$$Q_{dn} = Q_d \times f_d \quad (11)$$

— حساب معدل تدفق الهواء في فوهة القياس عند الظروف التشغيلية بالمعادلة [7]:

$$Q_o = 60 k \sqrt{\frac{\Delta P_o}{\gamma_o}} \quad (12)$$

حيث أن: (K) تمثل ثابت لفوهة القياس المستخدمة (Orifice constant).

$$Q_{on} = Q_o f_o \quad (13)$$

— حساب سرعة الهواء في المرذاذ (V_n) في الظروف الطبيعية بالمعادلة التالية [8]:

$$V_n = \frac{Q_{on}}{d_n F_d \times 3600} \quad (14)$$

— حساب تركيز الغبار في الظروف الطبيعية (C_n) وفق المعادلات التالية:

$$\Delta m = m_2 - m_1 \quad (15)$$

حيث أن: (Δm) يمثل كمية الغبار المترسب على المرشح لنموذج القياس.

$$C_n = \frac{\Delta m}{Q_{on}} \quad (16)$$

— حساب تركيز الغبار في الظروف التشغيلية (C) باستخدام المعادلة التالية:

$$C = C_n \times f_d \quad (17)$$

3- الجانب العملي:

3.1- الشروط الواجب اتخاذها لتحديد موقع ونقاط القياس [7]:

3.1.1- اختيار موقع القياس: يجب أن يكون تدفق الهواء الملوث في موقع القياس داخل مجرى الهواء الخارج من المرسبة بتوزيع منتظم قدر الإمكان والابتعاد عن: (الانحناءات، تغير مساحة المقطع العرضي لمجرى الهواء، ومراوح التهوية).

3.1.2- اختيار موقع فتحات القياس:

3.1.2.1- القنوات الدائرية: تؤخذ عادة في القنوات الدائرية فتحات قياس عدد (2) متعامدان، والشكل رقم (2) يبين أسلوب اختيار فتحات القياس في القنوات الدائرية و تبعد فتحة القياس عن موقع الانحناء من جهة دخول الهواء (M_1) بقدر خمسة أمثال قطر المجرى (D_d) ومن جهة خروج الهواء (M_2) بقدر مرة واحدة من قطر المجرى وهي حالة مثالية.



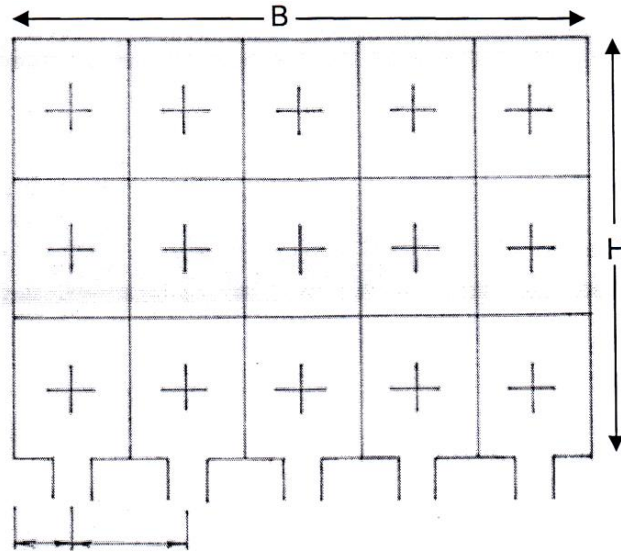
الشكل رقم (2): يبين فتحات القياس في المجرى الدائري

3.1.2.2- القنوات غير الدائرية (متوازي مستطيلات): يؤخذ عادة عدد من فتحات القياس في القنوات غير الدائرية تقع على خط عمودي على مجرى الهواء، والشكل رقم (3) يبين مواقع فتحات القياس في القنوات غير الدائرية. ويتم تحديد الخط العمودي على مجرى الهواء الذي تقع على طول فتحات القياس بالاعتماد على البعد عن موقع الانحناء من جهة دخول الهواء وخروج الهواء وكالتالي:

$$- M_1 \geq 2.5(H+B)$$

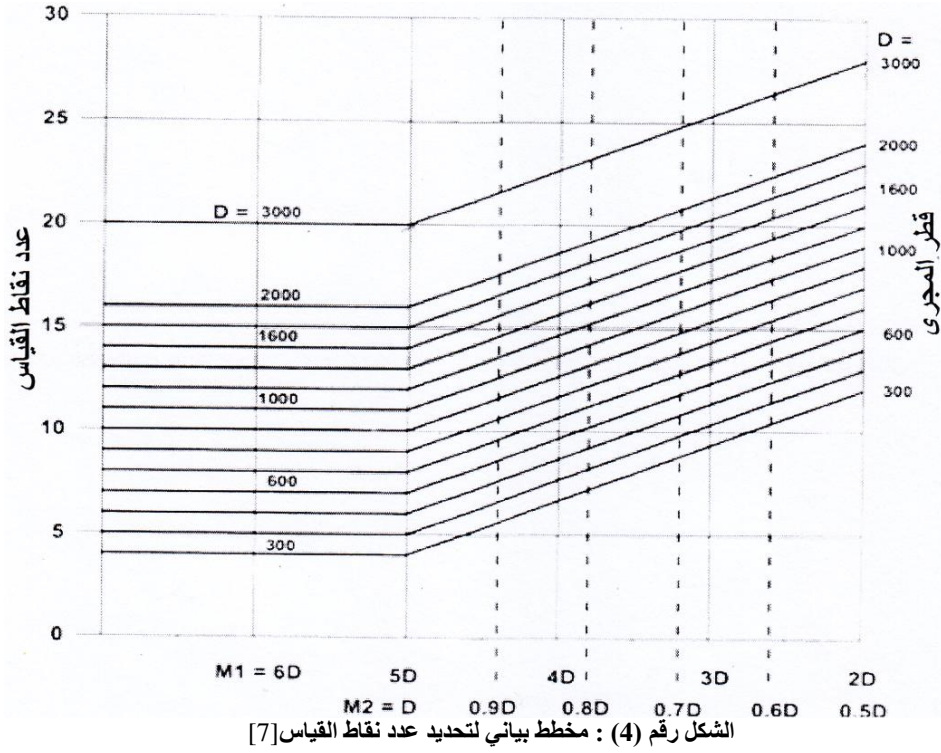
$$- M_2 \geq 0.5(H+B)$$

حيث أن: (H,B) تمثل أبعاد المجرى (غير الدائري).



الشكل رقم (3) : يبين فتحات القياس لمجرى بمقطع غير دائري

3.1.3- عدد نقاط القياس: بعد تحديد عدد وموقع فتحات القياس على مجرى الهواء اعتماداً على شكله وأبعاده، يتم تحديد عدد نقاط القياس داخل مجرى الهواء باستخدام المخطط البياني المبين في الشكل رقم (4).



و بعد تحديد عدد نقاط القياس لكل فتحة يتم تحديد أبعاد نقاط القياس على طول قطر القياس لكل فتحة وباستخدام الجدول رقم (1) الذي يبين مواقع نقاط القياس.

الجدول رقم (1) : يبين مواقع نقاط القياس

Measuring point number	Number of measuring points along a diameter						
	2	4	6	8	10	12	14
1	85	93	96	97	97	98	98
2	15	75	85	90	92	93	94
3		25	70	81	85	88	90
4		7	30	68	77	82	85
5			15	32	66	75	80
6			4	19	34	64	73
7				10	23	36	63
8				3	15	25	37
9					8	18	27
10					3	12	20
11						7	15
12						2	10
13							6
14							2

3.2- عملية القياس: نفذت عملية القياس بعدد من المراحل وكالتالي:

3.2.1- قياس الضغط الجوي عند مستوى موقع القياس باستخدام (VANE Anemometer Barometer ABH-4225) والمبين صورته في الشكل رقم (5).



الشكل رقم (5): يبين جهاز قياس الضغط الجوي

3.2.2- قياس درجات الحرارة الجافة والرطوبة لمجرى الهواء الملوث ولجزء قياس النموذج المسحوب من الهواء الملوث باستخدام متحسس حرارة (Thermocouple) وجهاز قياس الحرارة (Thermometer, Digitron, 2000T)، والمبينة صورته في الشكل رقم (6).



الشكل رقم (6): يبين جهاز قياس درجات الحرارة

3.2.3- قياس الضغط السكوني والحركي في مجرى الهواء الملوث عند فتحة القياس باستخدام أنبوب الفحص (Pitot) ومقاييس الضغط المرتبطة به، والشكل رقم (7) يبين صورة لأنبوب الفحص.



الشكل رقم (7) : يبين أنبوب الفحص (Pitot)

3.2.4- قياس الضغط السكوني والتفاضلي في جزء قياس النموذج المسحوب باستخدام فوهة السحب (Orifice).

3.2.5- تهيئة المرشح والحاوية ووزنها معا (باستخدام ميزان رقمي حساس نوع (Digital Balance-ADAM) والشكل رقم (8) يبين الميزان المستخدم في العمل) وتثبيتها داخل حجرة اخذ النموذج والذي يثبت في مقدمته مرذاذ (nozzle) ذي فتحة بقطر محدد، والشكل رقم (9) يبين شكل حجرة اخذ النموذج المستخدمة لتثبيت المرشح (المرذاذ مع الحاوية والمرشح).



الشكل رقم (8): يبين صورة الميزان المستخدم



الشكل رقم (9) : يبين صورة حجرة اخذ النموذج (المرذاذ مع الحاوية والمرشح)

3.2.6- تثبيت حجرة اخذ النموذج برأس أنبوب يرتبط بجزء القياس والذي يحتوي بدوره على فوهة السحب ومنظومة سحب هواء (تستخدم للحصول على معدل تدفق للهواء المسحوب لنموذج القياس بقيمة محددة تتراوح ما بين $(4-8\text{m}^3/\text{h})$) والشكل (10) يبين جزء القياس مع حجرة اخذ النموذج.



الشكل رقم (10): يبين جزء القياس وحجرة اخذ النموذج

3.2.7- إقحام حجرة اخذ النموذج داخل فتحة القياس وتعريض المرشح إلى جريان الهواء الملوث ولفترة زمنية معينة لكل نقطة قياس محددة.
3.2.8- إعادة القياس في الفقرة (3.2.7) اعلاه ولفتحات القياس الأخرى وتسجيل النتائج في استمارات خاصة على أن لا تزيد فترة تعرض المرشح الإجمالية عن (60 min.) لجميع نقاط القياس.
3.2.9- وزن الحاوية مع المرشح بعد القياس لتحديد كمية الغبار المتجمع في المرشح (Δm) نتيجة تعرضه إلى الهواء الملوث ولمجموع الفترات الزمنية لجميع نقاط الفحص.

3.3- الحسابات: بعد إكمال إجراء القياسات الفيزيائية وفق المراحل المذكورة آنفاً (الفقرة 3.2) تم إجراء الحسابات كالتالي:

3.3.1- حساب العوامل الأولية والتي تتضمن: الوزن النوعي للهواء الجاف ولبخار الماء (w_n, γ_n) على التوالي، الوزن النوعي للهواء الرطب (γ_{nw})، وعوامل التحويل لمجرى الهواء وجزء القياس (f_o, f_d) من الظروف التشغيلية إلى الظروف الطبيعية ($760 \text{ mmHg}, 0C^o$) باستخدام المعادلات من (1) إلى (8) المذكورة في الفقرة (2.5.2) في الجانب النظري.

3.3.2- بعد حساب مساحة المقطع العرضي لمجرى الهواء (D_d) ومساحة المقطع العرضي للمرذاذ (d_n)، يتم احتساب سرعة وتدفق الغاز المار في مجرى الهواء الخارج من المرسبة وكذلك في فوهة القياس والمرذاذ بالاعتماد على المعادلات من (9) إلى (14) المذكورة في الفقرة (2.5.3) في الجانب النظري.

3.3.3- حساب كمية الغبار المتجمع الذي تم الحصول عليه في الفقرة (3.2.9) من فترات عملية القياس وحسب المعادلة (15) وبعدها احتساب تركيز الغبار (C_n) في الظروف الطبيعية من المعادلة (16) بالاعتماد على كمية الغبار المتجمع وقيمة تدفق الغاز في فوهة القياس ثم تصحيح قيمة تركيز الغبار من الظروف الطبيعية إلى الظروف التشغيلية باستخدام المعادلة (17) المذكورة في الفقرة (2.5.3) في الجانب النظري.

2. النتائج والمناقشة:

تم الاعتماد على النتائج العملية التي قام بها فريق العمل المتخصص من شركة التحدي العامة ومقارنتها مع نتائج الحسابات النظرية التي أجريت لبعض المعامل التي تم قياس تركيز الغبار لها وخصوصاً النتائج العملية لمرسبة الفرن/ معمل سمنت السماوة حيث تم حساب النتائج النظرية بالاعتماد على الظروف التشغيلية وإبعاد المرسبة [9] وكانت قيمة كفاءة الترسيب تساوي (99.1669%) والتي كانت مقاربة إلى النتائج المقاسة عملياً (99.9105%)، إما سبب الاختلاف في قيم الكفاءة الإجمالية للمرسبة للنتائج النظرية والعملية فهو:

ولكن هذه القيمة تتأثر بالظروف التشغيلية العملية (50 gm/m^3) - اعتماد القيمة التصميمية لتركيز الغبار الداخل إلى المرسبة والتي تساوي (4.1) - ان الحسابات النظرية اعتمدت على قيمة المجال الكهربائي (الناتج عن تسليط جهد كهربائي مستمر بقيمة محددة) والذي تبدأ عنده حالة التفريغ (4.2) والقيمة العملية هي أكبر من هذه القيمة إذ يتم زيادة قيمة الجهد الكهربائي المستمر المسلط على أقطاب التفريغ إلى ان Corona discharge الكهربائي () وبعدها يتم الاستمرار بزيادته إلى ان يصبح تيار التفريغ الكهربائي أعلى ما يمكن وذلك عندما Corona discharge تحدث حالة التفريغ الكهربائي () ([10]). 50 spark/min. يصبح عدد الشرارات بحدود ()

تم الحصول على نتائج قياسات تركيز الغبار ميدانياً لعدد من معامل السمنت ولأول مرة في العراق من قبل فريق عمل متخصص في شركة التحدي العامة كون شركتنا متخصصة في مجال تأهيل ونصب المرسبات الكهروستاتيكية في العراق، والجدول رقم (2) يبين نتائج التطبيق العملي لعملية القياس لعدد من مواقع العمل. من خلال نتائج القياسات المبينة في الجدول انف الذكر تبين بان كمية الغبار المطروح إلى الجو هي ضمن الحدود المسموحة للطرح إلى البيئة وحسب تعليمات الانبعاث الوطنية للأنشطة والأعمال رقم (3) لسنة 2012 في العراق [11].

(لعدد من مرسبات معامل السمنت ولتركيز غبار داخل متغير Gravimetric Technique يفضل ان يتم استخدام طريقة القياس موضوع البحث) ملاحظة تغير النتائج

جدول رقم (2) : يبين نتائج التطبيق العملي

مواقع معامل السمنت	قيم تركيز الغبار الخارج من المدخنة ($C_{out}, \text{ gm/m}^3$)	النسبة المئوية لكفاءة الترسيب %	الملاحظات
السماوة / الخط الرابع	0.04925	99.9	(نصب مرسبة جديدة). قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.
الكوفة / مرسبة الفرن الأول	0.0660	99.5	(تأهيل مرسبة قديمة). قياس التركيز الخارج والداخل.
النجف الاشراف / مرسبة الفرن	0.0480	99.8	(نصب مرسبة جديدة). قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.
السماوة / مرسبة الطاحونة الثانية	0.0773	99.948	(تأهيل مرسبة قديمة). قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.
بابل / مرسبة الفرن الثاني	0.0226	99.88	(نصب مرسبة جديدة)، قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.
كركوك / مرسبة الفرن الثاني	0.093	99.88	(تأهيل مرسبة قديمة). قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.
كركوك / مرسبة الطاحونة الثالثة	0.096	99.75	(تأهيل مرسبة قديمة). قياس التركيز الخارج واعتماد القيمة التصميمية للتركيز الداخل.

4. الاستنتاجات

قياسات تحديد تركيز الغبار الخارج من كل منها كانت نتائج القياس ضمن الحدود المسموحة العالمية والمحلية للطرح الى البيئة.

5. شكر وتقدير:

يسرنا أن نتقدم بالشكر والامتنان إلى السيد مدير عام شركة التحدي العامة المحترم ونتقدم كذلك بجزيل الشكر إلى كادر قسم البحث والتطوير في شركة التحدي العامة

6. المصادر

- [1]. J. W. Crowder, T. Keener, D. P. Harrison, "APTI413:Control of Particulate Matter Emissions", Student Manual, Environmental Protection Agency (EPA) & National Association of Clean Air Agencies (NACAA), USA, (2000).
- [2]. H. Lange, "Dust and Opacity Monitor DR290", DURAG GmbH, Kallaustrabe 105-22453 Hamburg, Germany, (2008).
- [3]. W. Averdieck, "Dynamic Opacity, A New Proven Technique for Continuous Dust Emissions Monitoring", PCME Ltd, Environmental Engineering, (2000).
- [4]. W. Averdieck, "Electrodynamic Technology for particulate Monitoring", PCME Ltd, (2000).
- [5]. M. F. Rahmat, and N. S. Kamaruddin, "An Electrodynamics sensor for electrostatic charge measurement", International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, Vol.2, No.2, (2009).
- [6]. V. Schmitz, "On line monitoring and optimization of dust abatement systems", PCME Ltd, (2011).
- [7]. "FLSmith Airtech A/S, Ramsingsvg 30", DK-2500, Copenhagen, Denimark, (2008).
- [8]. د. كامل عبد الأمير الشماع، "ميكانيك الموائع"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، كلية الهندسة، مطابع دار الحكمة، ص 194-219 ، (1990).
- [9]. داود توما، حسين جراد حمد، ازهار قاسم، رنا علي، قصي عبد الهادي، مثنى نعمة، أمجد فرحان، علي حسين، فارس مهدي، كواكب ناجي، "احتساب كفاءة الترسيب لبعض منظومات الترسيب وبناء برامج حاسوبية لها"، بحث منجز في شركة التحدي العامة، ASA/033/2012، ص 12-16 ، (2012).
- [10]. SI:412B Electrostatic Precipitator Plan Review, EPA, lesson(1), Electrostatic Precipitator Operation', EPA, USA, (1985).
- [11]. "تعليمات الانبعاث الوطنية للأنشطة والأعمال رقم (3) لسنة 2012"، قانون حماية وتحسين البيئة رقم (27) لسنة 2009، الوقائع العراقية – العدد 2012 ، 4242 ، ص25 ، (2012).

Optimization Method to Measuring Dust Concentration outside from Stacks of Iraqi Cement Plants

H.J. Hamad , Q.A.Abdulaamear , M.N. Risan , A.F. Abdulhamead

Al-Tahady State Company, Ministry of industrial & minerals, Baghdad, Iraq.

Abstract:

This research presents the ideal mechanism and means of measuring and calculating the concentration of dust that exiting the chimney of precipitators in some of Iraqi cement plants. The procedure includes measuring the atmospheric pressure, temperature of wet and dry air, dynamic and static pressure at air duct exiting the precipitator and at the orifice, and determining the amount of dust retained by the measuring filter according to the volume of air withdrawn over specified period (not less than an hour). Then calculating the average values of the measured parameters, and calculating some primary parameters such as specific weight of wet and dry air, water vapor, and others. Calculating the dust concentration according to the amount of dust retained by the filter, and flow rate in the orifice. Correcting the results by some conversion parameters from the natural to actual conditions. The measuring mechanism has been applied to several cement plants for the first time in Iraq by specialized team at AL-Tahady state company. Dust concentration out of such plants has been measured and specified their values, which were within the local and international permitted limits.

Keywords: |Gravimetric Technique | Dynamic Opacity Technique | Fluid mechanic | Orifice |



دراسة تقليل الانبعاثات الغازية من المركبات للمحطات التحويلية النموذجية للمخلفات الصلبة البلدية

وداد حمد شعبان¹ ، عماد سلمان كاظم² ، صفاء حمزة عبد الحسين²

¹ قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة النهريين، بغداد، العراق.
² دائرة المخلفات الصلبة و البيئة، امانة بغداد، بغداد، العراق.

الخلاصة:

اجريت الدراسة لمعرفة الفوائد البيئية الناجمة من انشاء المحطات التحويلية الخاصة بكبس المخلفات البلدية الصلبة ويمثل تقليل تلوث الهواء الفائدة البيئية الابرز لهذه المحطات. شملت الدراسة تسع محطات تحويلية داخل مدينة بغداد اذ تم احتساب الانبعاثات الغازية متمثلة بحساب الانبعاثات الكربونية لكل محطة والناجمة من عوادم المركبات التي تعمل بوقود الديزل في حالتها وجود وعدم وجود المحطات التحويلية للمقارنة. تبين من خلال الحسابات للمحطات التسع داخل مدينة بغداد مجتمعة ان استخدام تقنية المحطات التحويلية للمخلفات البلدية الصلبة يقلل ما مقداره 17898 طن مكافئ ثاني اوكسيد الكربون سنويا عن الحال فيما لو تم نقل النفايات مباشرة من مناطق استلامها الى مواقع الطمر.

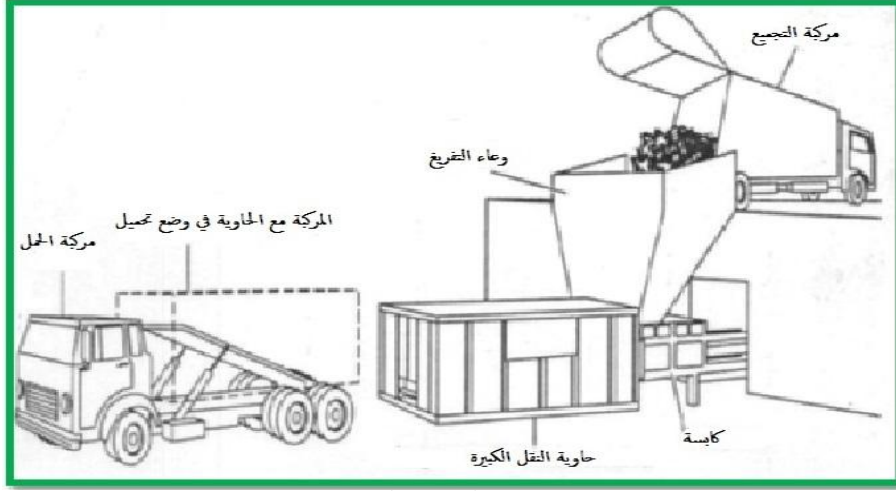
الكلمات المفتاحية: | المخلفات الصلبة البلدية | الانبعاثات الكربونية | تلوث الهواء | وقود الديزل | عوادم المركبات |

©2015 Commission of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. المقدمة:

يمثل تلوث الهواء في المدن المزدحمة بالسكان ظاهرة نعاني منها جميعا أشد المعاناة هذه الأيام خصوصا هؤلاء الذين يسكنون الأحياء التي تقع في وسط هذه المدن. وتبدو هذه الظاهرة أوضح ما تكون في المدن الكبيرة التي يقدر عدد سكانها بالملايين ويكتظ فيها السكان في رقعة ضيقة من الأرض وتزدحم بها وسائل النقل والمواصلات حتى أنه يقال إن تلوث الهواء قد بدأ حقيقة منذ أن سكن الإنسان في هذه التجمعات السكنية الهائلة و تعاني المدن الكبيرة بصفة أساسية من ظاهرة فريدة تعرف باسم ظاهرة (الضباب الدخاني) الذي يبقى معلقا في جوها في بعض الأحيان لمدة عدة أيام. ويعرف الضباب الدخاني في اللغات الأجنبية باسم (smog) وهي كلمة مشتقة من كلمتي (smoke) الدخان و (Fog) الضباب. إن احتراق الوقود في آلات الاحتراق الداخلي لا يكون احترقا تماما على الدوام ولذلك فإن غازات العادم التي تتكون من غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء تكون مصحوبة عادة بكمية قليلة من بعض الجزيئات العضوية التي لم تتأكسد أكسدة تامة فضلا عن قدر صغير من غاز أول أكسيد الكربون وبعض أكاسيد النتروجين، ينطلق كل هذا الخليط الغازي السام من عوادم السيارات ليملأ طرقات المدينة وينتشر في أجوائها ويغلف مسالكها دون أن يرى ودون أن يلحظه أحد وعندما يتعرض هذا الخليط الغازي للأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس يحدث بين مكوناته تفاعل كيميائي غريب لا تعرف طبيعته حتى الآن على وجه التحديد وينتج من هذا التفاعل الكيميائي الضوئي تكون الضباب الدخاني الذي يبقى معلقا في الهواء ويغلف جو المدينة تماما ويسبب احتقان الأغشية المخاطية ويدعم العيون ويثير السعال وقد يؤدي إلى الاختناق في بعض الأحيان [1].

تمثل المحطات التحويلية جزءا مهما من الإدارة المتكاملة للنفايات الصلبة البلدية و يمكن تعريفها بشكل مبسط بانها المنشأة التي يتم فيها استلام النفايات البلدية الصلبة من المناطق البلدية اذ تنقل بوساطة سيارات صغيرة نسبيا و تفرغ ليتم جمعها ونقلها بمركبات أكبر الى مواقع الطمر النهائي و تحقيق فائدة اقتصادية و بيئية. يتم إقامة المحطات التحويلية للمخلفات الصلبة داخل المدن لتحقيق فوائد اقتصادية و بيئية أهمها تقليل كلفة نقل المخلفات و تقليل التلوث البيئي الناتج من عوادم المركبات [2]. يتولد في مدينة بغداد حاليا حوالي (6000) طن من المخلفات الصلبة البلدية يوميا يتم جمع المخلفات الصلبة البلدية من قبل البلديات من الشوارع و الأزقة و البنايات السكنية و المدارس و المستشفيات وغيرها باستخدام سيارات كابسة تابعة للبلديات ذات حمولة 5طن تقوم بنقل تلك المخلفات إلى المحطات التحويلية تقوم شاحنات كبيرة ذات حمولة (20) طن بنقل المخلفات الصلبة يوميا من المحطات التحويلية. و لأجل التخلص من المحطات التحويلية القديمة التي تنتشر فيها الروائح الكريهة و الغازات و تكثر فيها القوارض و يتواجد فيها الأشخاص الذين يقومون بجمع المواد التي يمكن إعادة تدويرها كعلب المشروبات الغازية و قناني الماء و غيرها و انتشار الحيوانات الأليفة لأغراض الرعي و التعدي على تلك المخلفات إضافة إلى الكلاب السائبة و بسبب كون هذه المحطات التحويلية مفتوحة فإن تأثيرها المباشر على الساكنين في المناطق القريبة يتمثل بانتشار الروائح الكريهة و الغازات و الذباب و الضوضاء فضلا عن ذلك فإن العاملين في تلك المواقع سيكفون عرضة للإصابة بالأمراض الانتقالية و أمراض الجهاز التنفسي و الجلد لهذا السبب تم إنشاء (9) محطات تحويلية حديثة تعمل بطاقة 500 طن في اليوم لكل محطة تخدم الرقعة الجغرافية للدوائر البلدية الأربعة عشر في مدينة بغداد يستخدم فيها نظام الكبس compactor system اذ يتم كبس المخلفات الصلبة لتقليل حجمها و التي تصل غالبا بوساطة سيارات كابسة سعة حوالي (5) طن و لا يتم خزنها فيها بل يتم نقلها بسرعة إلى مواقع المعالجة أو الطمر باستخدام شاحنات كبيرة سعة (20) طن. توجد عدة تقنيات للمحطات التحويلية منها نظام الكبس compactor system تستخدم المكابس الثابتة رأس كباس هيدروليكي ram لكبس المخلفات في حاويات الشاحنة الناقلة. تصنع تلك الحاويات عادة من حديد مقوى لمقاومة قوة الكبس و يستخدم هذا النوع من التكنولوجيا في المحطات التحويلية التسع (الشكل رقم 1).



شكل رقم (1) رسم توضيحي لعمل المحطة التحويلية بنظام الكبس Compactor [3]

الفوائد البيئية

- يمكن تلخيص الفوائد المتحققة من إقامة المحطات التحويلية بالنقاط الآتية : [3]
- تقليل التلوث البيئي نتيجة استخدام الحاويات المغلقة و التكنولوجيا المتطورة.
- توفير فرص عمل للعاطلين .
- الحفاظ على جمالية المدينة بعدم تناثر المخلفات .
- تقليل من نفقات النقل من خلال التركيز على عمليات التجميع في مكان محدد بدلاً من إضاعة الوقت والتكاليف في النقل على مواقع الطمر الصحي.
- تقليل من حركة مرور المركبات وذلك بضم حمولات صغيرة في مركبات كبيرة.
- تقليل من تلوث الهواء واستهلاك الوقود واستهلاك الطرق وذلك باستخدام أقل عدد من المركبات.
- تقليل من حجم حركة المرور في موقع الطمر الصحي وبالتالي تقليل الازدحام مما يعني زيادة السلامة في موقع الطمر الصحي.

2. الجزء العملي :

الطرق العلمية والمختبرية للبحث:

يمثل تقليل تلوث الهواء الفائدة البيئية الأبرز للمحطات التحويلية و يمكن حساب الانبعاثات الغازية الناتجة من عوادم المركبات في حالتها وجود و عدم وجود المحطات للمقارنة و معرفة مدى تلك الفائدة لتقليل غازات ثاني اوكسيد الكربون و الميثان و اوكسيد النتروز باستخدام المعادلة الآتية [3].

----- (1)

- E_{ij} يمثل انبعاث الغاز نوع (j) ، ثاني اوكسيد الكربون ، الميثان او اوكسيد النتروز من الوقود نوع (i) (CO_2-e tones)
- Q_i تمثل كمية الوقود نوع (i) محسوب بوحدات (kiloliters or gigajoules) المحترقة لأغراض النقل
- EC_i يمثل عامل محتوى الطاقة للوقود نوع (i) محسوب بوحدات (gigajoules per kiloliter or per cubic meter) المستخدم كطاقة لأغراض النقل. جدول (1)
- إذا كانت (Q_i) محسوبة ب (gigajoules) فإن (EC_i) تساوي 1
- $E_{Fijoxec}$ يمثل عامل الانبعاث لكل نوع غازي (j) (يتضمن تأثير عامل الاكسدة) للوقود نوع (i) محسوب بوحدات (kilograms CO_2-e per gigajoule) المستخدم كطاقة لأغراض النقل. جدول (1)

جدول رقم (1): يوضح معامل انبعاث الغازات عند احتراق مختلف انواع الوقود في محركات المركبات.

Transport equipment type	Fuel combusted	Energy content factor (GJ/kL unless otherwise indicated)	Emission factor kg CO ₂ -e/GJ (relevant oxidation factors incorporated)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
General transport					
	Gasoline (other than for use as fuel in an aircraft)	34.2	66.7	0.6	2.3
	Diesel oil	38.6	69.2	0.2	0.5
	Gasoline for use as fuel in an aircraft	33.1	66.3	0.04	0.7
	Kerosene for use as fuel in an aircraft	36.8	68.9	0.01	0.7
	Fuel oil	39.7	72.9	0.06	0.6
	Liquefied petroleum gas	26.2	59.6	0.6	0.6
	Biodiesel	34.6	0.0	1.2	2.2
	Ethanol for use as fuel in an internal combustion engine	23.4	0.0	1.2	2.2
	Biofuels other than those mentioned in items above	23.4	0.0	1.2	2.2
	Natural gas (light duty vehicles)	39.3×10^{-3} GJ/m ³	51.2	5.5	0.3
	Natural gas (heavy duty vehicles)	39.3×10^{-3} GJ/m ³	51.2	2.1	0.3
	Liquefied natural gas (light duty vehicles)	25.3	51.2	5.5	0.3
	Liquefied natural gas (heavy duty vehicles)	25.3	51.2	2.1	0.3
Post-2004 vehicles					
	Gasoline (other than for use as fuel in an aircraft)	34.2	66.7	0.02	0.2
	Diesel oil	38.6	69.2	0.01	0.6
	Liquefied petroleum gas	26.2	59.6	0.3	0.3
	Ethanol for use as fuel in an internal combustion engine	23.4	0	0.2	0.2
Heavy vehicles conforming to Euro design standards					
Euro iv or higher	Diesel oil	38.6	69.2	0.05	0.5
Euro iii	Diesel oil	38.6	69.2	0.1	0.5
Euro i	Diesel oil	38.6	69.2	0.2	0.5

طريقة حساب الانبعاثات الكربونية لكل محطة تحويلية

تم احتساب الانبعاثات الكربونية لكل محطة تحويلية باستخدام المعادلة رقم(1) و الجدول رقم (1) كما تم استخدام العامل 0.4 لتر/ كم [4] لحساب كمية وقود الديزل المصروف لكل كيلومتر و تم اضافة 25% كنسبة اضافية للتوقعات التي تحدث للمركبات في السيارات لتكون الكمية 0.5 لتر/كم و لتكن محطة المنصور التحويلية أنموذج للحساب و يوضح الجدول رقم (2) المسافات بين المحطات التحويلية التسعة و موقعي طمر النهروان و ابو غريب و المعدل اليومي للمخلفات الصلبة البلدية الخارجة الى مواقع الطمر [5]

جدول رقم (2): المسافات بين المحطات التحويلية التسعة و موقعي طمر النهروان و ابو غريب.

اسم المحطة التحويلية	المسافة عن موقع طمر النهروان (كيلومتر)	المسافة عن موقع طمر ابو غريب (كيلومتر)	المعدل اليومي للمخلفات الصلبة البلدية الخارجة الى موقع الطمر(طن)	عدد المركبات 20 ساعة طن يوميا	عدد المركبات ساعة خمسة طن يوميا
المنصور	71	32	214	11	44
الكرادة	46		293	15	60
الغدير	38		232	12	48
الصدر	49		229	12	48
الشعلة	77	38	234	12	48
الشعب	42		398	20	80
الرصافة	42		323	17	68
الدورة	58	42	133	7	28
البياع	63	40	217	11	44

المسافة من المحطة الى موقع طمر النهروان تبلغ 71 كم (142 كم ذهابا و ايابا)

معدل الكميات الخارجة من المحطة 214 طن/يوم

و بما ان سعة المركبات الناقلة لموقع طمر النهروان تبلغ 20 طن

فان عدد المركبات الناقلة = 11 مركبة/يوم (سعة 20 طن)

و بذلك تكون كمية الوقود المصروفة يوميا

$$0.5 \times 11 \times 142 = 781 \text{ liter/day}$$

و باستخدام معادلة رقم (1) نقوم بحساب الانبعاثات الغازية بوجود المحطات التحويلية للمخلفات الصلبة البلدية للمركبات سعة 20 طن

$$E_{CO_2} = 0.781 \times 38.6 \times 69.2 / 1000 = 2.086 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$E_{CH_4} = 0.781 \times 38.6 \times 0.2 / 1000 = 0.006 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$E_{N_2O} = 0.781 \times 38.6 \times 0.5 / 1000 = 0.015 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$\text{TOTAL EMISSION} = 2.086 + 0.006 + 0.015 = 2.017 \text{ ton CO}_2\text{-e/day}$$

و باستخدام معادلة رقم (1) نقوم بحساب الانبعاثات الغازية بعدم وجود المحطات التحويلية للمخلفات الصلبة البلدية للمركبات سعة 5 طن المسافة من المحطة الى موقع طمر النهر وان تبلغ 71 كم (142 كم ذهابا و ايابا) معدل الكميات الخارجة من المحطة 214 طن/يوم و بما ان سعة المركبات الناقلة لموقع طمر النهر وان تبلغ 5 طن فان عدد المركبات الناقلة = 44 مركبة/يوم (سعة 5 طن) و بذلك تكون كمية الوقود المصروفة يوميا

$$0.5 \times 44 \times 142 = 3124 \text{ liter/day}$$

$$E_{CO_2} = 3.124 \times 38.6 \times 69.2 / 1000 = 8.344 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$E_{CH_4} = 3.124 \times 38.6 \times 0.2 / 1000 = 0.024 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$E_{N_2O} = 3.124 \times 38.6 \times 0.5 / 1000 = 0.060 \text{ ton CO}_2\text{-e}$$

$$\text{TOTAL EMISSION} = 8.344 + 0.024 + 0.060 = 8.428 \text{ ton CO}_2\text{-e/day}$$

3. النتائج والمناقشة:

جدول رقم (3): الانبعاثات اليومية و السنوية.

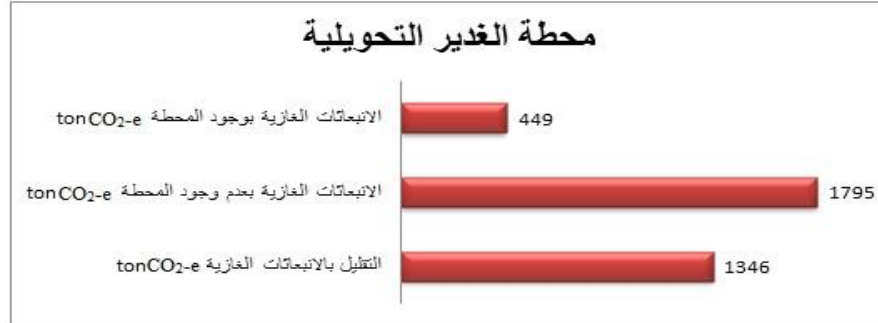
التقليل في كمية الانبعاثات الغازية السنوية ton CO ₂ -e	التقليل في كمية الانبعاثات الغازية اليومية ton CO ₂ -e	بعدم جود المحطات التحويلية		بوجود المحطات التحويلية		اسم المحطة التحويلية
		كمية الانبعاثات الغازية السنوية ton CO ₂ -e	كمية الانبعاثات الغازية اليومية ton CO ₂ -e	كمية الانبعاثات الغازية السنوية ton CO ₂ -e	كمية الانبعاثات الغازية اليومية ton CO ₂ -e	
2340	6.411	3076.20	8.428	736.21	2.017	المنصور
2039	5.586	2718.52	7.448	679.50	1.862	الكرادة
1346	3.690	1795.8	4.920	449.06	1.230	الغدير
1738	4.761	2317.02	6.348	579.25	1.587	الصدر
2730	7.479	3639.78	9.972	909.94	2.493	الشعطة
2481	6.798	3308.36	9.064	827.09	2.266	الشعب
2109	5.778	2811.96	7.704	703.00	1.926	الرصافة
1199	3.285	1598.70	4.380	399.67	1.095	الدورة
2046	5.607	2728.74	7.476	682.18	1.869	البياع
17898	49.034	23864	65.38	5966	16.345	المجموع



شكل رقم (2) يوضح كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود محطة المنصور التحويلية و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات



شكل رقم (3): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود وعدم وجود محطة الكرادة التحويلية ومقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (4): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود وعدم وجود محطة الغدير التحويلية ومقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (5): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود وعدم وجود محطة الصدر التحويلية ومقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (6): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود وعدم وجود محطة الشعلة التحويلية ومقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



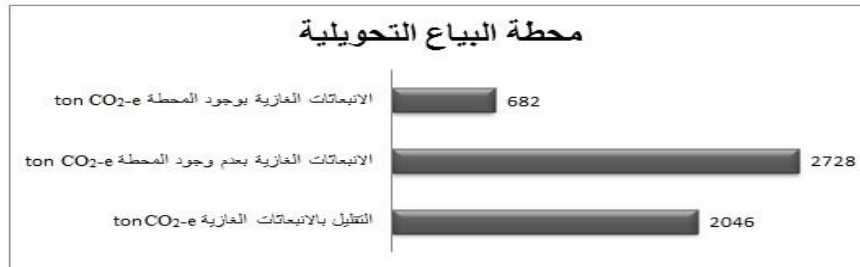
شكل رقم (7): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود محطة الشعب التحويلية و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



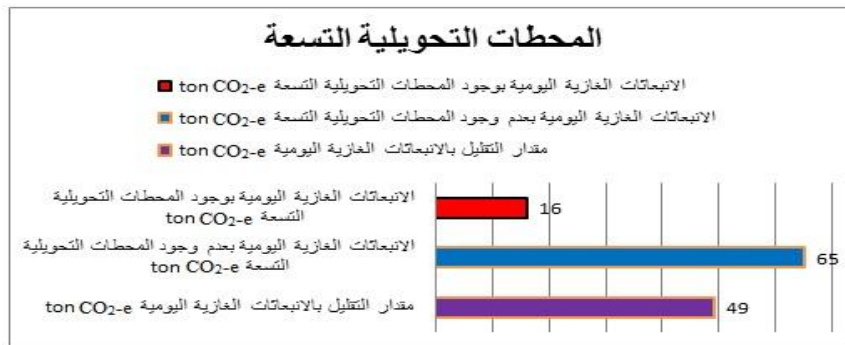
شكل رقم (8): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود محطة الرصافة التحويلية و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



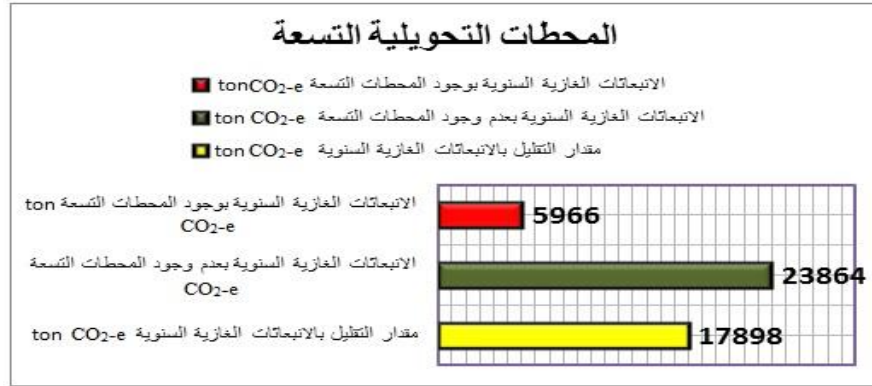
شكل رقم (9): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود محطة الدورة التحويلية و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (10): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود محطة البياع التحويلية و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (11): كمية الانبعاثات الغازية اليومية بوجود و عدم وجود المحطات التحويلية التسعة و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.



شكل رقم (12): كمية الانبعاثات الغازية السنوية بوجود و عدم وجود المحطات التحويلية التسعة و مقدار التقليل بتلك الانبعاثات.

4. الاستنتاجات

يتضح من الحسابات السابقة ان استخدام المركبات الكبيرة سعة 20 طن بوجود المحطات التحويلية النموذجية التسعة في مدينة بغداد بدلا من النقل المباشر للمخلفات الصلبة البلدية باستخدام المركبات سعة 5طن الى مواقع الطمر يقلل من الانبعاثات الغازية المسببة لتلوث الهواء و ظاهرة الاحتباس الحراري بمقدار 17898طن مكافئ ثاني اوكسيد الكربون سنويا .

5. شكر وتقدير:

نشكر امانة بغداد / دائرة المخلفات الصلبة والبيئة / قسم المحطات التحويلية ومراقبة النظافة لتزويدنا بالبيانات الواردة بالبحث وقسم الكيمياء في كلية العلوم-جامعة النهرين.

6. المصادر

- [1] د.أحمد مدحت إسلام, التلوث مشكلة العصر, سلسلة عالم المعرفة,(152) الكويت (1999).
- [2] Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making, United States Environmental Protection Agency Solid Waste and Emergency Response (5306W), EPA530-R-02-002, June (2002).
- [3] Australian National Greenhouse Account, National Greenhouse Accounts Factors, Department of Climate Change and Energy Efficiency, Australia (2012).
- [4] Climate Leaders GHG Inventory Protocol Mobile Combustion Sources – Guidance, Office of Air and Radiation (6202J) EPA430-K-03-005, May (2008).
- [5] بيانات قسم المحطات التحويلية و مراقبة النظافة لعام 2013 و الثلث الأول من عام (2014)دائرة المخلفات الصلبة و البيئة/أمانة بغداد.

A study of reducing gas emissions from typical transfer station vehicles of municipal solid waste

Wedad H. Shabban¹, Imad S. Kadhim², Safaa H. Abdul Hussein²

¹Chemistry department, College of Science, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq

²Solid waste department and Environment, Mayoralty of Baghdad, Baghdad, Iraq

Abstract

The study was conducted to determine the environmental benefits arising from the establishment of municipal solid waste transfer stations. Reducing air pollution is most prominent of these stations. The study included nine transfer stations within the city of Baghdad. It was represented by calculating carbon emissions for each station resulting from vehicle exhaust diesel-powered in the cases of the presence and the absence of transfer stations for comparison. Using of the nine municipal solid waste transfer stations reduces the amount of 17 898 tons of carbon dioxide equivalent annually for the case if the waste was transferred directly from the receiving areas to landfill sites.

Keywords: Municipal solid waste | Carbon emissions | Air pollution | Diesel fuel | Vehicle exhaust |



ISSN 2226-0722

Journal of Iraqi Industrial Research



دراسة الفعالية البيولوجية للفينولات المعزولة من القرنفل (كمادة مطهرة)

فارس عبد الكاظم دخنة*، فلاح حسن احميدي، شهباء محمد جواد، علي عواد محمد، عبد المجيد حطاب.

مركز بحوث ابن البيطار، هيئة البحث والتطوير الصناعي، وزارة الصناعة والمعادن، بغداد، العراق.

* e-mail: farisk.dokna@yahoo.com

الخلاصة:

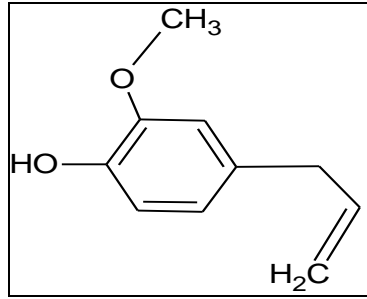
عُتبت هذه الدراسة باستخلاص اليوجينول من نبات القرنفل باعتباره نبات طبي مهم لأنه يمتلك خصائص صيدلانية متنوعة. استخلص اليوجينول باستخدام المذيب ثنائي كلورميثان (Dichloro methan)، ثم حول الى استر بمعاملته مع ثلاثي فلورو انهيدرايد الخليك (Trifluoro acetic anhydride) او بنزويل كلورايد (Benzoyl chloridol). شُخصت المشتقات (الاسترات) لليوجينول بواسطة الاشعة فوق البنفسجية (UV.Spectroscopes) والصور المجهرية (Photomicroscopic) ومطياف الاشعة تحت الحمراء (FTIR). أجري الفحص البيولوجي باستخدام بعض أنواع البكتريا المعروفة المجهرية مثل بكتريا (*E.coli, Staphylococcus aureus, Bacillus pumilus, Shigella sp.*) حددت فعالية اليوجينول كمادة مضادة للبكتريا ومقارنتها مع المشتقات المحضرة. لوحظ ان مشتق تراي فلورو مثيل يوجينوليت (*Trifluoro Methyl Eugenolate*) هو الأكثر فعالية من اليوجينيل ومشتقاته الأخرى.

كلمات مفتاحية: | يوجينول | ثلاثي فلورو انهيدرايد الخليك | حامض كلورو سلفونيك | بولي فينيل الكحول |.

©2015 Commission of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. المقدمة:

"الزيوت الأساسية" هي المكونات المتطايرة المسببة لروائح العديد من النباتات. في هذه الدراسة فصل اليوجينول الأساسي (المكون الرئيسي لزيوت القرنفل) من نبات القرنفل باستخدام تقنية التقطير البخاري، والتي تستخدم عادة لاستخلاص الزيوت الطبيعية من النباتات [1].



Eugenol

ان زيت القرنفل هو الزيت الأساسي المستخلص من براعم الأزهار الجافة و اوراق وجذوع شجرة السيزية العطري (*Syzygium aromaticum*) او شجرة (*Eugenia cary ophyllat*) او الايوجينا العطرية (*Eugeni aromaticum*) [2]. هنالك فروقات طفيفة بين هذه الأنواع والعديد يعتبرونها نوع وواحد. الاسم العلمي للقرنفل (*Syzygium aromaticum*) وهو ينتمي الى جنس (*Syzygium*) وقبيلة (*Syzygieae*) والعائلة الثانوية (*Myrtoideae*) من عائلة (*Myrtaceae*) وان القرنفل هو نبات (*Angiospermic*) وينتمي الى قسم نباتات (*Magnoliophyta*) في مملكة النباتات الاخمصية [3]، عند وضعه على النباتات النامية بكميات كافية فان زيت القرنفل سريعا ما يجفف النسيج الأخضر بإزالة البشرة الشمعية للنبات وعرقلة غشاء الخلية. وهذا يسبب تسرب وانحلال كهربائي لخلايا النبات مسببا موت النسيج، ان زيت القرنفل المستخدم في معالجة النباتات والاعشاب الضارة يكون مؤثرا فقط كمبيد أعشاب[4]، ويستخدم أيضا كمبيد حشري وكباعت للرائحة في مصائد الخنافس والدبابير والحشرات الأخرى. يمتلك زيت القرنفل نكهة غذائية طبيعية ويستخدم بشكل واسع كمطيبات للطعام لاحتوائه على رائحة التوابل. استخدم زيت القرنفل ومكونه الأساسي (اليوجينول) بشكل واسع كمادة مطيبة في الولايات المتحدة منذ عام 1900. وكان اليوجينول المستخدم الرئيسي في صناعة الصابون والمنظفات. استخدم اليوجينول في هذه المنتجات بتركيز تتراوح ما بين 0,01-0,05 % (v/v)، وقد تضمنت قوائم بيانات مجموعة العمل البيئي لمواد التجميل على 278 مادة تجميل ومنتجات العناية الشخصية المتوفرة في البلد والتي تحتوي على اليوجينول بتركيز واطئة [5]. وقد صادقت مؤسسة الغذاء والأدوية الأمريكية (FDA) على استخدام زيت القرنفل في الغذاء كمطيب وفي طب الأسنان كمسكن الآلام، وكمعطر لصناعة منتجات العناية الشخصية وزيوت الروائح، وفي نظام إيصال الدواء والمخدر عبر الجلد. ووجد أيضا ان زيت القرنفل يمتلك بعض الخواص المضادة للبكتريا والفطريات والفيروسات والأورام والأكسدة ومضادة للحشرات [6]. وصنفت مؤسسة (FDA) زيت القرنفل على انه مادة آمنة للاستخدام كمادة صب للأسنان (حشوة) أو كمضاف غذائي إلا إنها حذرت من استخدام زيت القرنفل أو من مكوناته كمخدر للأسماك بسبب المخاوف من عملية تسمم الأسماك والإنسان المستهلك للأسماك بالمعالجة بزيت القرنفل [7] عدل بولي فاينل الكحول (*Polyvinyl Alcohol*) بسلفنة مجاميع الهيدروكسيل (*Hydroxyl groups*)

باستخدام حامض كلورو سلفونيك (Chloro Sulfonic Acid) ثم تم استبدالها ببعض الأديوية الهيدروكسيلية مثل اليوجينول او الباراسيتيمول [8]. ان تحويل البولي فاينيل بايروليدون لفتح الحلقة بواسطة مجموعة الهيدروكسيل لليوجينول قد تم تحضيرها بنسبة تحويل عالية [9] يمتلك البوليمر المحضّر على خواص مسكنة للألام ومضاد للالتهاب وله القابلية على تخفيف الالم في الأسنان المهيجة او المريضة وفي تطبيقات طب الأسنان الأخرى. حلت بوليمرات اليوجينول الجديدة، ودرست سرع التحرر الدوائي بواسطة جهاز (UV Spectrum)(CECIL CE 2700). تضمن هذا البحث هدفا رئيسيا هو تحضير مشتقات اليوجينول الجديدة وإثبات الفعالية البايولوجية لتكون اكثر قوة ضد البكتريا ولكي تستخدم كمادة طبية [10,11].

2. الجزء العملي:

المواد المستخدمة:

بنزويل كلورايد (Benzoyl chloride), تري فلورو اسيتيك اسيد (Trifluoro acetic acid) تم تجهيزها من شركة (Aldrich). وكما استخدم دايوكسان (Dioxan) و داي كلوروميثان (Dichloromethane) حيث تم الحصول عليها من شركة (Fluka).

الأجهزة المستخدمة:

تم قياس درجة الانصهار باستخدام جهاز (Galen Kamp M.F.B). وأجريت دراسة أطيف الأشعة تحت الحمراء بواسطة جهاز (600 FTIR Spectra) (Shimadzu) باستخدام بروميد البوتاسيوم KBr اجري التحليل الدقيق للعناصر مثل كاربون، هيدروجين باستخدام جهاز (C.H analyzer model LECO600 and SC 132) استخدم جهاز (سبكتروفوتوميتر) 260 ثنائي الحزمة لدراسة طيف الأشعة فوق البنفسجية. استخدمت فحوصات الصور المجهرية الرقيقة باستخدام جهاز (Microscopes W/two lights+3M camera, model ME 300 TZ-21-3M)

أ- استخلاص اليوجينول من القرنفل:

وضع القرنفل المطحون (50 غم) مع (150 مل) من الماء في جهاز التقطير البخاري. سخن الخليط وجمعت المادة المقطرة (الماء واليوجينول المقطر). استخلص اليوجينول من الماء باستخدام كلوريد الميثيلين (Methylene Chloride) بمقدار (4) مل من اليوجينول لكل (50) غم من مسحوق القرنفل. جفف باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية، رُشح المزيج ويُخر المذيب وحصل على سائل يوجينول الأصفر الشاحب (4) مل. شخص المنتج بالاستعانة بالتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء لإثبات تركيبه. لوحظ امتصاصات الأشعة تحت الحمراء (IR) الرئيسية كما كان متوقعا، حيث ظهرت امتصاصات مجموعة الهيدروكسيل (-OH) بين (3200-3500 cm^{-1}) وامتصاصات مط (C-H) بين (3000-3150 cm^{-1})، وامتصاصات مط الاكينات (C=C) بين (1600-1680 cm^{-1}) والامتصاصات الاروماتية (C=C) بين (1400-1600 cm^{-1}) كما موضح في شكل رقم (1).

ب- استرة اليوجينول بواسطة ثلاثي فلورو انهيدرايد الخليك (Esterification of Eugenol with Trifluoro Acetic Anhydride):

في دورق مدور الفعز أذيب 0.5 غم من اليوجينول (1.1 مول) في 10 مل من الدايوكسان. أضيف الى (1.1 مول) من ثلاثي فلورو انهيدرايد الخليك بإمرار غاز النيتروجين تحت الضغط الجوي، خلط المزيج و وضع في دورق تصعيد مع التحريك لمدة 6 ساعات. صُب الخليط في دورق يحوي ماء بارد، فصلت البلورات الصفراء الناتجة بواسطة الترشيح العادي، غُسلت بمحلول كاربونات الصوديوم (Na_2CO_3) ثم غُسلت بالماء المقطر. جُفف الناتج (E2) تحت ضغط منخفض.

ج- استرة اليوجينول بكلوريد البنزويل (Esterification of Eugenol with Benzoyl Chloride):

في دورق دائري الفعز مجهز بمكثف أضيف (1) غم من اليوجينول (2.2 مول) الى (10) مل من البيريدين وأضيف (2) غم (2.2 مول) من كلوريد البنزويل، حُرك الخليط وبدرجة حرارة 45°C لمدة 4 ساعات. صُب الخليط الى محلول بارد من 10% HCl، رشت بعد ذلك البلورات البيضاء المصفرة و غُسلت بمرحلتين: الأولى بمحلول بيكاربونات الصوديوم (NaHCO_3) والثانية باستخدام الماء المقطر. جُفف الناتج (E1) تحت ضغط مخجل.

الجدول رقم (1): الخواص الفيزيائية لاسترات اليوجينول للمركبين (E₁-E₂)

رمز المركب	درجة الانصهار / $^\circ\text{C}$	المجموعة المضافة	اللون الناتج	النسبة المئوية للناتج %	nm /UV
E2	110-111	-CF ₃	اصفر	80	260-290
E1	300-305	-ph	ابيض مصفر	72	270-300

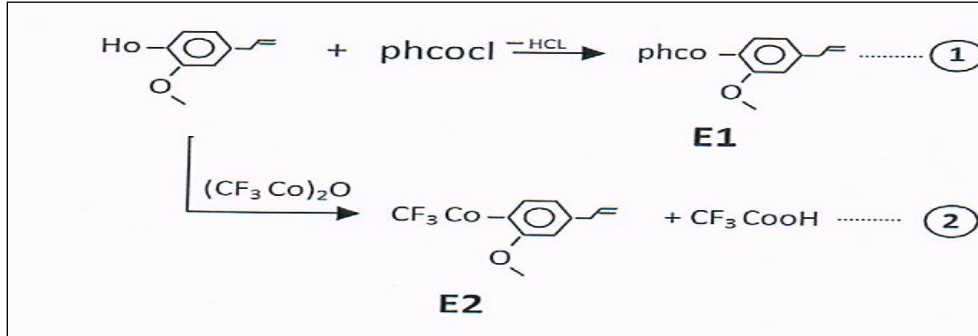
د- فحص المضاد البكتيري (Antibacterial Assay)

استخدمت طريقة الانتشار بالحفر وذلك لاختبار فعالية مستخلص القرنفل. نشطت الانواع البكتيرية في وسط (Nutrient Broth), حضر (250) مل من الوسط المذكور بحسب تعليمات الشركة المصنعة وعقم بجهاز المؤعدة Autoclave بدرجة حرارة (121) $^\circ\text{C}$ لمدة (15) دقيقة وترك ليبرد بدرجة (25) $^\circ\text{C}$ ولقح بـ (1) مل من عالق الخلايا البكتيرية (*E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus pumilus*, *Shigella sp.*), حضر (250) مل من وسط (Muller Hinton Agar) بحسب تعليمات الشركة المصنعة وعقم بجهاز المؤعدة Autoclave وترك ليبرد بدرجة (25) $^\circ\text{C}$ ولقح بـ (1) مل من عالق الخلايا البكتيرية. صب (20) مل من الوسط لكل طبق زجاجي قياس (9) سم. تركت الاطباق لتبرد وعملت عدد من الحفر لكل طبق بقطر (8) ملم للحفرة الواحدة، و اضيف (50) مايكروليتر من المستخلص لكل حفرة باستخدام micropipette، وبتراكيز (4, 8, 12) ملغم/مل. وعملت حفرة لمقارنة المستخلصات بالمضاد الحيوي Gentamycin كسيطرة.

3. النتائج والمناقشة:

اظهر طيف الأشعة تحت الحمراء في الشكل رقم (2) الامتصاص عند (1774 cm^{-1}) والذي يشير الى مجموعة (C=O) لاستر CF₃, وان عدم ظهور مجموعة الهيدروكسيل الفينولية (OH) Phenolic عند (3480 cm^{-1}) يشير الى تفاعل الاسترة. يوضح الشكل رقم (2) الامتصاص عند (1783 cm^{-1}) لمجموعة الكاربونيل (C=O) للاستر مع اختفاء لمجموعة الهيدروكسيل (OH) الفينولية (3450 cm^{-1})، وامتصاص (C-H) الاليفاتية عند (2938 cm^{-1}) وامتصاص (C-H) الاروماتية عند (3078 cm^{-1})، و امتصاصات UV λ_{max} لكل من E₁ و E₂ تتراوح بين (260-290) و (270-300) على التوالي شكل رقم (6).

ان تفاعل اليوجينول مع كلوريد البنزويل او مع ثلاثي فلورو حامض الخليك اللامائي, موضح في المعادلات التالية:-



ان الفعالية البايولوجية لمشتق اليوجينول (E2) لتراي فلورو مثيل يوجينوليت يعد أكثر تأثير بالمقارنة مع (E1) لمشتق البنزويل مع اليوجينول, حيث انه يُنبط نمو صيغة كرام السالبة ليكتريا مثل (*E-coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus pumilus*, *Shigella sp.*) بتركيز 12 ملي غرام. وقد أُسنتج من هذا البحث إن ثلاثي فلور مثيل يوجينوليت (E2) كان الأكثر تأثيراً من حيث الاستخدام مما يتيح فرصة استخدامه كمضاد بكتيري طبي أكثر من اليوجينول نفسه. وكما هو معروف مسبقاً في دوره المهم في تنشيط المضادات البكتيرية, إن أستره اليوجينول تعطي إمكانية السيطرة العالية لتحرر اليوجينول تدريجياً عند دراسة التحلل المائي لمشتق الاستر في أوساط حامضية مختلفة مما يؤدي الى تقليل التأثيرات الجانبية عند استخدامه بتركيز مختلفة.

جدول رقم (2): الفعالية البايولوجية للمركبات المحضرة.

Bacteria	<i>E.coil</i>			<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Bacillus pumilus</i>			<i>Shigella Sp.</i>		
	(mg)			(mg)			(mg)			(mg)		
Con.	4	8	12	4	8	12	4	8	12	4	8	12
Eugenol	5	10	14	-	6	9	-	-	-	-	-	35
Trifloro Eugenol (E2)	14	19	25	10	15	23	11	19	26	20	25	36
Benzoyl Eugenolate (E1)	Not Active											
Gentamycin	7	10	20	5	11	19	6	10	19	8	16	22

Con. : Concentration

شكل (4) يوضح الصورة المجهرية لليوجينول ومقارنة مع شكل (5) يوضح الصورة المجهرية لتراي فلورو مثيل يوجينوليت. شكل (6) يبين امتصاصات الأشعة فوق البنفسجية لتراي فلورو يوجينول كما تم ذكره في جدول (1). نستنتج من النتائج السابقة لهذا البحث ان (E2) يمتلك فعالية بايولوجية عالية أكثر من اليوجينول لوحده مما يتيح مستقبلاً إمكانية استخدامه كمادة طبية.

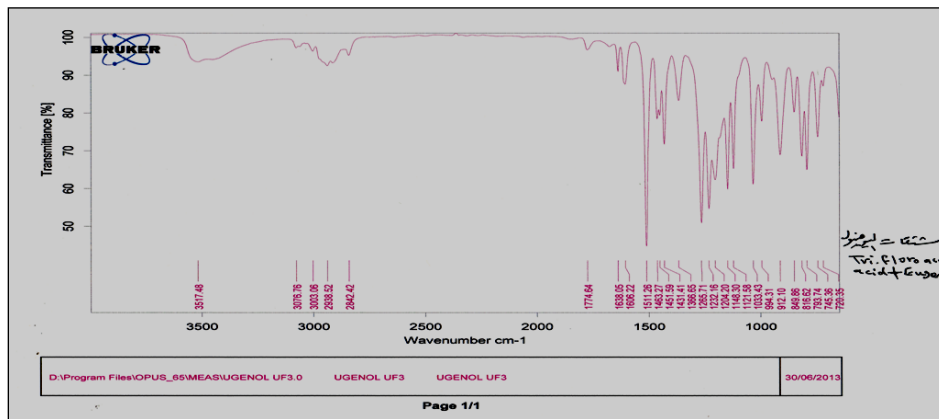


Fig. (1) FTIR Spectrum of Eugenol

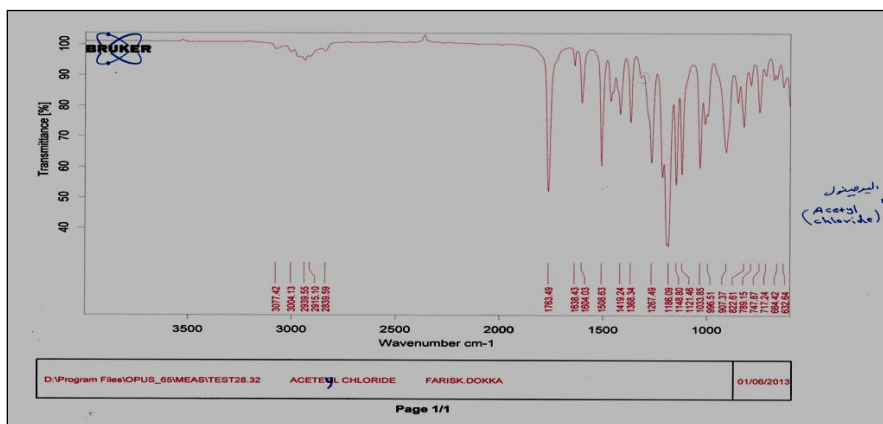


Fig. (2) FTIR Spectrum of Trifluoro Acetyl Eugenolate

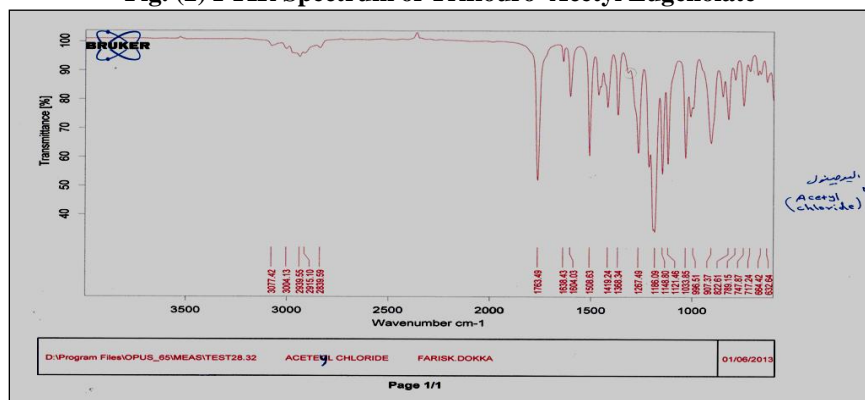


Fig. (3) FTIR Spectrum of Acetyl Chloride



Fig. (4) Microscopic Image of Eugenol



Fig. (5) Microscopic Image of E₁ Eugenol with CF₃

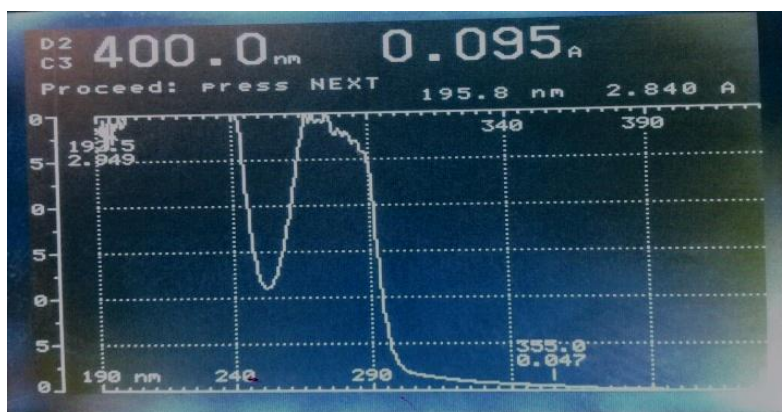


Fig. (6) UV Spectrum of E2

4. المصادر

- [1] Eim A., Isolation of Eugenol from cloves by steam Distillation and its identification by Infrared spectroscopes Chem. 303(16) (2005).
- [2] Schmid A., resolution of the Eugenia-Syzygium controversy (Myrtaceae), Amer J. Bot 59(4) (1972) 423-436, .
- [3] Bhuiyan N., Begum J., Nandi N., Akter F., Constituents of the essential oil from leaves and buds of clove (*Syzygium caryophyllatum* (L.) Alsto, 4(11) (2010) 451-454.
- [4] USPTO, Eugenol enhancement of transdermal drug delivery, US Patent 4888362, (1989). <http://www.patentstorm.us/patents/4888362/description.html>.
- [5] Chaieb K., Hajlaoui H., Zmantar T., The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review. *Phytotherapy Res*, 21(2007)501-506.
- [6] US FDA. Guidance for Industry: Concerns Related to the Use of Clove Oil as an Anesthetic for Fish, Guideline, US Food and Drug Administration Center for Veterinary Medicine, 150 (2007).
- [7] Pavia L., Lampman M., Kriz S.; Engel G., Introduction to organic laboratory techniques, A Microscale approach, 3rd ed.; Brooks/Cole: pacific Grove, CA, (1999) 665-674.
- [8] Firyal A., Shurooq K., Abeer R., Wessal K., Synthesis of polyvinyl substituted by paracetamol or eugenylester sulfonate drug polymer , Iraq Technology Sci., the first conference (2012).
- [9] Firyal A., Abbas M. , Khudheyer K. Modification of PVP with eugenol and study of its controlled release the Fifth Scientific conference of university of Babylon, (2010) 316-326.
- [10] Firyal A., Abbas M. , Khudheyer K., Synthesis and polymerization of eugenolyl male amate and citraconamate as drug polymers J. of College of Education, 3(3), (2011).
- [11] Firyal A., Abbas M. Khudheyer K., Synthesis and characterization of poly eugenolyl acrylate, J. of College of Education, 6 (2011) 317- 329.

Studying of Biological Activity of Phenols Isolated from Clove (as Antiseptic)

Faris K.Dokhna, Falah.Hassan, Shahbaa Mohammad, Ali Awad, Abdulmajed Hattab.

*Ibn Al-betar Research Center, Corporation of Research and Industrial Development, Ministry of Industry and Minerals,
Baghdad, Iraq.*

Abstract

This study is designed to extract the eugenol from cloves as an important medical ingredient used in various pharmaceutical application. eugenol was extracted using dichloro methan. eugenol was esterified with trifluoro acetic anhydride or benzoyl chloride. The ester derivatives were characterized by FTIR and UV- Spectroscopies and microscopic image was observed with no phase transition. The biological assay were conducted using the microorganism such as (*E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus pumilus* and *Shigella sp.*). The antibacterial activities were determined for eugenol and compared to its derivatives. The trifluoro methyl eugenolate was more powerful against bacteria than the eugenol oil and phenyl eugenolate derivative.

Keywords: | Eugenol | Trifluoro acetic anhydride | Benzoyl chloride | Polyphenyl alcohol |.



قدرة الايقاف الكلية للإلكترونات في فلوريد الليثيوم LiF وبوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$

مصعب عماد محمد¹, صباح محمود امان الله², صباح جلال فتحي³

¹ قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تكريت – صلاح الدين – العراق

² قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تكريت – صلاح الدين – العراق

³ قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة كركوك – كركوك – العراق

الخلاصة

في هذا البحث تم حساب قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) للإلكترونات في مركب فلوريد الليثيوم LiF وبوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ضمن مديات الطاقة (0.01-10) ميكا الكترون فولط باستخدام معادلة بيث – بلوخ مع الاخذ بنظر الاعتبار تصحيح الكثافة الداخل في حساب قدرة الايقاف التصادمية (الكتلية). واستخدام معادلات تجريبية ل- بيركر- سليتزر لحساب قدرة الايقاف الاشعاعية (الكتلية). وقد وجد ان قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) لها نفس المنحني الخاص بقدرة الايقاف التصادمية (الكتلية) والتي تكون هي المهيمنة في مدى الطاقة المدروس وبمقارنة النتائج المستحصلة مع قيم الرمز العالمي E-Star وجد انها في متطابقة معها حيث أن نسبة الخطأ لم تتجاوز 1%.

كلمات مفتاحية: | قدرة الايقاف الكلية | بيث - بلوخ | بيركر- سليتزر | فلوريد الليثيوم | بوريت الليثيوم |

©2015 Commission of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. المقدمة:

درس عدد من الباحثين قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) لمجموعة من العناصر والمركبات وتمكنوا من إيجاد العلاقات الرياضية الخاصة بحساب قدرة الايقاف للجسيمات المشحونة في المادة، وخاصة قدرة الايقاف الكلية والتي هي عبارة عن مجموع قدرة الايقاف التصادمية وقدرة الايقاف الاشعاعية ومن هذه البحوث التي اجراها كل من (Bethe – Block) [1],[2]، وبالاعتماد على قوانين الميكانيك الكمي، حيث تمكن (Bethe) من اشتقاق معادلات قدرة الايقاف معتمدا على مبدأ التقريب ل- (Born) [3]. بحيث يمكن استخدام هذه العلاقات الخاصة بقدرة الايقاف الكلية (الكتلية) وحساب قيمها، وذلك بعد معرفة القيم الداخلة وتحديدها في هذه المعادلة وهي متوسط جهد التأين والعدد الذري والكثافة لمادة الهدف، وكذلك معرفة سرعة الجسيم الساقط وطاقته بدلالة الطاقة السكونية للجسيم الساقط.

ان الهدف من هذه الدراسة هو حساب قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) لمركب فلوريد الليثيوم LiF ومركب بوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ولقد بينت النتائج انها في تطابق جيد جدا مع نتائج الرمز العالمي E-Star Code [4].

2. الجزء العملي:

1-1 قدرة الايقاف الكلية (الكتلية)

ان معادلة قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) للإلكترونات معرفة من قبل تقرير اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الإشعاعية (ICRU-37) والعالمان (Bethe and Heitler) حيث وضع العالمان (Batra and Sehgal) [5] صيغة لحساب قدرة الايقاف في مدى الطاقة (0.2-5) MeV، كذلك أستخدمها العالم (Gupta) [6] كمعادلة تجريبية مطورة لحساب قدرة الايقاف للإلكترونات والبوزترونات في مدى الطاقة (0.2-10) MeV وهي حاصل جمع قدرة الايقاف التصادمية Collision Stopping Power مع قدرة الايقاف الاشعاعية Radiative Stopping Power وتكتب كالآتي:

$$S_{\text{Tot}} = S_{\text{Coll}} + S_{\text{Rad}} \quad (1)$$

حيث ان S_{Rad} تمثل قدرة الايقاف الاشعاعية و S_{Coll} قدرة الايقاف التصادمية، وان S_{Tot} تمثل مجموعهما وهي قدرة الايقاف الكلية (الكتلية)، كما ويمكن كتابتها بالشكل التالي:

$$\left(\frac{dT}{\rho dx}\right)_{\text{Total}} = \left(\frac{dT}{\rho dx}\right)_{\text{Coll}} + \left(\frac{dT}{\rho dx}\right)_{\text{Rad}} \quad (2)$$

وتمثل الصيغة السابقة قدرة الايقاف الكلية أو خسارة الطاقة الكلية في أي مادة معلومة الكثافة.

وعلى الرغم من ان الالكترونات عند مرورها عبر المادة تخوض تفاعلات مشابهة لتلك التي تخوضها الجسيمات الثقيلة إلا ان هناك فرقين أساسيين بينهما [7],[8]:

1-1-1 في التصادمات التي تحصل بين الالكترونات المارة عبر المادة والالكترونات المدارية حيث تحدث خسارة كبيرة في الطاقة يمكن ان تتعرض لها الالكترونات الساقطة، قد تصل إلى نصف الطاقة الأصلية للإلكترون الساقط في كل عملية تصادم.

2-1-1 ان الآثار النسبية سوف تبدأ في الظهور عند طاقات قليلة مقارنة مع الجسيمات الثقيلة، مما يجعل كمية الطاقة المفقودة عن طريق الاشعاع (Bremsstrahlung) كبيرة نسبياً، ولاسيما في الطاقات العالية. لذلك يتم تقسيم قدرة الايقاف للإلكترونات إلى مركبتين هما:

1-2-1-1 قدرة الايقاف التصادمية Collision Stopping Power.

2-2-1-1 قدرة الايقاف الاشعاعية Radiation Stopping Power.

وان للتقسيم السابق لقدرة الايقاف أهمية خاصة عندما يتعلق الامر بكمية الطاقة التي تتسلمها المادة نتيجة مرور الاشعاعات فيها، لارتباط ذلك في دراسة تأثير الاشعاعات على الخلايا والانسجة وتقدير الجرغ الاشعاعية.

2-1 قدرة الإيقاف التصادمية (الكتلية)

تمثل معدل الطاقة المفقودة من قبل الالكترون في وحدة المسافة من مساره نتيجة التصادمات الكولومية مع الالكترونات الذرية في المادة المعترضة وتختلف قدرة الايقاف التصادمية للإلكترونات عن قدرة ايقاف الجسيمات المشحونة الثقيلة لسببين فيزيائيين:

2-1-1 تستطيع الالكترونات ان تفقد قدراً كبيراً من طاقتها في التصادم المفرد مع الالكترون الذي له الكتلة نفسها.

2-2-1 أن الإلكترون الساقط مشابه للإلكترون الذري الذي يصطدم معه وفي الميكانيك الكمي فانه عند تماثل الجسيمات لا يمكن التمييز عملياً بين الجسيمة الساقطة , والكثرون الهدف بعد التصادم وعند فقدان الطاقة بهذه الطريقة يعامل الإلكترون ذو الطاقة المنخفضة بعد التصادم على انه الجسيمة المقذوفة وهذا لا يشابه الجسيمات الثقيلة المشحونة.

وتقسم قدرة الايقاف التصادمية للإلكترونات الى مركبة للتصادمات الرخوة Soft ومركبة أخرى للتصادمات القاسية Hard , حيث أشتهر (Bethe) [1] مستخدماً المقطع العرضي للإلكترون الذي قدمه (Moller) [17], وكذلك يمكن الحصول على المقطع العرضي للإلكترون من الصيغة التي ناقشها العالمان (Kase and Nelson) [9] والعالم (Evans) [10]. أن الصيغة المستخدمة في هذا البحث لحساب قدرة الإيقاف التصادمية بدلالة عدد الإيقاف التصادمي Collision Stopping Number , وهذه الصيغة هي [11]:

$$\left(\frac{dE}{\rho dx}\right)_{Coll} = \frac{2\pi r_e^2 m_e c^2 N_A z Z}{\beta^2 A} [B(E)] \quad (3)$$

حيث $B(E)$ عدد الإيقاف التصادمي Collision Stopping Number ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$B(E) = \ln\left(\frac{\tau^2(\tau+1)}{2}\right) + \left[\frac{(1+\frac{\tau^2}{8}-(2\tau+1)\ln 2)}{(\tau+1)^2}\right] - 2 \ln \frac{I}{m_e c^2} - \delta \quad (4)$$

وبعد تعويض قيم الثوابت في المعادلة أعلاه نحصل على المعادلة التالية :

$$\left(\frac{dE}{\rho dx}\right)_{Coll} = \frac{0.1535}{\beta^2} \frac{Z}{A} \left\{ \ln\left(\frac{\tau^2(\tau+1)}{2}\right) + \left[\frac{(1+\frac{\tau^2}{8}-(2\tau+1)\ln 2)}{(\tau+1)^2}\right] - 2 \ln \frac{I}{m_e c^2} - \delta \right\} \quad (5)$$

حيث τ هي قيمة الطاقة التي يمكن ايجادها من نسبة الطاقة الحركية للجسيم الساقط E الى الطاقة السكونية للإلكترون $m_e c^2$. وكما مبين بالعلاقة التالية :

$$\tau = \frac{E}{m_e c^2} \quad (6)$$

أما تعريف بقية الثوابت فهو كما موضح في الجدول رقم (1) . وقيم متوسط جهد التأين المستخدم في المعادلة (5) يمكن الحصول عليه من الجدول (3) .

الجدول رقم (1) تعريف الرموز المستخدمة في معادلة قدرة الايقاف التصادمية (الكتلية)

الرمز	التعريف	القيمة ووحدة القياس
	نصف قطر الإلكترون الكلاسيكي $= \frac{e^2}{m_e c^2}$	$2.818 \times 10^{-15} \text{ m}$
	الكتلة السكونية للإلكترون	$9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg}$
C	سرعة الضوء في الفراغ	$3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
ν	سرعة الضوء في مادة الهدف	
	هي طاقة السكون للإلكترون	
	عدد افوكادرو	$6.023 \times 10^{23} \frac{\text{atoms}}{\text{mole}}$
Z	العدد الذري للإلكترون	1
Z	العدد الذري لمادة الهدف	
A	العدد الكتلي لمادة الهدف	
	هي نسبة سرعة الجسيم الى سرعة الضوء في الفراغ	
I	متوسط جهد التأين لمادة الهدف	$e V$

أن المقدار δ (دالة تأثير الكثافة) والذي يسبب تناقص قدرة الايقاف بسبب الاستقطاب الذي يحصل في المواد الصلبة والسائلة عندما تكون سرعة الإلكترونات عالية جداً .

لقد قام كل من العالمان (S.M. Seltzer And M. J. Berger) [12] والعالم (R. M. Sternheimer) [13] في عام (1982) و (1983) على التوالي بإيجاد صيغة لحساب δ حيث تم استخدام الصيغة التالية :

$$\left. \begin{aligned} \delta &= 0 & X < X_0 \\ \delta &= (4.606 \times X) + C + [a (X_1 - X)^m] & X_0 < X < X_1 \\ \delta &= (4.606 \times X) + C & X > X_1 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

حيث أن :

$$\left. \begin{aligned} X &= \log(\beta\gamma) \\ \gamma &= \frac{T+m_e c^2}{m_e c^2} \\ \beta &= \frac{v}{c} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

وحيث تم استخدام قيم الثوابت الموضحة في الجدول رقم (2) في المعادلات (7) و (8) لحساب تصحيح الكثافة.

الجدول رقم (2) الثوابت المستخدمة في المعادلة الخاصة بتصحيح الكثافة [13]

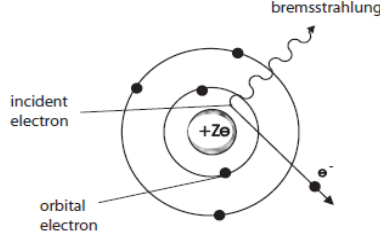
مادة الهدف		C		A	M	
LiF	0.46262	-3.1667	0.0171	2.7049	0.07593	3.7478
Li ₂ B ₄ O ₇	0.48487	-3.2093	0.0737	2.6502	0.11075	3.4389

الجدول رقم (3) متوسط جهد التأين للمركبات المدروسة [13]

ت	مادة الهدف	متوسط جهد التأين eV
1	فلوريد الليثيوم LiF	94
2	بوريت الليثيوم Li ₂ B ₄ O ₇	94.6

3-1 قدرة الايقاف الاشعاعية (الكتلية)

تعرف الطاقة الاشعاعية S_{Rad} (أو Bremsstrahlung) على انها الطاقة المبددة من قبل الالكترون على طول مساره ضمن المجال النووي لذرة مادة الهدف وينتج بفعل التعجيل الكبير الذي يتعرض له الالكترون من النواة الموجبة الشحنة $+Z$ وعادة ما يعبر عنه بوحدة $\text{MeV.cm}^2/\text{g}$ او $\text{MeV}\backslash\text{cm}$ وكما مبين في الشكل (1) [14,15].



الشكل رقم (1): الالكترون الداخل الى المادة يتفاعل مع المجال الكولومي النووي مما ينتج عنه انبعاث اشعة التوقف [14]

اقترح العالمان (Barker- Seltzer) معادلة تجريبية محكمة لحساب قدرة الايقاف الاشعاعية الكلية والناجمة من التأثير المزدوج لتباطؤ (الالكترون - الكترون) و (الالكترون - نواة) والتي تعطى بالعلاقة الاتية [7]:

$$S_{Rad} = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{dE}{dx} \right)_{Rad} = Q \frac{Z^2}{A} [E + m_e c^2] \Phi_{Rad}^{total} \quad (9)$$

$$Q = \alpha r_e^2 N_A = 3.49 \times 10^{-4} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \quad (10)$$

حيث α هو ثابت التركيب الدقيق والذي قيمته تساوي $\frac{1}{137}$

اما الدالة التقريبية Φ_{Rad}^{Total} فهي تعرف بموجب الدالة:

$$\Phi_{Rad}^{Total} (E, Z) = d_1(Z) \frac{1 + [\sum_{i=1}^4 f_i(Z)(\ln E)^i]}{1 + [\sum_{i=1}^4 h_i(Z)(\ln E)^i]} \quad (11)$$

وبالتالي:

$$\Phi_{Rad}^{Total} (E, Z) = d_1(Z) \frac{1 + [f_1(Z)(\ln E) + f_2(Z)(\ln E)^2 + f_3(Z)(\ln E)^3 + f_4(Z)(\ln E)^4]}{1 + [h_1(Z)(\ln E) + h_2(Z)(\ln E)^2 + h_3(Z)(\ln E)^3 + h_4(Z)(\ln E)^4]} \quad (12)$$

4-1 قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) في المركبات

المركب هو عبارة عن مادة مكونة من اتحاد عنصرين أو أكثر اتحاداً كيميائياً بنسب وزنية ثابتة، وتختلف خواصه عن خواص العناصر المكونة له. عندما تكون المادة في شكل مركب كيميائي لعدد من العناصر فإنه يجب ايضاح ان طاقة الرابطة الكيميائية بين العناصر المختلفة تعتبر مهملة ولا تشكل أي اثر على قدرة الايقاف للمركب، لذا فإنه عندما تكون مادة الهدف في شكل مركب كيميائي تعتبر قدرة الايقاف في المركب مساوية لمجموع قدرات الايقاف في كل مادة من المواد المكونة للمركب على حدة مع الأخذ بنظر الاعتبار نسب المواد في المركب، أي ان قدرة الايقاف في المادة المركبة تكتب بالصيغة التالية حسب تقرير اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية (ICORU-49) [16]، والتي افترضها العالمان (Bragg And Kleeman) [18]:

$$\left(\frac{dE}{dx} \right)_{comp} = \left(\frac{N_1}{N_0} \right)_1 \left(\frac{dE}{dx} \right)_1 + \left(\frac{N_2}{N_0} \right)_2 \left(\frac{dE}{dx} \right)_2 \quad (13)$$

او تكتب بالصيغة الاتية:

$$\left(\frac{S}{\rho} \right)_{mix} = \sum_i w_i \left(\frac{S}{\rho} \right)_i \quad (14)$$

حيث أن $\left(\frac{dE}{dx} \right)_{comp}$ او $\left(\frac{S}{\rho} \right)_{mix}$ هي قدرة الايقاف للمادة المركبة و $\left(\frac{S}{\rho} \right)_i$ او $\left(\frac{dE}{dx} \right)_i$ وهي قدرات الايقاف في المادة الاولى والثانية المكونة لهذا المركب و N_0 هو العدد الكلي لذرات المركب لكل cm^3 و N_1, N_2 هي عدد ذرات المادة الاولى والثانية لكل cm^3 و أن w_i هي النسبة المئوية الوزنية لكل عنصر في المركب، والتي حسبت من خلال قانون النسب الوزنية (المئوية) للعناصر الداخلة في المركبات الكيميائية والتي تساوي الكتلة المولية للعنصر في عدد ذرات العنصر على الكتلة المولية للمركب.

1-4-1 فلوريد الليثيوم

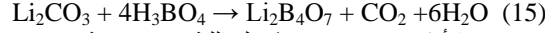
وهو عبارة عن مسحوق ابيض اللون يكون في الحالة الصلبة بدرجة حرارة 20°C ويكون في الحالة السائلة بدرجة حرارة 1085°C درجة مئوية كما ان يتطاير ما بين $1100^\circ\text{C} - 1200^\circ\text{C}$. يحضر فلوريد الليثيوم من تفاعل كربونات الليثيوم Li_2CO_3 مع فلوريد الهيدروجين HF حيث ينتج من التفاعل فلوريد الليثيوم LiF بالإضافة الى ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وكما في المعادلة التالية:



يتألف هذا المركب من عنصري الليثيوم Li والفلور F حيث يشترك الليثيوم Li بنسبة 26.76% والفلور F بنسبة 73.24%.

1-4-2 بوريت الليثيوم

ويسمى أيضا تترابوريت الليثيوم (رباعي بوريت الليثيوم) وهو عبارة عن مسحوق أبيض اللون . يحضر من تفاعل كربونات الليثيوم Li_2CO_3 مع حمض البوريك H_3BO_4 حيث ينتج من التفاعل بوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ بالإضافة الى ثاني أكسيد الكربون CO_2 والماء H_2O وكما في المعادلة التالية :



يتألف هذا المركب من عناصر الليثيوم Li والبورون B والأوكسجين O حيث يشترك الليثيوم Li بنسبة 8.2085% والبورون B بنسبة 25.5680% والأوكسجين O بنسبة 66.2235% .

3. النتائج والمناقشة

تمثل قدرة الايقاف التصادمية معدل الطاقة المفقودة لعدد الجسيمات المتفاعلة , حيث تتناسب S_{Coll} مع مربع شحنة الالكترون e^- وعكسيا مع مربع سرعته ومن هذا نستنتج أن زيادة S_{Coll} تتناسب عكسيا مع سرعة الجسيم أو طاقته الحركية . الاشكال (1,2) تبين المقارنة بين النتائج المحسوبة لقدرة الايقاف التصادمية S_{Coll} للمركبات المدروسة مع نتائج قدرة الايقاف التصادمية للرمز العالمي E-Star . والملاحظ من الاشكال المذكورة تناقص قيم S_{Coll} الى اوطى قيمة ويصبح منحني S_{Coll} بشكل خط مستقيم , دلالة على عدم تحسس معادلة (Bethe – Bloch) لتغير قيم الطاقة E ما بعد 1 MeV . وهذه الحالة يمكن تفسيرها على ان الالكترونات ذات الطاقات الواطئة (البطيئة) تقضي فترة زمنية اطول في تفاعلاتها مع الالكترونات المدارية لمادة الهدف وهي بذلك تمتلك اكبر احتمالية للتفاعل مع الالكترونات المدارية Orbital Electrons وبالتالي يكون فقدان الطاقة بسبب التصادم هو المهيمن , بينما نجد الالكترونات ذات الطاقة الكبيرة (السريعة) تخترق المجال الكولومي للإلكترونات المدارية دون ان تتأثر بها كثيرا وهذا يعني انها تمتلك احتمالية قليلة للتفاعل مع الالكترونات المدارية أي يكون فقدان الطاقة عن طريق التصادم بنسبة قليلة وللتفاعل الاشعاعي كبير جدا . حيث يتضمن تفاعل S_{Coll} تصادم غير مرن Inelastic Collision مع الالكترونات المدارية مما ينتج عنه عمليتي التأين Ionization والتهييج Excitation حيث يتلخص بالمعادلتين التاليتين :



هذا التصادم في الحقيقة ينتج من التفاعل ما بين المجال الكهربائي للإلكترون الساقط والالكترون المداري حيث تعمل الالكترونات الساقطة على التغلب على قوى الجذب الكهروستاتيكية الماسكة للإلكترونات المدارية إذ يكون مدى هذه القوى كبير نسبيا ولا يحدث أي تماس بين الالكترونين Actual Contact إلا أن التفاعل يحدث كما هو الحال عند تقريب قطبين مغناطيسيين متشابهين فإذا افترضنا ان I يمثل معدل جهد التأين للذرة الهدف وأن E_{loss} هي الطاقة المفقودة في التفاعل فإن الطاقة الحركية للإلكترون المقطع تتمثل بالمعادلة :

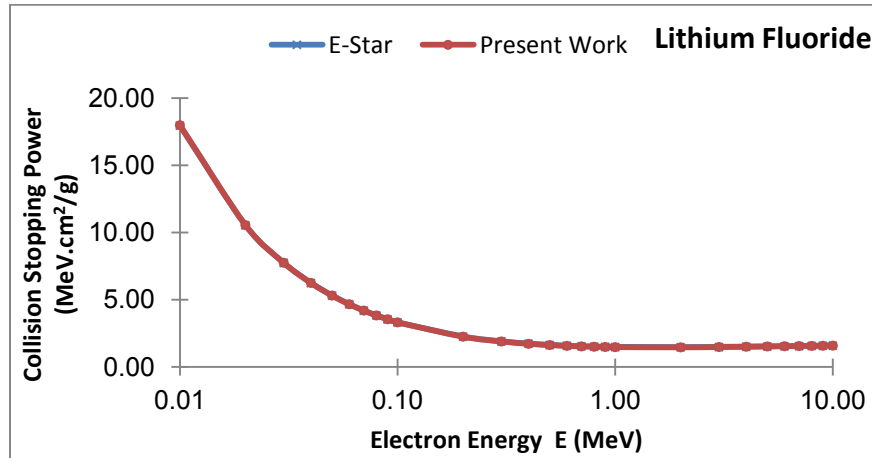
$$E = E_{\text{loss}} - I \quad (18)$$

أن الطاقة المفقودة خلال التفاعل تعتمد على العدد الذري لمادة الهدف Z بطريقتين وهما :

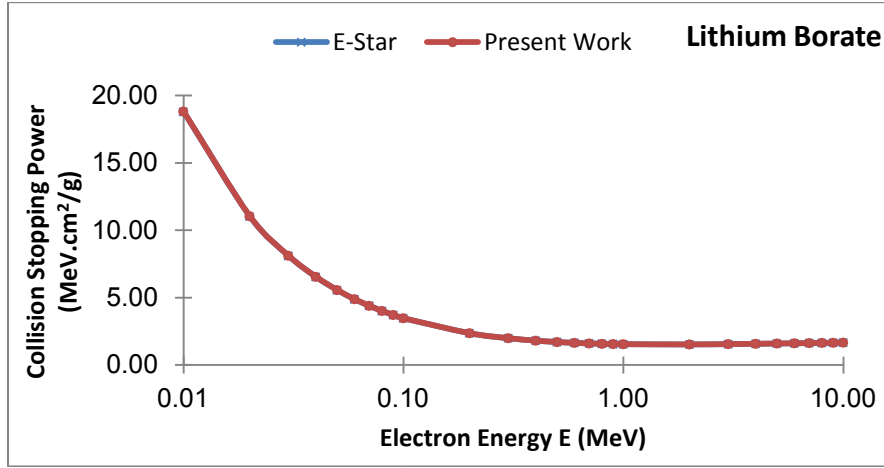
1. الطريقة المباشرة : من خلال علاقة الكثافة الالكترونية

$$N_e = \frac{N_A Z}{A} \quad (19)$$

2. الطريقة الغير مباشرة : من خلال معادلة جهد التأين I والذي يكون بوحدة MeV .



الشكل رقم (2) مقارنة قدرة الايقاف التصادمية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star لفلوريد الليثيوم .

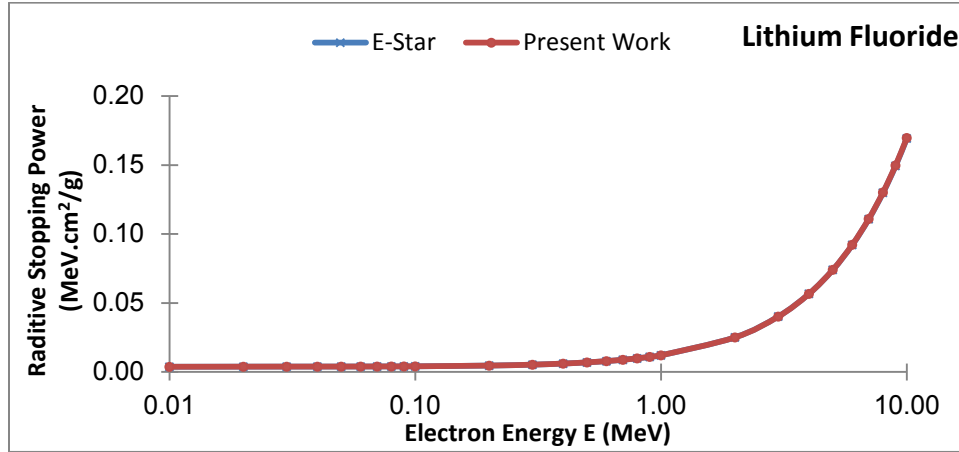


الشكل رقم (3) مقارنة قدرة الايقاف التصادمية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star ليوريت الليثيوم .

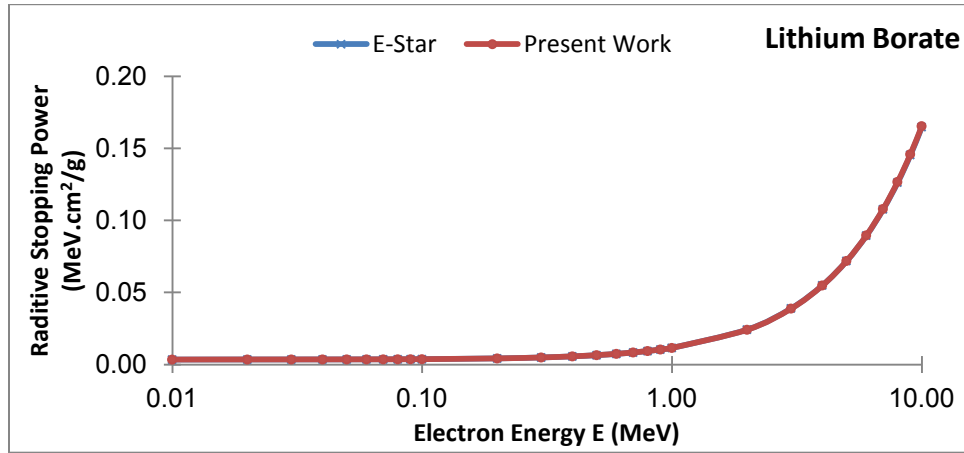
يكون فقدان الطاقة الإشعاعية S_{Rad} للإلكترونات من المجال النوري على شكل فوتونات الأشعة السينية أو ما يعرف باسم أشعة التباطؤ $Bremstrulung$ أو أشعة التوقف $Slow Down Radiation$ بفعل التغير السريع في سرعته وبما أن السرعة هي كمية اتجاهية تتضمن الانطلاق $Speed$ والاتجاه $Direction$ فإن أي تغير في اتجاهها (بفعل انحرافها من النواة) سوف يرافقه تغير في السرعة ، فعند مرور الإلكترون e^- بالقرب من المجال الكولومي لنواة ذرة الهدف سوف يتعرض الأخير لقوة جذب هائلة ينتج عنها انحرافه بشكل حاد $Sharply deviate$ عن مساره الأصلي . ويمثل هذا التغير في الاتجاه التعجيل القطري $Radial Acceleration$ وسلوك الإلكترون هذا يتفق تماما مع نظرية (Maxwell) والتي تنص على أن فقدان الإشعاع الكهرومغناطيسي للجسيم المشحون يكون بمعدل يتناسب مع مربع التعجيل a^2 حيث يزداد إنتاج أشعة التوقف مع زيادة طاقة الإلكترون الساقط E والعدد الذري للمركب Z وحسب المعادلة التالية [18] :

$$f_{\beta} = 3.5 \times 10^{-4} E Z \quad (20)$$

أن الأشكال (3,4) تبين المقارنة بين النتائج المحسوبة لقدرة الايقاف الإشعاعية S_{Rad} بموجب معادلة (Barker- Seltzer) مع نتائج قدرة الايقاف الإشعاعية للرمز العالمي E-Star ، والملاحظ في الأشكال المذكورة تزايد قيم S_{Rad} بزيادة الطاقة الحركية للإلكترونات الساقطة E . وهذه الحالة يمكن تفسيرها على ان إلكترونات ذات الطاقات الواطئة (البطيئة) تقضي فترة زمنية اطول في تفاعلاتها مع الإلكترونات المدارية لمادة الهدف وهي بذلك تمتلك اكبر احتمالية للتفاعل مع الإلكترونات المدارية $Orbital Electrons$ بينما نجد الإلكترونات ذات الطاقة الكبيرة (السريعة) تخترق المجال الكولومي للإلكترونات المدارية دون ان تتأثر بها كثيرا وهذا يعني انها تمتلك احتمالية قليلة للتفاعل مع الإلكترونات المدارية وبنفس الوقت تشير الى قابليتها على اختراق حاجز الجهد الكولومي وتخضع للتفاعل النووي القوي $Strong Nuclear Force$ لاقتربها الى مسافة تأثير القوى النووية والبالغة 1 فيرمي من نواة عنصر ذرة الهدف وعلى اثرها تفتح قناة فقدان الطاقة الإشعاعية $Channel$ وبالتالي تكون قدرة الايقاف الإشعاعية هي المهيمنة عند الطاقات العالية جدا أي اعلى من 10 MeV . وأخيرا نجد أن قدرة الايقاف الإشعاعية S_{Rad} تتناسب مع كتلة الجسيم الساقط عكسيا وهذه الظاهرة غير مهمة للأجسام الثقيلة مثل البروتون وجسيم الفا وذلك لأن احتمال اقترابها (الجسيمات الثقيلة) من النواة تكون قليلة نسبيا بسبب كبر مقدار كتلتها .

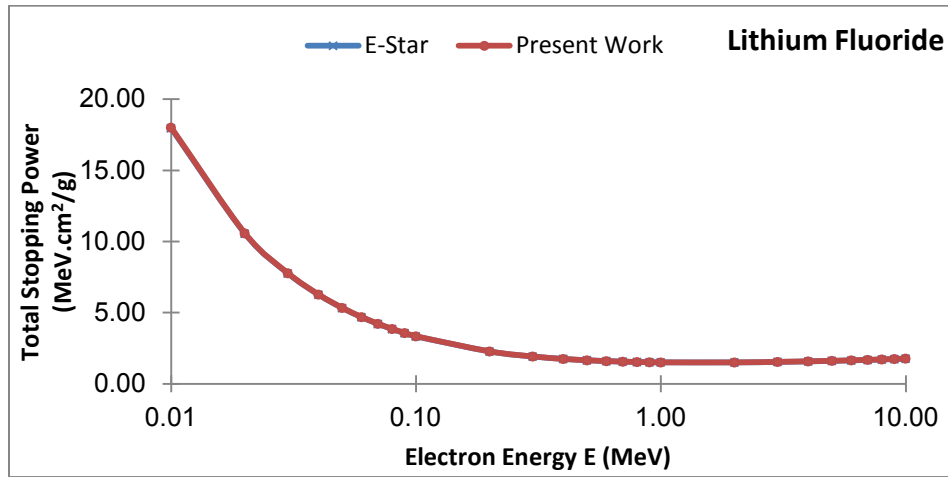


الشكل رقم (4) مقارنة قدرة الايقاف الإشعاعية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star لمركب فلوريد الليثيوم.

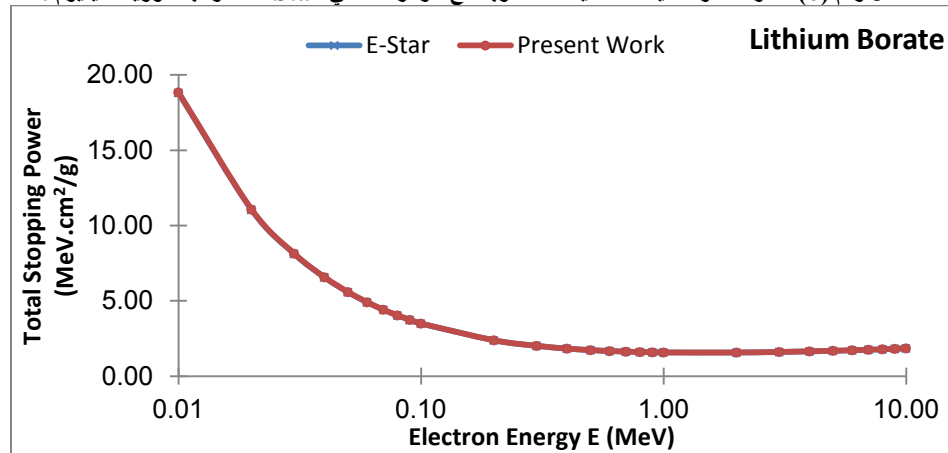


الشكل رقم (5) مقارنة قدرة الايقاف الإشعاعية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star لمركب بوريت الليثيوم .

أن قدرة الايقاف الكلية هي مجموع قدرة الايقاف التصادمية وقدرة الايقاف الاشعاعية والاشكال (5,6) تبين ان قدرة الايقاف الكلية المحسوبة لفلوريد الليثيوم LiF وبوريت الليثيوم $Li_2B_4O_7$ وعلى التوالي تأخذ نفس انسيابية قدرة الايقاف التصادمية وذلك لكون قدرة الايقاف التصادمية هي المهيمنة ضمن مدى الطاقة المدروس وتأثير قدرة الايقاف الاشعاعية ضئيل ويظهر قليلاً عند الطاقات العالية نتيجة لوصول الالكترونات للمجال النووي , كما وان النتائج بتطابق جيد مع الرمز العالمي E-Star .



الشكل رقم (6) مقارنة قدرة الايقاف الكلية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star لمركب فلوريد الليثيوم .



الشكل رقم (7) مقارنة قدرة الايقاف الكلية المحسوبة مع الرمز العالمي E-Star لمركب بوريت الليثيوم .

ان القيم المحسوبة لقدرة الايقاف الكلية للإلكترونات في كل من فلوريد الليثيوم و بوريت الليثيوم موضحة في الجدول (4) .

الجدول رقم (4) القيم المحسوبة لمركب فلوريد الليثيوم LiF وبوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$

بوريت الليثيوم $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$			فلوريد الليثيوم LiF			E
S_{Tot}	S_{Rad}	S_{Coll}	S_{Tot}	S_{Rad}	S_{Coll}	
18.8320	0.0036	18.8285	17.9993	0.0037	17.9956	0.01
11.0613	0.0036	11.0577	10.5706	0.0038	10.5668	0.02
8.1275	0.0036	8.1238	7.7664	0.0038	7.7626	0.03
6.5596	0.0037	6.5559	6.2679	0.0038	6.2641	0.04
5.5767	0.0037	5.5730	5.3286	0.0038	5.3247	0.05
4.9004	0.0037	4.8967	4.6823	0.0039	4.6785	0.06
4.4057	0.0037	4.4020	4.2096	0.0039	4.2057	0.07
4.0277	0.0038	4.0240	3.8484	0.0039	3.8445	0.08
3.7294	0.0038	3.7256	3.5633	0.0040	3.5594	0.09
3.4879	0.0038	3.4841	3.3326	0.0040	3.3286	0.10
2.3749	0.0044	2.3705	2.2691	0.0045	2.2646	0.20
2.0046	0.0050	1.9996	1.9129	0.0052	1.9077	0.30
1.8230	0.0058	1.8172	1.7413	0.0060	1.7353	0.40
1.7213	0.0066	1.7146	1.6452	0.0069	1.6383	0.50
1.6594	0.0075	1.6518	1.5867	0.0078	1.5789	0.60
1.6197	0.0085	1.6112	1.5493	0.0088	1.5405	0.70
1.5937	0.0095	1.5842	1.5247	0.0098	1.5149	0.80
1.5764	0.0106	1.5658	1.5084	0.0109	1.4975	0.90
1.5649	0.0117	1.5533	1.4977	0.0120	1.4857	1.00
1.5621	0.0243	1.5378	1.4960	0.0250	1.4710	2.00
1.6008	0.0390	1.5619	1.5337	0.0401	1.4936	3.00
1.6408	0.0550	1.5858	1.5726	0.0566	1.5160	4.00
1.6784	0.0720	1.6064	1.6094	0.0741	1.5353	5.00
1.7137	0.0897	1.6239	1.6439	0.0922	1.5517	6.00
1.7470	0.1080	1.6389	1.6766	0.1110	1.5657	7.00
1.7788	0.1268	1.6519	1.7080	0.1302	1.5778	8.00
1.8094	0.1460	1.6634	1.7383	0.1497	1.5885	9.00
1.8390	0.1655	1.6735	1.7677	0.1697	1.5980	10.00

4. الاستنتاجات

1. تشير الحسابات النظرية لقدرة الايقاف الكلية نقصاً واضحاً مع زيادة طاقة الجسيم الساقط (الالكترونات) وزيادة هذه الطاقة تعتمد عليها سرعة الجسيم الساقط والتي تحدد نوع التفاعل مع ذرة الهدف .

2. نلاحظ ان قيم قدرة الايقاف التصادمية تكون عالية عند الطاقات الواطئة وذلك نتيجة لتفاعل الالكترونات الساقطة عند هذه الطاقات مع الكترونات المدارية لذرة الهدف وعدم وصولها الى المجال النووي للهدف .
3. نلاحظ حصول شبه استقرارية في قيم قدرة الايقاف التصادمية عند الطاقة 1 MeV وما يليها ويكون المنحني على شكل خط مستقيم وبالتالي فأن معادلة (Bethe – Bloch) لا تتحسس للتغير في الطاقة بعد 1 MeV .
4. نلاحظ ان قدرة الايقاف التصادمية تعتمد على العدد الذري Z لمادة الهدف من حيث التأثير المباشر في المادة (معادلة الكثافة الالكترونية) والتأثير غير المباشر (معادلة جهد التأين) .
5. نلاحظ حصول تطابق جيد جدا بين النتائج المتحصلة من معادلة (Bethe – Bloch) ونتائج الرمز العالمي E-Star حيث أن نسبة الخطأ لم تتجاوز 1% بعد الأخذ بالحساب تأثير تصحيح الكثافة والذي يكون له دور كبير للمواد ذات الكثافة العالية .
6. بزيادة الطاقة الساقطة للإلكترونات نلاحظ زيادة قدرة الايقاف الاشعاعية وذلك لكون الالكترونات الساقطة تصل الى المجال النووي ويحدث ما يعرف بالكبح النووي (Bremsstrahlung) او انتاج اشعة التوقف .
7. نلاحظ حصول تطابق جيد جدا بين النتائج المتحصلة من معادلة (Barker- Seltzer) شبه التجريبية ونتائج الرمز العالمي E-Star حيث أن نسبة الخطأ لم تتجاوز 1% .
8. أن قدرة الايقاف الكلية (الكتلية) تكون في اغلبها ناتجة عن قدرة الايقاف التصادمية وخاصة عند الطاقات الواطئة حيث يكون تأثير قدرة الايقاف الاشعاعية ضئيلاً .

5. المصادر

- [1] Bethe H., "Theory of the passage of fast corpuscular rays through matter", Annalen Phys 5, p.p 325-400, (1930).
- [2] Bloch F., "Semi-empirical formulae for heavy ion stopping powers in solids in the intermediate energy range", Annalen Phys 5, 16-285, (1933).
- [3] Attix F. H., "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry", Wiley, New York, (1986).
- [4] ESTAR R. "Stopping power and range tables for electron". Data available from, <http://physics.nist.gov/PhysRefData/Star/Text/ESTAR.html>.
- [5] Batra, R.K.; Sehgal, M.L., "Approximate stopping power law of electrons and positrons", Nucl. Instrum. Methods 109, 565,(1973).
- [6] Gupta S. K., and Gupta, D. K., "Contemporary Nuclear Physics", Ind., J. Appl. Phys. 17, p.p 775, (1979).
- [7] Bethe, H. and Heitler, W., " On the stopping of fast particles and the creation of positive electrons", Proc. of Roy. Soc. ,London, 83-146 (1934).
- [8] ICRU, International Commission Radiation Units and Measurements, 7910 Wood mont Ave . "Stopping powers for electrons and positrons", Report 37, Bethesda MD 20814 (1984).
- [9] Kase, K. R., and Nelson, W. R., " Concepts of Radiation Dosimetry", Pergamon Press, New York, (1978).
- [10] Evans, R. D., "The Atomic Nucleus", McGraw-Hill, New York, Chaps 18-22 (1955),
- [11] Stephen M., Seltzer and Martin J., Berger, " Evaluation of the Collision Stopping Power of Elements and Compounds for Electrons and Positrons", Int. J. Appl Radiat. Isot., 33,1189 – 1218 (1982).
- [12] Seltzer S. M., and Berger, M. J., " Density effect for the ionization loss of charged particles in various substances", Physical Review B, Volume 26, Number 11, (1982).
- [13] Sternheimer, R. M., " Density Effect for the Ionization Loss of Charged Particles in Various Substances", Atomic Data Nuclear , Date Table 30, 26, (1984) .
- [14] Stephen M., Seltzer and Martin J., Berger , "Improved Procedure for Calculating the Collision Stopping Power of Elements and Compounds for Electrons and Positrons ", Int. J. Appl. Radiat. Isot. Vol. 35, No, 7, p.p 665-676, (1984).
- [15] Varshney, P., and Gupta, D. K., "Semiempirical stopping power equation for positrons" , J. Appl . Phys. 60, 461 (1986).
- [16] Bragg W.H., and Kleeman, R.D., " On the ALPHA particles of radium and their loss of range in passing through various atoms and molecules", Philosophical Magazine, p.p 318-340,(1905) .
- [17] Perlman H. S., "The Relativistic Theory of the Specific Primary Ionization and Stopping Power and its Application in Helium", Proceedings of the Physical Society. Section A, Volume 69, Number 4, 318, (1955).
- [18] أ.د. محمد فاروق احمد و أ.د. احمد بن محمد السريع , "مبادئ الإشعاعات المؤينة والوقاية منها" , جامعة الملك سعود, (2007).

Total Stopping Power of Electron in Lithium Fluoride and Lithium Borate

Mosab Emad Mohammed¹, Sabah Mahmoud Aman Allah², Sabah Jalal Fatahi³

¹*Physics Department - College of Science, Tikrit University, Tikrit, Iraq*

²*Physics Department - College of Science, Tikrit University, Tikrit, Iraq*

³*Physics Department - College of Science, Kirkuk University, Kirkuk -Iraq*

Abstract

In this research, submitted the results of Total Stopping Power of electrons in the compound of lithium fluoride LiF and Borret lithium $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ within the ranges of energy (0.01-10) MeV using Bethe - Block equation taking into consideration the correct density to calculate the Collision Stopping Power and using empirical equations Barker- Slitzr to account for the Radiative Stopping Power. It found that the Total Stopping Power have the same special Collision Stopping Power curved, which is the dominant power in the extent and studied by comparing the results obtained with the E-Star values found to be identical in with her.

Keywords: |Total Stopping Power| Bethe – Bloch| Barker- Seltzer| lithium fluoride| lithium Borret|

Contents

Address	Pages
A Study of Photostability of PVC in Presence of Some Organic Compounds.....	1-9
Esraa I. Al-khateb, Ahmed A. Ahmed, Khalaf F. Alsamarrai	
Polymeric Solar Cells: A Mini-Review of Fabrication Techniques	10-14
Furkan Kamila, Kadhim Abid Hubeatira, Ahmed A. Al-Amiery	
Study the Production of Polyhydroxybutyrate by Rhodococcus sp. Using Crud Palm Kernal Oil (CPKO) as Carbon	15-21
Nadia Altaee, Ayad Fahdil, kumar Sudesh , Emad Yousif	
A Study on the Characteristics of P-N Junction of Single Crystalline Silicon Solar Cell Using LCR Meter	22-25
Jamal H. Al-Yousif, Ahmed A. Alwan, Iman H. Khudayer	
Synthesis, Characterization and Photochemical Study of PVC Films Doped by 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide Complexes.....	26-34
Noora Ameen, Saleh Ahmed, Ahmed Ahmed2, Ali Hasan, Emad Yousif	

Chief Editor

Dr. Mudhher S. Sabea Al-Temeemi
Director General of The Corporation of
Research and Industrial Development

Assistant of Chief Editor
Majid H.Ali

Secretary Editor
Ruba A. Ahmed

Consultant Board

Iraq Universities

- 1- Dr. Ali M. Mousa \University of Technology
- 2- Dr. Abdul H. Moyet Al-Faisal \Baghdad University.
- 3- Dr. Mazin M. Elias \ Baghdad University.
- 4- Dr. Ghassan H. Majeed \Ministry of High Education and Scientific Research.
- 5- Dr. Hadi T. Ziboon \ University of Technology.
- 6- Dr. Mohammed A. Atiya Al-Saraj \Baghdad University.

Ministry of Industry and minerals

- 1- Dr. Salem I. Khleel
- 2- Dr . Jasim M . Salman

International Board

- 1- Prof. Dr. Sabu Thomas\Mahatma Gandhi University\India
- 2- Prof. Dr. Jum'a Salimon\ University Kebangsaan Malaysia

Editorial Board

**Ministry of Industry and
Minerals**

- 1- Dr. Faris A. Habeeb
- 2- Dr.Inas Mehjin Noaman
- 3- Dr. Ahmed A. Alwan
- 4- Mr. Razzaq A. Marzouk
- 5- Mr. Riyadh M. Noaman
- 6- Dr. Alwan N. Jassim
- 7- Dr. Malik Nahi Hussein
- 8- Usama Abdul-Majeed

Iraq Universities

- 1- Dr. Emad A. Yousif \AL-Nahrain University
- 2- Dr. Ali H. Abdul Munaim Al – Hamdani\University of echnology
- 3- Dr. Sattar B. Sadkhan\ Babylon University
- 4- Dr. Ahmed A. Ahmed \ Baghdad University
- 5- Dr. Saad A. Makki\ Al-Mustansiryah University
- 6- Mr. Abdul k.Abdul R. khadum\Al-Nahrain University.
- 7- Dr. Ibtihal A. Abbood \Veterinary Collage
- 8- Dr.Taghreed Hashim Al-Noor/Ibn Al-Haithem Collage

NOTES TO CONTRIBUTORS

Before submitting your manuscript, please ensure the following guidelines are met. The sequence of the sections in your manuscript should be as mentioned below. The manuscript of authors work should be written in clear and grammatically correct language. Submit your manuscript in single column format, typed on A4 sized word documented file. Four hard copies are required during the reviewing process. Revised manuscript (in response to reviewer's notes) should be submitted in hard and soft copies (single copy for each). Authors are encouraged to submit their manuscript via the editor's email address (jiir@crid.industry.gov.iq). Otherwise send your contribution to the following address:

Journal of Iraqi Industrial Research (JIIR)

**Ministry of Industry and Minerals, Corporation of research and industrial development
Complex of Ministry of Sciences and Technology, Jadiriya, Baghdad, Iraq**

A statement of intention towards publication of authors work in JII should be addressed in separate letter directed to the Managing Editor or the Deputy Managing Editor mentioned in the end of this guideline.

Title

Title of manuscript should not exceed 20 words.

Title should be formatted in title format. Title format is the title case. It requires capitalization of all initial letters, including subordinate conjunctions (as, because, although). Prepositions such as "for", "or", "and" in lower case. For hyphenated phrases, capitalize both words unless the second word is a verb.

Font type: Times New Roman, Bold; Font size: 14 points;

No abbreviations are allowed in the title. Title may not contain words like "First" or "Novel" nor any part or series number.

Authors' names

Authors names should be given in as complete a form as possible. first names, initials, and surnames. *Example*:- Emad H. Ali
No title is required for any of the authors (like Dr. Sr. Mr. Ms. Mrs.) One Author should be indicated for correspondence and copyright transfer. The correspondence is referred to by an ASTERISK (*).

Example: Noor H. Noor, Reem A. Nasir

Font type: Times New Roman; Font size: 10 points; Font Face: Regular

Authors affiliation

Author's affiliation should be mentioned below author's names. Authors of the same affiliation are indicated by a number next to their names in superscript format.

Example :- Amar H. Noor¹, Mena A. Adim²

¹ Department of Materials, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.

² Ebn Albeetar center, Corporation of research and industrial development ,Ministry of industry and minerals, Baghdad, Iraq.

E-mail address

The E.mail address for corresponding author(s) should be inserted on title page below name/address.

Abstract

Abstract is required. Number of words should be limited to 200 words. Within this limit of words, the authors should be able to highlight the most important assumptions and results of their work.

Abbreviations should be defined upon first usage.

No references citations are allowed in the abstract.

Font type: Times New Roman; Font size: 10 points; Lines spacing: single

The Abstract section needs to be translated in Arabic language clearly and correspondingly.

Keywords

Authors should provide, at least, four keywords related to the subject of their manuscript.

Font type: Times New Roman; Font size: 10 points

Main Text

Section titles are encouraged, but the "Introduction" section title is not used. Sections are not numbered.

Sections order:

Introduction

Method/Experimental Work

Results and Discussion

Conclusions

Acknowledgments

References

Translation of Abstract in Arabic

Sections title format

Font type: Times New Roman; Font case: Title case; Font size: 10 points; Face type: Bold

Throughout text, all Latin words, phrases and abbreviations must be italicized. Examples: i.e., et al., e.g., in situ, via, etc. or etcetera, in vivo. Put all citations (references) throughout the text in square brackets. Put citation immediately before the punctuation. Dedications may be included in the acknowledgments section.

Text format

Font type: Times New Roman; Font size: 10 points; Line Spacing: Single

Figures and Tables

All figures and tables should be cited in order in the text. Use the words (figure, table) not the abbreviations. Every figure should have a caption (below the figure) and every table should have a title (above the table). Schemes must have titles and may contain footnotes. Figure and tables not from authors work should be referenced in the caption with a reference number associated to the reference list in the end of the manuscript. Captions and titles should be in the following format:-

Font type: Times New Roman; Font size: 10 point; Font face: Bold; Line Spacing: Single

Tables should be of simple grid format with clear columns headings.

Use Arial font type for the lettering inside the figures. Lettering should be of uniform size and density, no smaller than 6 points and lines should be no thinner than 0.5 point at final published size.

Figures containing photographic images must be at least 300 dpi.

Photographs should be in tif format.

Use Arial font type for headings of the table columns. Tables should be self-explanatory.

References

Individually numbered with only one citation per reference. References must stick on to correct journal style:

Include article titles in title case, journal abbreviations according to CASSI, proper punctuation and arrangement. References with more than 10 authors must list the first 10 authors, followed by "et al."

Do not include any issue numbers in references.

Example

Journal referencing

[1] first author; second author; "title of reference"; abbreviated title of journal volume number, year, range of pages.

[1] N. Kanayama, S. Fukushima, N. Nishlyama, A PEG-based biocompatible block catiometer with high buffering capacity, 1 (2006) 439-444.

Book referencing

[2] Author name; "book title"; publisher, Vol. volume number (if any); pp range of pages; year.

[2] A. Oostrom, "Validity of the Fowler_Nordheim Model for Field Electron Emission"; N. V. Philip: Eindhoven, The Netherlands; 49(1965) 4-10.

Proceedings: referenced with format similar to that of the books.



ISSN 2226-0722

Journal of Iraqi Industrial Research



A Study of Photostability of PVC in Presence of Some Organic Compounds

Esraa I. Al-khateb¹, Ahmed A. Ahmed², Khalaf F. Alsamarrai²

¹Department of Chemistry, College of Education, Samarra University.

²Polymer Research unit, College of Science, Al-Mustansiriyah University.

ABSTRACT

In this paper, some organic compounds were used and their impact on the photostability of polymer poly(vinyl chloride) (PVC) was study. The Photostabilization activity of these compounds is determined by monitoring the carbonyl (I_{CO}), polyene (I_{PO}) indices. It is found that the (I_{CO}), (I_{PO}) indices values increased with the irradiation time and this increase depends on the type of additives. The changes in viscosity average molecular weight of Poly (vinyl chloride) films with irradiation time are also tracked (using THF as a solvent). The quantum yield of the chain scission (Φ_{cs}) of these compounds in Poly (vinyl chloride) films is also evaluated. The following trend is obtained for the photostabilization effect of Poly(vinyl chloride) films in presence of these additives: Compound(1)>Compound(2)>Compound(3)>Compound(4)

KEYWORDS: | photochemistry| poly(vinyl chloride)| photostabilizer| photodegradation |

© 2014 Corporation of Research and Industrial Development. All rights reserved.

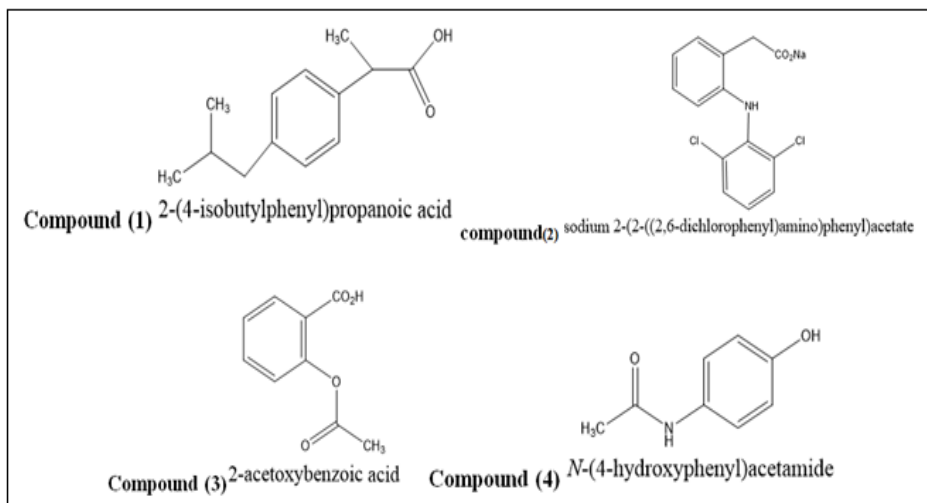
1. INTRODUCTION

Poly(vinyl chloride) is second only to polyethylene among five kinds of general plastic materials, which was widely used in the industries including architecture, electronics, chemical engineering, packaging, transportation, etc. However, low photostability of PVC leads to hydrogen chloride loss, discoloration, and finally serious corrosion phenomena, accompanied by changes of physical and chemical properties of PVC[1]. Exposure to sunlight can have adverse effects on the useful great interest of plastic products. Ultraviolet (UV) radiation can break down the chemical bonds in a polymer. Photo-degradation causes cracking, chalking, color changes and the loss of physical properties [2,3]. Poly(vinyl chloride) is one of the most extensive thermoplastic materials in the world due to its valuable properties, wide applications, high chemical resistance, barrier properties and low cost [4]. During processing, storage and utilization, PVC degrades as it is exposed to high temperatures, high mechanical stresses or ultraviolet light, all in the presence of oxygen. Degradation of the polymer occurs by successive elimination of hydrogen chloride (HCl), which is called dehydrochlorination, yielding long polyenes, which are consequently causing discoloration, deterioration of the mechanical properties and a lowering of the chemical resistance [5]. Almost all synthetic polymers require stabilization against the adverse effect, with the development of synthetic resins, it became necessary to look for ways and means to prevent or at least reduce the damage caused by the environmental parameters, light, air and heat. This can be achieved through addition of special chemicals, light stabilizers or UV stabilizers, that have to be adjusted to the nature of the resin and the specific application considered [6–8]. The photo stabilization of polymers may be achieved in many ways. The following stabilizing systems have been developed, which depend on the action of stabilizer: (a) light screeners, (b) UV absorbers, (c) excited state quenchers, (d) peroxide decomposers and (e) free radical scavengers, of these it is generally believed that types (c–e) are the most effective [9].

2. EXPERIMENTAL

Materials

All used organic compounds (additions of PVC) (supplied by company Fluka) and used as received without further purification. Organic compounds are:



Films preparation

The Poly(vinyl chloride) films were prepared by dissolving 5 g of Poly(vinyl chloride) in 100 ml of THF. The films were prepared by evaporation technique at room temperature for 24 hours, to remove the possible residual tetrahydrofuran solvent. The thickness of the resulting Poly(vinyl chloride) films (80 μm) was measured by a macrometer type 2610A, Germany[10].

Experimental Irradiation

Accelerated testing technique

UV light was used for irradiation of polymer films. The lamp giving spectrum range between (250-380) nm and the light intensity is 6.2×10^{-9} ein $\text{dm}^{-3} \text{sec}^{-1}$. The polymer films samples were fixed vertically and parallel to the lamps to be sure that UV incident radiation is vertically incident on the samples, the irradiation samples change places from time to time to be sure that the intensity of light incident on all sample is equal. The distance between the polymer films and light source was 10 cm[11].

Photo degradation measuring methods

Measuring the photo degradation rate of polymer films using infrared spectrophotometry.

The degree of photo degradation of polymer film samples was followed by monitoring FTIR spectra in the range 4000–400 cm^{-1} using FTIR 8300 Shimadzu spectrophotometer. The position of carbonyl absorption is specified at 1722 cm^{-1} , polyene group at 1602 cm^{-1} and the hydroxyl group at 3500 cm^{-1} [12]. The progress of photo degradation during different irradiation time was followed by observing the changes in carbonyl and polyene peaks. Then carbonyl (Ico), polyene (Ipo) indices were calculated by comparison of the FTIR absorption peak at 1722, 1602 cm^{-1} with reference peak at 1328 cm^{-1} , respectively. This method is called band index method which includes [13,14].

$$I_s = A_s / A_r \quad \dots (1)$$

Where A_s = absorbance of peak under study, A_r = absorbance of reference peak, and I_s = index of group under study.

Actual absorbance, the difference between the absorbance of top peak and base line ($A_{\text{top peak}} - A_{\text{base line}}$) is calculated using the base line method.

Determination of average molecular weight (\bar{M}_v) using viscometry method.

The viscosity property was used to determine the average molecular weight of polymer, using the Mark- Houwink relation [15].

$$[\eta] = K M_v^\alpha \quad \dots (2)$$

$[\eta]$ = the intrinsic viscosity.

K and α are constants depend upon the polymer solvent system at a particular temperature.

The intrinsic viscosity of a polymer solution was measured with an Ostwald U-tube viscometer. Solutions were made by dissolving the polymer in a solvent (g/100 ml) and the flow times of polymer solution and pure solvent are t and t_0 respectively. Specific viscosity (η_{sp}) was calculated as follows:

$$\eta_{re} = t / t_0 \quad \dots (3)$$

η_{re} = relative viscosity.

$$\eta_{sp} = \eta_{re} - 1 \quad \dots (4)$$

The single-point measurements were converted to intrinsic viscosities by the relation (2).

$$[\eta] = (\sqrt{2}/C)(\eta_{sp} - \ln \eta_{re})^{1/2} \quad \dots (5)$$

C = concentration of polymer solution (g/100 ml). By applying Eq. (5), the molecular weight of degraded and virgin polymer can be calculated. Molecular weights of PVC with and without additives were calculated from intrinsic viscosities measured in THF solution using the following equation:

$$[\eta] = 1.38 \times 10^{-4} (M_v)^{0.77} \dots (6)$$

The quantum yield of main chain scission (Φ_{cs}) [16] was calculated from viscosity measurement using the following relation (7).

$$\Phi_{CS} = (CA/M_{v,o}) ([\eta]_0/([\eta])^{1/\alpha} - 1)/I_0 t \dots (7)$$

where C = concentration; A = Avogadro's number; ($\bar{M}_{v,o}$) = the initial viscosity – average molecular weight; $[\eta]_0$ = Intrinsic viscosity of PVC before irradiation; I_0 = incident intensity and t = irradiation time in second.

3. RESULTS & DISCUSSION

In order to study the photo chemical activity of these additives for the photostabilization of PVC films, the carbonyl and polyene indices were monitored with irradiation time using FT-IR spectrophotometry. The irradiation of PVC films using light of wave length $\lambda=365\text{nm}$ led to new changes in their FTIR spectrum. Appearance of bands at 1770cm^{-1} and 1720cm^{-1} , respectively is attributed to the formation of carbonyl groups. The first is related to chloro keton while the second one is assigned to aliphatic ketone, together with formation of a band at 1633cm^{-1} related to polyene group [17]. The absorption of the carbonyl and polyene group are used to follow the extend of polymer degradation during irradiation, this absorption was calculated as carbonyl index (I_{co}) and Polyene index (I_{po}). Accordingly, one could expect that the growth of carbonyl index is a measure for the extent of degradation. As seen from Figs. (1 - 6) the presence of compounds (1- 4) show lower growth rate for carbonyl and polyene indices with irradiation time with for PVC film without additives. It can be observed, from the results obtained in Figs. (1 - 6) that the growth rate of carbonyl and polyene indices with irradiation time is lower in the presence of additives (1- 4) with respect to the poly (vinyl chloride) without additives. So these additives in their FTIR spectral behavior might all be considered as photostabilizers. Also, Fig.(1 - 6) shows that the relative photostability of additives incorporated with PVC is increased in the order : [1] > [2] > [3] > [4] > PVC. The calculated values of carbonyl and polyene indices for different concentration (0.25, 0.5, 1)%wt/wt of additives, where he showed the infrared spectrum that in the case of high concentrations note values increase the absorption of hydroxyl (I_{po}) index and carbonyl (I_{co}) index as evidence of the increasing photo degradation of poly (vinyl chloride), as shown in Figs. (1-6) [18].

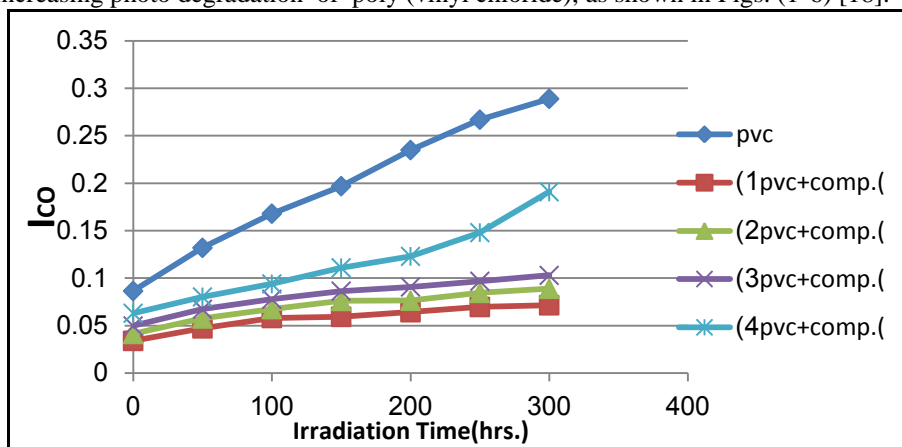


Fig.(1) The variation in the carbonyl index (I_{co}) with irradiation time for PVC film ($80\mu\text{m}$) in thickness containing (0.25%wt) of additives (1-4).

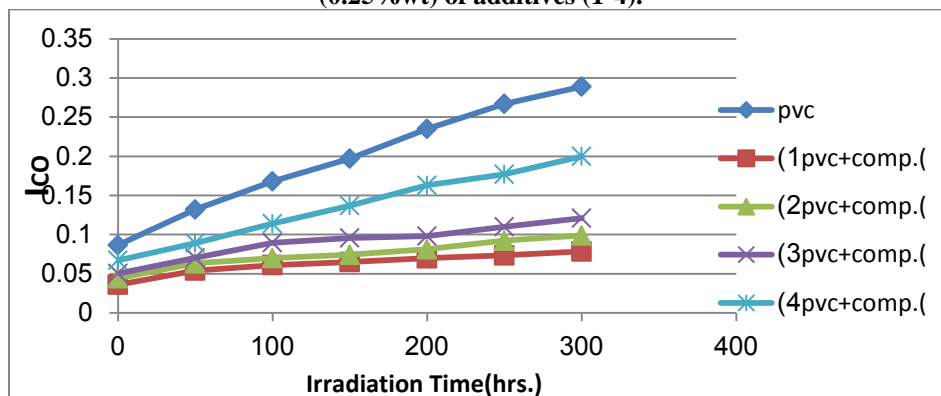


Fig.(2) The variation in the carbonyl index (I_{co}) with irradiation time for PVC film ($80\mu\text{m}$) in thickness containing (0.5%wt) of additives (1-4).

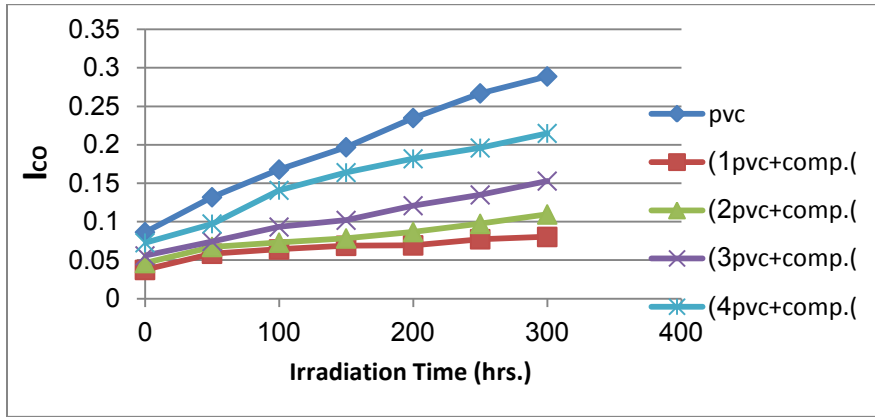


Fig.(3) The variation in the carbonyl index (I_{co}) with irradiation time for PVC film (80µm) in thickness containing (1%wt) of additives (1-4).

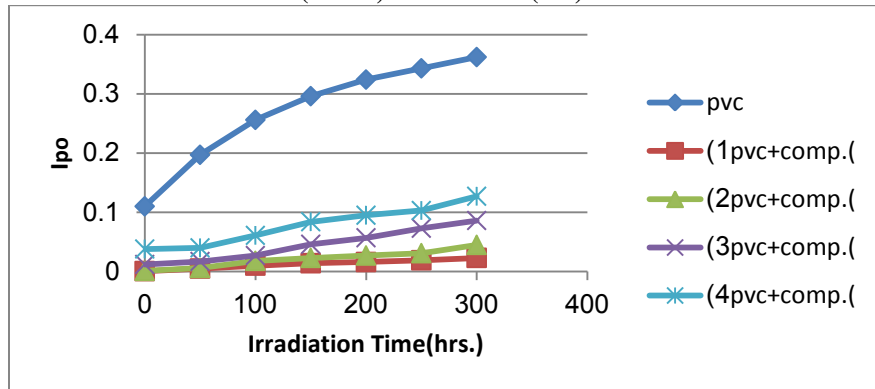


Fig.(4) The variation in the Polyene index (I_{po}) with irradiation time for PVC film (80µm) in thickness containing (0.25%wt) of additives (1-4).

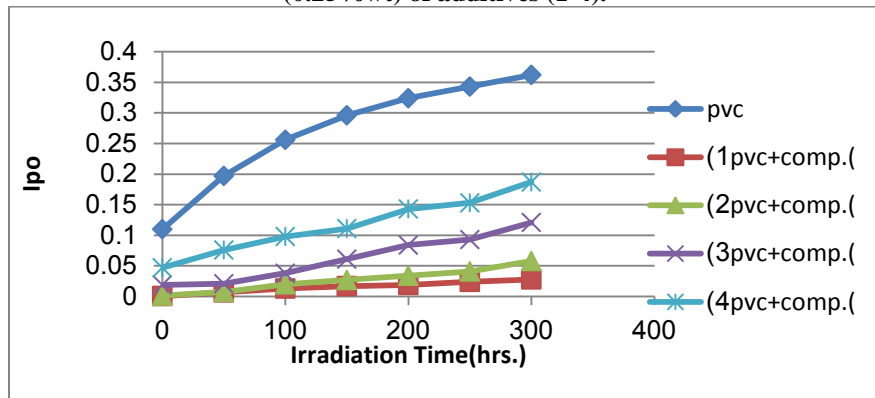


Fig.(5) The variation in the Polyene index (I_{po}) with irradiation time for PVC film (80µm) in thickness containing (0.5%wt) of additives (1-4).

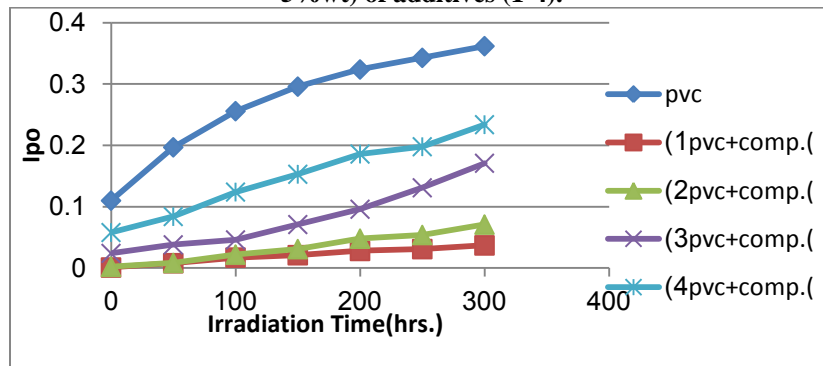


Fig.(6) The variation in the Polyene index (I_{po}) with irradiation time for PVC film (80µm) in thickness containing (1%wt) of additives (1-4).

Analysis of the relative changes in viscosity average molecular weight (\bar{M}_v), has been shown to provide a versatile test for random chain scission. Figure 7, 10, 13 shows the plot of \bar{M}_v versus irradiation time for PVC film with and without 0.25, 0.5, 1% (w/w) of the selected additives, with absorbed light intensity of $6.2 \times 10^{-9} \text{ ein. dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$. \bar{M}_v is measured using equation (6) with THF as a solvent at 25 °C. It is worth mentioning that traces of the films with additives are not soluble in THF indicating that cross-linking or branching in the PVC chain does occur during the course of photolysis. For better support of this view, the number of average chain scission (average number cut per single chain) (S) [19] was calculated using the relation (8):

$$S = \frac{\bar{M}_{v,0}}{\bar{M}_{v,t}} - 1 \quad \dots (8)$$

where $\bar{M}_{v,0}$ and $\bar{M}_{v,t}$ are viscosity average molecular weight at initial (0) and (t) irradiation time respectively. The plot of (S) versus time is shown in Figure 8, 11,14. The curve indicates an increase in the degree of branching such as that might arise from cross-linking occurrence. It is observed that insoluble material was formed during irradiation which provided additional evidence to the idea that cross-linking does occur.

For randomly distributed weak bond links, which break rapidly in the initial stages of photodegradation, the degree of deterioration α [20] is given as:

$$\alpha = \frac{m \cdot s}{\bar{M}_v} \quad \dots (9)$$

m: where m is the initial molecular weight

The plot of α as a function of irradiation time is shown in Figure 9, 12, 15. The values of α of the irradiated samples are higher when additives are absent and lower in the presence of additives compared to the corresponding values of the additive free PVC. In the initial stages of photodegradation of PVC, the value of α increases rapidly with time, this indicates a random breaking of bonds in the polymer chain [21-23].

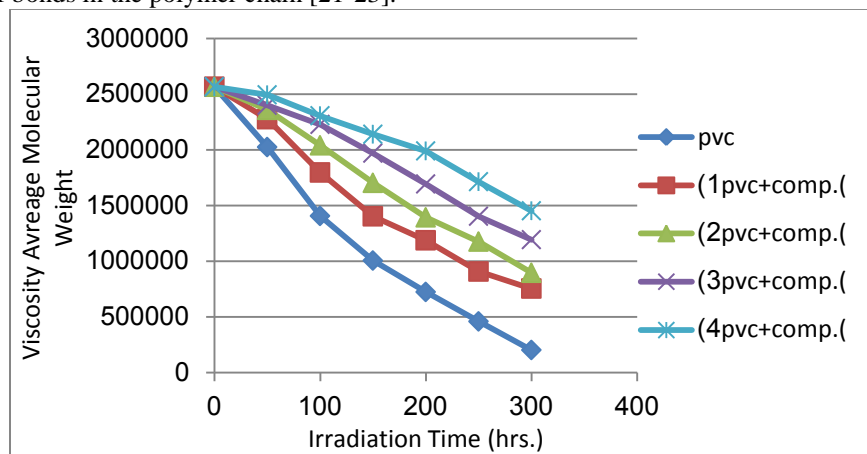


Fig. (7) Changes in the Viscosity Average Molecular Weight During Irradiation for PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.25 wt% of Additives.

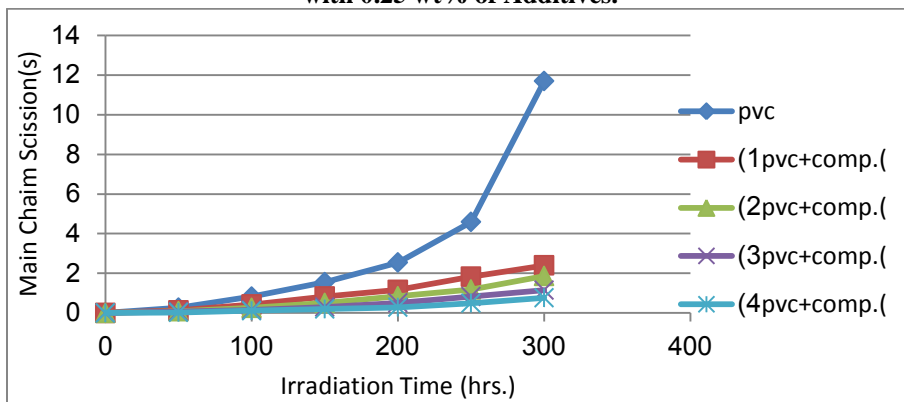


Fig. (8) Variation of (S) Values with Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.25 wt % of Additives.

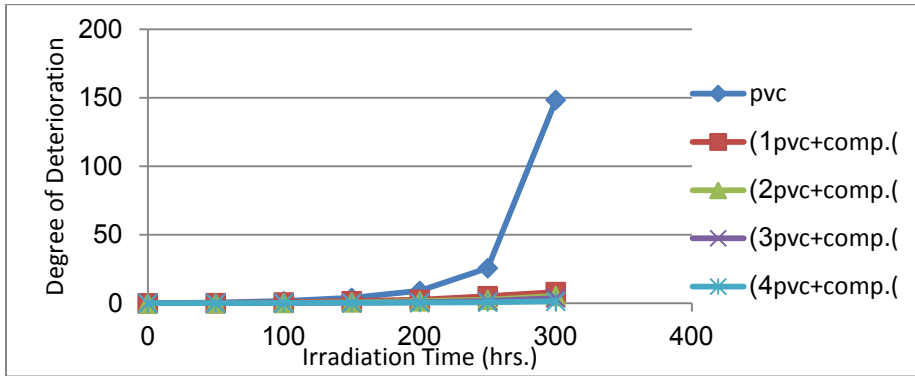


Fig.(9) Variation of the Degree of Deterioration (α) During Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.25 wt % of Additives.

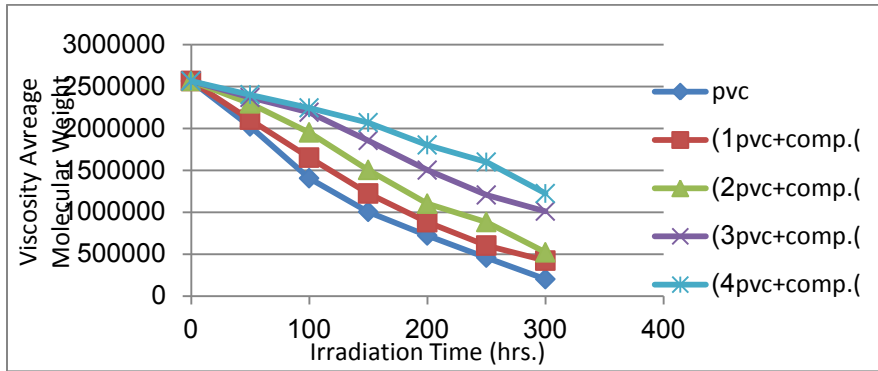


Fig. (10) Changes in the Viscosity Average Molecular Weight During Irradiation for PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.5 wt% of Additives.

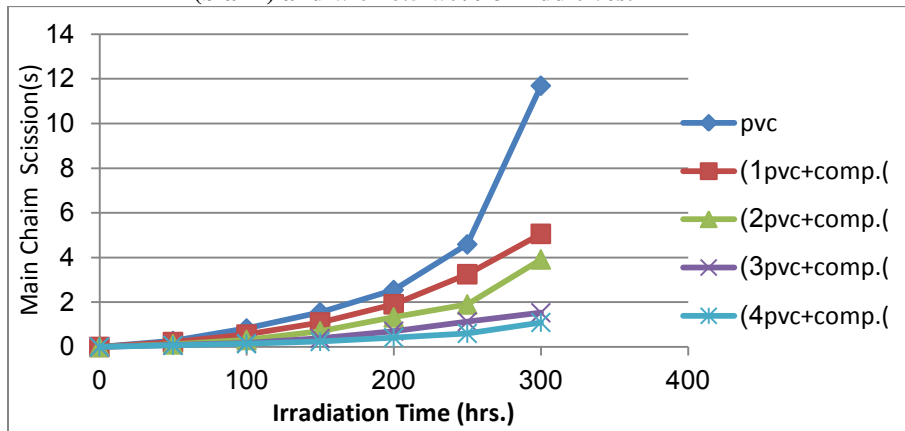


Fig. (11) Variation of (S) Values with Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.5 wt % of Additives.

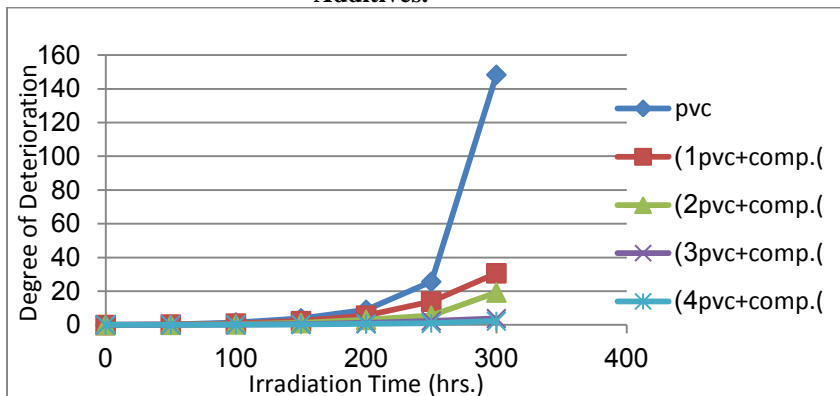


Fig.(12) Variation of the Degree of Deterioration (α) During Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 0.5 wt % of Additives.

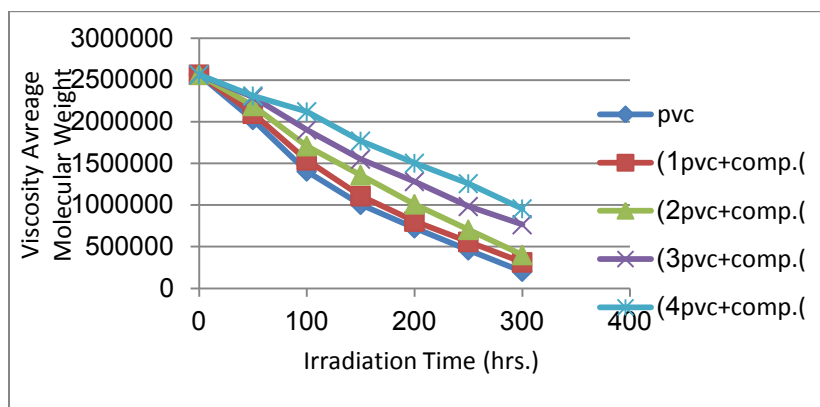


Fig. (13) Changes in the Viscosity Average Molecular Weight during Irradiation for PVC Films (80 μm) (blank) and with 1 wt% of Additives.

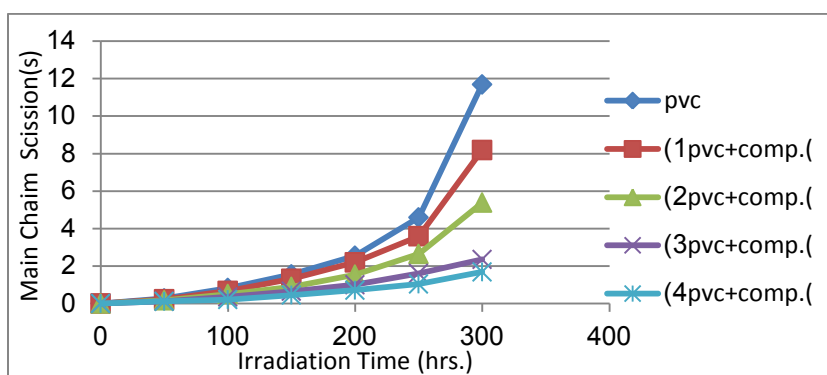


Fig. (14) Variation of (S) Values with Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 1 wt % of Additives.

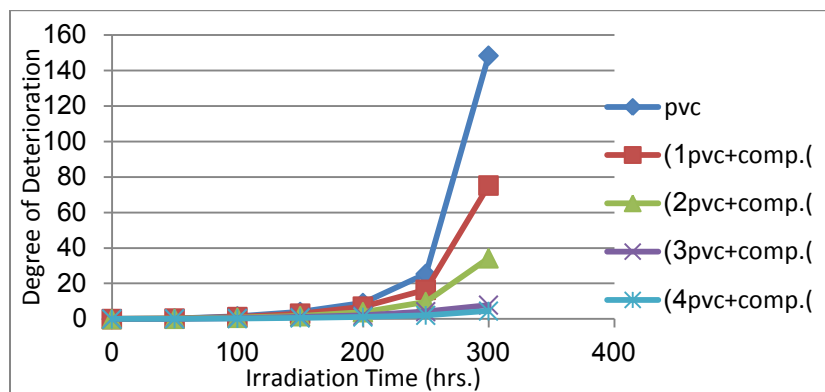


Fig.(15) Variation of the Degree of Deterioration (α) During Irradiation Time of PVC Films (80 μm) (blank) and with 1 wt % of Additives.

The degradation reaction characterization is the measurement of the quantum yield of the chain scission (Φ_{cs}). The quantum yield for chain scission was calculated for PVC films with and without 0.25, 0.5, 1 % (wt/wt) of additive using relation 7. The Φ_{cs} values for additives are tabulated in Table 1.

Table 1. Quantum yield (Φ_{cs}) for the chain scission for PVC films (80 μ m) thickness with and without 0.2, 0.5, 1% (wt/wt) additive after 300 hrs. Irradiation time

Additives		Quantum yield(Φ_{cs}) (%) w/w	
Concentration	0.25	0.5	1
PVC (blank)	1.457×10^{22}	1.457×10^{22}	1.457×10^{22}
PVC+Compound (1)	2.99×10^{21}	6.312×10^{21}	8.963×10^{21}
PVC+Compound (2)	2.325×10^{21}	4.887×10^{21}	6.716×10^{21}
PVC+Compound (3)	1.435×10^{21}	1.912×10^{21}	2.933×10^{21}
PVC+Compound (4)	9.560×10^{20}	1.367×10^{21}	2.098×10^{21}

The Φ_{cs} values for PVC films in the presence of additive are less than that of additive free PVC (blank), which increase in the order compound (1), compound(2), compound(3), compound(4) and PVC. In the study presented in this work, the photolysis of PVC film is carried out at a temperature 35- 45 °C well below the glass transition temperature (T_g of PVC = 80 °C). Therefore, the Φ_{cs} dependency on temperature is not expected to be observed [24-26].

4. CONCLUSION

In the work described in this paper, the photostabilization of poly(vinyl chloride) films using organic compounds as additives were studied. The additives take the following order in photostabilization activity, according to their decrease in carbonyl, polyen indices for PVC films (compound (1) > compound (2) > compound (3) > compound (4)). These additives behave successfully as photostabilizer for PVC films.

5. ACKNOWLEDGEMENT

We gratefully acknowledged the funding from the Chemistry Department in College of Education, Samarra and College of Science, Al-Mustansiriyah University.

6. REFERENCES

- [1] Yousif E., and Haddad R., Photodegradation and photostabilization of polymers, especially polystyrene: review, Springer plus (2013). 2: 1-32.
- [2] Rabek J., Polymer Photodegradation-Mechanisms and Experimental Methods, Chapman Hall, Cambridge, 1995.
- [3] Feldman D., Polymer weathering: photo-oxidation, J. Polym. Environ. 10 (2002) 163–173.
- [4] Ameer A., Abd allh B., Ahmed A., Yousif E., Synthesis and characterization of polyvinyl chloride chemically modified by amines, Open J. Polym. Chem.3 (2013) 11–15.
- [5] Minsker K., Kolesov S., Zaikov G., Degradation and Stabilization of Vinyl Chloride Based Polymers, Pergamon Press,Oxford, (1988), pp. 78–82.
- [6] Rabek J., Ranby B., Studied on the photo oxidation mechanism of polymers, photolysis and photo oxidation of polystyrene, J. Polym. Sci. 12 (1974) 273–291.
- [7] Rabek J., Ranby B., Polymer photophysics and photochemistry:an introduction to the study of photo process of macromolecules,J. Polym. Sci. 12 (1974) 273–281.
- [8] Yousif E., Haddad R., Naoman R., photostabilization of polystyrene films, LAMBERT academic publishing, (2014).
- [9] Yousif E., Hameed A., Salih N., Salimon J., B. Abd ullah, New photostabilizers for polystyrene based on 2,3-dihydro-(5-mercapto-1,3,4-oxadiazol-2-yl)-phenyl-2-(substituted)-1,3,4-oxazepine-4,7-dione compounds, Springer Plus J. 2 (2013)1–8.
- [10] Yousif E., El-Hiti G., Haddad R. and Balakit A., Photochemical Stability and Photostabilizing Efficiency of Poly(methyl methacrylate) Based on 2-(6-Methoxynaphthalen-2-yl)propanoate Metal Ion Complexes 2015, 7, 1005-1019.
- [11] Yousif E., Hameed A., and Bakir E., Synthesis and photochemical Study of poly (vinyl chloride)-1,3,4-oxadiazole and 1,3,4-Thiadiazole.J. of Al-Nahrain University. 10 (2007). (1): 7-12.
- [12] Yousif E., Hasan A., Ultra-violet spectra studies of photostabilization rate in PVC films by using some transition metal complexes, Arab. J. Phys. Chem. 2 (2014) 23–38.

- [13] Yousif E., Triorganotin (IV) complexes photo-stabilizers for rigid PVC against photodegradation Journal of Taibah University for Science, 7(2013), 79-87.
- [14] Yousif E., Salimon J., Salih N., Mechanism of photostabilization of poly(methy methacrylate) films by 2-thioacetic acid benzothiazol complexes, Arabian J. of Chem., 7(2014), 306-311.
- [15] Mark J., Physical Properties of Polymers Handbook, Springer, New York, (2007).
- [16] Yousif E., Salih N., Salimon J., Improvement of the " Improvement of the Photostabilization of PVC Films in the Presence of 2N-Salicylidene-5-(Substituted)-1,3,4-Thiadiazole. J. of Appl. Polym. Sci., 120 (2011) 2207–2214.
- [17] Salovey R., Bair H., J. Apple Polym.Sci., 4:731; 1970.
- [18] Anton C., Dobojs J., Mur. G., Audouin L., and Verdu J., Photo Aging of Rigid PVC-111, Different Thickness, Profile Polym. Degrad. Stab, 60(1998) 275-281.
- [19] Yousif E., Salimon J., Salih N., New stabilizers for polystyrene based on 2-thioacetic acid benzothiazol complexes, J. Appl. Polym. Sci. 125 (2012) 1922–1927.
- [20] Adil H., Yousif E., alimon J., New Stabilizers for PVC Basedon Benzothiazole Complexes, LAMBERT Academic Publishing, Germany, (2011).
- [21] Schultz J., Deformation Morphologies and Toughening of Polymer System, (1998), 349-368 (Chapter 8).
- [22] Scott G., in: J.E. Guillet (Ed.), Polymers and Ecological Problems, vol. 3, Plenum press, New York, (1973) 27–35.
- [23] Yusop R., Shalan N., Ahmed A., Derawi D., Al-Amiery A., Kadhum A., Haddad R., Yousif E., Photochemical and Physical Study of PVC- Amines Polymers, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2014, 8(17): 394-401
- [24] Yousif E., Hameed A., Rasheed R., Mansoo H., Farina Y., Graisa, A., Salih, N., Salimon, J. Synthesis and Photostability Study of Some Modified Poly(vinyl chloride) Containing Pendant Benzothiazole and Benzimidazole Ring. International J. of Chem., 2(1) (2010), 65-80.
- [25] Harun S., Talip M., Hong K., Jamil M., & Yusop M., Phase Behaviour of Fatty Alcohol Sulphate and Fatty Alcohol Ether Sulphate from Palm Based. Malaysian Journal of Analytical Sciences, 17(1) (2013) 139-145.
- [26] Hong K., Harun S., Jamil S., & Yusop, R., Phase Behavior and Rheology of Fatty Alcohol Sulphate, Fatty Alcohol Ether Sulphate from Palm based and Mixtures with other Surfactants. Malaysian Journal of Analytical Sciences, 17(1), (2013) 101-108.

دراسة الاستقرارية الضوئية لمتعدد (كلوريد الفينيل) باستخدام بعض المركبات العضوية

اسراء اسماعيل الخطيب¹, احمد احمد², خلف فارس السامرائي²

¹كلية التربية, قسم الكيمياء, جامعة سامراء, صلاح الدين, العراق
²مركز بحوث البوليمرات, كلية العلوم, الجامعة المستنصرية, بغداد, العراق

الملخص

في هذا البحث استخدمت بعض المركبات الضوئية ودراسة تأثيرها على التثبيت الضوئي لرقائق متعدد كلوريد الفينيل. وتم تحديد فعالية هذه المركبات في التثبيت الضوئي عن طريق رصد معاملات الكربونيل I_{CO} والبولين I_{PO} . وتبين ان قيم معاملات I_{PO} و I_{CO} تزداد مع وقت التشعيع وهذه الزيادة تعتمد على نوع المضافات. تم متابعة التغيرات في المعدل اللزوجي للوزن الجزيئي لرقائق متعدد كلوريد الفينيل مع وقت التشعيع باستخدام رباعي هيدرو فيوران THF كمذيب. كما تم تقييم قيم منتج الكم وكذلك قطع السلسلة البوليمرية لهذه المركبات في رقائق متعدد كلوريد الفينيل. وجد أن المضافات المستخدمة تسلك كمثبتات للتجزئة الضوئية، والتي أخذت الترتيب التالي:

(4) < المركب (3) < المركب (2) < المركب (1)

←
زيادة الاستقرارية

الكلمات المفتاحية: | الكيمياء الضوئية | متعدد كلوريد الفينيل | التثبيت الضوئي | التحلل الضوئي |



A Study on the Characteristics of P-N Junction of Single Crystalline Silicon Solar Cell Using LCR Meter

Jamal H. Al-Yousif¹, Ahmed A. Alwan¹, Iman H. Khudayer²

¹Energy & Environment Research Center Corporation of Research and Industrial Development, Baghdad, Iraq

²Physics Department, College of Education Ibn Al-Haithem, University of Baghdad, Baghdad, Iraq

e-mail: solarenergy_iraq@yahoo.com

ABSTRACT

The structural and AC-conductivity properties of Si/B heterojunction solar cell have been studied. The built-in voltage calculated as a function of frequency at the condition of reverse bias in the range of (20kHz-3MHz), results indicated that the heterojunctions are abrupt type. From the C-V measurements, it was found that the built-in potential (V_{bi}) was decreased the frequency measurements forward to higher values within the range of (80KHz-3MHz) at a constant values of the applied voltage. c-Si/B heterojunction solar cell yielded has an active area conversion efficiency 15.99% with an open circuit voltage ($V_{oc}=0.621V$), short circuit current ($I_{sc}=8.33mA$) and filling factor ($F.F=0.738$).

KEYWORDS: | solar cell | heterojunction | C-V measurement |

© 2015 Corporation of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. INTRODUCTION

Solar cells are widely used in different applications as a power source to meet earth's energy demands. Single crystalline Silicon (c-Si) and GaAs has been used extensively for space applications. Other schemes for power generation via solar cells include thin film solar cells and multi-junction solar cells [1]. Crystalline silicon (c-Si) is an extremely well suited material for terrestrial photovoltaics. It is non-toxic and abundant (25% of the Earth's crust), has excellent electronic, chemical and mechanical properties which forms a simple mono elemental semiconductor that has an almost ideal band gap (1.1 eV) for terrestrial PV, and gives a long-term stable solar cells and modules, furthermore, it was chosen in the microelectronics industry, ensuring that a large range of processing equipment exists and is readily available. Given these properties of c-Si, it is not surprising that almost all (>90%) terrestrial PV modules sold today use Si wafer solar cells [2][3]. In addition to the transport data, capacitance measurements can provide physical information about Schottky junctions. The depletion-layer capacitance, C_D , per unit area is given by:

$$1/C_D^2 = 2(V_{bi} - V - kT/q)/q\epsilon_s N_D \quad (1)$$

Where, V_{bi} is the built-in potential, ϵ_s is the dielectric constant and N_D is the donor concentration of semiconductor [4].

As indicated by Eq.(1), the $1/C_D^2-V$ curves of Schottky diodes are linear in the reverse bias region. Thus, V_{bi} , ϵ_s and N_D can be extracted from the intersection and the slope of the straight lines fitted to the experimental data, respectively.

If there are deep-level impurities at the interface, these gap states can trap charges and affect the capacitance value. The charges trapped at deep defect states can only follow slow AC signals; hence, high-frequency capacitance values can be smaller than low-frequency values [4-5]. A frequency dependence of the junction capacitance was reported in STO-based epitaxial heterojunctions, that such a capacitance relaxation could be caused by charge trapping at interface states [6].

2. EXPERIMENTAL

PN heterojunction solar cell has been fabricated using diffusion alloy method of p-boron layer over n-Si single crystal wafer. The structures of the alloy and deposited films have been examined by XRD methods using Siemens X-ray diffractometer system. The C-V measurement has been done by LCR meter. The electrical and structural properties; (short circuit current (I_{sc}), the open circuit voltage (V_{oc}), filling factor, and the efficiency) were measured and studied using *QuickSun* Solar Simulator (Version7.1.9).

3. RESULTS & DISCUSSION

Fig.(1) shows that there was a diffusion process between n-Si substrate and boron p-type layers, which represented in the reflected diffraction angles at ($2\theta=33^\circ$, 38.2° and 44.35°), beyond all to the SiB_6 structure, and there was presence of B-Si bonding in the formed c-Si/B heterojunction, which illustrated that there was boron interaction with the silicon wafer to form the diffusion junction.

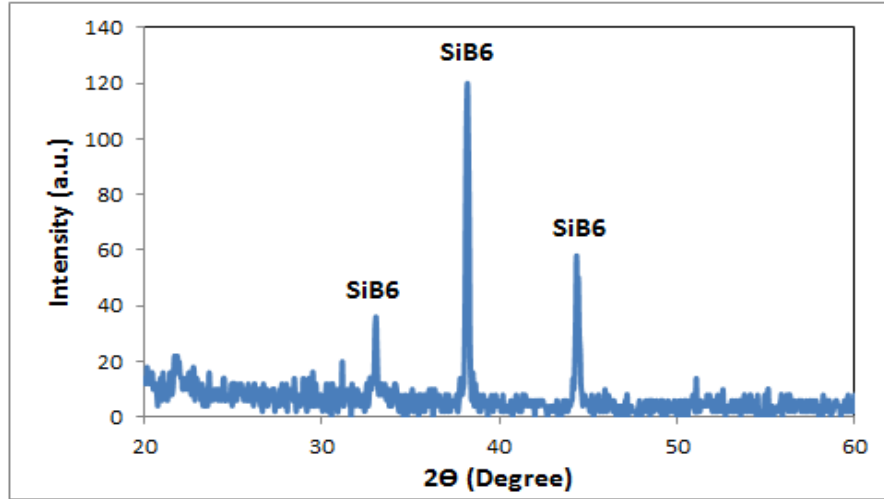


Fig.(1): X-ray diffraction pattern of n-Si/B heterojunction.

Fig.(2) represented the relation between capacitance and frequency at different values of applied voltage in the range from 0.5 Volt to 1 Volt. The behaviors of the curves for all the range of voltages have the same behavior. It was noticed from the curves a nonlinear relation, the capacitance increases with the frequency, especially at the higher values above 80 KHz. A reverse-biased PN junction carries a negligible current but exhibits as a voltage dependent capacitance.

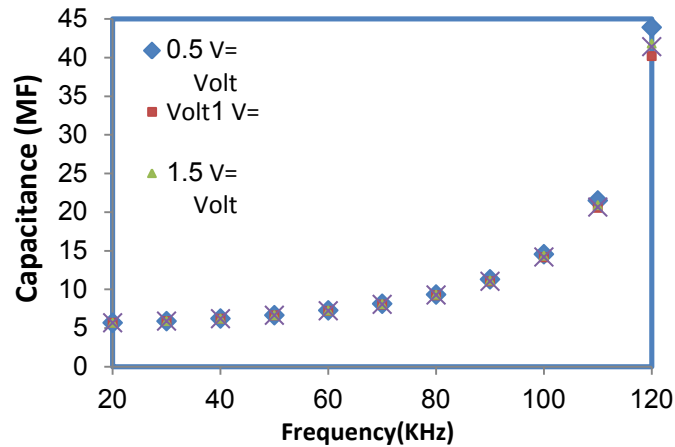


Fig.(2):Variation of the capacitance with the frequency at different voltages.

Another interesting application of reverse biased diodes is widely used in digital cameras. If a light of sufficient energy is applied to a PN heterojunction, electrons are dislodged from their covalent bonds and hence electron-hole pairs are created. With a reverse bias, the electrons are attracted to the positive battery pole and holes to the negative pole. As a result, current flows through the diode that is proportional to the light intensity; it can be saying that the PN heterojunction operates as a “photodiode”. Fig.(3) Shown that the decreases in the capacitance with the bias voltage increases due to the width increases of the depletion region (increase absorption area). The heterojunction was found abrupt, also, it was found that the built-in potential V_{bi} values can be determining when $(C^{-2}=0)$, where V_{bi} is the built-in potential.

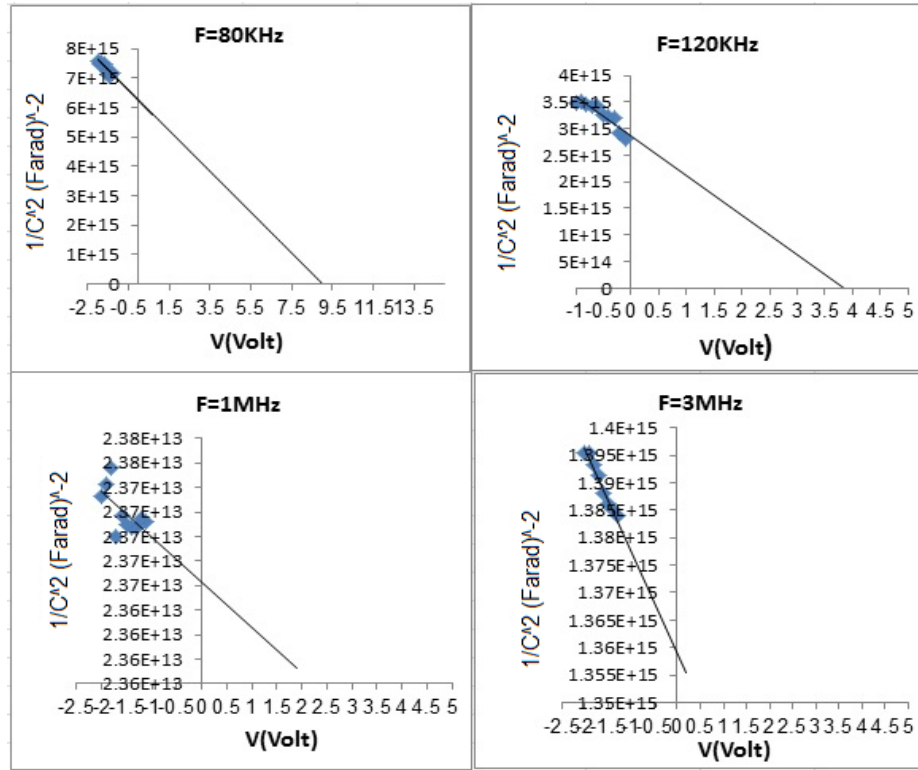


Fig. (3): C^{-2} versus Bias voltage for Si/B heterojunction for different values of frequencies:(a)80KHz, (b)120KHz, (c)1MHz, (d)3MHz .

It can be notice from the figure that the built in potential values decrease as the frequency tends to higher values as shown in table (1):

Table (1) Values of V_{bi} for different values of frequency

Frequency (KHz)	80	120	1000	3000
V_{bi} (Volt)	9	3.6	2.5	0.35

The acceptable value was found 0.35 Volt at 3MHz, which means that this heterojunction operated at high values of frequency. The $1/C^2-V$ curves are almost linear in the low-voltage reverse-bias region, as expected. Under a large bias voltage, the large leakage current does not allow reliable C-V measurements; the capacitance value at 1MHz is much smaller than those at lower frequencies. The junction capacitance is given by:

$$C = dQ/dV \quad (2)$$

where: dQ is the charge increase caused by the changing in the applied voltage dV.

Our experimental data in Fig. (3) also manifest the existence of deep-level interface states in the junctions. Solar cell parameters, short circuit current density (I_{sc}), open circuit voltage (V_{oc}), and the maximum out putted power (P_m), were listed in table (2). The large value of (V_{oc}) due to the architecture of heterojunction cells capitalizes on properties of crystalline silicon surfaces, these results in several-millisecond effective lifetimes when high-quality wafers are used; the latter permits photo-generated carriers to be extracted without recombination active contacts that ruin the high lifetimes. Carrier extraction occurs at the front of silicon heterojunction solar cells under the influence of the built-in electric field that is formed when the heterojunction formed [7], which used in this research.

Table (2) solar cell parameters of fabricated n-Si/B heterojunction.

P_m (W)	I_m (A)	V_m (V)	V_{oc} (V)	I_{sc} (mA)	F.F%	η %
3.82	7.66	0.499	0.621	8.33	0.738	15.99

4. CONCLUSION

The x-ray diffraction angles at ($2\theta=33^\circ$, 38.2° and 44.35°) showed that there was a diffusion condition between the n-Si substrate wafer and p-Boron layers, where these angles belongs to the SiB_6 structure which conformed that there was a P-N heterojunction. Fig.(2) shown the behaviors of the curves for all the range of voltages were the same which means a non-linear relation.

5. REFERENCES

- [1] Sheeja Krishnan¹, Ganesh Sanjeev², Manjunatha Pattabi and X. Mathew, "Electrical Properties of RF Sputtered CdTe/CdS Thin Film Solar Cells", *The Open Fuels & Energy Science Journal*, , Vol.2, pp.110-112, (2009).
- [2] Armin G. Aberle , "Fabrication and characterisation of crystalline silicon thin-film materials for solar cells", *Thin Solid Films*,,Vol.511-512, pp.26-34, (2006).
- [3] Weiyang Zhang, Qinglei Meng, Bixia Lin, Zhuxi Fu, "Influence of growth conditions on photovoltaic effect of ZnO/Si heterojunction", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vol. 92, No.8, pp. 949–952, (2008).
- [4] R. T. Tung, "Recent advances in Schottky barrier concepts", *Materials Science and Engineering: R: Reports*, Vol.35, pp.1-138, (2001).
- [5] I. Jyothi, Hyun-Deok Yang, Kyu-Hwan Shim, V. Janardhanam, Seung-Min Kang, Hyobong Hong and Chel-Jong Choi, "Temperature Dependency of Schottky Barrier Parameters of Ti Schottky Contacts to Si-on-Insulator", *Materials Transactions*, Vol.54, No.09, pp.1655-1660 ,(2013).
- [6] Sungjoo Lee, Soo-Hyon Phark, Dong-Wook Kim, "Influences of Interface States on the Electrical Properties of Pt/SrTiO₃ Junctions", *Journal of the Korean Physical Society*, Vol.56, No.1, pp. 362-365, (2010).
- [7] Zachary C. Holman, Antoine Descoedres, Loris Barraud, Fernando Zicarelli Fernandez, Johannes P. Seif, Stefaan De Wolf, and Christophe Ballif, " Current Losses at the Front of Silicon Heterojunction Solar Cells", *IEEE Journal of photovoltaics*, Vol. 2, No. 1, pp.1-15, (2012)

دراسة خصائص منطقة الوصلة لخلية شمسية احادية التبلور باستخدام جهاز (LCR)

جمال حمود سعود¹ احمد نور علوان¹ ايمان حميد خضير²

¹مركز بحوث الطاقة والبيئة، هيئة البحث والتطوير الصناعي، بغداد، العراق
²قسم الفيزياء، كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد، بغداد، العراق

الخلاصة:

درست الخصائص التركيبية والتوصيلية الكهربائية للوصلة الهجينة Si/B لخلية شمسية، اذ قيس فرق الجهد بتغيير التردد بالانحياز العكسي ضمن المدى من 20 كيلوهرتز الى 3 ميكاهرتز، وبينت النتائج التركيبية ان الوصلة الهجينة هي من النوع الحاد، اما بالنسبة لقياسات السعة والفولتية فقد وجد ان فولتية منطقة الوصلة تقل بزيادة التردد كلما اتجهنا نحو القيم العليا ضمن المدى من 80 كيلوهرتز الى 3 ميكاهرتز بثبوت فولتية المصدر. حسبت الكفاءة التحويلية للخلية الشمسية ذات الوصلة الهجينة c-Si/B للمساحة الفعالة ووجدت بانها تساوي 15،39% مع قيمة فولتية الدائرة المفتوحة 0،621 فولت، تيار دائرة القصر 8،33 مللي امبير وقيمة عامل الملئ 0،738.

الكلمات المفتاحية: | خلية شمسية | وصلة هجينة | قياسات السعة والفولتية|



Polymeric Solar Cells: A Mini-Review of Fabrication Techniques

Furkan Kamila¹, Kadhim Abid Hubeatira¹, Ahmed A. Al-Amiery²

¹ Department of Laser and Optoelectronics, University of Technology Baghdad, Iraq

² Environmental Research Center, University of Technology, Baghdad, Iraq

ABSTRACT

Organic solar cells was refer to photo voltaic cells and it was a kind of green energy source of great potential application due to low production costs, mechanical flexibility devices. The aim of our work was to focus on the evolution of the polymeric solar with comparing studies for the period 2007-2015.

KEYWORDS: | solar cells | polymer | Indium tin oxide |

© 2015 Corporation of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. INTRODUCTION

The sun is the main natural source of energy.it providing the earth with great amount of energy in spite of that we exploits a little part of it. The sun's light cannot be used directly there is many device that can exploits these type of natural energy. These devices can be consider very attractive because it will convert sun's light to many type of energy which is useful for heating water (house warming and other different application)[1], Also there is another type of these devices which convert the optical energy to electrical energy which is a part of our work. The solar cell which is the most commonly used for purpose of saving and converting energy. [2] The solar cell can be divided to many types such as silicon solar cells, dye solar cell, Polymer solar cell.[3] In another study, some researchers compared the polymeric solar cell and their electrical and optical properties. Polymer solar cell, has low cost and also very flexible.[4] In particular compared to the limited solar light absorption of fullerenes (electron acceptor)for the polymer :fullerene solar cells ,the polymer: polymer solar cells have an advantage in enhancing the light absorption efficiency because electron- accepting polymers can be tuned to absorb more sun light in visible region and that was useful for solar cell device.[5,6] Indium tin oxide (ITO) is the material-of-choice for transparent electrode in hetero junction solar cells (PSCS) it is used to generate a built-in electrical field due to the difference in the metals' work functions. This electric field is used dissociate the exactions, which are created from the absorption of the light by the active layer of the polymeric solar cell, then pull the charge carrier out of the active layer [7]. Poly (3,4-ethylenedioxythiophene): poly(styrenesulfonate)(PEDOT:PSS) have many advantages because of that advantages it widely use in polymer solar cells, (PEDOT: PSS) work function can be vary in controlling the amount of PSS [8], the layer of (PEDOT:PSS) polymer can decreasing the roughness of ITO surface, high conductivity and low-temperature solution process ability [9]. To enhance the polymer solar cells catalyzed Al₂O₃ and TiO₂ nanoparticles and laser. Utilizing nanoparticles made clarify change in the conductivity and absorption of polymer solar cell because it represents electron transport material (inorganic material) in photo voltaic device while the conjugated polymer consider as hole transport material[10,14].

2. EVALUATION SURVEY

There are many researches in the field of enhancing polymer solar cell due their importance in saving energy.

2007-2008

Need for developing inexpensive renewable energy sources does the scientific research more efficient, low cost Photovoltaic devices. The workers focuses on many part the material,working principle sensitive parameter ,conjugated polymer / fullerene bulk heterojunction solar cell, organic hybrid solar cell. In another study the hetero junction solar cell consist of many layers (ITO.PEDOT/MDMO-PPV/PCBM/AL).the layers was coated by using spin coating method. The efficiency of the prepared heterojunction solar cell 2.5%-10%.[15].

2009-2010

An efficient solar cell should have a large absorb spectrum .the material with multiband can be good choice , with small gap and high hole mobility so P3HT:PCBM was used in order to rise the amount of the power conversion efficiency to 5%.The construction of heterojunction was (ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Ca/Ag)the construction was made by using spin coating method.[16]

2011.

Recent enhancement in organic solar cell,s efficiency in polymers with low band gap In Peh,s work the spray coating was used. The spray coating is high through put coating technique that is suitable for organic photovoltaic _making. In organic layers to on sure of the uniform coating the surface tension, The wettability, boiling point of solvent and drying time must be optimized. The layers of the heterojunction solar cell that was fabricated (ITO/ZNO/P3HT: PCBM/PEDOT: PSS). Where all the Layers was coated by using spin coating technique except PEDOT:PSS Which was coated by using spray coating method. The highest power conversion efficiency received was 3%.[17]. Also, in 2011, some researchers studied the polyaniline(PANI) thin films with nano_islands on their surface which are electro chemically synthesized where the polyaniline thin film with nano.islande was used as buffer layer in organic solar cell based on mixing of (MDMO – PPV) and PCBM. The organic solar cell work has structure as (ITO/PANI/MDMO_PPV: PCBM/ZNO/AL). the structure of the organic solar cell was made by using spin coating method. Also Furui tan and coworkers changed the thickness of the PANI thin film and the best efficiency they reached 0.68% [18].

2012

Investigated the effect of the amount of phenyl C 61 butyric acid methyl ester (PCBM) on anthracene-containing poly (p-phenylene-ethynylene)-alt-poly(p-phenylene-vinylene)(PPE-PPV) polymer(AnE-PV stat) solar cell. For this heterojunction solar cell the efficiency was enhanced by increasing PCBM content. In another study solar cell consist of many layers (ITO/ PEDOT:PSSL AnE-PVSTAT:PCBM| ca/Al). The layers were coated by spin coating method. The highest efficiency reached was 2.13% for AnE-Pvstat [19]. Also, in 2012, some researchers the resolve of problems of polymer heterojunction solar cell was introduced. This way was explained including the effect of the donor /acceptor ratio and the annealing on the charge generation, collection and recombination kinetics: novel low band gap conductive polymer with band gap less than 1.8ev named (PCBM). In these work life time of polymer was discussed, the problem of degradation was solved and the stability was enhanced by using height amount of Tg polymer. They also discussed the processing of large area and increasing the efficiency of polymeric heterojunction solar cell. The heterojunction polymer that fabricated consist of many Layers (ITO, PEDOT: PSS/Copolymer:PCBM;Al) [20]. Some researchers a high Performance and cost effective polyaniline by adding a camphorsulfonic acid (PANI:CSA). These exhibited high conductivity of 843 s/cm and high optical transparency of 86%at 550nm and the thickness is less than 200nm ,the film prepared in spin coating methode ,the heterojunction consist of many layers (PET,ITO,PEDOT:PSS,P3HT:PCBM,Lif and Al), In another study the change in conductivity with thickness.[21]

2013

The solar cells electrode consisting of layer of aluminum doped zinc oxide and a very thin silver layer.in the solar cell that was fabricated the active layer was coated by using spin coating method the layer of the hetero junction solar cell (AZO/SILVER/AZO/PTB7:PC71BM/MOO3/SILVER) the highest amount of efficiency that Kohlstädt and coworker's reached is 6.1% we was noticed that the solar cell free from (ITO, PEDOT: PSS) [22].

2014

PEDOT:PSS is remain one of the most power full material because of its high conductivity , suitable work function and low amount of temperature process ability. Inkim,s and his coworker's work compared between Reference solar cell which consist of the following layer(ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/AL)and other solar cells with structure(ITO/WOX/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/AL) in different concentration of W_PTA compared with the reference device the efficiency of the reference device 3.07 % and it decreasing (the highest value of efficiency 1.48% and the smallest value 0.0002%). In another study the solar cell was built using spin coating method.[23]. In another study nano particles was used with polymer the nano particles BHTF-CO.BT was generated through polymerization process. These layer (polymer+BHTF-CO.BT) was used in structure of solar cells which was fabricated in normal structure and inverted structure the normal structure (ITO/PEDOT:PSS/P3HT:BHTF-CO-BT/Al) and the inverted structure (ITO/ZNO/P3HT:BHTF-CO-BT/PEDOT:PSS/Al) And the (PCE) power conversion efficiency for the fabricated devices 0.1% because of VOC and FF values are very good. The layer of heterojunction was made by using spin coating technique.[24]. In another study, organic solar cell was fabricated free from PEDOT:PSS utilizing buffer and node integrated Ta-doped In2O3 (ITaO) films. The (ITO) electrode was similar in electrical nd optical propertes with (ITao) electrode films. The power conversion efficiency for heterojunction have ITao anode 3.348% and it similar to those have

(ITO) electrode the PCE 3.541%..The structure of built solar cell was (ITao/P3HT:PCBM/Ca/Ag) the method that was used to made the solar cell structure co-sputtering method.[25]. In another study organic solar cell was prepared by using P3HT and PCBM with nano polyaniline layer and there was an increasing in the efficiency (2.76%) when we compare with the solar cells lacking to these buffer layer. The fabricated layer consist of (ITO/PANI/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al) the structure of the solar cell was obtained by using spin –coating method.[26]. In another study large area device was fabricated with power conversion efficiency close to small area device .the inverted structure of tandem solar cell was built by putting PEDOT: PSS in the top of active layer as hole transport layer. The power conversion efficiency was enhanced by using alcohol treatment from 2.19% to 7% .the fabricated solar cell consist of the following layer (ITO/ZnO/P3HT: ICBA/PEDOT: PSS/ZnO/PTB2:PC71BM/MOO2/Ag) all these layers was coated by using spin coating method.[27]. Fabricated inorganic /in organic hybrid solar cell using SMPO4 Nps doped TiO2/P3HT bulk heterojunction solar cell(BHJ) the SMPO4 enhanced the power conversion efficiency from (1.98 %)for solar cell without SMPO4 to the power conversion efficiency (3%) for solar cell containing SMPO4.the layers of heterojunction solar cell consist of (FTO/ SMPO4 Nps:TiO2/P3HT/PEDOT:PSS)the SMPO4 Nps:TiO2 was coated on FTO glass by using aductor blande technique while PEDOT:PSS was coated by using spin coating technique.[28]. In another study a MoO3/Au/MoO3 structure was used and a thin film of Al2O3 was used as protective barrier between MoO3 and PEDOT:PSS in order to protect the MoO3 from the acidic. The efficiency was increasing from 2.77% to 2.89%. The structure of fabricated solar cell was (MoO3/Au/MoO3/Al2O3/PEDOT:PSS/PCBM:P3HT/LiF/Al) the first three layers was coated by e-beam evaporation and Al2O3 was coated by using (ALD)atomic layer deposition and the other layers was coated with spin coated method. [29]

2015

The power conversion efficiency of polymer solar cell was reached to 8.7% with non.chlorinated solvent .the solar cell was made from many layer by using spin coating method. The layers was (ITO/PEIE/PTB7:PCBM/MoO3/Ag).[30]. Recently the power conversion efficiency 7.06% the device structure consist of their device structures were :ITO/Al/PCDTBT:PC71BM/ with or without CIL/Al and ITO/PEDOT:PSS/PCDTBT:PC71BM/ with or without CIL/MoOx/Al ,respectively .the device structure was built by using spin coating technique. [31].

3. CONCLUSION

This work represent how to guide researcher to knowing how to prepare polymeric solar cell with high efficiency according to recently studies.

4. ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge University of Technology for supporting.

5. REFERENCES

- [1] Britannica, E. Solar energy (2006). <http://search.eb.com/eb/article-9068559>.
- [2] Slaoui, A. Collins. R.T. Advanced Inorganic Materials for Photovoltaic. MRS Bull., 32 (2007) 211.
- [3] Zhuravleva T. S. and Vannikov, A. V. “Polymer Solar Cells,” Mater. Sci. Forum, 2 (1987) 203–210.
- [4] Krebs, F. C., Alstrup, J., Spanggaard, H., Larsen, K.,and Kold, E. Production of large-area polymer solar cells by industrial silk screen printing, lifetime considerations and lamination with polyethyleneterephthalate. Solar Energy Materials ans Solar Cells, 83 (2004) 293-300.
- [5] Kim, Y. Shin, M. Lee, I. Kim,H. Heutz, S. Multilayer organic solarcells with wet-processed polymeric bulk heterojunction film and dry-processed small molecule films, Appl.Phys.Lett.92, (2008) 093306/1–093306/3.
- [6] Yang,X. Loos, J. Veenstra, S.C. Verhees, W.J.H. Wienk, M.M. Kroon, J.M. Michels, M.A.J..Janssen, R.A.J. Nano-scale morphology of high performance polymer solar cells, NanoLett. 5 (2005) 579–583.
- [7] Tang, K. Tseng, S. Li, W. Meng, H. Horng, F. Hs, C. Broad band and white phosphorescent polymer light-emitting diodes in multilayer structure. Synthetic Metals 158 (2008) 287–291
- [8] Lee, T.-W. Chung, Y. Control of the surface compositi on of aconducting- polymer complex film to tune the work function,Adv.Funct.Mater.18 (2008) 2246–2252.
- [9] Arias, A.C. Granstrom, M. Thomas, D.S. Petritsch, K. Friend, R.H. Doped conducting-polymer–semiconducting-polymer interfaces:theiruseinorganic photovoltaicdevices,Phys.Rev.B60, (1999) 1854–1860.
- [10]Zhao, L. Lin, . Z.Q. Crafting semiconductor organic-inorganic nanocomposites via placing conjugated polymers in

- intimate contact with nanocrystals for hybrid solar cells, *Adv. Mater.* 24 (2012), 4353-4359.
- [11] Chen, Z.L. Zhang, H. Yu, W.L. Li, Z.B. Hou, J.D. Wei, H.T. Yang, B. Inverted hybrid solar cells from aqueous materials with a PCE of 3.61%, *Adv. Energ. Mater.* 3, (2013) 433-443.
- [12] Gur, I. Fromer, N.A. Chen, C.P. Kanaras, A.G. Alivisatos, A.P. Hybrid solar cells with prescribed nanoscale morphologies based on hyperbranched semiconductor nanocrystals, *Nano Lett.* 7 (2007) 409.
- [13] Sung, Y.H. Liao, W.P. Chen, D.W. Wu, C.T. Chang, G.J. Wu, J.J. Room-temperature tailoring of vertical ZnO nano architecture morphology for efficient hybrid polymer solar cells, *Adv. Funct. Mater.* 22(2012)3808.
- [14] Potscavage, W.J. Comment on high-efficiency panchromatic hybrid Schottky solar cells, *Adv. Mater.* 25 (2013) 4825.
- [15] Günes, S. Neugebauer, H. and Sariciftci, N. S. Conjugated polymer-based organic solar cells, *Chem. Rev.*, pp. (2007) 1324–1338.
- [16] Ge, N. An overview on P3HT : PCBM, the most efficient organic solar cell material so far ., *Solid State Phys.*, no. Fig 1, (2009) 1–11.
- [17] Peh, R. J., Lu, Y., Zhao, F., Lee, C. L. K., & Kwan, W. L. Vacuum-free processed transparent inverted organic solar cells with spray-coated PEDOT:PSS anode. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 95(12) (2011) 3579–3584.
- [18] Tan, F., Qu, S., Wu, J., Wang, Z., Jin, L., Bi, Y., Wang, Z. Electrodeposited polyaniline films decorated with nano-islands: Characterization and application as anode buffer layers in solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 95(2), (2011) 440–445.
- [19] Tore, N., Parlak, E. A., Usluer, O., Egbe, D. a. M., San, S. E., & Aydogan, P. Effect of blend ratio on poly(p-phenylene-ethynylene)-alt-poly(p-phenylene-vinylene) polymer solar cell. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 104, (2012) 39–44.
- [20] Wang, Y., Wei, W., Liu, X., & Gu, Y. Research progress on polymer heterojunction solar cells. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 98, (2012) 129–145.
- [21] Lim, T. Oh, W. and Kim, S. Self-assembly supramolecules to enhance electrical conductivity of polyaniline for a flexible organic solar cells anode, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 101, (2012) 232–240.
- [22] Kohlstädt, M. Grein, M. Reinecke, P. Kroyer, T. Zimmermann, B. and Würfel, U. Inverted ITO- and PEDOT:PSS-free polymer solar cells with high power conversion efficiency, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 117, (2013) 98–102.
- [23] Kim, W. Kyu Kim, J. Lim, Y. Park, I. Suk Choi, Y. and Hyeok Park, J. Tungsten oxide/PEDOT:PSS hybrid cascade hole extraction layer for polymer solar cells with enhanced long-term stability and power conversion efficiency, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 122, (2014) 24–30.
- [24] Lee, H. Jeong, J. Han, H. Nam, S. Kim, H. and Kim, Y. All-polymer solar cells with in-situ generated n-type conjugated polymer nanoparticles, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 122, (2014) 112–119.
- [25] Lee, H. M. Noh, Y. J. Na, S. I. Chung, K. B. and Kim, H. K. PEDOT:PSS-free organic solar cells fabricated on buffer and anode integrated Ta-doped In₂O₃ films, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 125, (2014) 145–154, .
- [26] Han, Y. K. Chang, M. Y. Ho, K. S. Hsieh, T. H. Tsai, J. L. and Huang, P. C. Electrochemically deposited nano polyaniline films as hole transporting layers in organic solar cells, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 128, (2014) 198–203.
- [27] Yeh, P. N. Liao, S. H. Li, Y. L. Syue, H. R. and Chen, S. A. Large active area inverted tandem polymer solar cell with high performance via alcohol treatment on the surface of bottom active layer P3HT:ICBA, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 128, (2014) 240–247, .
- [28] Yuan, Q. Li, Y. Wei, T. Li, Y. Chen, Z. Jin, X. Qin, Y. and Sun, W. The origin of efficiency enhancement of inorganic/organic Hybrid solar Cells by robust samarium phosphate nanophosphors, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 130, (2014) 426–434, .
- [29] Maniruzzaman, M., Rahman, M. A. Jeong, K. Nam, H. and Lee, J. ITO free MoO₃/Au/MoO₃ structures using Al₂O₃ as protective barrier between MoO₃ and PEDOT:PSS in organic solar cells, *Renew. Energy*, 71, (2014) 193–199, .
- [30] Susanna, G. Salamandra, L. Ciceroni, C. Mura, F. Brown, T. M. Reale, A. Rossi, M. Di Carlo, and Brunetti, F. 8.7% Power conversion efficiency polymer solar cell realized with non-chlorinated solvents, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 134, (2015) 194–198, .
- [31] Jia, T. Han, J. Zhou, W. Wang, L. Wu, M. Chen, W. Chen, Y. Li, F. and Wang, Y. Application of a water-soluble metallophthalocyanine derivative as a cathode interlayer for the polymer solar cells, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 141, (2015) 93–100.

دراسة مرجعية حول الخلايا الشمسية البوليمرية

فرقان كامل¹، كاظم عبد حبيتر¹، احمد عبد الامير حسين²

1 قسم هندسة الليزر والبصريات، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق

2 قسم التلوث البيئي، مركز بحوث البيئة، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق

الملخص:

الخلايا الشمسية العضوية تشير إلى خلايا فولطائية ضوئية، وهي نوع من انواع مصادر الطاقة الخضراء و تتميز بتطبيقاتها الواسعة نظرا لانخفاض تكاليف الإنتاج، المرونة الميكانيكية. ان الهدف من عملنا هذا هو التركيز على تطور انتاج الطاقة من قبل الخلايا الشمسية البوليمرية مع مقارنة الدراسات للفترة-2007 2015

الكلمات المفتاحية: | الخلايا الشمسية | بوليمر | انديوم تن اوكسايد | الطاقة الخضراء | .



Study the Production of Polyhydroxybutyrate by *Rhodococcus sp.* Using Crude Palm Kernel Oil (CPKO) as Carbon

Nadia Altaee^{1,2}, Ayad Fahdil¹, kumar Sudesh³, Emad Yousif⁴

¹Department of Biotechnology, College of Science, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq

²Department of Horticulture and Garden Engineering, College of Agriculture, Al-Qasim Green University, Babil, Iraq

³School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia

⁴Department of Chemistry, College of Science, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq

ABSTRACT

The present study was observed the ability of *Rhodococcus* for polyhydroxybutyrate (PHB) production in the presence of crude palm kernel oil (CPKO) as carbon source. The bacteria was isolated from soil and primarily screened for PHB production using Nile Red stain. The gas chromatography (GC) was proved the composition of biopolymer that was homopolymer polyhydroxybutyrate (PHB) and the content of produced biopolymer that reached to about 38% of PHB with cell dry weight (CDW) reached 1.43 g/L. The microscopic observations of PHB inside the bacteria were checked by the phase contrast light microscope showed the bright appearance, the fluorescent microscope showed bright orange fluorescent and transmission electron microscope (TEM) showed ovoid white granules with different size and different numbers inside each cell.

KEYWORDS: | Polyhydroxyalkanoates | *Rhodococcus* | Polyhydroxybutyrate | Crude palm kernel oil (CPKO) |

© 2015 Corporation of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. INTRODUCTION

Polyhydroxyalkanoates (PHA) are a class of microbial polyesters synthesized by several groups of bacteria under starvation growth conditions as a mechanism to store excess carbon and energy as water-insoluble inclusions in the cells [1]. PHA molecule is typically made up of 600 to 35,000 (*R*)-hydroxy fatty acid monomer units [2]. Each monomer unit harbors a side chain *R* group which is usually a saturated alkyl group [3]. PHA were divided into three groups depending on the number of carbon atoms within each monomer, PHAs have (3 to 5 carbon atoms) named short-chain length PHA (scl-PHA), PHA have (6 to 14 carbon atoms) named medium-chain length (mcl-PHA), and PHAs have (15 or more carbon atoms) named long-chain length PHA (local-PHA) [4]. About 150 different PHA monomers have been identified and this number keeps on expanding with the presenting of new types of PHA through the chemical or physical modification of naturally occurring PHA, or through the creation of genetically-modified organisms (GMOs) to produce PHA with specialized functional groups [5]. Many companies and researchers have to develop biodegradable alternatives because petroleum plastics are not degradable by microorganism [6]. This problem can be solved by substituting synthetic plastics with bioplastics, P(3HB), is the most widely studied and best characterized PHA. It is a homopolymer of 3-hydroxybutyrate, which has mechanical properties similar to polypropylene [7] and received great attention as sources for biodegradable, biocompatible, and thermoprocessible plastic materials [8,9], therefore using biodegradable plastic can reduce the environmental pollutions associated with petroleum plastics. PHA, particularly poly 3-hydroxybutyrate (PHB), is biocompatible and biodegradable increased its interest in medical applications and used in manufacture suture, cardiovascular patches, stents, articular cartilage repair devices, nerve and tendon repair devices, wound dressings and used in artificial organs [10]. PHB can be used as microcapsules in therapy or as materials for cell and tablet packaging, food packaging applications, development the scaffolding material in tissue engineering [11,12] and have role in delivery system of drugs [13,14]. Microbial strains can be screened rapidly by stains for demonstrating intracellular PHB granules for cells or colonies. The Sudan black B stain can be used to staining the granules [15] but it has less selectivity to PHB granules. The colony staining method by Nile Blue can be used to detect the PHB granules [16] and the Nile Red stain considered as the most sensitive stain for PHB granules [17]. Many substrates used for PHB production and considered as the most important factor which effect on the quantity and quality of PHA biopolymer such as CO₂, H₂, O₂, sugar, vegetable oils...etc. [18, 19]. A wide range of gram positive and gram negative microorganisms have ability for PHA production [20]. Among gram positive bacteria is the genus *Rhodococcus* is aerobic bacteria, commonly found in the environment and has the important roles in the bioremediation of polluted environments and biotechnology applications due to its metabolic and degradation ability of many organic compounds and converted it to less hazardous substances [21] and have the ability for

the production and accumulation several compounds such as triacylglycerol (TGA) by *Rhodococcus opacus* [22], glycogen by *Rhodococcus ruber*, *Rhodococcus Alpacas* and *Rhodococcus equi* [23], another little reports indicated the ability of PHA production by some species of *Rhodococcus* such as *R. fascians*, *R. erythropolis*, and *R. opacus* can produce polyhydroxybutyrate (PHB), and *R. ruber* produced polyhydroxyalkanoates (PHA) consisting of 3-hydroxybutyrate (3HB) and 3-hydroxyvalerate (3HV) [24,25].

2. EXPERIMENTAL

Materials and Methods

Isolation of PHA producing bacteria:

The bacterial isolate of our study (*Rhodococcus* sp.) was isolated from soil sampled at Gunung Lang, Perak, Malaysia. The soil sample was diluted through serial dilution in saline (0.9% NaCl) on tryptone soy agar (TSA) and incubated at 30 °C for 72 hours. The pure bacterial isolate was purified and cultured on nutrient agar slants and culture is renewed at monthly intervals. For long preservation, the bacteria was kept in glycerol at -20 °C for further experiments. The isolate was qualitatively tested for PHB production by culturing the colonies on mineral medium (MM) plate supplemented with Nile red [26]. The MM preparation was based on Doi and his co-workers [27] whereas the trace element was as described by Kahar and his co-workers [28].

Growth curve measurements:

The growth curve was established by inoculation three loops full of the bacterial culture from the tryptone soy agar plate to 50ml flask of tryptone soy broth (TSB) and left in a shaker incubator at 30 °C, 200 rpm and approximately 1ml of bacterial broth was withdrawn aseptically each 3 hours of interval including 0 hour. Each time has triplicates and read absorbance at each time at 600 nm using a spectrophotometer.

Morphological and physiological characterization:

The isolate was grown on TSA at 30 °C for 3 days. Phase contrast light microscopy (Nikon Labophot-2 with the software ViS VER. 2.90) was used to study the morphology of bacterial cells and to ensure the purity of the cultures from contamination. The bacterial colonies were also captured by digital camera.

Biochemical tests:

The bacterial isolate was cultured on TSA. The standard techniques for microbial identification in Bergey's manual of systematic bacteriology were used to characterize the isolate of the current study with additional tests were used to characterize of *Rhodococcus* species [29, 30].

Api kit:

The strip of the commercial Api Coryne- kit (bio Merieux-vitek, Hazelwood, MO) was used for identification of isolate of this study. It consists of 20 tubes containing dehydrated substrates, which allow the conduction of 12 enzymatic and carbohydrate fermentation tests, this kit was used according to the instructions of the manufacturer. A positive test results show changes in the medium color. Reading of the kit resulted in seven digital numerical codes, which was compared with an analytical profile index. The results were recorded and analyzed according to standard method by referring to the apiweb™ stand alone V 3.0 software.

Biosynthesis and analysis of PHB in presence of CPKO:

The PHA biosynthesis by *Rhodococcus* was carried out in 250ml conical flasks by one stage cultivation used CPKO as carbon source with concentration 1%. Approximately 3% (v/v) of the bacterial broth grown for 24 hours at 30 °C was used to inoculum the flask contain 50ml MM medium and incubated for 48 hours at 30 °C in a shaker incubator at 200 rpm. The cultivated cells were harvested by centrifugation and washed with hexane to remove the residual oil, then wash with water to remove the remaining hexane before lyophilized the cells.

PHB analysis:

PHB content and composition was determined by GC-2010 (Shimadza, Japan). Approximately 15-25 mg of freeze dried cells were subjected to methanolysis in 2 ml solution consisting of 85% (v/v) methanol and 15% (v/v) concentrated sulfuric acid and 2 ml chloroform at 100 °C for 140 minutes with gentle shaking every 30 minutes. The reaction mixture allowed to cool down, then add 1 ml distilled water and vortex the mixture for 1 minutes to induce separation of layers. The lower chloroform layer was recovered into new tubes contain anhydrous sodium sulfate to remove any traces of water. 0.5 ml of chloroform layer was then mixed with 0.5 ml of caprylate methyl ester (CME) as an internal standard to the ratio of 1:1 and subjected to GC analysis [31, 32]. The injection volume of converted hydroxyacyl methyl ester samples solutions was 50 µL, with injector temperature of 270 °C.

Microscopic observation of bacteria morphology with PHB granules:

Phase contrast light microscope:

Routinely phase contrast light microscopy (Nikon Labophot-2 with the software ViS VER. 2.90) was used as a qualitative method to determine the presence of PHB granules, the purity of the culture morphology of bacterial cells. The isolate was grown in MM medium in the presence of best carbon source (CPKO) and check the formation of PHB granules.

Fluorescent microscope:

The bacterial cells that cultured in MM broth using CPKO as best substrate were smeared, heat fixed on a glass slide and flooded by the Nile blue A solution 1% and incubated at 55 °C for 10 minutes. Then wash slide with 8% of acetic acid

solution for 1 minute to remove unbound stain, then rinsed the slide with tap water and covered with a glass cover slip and observed under oil immersion using 100 x magnification fluorescent microscope (Olympus, Japan) fitted with cellSens® Version 1.4 Software.

Transmission electron microscope:

The bacterial cells were cultivated under favoring conditions for the accumulation of PHB. The cells were harvested by centrifugation at 1000 rpm, 4 °C for 10 minutes. Resuspended cells in McDowell-Trump fixative at 4 °C for 24 hrs [33]. The cell pellets then were postfixated with 1% osmium tetroxide (OsO₄) at room temperature. Cells were dehydrated in an increasing ethanol series (50, 75, 95, and 100%) and then transferred to 100% acetone. Cells were embedded at 60 °C for 24 to 48 h in Spurr's low-viscosity resin [34]. Ultrathin sections were prepared, mounted on copper grids, and stained with uranyl acetate and lead citrate for electron microscope examination at an acceleration voltage of 80 kV (Philip CM 12/STEM and JLM-2000FX11).

3. RESULTS & DISCUSSION

Primary screening of PHB production

The Nile Red staining of viable colonies was used as a direct measurement of accumulation of PHB by isolate of the present study. This method is a good tool for rapid detection of PHB accumulation inside bacteria [35] gives pink fluorescent under U.V. illumination as in Figure (1) that results from binding of stain with polymer granules [36].



Figure (1): Fluorescent Nile Red staining of bacterial cells accumulating PHB. Cells were grown in MM medium containing Nile Red stain with concentration 0.5 µg/ml for 3 days at 30 °C.

The growth curve study of PHB isolate:

The bacterial isolate of the current study was grown on TSB shaking flask at 30 °C for 48 hours. The optical density (O.D.) was checked each 3 hours at 600 nm. The growth curve was plotted by taking time on x-axis and O.D. on y-axis and gets the curve as in Figure (2).

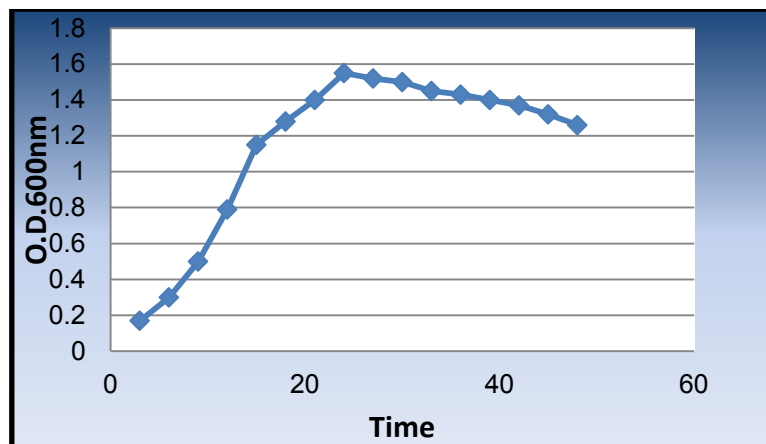


Figure (2): Growth curve of bacterial isolate produced PHB.

Identification of isolate:

The PHB isolate was cultured using TSA at 30 °C for 3 days and identified depending on morphological and physiological characters. The morphological characters of colonies were listed in Table (1) and Figure (3). The isolate was gram positive, non-motile, none spore forming, rod/coccus in shape, cells appear in single and in pair, 1.90-1.98µm in length, 1.72-2.66µm in width, and the optimum temperature for growth was 30 °C. The biochemical tests showed that the isolate was aerobic, positive results for catalase test, urease test, nitrate reductase test, acid fast stain, and fermentation of manitol and maltose

sugar (Table. 2). According to the morphological, physiological, biochemical tests, the isolate was identified as *Rhodococcus* sp. [30, 37] the results of API Coryne- kit were identified the isolate also as *Rhodococcus* sp. with accuracy 98%.

Table (1): Morphological characters of colonies

Cultural characteristics	Observations
Colony configuration	Circular
Colony margin	Smooth
Colony elevation	Raised
Diameter	1-3 μ m
Color	Beige

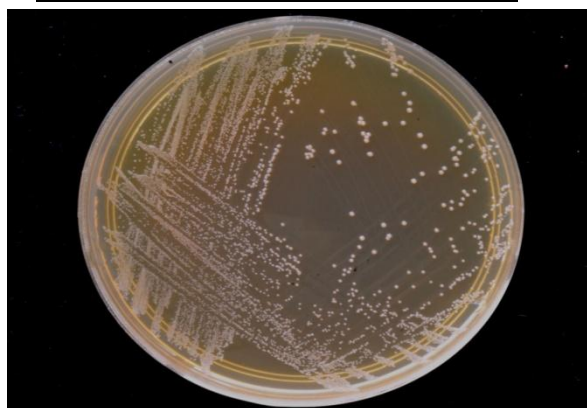


Figure (3): Bacterial colonies after growth on TSA at 30 °C for 3 days

Table (2): The morphological, physiological and biochemical characters of bacterial isolate.

(+): Positive. (-): Negative

Characters	Results
Rod-cocci	(+)
Cell in single	(+)
Cell in pairs	(+)
Cell motile	(-)
Cell length	1.90-1.98 μ m
Cell width	1.72-2.66 μ m
Spore formation	(+)
urease	(+)
Nitrate reductase	(+)
lipase	(+)
phosphatase	(+)
Gram stain	(+)
Acide fast stain	(+)
oxidase	(-)
Manitol	(+)
Maltose	(+)
Growth at 4 °C	(-)
Growth at 30 °C	(+)
Growth at 37 °C	(-)
Growth at 55 °C	(-)
Oxygen requirement for growth	(+)

Biosynthesis of PHB by *Rhodococcus* sp. using CPKO substrate:

The composition and the content of biopolymer were quantified by GC machine. In the present study, CPKO (1%) which it is considered the potential carbon feedstock for high cell density PHA production that contain the unsaturated

fatty acids [38], *Rhodococcus* isolate was yield 1.43 (g/l) as dry biomass with PHB accumulation up to 38% which was in close to result for *Rhodococcus ruber* used fructose as carbon source (39)

Microscopic observation of *Rhodococcus* with PHB granules:

The bacterial isolate was cultured in MM broth flasks with shaking at 30 °C for different times using CPKO as the carbon source, the PHB granules aggregated and have a bright appearance at 48 hours under phase contrast light microscope as shown in Figure (4).

By fluorescent microscope using Nile Blue A staining of bacterial cells with 1% CPKO, the cells illustrated with bright orange fluorescent that indicate the PHB accumulation inside cells as in Figure (5), the TEM micrograph confirmed the PHB accumulation. Most of PHB granules are spherical, ovoid and elongated shape and the number and size of granules in the cells depend on the bacterial species, growth and environmental conditions [40]. In Figure (6) of TEM shown the cells have white granules with different size ranged from small to large and different number of granules about (3-11) granules for each cell that can affected by the concentration of synthase caused the formation of several small granules which lead to the formation of shorter P(3HB) [41].

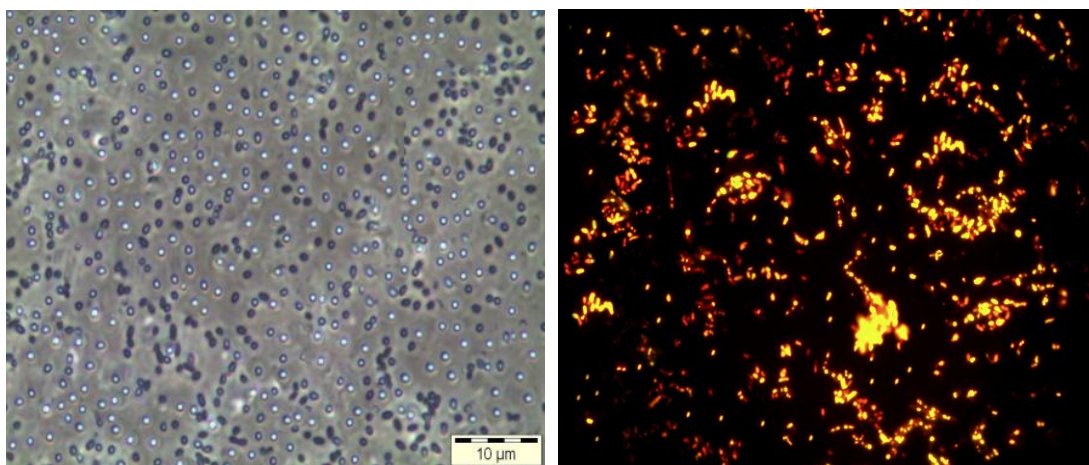


Figure (5): Observation of *Rhodococcus* after growth in MM medium fed with CPKO 1% under a fluorescent microscope using Nile blue A stain at 1000x magnification during production of PHB at 48 hrs.

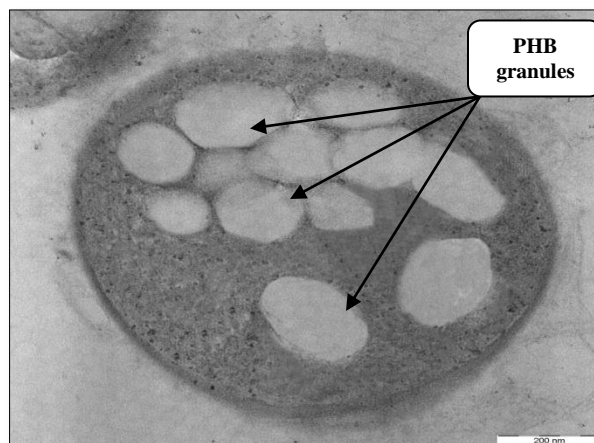


Figure (6): Observation of PHB granules of *Rhodococcus* under TEM after Cultivation in MM medium using CPKO as carbon source for production.

4. CONCLUSION

The present study successfully revealed the ability of *Rhodococcus* sp. for the production of PHB which have increased applications in the life especially after the pollution problems resulted from petroleum plastic materials. The highest production of PHB and CDW have been obtained by CPKO as the carbon source depending on one stage cultivation method and confirmed these results by microscopic observations of bacterial cells that have biopolymer granules. Moreover, the PHA produced from gram positive bacteria like *Rhodococcus* is accepted in the medical application more than gram negative because the gram positive lack lipopolysaccharides (LPS) and gram negative have LPS that can Co purity with the PHAs caused an intense immunogenic reaction therefore PHAs from gram negative is undesirable for medical applications.

5. ACKNOWLEDGEMENT

The authors gratefully acknowledge the Biotechnology Department, Science college, Al-Nahrain University, Iraq and the Ecobiomaterial lab, Biological School, University Science Malaysia for supporting.

6. REFERENCES

- [1] Zinn M., Witholt B., Egli T., Occurrence, synthesis and medical application of bacterial Polyhydroxyalkanoates. *Adv Drug Deliv Rev.* 53(2001) 5–21.
- [2] Khanna S., Srivastava A. K., Recent advances in microbial polyhydroxyalkanoates. *Process Biochem.* 40(2005) 607–619.
- [3] Lu J., Tappel R.C., Nomura C. T., Mini-review: Biosynthesis of poly(hydroxyalkanoates). *Polym. Rev.* 49(2009) 226–248.
- [4] Lee K. M., Gilmore D. F., Formulation and process modeling of biopolymer (polyhydroxyalkanoates: PHAs) production from industrial wastes by novel crossed experimental design. *Process Biochemistry.* 40 (2005) 226-249.
- [5] Escapa I. F., Morales V., Martino V. P., Pollet E., Avérous L., García J. L., Prieto M. A., Disruption of β -oxidation pathway in *Pseudomonas putida* KT2442 to produce new functionalized PHAs with thioester groups. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 89(2011) 1583–1598.
- [6] Wei Y. H., Chen W. C., Huang C. K., Wu H. S., Sun Y. M., Lo C. W., Janarthanan O. M., Screening and evaluation of polyhydroxybutyrate-producing strains from indigenous isolate *Cupriavidus taiwanensis* strains. *International J. Molecular Sciences.* 12(1)(2011) 252-265.
- [7] Lee S. L., Review on bacterial polyhydroxyalkanoates, *Biotechnol. Bioeng.* 49 (1994) 1-4.
- [8] Cao Y., Zhang X., Production of long-chain hydroxyl fatty acids by microbial conversion. *Appl Microbiol Biotechnol.* 97 (8)(2013) 3323-3331.
- [9] Ueda S., Yabutani T., Maehara A., Yamane S., Molecular analysis of the poly(3-hydroxyalkanoate) synthase gene from a methylotrophic bacterium, *Paracoccus denitrificans*. *J. Bacteriol.* 178(1996) 774–779.
- [10] Chen G, Wu Q., Review: The application of polyhydroxyalkanoates as tissue engineering materials. *Biomaterials.* 26(2005) 6565–6578.
- [11] Bugnicour E., Cinelli P., Lazzeri A., Alvarez V., Polyhydroxyalkanoate (PHA): Review of synthesis, characteristics, processing and potential applications in packaging. *Express Polymer Letters.* 8(11)(2014) 791–808
- [12] Güven E. Ö, Demirbilek M., Saglam N., Karahaliloglu Z., Erdal E., Bayram C., Denkbaz E. B., Preparation and Characterization of Polyhydroxybutyrate Scaffolds to be Used in Tissue Engineering Applications. *Hacettepe J. Biol. & Chem.* 36 (4)(2008) 305-311.
- [13] Wang Z. H., Wu H. N., Chen J., Zhang J., Chen G. Q., A novel self-cleaving phasin tag for purification of recombinant proteins Based on hydrophobic nanoparticles. *Lab Chip.* 8 (2008) 1957–1962
- [14] Brigham C. J., Sinskey A. J., Applications of Polyhydroxyalkanoates in the Medical Industry. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries.* 1(2012) 53-60.
- [15] Singh R., Isolation and characterization of efficient poly- β -hydroxybutyrate (PHB) synthesizing bacteria from agricultural and industrial land. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* 3(6)(2014) 304-308 .
- [16] Ostle G., Holt J. G., Nile Blue A as a fluorescent stain for poly- β -hydroxybutyrate. *Appl. Environ. Microbiol.* 44(1982) 238-241.
- [17] Spiekermann P., Rehm B. H., Kalscheuer R., Baumeister D., Steinbuchel A., sensitive, viable-colony staining method using Nile red for direct screening of bacteria that accumulate polyhydroxyalkanoic acids and other lipid storage compounds. *Arch. Microbiol.* 171(2)(1999) 73-80.
- [18] Mozumder S. I., Garcia-Gonzalez L., De Wever H., Volcke E. I. P., Poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) production from CO₂: Model development and process optimization. *Biochemical Engineering Journal.* 98(2015) 107-116.
- [19] Loo C. Y., Sudesh K., Polyhydroxyalkanoates: Bio-based microbial plastics and their properties, *Malaysian Polymer Journal (MPJ).* 2(2)(2007) 31-57.
- [20] Chaitanya K., Mahmood S. K. , Kausar R., Sunilkumar N., Biotechnological Production of Polyhydroxyalkonates by Various Isolates: A Review. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention,* 3(9) (2014) 1-11.
- [21] Alvarez H., *Biology of Rhodococcus*, Springer, Germany (2010).
- [22] Kurosawa K., Radek A., Plassmeier J. K., Sinskey A. J., Improved glycerol utilization by a triacylglycerol producing *Rhodococcus opacus* strain for renewable fuels, *Biotechnology for Biofuels.* 8(31)(2015) 1-11.
- [23] Hernandez M. A., Alvarez H. M., Glycogen formation by *Rhodococcus* species and the effect of inhibition of lipid biosynthesis on glycogen accumulation in *Rhodococcus opacus* PD630. *FEMS Microbiol Lett.* 312 (2010) 93–99.
- [24] Alvarez H. M., Kalscheuer R., Steinbuchel A., Accumulation of storage lipids in species of *Rhodococcus* and *Nocardia* and effect of inhibitors and polyethylene glycol. *Fett/lipid.* 99(7)(1997) 239-246.
- [25] Fuchtenbusch B., Steinbuchel A., Biosynthesis of polyhydroxyalkanoates from low-rank coal liquefaction products by *Pseudomonas oleovorans* and *Rhodococcus ruber*. *Appl Microbiol Biotechnol.* 52 (1999) 91-95.

- [26] Spiekermann P., Rehm B. H., Kalscheuer R., Baumeister D., Steinbuchel A., A sensitive, viable-colony staining method using Nile red for direct screening of bacteria that accumulate polyhydroxyalkanoic acids and other lipid storage compounds. *Arch Microbiol.*, 171(2)(1999) 73-80.
- [27] Doi Y., Kitamura S., Abe H., Microbial synthesis and characterization of poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyhexanoate). *Macromolecules*, 28(14)(1995) 4822-4828.
- [28] Kahar P., Tsuge T., Taguchi K., Doi Y., High yield production of polyhydroxyalkanoates from soybean oil by *Ralstonia eutropha* and its recombinant strain. *Polymer degradation and stability*, 83(1)(2004) 79-86.
- [29] Holt J. G., Sneath P. H. A., Mair N. S., Sharpe M. E., 1986, *Bergey's manual of systematic bacteriology*. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins., 2(1986) 1104–39.
- [30] Silva P., Miyata M., Sato D. N., Santos A. C., Mendes N. H., Leite C. Q., *Rhodococcus equi* isolation from sputum of patients with suspected tuberculosis. *Mem Inst Oswaldo Cruz.*, 105(2010) 199–202.
- [31] Kato M., Bao H. J., Kang C. K., Fukui T., Doi Y., Production of a novel copolyester of 3-hydroxybutyric acid and medium-chain-length 3-hydroxyalkanoic acids by *Pseudomonas* sp. 61-3 from sugars. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 45(1996) 363–370.
- [32] Braunegg G., Sonnleitner B., Lafferty R. M., A Rapid Gas Chromatographic Method for the Determination of Poly-β-hydroxybutyric Acid in Microbial Biomass. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*. 6(1978) 29- 37.
- [33] McDowell E. M., B. F. Trump B. F., Histologic fixatives suitable for diagnostic light and electron-microscopy. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 100(1976) 405–414.
- [34] Spurr, A. R., A low-viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.* 26(1969) 31-43.
- [35] Amirul A. A., Yahya A. R. M., Sudesh K., Azizan M. N. M., Majid M. I. A., Isolation of poly(3 hydroxybutyrate-co-4-hydroxybutyrate) producer from Malaysian environment using c-butyrolactone as carbon source. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25(2009) 1199–1206.
- [36] Berlanga M., Montero M. T., Borrell J. H., Guerrero R., Rapid spectrofluorometric screening of polyhydroxyalkanoate-producing bacteria from microbial mats. *International microbiology*, 9(2006) 95-102.
- [37] A. Balows , Jr. WJ Hausler. , KL. Herrmann, HD. Isenberg, HJ. Shadomy, *Manual of clinical microbiology*. 5th ed Washington DC: ASM Press; (1991).
- [38] Sudesh, K., *Polyhydroxyalkanoates from palm oils: Biodegradable plastics*, Springer, Germany (2013).
- [39] Pieper U., Steinbüchel A., Identification, cloning and sequence analysis of the poly(3-hydroxyalkanoic acid) synthase gene of Gram-positive bacterium *Rhodococcus ruber*. *FEMS Microbiology Letters*, 96(1992) 73-80.
- [40] Uillaguamán J., Delgado O., Mattiasson B., Kaul H. R., Poly(hydroxybutyrate) production by a moderate halophile, *Halomonas boliviensis* LC1. *Enzyme Microb. Tech.*, 38(2006) 148–154.
- [41] Bhubalan K., Chuah J., Sinskey A. J., Shozui F., Rha C., Brigham C. J., Taguchi S., Sudesh K., Characterization of the Highly Active Polyhydroxyalkanoate Synthase of *Chromobacterium* sp. Strain USM2. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(9)(2011) 2926–2933.

دراسة انتاج بوليهايديروكسيبيوتيريت بواسطة جنس الرودوكوكاس باستخدام زيت لب النخيل الخام كمصدر كاربوني

نادية الطائي^{1,2}، اياد فاضل¹، كومار سودش³، عماد يوسف⁴

¹ قسم التقنية الاحيائية، كلية العلوم، جامعة النهرين، بغداد، العراق

² قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة القاسم الخضراء، بابل، العراق

³ مدرسة العلوم البيولوجية، جامعة العلوم الماليزية، بينانغ، ماليزيا

⁴ قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة النهرين، بغداد، العراق

المخلص:

قد لوحظ في الدراسة الحالية قدرة بكتريا الرودوكوكاس لانتاج البوليمر الحيوي بولي هايديروكسيالكونيت بوجود زيت لب النخيل الخام كمصدر كاربوني. عزلت البكتريا من التربة وتم التأكد من انتاجها البوليمر الحيوي بشكل اولي باستخدام صيغة النيل الحمراء. وقد اثبتت الكروماتوغرافيا الغازية تركيب البوليمر الحيوي الذي كان من نوع البوليمر المتجانس بولي هايديروكسيبيوتيريت، ومحتوي البوليمر الحيوي المنتج الذي وصل الى 38% مع وزن جاف الخلايا الجاف الذي يصل الى 1.43%. تم دراسة مظهر البكتريا الحاوي على حبيبات البوليمر باستخدام المجاهر. حيث تظهر هذه الحبيبات بمظهر متألق مشرق باستخدام المجهر الضوئي المتألق المتباين الاطوار بينما تظهر بلون برتقالي متألق باستخدام المجهر المتألق، باستخدام المجهر الالكتروني النافذ تظهر حبيبات البوليمر داخل البكتريا بيضاء بيضوية بأعداد وحجوم مختلفة.

الكلمات المفتاحية: | بولي هايديروكسيالكونيت | الرودوكوكاس | بولي هايديروكسيبيوتيريت | زيت لب النخيل الخام |



ISSN 2226-0722

Journal of Iraqi Industrial Research



Synthesis, Characterization and Photochemical Study of PVC Films Doped by 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide Complexes.

Noora Ameen¹, Saleh Ahmed¹, Ahmed Ahmed², Ali Hasan³, Emad Yousif³

¹Department of Chemistry, College of Education, Tikrit University, Tikrit, Iraq

²Polymer Research unit, College of Science, Al-Mustansiriyah University.

³Department of Chemistry, College of Science, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq

ABSTRACT

Some metal complexes of the ligand 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide with the metal ions Sn(II), Ni(II), Zn(II), Cd(II) and Cu(II) are described. The synthesized complexes have been characterized in solid state by using ¹H-NMR, FTIR, UV-visible spectrophotometry, melting point, conductivity and magnetic susceptibility measurements. The ligand acted as bidentate and coordinated to the metal atoms via the deprotonated hydroxyl group and nitrogen of Azomethine group. From the spectral studies, octahedral geometry was suggested for these complexes. The photostabilization of poly(vinyl chloride) films by prepared complexes was investigated. The PVC films containing concentration of complexes 0.5% by weight were produced by the casting method from tetrahydrofuran (THF) solvent. The photodegradation of the obtained films was investigated using UV-vis. spectra. The photostabilization activity of these compounds was determined by calculating the photodecomposition rate constant (kd) for the modified PVC.

KEYWORDS: | photochemistry| poly(vinyl chloride)| photostabilizer| photodegradation | Complexes|

© 2015 Corporation of Research and Industrial Development. All rights reserved.

1. INTRODUCTION

Poly(vinyl chloride), otherwise known as PVC is a thermoplastic and the third largest production polymer in the world [1]. It has been one of the most important technical polymers that have wide applicability [2,3]. A wide variety of synthetic and naturally polymers absorb solar ultraviolet radiation and undergo photolytic, photo-oxidative, and thermos-oxidative reactions that result in the degradation of the material [4]. Photo-oxidation of organic materials is a major cause of irreversible deterioration for a large number of substances. It is responsible for the loss of physical properties of plastics. yellowing, loss of gloss and mechanical properties (cracking), of polymers and other problems associated with UV light [5]. The poor light stability of PVC must be caused by structural abnormalities that are present to vary the extents in different types of commercially available polymer samples, such as unsaturated end groups, and oxidized structures such as hydroperoxide groups and carbonyl groups [6]. The PVC contains only C-C, C-H and C-Cl bonds, is not expected to absorb light of wavelength longer than (190-220 nm). The fact that free radicals are formed after irradiation at longer wavelengths (220-370 nm) indicates that some kinds of chromophores must be present in a polymer [7]. The photodegradation and thermal degradation occur with coloration of the polymer due to the polyene formation [8]. It is generally accepted that carbonyl and polyene groups formed during UV irradiation of PVC are most probably responsible for the yellow color of the PVC. The physical properties of additives and polymers play a very important role in determining the additives efficiency in photostabilization or photodegradation of polymers. In the present study, we report k_d values to investigate the activity of the prepared complexes as photostabilizers against UV light in the PVC polymer films.

2. EXPERIMENTAL

Materials and methods

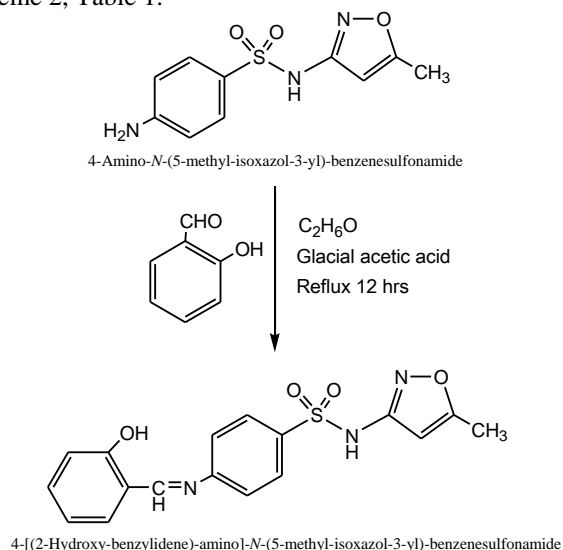
All the reagents, starting materials as well as solvents were purchased commercially and used without any further purification. Ethanol (99%) was obtained from Scharlau company. Tetrahydrofurane (98%) were obtained from LABSCAN Company. Nickel (II) acetate tetrahydrate, Tin (II) chloride, Copper (II) acetate, Cadmium (II) acetate dihydrate and Zinc (II) acetate dihydrate obtained from B.D.H company with high purity. The melting points were recorded in Coslab melting point apparatus. The FTIR spectra were recorded by using FTIR.8300 Shimadzu spectrophotometer by using CsI disc in the frequency range of 4000-200 cm^{-1} . UV-vs. spectra were recorded by using Shimadzu UV-VIS. 160 A-Ultra- violet spectrophotometer in the range of 200-800 nm. The magnetic susceptibility values were obtained at room temperature using Magnetic Susceptibility Balance Johnson Matthey. Conductivity measurements were carried out by using WTW conductivity meter.

Synthesis of 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide (ligand)

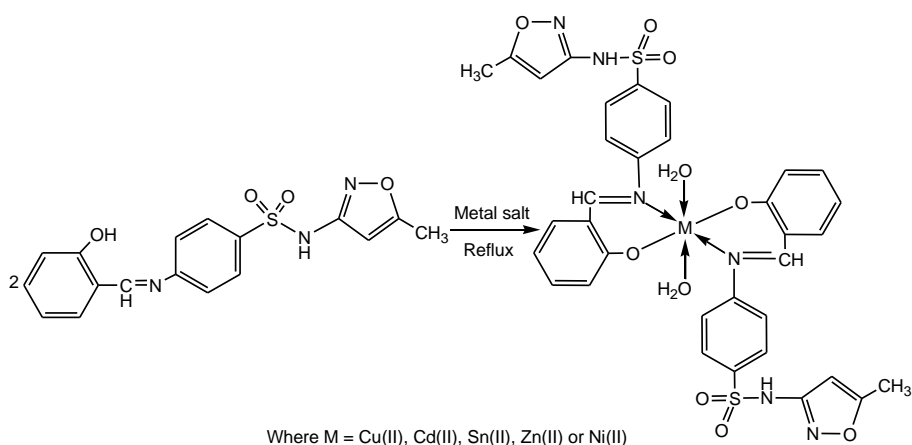
Schiff base ligand was prepared by the condensation of the respective aldehyde and amino compound [9]. A solution of 4-amino-N-(5-methyl-isoxazole-3-yl)-benzenesulfonamide (sulphamethoxazole) (0.001mol) in absolute ethanol (30ml) was slowly added to a solution of an equivalent amount of 2-hydroxybenzaldehyde (salicylaldehyde) in absolute ethanol (20ml), then added two drops of glacial acetic acid to the mixture. The stirred reaction mixture was refluxed for 12 hrs (the refluxation in the water bath), after cooling, a precipitate was formed which was collected by filtration then washed with cold ethanol and recrystallized from ethanol and then characterized. Yield (84 %), m.p. (190-192). See Scheme 1.

Synthesis of metal complexes

The metal complexes of the Schiff base were prepared by the addition of a hot ethanolic solution of the suitable metal salt [Copper (II) acetate, Cadmium (II) acetate dihydrate, Tin (II) chloride, Zinc (II) acetate dihydrate or Nickel (II) nitrate hexahydrate] to a hot ethanolic solution of the ligand in 2:1 (ligand : metal) molar ratios. The resulting mixtures were stirred under reflux for 1hr whereupon the crystalline, colored complexes were precipitated. The resulted complexes were collected by filtration and dried at room temperature [10]. Then the precipitate of each complex was washed by a hot methanol to yield a purified precipitate, see Scheme 2, Table 1.



Scheme 1. The chemical step for synthesis of ligand



Scheme 2. The chemical steps for synthesis of Complexes

Films preparation [11]

The best solvent for PVC is tetrahydrofuran (THF). The films were prepared by evaporation technique at room temperature for 24 hrs. Fixed concentrations of PVC solution (5%) in THF were used to prepare polymer films with 40 μm thickness. The prepared complexes (0.5% concentrations by weight) were added to the films starting at 0 concentrations (blank). It was necessary to control the hygrometry and the rate of evaporation of solvent during casting to maintain good optical quality and very limited turbidity. After complete dissolution, The resulting solution was spread on glass frame and left overnight. The films that formed upon complete evaporation of the solvent at room temperature, these films were paste onto cartoon papers, these papers contain hole in dimension (2x2) cm.

Accelerated testing technique

UV lamp giving spectrum range between 290-360 nm with a maximum wavelength 313 nm was used for irradiation of polymers films. The polymer film samples were vertically fixed parallel to the lamps to make sure that the UV incident radiation is perpendicular on the samples. Each sample was held at a constant distance of 10 cm. The irradiated samples were rotated from time to time to ensure that the intensity of light incident on all samples is the same.

Measuring the Photodegradation Rate of Polymer Films Using Ultraviolet-Visible Spectrophotometer [12]

The UV Visible spectrophotometry technique was used to measure the changes in the UV-Visible spectrum during different irradiation times for each polymer films at maximum absorption band ($\lambda_{\text{max}} = 200\text{-}400$ nm). The photodegradation rate constant for the Photostabilizer (k_d) was calculated using the first order kinetic equation,

$$\ln(a-x) = \ln a - k_d t \quad (1)$$

Where "a" represents the stabilizer concentration before irradiation and "x" represents the change in stabilizer concentration after irradiation time (t). If A_0 represents the absorption intensity of the polymer film containing stabilizer before irradiation, A_∞ represents the absorption intensity at infinite irradiation time and A_t represents the absorption intensity after t time of irradiation, then:

$$a = A_0 - A_\infty \quad (2)$$

$$x = A_0 - A_t \quad (3)$$

$$a-x = A_0 - A_\infty - (A_0 - A_t) = A_t - A_\infty \quad (4)$$

of a and (a - x) in equation (1) to give:

$$\ln(A_t - A_\infty) = \ln(A_0 - A_\infty) - k_d t \quad (5)$$

Thus the plot of $\ln(A_t - A_\infty)$ versus irradiation time (t) gives straight line with a slope equal to (k_d). This indicates that photodecomposition of the additive in first order.

3. RESULTS & DISCUSSION

FTIR spectra

The disappearance of original bands at 3298 and 3379 cm^{-1} due to amino (NH_2) group and, in turn, the appearance of a new band at 1650 cm^{-1} assigned to the azomethine ($-\text{C}=\text{N}$) linkage[13] provided a clue to the condensation of amine with aldehyde resulting in the formation of the desired Schiff base. IR spectrum of the Schiff base ligand exhibited bands at 3430, 1616, 1650, 3250 and 1282 cm^{-1} respectively assigned to the vibrations (O-H), (C=N) isoxazole ring, (C=N) azomethine, (N-H) and the last one is for (C-O) bond.

The IR spectra [14] of the complexes indicate that the ligand behaves as bidentate and the metal coordinates via azomethine nitrogen and deprotonated phenolic groups. The shift of $\nu(\text{C}=\text{N})$ to lower wave number by 30-40 cm^{-1} in the complexes indicates that these groups are involved in complexation [15]. The presence of sharp band in the region 514-521 cm^{-1} in the spectra of the complexes assigned to $\nu(\text{M}-\text{N})$ mode [16], further support the involvement of nitrogen atom in coordination. The ligand shows strong band at 3430 cm^{-1} due to phenolic (OH) group [17]. This band is absent in all the metal complexes indicating the involvement of this group in complex formation [18]. Moreover, the shift of the $\nu(\text{C}-\text{O})$ phenolic bands from 1282 cm^{-1} in ligand to 1292-1327 cm^{-1} in the spectra of metal complexes supports the coordination of the phenolic oxygen atom to the metal ion [19]. The complexes show a broad band in the region 3520 cm^{-1} suggesting the presence of coordinated water [20]. The bands for $\nu(\text{M}-\text{O})$ mode [21] appeared in the range of 570-580 cm^{-1} in all prepared complexes. Selected vibrational bands of the ligand and its metal complexes as well as their assignments are listed in Table 2.

Electronic spectra

The ultraviolet visible electronic spectra of the ligand (L) and the complexes are given in Table 3. They were recorded in DMSO at the range 200-1100 nm. Electronic spectrum of the ligand shows two high intensity band at 276 and 345 nm indicate $\pi-\pi^*$ and $n-\pi^*$ transitions respectively of the ligand moiety [22]. Ni(II) complex shows absorption bands at 274, 345, 571 nm. The high intensity bands at 274 and 345 nm is relatively attributed to intra ligand transitions whereas the band at 571 nm may be due to ${}^3\text{A}_{2g} \rightarrow {}^3\text{T}_{2g}$. Zn(II) complex displays high intensity band at 343, 276 nm, also Cd(II) at 346, 273 nm and Sn(II) complexes at 327, 273 nm, due to intra ligand [23]. The Cu(II) complex displays a band at 294, 302, 401 nm. The first two bands are attributed to intra ligand transition and the third band at 401 nm corresponds to ${}^2\text{E}_g \rightarrow {}^2\text{T}_{2g}$ [24].

Nuclear Magnetic Resonance

The ${}^1\text{H}$ -NMR spectrum of free ligand was recorded in DMSO- d_6 . The formation of imine group is established by the loss of signal due to the aldehyde group of benzaldehyde at 9.7 in the ${}^1\text{H}$ NMR spectrum [25]. ${}^1\text{H}$ NMR spectrum of ligand shows the signals (ppm) at 2.212 (s, 3H, CH_3), 6.029 (s, 1H, CH "isoxazole"), 6.743-7.768 (m, 8H, Ar-H), 8.764 (s, 1H, N=CH), 9.352 (s, 1H, NH), 10.525 (s, 1H, OH) [26, 27].

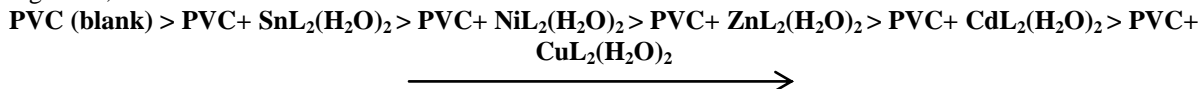
Magnetic susceptibility and conductivity measurements

magnetic moment measurements of compounds were carried out at 25 °C. Magnetic susceptibility measurements provide sufficient data to characterize the structure of the complexes. The magnetic moment for Ni(II) complexes is consistent with octahedral geometry around the metal ion. The magnetic moment value 1.95 B.M. for Cu(II) complex lies in the range expected for d^9 system which contains one unpaired electron with octahedral geometry [28]. Cd(II), Sn(II) and Zn(II) complexes are diamagnetic and there was no magnetic moment recorded in this study [29]. Conductivity measurement of these complexes was measured in ethanol as a solvent at concentration of 10⁻³ M at room temperature. This measurement gives an idea if a solution is electrolyte or not. Table 4, shows the molar conductivity measurements of complexes, it was shown that all prepared complexes were found to be non-electrolyte [30].

Photostabilization activity measurement

The irradiation of PVC films with UV light of wavelength, $\lambda = 313$ nm led to a clear change in the UV-vis. Spectrum. The complexes of the ligand 4-[(2-Hydroxy-benzylidene-amino)-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide with the metal ions Sn(II), Ni(II), Zn(II), Cd(II) and Cu(II) were used as additives for the photostabilization of PVC films. It has been noticed that these additives used in the present work are photodecomposed during the photolysis. Thus the photodecomposition rate constant (k_d) was calculated. The (k_d) values were computed using the UV spectra changes of PVC films thickness (40 μm) containing 0.5 % of additives. The plot of irradiation time versus $\ln(A_t - A_\infty)$ gives straight line which indicate primarily the first order reaction [31]. The slope equal to the decomposition rate constant (k_d). Figures 1 to 6 show the variation of $\ln(A_t - A_\infty)$ with irradiation time for all additives in Poly(vinyl chloride) films at the wavelength 313 nm. The values of the first order rate constant of all the modified polymers films (k_d) calculated by the same way and shown in Table 5.

The photostabilizers always possess low (k_d) values, which mean that these modified polymers are stable towards UV light. One could notice that (k_d) values are sensitive to the type of additives in Poly(vinyl chloride) films, which decrease in the following order,



And this might point out to increase the photo-stability of the additives in this term.

Table 1. Physical data of new ligand (L) and its metal complexes

Compound	Colour	M.P.(°C)	Yield (%)	M. Wt.	Elemental analysis theoretical (Experimental) %					Metal percentage Calc. (Found) %
					C	H	N	S	O	
L	Yellow	190-192	84	357.38	57.13 (57.23)	4.23 (4.88)	11.76 (10.39)	8.97 (9.11)	17.91 (16.88)	-----
SnL ₂ (H ₂ O) ₂	Yellow	226-228	76	867.49	47.07 (46.97)	3.72 (3.60)	9.69 (9.71)	7.39 (7.43)	18.44 (18.50)	13.68 (13.78)
NiL ₂ (H ₂ O) ₂	Yellow	237-239	68	807.48	50.57 (50.51)	3.99 (4.02)	10.41 (10.11)	7.94 (7.35)	19.81 (19.80)	7.27 (7.79)
ZnL ₂ (H ₂ O) ₂	Pale yellow	192-194	82	814.17	50.16 (50.34)	3.96 (3.90)	10.32 (10.12)	7.88 (7.67)	19.65 (19.38)	8.03 (8.52)
CdL ₂ (H ₂ O) ₂	yellow	252-254	73	861.19	47.42 (47.11)	3.75 (3.70)	9.76 (9.80)	7.40 (7.15)	18.58 (18.30)	13.05 (13.55)
CuL ₂ (H ₂ O) ₂	Green	241-243	67	812.33	50.27 (50.25)	3.97 (3.96)	10.35 (10.30)	7.89 (7.90)	19.70 (19.68)	7.82 (7.85)

Table 2. Diagnostic FTIR bands of the ligand and the complexes (cm⁻¹).

Comp.	Azomethine ν C=N	ν C-O	ν M-N	ν M-O	ν M-OH ₂
L	1650	1282	-	-	-
SnL ₂ (H ₂ O) ₂	1646	1292	521	575	3521
NiL ₂ (H ₂ O) ₂	1610	1312	517	573	3519
ZnL ₂ (H ₂ O) ₂	1633	1327	519	580	3522
CdL ₂ (H ₂ O) ₂	1628	1319	514	578	3520
CuL ₂ (H ₂ O) ₂	1640	1321	520	570	3518

Table 3. Electronic spectra in DMSO solvent for the prepared ligand and its Metal Complexes.

Comp.	Absorption	
	Bands(nm)	Assignment
L	276, 345	π - π^* , n- π^* π - π^* , n- π^* , ${}^2E_{(g)} \rightarrow$
CuL ₂ (H ₂ O) ₂	294, 302, 401	${}^2T_{2g}$
CdL ₂ (H ₂ O) ₂	273, 346	π - π^* , n- π^*
SnL ₂ (H ₂ O) ₂	273, 327	π - π^* , n- π^*
ZnL ₂ (H ₂ O) ₂	276, 343	π - π^* , n- π^*
NiL ₂ (H ₂ O) ₂	274, 345, 571	π - π^* , n- π^* , ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_{2g}$

Table 4. Conductivity measurements and magnetic moment of Ligand (L) and its complexes

Comp.	Conductivity (μ S/cm)	Magnetic moment (BM)
L	---	---
SnL ₂ (H ₂ O) ₂	5	Diamagnetic
NiL ₂ (H ₂ O) ₂	6	2.94
ZnL ₂ (H ₂ O) ₂	11	Diamagnetic
CdL ₂ (H ₂ O) ₂	7	Diamagnetic
CuL ₂ (H ₂ O) ₂	3	1.95

Table 5. Photodecomposition rate constants (k_d) of PVC films thickness (40 μ m) containing 0.5 % of additives

compounds	$k_d(S^{-1})$
PVC (control)	3.56×10^{-3}
PVC + SnL ₂ (H ₂ O) ₂	3.15×10^{-3}
PVC + NiL ₂ (H ₂ O) ₂	2.90×10^{-3}
PVC + ZnL ₂ (H ₂ O) ₂	1.35×10^{-3}
PVC + CdL ₂ (H ₂ O) ₂	1.09×10^{-3}
PVC + CuL ₂ (H ₂ O) ₂	7.29×10^{-4}

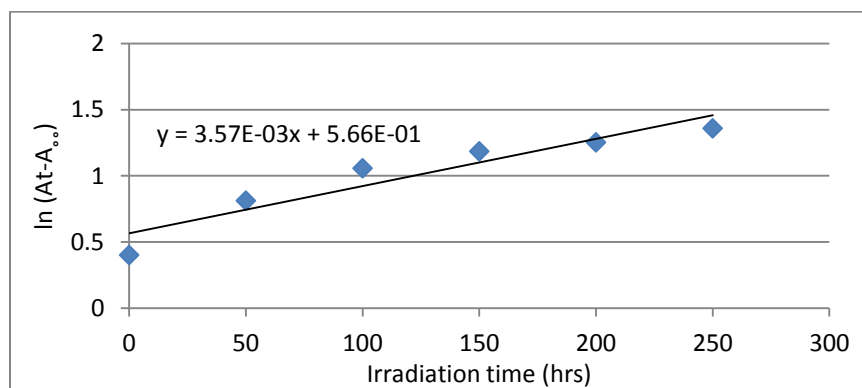


Figure 1. Variation of natural logarithm of ($A_t - A_\infty$) with irradiation time of PVC (control) film (40 μ m)

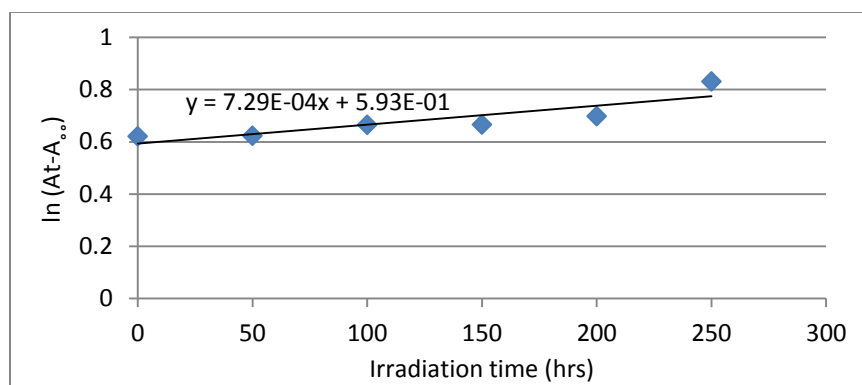


Figure 2. Variation of natural logarithm of ($A_t - A_\infty$) with irradiation time of CuL₂(H₂O)₂ in PVC film (40 μ m)

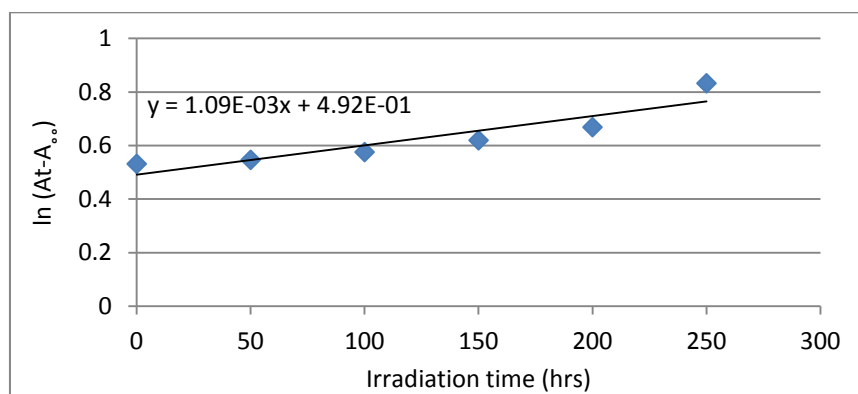
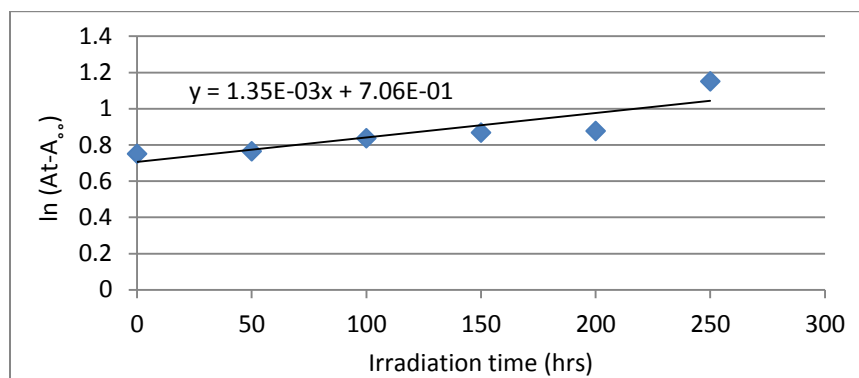
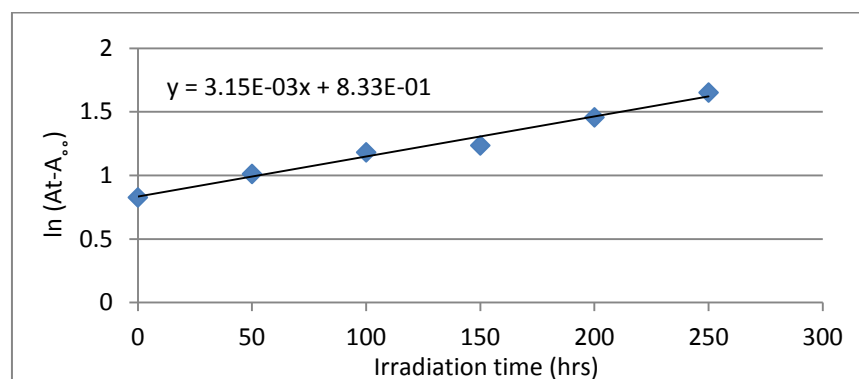
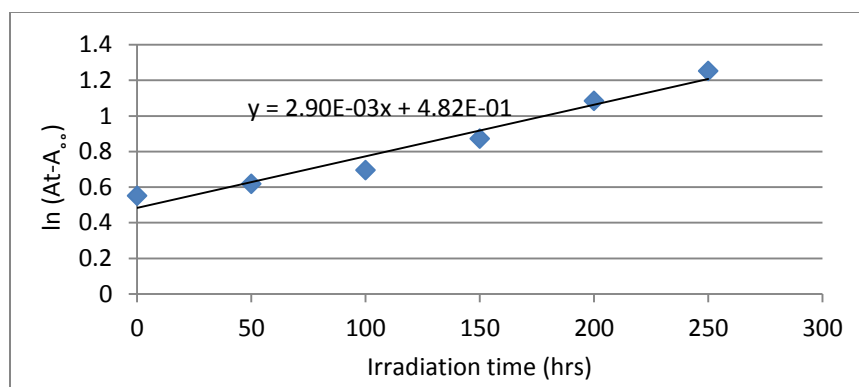
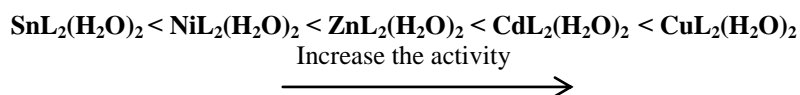


Figure 3. Variation of natural logarithm of $(A_t - A_\infty)$ with irradiation time of $\text{CdL}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ in PVC film ($40\mu\text{m}$)Figure 4. Variation of natural logarithm of $(A_t - A_\infty)$ with irradiation time of $\text{ZnL}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ in PVC film ($40\mu\text{m}$)Figure 5. Variation of natural logarithm of $(A_t - A_\infty)$ with irradiation time of $\text{SnL}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ in PVC film ($40\mu\text{m}$)Figure 6. Variation of natural logarithm of $(A_t - A_\infty)$ with irradiation time of $\text{NiL}_2(\text{H}_2\text{O})_2$ in PVC film ($40\mu\text{m}$)

4. CONCLUSION

This paper describes the synthesis and characterization of 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide and its five metal complexes. The ligand acted as bidentate and coordinated to the metal atoms via the deprotonated hydroxyl group and nitrogen of Azomethine group. General structures of the complexes are shown in Scheme 2. All complexes show octahedral geometry. The photostabilization of poly(vinyl chloride) films were investigated. The additives take the following order in photostabilization activity according to their decrease in rate constant.



5. ACKNOWLEDGEMENT

We gratefully acknowledged the funding from the Chemistry Department in Al-Nahrain University Tikrit University .

6. REFERENCES

- [1] Kutz M., Applied Plastic Engineering Handbook, Elsevier, (2011).
- [2] Yousif E., Salimon J., and Salih N., New Photostabilizers for PVC Based on Some Diorganic (IV) Complexes, J. Saudi Chemical Society. in press, (2012).
- [3] Sabaa W., Rabie S. and Mohammed R., Novel Antimicrobial and Antitumor Organic Thermal Stabilizers for Rigid Poly(vinyl chloride), J. Ther anacalorim., 109 (2012) 1503-1513.
- [4] Valkoa L., Kleinb E., Kovarikb P. and Simonb P., HPLC stanovenie sacharidov v procese modelovaného zrýchleného starnutia papiera, Eur. Polym. J., 37 (2001)1123-1133.
- [5] Scott G., Green polymers, Polym. Degrad. Stabil., 68(2000) 1-7.
- [6] Cooray B. and Scott G., The effect of thermal processing on PVC-Part VIII: The role of thermally formed peroxides on photo-degradation, Poly. Degrad. Stabil., 3 (1981) 127-135.
- [7] Gibb W. and MacCallum J., The photodegradation of poly(vinyl chloride)-V The effect of wavelength of irradiation on the dehydrochlorination, Eur. Polym. J., 10 (1974) 529-532.
- [8] Abbas H., photostabilization of poly(vinyl) chloride by bis(2-amino acetate benzothiazole) complexes, M. Sc. Thesis, College of Science, Al Nahrain University (2008).
- [9] Hussain Z., Yousif E., Ahmed A. and Altaie A., Synthesis and characterization of Schiff's bases of sulphamethaxazole, Organic and medicinal letters, 4:1 (2014).
- [10] Yousif E., Shneine J., Ahmed A. and Salman H., Synthesis and Characterization of some Metal Ions of 2-(6-Methoxynaphthalen-2-Yl)Propanoate Complexes, J. Al-Nahrain University, 16 (2013) 46-50.
- [11] Mohammed R. and Yousif E., Photochemical study of PVC films in presence of 2-[4-(2-methyl propyl) phenyl] propanoate complexes, Arab J. Phys. Chem., 2 (2015) 67-78.
- [12] Yousif E. and Hasan A., Ultra-violet spectra studies of photostabilization rate in PVC films by using some transition metal complexes, Arab J. Phys. Chem., 1 (2014) 34-35.
- [13] Hanif M. and Chohan Z., Synthesis, spectral characterization and biological studies of transition metal(II) complexes with triazole Schiff bases, Appl. Organometal. Chem., 27 (2013) 36-44.
- [14] Dehari S., Jusufi S., Hashani I. and Dehari D., Synthesis and Characterization of Ruthenium (III) Complexes with N-substituted Salicylideneimine, Der Pharma Chemica, 3 (2011) 13-17.
- [15] Shankar K., Roshni R., Saravankumar K., Reddy M. and Peng Y., Synthesis of tetraaza macrocyclic PdII complexes; antibacterial and catalytic studies, J. Ind. Chem. Soc., 86 (2009) 153-161.
- [16] Rai K. and Kumar M., Synthesis and Characterization of Cu(II), Co(II) and Ni(II) Complexes with Mixed ligands, J. Ind. Council. Chem., 20 (2003) 22-26.
- [17] Siddapa K., Reddy T., Malikaarjun M. and Reddy V., Synthesis, Characterization and Antimicrobial studies of 3-[(2-Hydroxy-quinolin-3-ylmethylene)-amino]2-phenyl-3H-quinazolin-4-one and its metal(II) complexes, Egypt. J. Chem., 5 (2008) 155-162.
- [18] Reddy V., Patil N. and Patel R., Synthesis and characterization of Co(II), Ni(II), and Cu(II) complexes with O, N and S donar ligands, J. Ind. Council. Chem., 23 (2006) 1-3.
- [19] Zaman K., Aryane S., Sultana N. and Farooq A., Synthesis and characterization of glibenclamide complexes of magnesium, chromium, cobalt, nickel, zinc and cadmium salts, Pak. J. Pharm. Sci., 19 (2006) 114-118.
- [20] Arunachalam T., Bhakyaraj R. and Sasi K., Synthesis, Characterization and Biological Activity of Mn²⁺, Co²⁺, Ni²⁺ and Cu²⁺ Complexes of Benzoic Acid Ligand, Egypt. J. Chem, 6 (2009) 743-746.
- [21] Jose V. and Joy T., Synthesis and Characterization of Complexes of Manganese (II) with 2- (Furan-2-Formylimino) Benzimidazole and their Psychopharmacological Drug Potential Studies, Int. J. Chem. Sci., 6 (2008) 1913-1919.
- [22] Aboaly M. and Khalil H., Synthesis and spectroscopic study of Cu(II), Ni(II) and Co(II) complexes of the ligand salicylidene-2-aminothiophenol, Spectroscopy Letters, 34 (2001) 495-504.
- [23] Lee D., "Concise Inorganic chemistry" 5th edition, Blackwell science publishers, (1999).
- [24] bawy F., Mohammed G. and Mohammed A., Synthesis, characterization and biological activity of some transition metals complexes with Schiff base derived from 4-amino-5-phenyl-4h-1,2,4-triazole-3-thiol and pmetoxysalicylaldehyde, Asian J. chem., 22 (2010) 7291-7307.
- [25] Shaghaghi Z., Spectroscopic properties of some new azo-azomethine ligands in the presence of Cu²⁺, Pb²⁺, Hg²⁺, Co²⁺, Ni²⁺, Cd²⁺ and Zn²⁺ and their antioxidant activity, Spectrochimica. Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 131 (2014) 67-71.
- [26] Issa Y., Hassib H. and Abdelaal H., , ¹H NMR, ¹³C NMR and mass spectral studies of some Schiff bases derived from 3-amino-1,2,4-triazole, Spectrochimica. Acta. Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 74 (2009) 902-910.

- [27] Kadhun M., Synthesis , Identification and Study of Some New Schiff Bases as Inhibitors for Brass Corrosion and Bacterial Growth, J. Basrah Researches (Sciences), 37 (2011) 1-26.
- [28] Maruya C., Patel P. and Rajput S., Synthesis and characterization of mixed ligand complexes of Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II), Sm(III) and U(VI)O₂ with Schiff base derived from sulfa drug sulfamerazine and 2,2-bipyridine, Synthesis and reactivity in inorganic and metal-organic chemistry, 33 (2003) 801-816.
- [29] Chohan Z., Antibacterial dimeric copper (II) complexes with chromone-derived compounds, Trans. Met. Chem., 34 (2009) 153-161.
- [30] Majeed A., Synthesis, structure and antibacterial activity of some 2-amino-5-(2-acetyloxyphenyl)-1,3,4- thiazazole complexes, al Mustansiriyah J. Sci., 21 (2010) 195-204.
- [31] Yousif E., Triorganotin(IV) complexes photo-stabilizers for rigid PVC against Photodegradation, J. Taibah University for Science, 7 (2013) 79-87.

تحضير وتشخيص ودراسة طيفية لأفلام متعدد كلوريد الفانيل بوجود معقدات 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)- benzenesulfonamide

¹نورا امين , ¹صالح احمد , ²احمد احمد , ³علي حسن , ³عماد يوسف

¹كلية العلوم , قسم الكيمياء , جامعة تكريت , تكريت , العراق
²مركز بحوث البوليمرات , كلية العلوم , الجامعة المستنصرية , بغداد , العراق
³كلية العلوم , قسم الكيمياء , جامعة النهرين , بغداد , العراق

تم تحضير المعقدات المكونة من الليكند 4-[(2-Hydroxy-benzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide مع كل من النيكل (II), النحاس (II), الخارصين (II), الكاديوم (II) و القصدير (II). تم تشخيص المعقدات المحضرة في الحالة الصلبة باستخدام الرنين النووي المغناطيسي للهيدروجين, مطيافية الأشعة تحت الحمراء, مطيافية الأشعة فوق البنفسجية, درجة الانصهار, التوصيلية المولارية والحساسية المغناطيسية. يتناسق الليكند ثنائي المخلب مع ذرة الفلز من خلال ذرة الاوكسجين لمجموعة الهيدروكسيل وذرة النتروجين لمجموعة الازوميثين والشكل المقترح للمعقدات المحضرة هو ثنائي السطوح. أجريت عمليات التثبيت الضوئي لمتعدد كلوريد الفانيل من خلال مزج المعقدات المحضرة مع البوليمر بوجود مذيب THF و بوزن 0.05 غرام وبعدها تم تحضير رقائق من كل من (البوليمر مع المضافات) و (البوليمر بدون إضافات). ومن خلال عمليات التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية لهذه الرقائق حيث ان سرعة التكسر الضوئي لرقائق متعدد كلوريد الفانيل خلال ساعات التشعيع يمكن متابعتها من خلال حساب ثابت التكسر الضوئي للبوليمر بوجود عدم وجود المعقدات.

الكلمات المفتاحية: الكيمياء الضوئية | متعدد كلوريد الفينيل | التثبيت الضوئي | التحلل الضوئي |