جمهورية العراق
ديوان الوقف الشيعي

مجلة فصلية محكمة تختص بالعلوم الطبيعية والهندسية

تصدر عن
العتبة العباسية المقدسة
مركز العميد الدولي للبحوث والدراسات

مجازة من
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي معتمدة لأغراض الترقية العلمية

السنة الرابعة، المجلد السابع، العددان الثالث عشر والرابع عشر
رمضان ١٤٣٩ هـ، حزيران ٢٠١٨ م

الترقيم الدولي

ردمد: ٢٣١٢ _ ٥٧٢١

ردمد الالكتروني ٢٣١٣ _ ٠٠٨٣

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق العراقية ١٩٩٦ لسنة ٢٠١٤

الرمز البريدي: ٥٦٠٠١

رقم صندوق البريد (ص ب): ٢٣٢

العتبة العباسية المقدسة. مركز العميد الدولي للبحوث والدراسات.

الباهر: مجلة فصلية محكمة تختص بالعلوم الطبيعية والهندسية / تصدر عن العتبة العباسية المقدسة مركز العميد الدولي للبحوث والدراسات.- كربلاء، العراق: العتبة العباسية المقدسة، مركز العميد الدولي للبحوث والدراسات، 1436هـ = 2015 -

مجلد: ايضاحيات؛ 24 سم

فصلية.- السنة الرابعة، المجلد السابع، العددان الثالث عشر والرابع عشر (حزيران 2018)

ردمد: 2312-5721

يتضمن إرجاعات ببليوجرافية.

النص باللغة العربية؛ ومستخلصات باللغة الانجليزية.

1. العلوم - دوريات. الف. العنوان.

Q1 .A8365 2017 VOL. 6 NO. 11 - 12

مركز الفهرسة ونظم المعلومات

Tel: +964 032310059

Mobile: +9647602355555

http://albahir.alkafeel.net

Email: albahir@alkafeel.net

المشرف العام

السيد أحمد الصافي

نائب المشرف العام

السيد ليث الموسوي

رئيس قسم الشؤون الفكرية والثقافية

رئيس التحرير

أ . د . نورس محمد شهيد الدهان

الهيأة الأستشارية

أ . د . رياض طارق العميدي – جامعة بابل – كلية التربية

أ . د . كريمة مجيد زيدان – جامعة البصرة – كلية العلوم

أ . د . أحمد محمود عبد اللطيف – جامعة كربلاء – كلية العلوم

أ . د . سرحان جفات سلمان – جامعة القادسية – كلية التربية

أ . د . فاضل اسماعيل شراد الطائي – جامعة كربلاء – كلية العلوم

أ . د . شامل هادي – جامعة اوكلاند – الولايات المتحدة الامريكية

مدير التحرير

أ . د . ايمان سمير عبد علي بهية – جامعة بابل – كلية التربية للعلوم الصرفة

سكرتير التحرير

رضوان عبد الهادي السلامي

سكرتير التحرير التنفيذي

م . م . حيدر حسين الاعرجي

هيأة التحرير

أ . د . افتخار مضر طالب الشرع – جامعة بابل – كلية التربية للعلوم الصرفة

أ . د . وسام سمير عبد علي بهية – جامعة بابل – كلية تكنلوجيا المعلومات

أ . د . شوقي مصطفى علي الموسوي – جامعة بابل – كلية الفنون الجميلة

أ . حيدر غازي الموسوي – جامعة بابل – كلية التربية

أ . م . د . حيدر حميد محسن الحميداوي – جامعة كربلاء – كلية العلوم

Prof. Dr. Zhenmin Chen
Department of Mathematics and Statistics, Florida International University, Miami, USA.

Prof. Dr. Adrian Nicolae BRANGA
Department of Mathematics and Informatics, Lucian Blaga University of Sibiu, Romania.

Prof. Dr. Akbar Nikkhah
Department of Animal Sciences, University of Zanjan, Zanjan 313-45195Iran, Iran.

Prof. Dr. Khalil EL-HAMI
Material Sciences towards nanotechnology University of Hassan 1st, Faculty of Khouribga, Morocco, Morocco.

Prof. Dr. Wen-Xiu Ma
Department of Mathematics at University of South Florida, USA.

Prof. Dr. Mohammad Reza Allazadeh
Department of Design, Manufacture and Engineering Management, Advanced Forming Research Centre, University of Strathclyde, UK.

Prof. Dr. Norsuzailina Mohamed Sutan
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Malaysia Sarawak, Malaysia.

Prof. Ravindra Pogaku
Chemical and Bioprocess Engineering, Technical Director of Oil and Gas Engineering, Head of Energy Research Unit, Faculty of Engineering, University Malaysia Sabah (UMS), Malaysia.

Prof. Dr. Luc Avérous
BioTeam/ECPM-ICPEES, UMR CNRS 7515, Université de Strasbourg, 25 rue Becquerel, 67087, Strasbourg Cedex 2, France, France.

Asst. Prof Dr. Ibtisam Abbas Nasir Al-Ali
College of Science, University of Kerbala, Iraq.

Prof. Dr. Hongqing Hu
Huazhong Agricultural University, China.

Prof. Dr. Stefano Bonacci
University of Siena, Department of Environmental Sciences, Italy.

Prof. Dr. Pierre Basmaji
Scientific Director of Innovatecs, and Institute of Science and technology, Director-Brazil, Brazil.

Asst. Prof. Dr. Basil Abeid Mahdi Abid Al-Sada
College of Engineering, University of Babylon, Iraq.

Prof. Dr. Michael Koutsilieris
Experimental Physiology Laboratory, Medical School, National & Kapodistrian University of Athens. Greece.

Prof. Dr. Gopal Shankar Singh
Institute of Environment & Sustainable Development, Banaras Hindu University, Dist-Varanasi-221 005, UP, India, India.

Prof. Dr. MUTLU ÖZCAN
Dental Materials Unit (University of Zurich, Dental School, Zurich, Switzerland), Switzerland.

Prof. Dr. Devdutt Chaturvedi
Department of Applied Chemistry, Amity School of Applied Sciences, Amity University Uttar Pradesh, India.

Prof. Dr. Rafat A. Siddiqui
Food and Nutrition Science Laboratory, Agriculture Research Station, Virginia State University, USA.

Prof. Dr. Carlotta Granchi
Department of Pharmacy, Via Bonanno 33, 56126 Pisa, Italy.

Prof. Dr. Piotr Kulczycki
Technical Sciences; Polish Academy of Sciences, Systems Research Institute, Poland.

Prof. Dr. Jan Awrejcewicz
The Lodz University of Technology, Department of Automation, Biomechanics and Mechatronics, Poland, Poland.

Prof. Dr. Fu-Kwun Wang
Department of Industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology , Taiwan.

Prof. Min-Shiang Hwang
Department of Computer Science and Information Engineering, Asia University, Taiwan, Taiwan.

Prof. Dr. Ling Bing Kong
School of Materials Science and Engineering, Nanyang Technological University Singapore Singapore.

Prof. Dr. Qualid Hamdaoui
Department of Process Engineering, Faculty of Engineering, Badji Mokhtar-Annaba University, P.O. Box 12, 23000 Annaba, Algeria, Algeria.

Prof. Dr. Abdelkader azarrouk
Mohammed First University, Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Morocco.

Prof. Dr. Khalil El-Hami
Laboratory of Nano-sciences and Modeling, University of Hassan 1st, Morocco, Morocco.

Assist. Prof. Dr. Abdurahim Abduraxmonovich Okhunov
Department of Science in Engineering, Faculty of in Engineering, International Islamic University of Malaysia, Uzbekistan.

Dr. Selvakumar Manickam
National Advanced IPv6 Centre, University Sains Malaysia, Malaysia.

Dr. M.V. Reddy
1Department of Materials Science & Engineering, 02 Department of Physics, National University of Singapore, Singapore.

التدقيق اللغوي

أ .م. د . أمين عبيد الدليمي – جامعة بابل – كلية التربية – مقوم اللغة العربية

الإدارة والمالية

عقيل عبد الحسين الياسري
ضياء محمد حسن النصراوي

الادارة التنفيذية

حسنين صباح العكيلي
حيدر صاحب العبيدي

الادارة الالكترونية

سامر فلاح الصافي
محمد جاسم عبد إبراهيم

التصميم والإخراج الفني

حسين علي شمران

قواعد النشر في المجلة

مثلما يرحب العميد ابو الفضل (عليه السلام) بزائريه من أطياف الإنسانية، تُرَحب مجلة الباهر بنشر البحوث العلمية على وفق الشروط الاتية:

1. ان يكون البحث في مجالات العلوم المتنوعة التي تلتزم بمنهجية البحث العلمي وخطواته المتعارف عليها عالميا ومكتوبة بإحدى اللغتين العربية أو الانكليزية.

2. أن لا يكون البحث قد نشر سابقاً وليس مقدما إلى أية وسيلة نشر أخرى، وعلى الباحث تقديم تعهد مستقل بذلك.

3. أن تحتوي الصفحة الاولى من البحث على عنوان البحث، واسم الباحث او الباحثين، وجهة العمل، ورقم الهاتف باللغتين العربية والانكليزية والبريد الالكتروني مع مراعاة عدم ذكر اسم الباحث أو الباحثين في متن البحث أو اية اشارة إلى ذلك.

وفي حالة كون البحث باللغة العربية تاتي بعد الفقرات اعلاه الخلاصة باللغة الانكليزية تتبعها الكلمات المفتاحية باللغة الانكليزية، ومن ثم الخلاصة باللغة العربية تتبعها الكلمات المفتاحية باللغة العربية ثم بقية فقرات البحث، أما اذا كان البحث باللغة الانكليزية فتكون بعد فقرات العنوان والاسماء والعناوين الخلاصة باللغة العربية تتبعها الكلمات المفتاحية باللغة العربية ايضاً، ثم الخلاصة باللغة الانكليزية تتبعها الكلمات المفتاحية باللغة الانكليزية ثم بقية فقرات البحث.

4. ترسل البحوث الى المجلة الكترونياً على الموقع الالكتروني للمجلة

albahir.alkafeel.net او albahir@alameedcenter.iq

عِبرَ ملء إستمارة إرسال البحوث بنسختين الاولى كاملة والثانية محذوف منها الاسم والعنوان للباحث)الباحثين(بصيغة مستند . Word

5. اعداد الصفحة (2 سم للجهات الاربع للصفحة).

6. يكون نوع الخط Time new roman للغة الانكليزية و Simplified Arabic للغة العربية، وحجم الخط لعنوان البحث الرئيس (16 غامق) اما العناوين الثانوية (14 غامق) ومادة البحث (14).

7. نوع الفقرة single مسافة بادئة خاص (بلا) قبل النص :(0) بعد النص (0) تباعد الاسطر (مفرد) قبل النص (0) بعد النص(0).

8. عدم استعمال الاطارات و الزخارف وتكون جميع الارقام باللغة الانكليزية حتى في البحوث المكتوبة باللغة العربية .

9. عند كتابة رقم في متن البحث يكون الرقم بين قوسين، وبعده وحدة القياس بدون اقواس مثلاً cm (10) أو (10) سم.

10 . تذكر المصادر في البحث باتباع اسلوب الترقيم بحسب اسبقية ذكر المصدر وتذكر المصادر في نهاية البحث، حسب التسلسل

واعتماد طريقة كتابة البحوث حسب الطريقة (Modern Language Association (MLA كما في المثال التالي:-

اسم المؤلف/ المؤلفون، اسم المجلة رقم المجلد، الصفحات من-الى، (السنة).

وللغة الانكليزية تكون نفس الصيغة اعلاه بمجرد البدأ من اليسار. اما في متن البحث فلا يكتب رقم المصدر بصيغة ال Superscript وانما يكتب بنفس نمط الكتابة بالشكل [رقم المصدر] وفي حالة كتابة اكثر من رقم بحث في نهاية الفقرة الواحدة تكبت جميعها داخل القوس مع وضع فوارز بينها [رقم المصدر , رقم المصدر].

11 . اسم الشكل يكتب تحته متمركزاً بحجم خط (12غامق) ويكون للغتين الانكليزية والعربية كما يلي:-

اسمه أو توضيح محتواه :(رقم الشكل) . Fig

شكل (رقم الشكل): اسمه او توضيح محتواه

اما الجدول فيكون عنوانه فوقه متمركزاً بحجم خط (12 غامق) ويكون للغتين الانكليزية والعربية كما يأتي:-

اسمه أو توضيح محتواه: (رقم الجدول) Table

جدول (رقم الجدول): اسمه أو توضيح محتواه

12 . تكون الرسوم والصور والمخططات ملونة واضحة ذات دقة عالية مع مراعاة وضعها في مربع نص ويراعى عدم استعمال scan في الاشكال البيانية.

13 . تكتب الهوامش ان وجدت في نهاية البحث قبل المصادر.

14 . اينما وردت كلمة Figure في متن البحث تكتب بالشكل Fig . وبعدها رقم الشكل بين قوسين وتكب كلمة table بحرف T كبير اينما وردت ايضاَ.

15 . لاتتجاوز عدد الصفحات (25) صفحة.

16 . تكتب معادلات الرياضيات على وفق برنامج Math Type

17 . تعبر الأفكار المنشورة في المجلة عن آراء كاتبيها ولا تعبّ بالضرورة عن وجهة نظر جهة الإصدار ويخضع ترتيب البحوث المنشورة لموجبات فنية.

18 . تخضع البحوث لبرنامج الاستلال من الانترنت وكذلك لتقويم سري لبيان صلاحيّتها للنشر وتكون الالية كما يأتي:-

أ - يبلّغ الباحث بتسلّم بحثه خلال مدّة أقصاها أسبوعان من تاريخ التسلّم .

ب - يعاد البحث الى الباحث فورا في حال عدم مطابقته للشروط اعلاه.

ت- يخطر أصحاب البحوث المقبولة للنشر بموافقة هيأة التحرير على نشرها .

ث- البحوث التي يرى المقومون وجوب إجراء تعديلات أو إضافات عليها قبل نشرها، تعاد الى أصحابها مع الملاحظات المحددة كي يعملوا على أجراء التعديلات بصورة نهائية خلال مدة أقصاها (أربعة أسابيع) من تاريخ إرسال التعديلات.

ج- يبلغ الباحث في حال الإعتذار عن نشر بحثه.

ح- يمنح كل باحث نسخة واحدة من العدد الذي نشر فيه بحثه .

19 . يراعى في أسبقية النشر :

أ - البحوث المشاركة في المؤتمرات التي تقيمها جهة الإصدار .

ب- تاريخ استلام البحث.

ت- تاريخ قبول البحث للنشر.

ث-أهمية البحث وأصالته.

ج-تنوع اختصاصات البحوث الصادرة في العدد.

20 . على الباحثين إجراء التعديلات المطلوبة من قبل الخبراء العلميين واللغويين

21 . ملء التعهد الخاص بالمجلة الذي يتضمن حقوق النشر الخاصة بمجلة الباهر العلمية ومراعاة شروط الامانة العلمية في كتابة البحث.

بسم الله الرحمن الرحيم

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
دائرة البحث والتطوير

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education & Scientific Research
Research & Development

الرقم : ب ت ٤ / ٤٠٢١
No:

التاريخ : ٢٠١٥/٠٥/١٨
Date:

العتبة العباسية المقدسة / مركز العميد للدراسات والبحوث

م / مجلة الباهر

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته...

استنادا الى الية اعتماد المجلات العلمية الصادرة عن مؤسسات الدولة، وبناءً على توافر شروط اعتماد المجلات العلمية لأغراض الترقية العلمية في "**مجلة الباهر** "الصادرة عن مركزكم تقرر اعتمادها كمجلة علمية محكمة ومعتمدة للنشر العلمي والترقية العلمية .

... مع التقدير

أ.د. غسان حميد عبد المجيد
المدير العام لدائرة البحث والتطوير
١٨ /٥/ ٢٠١٥

نسخة منه الى//
- مكتب السيد المدير العام / إشارة الى موافقة سيادته بتاريخ ٢٠١٥/٥/١٧/ للتفضل بالاطلاع ... مع التقدير .
- قسم الشؤون العلمية/ شعبة التأليف والنشر والترجمة
- الصادرة

www.rddiraq.com
Emailscientificdep@rddiraq.com

بسم الله الرحمن الرحيم

كلمة العدد

والحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين أفصح العرب وأدلهم للحق والدين وعلى آل بيته الكرام الطاهرين.

منذ الأعداد الأولى لمجلة الباهر استطاعت ان تستقطب قاعدة عريضة من الباحثين والأكاديميين واليوم وفي عدديها الحادي عشر والثاني عشر اثبتت فاعليتها لتكون مصدراً أساساً للمعلومات في الدراسات البحثية المتخصصة التي تتناغم مع المعرفة المعاصرة والتطور المتسارع في ميادين البحث العلمي، ولا يلمس هذا إلا من يسبر اغوار هذهِ المجلة الفذة والنوايا المخلصة للقائمين عليها لأنهم يجدوا من صميم سعادتهم ان يضعوا القارئ وسط واحة من الابحاث التي تصب في تطوير المعرفة وتعزيز قاعدة مصادر البحث.

لقد توزعت أبحاث (هذان العددان المباركان) في العلوم الهندسية والطبيعية لتحتل مكانة مرموقة بين المجلات الاخريات ومن هنا وعلى بركة الله تقدمت المجلة لتكون قبلة لكل الباحثين والقراء والأكاديميين على حد سواء فجاءت بلبوس مميز لتستمر بما تقدمه لقرائها من مادة علمية ثرةٍ تحقيقاً للنجاح والسداد المستمرَّين.

17	تصنيع ودراسة الخواص الفيزيائية لمرشحات سيراميكية	وفاء عبد الخالق حسين، انتصار حسين علي، إيمان مطلب سليمان فرع العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق.
27	تنقية انزيم الانيولينيز المنتج من عزلة محلية من الخميرة Kluyveromyces marxianus AY2	محمد عمر محي الدين وجاسم محمد عودة علوم الاغذية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق
39	خصائص نقل الالكترون خلال نقطتين كميتين مقترنتين: تأثير التفاعل غير المباشر	* جنان مجيد المخ، ** هيفاء عبد النبي جاسم، ***محمد عبد الزهرة نجدي *قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة، البصرة، العراق. **قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة البصرة، البصرة، العراق. ***مديرية تربية البصرة، البصرة، العراق
51	تحضير بولي استرات اليفاتية وأروماتية من الاثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك وتطبيقها للأغراض الصناعية	داخل ناصر طه*، خضير جواد كاظم* ، حذام عبدعلي عبد الحسين** *قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة بابل، العراق ** فرع الفسلجة والادوية البيطرية، كلية الطب البيطري، جامعة كربلاء، العراق.
61	دراسة تأثير إضافة مسحوق الألمنيوم على بعض الخواص الميكانيكية ومقاومة الاحتراق للبولي استر غير المشبع	أحمد جاسم محمد قسم علوم المواد، مركز أبحاث البوليمر، جامعة البصرة، البصرة، العراق.
71	الاستخدام الوقائي للمستخلص المائي للزنجبيل (Zingiber officinale) ضد ذيفان حال الدم ألفا المستخلص من بكتريا الأشريشيا القولونية في الفأران	وفاء صادق محسن الوزني قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة كربلاء، العراق.

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (17-25)A, 2018

تصنيع ودراسة الخواص الفيزيائية لمرشحات سيراميكية

وفاء عبد الخالق حسين، انتصار حسين علي، إيمان مطلب سليمان
فرع العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق.

تاريخ الاستلام: 5 / 6 / 2017
تاريخ قبول النشر: 20 / 7 / 2017

Abstract

In this work, ceramic filters has been manufactured from local raw materials and available, including kaolinite with two particle sizes fine and coarse (45 -63) µm for fine and (105-150) µm for coarse, in addition to wood charcoal with carrot fibers were used as the burnout material to create pores, Sodium silicate was added as a (defluoriddation agent) deflocculant material. These materials were formed by slip casting method, and then fired at (1100) °C. X-ray diffraction, Physical tests such as (apparent porosity, water absorption, bulk density and linear shrinkage), and mechanical tests (compressive strength) were examined. The results indicate that apparent porosity, water absorption and linear shrinkage increased with increasing addition weight percent, while bulk density and compressive strength decreased with increasing the weight percent of organic materials addition.

Keywords

Porous ceramic, Filtration, Kaolin, Charcoal, Slip casting.

الخلاصة

في هذا العمل تم تصنيع مرشحات سيراميكية من مواد اولية محلية ومتوفرة، تشمل اطيانَ الكاؤولينِ بحجمين ناعم وخشن تتراوح بين (63-45) مايكرون للناعم و(150-105) مايكرون للخشن، بالاضافة إلى فحم الخشب مع الياف الجزر كمواد مكونة للمسامية مع استخدام سليكات الصوديوم كمادة مشتتة. شكلت هذه المواد بطريقة الصب الانزلاقي وتم حرقها بدرجةِ حرارة (1100) درجةِ مئوية. تم أجراء فحص حيود الاشعة السينية XRD، الفحوصات الفيزيائية مثل (فحص المسامية الظاهرية، امتصاصية الماء، فحص الكثافةِ الحجميةِ، والتقلص الطولي)، مع الفحوصات المكيانيكية (فحص الانضغاطية). وجد ان المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء والتقلص الطولي زادت بزيادة نسب الاضافة، بينما قلت الكثافة الحجمية ومقاومة الانضغاط بزيادة نسبة المواد العضوية المضافة.

الكلمات المفتاحية

سيراميك مسامي، مرشحات، الكاؤولين، الفحم، الصب ألانزلاقي.

1. المقدمة

تدخل المرشحات في مجالات الحياة المختلفة كمرشحات تنقية مياه الشرب أو المرشحات التي تمنع تلوث الماء أو الهواء أو تلك المستعملة لرفع كفاءة الآلات والمكائن الصناعية. لذا أخذت المرشحات أشكالاً مختلفة حيث يعتمد شكلها على نوع المائع المراد ترشيحه (غاز، سائل) أو حسب المادة التي تدخل في تصنيعها كالمرشحات النسيجية (ألياف القطن، ألياف النايلون، القماش،....الخ) و المرشحات الورقية، و المرشحات السيراميكية (مرشحات الكاؤولين، البورسلين، السيليكا، كاربيد السيليكون، و الكاربون، .... الخ) و غيرها من المواد المختلفة [1].

يعتبر المرشح السيراميكي المسامي من اهم المرشحات المنزلية واكثرها شيوعا وانتشارا وذلك بسبب سهولة التصنيع، رخص الثمن او الكلفة وجودة خواصها، حيث يمكن التخلص من العوالق التي يصل حجمها الى اجزاء من المايكرون بواسطتها [2].

تعد اطيان الكاؤولين من المواد الاولية التي تستخدم في الصناعات السيراميكية وتضاف الى هذه الاطيان مواد اخرى تستخدم لخلق المسامات وذلك من خلال حرقها.

عملية التشكيل هي عملية تصنيع الجسم السيراميكي بشكل وأبعاد معينين، وطرق التشكيل تعتمد بصورة أساسية على شكل وحجم الجسم المراد تشكيله وكذلك على كلفة عملية التصنيع، وذلك بسبب ان الهدف من هذه العملية هو انتاج جسم ذي كثافة رص واطئة مع رص متجانس للحبيبات [3]. فقد تم استخدام طريقة الصب الانزلاقي في تشكيل المرشحات.

تعرف المسامية بانها طور موجود في معظم المواد السيراميكية المحضرة من اندماج المساحيق والمعاملة الحرارية، ويمكن وصفها بانها فراغات ولها مقاس وشكل وترتيب معين وغالبا ما يكون هناك اتصال او تشابك بين الاكثرية منها [4].

الباحث Belibi P.B.، واخرون اعدوا غشاء سيراميكي مسامي من اطيان ذات تكلفة واطئة مع مواد مساعدة كنشارة الخشب وبدرجة حرارة (1100) °م. حيث اظهرت النتائج ان نسبة مسامية الغشاء المصنع تصل حوالي (42٪) مع ازالة عكرة المياه بنسبة تصل .[5] (97٪) بينما قام باحثون اخرون بتطوير مرشح سيراميكي شمعي مصنوع من اطيان الكاؤولين مع نشارة الخشب بحجم حبيبي (210) مايكرون بطريقة الصب الانزلاقي وباستخدام درجه حرارة تصل الى (900)°م. وكانت النتائج التي توصلوا اليها تشير الى كفاءة الطين المستخدم في ازالة الجسيمات العالقة مع خصائص ميكانيكية ونفاذية قوية وبتكلفة قليلة [6]. كما تم انتاج اغشية ترشيح من الكاؤولين مع حجر الكلس من قبل مجموعة من الباحثين بطريقة الصب الانزلاقي، وتم تلبيدها بدرجه حرارة تتراوح بين (800-1100)°م. حيث استنتجوا ان المسامية وتوزيع حجم المسام وقوة الدعم قد تحققت [7].

الهدف من هذه الدراسة هو صناعة مرشحات سيراميكية مسامية رخيصة الثمن وسهلة التصنيع من مواد متوفرة لترشيح المياه باستخدام الكاؤولين بحجم حبيبي (ناعم وخشن) بالاضافة الى الياف الجزر والفحم كمواد عضوية لخلق المسامية بنسب مختلفة ودراسة الخصائص الفيزيائية مثل (فحص المسامية الظاهرية، امتصاصية الماء، فحص الكثافةِ الظاهريةِ، والتقلص الطولي) مع فحص الانضغاطية، واجراء حيود الاشعة السينية XRD للمرشحات المصنعة.

2. المواد المستخدمة وطريقة التصنيع

1.2. تحضير المواد الخام

تمت تهيئة المواد الأولية الداخلة في تركيب المرشح السيراميكي (الكاؤولين، الياف الجزر، الفحم والمواد المشتتة) وتتضمن عملية طحن الكاؤولين والفحم والياف الجزر

باستخدام طاحونة الكرات (ball mill) و غربلة المساحيق او فصل الأحجام الحبيبية، حيث فصل الفحم باستخدام مناخل (Sieves) ذات حجم حبيبي (25) مايكرون والياف الجزر بحجم حبيبي (45) مايكرون اما الكاؤولين فصل بحجم حبيبي يتراوح بين (63-45) مايكرون للناعم و(150-105) مايكرون للخشن.

وقد تم اجراء التحليل الكيميائي للكاؤولين كما مبين بالجدول (1) وذلك لمعرفة نسب مكوناتة الاساسية وكذلك نوعية ونسب الشوائب الموجودة فيه، والذي اجري بتقنية التحليل اللوني (Color Analysis) وهي طريقة لفصل وتنقية المواد الكيميائية المختلطة حيث تعتمد هذه الطريقة على توزيع مكونات المخلوط بنسب مختلفة بين مكوني نظام ثنائي أحدهما متحرك والآخر ثابت، وتتم باستعمال لوح من البلاستيك او المعدن او الزجاج ومغطاه بمادة ممتزة تساعد على الفصل. تتم عملية الفصل على طبقة رقيقة من مادة الوسط الثابت المفروشة على الواح في الغالب مصنوعة من الالمنيوم، وقد تم تحضير محلول الكاؤولين وصهرهُ مع كاربونات الصوديوم ثم الاذابة بحامض الهيدروكلوريك المخفف ويتم قراءة العناصر الموجودة في هذا المحلول بواسطة جهاز التحليل اللوني.

جدول (1): نتائج التحليل الكيميائي للكاؤولين بتقنية التحليل اللوني.

الاوكسيد	SiO_2	Al_2O_3	L.O.I	TiO_2
٪	48.72	33.55	12.74	0.88

2.2. عملية تشكيل النماذج

الجدول (2) يبين نسب مكونات الخلطات السيراميكية لتحضير العينات (المرشحات)، حيث تم اضافة مسحوق الفحم والياف الجزر بنسب متساوية الى الكاؤولين الناعم والخشن كما في الجدول.

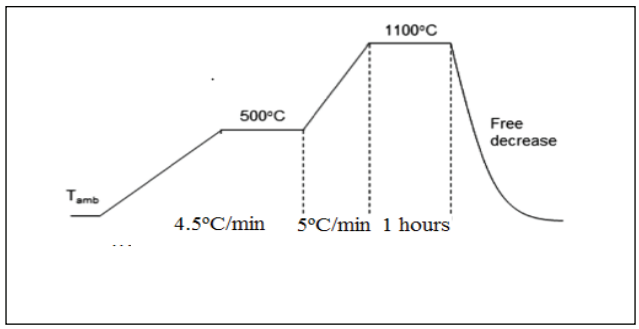
تم خلط هذه النسب الوزنية المتكونة من الكاؤولين والفحم مع الالياف الجزر مع الماء المقطر بنسبة (140٪) مع (6) قطرات من المواد المشتتة (سليكات الصوديوم) باستخدام خلاط كهربائي ومزجها جيدا للحصول على خليط متجانس يسمى الزلق ومن بعدها تم صب هذا الزلق في القالب المحضر من الجبس الباريسي على شكل قرص بقطر (3) سم وارتفاع (5) ملم.

الجدول (2): يمثل النسب المئوية الوزنية لمكونات الخلطات.

الياف الجزر ٪	الفحم ٪	كاؤولين ٪ (ناعم والخشن)
-	-	100
1	1	98
3	3	94
5	5	90
7	7	86
10	10	80
12	12	76

بعد ان شكلت النماذج تركت في الهواء لعدة أيام لتجف جفافاً اولياً طبيعياً ثم وضعت بعد ذلك في فرن تجفيف كهربائي بدرجة حرارة (100) °م.

اما الخطوة الأخيرة لإنتاج المرشح السيراميكي هي الحرق أو التلبيد حيث أجريت عملية التلبيد للنماذج بإستخدام فرن من نوع (Noberthefrm) الماني الصنع وبدرجة حرارية (1100)°م، حسب البرنامج الواضح في الشكل(1). والشكل (2) يمثل شكل العينات قبل وبعد التلبيد.



الشكل (1): يمثل مخطط برنامج الحرق.

A

B

الشكل (2): يبين شكل المرشحات المصنوعة. **A**: قبل التلبيد، **B**: بعد التلبيد.

3 . حيود الاشعة السينية (X-ray diffraction)

تم إجراء تحليل حيود الأشعة السينية للعينات السيراميكية المصنعة قبل الحرق وبعد الحرق (التلبيد) باستخدام جهاز الأشعة السينية نوع [XRD-6000] ياباني الصنع، بهدف من النحاس Cu وبفولتية مقدارها ((40 كيلو فولت، وتيار مقداره (30) مللي أمبير.

4. الفحوصات الفيزيائية

1.4. المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء (Apparent porosity and water absorption)

تعتمد المسامية الظاهرية .A.P على كمية الماء المتص والذي يستطيع املاء المسامات المفتوحة حيث يتم حساب المسامية الظاهرية من العلاقة التالية.[8]

$$\text{Apparent Porosity (\%)} = \frac{Ws-Wd}{Ws-Wi} * 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث:

W_s: وزن النموذج وهو مشبع بالماء, W_d: وزن النموذج وهو جاف، W_i: وزن النموذج وهو معلق بالماء.

اما بالنسبة الى امتصاصية الماء، فيعرف إمتصاص الماء بأنه قابلية الجسم على جذب الماء خلال مساماته ويعبر عنها بنسبة مئوية كما في العلاقة فحسبت من العلاقة التالية [8]:

$$\text{Water Absorption (\%)} = \frac{Ws-Wd}{Wd} * 100\% \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

2.4. الكثافة الحجمية (bulk density)

وهي النسبة بين الكتلة والحجم الكلي الذي يتضمن (حجم حبيبات المادة + حجم المسامات المغلقة والمفتوحة). تم قياس الكثافة الحجمية للنماذج الملبدة باستخدام طريقة ارخميدس حسب العلاقة التالية [9].

$$Bulk\ Density = \frac{Wd}{Ws-Wi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

3.4. التقلص الطولي (Linear Shrinkage)

تتغير أبعاد معظم المواد السيراميكية (إنكماش، تمدد) أثناء إرتفاع درجات حرارة الحرق، ويعتمد هذا التغير على المادة الأولية، الحجم والتدرج الحبيبي، درجة حرارة الحرق، زمن النضوج (فترة المكوث)، طريقة التشكيل، ومقدار الضغط المستخدم.

يتم حساب هذا التغير في الأبعاد و الذي يكون في هذه الحالة تقلصاً، بسبب تكون طور زجاجي يتغلغل داخل المسامات، و ذلك بقياس أبعاد النموذج قبل و بعد الحرق (القطر، الإرتفاع) بإستخدام قدمة قياس (Vernia) حيث إن كل نتيجة أو قيمة هي معدل لسبع نماذج، ثم يتم حساب التقلص من المعادلة التالية [8] .

$$Shrinkage\% = \left|\left[\frac{(D_d - D_f)}{D_d}\right] * 100\right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ان:

D_d: قطر الانموذج قبل التلبيد (mm)، D_f: قطر الانموذج بعد التلبيد (mm).

5. الفحوصات الميكانيكية

1.5. مقاومة الإنضغاط (Compressive strength)

يجري هذا الاختبار على قرص له ابعاد 30 mm كقطر وسمك 5mm، باستخدام جهاز فحص الانضغاط ، وتوضع العينة بين لوحين سفلي وعلوي ثابتين للجهاز لبدا الانضغاط حتى يحصل الكسر حسب الشكل ويحسب من العلاقة التالية [10]:

$$\sigma_{BTS} = \frac{2F}{\pi Dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

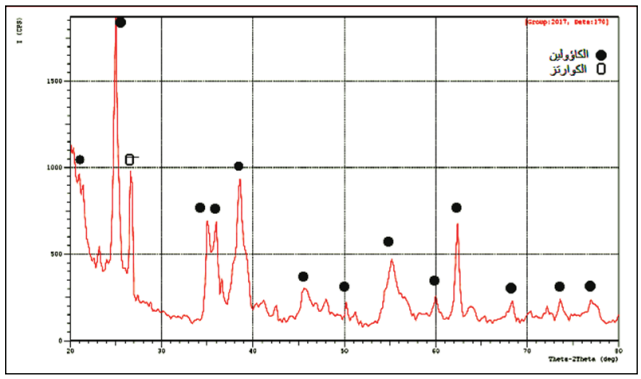
حيث:

σ : قوة الكسر القطري بواحدات باسكال (Pascal)، F: الحمل المسلط (Newton)، D: قطر العينة (m)، t: سمك العينة (m).

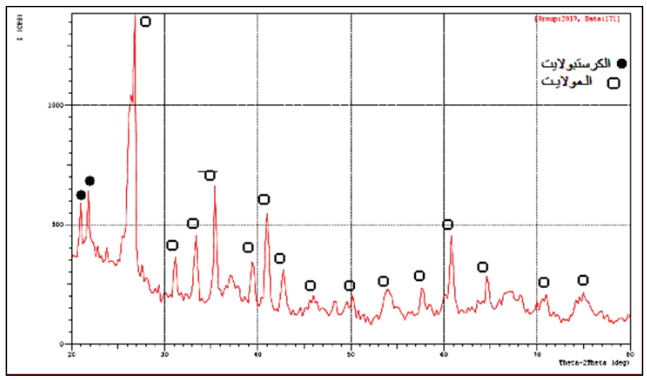
6. النتائج والمناقشة

1.6. حيود الاشعة السينية X-ray diffraction

الشكل (3) يمثل حيود الاشعة السينية قبل الحرق، حيث نلاحظ وجود طور الكاؤولين بنسبة عالية جدا مع وجود طور الكوارتز بنسبة قليلة جدا. بعد حرق النماذج بدرجة حرارة 1100 (°م) يتحول طور الكاؤولين الى طور المولايت بصورة كاملة وهو الطور الغالب مع وجود نسبة قليلة جدا من الكرستوبلايت كما واضح في الشكل (4).



الشكل (3): يمثل حيود الاشعة السينية للمرشحات المصنعة قبل التلبيد.



الشكل (4): يمثل حيود الاشعة السينية للمرشحات المصنعة بعد التلبيد.

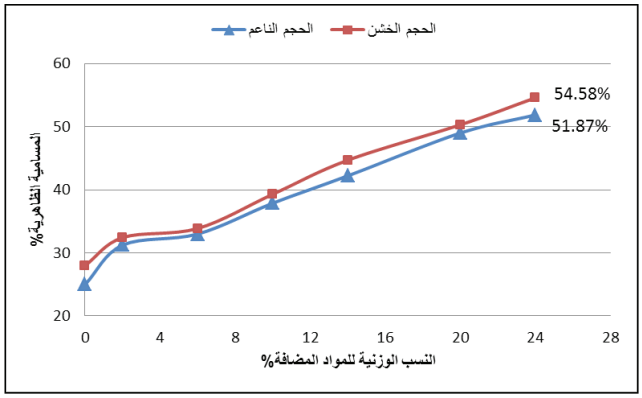
2.6. المسامية الظاهرية وإمتصاصية الماء

Apparent porosity and water absorption

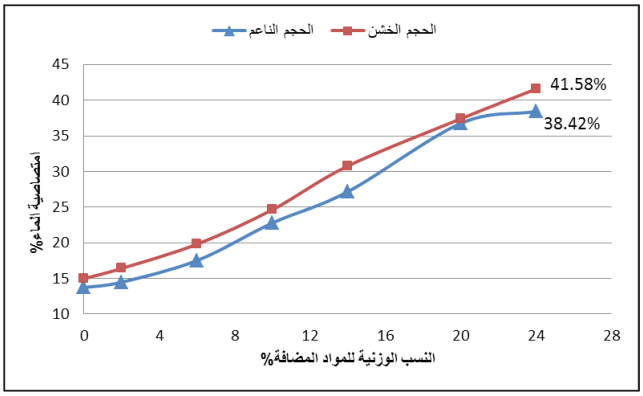
تعتبر خاصيتا المسامية الظاهرية وإمتصاصية الماء خاصيتان مترافقتان وذلك لأن هاتين الخاصيتين تتأثران ارتفاعاً أو إنخفاضاً بنفس العوامل حيث تعتبر المسامية الظاهرية تقريبا مرتين اوضعف قيمة نسبة امتصاصية الماء. الشكلان (5) و(6) يوضحان المسامية الظاهرية ونسبة امتصاصية الماء مع نسبة اضافة كل من (الياف الجزر والفحم) للكاؤولين الناعم والخشن، حيث نلاحظ ان زيادة نسبة الاضافة تؤدي الى زيادة كل من المسامية الظاهرية ونسبة امتصاصية الماء، وذلك لان جسيمات المواد المضافة سوف تحترق خلال عملية تلبيد الجسم السيراميكي، فتعمل على خلق مسامات نتيجة خروج غازثنائي اوكسيد الكاربون (CO_2) والذي يزداد بزيادة

الإضافة، وهذه النتيجة مطابقة الى دراسات سابقة [11،12].

وكذلك يلاحظ من تتبع نفس الأشكال زيادة خاصيتي المسامية الظاهرية ونسبة إمتصاصية الماء مع زيادة الحجم الحبيبي للكاؤولين المستخدم. ان سبب هذه الزيادة يعود الى النقصان الحاصل في كمية الطور الزجاجي المتكون بسبب النقصان في المساحة السطحية وكذلك بسبب زيادة نسبة الفجوات و القنوات المتكونة بين الحبيبات حيث يكبر حجمها كلما كبر حجم الحبيبات، و بالتالي فإن الحجم الكلي للفجوات سوف يزداد مما يؤدي إلى إمتصاص كمية أكبر من الماء[13].



الشكل (5): يمثل علاقة المسامية الظاهرية مع النسب الوزنية للمواد المضافة.

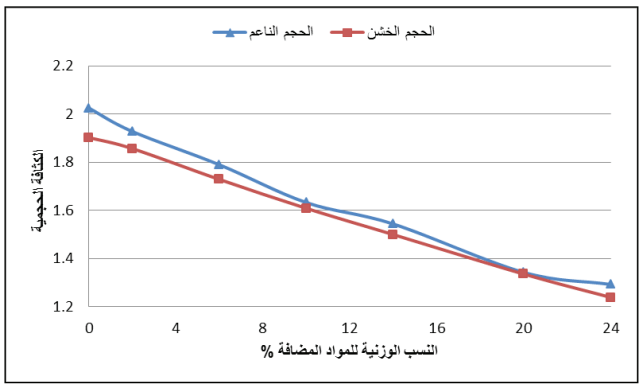


الشكل (6): يمثل علاقة بين نسبة امتصاصية الماء مع النسب الوزنية للمواد المضافة.

3.6 . الكثافة الحجمية (bulk density)

الشكل (7) يوضح تاثير نسبة المواد المضافة (الفحم والياف الجزر) وكذلك تاثير الحجم الحبيبي لمادة الكاؤولين المستخدمة في تصنيع النماذج على قيمة الكثافة الحجمية. نلاحظ من الشكل، ان زيادة نسبة الاضافة للمواد العضوية الى الكاؤولين تؤدي الى نقصان قيمة الكثافة الحجمية وهذا ماتم اثباته في الفقرة التي تخص المسامية الظاهرية. وهذا النقصان في قيمة الكثافة يكون نتيجة تطاير الغازات من هذه المواد العضوية عند احتراقها تاركا ورائها الفراغات او المسامات التي تعمل على التقليل من حجم المادة.

ومن الشكل ايضا يمكن مقارنة قيم الكثافة الحجمية للنماذج المحضرة بالكاؤولين الناعم مع النماذج المحضرة بالكاؤولين الخشن نجد ان بزيادة حجم الكاؤولين تقل الكثافة الحجمية وذلك بسبب زيادة نسبة المسامات المغلقة والمفتوحة وهذا ماتم اثباته في فحص المسامية الظاهرية، وهذا مطابق لدراسة سابقة حيث عزى سبب نقصان الكثافة الحجمية مع زيادة حجم الدقائق الى ان عدد الدقائق في وجدة الحجم سوف تكون اقل من عدد الدقائق في حالة الدقائق الناعمة وبالتالي سوف تترك او تكون مسامات كبيرة التي تؤثر بصورة مباشرة على الكثافة الحجمية [11].



لشكل (7): يبين علاقة بين الكثافة الحجمية والنسب الوزنية للمواد المضافة.

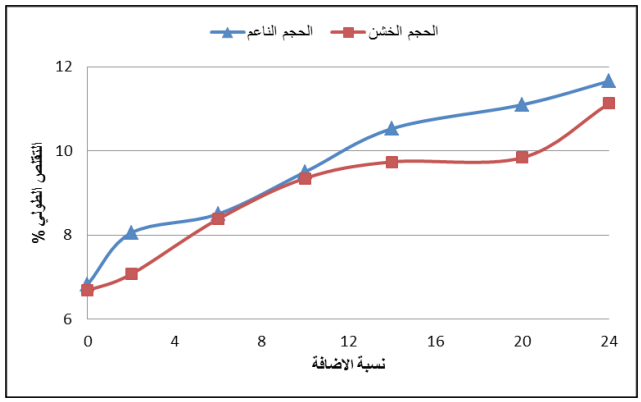
4.6. التقلص الطولي (linear shrinking)

يبين الشكل (8) تأثير نسبة الحجم الحبيبي على مقدار التقلص في النماذج، حيث نلاحظ انخفاض نسبة التقلص الطولي للنماذج مع زيادة الحجم الحبيبي ويعود سبب ذلك

الى زيادة محتوى الدقائق الناعمة ونقصان محتوى الدقائق الخشنة، وبسبب امتلاك الدقائق الناعمة مساحة سطحية كبيرة فان ذلك سوف يسرع من عملية التلبيد

وحصول ذوبان اكبر للدقائق الناعمة في الجزء السائل المتكون والذي يعمل على زيادة الشد السطحي الذي يؤدي الى زيادة التقلص للنماذج، وهذا ماتم تفسيره في دراسة سابقة.[14]

وهناك عامل مهم آخر يؤثر في التقلص وهو صعوبة خروج وتحرر غاز ثاني اوكسيد الكاربون (CO_2) الناتج من احتراق المواد العضوية وسليكات الصوديوم في النماذج المحضرة بالكاؤولين الناعم وبالتالي نشوء ضغط داخلي قد يؤدي إلى زيادة التقلص، وبزيادة كمية المادة العضوية المضافة تؤدي الى زيادة الضغط الداخلي وبالتالي تؤدي الى زيادة التقلص الطولي. بينما في النماذج المحضرة بالكاؤولين الخشن تسمح بخروج غاز ثاني اوكسيد الكاربون لذلك قيمة التقلص تكون اقل [15].

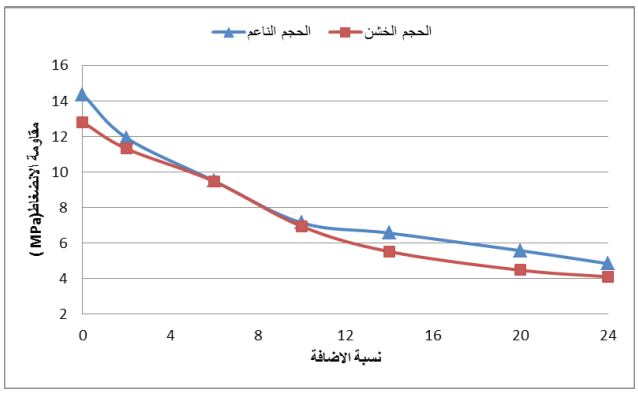


الشكل (8): يبين علاقة بين التقلص الطولي والنسب الوزنية للمواد المضافة.

5.6. مقاومة الانضغاط القطرية (Compressive strength)

الشكل (9) يبين قيم مقاومة الانضغاط (MPa) للنماذج السيراميكية المصنعة باستخدام الكاؤولين الناعم والخشن مع زيادة الاضافة للمواد العضوية كالياف الجزر والفحم. من الشكل نلاحظ ان قيمة مقاومة الانضغاط تقل بزيادة نسبة المواد العضوية المضافة و ذلك لزيادة المسامات المتكونه بين الجسم السيراميكي كما ذكر انفا والتي تؤدي الى نقصان مساحة المقطع العرضي وكذلك ان وجود المسامات تؤدي الى تقليل كثافة الجسم وبالتالي تقليل مقاومة الانضغاط، حيث تعتبر المسام هي منطقة تركيز الاجهاد وهذه النتيجة مطابقة مع ما توصل له الباحثون [16].

ومن الشكل نفسه نجد ان زيادة الحجم الحبيبي يؤثر سلبا على قيم مقاومة الانضغاط للنماذج السيراميكية. حيث بزيادة حجم الكاؤولين المستخدم في التصنيع تقل قيمة مقاومة الانضغاط بسبب زيادة المسامية الحاصلة في النماذج.



الشكل (9): يبين علاقة بين مقاومة الانضغاط والنسب الوزنية للمواد المضافة.

7. الاستنتاجات

- ان المواد العضوية (الفحم والياف الجزر) هي مواد جيدة عند احتراقها نحصل على مسامية جيدة تصل الى اكثر من (50٪) في الجسم.
- ان الحجم الحبيبي للكاؤولين المستخدم ونسبة الفحم والياف الجزر تؤثر على الخواص الفيزيائية والميكانيكية.
- امكانية تصنع مرشحات سيراميكية بمسامية مناسبة وخواص ميكانيكية عالية.

المصادر

[1] انسام علي هاشم الحسناوي، (دراسة تأثير تغير نسبة رمل السليكا وحجمه الحبيبي على المسامية الظاهرية ومقاومة الانضغاط للمرشح السيراميكي)، مجلة القادسية للعلوم الهندسية، المجلد7، العدد3، (2014).

[2] د. عدنان حسن عفج، مازن يوسف تمراغا، (تصنيع مرشحات الماء الخزفية من اطيان الكاوؤلين العراقية)، المجلة العراقية للعلوم، المجلد41 ج، العدد (3) ، (2000).

[3] Rahaman, M.N., (Ceramic Processing), CRC Press by Taylor & Francis Group, New York, p 292, (2007).

[4] Brownell, W.E, (Structural Clay Products), Springer verlag, New York, p 43, (1976).

[5] Belibi.P. B, Nguemtchouin. M. M. G, Rivallin .M, NdiNsami .J, Sieliechi .J, Cerneaux. S, Ngassoum. M.B, Cretin. M, (Microfiltration ceramic membranes from local Cameroonian clay applicable to water treatment), Ceramics International 41, 2752–2759, (2015).

[6] S. C. Agbo, E. U, Ekpunobi, C. C. Onu and K. G. Akpomie, (Development of Ceramic Filter Candle from NSU (Kaolinite Clay) for Household Water Treatment), International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, VOL. 6, NO. 10, (2015).

[7] Harabi.A, Guechi.A, Condom.S, (Production of Supports and Filtration Membranes from Algerian Kaolin and Limestone), Procedia Engineering 33, 220 – 224, (2012).

[8] القيسي، فوزي عبد العزيز، (تقنيات الخزف والزجاج (، الطبعة الاولى، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، صفحة ، 236 ، (2003).

[9] Singer, F. & Singer, S., (Industrial-Ceramic), Chapman and Hall Ltd, Published,p.1455, (1979).

[10] Searle, A.B., and R.W., Grim show, (The chemistry of the thesis of clay and other ceramic material), 3rd (ed.), international publishers, Inc., New York, p 307, (1960).

[11] Shukur. M. M, Hasson. F. M, Salman. M. M, (Preparation of Porcelanite Ceramic Filter by Slip Casting Technique), Journal of Babylon University/ Engineering Sciences, No. 2, Vol. 22, (2014).

[12] Erhuanga. E, Kashim. I. B, Akinbogun.T. L ,(Development of Ceramic Filters for Household Water Treatment in Nigeria), Art and Design Review, Vol.2, No.1, 6-10, (2014).

[13] نوفل زهير وهيب، (تصنيع مرشحات سيراميكية من زجاج الصودا لايم مع الرمل المحلي)، رسالة ماجستير، جامعة بابل،(2008).

[14] حسين علاء جابر، (تحضير ودراسة بعض العوامل على بعض الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للسيراميك)، رسالة ماجستير، (2008).

[15] شذى هاشم مهدي، (دراسة تأثير اضافة السليكا على الخصائص الفزيائية لطين البنتونايت العراقي)،مجلة العلوم جامعة النهرين، المجلد 17 العدد(2)، ص-29 22، .(2014)

[16] Olubayode1.S. A, Awokola.O. S, Dare.E. O, Olateju.O. T, (Suitability of Selected Nigeria Clay Deposit for Production of Clay Based Ceramic Water Filters), American Chemical Science Journal, 12(3): 1-7, Article no.ACSJ.23175 ISSN: 2249-0205,(2016).

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (27-37)A, 2018

تنقية انزيم الانيولينيز المنتج من عزلة محلية من الخميرة Kluyveromyces marxianus AY2

محمد عمر محي الدين وجاسم محمد عودة
علوم الاغذية، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق

تاريخ الاستلام: 5 / 1 / 2017
تاريخ قبول النشر: 17 / 5 / 2017

Abstract

The enzyme produce from Kluyveromyces marxianus AY2 by submerged culture was purified by several steps included precipitation by ammonium sulphate at (30-70%) saturation DEAE- sephadex A50 Ion exchange chromatography and gel filtration on sephadex G150. The final purification folds and the yield of the enzyme were 16.97 times and (25.3%), respectively.

Keywords

Enzyme, Inulinase, Inulin, Purification

الخلاصة

أنتج أنزيم الانيولينيز بطريقة المزارع المغمورة من الخميرة المحلية Kluyveromyces marxianus AY2 ونقي الانزيم بعدة خطوات اشتملت على الترسيب بكبريتات الأمونيوم بنسبة إشباع (30-70٪) وكروماتوكرافيا التبادل الأيوني بعمود DEAE Sephadex A (5) ثم الترشيح الهلامي في Sephadex (G150) وبلغ عدد مرات التنقية بعد هذه الخطوات (16.97) مرة وبحصيلة مقدارها (25.3٪).

الكلمات المفتاحية

انزيم، الانيولينيز، الانيولين، التنقية .

1. المقدمة:

تضاف المحليات الطبيعية أو الصناعية Natural and Artificial sweeteners الى العصائر والمشروبات والمعجنات والحلويات وعدد من الأغذية، ولاسيما أغذية الأطفال، إذ يفضل الطفل الطعام حلو المذاق، وقد حذرت منظمة الصحة العالمية (WHO) من مخاطر عدد كبير من هذه المحليات الصناعية وذلك لعلاقتها ببعض الأمراض مثل السرطان وتضرر خلايا المخ (brain cell damage) [1,2].

ويستخدم السكروز (سكر المائدة) مُحلياً طبيعياً بشكل كبير في الصناعات الغذائية إلاّ أن الطلب قد إزداد في العقود الأخيرة على الفركتوز Fructose وذلك لأنه أكثر ذوباناً من السكروز، وحلاوته عالية تبلغ (174٪) مقارنةً بالسكروز (100٪) والكلوكوز (74٪) وبذلك أمكن استعماله كمحلٍ بكميات قليلة وبسعرات حرارية واطئة في ذلك المنتوج، وهو أمر مهم لمن يعاني من السمنة [3]. ويتطلب التمثيل الغذائي للفركتوز كميات أقل من الانسولين مقارنةً بالكلوكوز [4] كما يسهم الفركتوز في زيادة إمتصاص الحديد في الجهاز الهضمي للأطفال، كذلك زيادة قدرة الجسم في التخلص من الإيثانول [5]. ينتج الفركتوز بالطريقة التقليدية بتحويل النشا إلى الفركتوز بثلاث خطوات أنزيمية باستعمال الأميليز Amylase والكلايكواميليز Glucoamylase وكلوكوز ايسوميريز Glucose isomerase. ويكون الناتج حاوياً على (42٪) فركتوز و(50٪) كلوكوز و(8٪) سكريات أخرى، كما هو الحال في منتج شراب الذرة عالي الحلاوة. والذي يستخدم في مختلف الصناعات الغذائية [7,6]. يمكن الحصول على الفركتوز النقي وبتركيز يصل الى (95٪) وذلك عند أنتاجه أنزيمياً من الانيولين [8] الذي يوجد في عدد من النباتات مثل الهندباء والاسباركس والشوفان والشعير والثوم أضافة الى الالمازة والتي تمتاز بان الانيولين فيها يمثل (60٪) من وزنها الجاف [9] وغيرها من النباتات الاخرى [10] ويمكن كسر الاواصر الرابطة بين وحدات الفركتوز بطريقة كيميائة وذلك باستعمال حرارة عالية (غليان) في رقم هيدروجيني بحدود (2-1) .وهي طريقة غير مرغوبة في الصناعات الغذائية وذلك لإحتمالية إنتاج مركبات أخرى مثل مركبات الفورفورال [11]، من هنا فان التحلل الأنزيمي باستعمال الانيولينيز يعد هو الأفضل في هذا المجال فضلاً عن مجالات التقنية الحيوية إذ وجد [12] أن خميرة *Saccharomyces cerevisiae* تنتج الأيثانول بكمية أكبر عند تنميتها على الأنيولين المتحلل بالطريقة الأنزيمية مقارنةً بالانيولين المتحلل بالطريقة الكيميائية. تفضل الطريقة الأنزيمية لأسباب أخرى منها كلفتها الواطئة وكفاءتها العالية في إنتاج الفركتوز بتركيز يصل الى (95٪) وذلك باستعمال الانيولينيزات المنتجة من الأحياء المجهرية، ويمكن استعمال الأنيولينيز الداخلي E.C: 3.2.1.7 في تكسير الانيولين الى وحدات أصغر تسمى (IOS) inulo-oligosaccharides والتي تدخل في مختلف الصناعات الغذائية كأغذية وظيفية (FF) Functional Foods وذلك لتأثيراتها الإيجابية في جسم الانسان، ومساهمتها في الوقاية من سرطان القولون. كما تعد من المحفزات الأولية [13] prebiotics. ومن الاستعمالات الطبية للأنيولينيز هو استعماله في فحص وظائف الكلية. ويرى بعض الباحثين أن للانيولينيز المفرز من الأحياء المجهرية تأثيراً مثبطاً للخلايا السرطانية (5).

هدفت دراستنا الحالية الى تنقية الانزيم بعدة خطوات لغرض التخلص من الملوثات الاخرى معه لغرض اعداده لدراسة مواصفات الانزيم واستخدامه لاحقا في صناعات محلية

2. المواد وطرق العمل:

(جميع المواد الكيمائية مجهزة من شركة oxoid)

(اجريت هذه الدراسة في مختبرات قسم علوم الاغذية – كلية الزراعة – جامعة بغداد)

1.2. إنتاج الأنزيم:

استعملت طريقة المزارع المغمورة لإنتاج الأنزيم، إذ لقحت دوارق زجاجية سعة (300) مل حاوية على (100) مل من الوسط

Inulin yeast extract- Peptone broth IYP

وحضر بإذابة (2) غم من الانيولين مع (5) غم من خلاصة الخميرة (5) غم من الببتون في (1000) مل من الماء المقطر وضبط الرقم الهيدروجيني على 5 ثم عقم بالمؤصدة. لقح بالخميرة (تم عزلها في دراسة سابقة) *Kluyveromyces marxianus* AY2 (10^6) خلية / مل من الوسط، وحضنت في حاضنة هزازة بدرجة حرارة (30) م مدة (24) ساعة وبسرعة (150) دورة / دقيقة. ثم فصلت الكتلة الحيوية عن الوسط بالنبذ المركزي المبرد على سرعة (4000×g)مدة (30) دقيقة بدرجة حرارة (4) م. وأهمل الراسب وعُدّ الراشح المستخلص الخام للأنزيم.

2.2. محلول المادة الأساس:

حضر هذا المحلول بتركيز (3٪) بإذابة (3) غم من الانيولين في كمية قليلة من محلول دارئ الخلات برقم هدروجيني 5 وبتركيز (0.2) مولاري في دورق حجمي سعة (100) مل وأكمل الحجم إلى العلامة بالمحلول الدارئ نفسه، واستعمل مادة أساس لتقدير الفعالية.

3.2. تقدير فعالية الإنزيم:

أتبعت الطريقة المذكورة من [14] في تقدير فعالية الأنزيم بطريقة كاشف حامض (3,5) ثنائي نايترو سالسيلك (3,5-dinitro salicylic acid (DNSA) إذ أضيف (0.1) مل من المستخلص الأنزيمي إلى (0.9) مل من محلول المادة الأساس في حمام مائي بحرارة(30م وأستمر التفاعل مدة (10) دقائق، بعد ذلك أضيف(1) مل من (DNSA) ثم وضعت الأنابيب في حمام مائي مغلي مدة (10) دقائق. بردت مباشرة بالماء. أضيف (10) مل الماء المقطر وقيست الامتصاصية على (540) نانو وبالرجوع إلى المنحنى القياسي للفركتوز تم أستخراج السكريات المختزلة والمتحررة بفعل الأنزيم على المادة الأساس (الانيولين) ومنها تم تقدير فعالية الإنزيم:

عرفت وحدة الفعالية (Unit):- بأنها كمية الإنزيم التي تحرر(1) (99) مايكرو مول من الفركتوز في الدقيقة الواحدة تحت ظروف التجربة.

4.2. تقدير تركيز البروتين:

أتبعت طريقة [14] في تقدير البروتين وباستعمال محلول ألبومين المصل البقري (Bovine Serum Albumin) ومحلول الصبغة (G-250 brilliant blue Commassie) في اعداد المنحى القياسي وقدرت تركيز البروتين في النماذج بنقل (0.1) مل من المحلول الأنزيمي إلى (1) مل من الصبغة ومزجت جيدا وتركت (5) دقائق بحرارة الغرفة وقيست الإمتصاصية على (595) نانو. قدر تركيز البروتين إعتمادا على المنحنى القياسي الذي تم إعداده كما في الفقرة المذكورة آنفاً. أما محلول الكفء (السيطرة) فحضر بالخطوات نفسها، بإستثناء استعمال الماء المقطر بدلا من المحلول الأنزيمي.

5.2. تنقية الأنزيم:

أجريت عملية التنقية لأنزيم الانيولينيز من عزلة الخميرة المنتخبة وذلك بتركيز الأنزيم بوساطة كبريتات الأمونيوم ثم كروموتوكرافيا التبادل الأيوني أعقبها كروموتوكرافيا الترشيح الهلامي وفيما يأتي ملخص لكل من هذه الخطوات:

1.5.2. التركيز بكبريتات الأمونيوم

أجريت عملية التركيز باستخدام نسب مختلفة من كبريتات الأمونيوم لتحديد نسبة الإشباع المثلى لتركيز المحلول الأنزيمي الخام، فوجد إن نسبة الإشباع المثلى تقع بين (30–70٪). وتمت إضافة كبريتات الأمونيوم في حمام ثلجي مع مزج مستمر، ثم أخضع المحلول للنبذ المركزي بسرعة (10000 ×g) لمدة (30) دقيقة، أعقبتها عملية الديلزة لليلة كاملة تجاه الماء المقطر. قدر حجم المحلول وفعالية الإنزيم وتركيز البرتين.

2.5.2. كروموتوكرافيا التبادل الايوني

محلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز (0.5) مولار. محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (0.5) مولار. محلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ بتركيز (0.05) مولار وبرقم هيدروجيني (6). محلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ – كلوريد الصوديوم بتركيز (0.5) مولار وبرقم هيدروجيني (6).

3.5.2. المبادل الايوني ثنائي اثيل امينو اثيل سيفادكس DEAE Sephadex A50:

حضر المبادل الايوني السالب Anion Exchange المجهز من شركة (Pharmacia) السويدية طبقا لما ذكره [14] بتعليق (20) غم منه في (500) مل ماء مقطر مع التحريك المستمر داخل أسطوانة مدرجة وترك ليركد. غسل عدة مرات لإزاحة الدقائق الطافية حتى أصبح السائل العلوي رائقا، ثم علق في محلول حامض الهيدروكلوريك بتركيز (0.5) مولار أعيد غسل المبادل بالماء المقطر لحين التخلص من المحلول السابق. ثم علق بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (0.5) مولار وتم غسله بالماء المقطر عدة مرات، بعدها تمت موازنته بمحلول الفوسفات الدارئ بتركيز (0.05) مولار وبرقم هيدروجيني (6) أجريت عملية إزالة الغازات Degassing بإستخدام مضخة التفريغ ثم عبأ في عمود بأبعاد (1.5×28) سم وتمت موازنته بمحلول الفوسفات الدارئ أيضاً.

6.2. طريقة العمل:

مرر محلول الأنزيم المركز بطريقة كبريتات الأمونيوم على عمود المبادل الايوني السالب DEAE – Sephadex A50 الذي سبق موازنته بمحلول الفوسفات الدارئ جمعت الأجزاء المفصولة من العمود بوساطة جامع الأجزاء بسرعة جريان مقدارها (30) مل / ساعة بواقع (2.5) مل للجزء الواحد.

عند وصول الامتصاصية على طول موجي (280) نانوميتر إلى الصفر ((Base line جرت عملية الاسترداد للبروتينات المرتبطة على المبادل الايوني بوساطة بمحلول الفوسفات الدارئ لمحلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ مذاب فيه كلوريد الصوديوم بتركيز (0.5) مولار وبرقم هيدروجيني 6. بأسلوب التدرج الملحي الخطي بتراكيز ملحية متدرجة من (0.5–0) مولار.

تمت متابعة الإمتصاصية على طول موجي (280) نانوميتر للأجزاء المفصولة من مرحلتي الغسل ((Wash والإسترداد ((Elution كما قدرت الفعالية لتلك الأجزاء، جمعت الأجزاء الفعالة وقيس حجمها وقدرت فعاليتها وتركيز البروتين فيها، وركزت هذه الأجزاء بوضعها داخل كيس ديلزة ورشها بمادة السيفادكس لتهيئتها للخطوة اللاحقة.

1.6.2. كروموتوكرافيا الترشيح الهلامي:

2.6.2. تحضير هلام السيفادكس Sephadex G150

حضر هلام السيفادكس Sephadex G150 على وفقا لتعليمات الشركة المجهزة (Chemicals (Phar-macia Fine بتعليق (20) غم من مسحوق السيفادكس في (500) مل من الماء المقطر ووضع في حرارة (90–85) م° مدة (5) ساعات، ثم غسل بمحلول الفوسفات الدارئ مرتين، بعدها علق بكمية مناسبة من المحلول ذاته، وإزالت

عنه الغازات ((Degassing وعبأ في العمود ليعطي هلاما بأبعاد (1.5× 40) سم وأجريت موازنة العمود بمحلول الفوسفات الدارئ المذكور.

7.2. إضافة النموذج والإسترداد:

مرر المحلول الإنزيمي المركز من خطوة التبادل الايوني على عمود الترشيح الهلامي Sephadex G150 وتم إسترداد الأنزيم بوساطة محلول الفوسفات الدارئ بسرعة جريان مقدارها (12) مل/ ساعة. تمت متابعة الامتصاصية للأجزاء المفصولة على الطول الموجي (280) نانوميتر، فضلا عن تقدير فعالية الإنزيم. جمعت الأجزاء الفعالة وقيس حجمها وقدرت فعاليتها وتركيز البروتين فيها، ثم ركزت بوساطة جهاز التجفيد ووزعت في عدد من أنابيب الاختبار وحفظت بالتجميد لغرض إجراء التجارب المتعلقة بتوصيف الإنزيم.

3. النتائج والمناقشة

1.3. تركيز الأنزيم

إنتج أنزيم الانيولينيز تحت الظروف المثلى المذكورة في الفقرات السابقة. واخضع المستخلص الأنزيمي الخام لسلسلة من خطوات التنقية تمثلت الخطوة الأولى بتركيز الأنزيم للتخلص من نسبة كبيرة من الماء وأستخدم لهذا الغرض كبريتات الأمونيوم في ترسيب البروتينات، لما تتميز بها من خصائص مرغوبة كالذائبية العالية ،وتوفره، وقلة كلفته مقارنة بالمذيبات العضوية [15] الترسيب بالأملاح بفعل معادلة الشحنات الموجودة على سطح البروتين والإخلال بطبقة الماء المحيطة بجزيئات البروتين، إذ يؤدي ذلك إلى ما تعرف بـ Salting out [14] أضيفت كبريتات الأمونيوم بنسبة إشباع (30٪-70٪) وجمع الراسب الناتج من الطرد المركزي واذيب في محلول الفوسفات الدارئ وتمت ديلزته تجاه الماء المقطر وقيس حجمه وفعالية الأنزيم وتركيز البرتينات فيه وحققت هذه الخطوة تنقية للأنزيم بلغت 2.05 مرة وبحصيلة مقدارها (59٪) وكما موضح في الجدول (1).

2.3. كروماتوكرافيا التبادل الأيوني والترشيح الهلامي:

أعقب تركيز الأنزيم بكبريتات الامونيوم خطوة كروموتوكرافيا التبادل الأيوني إذ مرر المحلول الأنزيمي المركز (بعد ديلزته ليلة واحدة) على عمود التبادل الأيوني (A50) DEAE Sephadex والموازن بمحلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ بتركيز (0.05) مولار ورقم هيدروجيني (6).

تم قياس الامتصاصية على طول موجي 280 نانوميتر للأجزاء غير المرتبطة بالمبادل وعند وصول الامتصاصية إلى الخط الصفري (Base line) أجريت عندئذ عملية الإسترداد للأجزاء المرتبطة بالمبادل باستخدام أسلوب التدرج الملحي الخطي ((Linear salt gratient لكلوريد الصوديوم بتراكيز تراوحت (0.5-0) مولار في محلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ بتركيز (0.05) مولار وبرقم هيدروجيني 6 الشكل رقم (1).

جدول (1): خطوات تنقية أنزيم الانيولينيز المنتج من الخميرة **Kluyveromyces marxianus AY2**

الخطوة	الحجم (مل)	الفعالية (وحدة/ مل)	تركيز البروتين (ملغم/ مل)	الفعالية النوعية (وحدة/ ملغم)	الفعالية الكلية (وحدة)	عدد مرات التنقية	الحصيلة ٪
المستخلص الخام	100	3.81	0.44	8.65	381.2	1	100

الترکیز بکبریتات الأمونیوم بنسبة إشباع 30-70٪	21	10.70	0.602	17.77	224.9	2.05	59
التبادل الأیوني DE-AESephadex A50	24	5.43	0.113	48.05	130.37	5.55	34.2
الترشیح الهلامي Sephadex G150	16	6.02	0.041	146.82	96.44	16.97	25.3

ولوحظ خلو القمم التي ظهرت في الأجزاء غير المرتبطة بالمبادل (أجزاء الفصل) من الفعالية الأنزيمية تماماً مما يؤكد إرتباط الأنزيم بالمبادل الأيوني السالب، وان محصلة الشحنات المحمولة على الأنزيم في الظروف المستخدمة هي شحنات سالبة والأجزاء المرتبطة فد أعطت قمة واحدة ذات فعالية أنزيمية من دون القمم الأخرى. جمعت أجزاء هذه القمة واحتسب حجمها وفعالية الأنزيم وتركيز البروتينات فيها، فلوحظ إرتفاع عدد مرات التنقية إثر هذه الخطوة إلى (5.55) مرة وبحصيلة أنزيمية بلغت (34.2٪) وكما موضح بالجدول (1).

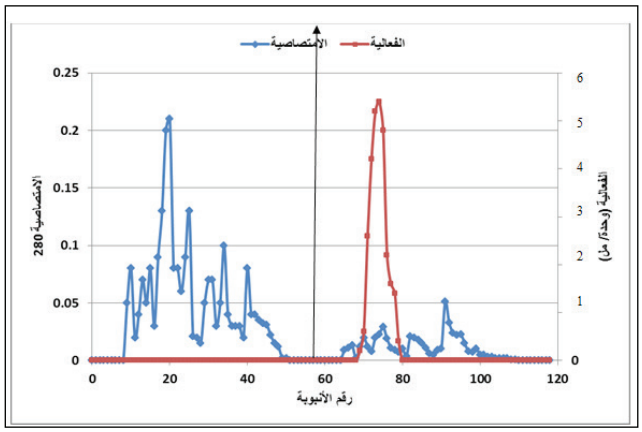
استكملت التنقية بخطوة أخرى هي خطوة الترشيح الهلامي على عمود (G150) Sephadex إذ جرى موازنة العمود والاسترداد بمحلول فوسفات البوتاسيوم الدارئ بتركيز (0.05) مولار برقم هيدروجيني (6). ارتفع عدد مرات التنقية إثر هذه الخطوة إلى (16.97) مرة وبحصيلة أنزيمية مقدارها (25.3٪) ويلاحظ من الشكل (1) أن الأجزاء المستردة تضمنت ست قمم بروتينية واحدة لفعالية الأنزيم كانت متطابقة مع قمة البروتين الثالثة ويعد هذا أحد دلائل نقاوة الأنزيم [14]

ويذكر أن الخطوات المستخدمة لتنقية الأنزيم في المراجع العلمية على درجات عالية من التنوع فقد نقى [16] الانيولينيز المنتج من *Kluyveromyces marxianu-sYS-1* بخطوتين تمثلت بالترسيب بالايثانول أعقبها تمرير البروتينات على عمود الترشيح الهلامي في عمود Sephadex G100 ليجد قمتين بروتينيتين كانت إحداهما تمثل الأنزيم وحصل على عدد مرات تنقية مقدارها (23.5) وبحصيلة أنزيمية (69.3٪).

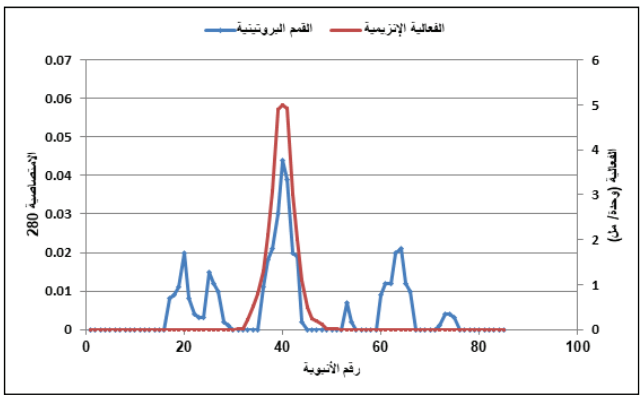
فيما إستخدم [17] كبريتات الامونيوم وبنسبة (80٪) لترسيب الأنزيم المنتج من *Ulocladium atrum* اعقبها DEAE cellulose فزادت النقاوة بمقدار (2.65) مرة. فيما قام [18] بتنقية الانيولينيز من *Streptomyces sp* بترسيبه بكبريتات الامونيوم بنسبة اشباع تراوحت بين (40-80٪) ومن ثم بتمرير الناتج على العمود Macro-Prep DEAE وعلى العمود Sephacryl (S-200) واخيراً استخدم عمود t-Butyl hydrophobic in-teraction فحصل في نهاية هذه الخطوات على حصيلة مقدارها (44.4) وكانت عدد مرات التنقية (5.4) مرة. كذلك قام [19] بتنقية الانيولينيز المنتج من الفطر *Asper-gillus niger* إذ رسب البروتينات باستخدام الكحول الاثيلي (70٪) ومن ثم التبادل الأيوني على عمود DEAE cellulose وحصل على ثلاث صور للأنزيم احدهم كان قد تواجد في احدى القمم البروتينية في مرحلة الغسل (W) وقمتين للفعالية في مرحلة الاسترداد (A,A_1) اهمل الصورة A_1 إذ كانت ذات فعالية ضعيفة ومرر (W وA) على الترشيح الهلامي مرتين باستخدام عمود Sephadex (G150) وحصل على حصيلة أنزيمية لكليهما بلغت (22.5٪).

كذلك استخدم [20] عمود التبادل الأيوني DEAE cel-lulose والترشيح الهلامي باستخدام عمود (G150) Sephadex وحصل على عدد مرات تنقية بلغت (8.1) وبحصيلة أنزيمية مقدارها (33.5٪).

فيما قام [21] بتنقية الانيولينيز المكلون في خميرة *Pichia pastoris* من *Cryptococus aureus HTA* بخطوة واحدة باستخدام كروموتوكرافي الالفة باستخدام عمود Ni–NTA وبلغت عدد مرات التنقية (2.13) مرة وبحصيلة أنزيمية مقدارها (56٪).



شكل (1): كروماتوكرافيا التبادل الأيوني لتنقية الانيولينيز المنتج من خميرة Kluyveromyces marxianus AY2 باستخدام عمود DEAE–Sephadex A50



شكل (2): الترشيح الهلامي لتنقية أنزيم الانيولينيز المنتج من خميرة Kluyvero-myces marxianus AY2 باستخدام عمود Sephadex G150

ويذكر أن الباحثين قد إعتمدوا خطوات متباينة وتقنيات مختلفة لتنقية هذا الأنزيم أو ذاك من الأنزيمات الصناعية أو الطبية ومنها أنزيم الانيولينيز. فقد إتبع [10] ثلاث خطوات لتنقية الأنيولينيز من Staphylococus aureus إشتملت على الترسيب بكبريتات الأمونيوم بنسبة إشباع (70٪)، ومن ثم مرر الناتج على عمود DEAE-Sephadex A50 فظهرت لدية ثلاث قمم بروتينية، إحداها كانت ذات فعالية، أخضع ناتج هذه القمة للترشيح الهلامي باستعمال Sephadex G100 وحصل على قمه بروتينية واحدة تتطابق مع الفعالية وبحصيلة أنزيمية مقدارها (21٪) وعدد مرات تنقية بلغت (31.63) مرة. في حين إستخدم [22] أربع خطوات لتنقية الأنيولينيز المنتج من A. fumigates شملت الترسيب بكبريتات الأمونيوم ومن ثم التبادل الأيوني بواسطة DEAE Sephacel– أعقبها الترشيح الهلامي باستعمال Sephacryl S (200)ومن ثم Sepharose وحصل على عدد مرات تنقية بلغت (25) مرة. كما إستخدم [5] أربع خطوات لتنقية الأنيولينيز المنتج من Penicil-lum janczewskii إذ رسب البروتينات أولاً باستعمال كبريتات الأمونيوم بنسبة إشباع (80–30 ٪) وحصل على عدد مرات تنقية بلغت (1.75) وبعد الديلزة مرر الخليط على عمود المبادل الأيوني MonoQ وحصل على قمتين بفعالية واضحة، لتبلغ عدد مرات التنقية للأولى (0.7) والثانية (1.8)، ثم إستخدم عمود Butyl–Toyopearl وللقمتين البروتينيتين (الانزيم) كلاً على حده لتبلغ عدد مرات التنقية لهما (1.7) و(6) على التوالي. ومن ثم مررهما على عمود الترشيح الهلامي HR Superose (12) لتبلغ عدد مرات التنقية لهما (15 و24) على التوالي. في حين نقى [23] الأنيولينيز من Aspergillus niveus بثلاث خطوات إبتدأها بالترسيب بكبريتات الأمونيوم فحصل على عدد مرات تنقية بلغت (2.63) وبحصيلة أنزيمية مقدارها (73.8٪)، ومن ثم إستخدام المبادل الأيوني DE–52 فظهرت لديه عدد من القمم البروتينية، بيد أن قمة بروتينية واحدة تطابقت مع الفعالية ، ومررت حصيلة هذه القمة

على عمود الترشيح الهلامي Sephadex G75 ليبلغ عدد مرات التنقية (34.65) مرة وبحصيلة أنزيمية مقدارها (53.63٪). وأعتمد الباحث [24] ثلاث خطوات أيضاً لتنقية أنزيم الأنيولينيز المنتج من Rhizoctonia solani، كانت الأولى باستعمال الديلزة والتركيز بوساطة هلام السليكا ثم مرر الخليط على عمود DAEA-Cellulose وحصل على عدد مرات تنقية بلغ (5.21) وبحصيلة أنزيمية مقدارها (17.93٪)، بعدها مرر الناتج على عمود Sephadex G150 فحصل على عدد مرات تنقية بلغ (21.2) وبحصيلة أنزيمية مقدارها (11.67٪). كما إستخدم]25[ثلاث خطوات لتنقية الأنيولينيز (4083) A. terreus CCT شملت الترشيح الفائق كخطوة أولى، أعقبها التبادل الأيوني باستعمال عمود CM-Sepharose ومن ثم باستعمال عمود Phenyl-Sepharose كخطوة أخيرة، فحصل على عدد مرات تنقية بلغت (179) مرة وبحصيلة أنزيمية مقدارها (32٪). في حين مرر 26) الأنزيم من بكتريا Bacillus cereus

بخطوتين للتنقية تمثلت بكبريتات الامونيوم بنسبة اشباع (80٪) وتبادل ايوني على عمود DAEA-Cellulose وحصل على عدد مرات تنقية بلغت (25) مرة وحصيلة انزيمية مقدارها (27.26٪). ولابد من الإشارة أن درجة النقاوة التي يتوخى الباحثون الوصول إليها بالنسبة للأنزيمات التجارية، تختلف بإختلاف الاغراض التي تستخدم فيها هذه الأنزيمات والتي تتباين بين الاستعمالات الطبية والصناعية.

المصادر

[1] Bedi, G.S.; Bedi, M.K. and Bedi, A. Effect of Intermittent Dosing on Production of inulinase from dahlia tubers using Kluyveromyces marxianus . World Jou of Phar and Pha sciences. 3 (7) :716-723, (2014).

[2] Treichel, H.; Mazutti, M.A. ; Filho, F. M. and Rodrigues, M.I. Technical viability of the production,partial purification and characterisation of inulinase using pretreated agroindustrial residues. Bioprocess Biosyst Eng.

[3] Yuan, B. ; Hu, N. ; Sun, J. ; Wang, S. A. and Li, F.L. Purification and characterization of a novel extracellular inulinase from a new yeast species Candida kutaonensis sp.nov.KRF1T. Applied Microbiology and Biotechnology. 1517-1526. .(2012)

[4] Rocha, J.R.; Catana, R.; Ferreira, B.S.; Cabral, J.M.S. and Fernandes, P. Design and characterization of an enzyme system for inulin hydrolysis. Food Chemistry. 95: 77-82. (2006).

[5] Pessoni, A. B. and Rosmeire, A. Purification and properties of exo-inulinases from penicillium janczewskii growing on disrinct carbon source. J. Mycologia. 99(4): 493-503. (2007)

[6] Pandey, A. ; Soccol, C.R. ; Selvakumar, P. ; Soccol, V.T. ; Krieger, N. and Fontana, J.D. Recent developments in microbial inulinases, Applied Biochemistry and Biotechnology. (81): 35-52. (1999)

[7] Gurjeet, S. B. ; Maheshwari, S. and Bedi, M. K. Influence of variable agitation and aeration on inulinase production from Kluyveromyces marxianus. Inter J of Biotech (112): 350-357. (2014).

[8] Harisingh ; Hement, G and Harisingh . production and proprtties of inulinase from penicillium sp.NFCC 2768 grown on inulin-rich vegetal infusions. Bioct Biotran (13):1-8. (2015)

[9] Jing, Y.; Jiaxi, J.; wangming; J. and Yuyang, L. glucose-free fructose production from Jerusalem artichoke using a recombinant inulinant inulinase –secrething saccharomyces cerevisiae strain. Biotech let (33): 147-152. (2011)

[10] Sahira , N. M. Cytotoxic effect of the purified inulinase from locally Isolate Staphylococcus aureus on Hep-2cancer cell line in vitro. J if Bio. Agriu and health. 4 (25): 1-7. (2014).

[11] Zhang, S. ; Yang, F. ; Wang, Q. and Zongbao, K.Z. High-level secretory expression and characterization of the recombinant Kluyveromyces Marxianus inlunase. J. Process Biochemistry (47) :151-155. (2012) .

[12] Lim, S. H.; Ryu, J.M.; Lee, H.; Jeon, J.H.; Sok, D.E. and Choi, E.S. Ethanol fermentation from Jerusalem artichoke powder using Saccharomyces cerevisiae KCCM50549 without pretreatment for inulin hydrolysis. Bioresource Technology. (102): 2109-2111. (2011)

[13] Chi Z.; Chi Z.; Zhang T.; Liu G. ; and Yue L. Inulinase-expressing microorganisms and applications of inulinases, Appl. Microbiol. Biotechnol.(82): 211-220. (2009)

[14] Bradford,M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing principles of protein dye binding. Analytical. Bioch. (72):248-254. (1976).

[15] Volesky, B. and Luong, I. Microbiol enzymes productions, purification and isolation. CRc (Critical Reviews in Biotechnology) . 2: 119-146. (1985).

[16] Singh, P. and Gill, P.K. Production of Inulinases Recent Advances. Food Technol. Biotechnol. 44 (2):151-162. (2006)

[17] El-souod, S.M .A. ; Mohamed, T.M. ; Enab, M.M. Partial Purification of extracellular exo-inulinase from Ulocladium atrum. J of Genetic Engin and Biotech 12 (15): 15-20. (2014).

[18] Laowklom, N. ; Chantanaphan, R. ; and Pinphanichakarn, P. Production Purification and Charaterization of Inulinase from A newly Isolated Streptomyces sp.CP01. Natural Resourcse . (3): 137-144. (2012).

[19] الظويهري، ناجح هاشم كاظم .انتاج وتنقية وتوصيف الانيولينيز من الفطر Aspergillus niger المعزول محليا . اطروحة دكتوراه أكلية الزراعة – جامعة البصرة (2011)

[20] عبد الامير، زينب وليد.أنتاج وتوصيف إنزيم الانيولينيز المنتج من العفن Aspergillus niger بواسطة تخمرات الحالة الصلبة . أطروحة دكتوراه أكلية العلوم –جامعة بغداد. (2008)

[21] Cao, T.S. ; Wang, G.Y.; Chi, Z.; wang, Z.P and Chi, Z.M. Cloning, characteriza-

tion and heterologous expression of the 1NU1 gene from Cryptococcus aureus HYA .J. Gene(516) :255-262. (2013)

[22] Gill, P. K. ; Manhas, R.K. ; Singh, J. and Singh, P. Purification and characterization of an Exoinulinase from Aspergillus fumigatus. Applied Biochemistry and Biotechnology. 117(1): 19-32. (2004).

[23] Motta, C. M.S.; Cavalcanti, M.A. D. and Porto, F.L .A. Aspergellus nivrus Blochwitz 4128URM: New Source for inulinase production. J.Brazilian Archives of Biology and Tech.(3)343-350. (2005)

[24] Ertan, F.; Sanal, E.; Ayesegul, C. and Tulin, K. (2005). Some properties of Inulnase from Rhizoctionia Solani. J. of Biological Sci. 5(3): 330-334.

[25] Coitinho, J.B. ; Valeria, M. ; and Daniel, L. Characterization of am Exoinulinase Product by Aspergillus terreus CCT 4083 Grown on Sugar Cane Bagasse. J. Agric. Food Chem. (58) :8386-8391. (2010)

[26] Meenakshi, S.; Umayaparvathi, S.; Manivasagan, P.; Arumugam, M .; and Balasubramanian, T. Purification and characterization of inulinase from marine bacterium Bacillus cereus MU-31. Ind .J. Geo-Marine Sci. 42 (4): 510-515. (2013).

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (39-50)A, 2018

خصائص نقل الالكترون خلال نقطتين كميتين مقترنتين: تأثير التفاعل غير المباشر

* جنان مجيد المخ، ** هيفاء عبد النبي جاسم، ***محمد عبد الزهرة نجدي
*قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة، البصرة، العراق.
**قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة البصرة، البصرة، العراق.
***مديرية تربية البصرة، البصرة، العراق

تاريخ الاستلام: 7 / 6 / 2017
تاريخ قبول النشر: 23 / 11 / 2017

Abstract

In this paper, we investigate the indirect interaction effect between each quantum dots and other lead, on the electron tunneling properties through created system a serially coupled double asymmetric quantum dots, embedded between two nonmagnetic leads (source and drain). In this treatment, the time independent Anderson-Newns Hamiltonian model is considered as a basis to study the system dynamics and then to derive spin-dependent analytical formula to calculate the tunneling current considering the strong coupling regime, the differential conductance is calculated numerically and discussed in detail. These results review for the current and conductance as a function of bias voltage, for different values of indirect interaction and many values of the exchange interaction between the double quantum dots. And we concluded that when additional values of the positive indirect interaction energy for bias voltage it led to increased distance bias voltage and less the differential conductance, but when additional values of negative indirect interaction energy for bias voltage it led to decrease distance bias voltage and increases the differential conductance.

Keywords

Coupled Double Quantum Dots; Electron transport; indirect interaction.

الخلاصة

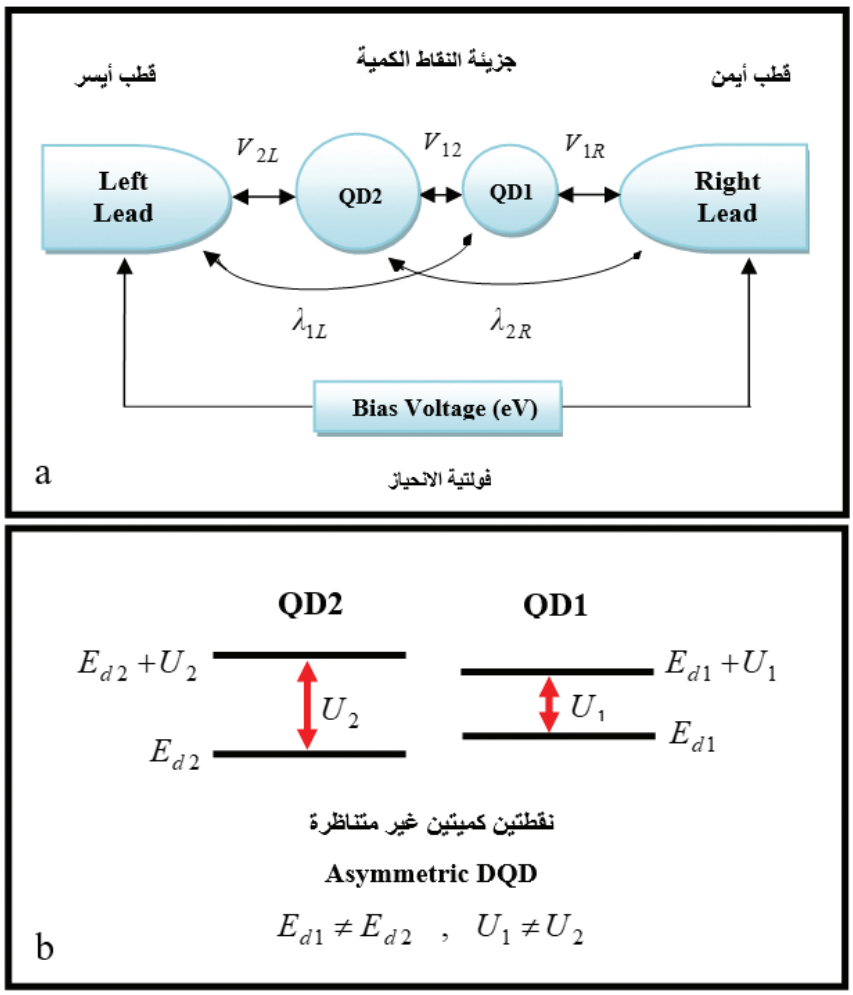
في هذا البحث قدمنا معالجة نظرية لفحص تأثير التفاعل غير المباشر بين كل نقطة كمية والقطب البعيد عنها على خصائص نقل الالكترون خلال نظام مكون من نقطتين كميتين غير متناظرتين مقترنتين بهيئة سلسلة، موضوعة بين قطبين معدنيين غير مغناطيسيين (واهب ومستقبل). في هذه المعالجة اعتمدنا هاملتونين أندرسون- نيونز كأساس لدراسة ديناميكية النظام ومن ثم اشتقاق صيغة تحليلية لحساب تيار النفق والتوصيلية التفاضلية عددياً ونوقشت تفصيلياً. حيث تم استعراض النتائج الخاصة بالتيار والتوصيلية كدالة لفولتية الانحياز ولقيم مختلفة من قيم التفاعل غير المباشر وأيضاً لعدة قيم لتفاعل تبادل البرم بين النقطتين الكميتين. واستنتجنا أنه عند اضافة قيم طاقة التفاعل غير المباشر الموجبة الى فولتية الانحياز فأن ذلك يؤدي الى زيادة فاصلة فولتية الانحياز وتقل التوصيلية التفاضلية، اما عند اضافة قيم طاقة التفاعل غير المباشر السالبة الى فولتية الانحياز فأن ذلك يؤدي الى نقصان فاصلة فولتية الانحياز وتزداد التوصيلية التفاضلية.

الكلمات المفتاحية

النقطتين الكميتين المقترنتين، نقل الالكترون، التفاعل غير المباشر.

1. المقدمة: Introduction

خصائص نقل الالكترون خلال نقطتين كميتين مقترنتين تعد من الظواهر المهمة التي جذبت الاهتمام مؤخراً [1-5] وذلك بسبب كون هذه التراكيب هي أنظمة مثالية لدراسة التفاعلات الاساسية بين الالكترونات والبرم [6-8]. وأحد هذه التطبيقات والتي تخص النقاط الكمية المزدوجة هو استخدامها في تكنلوجيا الحوسبة الكمية Quantum Computer [9,10]. كما يمكن استخدام نظام النقاط الكمية المزدوجة في البيئة ككاشف للضوضاء [11]، كما وظفت النقاط الكمية في المعالجة البرمية البصرية Optical Spin manipulation [12]. وتستخدم طبقة من النقاط الكمية لتكوين ثنائي النفق الرنيني والذي يعتبر أهم التطبيقات العملية المهمة والخاصة بالكشف عن الفوتونات المفردة[13] . إن خصائص نقل الالكترون والتي تم حسابها نظرياً للنظام Left Lead- QD2-QD1-Right Lead والتي استعرضت بصورة مفصلة في عملنا السابق [14]، قد تم استخدامها لدراسة تأثير ادخال التفاعل الغير مباشر (indirect interaction effect) بين كل نقطة كمية والقطب البعيد عنها (λ^{σ}_{1L} , λ^{σ}_{2R}).



الشكل (1): (a) يستعرض نظام نقطتين كميتين غير متناظرتين مقترنتين بهيئة سلسلة موضوعة بين قطبين أيمن وأيسر موضحاً فيه طاقة التبادل الغير مباشر بين كل نقطة كمية والقطب البعيد و (b) مخطط الطاقة لنقطتين كميتين غير متناظرتين.

2. الأنموذج الحسابي: The Model Calculation

في هذا البحث سنستخدم نظاماً مكوناً من نقطتين كميتين غير متناظرتين مقترنتين بهيئة سلسلة كما في الشكل (1a). في نظام النقطتين الكميتين الغير متناظرتين تكون معدلات نفق الالكترون الى المنطقة الفعالة (منطقة النقاط الكمية) ومنها مختلفة لذا من المتوقع ان يكون هنالك مظاهر مختلفة علماً بأن اختلاف معدلات النفق هو بسبب اختلاف النقطتين الكميتين.

في هذا البحث ستتم دراسة خصائص نقل الالكترون بالاعتماد على دوال كرين المعتمدة على البرم للنقطة الكمية الواحدة. وبالاعتماد على انموذج اندرسون غير المعتمد على الزمن يمكن تحديد تفاعلات الاقتران بتفاعلين اساسين هما [15-17]:

A. التفاعل المباشر (direct interaction) V_{12} بين QD1 و QD2 حيث تظهر هذه الطاقة بسبب انتقال الشحنة الالكترونية وإعادة توزيعها بين النقطتين بسبب قربهما من بعض [18].

B. التفاعل غير المباشر (indirect interaction) λ_{ia} بين النقطتين الكميتين عبر مستويات حزمة الطاقة للقطب والناتج بسبب الاضطراب المتبادل بين النقطتين الكميتين من خلال القطب لكون النقاط الكمية قريبة من بعضها [19-20].

الجدير بالذكر ان هذا التفاعل يرمز له عادة بالرمز $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ حيث يكون دالة للبرم بسبب اعتماده على دالة التعريض لمستوي النقطة الكمية $\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}$ وفقا لما يلي [21]:

$$\lambda^{\sigma}_{12}(E,Z,X) = -i\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}(E,Z)\sin(KX)/KX \quad (1)$$

حيث تمثل X المسافة بين النقاط الكمية. وبإهمال اعتماد $\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}$ على الطاقة [22] فأن دالة التعريض تأخذ الصيغة الاتية [23]:

$$\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}(X,Z) = \Gamma_{0i} e^{-2\alpha^{\sigma}_{i} z} \quad (2)$$

يمثل Γ_{0i} دالة التعريض عند القطب $(Z=0)$ بينما تعطى $\acute{a}^{\acute{o}}_{i}$ (بالوحدات الذرية) بالصيغة التالية [24]:

$$\alpha^{\sigma}_{i}(X,Z) = \sqrt{2\left|E^{\sigma}_{di}\right|} \quad (3)$$

ويعرف زخم الالكترون (K) الوارد في العلاقة (1) بدلالة عمق حزمة الطاقة للمعدن u_0 وفقا لما يأتي:

$$K = \sqrt{2u_0} \quad (4)$$

وبذلك فأن حد التداخل بين النقطتين الكميتين بوجود التفاعل الغير مباشر يكون:

$$V^2_{12} = \left| V_{12} + \lambda^{\sigma}_{12} \right|^2 \quad (5)$$

3. حسابات خصائص النقل للإلكترون:

أن التيار المار من القطب الايسر الى القطب الايمن خلال المنطقة الفعالة (جزيئة النقطتين الكميتين)، وفي حالة عدم الاتزان وتحت تسليط فولتية انحياز (eV_{bias}) يمكن ان يحسب من العلاقة [25-27]:

$$I = \frac{e}{\hbar}\sum_{\sigma}\int_{\mu_R}^{\mu_L} dE\ \Gamma^{\sigma}\rho^{\sigma}(E) \quad (6)$$

وعند تسليط جهد انحياز eV_{bias} على القطبين فأن ذلك يؤدي الى تغيير مواقع الجهد الكيميائي للقطبين حيث يكون:

$$\grave{e}V_{bias} \acute{+} \quad _L = - \quad _R \quad (7)$$

علما بأن $\tilde{n}^{\acute{o}}(E)$ و $\tilde{A}^{\acute{o}}$ في العلاقة (6) تعطى بما يلي:

$$\tilde{n}^{\acute{o}}(\tilde{E}) = \tilde{n}^{\acute{o}}_{1R}(E) + \tilde{n}^{\acute{o}}_{2L}(E) \quad ; \quad {}^{\acute{o}} = \frac{\tilde{A}^{\acute{o}}_{2L}\tilde{A}^{\acute{o}}_{1R}}{\tilde{A}^{\acute{o}}_{2L} + \tilde{A}^{\acute{o}}_{1R}} \quad (8)$$

حيث ان $\tilde{n}^{\acute{o}}_{1R}(E)$, $\tilde{n}^{\acute{o}}_{2L}(E)$ تمثل كثافة الحالات الالكترونية للنقطة الكمية i على القطب $\acute{a}$ وللبرم $\acute{o}$ وتحسب بدلالة دوال كرين $G^{\acute{o}}_{\acute{a}}(E)$:

$$\tilde{n}^{\acute{o}}_{1R}(E) = -\frac{1}{\delta}\mathrm{Im}G^{\acute{o}}_{1R}(E) \quad ; \quad \tilde{n}^{\acute{o}}_{2L}(E) = -\frac{1}{\delta}\mathrm{Im}G^{\acute{o}}_{2L}(E) \quad (9)$$

$G^{\acute{o}}_{\acute{a}}(E)$ تمثل دوال كرين للنقطة الكمية i والبرم $\acute{o}$

بسبب الاقتران مع القطب $\acute{a}$ والتي تمت كتابتها بالاستفادة من المصدر [28] بالصيغة التالية:

$$G^{\acute{o}}_{2L}(E)=\frac{1}{\tilde{\text{A}}}\left\{\frac{(1-W^{\acute{o}}_{2}/V^{\acute{o}}_{2})}{(E(-E^{\acute{o}}_{2+})+i\ ^{\acute{o}}_{2L}\tilde{\text{A}}}+\frac{(1+W^{\acute{o}}_{2}/V^{\acute{o}}_{2})}{E-E^{\acute{o}}_{2-}+i\ ^{\acute{o}}_{2L}}\right\} \quad (10b)$$

$$G^{\acute{o}}_{1R}(E)=\frac{1}{\tilde{\text{A}}}\left\{\frac{(1+W^{\acute{o}}_{1}/V^{\acute{o}}_{1})}{(E(-E^{\acute{o}}_{1+})+i\ ^{\acute{o}}_{1R}\tilde{\text{A}}}+\frac{(1-W^{\acute{o}}_{1}/V^{\acute{o}}_{1})}{E-E^{\acute{o}}_{1-}+i\ ^{\acute{o}}_{1R}}\right\} \quad (10a)$$

تمثل $\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}$ التعريض في مستوي طاقة النقاط الكمية i بسبب الاقتران مع القطب ($\acute{a}$) وهي دالة لطاقة النظام والمسافة بين النقطة الكمية والقطب. باستخدام تقريب الحزمة العريضة (Wide Band) للأقطاب الأيمن والأيسر، فأن دوال التعريض $\Gamma^{\sigma}_{i\alpha}$ تكون غير معتمدة على الطاقة [29,30]. اما الطاقات $E^{\acute{o}}_{i\pm}$ فتعرف بما يلي [31] :

$$E^{\acute{o}}_{i\pm}=E_i+U_i n^{-\acute{o}}-Jn^{\acute{o}}\pm V_i^{\acute{o}}$$
$$E^{-\acute{o}}_{i\pm}=E_i+U_i n^{\acute{o}}-Jn^{-\acute{o}}\pm V_i^{-\acute{o}} \quad (11)$$

تمثل U_i طاقة تفاعل كولوم التنافري ذات البرم المتعاكس للنقطة الكمية QDi (انظر الشكل (1b)).

يعطى $V_i^{\acute{o}}$ بالعلاقة التالية :

$$V_i^{\acute{o}}=\sqrt{V_{12}^2+(W_i^{\acute{o}})^2} \quad ; \quad W_i^{\acute{o}}=U_i M^{\acute{o}}+JM^{\acute{o}} \quad (12)$$

حيث أن

$$n^{\acute{o}}=\frac{n^{\acute{o}}_{d1}+n^{\acute{o}}_{d2}}{2} \quad ; \quad M^{\acute{o}}=\frac{n^{\acute{o}}_{d1}-n^{\acute{o}}_{d2}}{2} \quad (13)$$

$n^{\acute{o}}_{di}$ تمثل اعداد اشغال النقطة الكمية QDi .

بعد تعويض $\tilde{n}^{\acute{o}}_{\acute{a}}(E)$ المحسوبة من العلاقة (9) بالعلاقة (8) واستخدام $\tilde{n}^{\acute{o}}_{\acute{a}}(E)$ بالعلاقة الخاصة بالتيار (علاقة (6)) نحصل على صيغة تحليلية للتيار المار بالنظام في الصيغة التالية:

$$I=\frac{-e}{\hbar}\sum_{\sigma}\sum_{j=+,-}[\Gamma^{\sigma}S^{\sigma}_{1j}\tan^{-1}(\frac{\mu_R-E^{\sigma}_{1j}}{\Gamma^{\sigma}_{1R}})-\Gamma^{\sigma}S^{\sigma}_{1j}\tan^{-1}(\frac{\mu_L-E^{\sigma}_{1j}}{\Gamma^{\sigma}_{1R}})$$
$$+\Gamma^{\sigma}S^{\sigma}_{2j}\tan^{-1}(\frac{\mu_R-E^{\sigma}_{2j}}{\Gamma^{\sigma}_{2L}})-\Gamma^{\sigma}S^{\sigma}_{2j}\tan^{-1}(\frac{\mu_L-E^{\sigma}_{2j}}{\Gamma^{\sigma}_{2L}})] \quad (14)$$

اما الدوال $S^{\acute{o}}_{j}$ فتم تعريفها بالعلاقات التالية:

$$S^{\acute{o}}_{1j}=\frac{1}{2\delta}(1+j\frac{W^{\acute{o}}_{1}}{V^{\acute{o}}_{1}}) \quad ; \quad S^{\acute{o}}_{2j}=\frac{1}{2\delta}(1-j\frac{W^{\acute{o}}_{2}}{V^{\acute{o}}_{2}}) \quad (15)$$

اما التوصيلية التفاضلية فقد تم حسابها عددياً باستخدام طريقة الفروقات المحددة [32-34]:

$$G_{diff}=\frac{\partial I}{\partial(eV_{bias})} \quad (16)$$

4. النتائج والمناقشة: Results and discussion

في دراستنا سنركز على نظام غير متناظر مكون من نقطتين كميتين غير متماثلتين ومقترنتين الى قطبين (أيمن وأيسر). حيث ركزنا فقط على نهج الاقتران القوي الذي يكون فيه $V_{12}>$ وان قيم $\Gamma^{\sigma}_{1R}\neq\Gamma^{\sigma}_{2L}$ وبمعدل اقتران غير متساوٍ لكل منهما، اي معدل نفق الالكترون من القطب الايسر الى المنطقة الفعالة اقل من معدل نفق الالكترون من المنطقة الفعالة الى القطب الايمن حيث اخذ بالحالة التي يكون فيها $\Gamma^{\sigma}_{1R}\neq\Gamma^{\sigma}_{2L}$. لغرض حساب تيار النفق والتوصيلية قمنا اولاً بحساب اعداد الاشغال للنقاط الكمية $n^{\acute{o}}_{di}$ ومستويات الطاقة المقابلة لها $E^{\acute{o}}_{di}$ وكذلك " مستويات الطاقة الخيالية الجزيئية " $E^{\acute{o}}_{i\pm}$ ، أذ حسبت اعداد الأشغال ومستويات الطاقة كلها كدالة لفولتية الانحياز eV_{bias} على الاقطاب حيث $\mu_L=\mu_R=-eV_{bias}$. أن فولتية الانحياز تعمل عادة على تغيير مواقع الجهود الكيميائية μ_L و μ_R بالنسبة لمستوى طاقة النقطة الكمية. اما المعاملات الخاصة بحساباتنا فكانت كالآتي: $E_1=0.05$ eV و $E_2=-0.1$ eV و $\Gamma^{\sigma}_{1R}=0.2$ eV و $\Gamma^{\sigma}_{2L}=0.1$ eV و $V_{12}=0.3$ eV وطاقة تفاعل كولوم التنافري على النقاط الكمية فكان مساوياً الى $U_1=0.05$ eV و $U_2=0.09$ eV . اما تفاعل التبادل في البرم بين النقطتين الكميتين فيأخذ القيم التالية $J=(0,\ \pm0.1,\ \pm0.2,\ \pm0.3,\ \pm0.4)$ eV

ولكل قيم التفاعل غير المباشر المختارة $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}=(\pm0.1,\pm0.2)$.

الملاحظ من الاشكال الخاصة بالتيار ((a(10-2)) انه ذو سلوك درجي stair case للمنطقة الواقعة بين $(\pm V_{12}=0.3$ eV) وخاصة لقيم التفاعل غير المباشر الموجبة اما للقيم السالبة فأنه ذو سلوك خطي للمنطقة

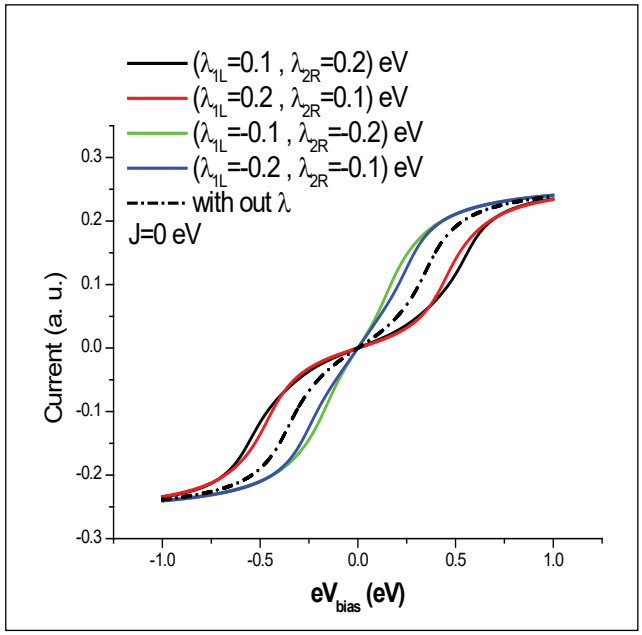
$(\pm V_{12} = 0.3\ \text{eV})$ وهذا السلوك يكون اوضح عندما $(\lambda^{\sigma}_{2R} = 0.1\ \text{eV},\ \acute{e}^{\acute{o}}_{1L} = 0.2\ \text{eV})$. حيث يوضح هذا السلوك منطقة حصار كولوم والتي تعني ان الكترون واحد سوف ينفق خلال منطقة الحاجز وبذلك يحدث اخماد للتيار عند قيم فولتيات الانحياز الصغيرة، وفي حالة الحصار لا تكون هنالك مستويات طاقة للنقطة الكمية متوفرة ضمن مدى نفق الالكترون، كل المستويات تكون في حالة طاقة ادنى ومملوءة حيث هذه الظاهرة تعطي امكانية استخدام النظام كمفتاح الكتروني.

الجدير بالذكر انه لكي يكون التيار في حساباتنا بالوحدات الذرية $(e = \hbar = 1)$ يجب ان نقسم كل قيمة من قيم التيار على (27.21).

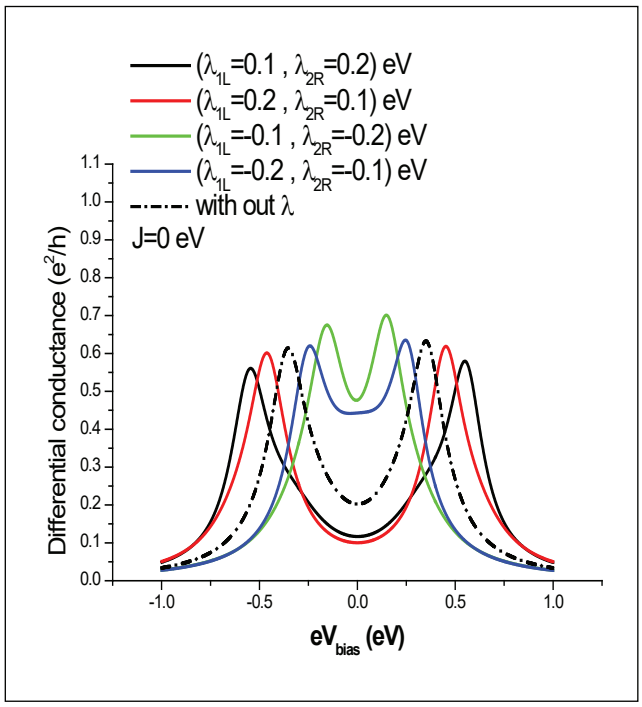
اما بالنسبة للتوصيلة التفاضلية فأنها تكون متناظرة حول العمود المار في نقطة الاتزان $eV_{bias} = 0$ لقيم $J \le 0.2\ \text{eV}$ الاشكال (2b,3b,5b) ولقيم $J \ge 0.2\ \text{eV}$ فأنها تكون غير متناظرة حول العمود المار في نقطة الاتزان مع ظهور قمم جديدة للتوصيلية التفاضلية والتي تدل على ان طبيعة التفاعل بين النقطتين تجاذبي.

الواضح من اشكال التوصيلية التفاضلية انها ذات قيمة دنيا تقع عند $eV_{bias} = 0$ وقيمتان عظمى لقيم $J \le 0.2\ \text{eV}$ ذات مواقع مختلفة بالاعتماد على قيم $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ فيما اذا كانت سالبة او موجبة، عندما تكون $|J| < 0.2\ \text{eV}$ فأنها تكون ذات قمة واحدة وخاصة لقيم التفاعل غير المباشر $(\lambda^{\sigma}_{2R} = -0.2\ \text{eV}, \lambda^{\sigma}_{2L} = -0.1\ \text{eV})$ والتي تدل على أن طبيعة التفاعل بين النقطتين تنافري، وبذلك تسلك النقطتين كما لو كانت نقطة كمية واحدة. عند استخدام $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ سالبة هذا يعني نقصان قيمة V_{12} وبالتالي سوف تقل فاصلة فولتية الانحياز. بينما اذا كانت $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ موجبة فأن قيمة التوصيلية عند نقطة الاتزان تكون اقل مما عليه في حالة $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ السالبة ولجميع قيم J المختارة. كما أن فاصلة فولتية الانحياز لقيم $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ الموجبة اكبر من الحالة التي يتم فيها اهمال تأثير التفاعل غير المباشر. أما في حالة $\lambda^{\sigma}_{i\alpha}$ السالبة فأن هذه الفاصلة اقل من الحالة التي يتم فيها اهمال تأثير التفاعل غير المباشر.

هذه الملاحظات مفيدة جداً لدعم مظاهر الجهاز النانوي الذي يعتمد في عمله على تفاعل نقطتين كميتين.

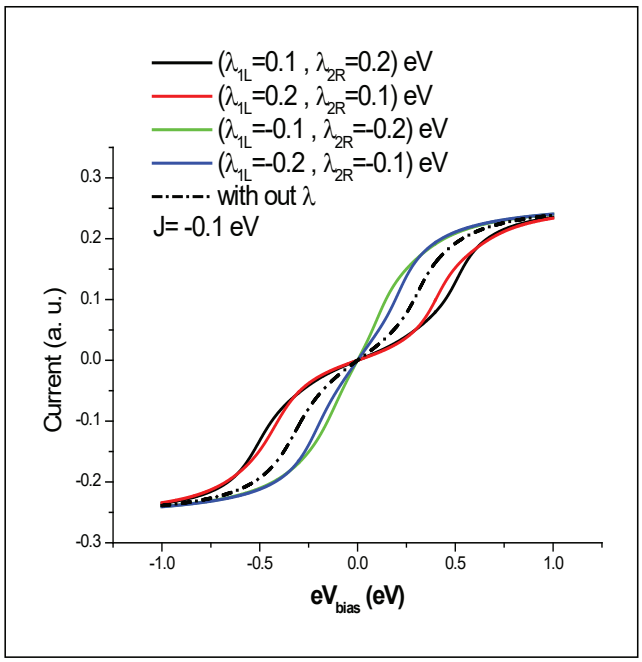


a

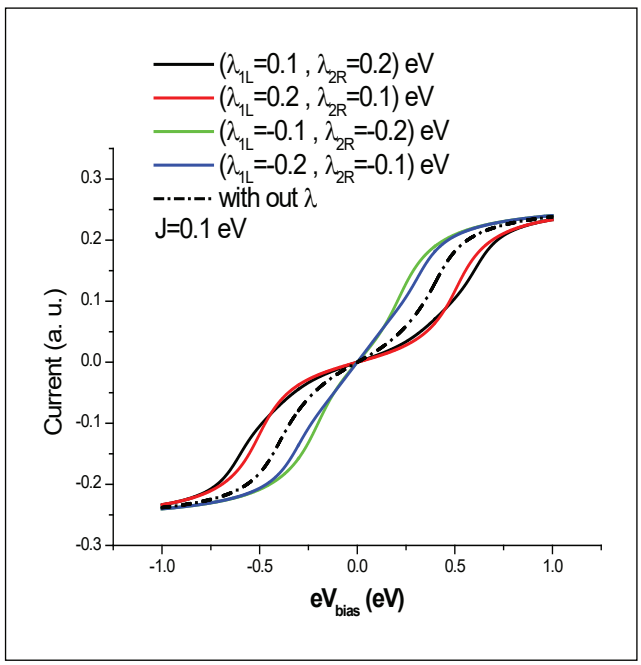


b

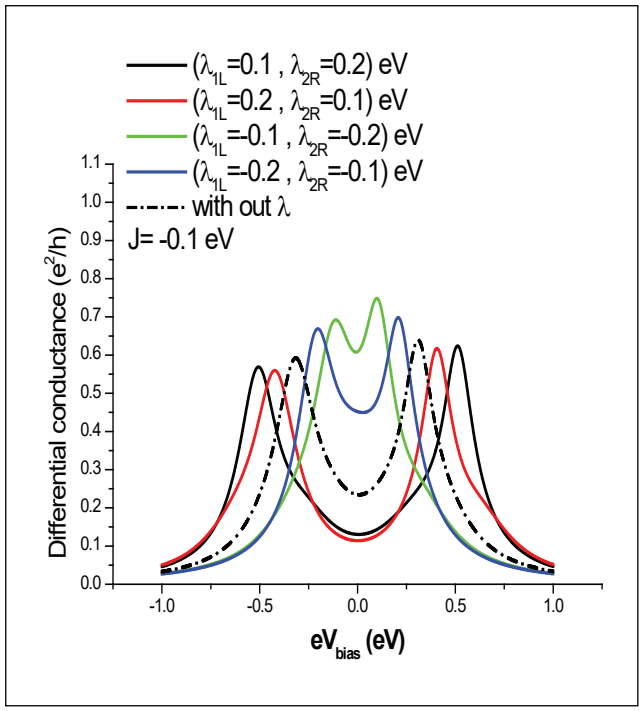
الشكل (2): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = 0\ \text{eV}$.



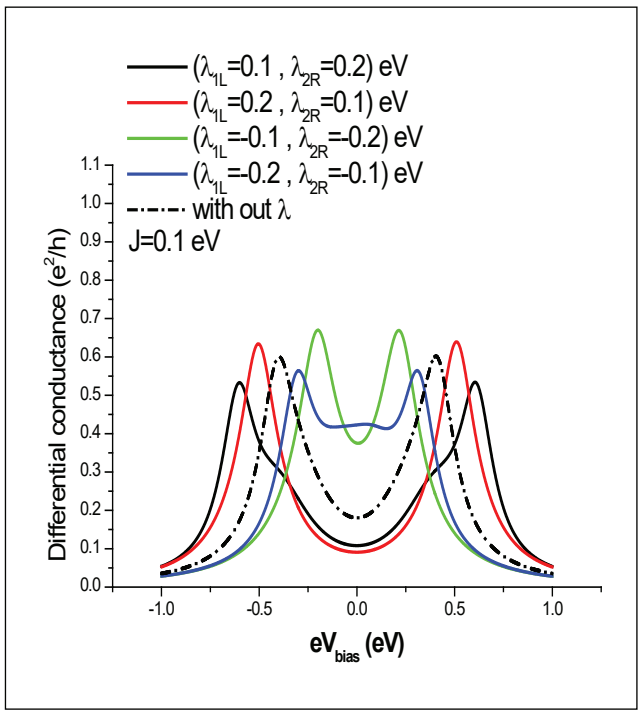
a



a



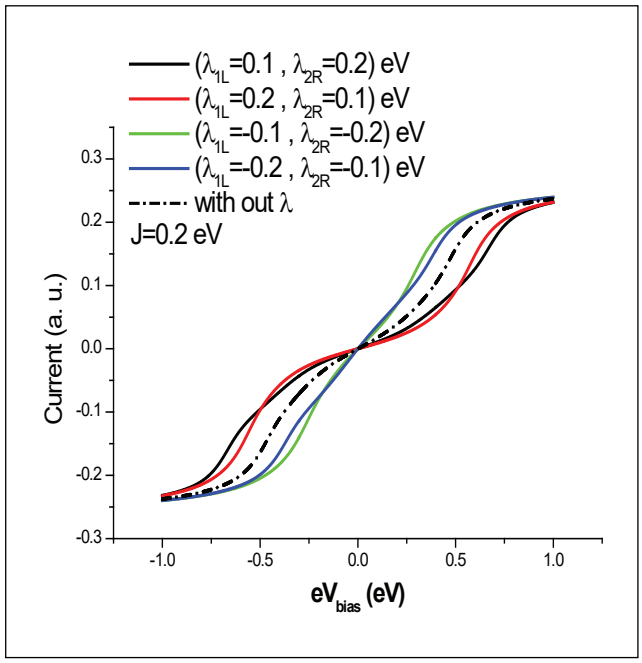
b



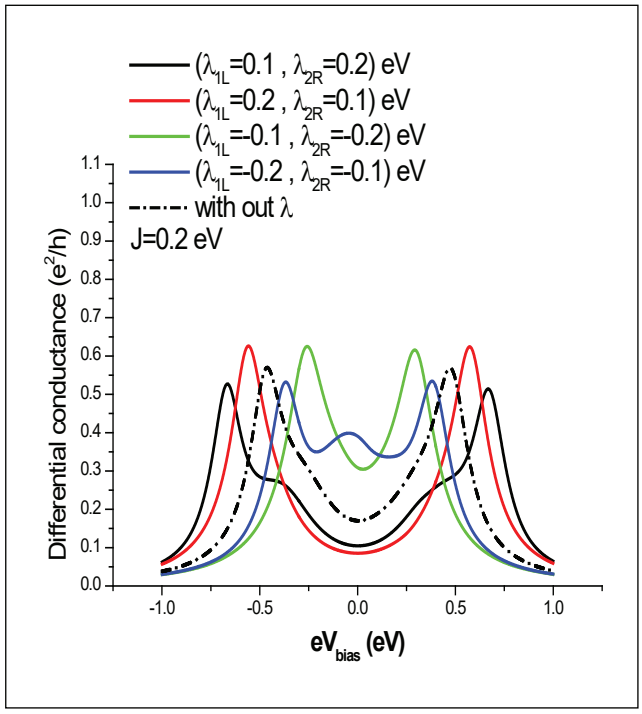
b

الشكل (3): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = 0.1$ eV .

الشكل (4): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = -0.1$ eV .

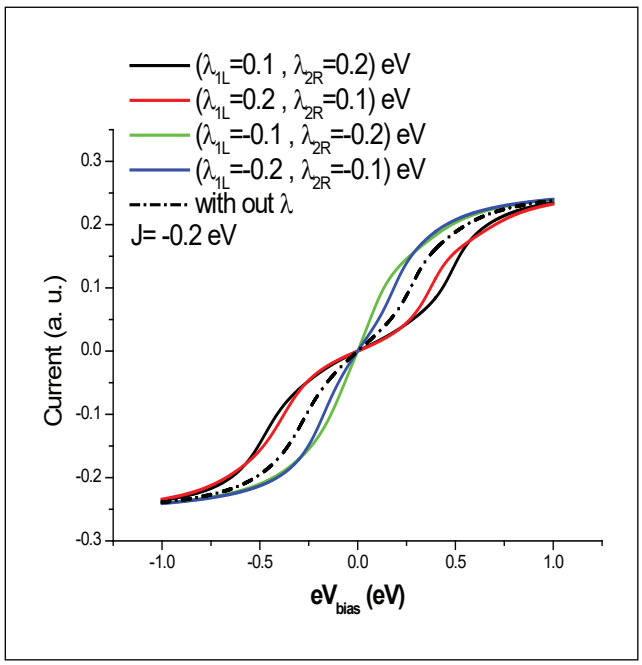


a

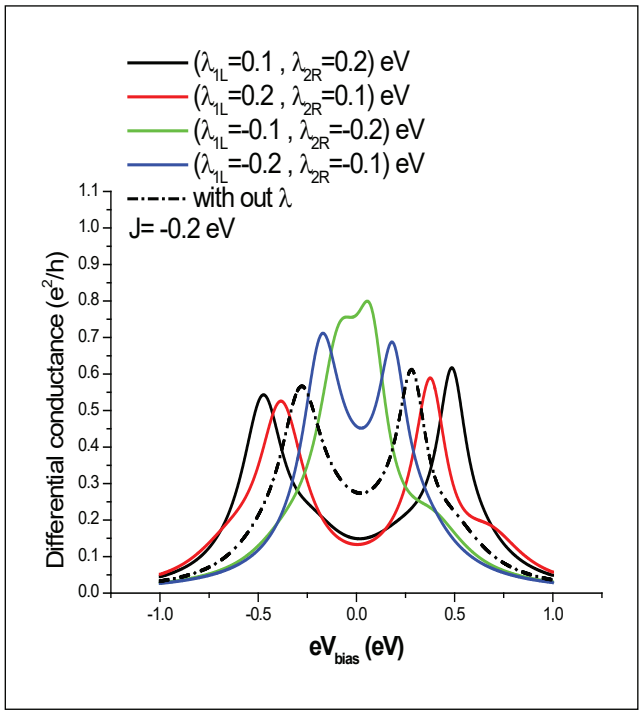


b

الشكل (5): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = 0.2$ eV .

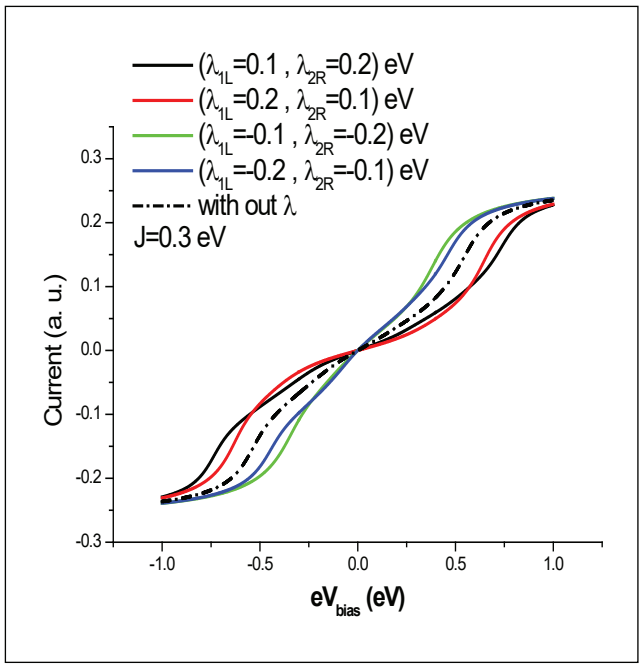


a

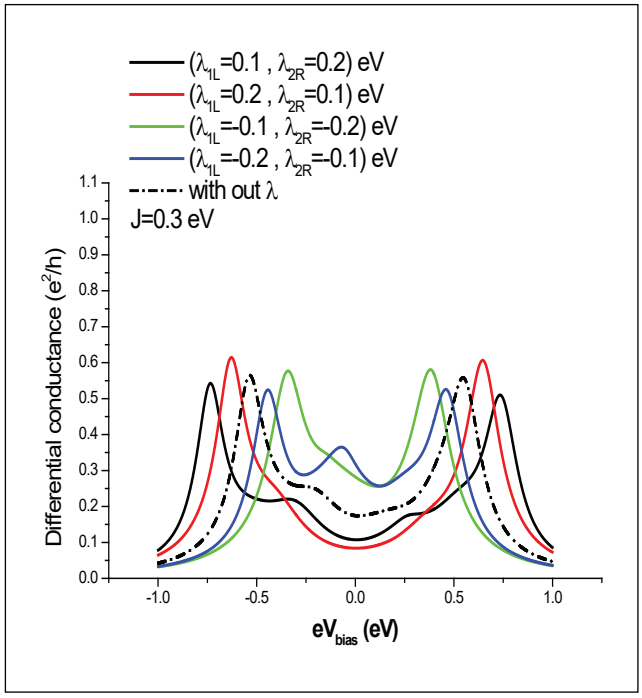


b

الشكل (6): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = -0.2$ eV .

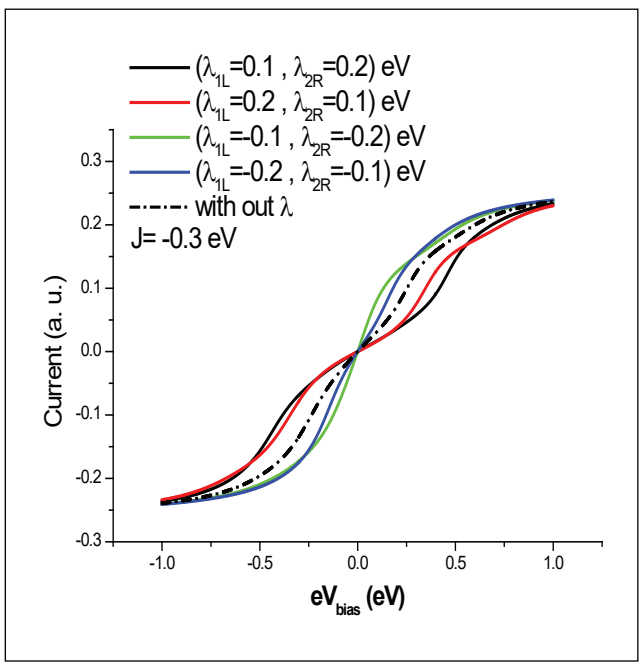


a

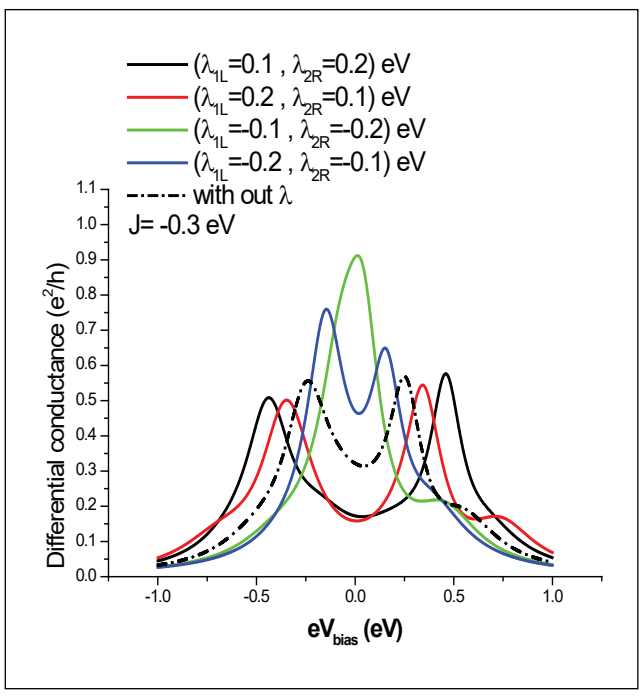


b

الشكل (7): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = 0.3\ eV$.

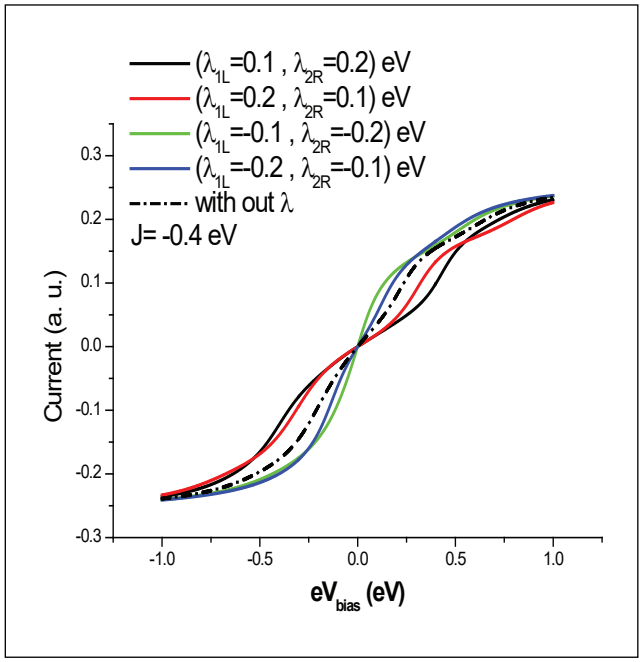


a

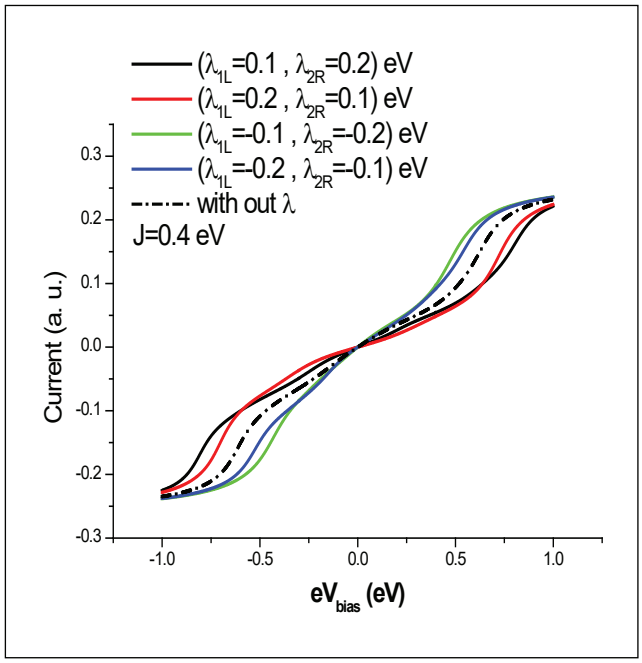


b

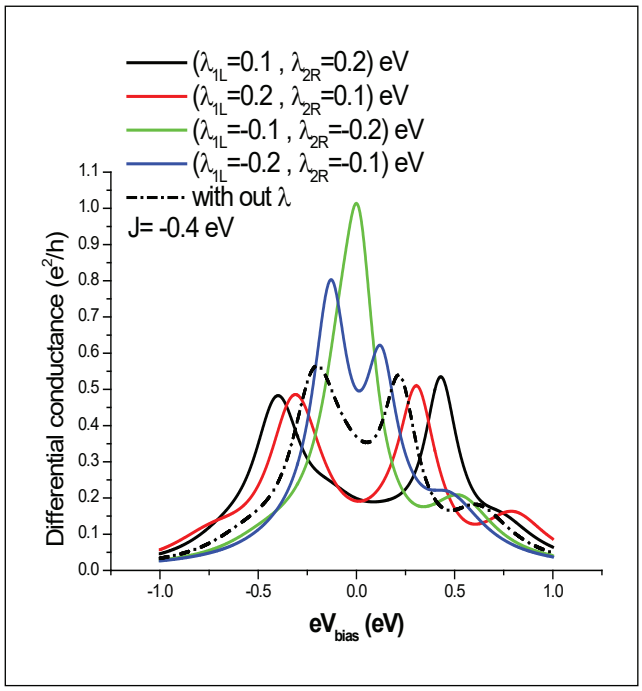
الشكل (8: (a)) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = -0.3\ eV$.



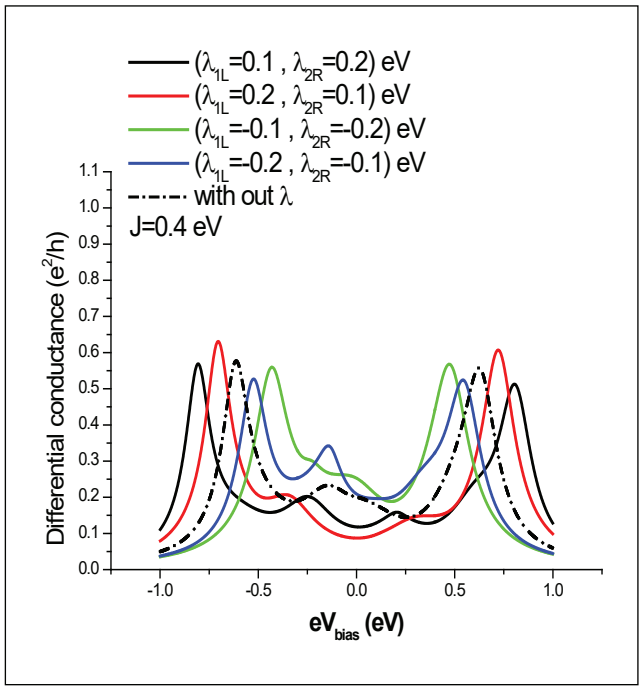
a



a



b



b

الشكل (9): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = 0.4\ eV$.

الشكل (10): (a) يوضح التيار كدالة لفولتية الانحياز و (b) التوصيلية التفاضلية كدالة لفولتية الانحياز عندما: $J = -0.4\ eV$.

المصادر:

[1] Golovach, V. N., Loss, D., Phys. Rev. B 69 , 245327, (2004).

[2] McClure, D. T., DiCarlo, L., Zhang,Y., Engel, H. A., Marcus, C. M., Hanson, M. P., Gossard, A. C., Phys. Rev. Lett. 98, 056801, (2007).

[3] Kuo, D. M. T., Chang, Y., Phys. Rev. B 89, 115416, (2014).

[4] Li, R., Hudson, F. E., Dzurak, A. S., Hamilton, A. R., Nano Lett., 15 (11), pp. 7314–7318, (2015).

[5] Tsukanova, A. V., Chekmachevb, V. G., Russ. Micro. Vol. 45, No. 1, pp. 1–10, (2016).

[6] Wolf, S. A., Awschalom, D. D., Buhrman, R. A., Daughton, J. M., Von Molnar, S., Roukes, M. L., Chtchelka, A. Y., Treger, D. M., Sci. 294, 1488, (2001).

[7] Awschalom, D. D., Loss, D., Samarth, N., "Semiconductor Spintronics and Quantum Computation", Spr., Berlin, (2002).

[8] Maekawa, S., Shinjo, T., "Spin Dependent Transport in Magnetic Nanostructures", Taylor & Francis, London, (2002).

[9] Liu, Y. Y., Stehlik, J., Eichler, C., Gullans, M. J., Taylor, J. M., Petta, J. R., Sci. Vol. 347, Issue 6219, pp. 285-287, (2015).

[10] Baart, T. A., Eendebak, P. T., Reich, C., Wegscheider, W., Vandersypen, L. M. K., Appl. Phys. Lett., Vol. 108, Issue 21, (2016).

[11] Shi, P., Hu, M., Ying, Y., Jina, J., AIP Advances 6, 095002, (2016).

[12] Kim, D., Economou, S. E., Badescu, S. C., Scheibner, M., Bracker, A. S., Bashkansky, M., Reinecke, T. L., Gammon, D., Naval Research Laboratory, 4555 Overlook Ave, SW, Washington, D.C., 20375, (2013).

[13] Li, H. W., Kardynal, B. E., See, P., Shields, A. J., Simmonds, P., Beere, H. E., Ritchie, D. A., Appl. Phys. Lett. 91, 073516, (2007).

[14] Najdi, M. A., AL-Mukh, J. M., Jassem, H. A., Journal of Bas. Res. (Sciences), Vol. (42). No. (1) B, (2016).

[15] Stepanyuk, V. S., Niebergall, L., Baranov, A. N., Hergert, W., Bruno, P., Comp. Mat. Sci. 35, pp. 272 – 274, (2006).

[16] Stepanyuk, V. S., Niebergall, L., Longo, R. C., Hergert, W., Bruno, P., Phys. Rev. B 70, 075414, (2004).

[17] Pietzsch, O., Kubetzka, A., Bode, M., Wiesendanger, R., Phys. Rev. Lett. 92, 057202, (2004).

[18] Slater, J. C., "Quantum Theory of Molecules and Solid", Vol.1, McGraw- Hill BookCompany, INC, New York, (1960).

[19] Grimley, T. B., Proc. of Phys. Soc., 90, 751-764, (1967).

[20] Lebosse, J. A., Lopez, J., Rousseau-Violet, J., Surf. Sci. 81, L329-L332, (1979); Lebosse, J.C., Lopez, J., Rousseau-Violet, J., Surf. Sci. 81, 329-332,

(1979).

[21] Alexander, S., Anderson, P. W., Phys. Rev., 133, 6, A1594, (1964).

[22] Newns, D. M., Phys. Rev. 178, 1123, (1969).

[23] Kjollerstorm, B., Scalapino, D. J., Shrieffer, J. R., Phys. Rev., 148(2), 665, (1966).

[24] [24] Grimley, T. B., Jyothibhasu, V. C., Surf. Sci., 124, 305, (1983).

[25] Fujii, T., Ueda, K., Phys. E 22, 498-501, (2004).

[26] Hershfield, S., Davies, J. H., Wilkins, J. W., Phys. Rev. Lett. 67, (1991).

[27] Hershfield, S., Davies, J. H., Wilkins, J. W., Phys. Rev. B 46, 7046, (1992).

[28] Tafarner, W. T., Davision, S. G., Cha. Phys. Lett., 269, 171, (1997).

[29] Sulston, K. W., Amos, A. T., Davision, S. G., Surf. Sci. 197, L555-L566, (1989).

[30] Sulston, K. W., Amos, A. T., Davision, S. G., Phys. Rev. B 37, No.16, (1988).

[31] Muda, Y., Bull-Nara. Unv. Educ., 32, 2, 85, (1983).

[32] Nielsen, S. K., Brandbyge, M., Hansen, K., Stokbro, K., van Ruitenbeek, J. M., Besenbacher, F., Phys. Rev. Lett. 89, 066804, (2002).

[33] Smit, R. H. M., Noat, Y., Untiedt, C., Lang, N. D., van Hemert, M. C., Ruitenbeek, J. M., Nat. 419, 906, (2002).

[34] Thygesen, K. S., and Jacobsen, K.W., Phys. Rev. Lett. 94, 036807, (2005).

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (51-60)A, 2018

تحضير بولي استرات اليفاتية وأروماتية من الاثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك وتطبيقها للأغراض الصناعية

داخل ناصر طه*، خضير جواد كاظم* ، حذام عبدعلي عبد الحسين**

*قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة بابل، العراق

** فرع الفسلجة والادوية البيطرية، كلية الطب البيطري، جامعة كربلاء، العراق.

تاريخ الاستلام: 5 / 3 / 2017

تاريخ قبول النشر: 21 / 6 / 2017

Abstract

New Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid polyesters were prepared by polycondensation reaction of acyl chloride of EDTA with aliphatic & aromatic diol(1,3-Propanediol, polyethylene glycol , Benzene-1,2,3-triol). All the polymers bearing aminoacetic group soluble in (water, DMF, DMSO) and Characterized by 1H NMR, FTIR spectroscopy , and elemental analysis. The % swelling of polymers measured at (27)˚C using benzene as swelling solvent, Also the intrinsic viscosities were calculated in DMF in (30)˚C.

Keyword

polyester, Polycondensation, EDTA .

الخلاصة

حضرت بولي استرات جديدة للأثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك بالبلمرة التكاثفية لتفاعل كلوريد حامض لـ EDTA مع كحولات ثنائية أروماتية واليفاتية
(, 1,3-Propanediol polyethylene glycol , Benzene-1,2,3-triol) .جميع البوليمرات تحمل مجاميع امينات الخليك الذائبة في (الماء أثنائي مثيل فورمايدأثنائي مثيل سلفوكساید).شخصت البوليمرات المحضرة بواسطة طيف الاشعة تحت الحمراءألرنين النووي المغناطيسي و تحليل العناصر . النسبة المئوية للانتفاخ للبوليمرات قيست بدرجة حرارة الغرفة باستخدام النزين كمذيب أكذلك قيست اللزوجة الظاهرية باستخدام ال ثنائي مثيل فورماید وبدرجة حرارة (30)°C .

الكلمات المفتاحية

النشاط الاشعاعي الطبيعي، مطيافية اشعة كاما، معمل نسيج بابل، الشركة العامة للسيارات في بابل.

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (51-60)A, 2018

1. المقدمة

تشمل عائلة البولي استر كل البوليمرات الحاوية على مجموعة استرية في عمودها الفقري وتستخدم هذه البوليمرات بشكل واسع للاغراض الصناعية كالياف، بلاستيك وطلاء [1,2] تتميز البولي استرات الأروماتية بكونها ذات درجات انصهار عالية وذوبانية قليلة لذلك تستخدم كبوليمرات مستقرة حراريا [3] طوال السنوات الماضية تم تحضير انواع مختلفة من البولي استرات المشتقة من تفاعل كلوريدات ثنائية الحامض والكحولات ثنائية الهيدروكسيل [4,5] حيث يجري هذا التفاعل في درجات حرارية معتدلة اقل من (100 C°) ويستخدم البريدين كعامل مساعد حيث يعمل على سحب جزيئات حامض الهيدروكلوريك (HCl) المتكون كناتج ثانوي اثناء التفاعل [6,7] واكتسبت البولي استرات هذه الاهمية منذ ان تم تحضيرها من قبل (Carothers) حيث اجرى دراسة على التفاعلات ذات النمو الخطوي اذ تضمن عملة تكاثف الكحولات ثنائية الهيدروكسيل الخطية (A-A) مع حوامض ثنائية الكاربوكسيل الاليفاتية (b-b) [8] تم تطوير بوليمرات تمتلك مجاميع فعالة تكون اما ذائبة او غير ذائبة في الماء تستطيع الارتباط بأيون الفلز في المحلول [9,10] تتكون البوليمرات المخلبية (Chelating polymers) من السلسلة البوليمر مطعمة بالمجموعة المخلبية (Chelating group) التي تكون اما متحدة مع المونيمر او تضاف الى العمود الفقري للبوليمر [11,12] تستخدم البوليمرات المخلبية في مجالات مختلفة تتضمن فصل الايونات الفلزية معالجة المياه والتربة الملوثة [13,14]. ومن بين هذه البوليمرات المخلبية تلك التي تمتلك جزيئة EDTA ضمن عمودها الفقري تستطيع ان تكون معقدات مخلبية مع بعض العناصر الثقيلة [15,16,17] اذ ان تفاعل التكاثف يعتبر طريقة العمل الرئيسية لتحضير العديد من بوليمرات البولي الاستر والبولي الأميد المشتقة من تفاعل انهدريد الاثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك مع العديد من الكحولات ثنائية الهيدروكسيل (diol) والامينات ثنائية الأمين [18,19,20].

2. الجزء العملي

1.2. لمواد والاجهزة المستخدمة

المركبات(Benzene-1,2,3-, polyethylene glycol triol,1,3-Propanediol, EDTA) تم الحصول عليها من شركة (BDH) بدون تنقية. كلوريد الثايونيل تم الحصول عليه تجاريا من شركة (Aldrich). اما المذيبات (البريدين، ثنائي مثيل فورمايد، ايثانول، ثنائي مثيل سلفوكساييد، اسيتون) تم الحصول عليها من شركة (BDH, Fluka) تم استخدامها بدون تنقية.

قيست اطياف الاشعة تحت الحمراء باستخدام قرص بروميد البوتاسيوم باستخدام الجهاز (Shimadzu 7R-40E Spectrometer)، سجلت أطياف (1H-NMR) في جهاز (NMR Brucker 400MHz) باستخدام ثنائي مثيل سلفوكساييد (DMSO-d6) كمذيب. اما التحليل العنصري الدقيق (CHN) تم باستخدام جهاز (Elemental Analysis 3764). قيست درجات الانصهار للبوليمرات المحضرة باستخدام جهازCallen kamp MFB-600)). تم قياس اللزوجة في مقياس اللزوجة من نوع(Ostwald Viscometer) باستخدام (DMF)كمذيب بدرجة حرارة30) C°).

2.2. طريقة العمل

في دورق دائري القعر ذي فتحتين مزود بمحرك مغناطيسي ومحرار اضيف (5) ml من كلوريد الثايونيل الى (2) mmole من الحامض الكاربوكسيلي (EDTA) ثم سخن المزيج مع التحريك المستمر في حمام مائي درجة حرارته

لا تتجاوز (70) °C الى ان يتغير لون المحلول قطرت الزيادة من كلوريد الثايونيل للحصول على كلوريد الحامض.

اذيب كلوريد الحامض المتكون من الخطوة السابقة بـ(5) ml من المذيب ثنائي مثيل فورماميد(DMF) واضيف الى المزيج(2) mmole من diol وصعد لمدة (4) ساعات اضيف لمزيج التفاعل عدة قطرات من البريدين. الزيادة من المذيب فصل بواسطة المبخر الدوار جمع الناتج المتكون وأعيدت بلورته باستخدام ثنائي اثيل أيثر. الجدول (1) يوضح الخواص الفيزيائية للبوليمرات المحضرة .

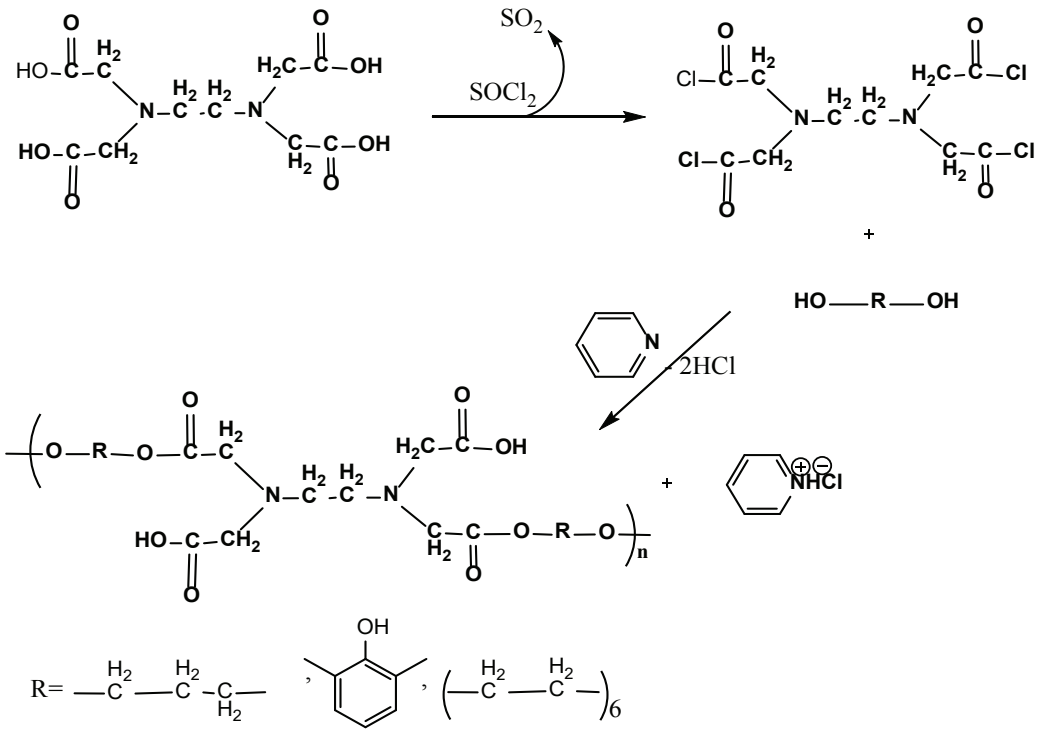
جدول (1): يوضح الخواص الفيزيائية للبولي استرات المحضرة

.Polm code	color	%Conversion	solubility					η_{inh} lndl/g	Softing point °s.p/C
			DMF	DMSO	Ethanol	Acetone	water		
H_1	Red	77	+	+	+	-	+	0.18	300<
H_2	Brown	70	+	+	+	-	+	0.31	300<
H_3	Dark brown	85	+	+	+	-	+	0.22	300<

3. النتائج والمناقشة

تم تحضير البوليمرات من خلال تفاعل مجاميع الهيدروكسيل الموجودة في الكحول مع كلوريد الحامض للاثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك كما موضحة في المخطط (1) حيث تم تحويل المجاميع الكاربوكسيلية للـ EDTA من خلال تفاعلة مع كلوريد الثايونيل اذ ان مجموعة (Cl–) مجموعة مغادرة اسهل من ((OH– . اضافة لكون الـ EDTAلايذوب في DMF مقارنة بكلوريد الـ .EDTA

مخطط (1): تفاعل مجاميع الهيدروكسيل الموجودة في الكحول مع كلوريد الحامض للاثيلين ثنائي الامين رباعي حامض الخليك



شخصت البوليمرات باستخدام تقنية طيف الاشعة تحت الحمراء الذي اظهر حزم مط العائدة (للمجموعة الكاربونيل الاسترية (C=O<) عند التردد (1700-1735) سم-1 للبوليمرات المحضرة .

اظهر طيف الاشعة تحت الحمراء حزم الامتطاط الرئيسية بالنسبة للبوليمر الشكل (1)H1 حزمة جديدة عند التردد (1732) سم-1 تعود لمجموعة الاستر، اما البوليمرات H2و H3 ظهرت حزمة المجموعة الأسترية عند الترددات (1732) سم-1 و (1726) سم-1 بالإضافة الى ذلك اظهر طيف FTIR حزم المط العائدة للحلقة الأروماتية للبوليمر H2 عند الترددات (3070،2779) سم-1 الشكلين (2،3).

كما شخصت البوليمرات المحضرة باستخدام طيف الرنين النووي البروتوني(1H NMR) الذي اظهر الاشارات التالية للبوليمرH1 الشكل (4) (3.9)ppm (CH2-O) (1.3)ppm (-CH2-و لهيدروجين مجموعة الكاربوكسيل كان عند 9) ppm). اما بالنسبة للبوليمرH2 الشكل (5) ظهرت الاشارات التالية للـ-OH)) عند (4.1)ppm، بروتونات الحلقة الأروماتية عند (6.2-7.3)ppm و (COOH)2 عند .(9) ppmاما (1H NMR) البوليمر H3الشكل (6) ظهرت (4.3)ppm تعود (--O-CH2- CH2) و (3.7)ppmلـ (21،22) [CH2-O-C=O].

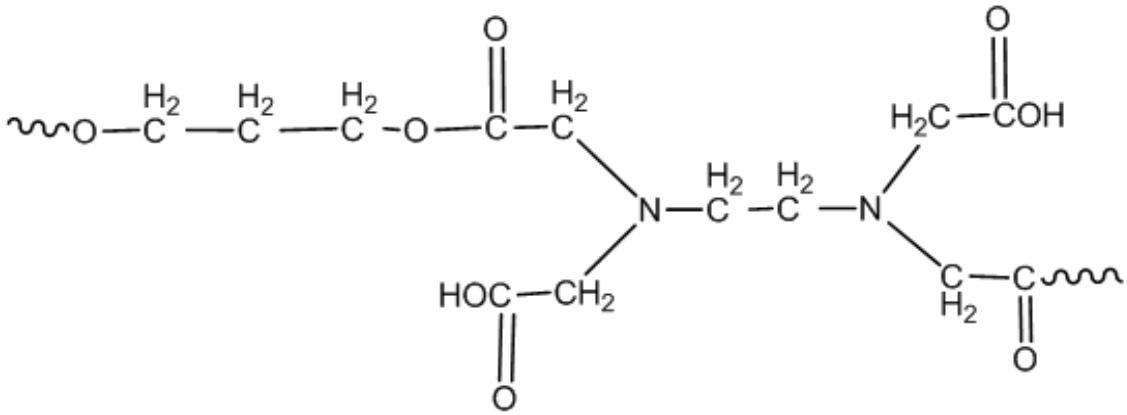
أما تحليل العناصر (CHN) المبين في الجدول (2) فقد أظهر تطابق النسب المئوية المحسوبة عملياً مع تلك المحسوبة نظرياً مما يدل على صحة تراكيب البوليمرات المحضرة. اما النسبة المئوية للانتفاخ موضحة في الجدول (3).

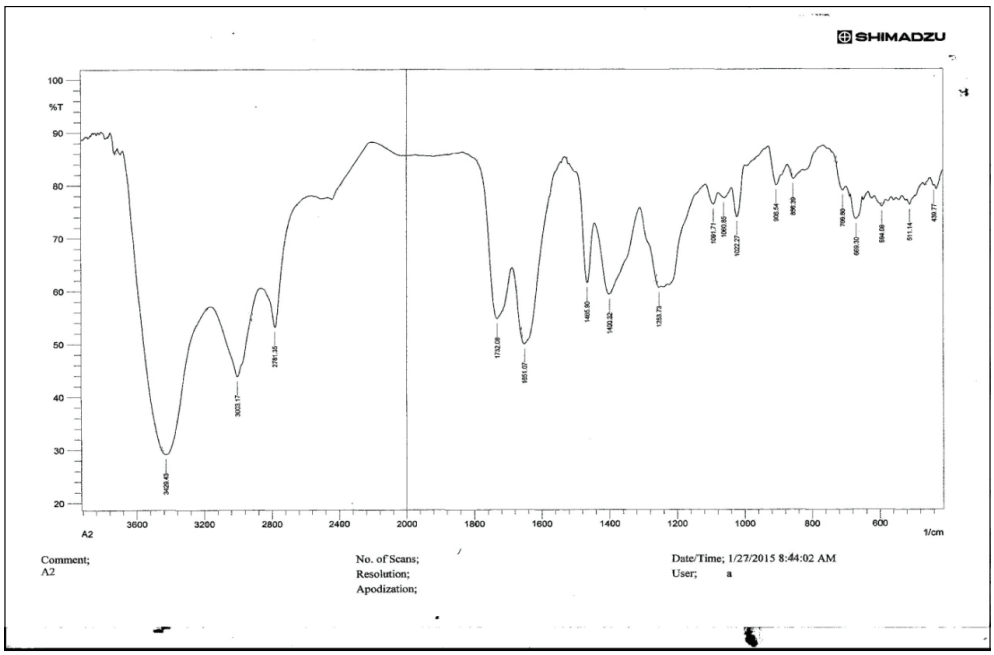
جدول(2): تحليل العناصر (CHN) للبولي استرات المحضرة

Polyester	(%) C		(%) H		(%) N	
	.calc	.obs	.calc	.obs	.calc	.obs
H_1	43.04	42.89	3.84	4.13	9.24	9.51
H_2	44.87	44.96	4.75	4.81	6.45	6.67
H_3	46.55	46.89	4.36	4.82	6.78	6.86

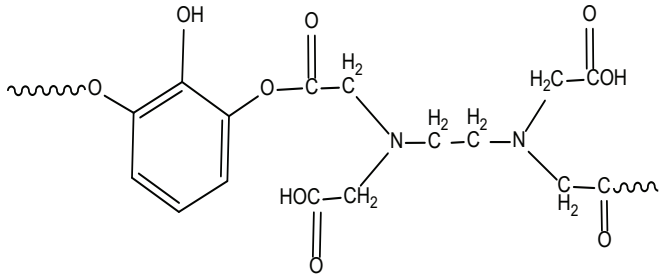
جدول(3): النسبة المئوية للانتفاخ للبوليمرات المحضرة

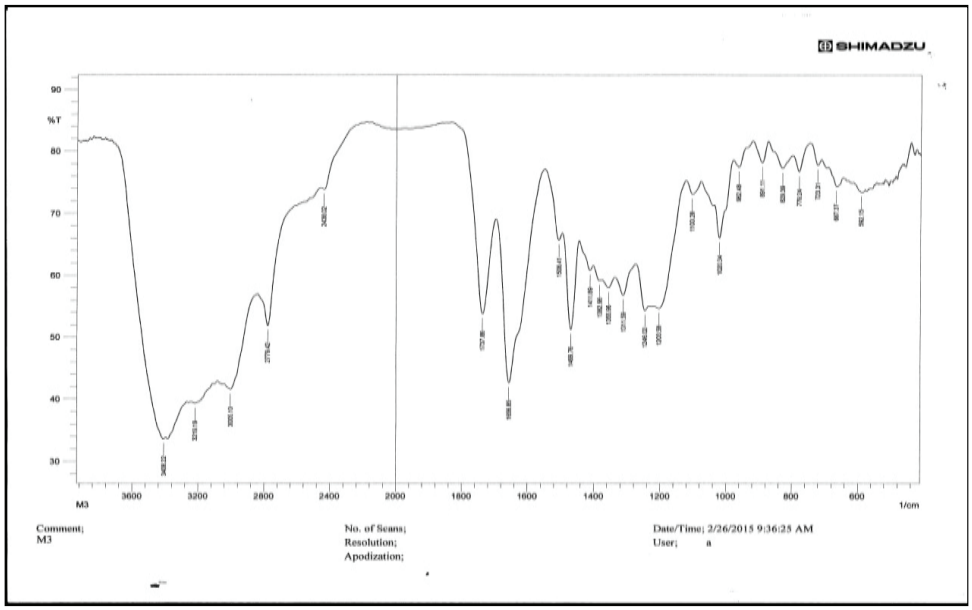
Day	**%Swelling**		
	H_1	**H_2**	**H_3**
1	3	1.2	2
2	4.1	2.1	2.4
3	4.8	3.2	3.1
4	5.1	3.6	3.5



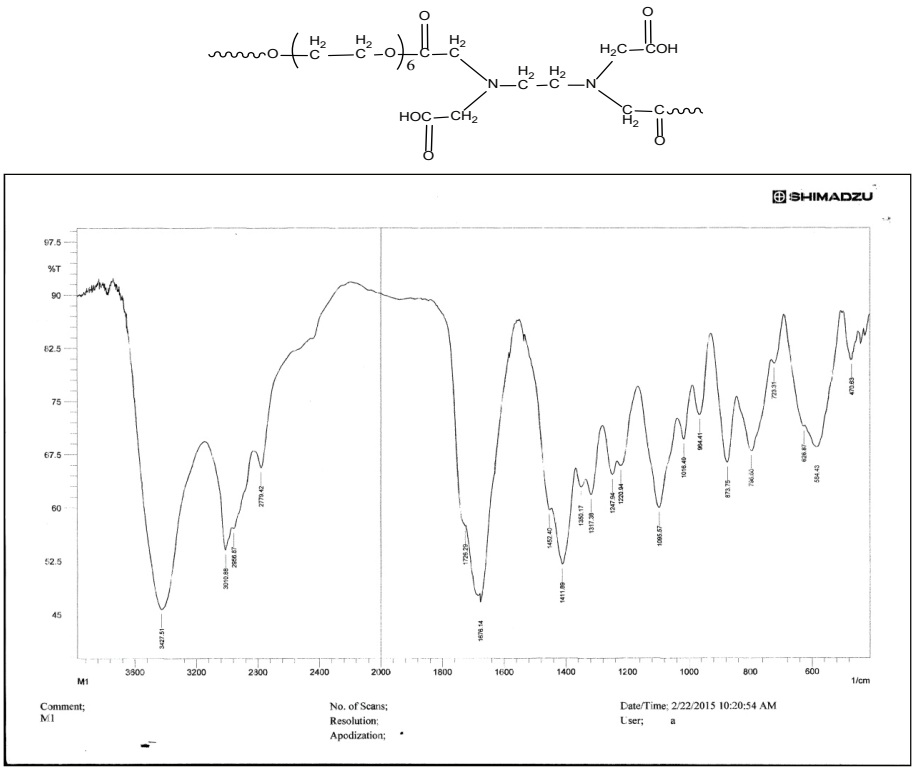


شكل (1): طيف الاشعة تحت الحمراء للبوليمر **H1**

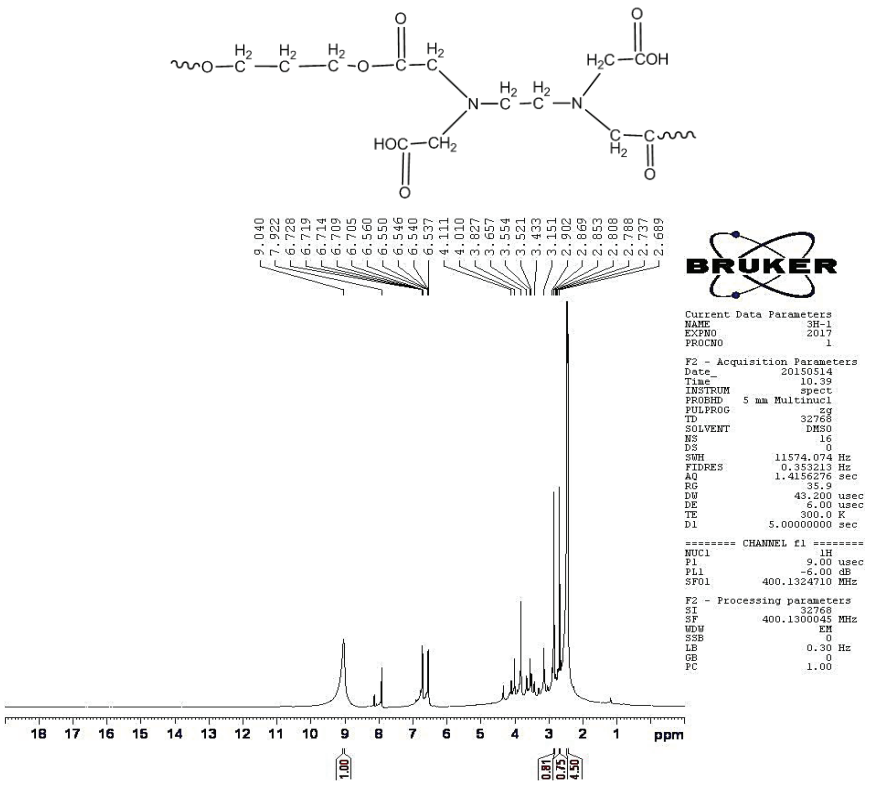




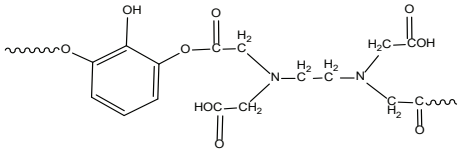
شكل(2): طيف الاشعة تحت الحمراء للبوليمر H2

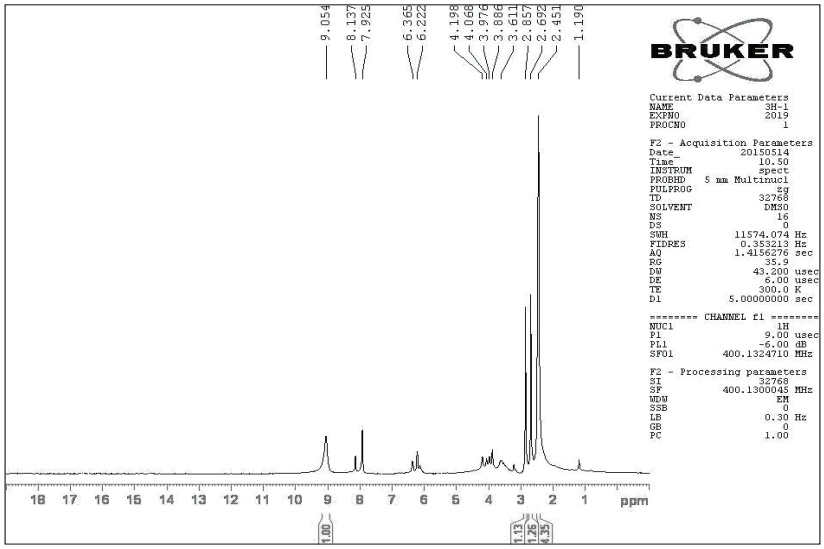


شكل(3): طيف الاشعة تحت الحمراء للبوليمر H3

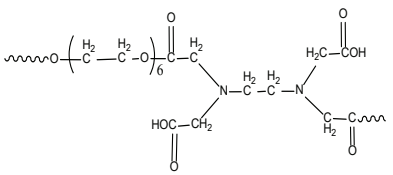


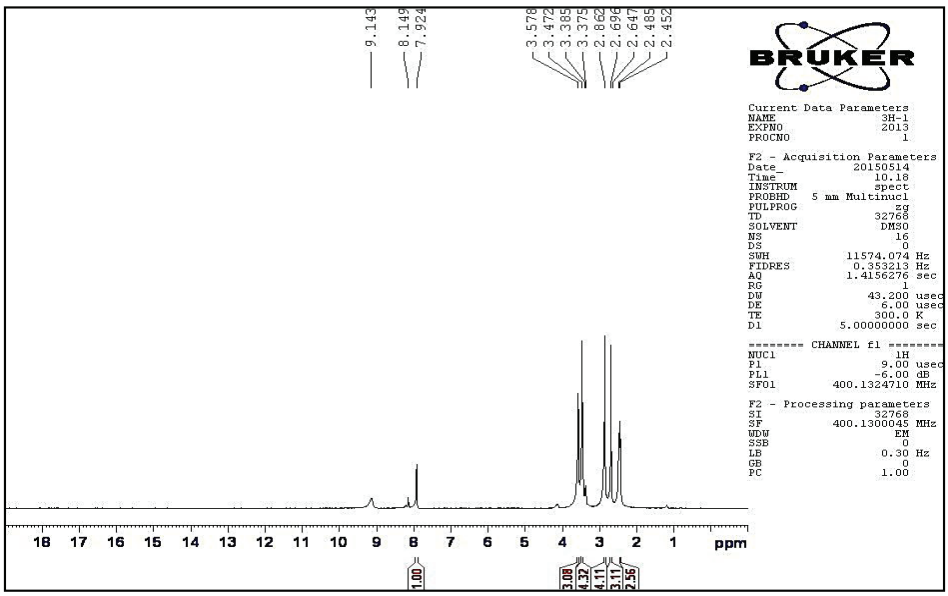
شكل(4): طيف الرنين النووي**1H NMR**) للبوليمر **1H**





شكل(5): طيف الرنين النووي**H NMR**1))للبوليمر 2 **H**





شكل (6): طيف الرنين النووي1H NMR))للبوليمر 3H

4. الاستنتاجات

تميزت البوليمرات المحضرة بكونها مستقرة ولا تتأثر بالرطوبة والضوء وقد تم التأكد من ذلك من خلال اعاده فحص البوليمرات بالـ FTIR بعد شهريين من تحضير البوليمرات .طريقة تحضير البوليمرات غير مكلفة اقتصاديا ولا تحتاج عوامل مساعدة وانما فقط رفع درجة الحرارة والزمن تودي الى نسبة منتوج عالية وذات ذوبانية جيدة في الماء ثنائي مثيل فورمايد ايثانول وثنائي مثيل سلفوكسايد. يمكن دراسة قابلية البوليمرات على تكوين معقدات مع العناصر الانتقالية وبالتالي يمكن استخدامها كعازل للأيونات السامة في الماء والتربة .

المصادر

[1] Maryam S., Peyman S. and Zahra K. ,International Journal of Chemical & BiologicalVol.2, P.36-41,(2012).

[2] Hakan A. and Mehmet B. ,Iranian Polymer Vol. 15, P.921-928,(2006).

[3] Ioakim K. and John A. , Polymer Sciences Part A:Polym. Chem.Vol. 34, P. 2799–2807, (1996).

[4] Miroslav H. and Majda Z., Polym. Vol.44,P.6187–6193,(2003).

[5] Sangita G., Oswal S. and Ketan C., Chemical and Pharmaceutical Research Vol.4,P.705-714, (2014).

[6] Valerii A., Vladimir N., Svetlana K. and Henric M. Makmmol. Chem.Vol.191, P.1759-1743, (1990).

[7] Sangita G. and Ketan C., Chemical and Pharmaceutical Research, Vol. 6, P.705-714, (2014).

[8] Carother W. and Arvin G., American Chemical SocietyVol.51, P. 2560-2570, (1929).

[9] Sahni S.K., Reedijk J., Coord. Chem. Rev. Vol.59, P.1-139 ,(1984).

[10] Firyal A. and Hieder R., Iraqi National Journal of ChemistryVol.47, P. 370- 377, (2012).

[11] Bartulin J., Zunza H., Parra M., and Rivas B., Polymer BulletinVol. 16, P. 293-298, (1986).

[12] Firyal A. and Hieder R., Iraqi National Journal of Chemistry, Vol.47, P. 370- 377, (2012).

[13] Hussain R. and Ravikumar R., polymer science Vol. 88, P.414-421, (2003).

[14] Sandeep K. and Mamta C., International Journal of Advanced Research in Physical Science Vol. 2, P. 27-33, (2015).

[15] Tuelue M. and Geckeler K.E., Polym. Int.Vol.48, P.909-914, (1999).

[16] Arsalani N. and Hosseinzadeh M. , Iran. Polym.Vol.14, P.345-352, (2005).

[17] Dakhil N., Khudheyer J. and Hutham A, Journal of Babylon University Vol. 25, P.473-480, (2017).

[18] Ruiz J., Mantecon A. and Cadiz V., Polym.Vol.42, P.6347-6354, (2001).

[19] Arsalani N. and Mousavi S.Z., Iran. Polym.Vol.12, P.291-296, (2003).

[20] Tuelue M. and Geckeler K., Polym. Int. Vol.48, P.909-914, (1999).

[21] Silverstein R., Webster F. and Kiemle D.” Spectrometric Identification of Organic Compounds” New York, John Wiley and Sons,7thedn., P. 72, (2005).

[22] Donald L., Pavia G., Lampman G. and Kriz J. “introduction to Spectroscopy” Cengage Learning, 4thedn., P. 177, (2008).

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (61-70)A, 2018

دراسة تأثير إضافة مسحوق الألمنيوم على بعض الخواص الميكانيكية ومقاومة الاحتراق للبولي استر غير المشبع

أحمد جاسم محمد

قسم علوم المواد، مركز أبحاث البوليمر، جامعة البصرة، البصرة، العراق.

تاريخ الاستلام: 31 / 3 / 2017

تاريخ قبول النشر: 20 / 7 / 2017

Abstract

The study of the effect of aluminum powder on the mechanical properties of unsaturated polyester which is manufactured in the Turkey, as function of the percentages of aluminum powder (0.5%, 0.8%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%), at particular size (150) µm, were investigated through several variables, such as, young's modules, strength, elongation and the flame resistance. The obtained results were the properties (unsaturated polyester/aluminum powder) composites were analyzed as a function of the filler amount. All prepared composites showed improved filler dispersion in the unsaturated polyester matrix, the results lead to that the strength at break will be affected little till the percentage (1.5%), and lowered after that with increasing the percentage also indicate an lowered in young's modules at the percentage (1%). The proportional limit was (2095) N for (0.8%), and the observe that the average time of burning starts strong impact when (0.5%) as increasing to(168 sec) and then begins to decline behavior when increasing proportions weighted and then increasing behavior when increasing proportions when (2.5%) as increasing to (195) sec.

Key words

Unsaturated polyester, Aluminum powder, Filler amount.

الخلاصة

تم إضافة مسحوق الألمنيوم كحشوات مالئة وبنسب وزنيه (0.5%,0.8 %1,% 1.5%,2%,2.5%) وعند حجم دقائق للحشوات مساو او اقل من (150) mm لبوليمر البولي استر غير المشبع ذو المنشأ التركي. في هذا البحث قمنا بدراسة بعض الخصائص الميكانيكية للخليط مثل معامل يونك والمرونة ومقاومة اللهوبية وقوه الشد عند القطع، ومن النتائج العملية قد تم تحليل الحشوات كدالة لكمية من كمية مسحوق المضاف. وأظهرت جميع النماذج المحضرة تحسن في انتشار المضاف بشكل متجانس في البولي استر غير المشبع، وان زيادة نسبة المضاف من مسحوق الألمنيوم مع البولي استر عند النسبة المئوية (1.5٪) تضفي زيادة صفة الصلادة على بقية النماذج عند النسب الوزنية المختلفة للخليط، وبينت النتائج العملية عند النسبة الوزنية (٪ 1.5) بأن سلوك قوة الشد عند القطع للخليط يكون ذو تأثير قوي، وبعدها يهبط قيمته عند زيادة النسب الوزنية للمضاف. وتكون قيمة معامل يونك للخليط عند النسبة (1٪) منخفضة مما يعكس مرونة البولي استر المضاف إليه مسحوق الألمنيوم والذي يكون له مدى واسع التطبيقات الصناعية. أقصى قيمة لحد التناسب التي تم الحصول عليها من النتائج العملية هي (2095 نيوتن) للنسبة الوزنية) ٪ (0.8، ونلاحظ بان معدل زمن الاحتراق يبدأ بتأثير قوي عند النسبة (0.5٪) إذ تصل قيمته إلى (168) ثانية وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية وبعدها يزداد إلى إن يصل إلى أقصى قيمة عند النسبة (2.5٪) إذ تصل قيمته إلى (195) ثانية..

الكلمات المفتاحية

البولي استر غير المشبع، مسحوق الألمنيوم، الحشوات المالئة.

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (61-70)A, 2018

1. المقدمة: Introduction

أن المدى الواسع للخواص الفيزياوية للبوليمرات ساهم وبشكل كبير في أتساع مدى تطبيقها الصناعي ومنها مرونتها (Elasticity) وشفافيتها (Transparency) وقوتها (Strength)، والكثير من الخواص الميكانيكية المختلفة التي تتطلبها الاستخدامات العملية لهذه البوليمرات. أذ يمكن من خلال معرفة وفهم الخواص الفيزيائية للبوليمرات إدخال الكثير من التحسينات على البوليمرات بطرق كيميائية او تكنولوجيا متعددة [1]. تضاف إلى البوليمرات العديد من المضافات المختلفة (Additives) لتحسين أو إدخال بعض الخصائص المرغوبة في البوليمرات ومنها مضادات الأكسدة والحشوات والعوامل المانعة للشحنة المستقرة والعوامل الملونة والعوامل الملدنة والمثبتات وغيرها [3,2]. تضاف بعض الحشوات (Fillers) الى البوليمرات لغرض تحسين صفاتها الفيزياوية والميكانيكية والحرارية. وتعتبر الحشوات مواد صلبة خاملة كيمياويا» تضاف الى البوليمر لتحسين واحدة أو أكثر من صفاته. أو لتقليل كلفة أنتاجه في بعض الأحيان، ويسمى المزيج الناتج بالبوليمرات المتراكبة (Composite Polymers) [5,4]. تمتاز المواد البوليمرية المتراكبة المقواة بأنواع مختلفة من الألياف الزجاجية والكاربونية والمعدنية باستعمالاتها الواسعة التي أخذت الحيز الأكثر من البحوث السابقة، ولكن من جهة أخرى لم تأخذ المواد البوليمرية المتراكبة المقواة بالدقائق الكثير من الاهتمام مقارنة مع المواد المقواة بالألياف. تتكون المواد المتراكبة من الطور الأول الذي يعرف بالمادة الأساس (Matrix) وتكون من مادة مطيليه ذات متانة عالية مثل البوليمرات، أما الطور الثاني فيسمى بطور التقوية (Reinforcement) والذي قد يكون على شكل) ألياف، أو دقائق(مسحوق)، أو قشور(من مواد صلبة مثل) بوليمرات، سيراميك، معادن) .[6-8] يمكن تقسيم الحشوات من حيث الفعالية والتركيب الكيمياوي الى حشوات فعاله وعضوية وحشوات غير فعاله وغير عضوية [10,9] . تم دراسة الخواص الميكانيكية لبعض المواد البوليمرية والمضاف إليها الحشوات بشكل واسع، فقد قام الباحث[11] في عام (2009) بدراسة الخواص الميكانيكية للبولي استر غير المشبع المدعم بدقائق الالمونيا السيراميكية وقد استعمل دقائق بأحجام مختلفة مع كسر حجمي مختلف وقد وجد أن قيم الصلادة والصدمة تزداد مع زيادة الكسر الوزني وقيم التوصيلية الحرارية تزداد بزيادة الكسر الوزني للدقائق السيراميكية والتي بلغت (0.319 w /m.°c) عند كسر وزني (20٪). وفي عام (2012) درس الباحث [12] بعض الخواص الميكانيكية مثل مقاومة الانحناء واختبار الصدمة للبولي استر المطعم بالرايش ومسحوق النحاس وقد وجد من خلال النتائج العملية ان أقصى مقاومة انحناء للمادة البوليمرية المقواة بالنحاس) المسحوق والرايش(هي (85.13 Mpa) و (50.08 Mpa) على التوالي، بينما أعلى طاقة ممتصة في فحص الصدمة للمادة البوليمرية المقواة بالنحاس) المسحوق والرايش(هي (0.85 J) و(0.4 J) على التوالي. إما في هذا البحث فقد تم دراسة بعض الخواص الميكانيكية مثل الصلادة والمرونة (الاستطالة) ومعامل يونك للبولي استر المطعم بمسحوق الألمنيوم محاولة للمساهمة في الاستفادة من المخلفات الصناعية والتخلص منها (تدوير النفايات) خدمةً للاقتصاد الوطني والمحافظة على البيئة.

2. الجانب العملي: Side Experimental

1.2. المادة الأساس:

استعمل في هذا البحث البولي استر غير المشبع (Polyester) كمادة اساس وهو مادة بوليمرية من نوع البوليمرات المتصلدة بالحرارة (Thermosetting) ذو المنشأ التركي والمجهز من شركة (Henkel A.S التركية) ، وهو من البوليمرات التي تستخدم كمادة لاصقة في مختلف

الصناعات ويكون على هيئة سائل لزج بني اللون ذو رائحة قوية ومميزة ،كثافته بحدود 1.5 غم/ سم 3، ذو لزوجة 1000) بنتي بواز(عند درجة حرارة (25 oC) ، يتحول إلى الحالة الصلبة بعد إضافة المصلد إليه الذي يكون أيضا سائل لزج شفاف (كيتون اثيل المثيل بيروكسيد) وبنسبة 2٪ والمجهز من الشركة نفسها.

2.2. الحشوات

استخدم مسحوق الألمنيوم كحشوات مالئه مع البوليمر تقع ضمن صنف حشوات المعادن [13] ، وهو فلز ذو لون أبيض فضي من مجموعة البورون من العناصر الكيميائية، وهو معدن مطيلي أي قابل للسحب. وهو عنصر لا يذوب في الماء في الشروط العادية، وهو من أكثر الفلزات وفرة في القشرة الأرضية، وتم طحن الألمنيوم إلى أجزاء صغيرة جدا فأصبح مسحوق ،وبعدها تمت معالجة المسحوق بواسطة مرشح سلكي (جهاز غربلة يدوي) مساو أو اقل من (150) µm، والجدول (1) يوضح خصائص مسحوق الألمنيوم ، والشكل (1) يوضح صورة فوتوغرافية لمسحوق الألمنيوم .

الجدول (1): بعض خصائص مسحوق الألمنيوم المستخدم كحشوات في هذا البحث [14].

اسم المادة	الصيغة الجزيئية	الكثافة g / cm^3	الكتلة الذرية g / mole	الطور	نقطة الانصهار ^oC	نقطة الغليان ^oC	حرارة التبخر KJ / mole
الألمنيوم	AL	2.70	26.981	بلصـ	660	2519	294.0

الشكل رقم (1): صورة فوتوغرافية توضح مسحوق الألمنيوم.

3.2. القالب المستخدم في البحث

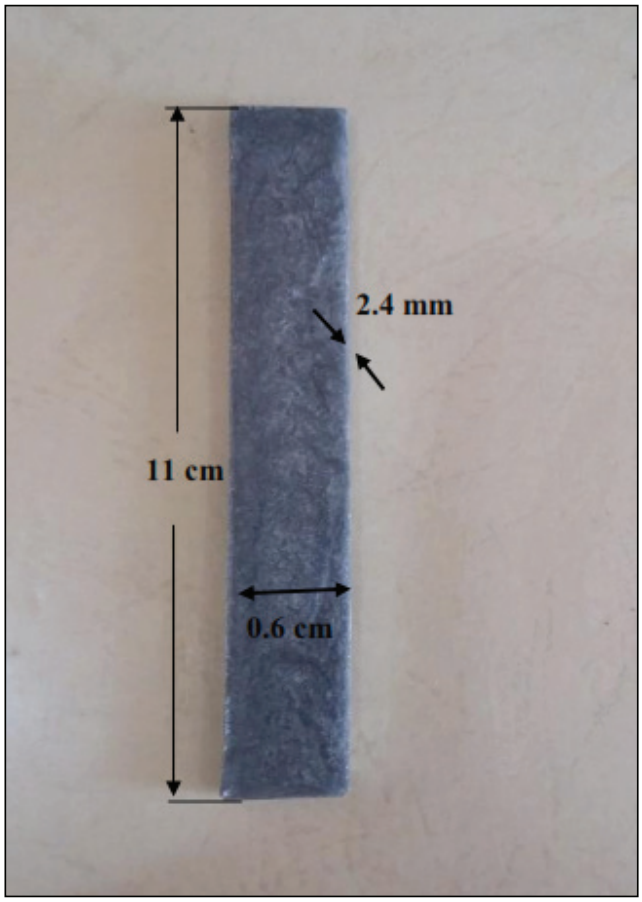
تم تصنيع قالب ذو قاعدة وجوانب من الزجاج الشفاف ذو السمك (4 ملم)، وتكون الجوانب متحركة ومرتبطة بالقاعدة بواسطة السليكون المطاط الذي يكون سهل الحركة. هذه الجوانب تكون متغيرة على وفق إبعاد العينة المراد تصنيعها. حيث يكون القالب المستخدم بشكل مستطيل وتكون إبعاده الطول (11) سم، العرض (1.5) سم، الارتفاع (4) ملم.

4.2. تحضير النماذج

تم استخدام الطريقة اليدوية (Hand-lay-out) في تحضير النماذج (البوليمر مع الحشوات)، حيث نبدأ بعملية المزج. علمًا أن التقوية بكسور وزنيه مختلفة هي) 0.8,0.5٪ 1,٪ ٪,1.5٪,2٪,2.5٪)، وتمزج مادة الأساس مع المصلد عند درجة حرارة الغرفة. ونخلط المزيج بشكل مستمر وببطيء ويستمر المزج لمدة (5-8) دقائق إلى ان يتجانس

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (61-70)A, 2018

الخليط بشكل جيد، ثم يتم صب المزيج السائل على شكل سيل من إحدى جوانب القالب بحيث يسيل بصورة مستمرة ومنتظمة إلى الجانب الأخر للقالب، ثم يوضع القالب على هزاز ميكانيكي يدوي، ونبدأ عملية هز القالب لفترة زمنية مقدارها (1-2) دقيقة للتخلص من الفقاعات الهوائية. والشكل (2) يوضح صورة فوتوغرافية للنموذج المحضر للبولي استر المضاف إليه مسحوق الألمنيوم.



الشكل رقم (2): صورة فوتوغرافية تبين قياسات نموذج فحص مقاومة الشد ومقاومة الاحتراق.

5.2. جهاز قياس النماذج

استخدمنا تم في هذا البحث جهاز (Tensile) ذو المنشأ الألماني لقياس بعض الخصائص الميكانيكية للبولي استر المضاف إليه مسحوق الألمنيوم مثل مقاومة الشد والاستطالة. تم قياس النماذج المحضرة للخليط ضمن المواصفات العالمية [ASTMD 638 (1977)] [13]، تم الحصول على منحنيات الإجهاد – المطاوعة لجميع النماذج المحضرة بواسطة جهاز ((Tensile، وتم حساب مقاومة الشد للنموذج من خلال العلاقة الآتية [15]، والشكل (3) يوضح صورة فوتوغرافية لجهاز الخواص الميكانيكية.

$$Q = \frac{F}{A} \quad (N/mm2)$$

حيث F= قوة القطع (نيوتن) وA = مساحة مقطع العرضي للنموذج (ملم2).

ومن المعادلة الرياضية التالية يمكن حساب وحسب معامل يونك للنماذج المحضرة للخليط:

$$Y = \frac{Stress}{Strain} \quad (\text{Young's modulus})$$

حيث ان:

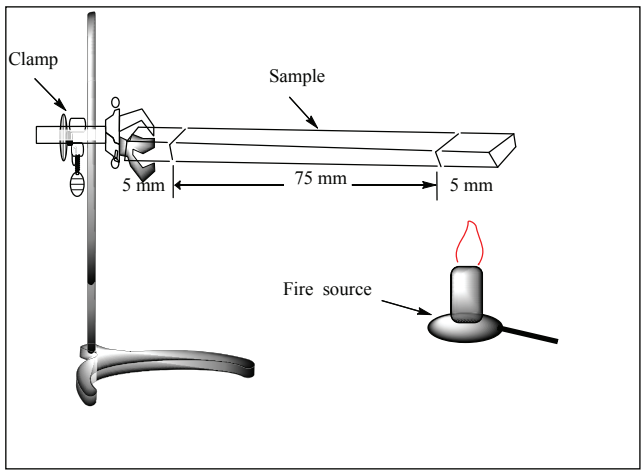
Stress: الإجهاد (ميكا باسكال).

Strain: المطاوعة (الاستطالة).

الشكل رقم (3): يوضح صورة فوتوغرافية تبين جهاز قياس بعض الخواص الميكانيكية (Tensile).

6.2. قياس معدل زمن الاحتراق:

تم قياس معدل زمن الاحتراق (Average Time of Burning ATB) ومعدل الاحتراق لكل نموذج بواسطة جهاز قياس معدل الاحتراق وحسب الطريقة القياسية 81 16] - [ASTM D635.حيث تم حساب الزمن اللازم لاحتراق النموذج إلى مسافة (75) مليمتر من النهاية الحرة له،كذلك تم إعادة القياس ثلاث مرات لكل نموذج وتم استخراج متوسط القيم والشكل (4) يوضح رسم تخطيطي لجهاز قياس زمن الاحتراق.



الشكل رقم (4): رسم تخطيطي لجهاز قياس معدل زمن الاحتراق.

3. النتائج العملية والمناقشة: Results and Discussion

الشكل (5) يوضح منحنيات الإجهاد – المطاوعة للنسب الوزنية (0.5%,0.8% ,1%,1.5%,2%,2.5%) التي تم الحصول عليها من النتائج العملية. نلاحظ من الشكل (5) بان القسم الأول من منحني الجهاد–المرونة يمثل قانون هوك (هو عبارة عن خط مستقيم وهذا يمثل مرونة النموذج) ، و بعد ذلك نلاحظ بان المنحني يميل قليلا والذي من خلاله يمكننا الحصول على معامل المرونة للنموذج، وفي هذا الجزء من المنحني (السلوك المرن) يستعيد النموذج شكله الأصلي عند زوال القوة المسلطة على النموذج لان الطاقة المصروفة تكون مخزونه وبشكل طاقة مرنه، وعندما يتجاوز النموذج هذه الجزء من المنحني فإما إن يضعف عند نقطة معينة عندما يكون البوليمر مررناً وبذلك يقل الإجهاد المسلط عليه وإما إن يتمزق عندما يكون البوليمر غير مرن (هشاً)، وان أقصى قوة مسلطة يتحملها النموذج قبل ان يضعف تدعى قوة الشد والتي تمثل نقطة الخضوع (انتهاء السلوك المرن في البوليمر). بعد منطقة الوهن (الضعف) نلاحظ زيادة الجهد المسلط بصورة تدريجية، ويعود سبب ذلك إلى ترتيب جزيئات البوليمر (السلاسل البوليمرية) باتجاه محور سحب النموذج المحضر(البوليمر مع المضاف) وبذلك تزداد القوة المسلطة على النموذج وبزيادة هذه القوة يبلغ النموذج مرحلة التمزق. إذ نلاحظ بان اعلي قيمة للاستطالة العظمى(المرونة) كانت (25.5٪) عند النسبة (0٪) (عند البوليمر النقي)، اما اقل قيمة للاستطالة العظمى(المرونة) كانت (5.7٪) عند النسبة (2 ٪)، اما نتائج قوة الشد (الصلابة) فكانت قيمتها عند النسبة (0.5 ٪) (47.1) Mpa ، بينما قيمة قوة الشد عند النسبة (0 ٪) هي (34) Mpa. وهذا يقودنا بان البوليمر عند النسبة (0 ٪) عالي المرونة وقليل الصلادة بعكس البوليمر عند إضافة النسب المئوية للحشوات فتكون قليل المرونة وعالي الصلادة وهذا ما نلاحظه من خلال قيم بعض الخواص الميكانيكية للبولي استر المضاف اليه مسحوق الألمنيوم في الجدول رقم (2). الشكل (6) يبين معدل زمن الاحتراق مع نسب المضاف الوزنية من مسحوق الألمنيوم، إذ نلاحظ بان السلوك يبدأ بتأثير قوي عند النسبة (0.5٪) إذ تصل قيمته إلى (168) ثانية وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية ثم يزداد ويشذ هذا السلوك عند النسبة الوزنية (1 ٪) مما يدلل على أن زيادة نسبة مسحوق الالمنيوم لها تأثير سلبي على مقاومة اللهوبية وانتشار الحرارة خلال المصفوفة البوليمرية حيث نحصل على انخفاض عند النسبة

(٪ 1) وهي (160) ثانية ،أما عند النسبة الوزنية (٪ 1) فلربما عدم تجانس المضاف بشكل قوي مع السلاسل البوليمرية الأمر الذي أدى إلى شذوذ البوليمر عند هذه النسبة الوزنية من المضاف، وبعدها يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية ومن ثم يزداد إلى إن يصل إلى أقصى قيمة عند النسبة (2.5٪) إذ تصل قيمته إلى (195) ثانية. الشكل (7) يمثل قيم حد التناسب للبوليمر (proportional limit) مع النسب الوزنية، فتم الحصول على قيم حد التناسب من منحيات الإجهاد- المطاوعة للبوليمر مع نسب المضاف عندما يكون المنحني خطاً مستقيما لكل نسب المضاف (مسحوق الألمنيوم). إذ نلاحظ بان أقصى قيمة لحد التناسب هي (2095) نيوتن والتي كانت عند نسبة الوزنية (0.8٪). إذ يكون للخليط (البوليمر مع المضاف) عند هذه النسبة الوزنية التجانس القوي بين مسحوق الألمنيوم (المضاف) وجزيئات البوليمر. بينما كانت قيمة حد التناسب (1366) نيوتن والتي تعتبر اقل قيمة عند النسبة الوزنية (0.5٪). الشكل (8) يمثل العلاقة بين النسبة المئوية للمرونة (الاستطالة) في النموذج مع النسب الوزنية للخليط، إن سلوك الاستطالة يبدأ بتأثير قوي عند النسبة الوزنية (0٪) للبوليمر النقي وهي (25.5٪)، وبعد ذلك تنخفض قيمة السلوك فتكون (5.7٪) عند النسبة الوزنية (2٪). إي يكون الخليط قليل المرونة عند هذه النسبة فيعمل مسحوق الألمنيوم على تقليل وسد الفراغات بين جزيئات البوليمر فيحد ويعيق حركة جزيئات البوليمر وبذلك تقل المرونة وتزداد الصلادة، وبعد ذلك تزداد الاستطالة عند زيادة النسب الوزنية للمضاف (مسحوق الألمنيوم) إي عند النسبة (2.5٪)، ويكون البوليمر عند هذه النسبة عالي المرونة وقليل الصلادة لان عند هذه النسبة من المضاف تكون جزيئات البوليمر حرة الحركة (غير مقيدة) وبذلك تقل صلابة البوليمر وتزداد مرونته. الشكل (9) يمثل العلاقة بين معامل يونك والنسب الوزنية للخليط (مسحوق الألمنيوم مع البولي استر) والذي يعرف على انه نسبة الجهد المسلط (Stress) إلى المرونة في النموذج (Elongation) للمواد الصلبة فقط، ويتبين من الشكل (9) انخفاض قيم معامل يونك (معامل المرونة) عند النسب الوزنية للخليط المحصورة بين ((0.8-1٪، وبعد ذلك تزداد قيم معامل يونك لتصل إلى أقصى قيمه له وهي (480.2) MPa عند النسبة الوزنية (1.5٪)، و يفسر انخفاض قيم معامل يونك عند النسبة (1٪) والذي قيمتها (280.9) MPa للخليط إلى انخفاض التجانس الذي يحث بين جزيئات المضاف مع جزيئات البوليمر عند هذه النسبة الوزنية بالرغم من إن خلط النماذج جميعها تم في نفس الظروف، وهذا يدل على إن الخليط (البوليمر مع المضاف) يمتلك صفة عالية للاستطالة (المرونة) عند هذه النسبة الوزنية ، وهذه النتائج العملية تتطابق مع الأبحاث العلمية التي تدرس الخواص الميكانيكية لمعظم البوليمرات [1]. نلاحظ من الشكل (10) بان مسحوق الألمنيوم (الحشوات) يعمل على تقليل خاصية الصلابة (الصلادة) عند البوليمر المستخدم في هذا البحث كمادة أساس وزيادة صفة المرونة (الاستطالة) الأمر الذي يؤدي إلى أن جزيئات البوليمر (السلاسل البوليمرية) تكون حرة الحركة غير مقيده. حيث نلاحظ من الشكل (10) إن سلوك قوة الشد عند الوهن يكون ذو تأثير قوي عند النسبة الوزنية المنخفضة. فتكون قيمة هذا السلوك هي (47.1) MPa عند النسبة الوزنية المنخفضة وهي (٪ 0.5) والتي تعتبر أعلى قيمة لهذا السلوك، في حين تكون قيمتهُ عند النسبة الوزنية (٪ 2) هي (25.5 MPa) والتي تعتبر اقل قيمه له. حيث يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية للخليط، أما الشكل (11) فيتبين منهُ ان سلوك قوة الشد عند القطع تبدأ بتأثير قوي عند النسبة الوزنية المنخفضة وهي (٪ 0.5)، وبعد ذلك يبدأ السلوك بالانخفاض عند زيادة النسب الوزنية للخليط إلى إن تصل (34 MPa) للنسبة الوزنية

(1٪)، ويستمر السلوك بانخفاض قيمهُ عند زيادة النسب الوزنية للخليط حتى نحصل على اقل قيمه له عند النسبة الوزنية (2٪) وهي (25.3 MPa)، وهذا يقودنا إلى أن قيم سلوك الشد عند القطع تقل بزيادة النسب الوزنية للخليط وخصوصا عند النسب الوزنية المحصورة بين (1٪-0.8٪) وهذه النتائج تدلل على إن المضاف (مسحوق الألمنيوم) المستخدم في هذا البحث كحشوات مالئة مع البولي استر يعمل على تحسين صفة الصلابة للخليط (الصلادة) وذلك لمساهمة التوزيع المتجانس بين جزيئات المضاف للمادة والتي تكون ذات الطبيعة الصلبة [1].

4. الاستنتاجات: Conclusion

نستنتج من هذا البحث بان إضافة مسحوق الألمنيوم إلى البولي استر غير المشبع له تأثير كبير على بعض الخواص الميكانيكية ومنها (الصلادة والمرونة ومعامل يونك). أن نسبه (1٪) من مسحوق الألمنيوم المضاف مع البولي استر في هذا البحث تعتبر النسبة الأفضل من ناحية صفة المرونة (الاستطالة) للبوليمر، أما النسبة الأفضل لصفة الصلابة (الصلادة) للخليط هي النسبة (0.5٪) نتيجة التوزيع المتجانس لمسحوق الألمنيوم مع جزيئات البوليمر والذي يقلل ويغلق المسامات بين السلاسل البوليمريه، معدل زمن الاحتراق في هذا البوليمر يرتبط ارتباطاً مباشراً مع نسبة المضاف الوزنية سلباً أو إيجابا حيث يتأثر سلبياً مع نسب المضاف العالية وايجابياً مع النسب المنخفضة نسبة إلى الحالة النقية لبوليمر البولي استر غير المشبع، ويعتبر البولي استر مع النسبة الوزنية (5٪) للمضاف (مسحوق الألمنيوم) ألأكثر تجانسا من باقي النسب الوزنية الأخرى. أقصى قيمة لحد التناسب (2095) نيوتن عند النسبة الوزنية (0.8 ٪)، بينما أدنى قيمة لحد التناسب عند النسبة الوزنية (0.5٪) هي (1366) نيوتن.

المصادر:

[1] M. Kazayawoko, J.J. Balatineaz and L.M. Matuana, Journal of Materials Science, 34, 6189-6199, (1999).

[2] K.S. Whitley, T.S. Gates, J. A. Hinkley and L.M. Nicholson. NASA, Langley Res. Cen. Hampton, Virginia, 23681, 2199, (2000).

[3] R.J. Klebe, J.V. Harriss, Z.D. Sharp and M.G. Douglas, 25(2-3), pp ;33-41,(1983).

[4] W.Callister," Materials science & Engineering an intoduaction ", 6th Ed, (2003).

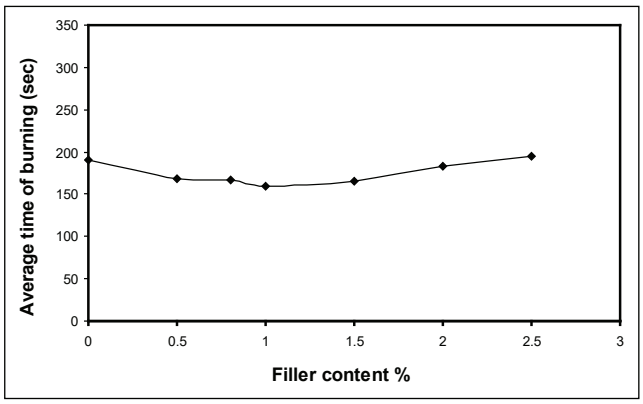
[5] اريج رياض سعيد ،نور الدين رفيق « قسم العلوم التطبيقية ، الجامعة التكنولوجية ، بغداد، مجلة الهندسة والتكنلوجيا ،المجلد 29 ، العدد 15 (2011).

[6] W. Bolton, '' Engineering Materials Technology'', 3th ed., Prentice Hall Co. (1998).

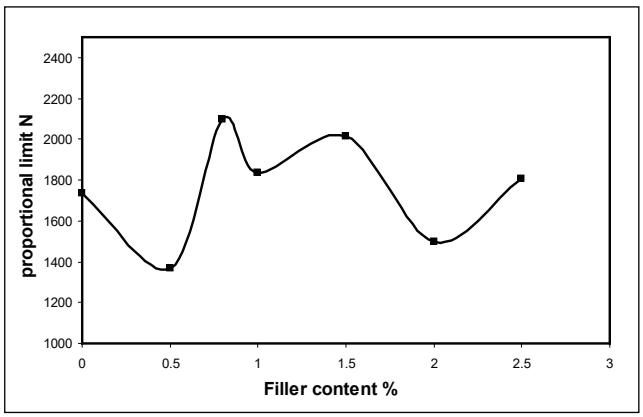
[7] N. A. Abdullah, A. J. Mohammed, I. K. Ibrahim and F. J. Mohammed, "Effect of the adding of rice husk on the Mechanical Properties for High Density Polyethylene (HDPE)", American Journal of Engineering Research (AJER), Volume 5, Issue-11, pp-221-226, (2016).

[8] W. A. Radhi, A. J. Mohammed, S. H. Jasim, I. K. Ibrahem, F. J. Mohammed," Study the effect of Luffa powder (natural additives)on the flame resistance of Low Density Polyethylene (LDPE)", International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS) – Volume-2, Issue-2, February (2016).

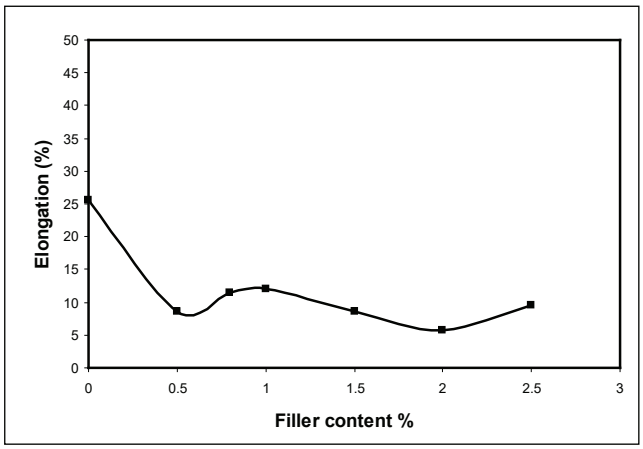
[9] A.G. Supri and S. Shuhadah," Properties



الشكل رقم (6): يبين العلاقة بين معدل زمن الاحتراق وتركيز المضاف مسحوق الألمنيوم لبوليمر البولي استر .



الشكل رقم (7): يمثل العلاقة بين حد التناسب وتركيز المضاف مسحوق الألمنيوم لبوليمر البولي استر .



الشكل رقم (8): يوضح العلاقة بين الاستطالة وتركيز المضاف مسحوق الألمنيوم لبوليمر البولي استر .

of low density polyethylene(LDPE) / egg-shell powder composites: the effect of ethylene diamine - isopthalic “, International Journal of General Engineering and Technology (IJGET), Vol.1, Issue 2 Nov. PP. 9-18, (2012).

[10] H. A. Hamadi, N. A., Wael A.S. and A. K. journal of al-qadisiyah for pure science, Vol.16, PP. 1-10,(2011).

[11] إنعام وادي وطن،“ دراسة بعض الخواص الميكانيكية والحرارية للبولي استر غير المشبع والمدعم بدقائق سيراميكية»، مجلة ديالى، العدد 37، (2009).

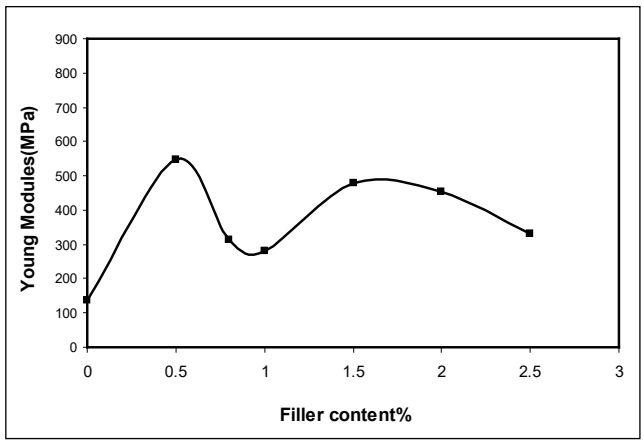
[12] علي حسين عتيوي ، ليث وضاح ، اسيل محمود عبدالله،» دراسة بعض الخواص الميكانيكية لمادة بوليمرية مقواة برايش و مسحوق النحاس»، مجلة الهندسة، ايار، العدد 5، مجلد 18، (2012).

[13] B. V. Kokta, R. G. Raj, D. Maldas and C.Daneault, J. Appl. Polym. Sci. , 37,1089-1103 (1989).

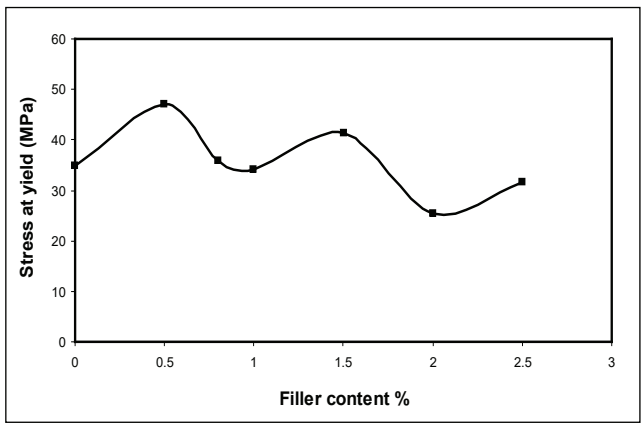
[14] F. John C. and D. E. Mapother. “Superconducting Transition in Aluminum”. journal of Physical Review. 111 (1): 132–142. (1958) .

[15] العزاوي علي، الدباغ بلقيس، الحداد سلام ”مجلة الهندسة والتكنولوجيا، العدد 13، المجلد 28، (2010).

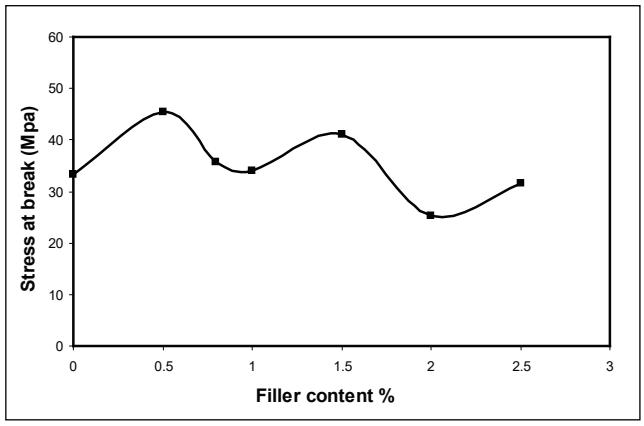
[16] Annual book of ASTM standards,. Front Cover. American Society for Testing and Materials. Part-35, (1981).



الشكل رقم (9): يبين العلاقة بين معامل يونك وتركيز المضاف مسحوق الألمنيوم لبوليمر البولي استر .



الشكل رقم (10): يمثل العلاقة بين قوة الشد عند الوهن مع تركيز المضاف من مسحوق الألمنيوم البولي استر .



الشكل رقم (11): يوضح العلاقة بين قوة الشد عند القطع وتركيز المضاف الألمنيوم لبوليمر البولي استر .

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (71-82)A, 2018

الاستخدام الوقائي للمستخلص المائي للزنجبيل (Zingiber officinale) ضد ذيفان حال الدم ألفا المستخلص من بكتريا الأشريشيا القولونية في الفأران

وفاء صادق محسن الوزني

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة كربلاء، العراق.

تاريخ الاستلام: 13 / 7 / 2017

تاريخ قبول النشر: 14 / 8 / 2017

Abstract

This study was designed to explain the prophylactic use of hot aqueous extract of ginger (Zingiber officinale) in mice injected with α-hemolysis toxin was extracted from Escherichia coli bacteria by cold centrifuge and then partially purified using (75%) saturation of ammonium sulfate followed by ion exchange chromatography with DEAE-cellulose. The optimal prophylactic dose of extract was (20) mg/mouse that gave (100%) survival rate in mice injected with lethal dose of toxin (100) mg/ (0.5) ml. There was reduction in the total number of WBC in mice injected with LD50 (29.4)mg / (0.5ml) reached to (4×103) cell /ml compared to control while increased level of pro-inflammatory cytokines such as TNF-α (220) pg/ml, IL-6 (146) pg /ml and IL-1β (201) pg/ml)in this group compared to control .While the mice group injected with prophylactic dose of plant extract before injected with LD50 of toxin showed increase total number of WBC (6×103) cell/ml and decrease in level of pro-inflammatory cytokine TNF-α (140) pg /ml, IL-6 (120) pg/ml and IL-1β (166) pg/ml in compared with group injected with LD50 of toxin only from this results concludes that the hot aqueous extract of ginger have anti-inflammatory activity inside body.

Key words

Zingiber officinale, E.coli, α-hemolysis toxin, Pro-inflammatory cytokins.

الخلاصة

صممت الدراسة الحالية لبيان التاثير الوقائي للمستخلص المائي الساخن لنبات الزنجبيل (Zingiber of ficinale) في الفئران المحقونة بذيفان حال الدم الفا (Hemolysin-α) الذي تم استخلاصه من مزروع بكتريا Escherichia coli من خلال فصل الراشح الجرثومي بالطرد المركزي المبرد ومن ثم تنقيتة جزئيا باستعمال الترسيب بكبريتات الامونيوم بنسبة اشباع (75٪) وكروماتوغرافي التبادل الايوني باستخدام عمود المبادل الايوني DEAE-Cellulose.

قـــــدرت الجرعـة الوقائية المثلى من المستخلص النباتي بـ (20) ملغم/ فأرة والتي اعــطت نسبة نجاة (100٪) في الفئران المحقونة بالجرعة المهلكة الكلية من الذيفان البالغة (100) ملغم/ (0.5) مليليتر .انخفض عدد خلايا الدم البيض الكلي في الفئران المحقونة بالجرعة القاتلة النصفية من الذيفان والبالغة (29.4)ملغم / (0.5) مليليتر ليصل الى (4.3×103) خلية/ مليليتر مقارنة بالسيطرة في حين ارتفع مستوى الحركيات الخلوية قبل الالتهاب TNF-α وIL-6 و IL-1β في تلك المجموعة ليصل الى (220-146-201) بيكوغرام/ مليليتر على التوالي مقارنة بالسيطرة . كما اظهرت مجموعة الفئران المحقونة بالجرعة الوقائية المثلى من المستخلص قبل حقنها بالجرعة القاتلة النصفية من الذيفان ارتفاع ملحوظ في عدد خلايا الدم البيض ليصل الى (6 ×103) خلية / مليليتر وانخفاض في مستوى الحركيات الخلوية ليصل الى(140-120-166) بيكوغرام / مليليتر لكل من TNF-α وIL-6 و IL-1β على التوالي عند مقارنتها بالمجموعة المحقونة بالجرعة القاتلة النصفية من الذيفان فقط من هذا نستنتج ان للمستخلص المائي الحار للزنجبيل تاثير مضاد للتفاعلات الالتهابية داخل الجسم الحي .

الكلمات المفتاحية

الزنجبيل، بكتريا القولون، ذيفان حال الدم الفا، الحركيات الخلوية قبل الالتهاب.

Vol. 7, No. 13 and 14, P. (71-82)A, 2018

1. المقدمة: Introduction

تعد بكتريا *Escherichia coli* من الفلورا الطبيعية في امعاء الانسان تستوطن الطبقة المخاطية للقولون وتبقى تعايشية مع مضيفها حيث تلعب دورا مهما في الحفاظ على ثبات اعداد الفلورا الطبيعية في الامعاء والمحافظة على توازنها [1].كما توجد سلالات مرضية من تلك البكتيريا تعد احد اهم اسباب اصابات الاسهال عند الرضع حيث تسبب التصاق او طمس الزغيبات وتكوين تراكيب كاسية عند التصاقها بخلايا الغشاء المخاطي لديهم [2] .كما تمتلك تلك السلالات العديد من عوامل الضراوة التي تمكنها من احداث الانحاج ومواجهة الجهاز المناعي للمضيف حيث يكون ذيفان حال الدم الفا (Hemolysin-α) احد اهم تلك العوامل الذي يكون تأثيره على الخلايا المعوية وجدار الامعاء ناتج من قدرته على تحطيم الغشاء المخاطي المعوي وتحفيز انتقال البكتريا الى مجرى الدم اما مباشرة او من خلال تطور العملية الالتهابية في ذلك الغشاء [3] .

اكتسب ذيفان حال الدم الفا اسمه من قدرته على تحليل خلايا الدم الحمر ومهاجمة العديد من خلايا الجسم كالخلايا المناعية الخلطية والخلوية [4]. يمتلك الذيفان قدرة عالية على توسعة التفاعل الالتهابي الذي يؤدي الى تلف انسجة المضيف بفعل الحركيات الخلوية قبل الالتهاب مثل TNF-α و-IL 1β التي تنتج بكميات كبيرة من الخلايا المناعية المختلفة (كالخلايا اللمفية واحادية النواة والخلايا العدلة) استجابتا» لتاثير ذلك الذيفان [5].

تعد النباتات الطبية ومنتجاتها مصدرا مهما للعديد من المركبات الكيمياوية الامنه وغير السامة وذات فعالية بايلوجية مضادة للجراثيم وللاكسدة وللسرطان كما تعمل المستخلصات النباتية على تعديل الاستجابة المناعية للجسم اما بالتحفيز غير المتخصص للجهاز المناعي من خلال تنشيط نظام المتمم والفعالية البلعمية للخلايا المناعية كالخلايا العـــدلة (Neutophils) والخلايا وحيدة النواة (Monocyte) او بالتحفيز المتخصص للجهاز المناعي والمتمثل بالتفاعلات الخلوية والخلطية التي تنظم انتاج الاجسام المضادة (Antibodies) في الجسم [6] .

يعد نبات الزنجبيل (*Zingiber officinale*) واحد من تلك النباتات الطبية باعتباره مصدرا للمركبات الفينولية كما يتميز بامتلاكه فعاليات بايولوجية مختلفة اهمها عمله كمضاد للالتهاب والاكسدة وذو فعالية مضاده للجراثيم تمكنه من تقليل امراضية العديد من الاجناس الجرثومية وتثبيط انتاج عوامل ضراوتها [7,8].كما لوحظ ان استخدام مستخلص نبات الزنجبيل سيعمل على تقليل التشوهات الكروموسومية وتلف جزيئات DNA المرافق لبعض الاصابات, فضلا عن دوره المحسن للاستجابة المناعية الخلوية والخلطية في المضيف المتمثل بايقاف عملية القتل الخلوي المبرمج والتنخر الخلوي للخلايا اثناء الاصابات الجرثومية مع عمله لتقليل حدة التفاعلات الالتهابيه [9] لذا جاءت هذه الدراسة للوقوف عند امكانية استخدام المستخلص المائي الحار لنبات الزنجبيل ضد التأثير المرضي لذيفان حال الدم الفا المنتج من البكتريا المعوية المسؤولة عن العديد من الاصابات الخطرة خصوصا عند الاطفال ودراسة تأثيره المعدل لمؤشرات المناعة الذاتية في جسم العائل.

2. المواد وطرائق العمل :

1.2. الحيوانات المختبرية:

استعملت ذكور الفئران المختبرية البيضاء من الضرب Balb /c بمعدل عمر (15-20) اسبوع ووزن (26±3) غم عند بداية التجربة والتي جهزت من كلية الصيدلة جامعة كربلاء ووزعت في اقفاص لدائنية بهيئة مجاميع بحسب حاجة التجربة مع الاستمرار بتجهيزها بالماء والعليقة المتكاملة وتوفر الظروف البيئية المناسبة المتمثلة بدرجات الحرارة

والرطوبة المناسبتين بالأضافة الى استحصال موافقة لجنة اخلاقيات الحيوان في جامعة الكوفة (Animal Ethics Committee) لأتمام التجارب المتعلقة بالحيوان.

2.2. المستخلص النباتي:

تم الحصول على درنات الزنجبيل الجاف من الاسواق المحلية في محافظة كربلاء أذ طحنت بالطاحونة الكهربائية للحصول على مسحوق ناعم استعمل لتحضير المستخلص المائي الحار وفق الطريقة المبينة في [6].كما تم تقدير المحتوى الكيمياوي للمستخلص بأتباع الطرائق الموصوفة من قبل [7] لتحديد وجـود الالكلويدات (Alkaloids) و السابونينات (Saponins) والتانينات (Tannins) والفلافونويدات (Flavonoides) والستيرويدات (Ste-roids) والتربينويدات (Trpenoides) .

3.2. العزلات البكتيرية:

تم الحصول على ستة عزلات سريرية لبكتريا *E.coli* من مختبر الصحة العام في محافظة كربلاء وبعد تشخيصها بأعتماد الفحوصات المظهرية والبايوكيميائية المبينه في [10,11] تم تأكيد التشخيص بأستخدام عدة التشخيص Api E20 بحسب تعليمات الشركة المجهزة BioMer-ieux ، عندها زرعت السلالات البكتيرية المشخصة على وسط غراء الدم لغرض التحري النوعي عن قابليتها على انتاج ذيفان حال الدم الفا من خلال ملاحظة شكل ونوع التحلل الدموي ووفق الطريقة المبينة في Santos وجماعته [12] ومن ثم اعتمد التقدير شبه الكمي للتحلل الدموي للراشح الجرثومي المجموع من العزلات البكتيرية المدروسة لتحديد العزلة البكتيرية الاكفأ لانتاج الذيفان حيث وضع (50) مايكرولتر من راشح كل عزلة جرثومية في حفر تم عملها بواسطة الثاقب الفليني على وسط غراء الدم ثم حضنت الاطباق عند (37) م° وبعد (24) ساعة قيس قطر مناطق التحلل حول الحفر وحددت العزلة التي اعطت اكبر قطر لمنطقة التحلل لاستخدامها لأستخلاص ذيفان حال الدم الفا [13] .

4.2. استخلاص ذيفان حال الدم الفا:

تم تنمية العزلة البكتيرية المنتقاة في وسط نقيع القلب والدماغ السائل وحضنت بدرجة حرارة (37) م بحاضنة هزازة لمدة (18) ساعة فقط ثم جمع الراشح بالطرد المركزي المبرد (10000 دورة بالدقيقة لمدة 30 دقيقة) وعقم باستخدام ورق ترشيح ذو ثقوب (0.22) ملي مايكرون [12] عندها قدر تركيز البروتين في الراشح باستخدام طريقة Lowry وجماعته [14] والفعالية التحليلية له بحسب الطريقة المبينة من قبل May وجماعته [15] التي تتضمن تحضير سلسلة تخافيف متدرجة من الراشح البكتيري ثم خلط (400) مايكروليتر من كل تخفيف مع (100) مايكروليتر من عالق خلايا الدم الحمر وحضنت لمدة (30) دقيقة بدرجة حرارة (37) م° ثم قرات الامتصاصية للخليط بعد ازالة الخلايا الغير متحللة بعملية الطرد المركزي على طول موجي (543) نانومتر. مثلت الفعالية التحليلية مقلوب اعلى تخفيف اعطى تحلل كامل لخلايا الدم الحمر مقارنة بالسيطرة الموجبة المتكونة من خلط (100) مايكرو ليتر من عـالق خلايا الدم الحمر مع (400) مايكرو ليتر من ماء حنفية والسيطرة السالبة المتكونة من خلط (100) مايكرو ليتر من عالق خلايا الدم الحمر مع (400) مايكرو ليتر من 0.9 ٪ محلول ملحي عندها حسبت نسبة التحلل لكل تخفيف وفق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التحلل} = \frac{A}{A1} \times ١٠٠$$

A = قيمة الامتصاص الصغرى

A1= قيمة الامتصاص العظمى

5.2. التنقية الجزئية لمستخلص حال الدم ألفا:

اضيفت بلورات كبريتات الامونيوم تدريجيا الى (100) ملليلتر من الراشح الجرثومي وبنسب اشباع متدرجة (25-50-75-100٪) مع التحريك المستمر في حمام ثلجي لا تتجاوز حرارته (5) م° وبعد عملية الطرد المركزي المبرد علق الراسب المتكون باقل كمية ممكنة من محلول (0.02) مولار دارئ ترس حامض الهيدروكلوريك ثم جرت ديلزته حيال عدة تبديلات بأستخدام نفس المحلول وبدرجة حرارة (4) م لمدة (48) ساعة عندها ركز المحلول بأستخدام السكروز وقدر تركيز الذيفان والفعالية التحليلية له لتحديد نسبة الاشباع المثلى بعد ذلك نقل المستخلص المتكون الى عمود المبادل الايوني DEAE-Celllose (15× 1.5) سم المحضر وفق ما جاء في [16] ثم غسل العمود بمحلول الموازنة نفسه (M Tris-HCl 0.02 /pH=8) وتم الاسترداد باستخدام محلول الغسل نفسه وبتدرج ملحي من كلوريد الصوديوم (0- 1.5 مولار) وبسرعة جريان (0.5)ملليلتر/ دقيقة و بحجم جزء مقداره (3) ملليلتر . تمت متابعة تركيز ذيفان حال الدم الفا بالاجزاء النافذة بقراءة الامتصاص عند الطول الموجي (280) نانوميتر ثم جمعت القمم المتكونة والاجزاء القريبة منها كلا على انفراد وتم ديلزتها حيال عدة تبديلات من الماء المقطر لمدة (24) ساعة بدرجة حرارة (4) م° ثم ركزت هذه الاجزاء وقدر تركيز الذيفان فيها والفعالية التحليلية لها.

6.2. تحديد الجرعة القاتلة الكلية(LD100) والنصفية LD50)) لذيفان حال الدم الفا المنقى جزئيا:

حددت الجرعة المهلكة الكلية والنصفية للذيفان باعتماد الطريقة المتبعة من قبل Chined وجماعته [17] فقد حضرت تراكيز ذيفان حال الدم الفا التي أعطت نسبة تحلل (25-50-70-90-100 ٪) والبالغة (1.56 - 3.12 - 12.5 – 50 – 100) ملغرام/ (0.5) ملليلتر على التوالي ثم حقن (0.5) ملليلتر\ لكل فأرة من كل تركيز وبواقع (5) فئران للتركيز الواحد داخل البريتون وبعد مرور (5) ايام تم حساب عدد الفئران الحية والميتة لكل مجموعة والتي منها حددت الجرعة القاتلة الكلية والنصفية للذيفان وبحسب المعادلة التالية:

$$LD_{50} = LD_{100} - \sum \left(\frac{a \times b}{n} \right)$$

LD_{50} = متوسط الجرعة القاتلة

LD_{100} = اقل جرعة مطلوبة للقتل الكلي

a = فرق الجرع b معدل الوفيات n= عدد الفئران في المجموعة الواحدة

7.2. تحديد الجرعة الوقائية المثلى من المستخلص المائي الحار للزنجبيل ضد الجرعة المهلكة الكلية من ذيفان حال الدم ألفا:

حضرت اربعة تراكيزمن مستخلص الزنجبيل المائي الحار (10- 15 -20-40) ملغم \ (0.5) ملليلتر ثم حقن (0.5) ملليلتر لكل فأرة من كل تركيز وبواقع (5) فئران للتركيز الواحد داخل تجويف الخلب كل (48) ساعة لمدة (20) يوم وبعد نصف ساعة من اخر جرعة تم حقن كل فأرة داخل غشاء الخلب (0.5) ملليلتر من الجرعة المهلكة الكلية من الذيفان ثم تم متابعة عدد الفئران الميتة والحية بعد مرور (5) ايام فقط (18). مع الاخذ بنظر الاعتبار وجود مجموعة سيطرة حقنت بالمحلول الملحي الفسلجي بدلا من المستخلص خلال فترة المعاملة.

8.2. تأثير الجرعة الوقائية للمستخلص المائي الحار للزنجبيل في أمراضية ذيفان حال الدم الفا في الفئران:

بعد تحديد متوسط الجرعة القاتلة LD_{50} من ذيفان حال الدم ألفا والجرعة الوقائية المثلى من المستخلص المائي للزنجبيل قسمت الفئران الى عدة مجاميع تتألف كل مجموعة من (5) فئران:

1) حقنت المجموعة الاولى داخل غشاء الخلب بالجرعة الوقائية المثلى من المستخلص كل (48) ساعة لمدة (20) يوم وبعد نصف ساعة من اخر جرعة حقنت تلك الفئران داخل البريتون بمتوسط الجرعة القاتلة من ذيفان حال الدم ألفا .

2) حقنت المجموعة الثانية داخل غشاء الخلب بالجرعة الوقائية المثلى من المستخلص فقط .

3) حقنت المجموعة الثالثة داخل غشاء الخلب بمتوسط الجرعة القاتلة من ذيفان حال الدم ألفا فقط .

4) حقنت المجموعة الرابعة بالمحلول الملحي الفسلجي فقط كمجموعة سيطرة.

وبعد مرور ثلاث ايام لوحظة التغيرات المرضية العينية الظاهرة في مجاميع الفئران مقارنة بمجاميع السيطرة ثم تم تخدير الفئران وسحب منها الدم بطريقة طعنة القلب حيث استخدم جزء من الدم لحساب العدد الكلي لخلايا الدم البيض في حين استعمل الجزء الاخر لغرض فصل المصل لاستخدامه في تحديد تركيز كل من TNF.α , IL-1β , IL-6 باستخدام العدة المجهزة من شركة Elabsciens ltd وحسب تعليمات تلك الشركة باستخدام جهاز الاليزا .

3. النتائج والمناقشة:

1.3. التحري عن قابلية العزلات البكتيرية على انتاج ذيفان حال الدم ألفا:

اظهرت نتائج التحري النوعي عن قابلية العزلات الجرثومية لانتاج ذيفان حال الدم الفا قابلية ثلاث عزلات بكتيرية فقط على انتاج مناطق تحلل واضحة على وسط غراء الدم وبعد اجراء التقدير شبه الكمي لتركيز الذيفان في راشح كل عزلة من تلك العزلات الثلاثة تم انتقاء العزلة البكتيرية التي اعطى راشحها اكبر منطقة تحلل لغرض استخلاص الذيفان منها حيث بينت الدراسات وجود علاقة طردية بين تركيز الذيفان وقطر منطقة التحلل وذلك بسبب القدرة العالية للذيفان على تحليل انواع مختلفة من خلايا المضيف كخلايا الدم الحمر والبيض من خلال مايحدثه من ثقوب في غشائها البلازمي تلك الثقوب التي تؤدي الى انتفاخها وتحطمها وتحرر المغذيات منها مثل الحديد وجزيئات ATP التي تعد أساسية لنمو الخلايا البكتيرية التي تعمل على انتاج الذيفان في البيئات قليلة المغذيات من اجل بقاءها وانتشارها داخل جسم العائل [19] كما لوحظ ان وجود التراكيز العالية من ذيفان حال الدم ألفا سيؤدي الى الزيادة في نسبة الكالسيوم داخل خلوية واحداث تغيرات شكلية كبيرة تنتهي بتحلل الخلايا وتحطمها. لذا اعتمدت طريقة تحلل خلايا الدم الحمر في العديد من الدراسات لتحديد قابلية البكتريا على انتاج ذيفان حال الدم ألفا [20].

2.3. استخلاص وتنقية ذيفان حال الدم ألفا.

بينت نتائج استخلاص الذيفان من الراشح البكتيري الذي فصل عن الخلايا الجرثومية بالطرد المركزي المبرد وجود زيادة ملحوظة بفعاليته التحليلية بعد ترشيحه وديلزته وتركيزه فقد وصلت الفعالية التحليلية للراشح (40) وحدة تحلل/ مليليتر والتي تمثل مقلوب اعلى تخفيف اعطى تحلل واضح لخلايا الدم .

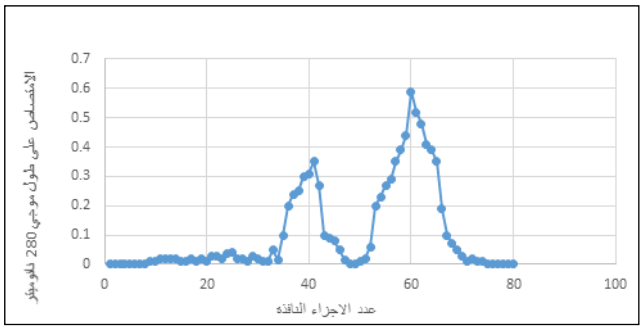
اكدت تلك النتائج القابلية العالية للعزلة البكتيرية على افراز حال الدم ألفا الى الوسط الذي تعيش فيه باعتباره احد اهم عوامل الضراوة التي تفرزها البكتريا الى البيئة المحيطة بها بأعتماد آلية خاصة تتضمن ارتباط ثلاث مكونات رئيسة (HIyB ,HIyD ,ToIC) لتكوين قناة عبر الجدار البكتيري تربط الغشاء الداخلي والخارجي للبكتريا والتي من خلالها يعبر الذيفان (HIyA) الى البيئة الخارجية المحيطة بالبكتريا [21] .كما اظهرت نتائج ترسيب مستخلص الذيفان الخام باستخدام كبريتات الامونيوم بنسبة اشباع (75٪) زيادة واضحة في الفعالية التحليلية للذيفان المترسب بعد ديلزته

حيال عدة تبديلات بأستخدام الماء المقطر وتركيزه اذ وصلت الفعالية التحليلية له الى (160) وحدة تحلل/ ملليتر. ان الزيادة الحاصلة في الفعالية التحليلية للمستخلص تعد دليلا على كفاءة عملية الترسيب بأملاح كبريتات الامونيوم في الحصول على محاليل بروتينية اكثر تركيزا وتحقيق درجة من النقاوة عبر التخلص من البروتينات الملوثة [16]. حيث تتميز املاح الامونيوم بذائبيتها العالية وقدرتها على المحافظة على البروتينات ومنع مسخها بالأضافة الى قدرتها على معادلة الشحنات السطحية للبروتينات وأزالة طبقة الماء المحيطة بها مؤدية بذلك الى تقليل ذائبية البروتين وترسيبه بتأثير الملح [22].

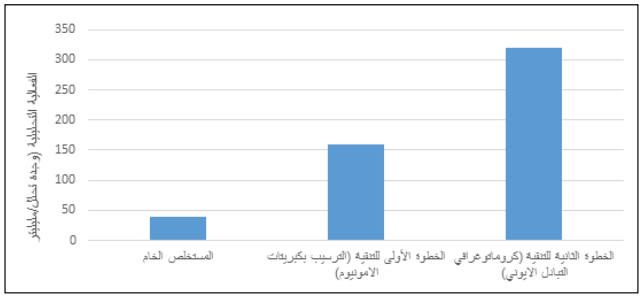
مرر البروتين المترسب في عمود المبادل الايوني DE-AE-Cellulose وبعد الغسل ومتابعة الامتصاص على الطول الموجي (280) نانوميتر للأجزاء النافذة لوحظ ظهور قمتين عند الاجزاء (34-47) و(51-70) على التوالي (شكل 1).وعند قياس الفعالية التحليلية للقمم الظاهرة بعد ديلزتها وتركيزها لوحظ وجود فعالية تحليلية وصلت الى (320) وحدة تحلل/ ملليتر في القمة الثانية فقط .كما اتضح ان تركيز كلوريد الصوديوم اللازم لاسترداد الذيفان من عامود المبادل الايوني بلغ (1.25) مولار.

استخدمت تقنية كروماتوغرافيا التبادل الايوني كمرحلة ثانية للتنقية للبروتين من قبل العديد من الباحثين حيث ان استعمال مدى ايوني متوسط او محلول دارئ حاوي تراكيز ملحية متوسطة سيعمل على تقليل التداخل الحاصل ما بين البروتين ومادة المبادل مسهلا بذلك استرداد النموذج نتيجة العمل على فك الترابطات الحاصلة بين البروتين والمبادل [16].

لوحظ من النتائج الحالية وجود زيادة مناسبة في الفعالية التحليلية لمستخلص الذيفان المنقى جزئيا بعد كل خطوة من خطوات التنقية مقارنة بالمستخلص الخام كما موضح في الشكل (2) فقد اشارت الدراسات السابقة الى محاولة اختصار خطوات التنقية الى اقل عدد ممكن واعتماد التنقية بطريقة الالفة التي تنقي البروتينات بخطوة واحدة فقط وبالتالي سيتم المحافظة على فعالية البروتينات وتقليل فرص تلفها.



شكل (1): كروماتوغرافيا التبادل الايوني بأستخدام عمود التبادل الايوني DEAE-Cellulose بأبعاد (15×1.5) سم لتنقية الذيفان حال الدم ألفا تم الاسترداد بمحلول (0.02) مولار دارئ ترس حامض الهيدروكلوريك ذو (pH=8)وبتدرج ملحي خطي بمدى (0- 1.5) مولار كلوريد الصوديوم بسرعة جريان (0.5) ملليتر / دقيقة وبواقع (3) ملليتر / جزء.



الشكل (2): الفعالية التحليلية لمستخلص ذيفان حال الدم حسب خطوات التنقية.

3.3. الجرعة القاتلة الكلية (LD100) والنصفية (LD50) لذيفان حال الدم ألفا:

تم تحديد الجرعة القاتلة الكلية والنصفية للذيفان من خلال حقن الفئران بالتراكيز التي اعطت نسب تحلل متدرجة (25-50-70-90-100٪) وبواقع 5 فئران للتركيز الواحد داخل غشاء الخلب حيث وجد ان الجرعة القاتلة الكلية هي (100)ملغم \(0.5 مليليتر) وبنسبة هلاك (100٪) بعد مرور (5) ايام في حين وجد ان الجرعة

القاتلة لنصف عدد الفئران قد وصلت الى(29.4) ملغم \ (0.5) مليليتر بعد مرور (5) ايام كما مبين في جدول (1).

توافقت هذه النتائج مع نتائج دراسات سابقة والتي اكدت على وجود زيادة طردية في النسبة المؤية لعدد الفئران الميتة عند حقنها بتراكيز تصاعدية من ذيفان حال الدم ألفا كما لوحظ ان سلالات بكتيريا *E.coli* المنتجة لذيفان حال الدم ألفا تكون اكثر ضراوة وقدرة على قتل الحيوانات المختبرية من السلالات غير المنتجة للذيفان [15].

كما ان الاختلافات في قيم كل من الجرعة المهلكة الكلية والنصفية للذيفان بين الدراسات المختلفة قد يرجع الى طبيعة السلالات الجرثومية التي استخلص منها الذيفان والى ظروف عملية الاستخلاص والتنقية التي قد تؤثر على فعالية الذيفان المستخلص بالاضافة الى التأثير المباشر لقوة الجهاز المناعي للحيوانات المختبرية المستخدمة في التجربة على الرغم من ان النظام البايولوجي للذيفان هو نفسه في كل الحالات.

جدول (1): الجرعة المهلكة لنصف عدد الفئران من ذيفان حال الدم الفا

المجاميع	عدد الفئران بكل مجموعة (n)	الجرعة (ملغم/ ٥ , ٠ مليليتر)	اختلاف الجرع (a)	العدد الميت للفئران	معدل الوفيات (b)	النسبة المؤية للهلاك	$\frac{b \times a}{n}$
1	5	100		5		100%	
2	5	50	50	4	4.5	80%	45
3	5	12.5	37.5	3	3.5	40%	22.5
4	5	3.12	9.4	3	3	20%	2.8
5	5	1.56	1.6	1	2	20%	0.3
السيطرة	5	0	0	0	0		0
							المجموع (T) =70.6

الجرعة القاتلة النصفية = اقل جرعة مطلوبة للقتل الكلي -T = 100- 70.6 = 29.4 ملغرام/0.5 مليليتر

4.3. الجرعة الوقائية المثلى من المستخلص النباتي:

تم تحديد الجرعة الوقائية المثلى من المستخلص المائي الحار للزنجبيل والبالغة (20) ملغم \ فأرة والتي اعطت نسبة نجاة (100٪) في الفئران المحقونة بالجرعة القاتلة الكلية من الذيفان كما موضح في الجدول (2).

يعد عامل الحرارة من العوامل المهمة التي تساعد بأذابة المواد الفعالة في المستخلص النباتي الشيء الذي لوحظ من خلال النتائج المبينة في الجدول (3) الذي يؤكد احتواء المستخلص المائي الحار للزنجبيل على كل من الالكلويدات (Alkaloid) السابونات (Saponins), الفلافونويدات (Flavonoids) , التانينات (Tannins) , الكلايكوسيدات (Glycosides) , تربينويدات (Ter-penoids) والفينولات (Phenolic) في حين لم يلاحظ وجود الستيرويدات (Steroids) .

تعد جميع تلك المواد فعالة في تدعيم الجهاز المناعي للعائل بأعتبارها مواد مضادة للأكسدة ومضادة للألتهاب حيث تعمل على تقليل الفعل المرضي للذيفانات من جهة وزيادة عدد الخلايا المناعية ومنع موتها مثل الخلايا البلعمية واللمفية التي تلعب دورا مهما في الاستجابة المناعية في جسم المضيف من جهة اخرى فضلا عن دوره المحسن للمؤشرات المناعية الذاتية (الخلوية والخلطية) الغير متخصصة [23].

جدول (2): الجرعة الوقائية المثلى من المستخلص النباتي

تركيز المستخلص النباتي (ملغم/ 0.5مليليتر)	الجرعة المهلكة الكلية (مايكرو غرام/ مليليتر)	عدد الفئران	العدد الحي	العدد الميت	العدد التراكمي الحي	العدد التراكمي الميت	العدد الكلي	النسبة المؤية للهلاك ٪	النسبة المؤية للنجاة ٪
10	100	5	1	4	1	7	8	87.5	12.5%
15	100	5	2	3	3	3	6	50	50%
20	100	5	5	0	8	0	8	0	100%
25	100	5	5	0	13	0	13	0	100%

جدول (3): التحليل الكيمياوي لمستخلص نبات الزنجبيل.

المركبات الكيمياوية	وجود اوعدم وجود المادة
Alkaloids	+
Saponins	+
Flavanoids	+
Tanins	+
Glycoside	+
Terpenoids	+
Phenolic	+
Steroids	-

5.3. التأثير الوقائي للمستخلص المائي الحار للزنجبيل ضد التأثيرات المرضية لذيفان حال الدم الفا:

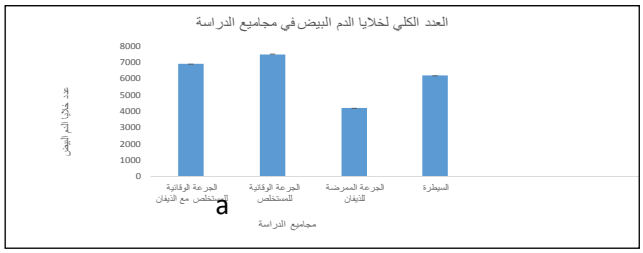
اكدت نتائج الدراسة الحالية الدور الوقائي للمستخلص المائي الحار للزنجبيل ضد ذيفان حال الدم ألفا من خلال دراسة المعايير التالية:

1.5.3. العد الكلي لخلايا الدم البيض في مجاميع الدراسة:

اظهرت النتائج انخفاض في عدد خلايا الدم البيض (4.3×10^3 خلية / مليليتر في الفئران المحقونة بالجرعة القاتلة النصفية من ذيفان حال الدم ألفا مقارنة بالسيطرة (6.7×10^3 خلية / مليليتر في حين كان هنالك ارتفاع في عدد خلايا الدم البيض(7×10^3) خلية/ مليليتر في مجموعة الفئران التي حقنت بالجرعة الوقائية من المستخلص فقط. كما لوحظ ارتفاع في عدد خلايا الدم البيض ليصل الى (6×10^3) خلية / مليليتر في مجموعة الفئران التي حقنت بالجرعة الوقائية من المستخلص قبل حقنها بالجرعة القاتلة النصفية من الذيفان مقارنة بالمجموعة التي حقنت بتلك الجرعة من الذيفان فقط شكل (3) .

يعمل ذيفان حال الدم الفا في العديد من الحالات المرضية على تحفيز اظهار معقد غشائي من بروتينات سكرية يعرف CD18 /11a على سطح خلايا الدم البيض احادية النواة حيث يتوسط ذلك المعقد عملية التصاق متخصصة بين خلايا الدم البيض والخلايا الطلائية في الاوعية الدموية

مؤديا بذلك الى زيادة هجرة وارتشاح خلايا الدم البيض الى مناطق الاصابة الجرثومية وقلة عددها في الدم المحيطي لذا فان تثبيط اظهار تلك المعقدات بواسطة المركبات الفعالة الموجودة في المستخلصات النباتية كالمستخلص المائي الحار للزنجبيل سيقلل من هجرة خلايا الدم البيض الى موقع الاصابة ويزيد اعدادها في الدم المحيطي [24 , 25] .



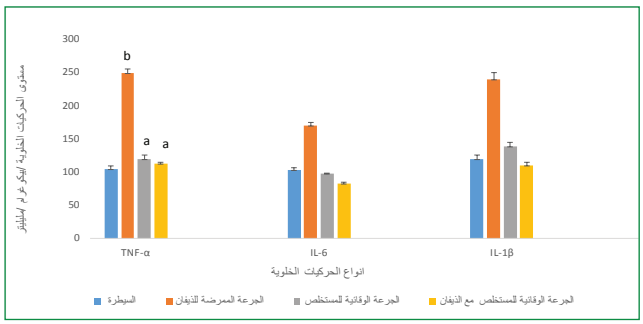
شكل (3): العدد الكلي لخلايا الدم البيض في مجاميع الدراسة.

2.5.3. مستوى الحركيات الخلوية قبل الالتهاب (IL-6, IL-1β,TNF-α) في مصل مجاميع الدراسة:

لوحظ من خلال النتائج المبينة في الشكل (4) وجود ارتفاع ملحوظ في مستوى الحركيات الخلوية قبل الالتهاب في مجموعة الفئران المحقونة بالذيفان حال الدم ألفا والتي بلغت (220 ,146, 201) بيكوغرام \ملليلتر لكل من , TNF-α IL-6 IL-1β على التوالي مقارنة بالسيطرة البالغة (130, 116, 170) بيكوغرام \ملليلتر على التوالي التي كان معدل مستوياتها في المجموعة المحقونة بالجرعة الوقائية للمستخلص النباتي فقط مقاربا للسيطرة والبالغة(139،98،120) بيكوغرام \ملليلتر على التوالي في حين اظهرت المجموعة المحقونة بالجرعة الوقائية للمستخلص قبل حقنها بالجرعة القاتلة النصفية من الذيفان انخفاض في معدل مستوى تلك الحركيات عند مقارنتها مع المستويات المسجلة في المجموعة المحقونة بالذيفان لوحده والتي وصلت الى (140, 120 , 166) بيكوغرام \ملليلتر لكل من IL-1β,IL-6,TNF-α على التوالي.

ان الارتفاع الملحوظ في معدل مستوى الحركيات الخلوية قبل الالتهاب يعد من الخطوات الاولى لاستجابة الجهاز المناعي للمضيف ضد الممرضات ومنتجاتها والتي تلعب دورا مهما لابادتها وتخليص الجسم منها مع ذلك يعمل الانتاج المفرط من تلك الحركيات على تطوير تفاعل التهابي حاد جدا يؤدي الى تلف النسيج وتحطمه [20].

يمتلك المستخلص المائي الحار لنبات الزنجبيل القدرة على تثبيط التفاعلات الالتهابية من خلال العمل على تقليل انتاج الحركيات الخلوية قبل الالتهاب من الخلايا المناعية المختلفة عن طريق تثبيط التحفيز المفرط لتلك الخلايا بواسطة العوامل المرضية مؤديا بذلك تقليل حدة التفاعل الالتهابي [26, 27]. كما يعمل مستخلص الزنجبيل على تثبيط تضاعف بعض الخلايا اللمفية كالخلايا التائية المساعدة وعلى ايقاف تنظيم اظهار جزيئات معقد التوافق النسيجي الاول والثاني على سطح الخلايا المظهرة للانتجين بالشكل الذي يؤدي الى تثبيط وضيفتها وايقاف قدرتها على انتاج الحركيات الخلوية في موقع الاصابة التي تكون مسؤولة عن تفاقم التفاعل الالتهابي [28].



-الحروف المتماثلة دلالة على اختلاف غير معنوي (P< 0.05)

-الحروف المختلفة دلالة على اختلاف معنوي (P< 0.05)

شكل (4): مستوى الحركيات الخلوية قبل الالتهاب (IL-6, IL-1β,TNF-α) في مصل مجاميع الدراسة.

المصادر

[1] Yan, F.and polk B. Commensally bacteria in the gut: learning our friends curr . opin .Gastro . 20: 565-571, (2004).

[2] Wiles, T.J.; Kulesus R.R and Mulvey M.A. Origins and virulence mechanisms of uropathogenic Escherichia coli. Exp. Molic.Patho.85 (1):11-19, (2008).

[3] Bettelheim, K.A. and Gold water, P.N. Escherichia coli and sudden infant death syndrome. Frontiers. Immune .6(3):1-7, (2015).

[4] Berube,B.J.; 1 and Wardenburg,J.B. Staphylococcus aureus α-Toxin: Nearly a Century of Intrigue. Toxins .5: 1140-1166, (2013).

[5] Lehmacher, N.; Meier, H.; Aleksic, S. and Bochemuhl,J.Detection of Hemolysin Variants of Shiga Toxin-Producing Escherichia coli by PCR and Culture on Vancomycin-Cefixime-Cefsulodin Blood Agar.App.Inviro.Micro.64(7): 2449-2453, (1998).

[6] Bolfa, P.; Catio, C.; Gal, A.; Taulescu, M. ; Fit, N.; Nadas, G.; Niculae, M.;Tamas, M.andSpinu, M . Screening of life alcoholic plants extract effect on the immune status of Romanian EIAV infected horses. Rom. Biotech. Litt. 16(6): 6730-6739, (2010).

[7] Kishk, Y. F. M. and Sheshetawy, H.E. Optimization of Ginger (Zingeber officinal) phenolic extraction conditions and its antioxidant and radical scavenging activities using response surface methodology .Wold. J. Dair. Food. Scien. 5(2):188-196, (2010).

[8] Riaz,H.; Begum,A.; Raza, S.; khan, Z.; yousaf, H. and Tariq, A. Antimicrobial property and phytochemical study of ginger found in local area of Punjab, Pakistan. Int.Curr.Pharm. J. 4(7):405-409, (2015).

[9] Sakr, S.A.; Nabi,S.H.; Okdah,Y.A.; Garawani,I.M. and El Shabka, A.M. Cytoprtective effects of aqueous ginger (Zingiber officinale) extract against carbimazole-induced toxicity in albino rats. Ejpmr.3(7): 489-497, (2016).

[10] Baron, E. J. and Finegold, S. M. Diagnostic Microbiology. 8th ed. The C. V. Mosby Company, Baltimore. (1990).

[11] Collee, J.G.; Fraser, A.G.; Mjarmion , B.P. and Simmons, A. Mackie and McCartney practical medical microbiology. (14th ed.) Churchill. Livingston. USA, (1996).

[12] Santos, J.A.; Gonzales,C.J.;Otero,A. and Lopez, M.G.Hemolytic activity and siderophore production in different aeromonas species isolated from fish .Appl. Enviro. Micro. 65(12): 5612-5614, (1999).

[13] Ruiz, M. L.; Silva, P. G. and Laciar, A. L. Comparison of microplate, agar drop and well diffusion plate methods for evaluating hemolytic activity of Listeria monocytogenes. Afr.J.Microbiol.Res.3 (6):319-324, (2009).

[14] Lowry, O.H.; Reschrough, N.J.; Earry, A.L. and Randull,R.J.Protein measurement with folin reagent.J.Biol.Chem.193:265-257, (1951).

[15] May, A.; Gleason, T.;Sawyer, R. and pruett, T. Contribution of Escherichia coli α-hemolysin to bacterial virulence and in-

Megaterium.Int.J.Pharma.Res and Allie. Scie.5(1):65-71, (2012).

[23] Shaky, S.R. Medicinal uses of ginger (Zingiber officinale Roscoe) improves growth and enhances immunity in aquaculture. Inter.J. Chem.Stud.3 (2):83-87, (2015).

[24] Harun,N.H.; Septama,A.W.and Jantan,I. Immunomodulatory effects of selected Malaysian plants on the CD18/11a expression and phagoctosis activities of leukocytes. Asian. Pac.J. Trop. Biomed.5(1):48-53, (2015).

[25] Stanley, P.; Koronakis, V. and Hughes, C. Acylation of Escherichia coli hemolysin: A unique protein lipidation mechanism underlying toxin function. Micro. Mol. Biol. Rev. 62(2): 309-333, (1998).

[26] Hai,N.V.The use of medical plants as immunostimulants in aquaculture: Aquaculture .446:88-96, (2015).

[27] Raji, Y.; Udohu,S; Oluwadar, O.;Akinsomisoye, O. and Awobajool,O. Anti-inflammatory and analgesic properties of the rhizome extract of Zingiber officinale.Afr. J. Biomed. Res. 5 :121-124, (2002).

[28] Tripathi, M.K.; Mishra, A.S.; Mondal, D.; Misra, A.K.;Prasad,R. and Jakhmola, R.C. Caecal fermentation characteristic blood composition and growth of rabbits on substitution of soya-bean mead by unconventional high-glycosinolate mustered (Brassica Juncea) mead as protein supplement. Animal.2 (2): 207-215, (2008).

traperitoneal alteration in peritonitis. Infect. Immune. 68(1): 176-183, (2000).

[16] Kadhem, AK.; Hamza, Sj. And Altaae, MF. Separation and purification of hemolysin from local isolation of Serratia marcescens. Intern. J. Phar. Scien. 3(6): 386-390, (2013).

[17] Chinedu, E.; Arome,D. and Ameh, F.S.A new method for determining acute Toxicity in Animal Models.Toxicol.Int. 20(3): 224–226, (2013).

[18] Mehrdad, M.; Messripour, M. and Ghobadipour, M. The effect of ginger extraction blood urea nitrogen an creatinine in mice. Pakistan. J.Biol. Scien. 10(17): 2968-2971, (2007).

[19] Skals, M.; Jorgensen, N.R.;Leipziger,J. and praetorins, H. A.α-hemolysin from Escherichia coli causes endogenous amplification through p2X receptor activation to induce hemolysis. PANS. 106 (10): 4030-4035 .(2009).

[20] Lae stadius,A.;Dahlfors.R. and Aperia,A. Dual effects of Escherichia coli α-hemolysinon rat renal proximal tubule cells. Kidney Inter. 62: 2035-2042, (2002).

[21] Su,L.; Chen,S.; Woodard,R.; Chen,J. and Wu,J.Extracellular over expression of recombinant Thermobifida fuscacutinase by alpha-hemolysin secretion system in E. coli BL21(DE3).Micro.C.Fact.11(8):2-7, (2012).

[22] Mishraa,S.andSuseelaa,M.R.Production, Partial Purification and Characterization of Extracellular, Alkalophilic, Carboxy Methyl Cellulase from Baccillus