

مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 2

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. ناصر سعد الدين
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الإلكتروني : magazine@albaath-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

قيمة العدد الواحد : 100 ل.س داخل القطر العربي السوري

25 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

قيمة الاشتراك السنوي : 1000 ل.س للعموم

500 ل.س لأعضاء الهيئة التدريسية والطلاب

250 دولاراً أمريكياً خارج القطر العربي السوري

توجه الطلبات الخاصة بالاشتراك في المجلة إلى العنوان المبين أعلاه.

يرسل المبلغ المطلوب من خارج القطر بالدولارات الأمريكية بموجب شيكات

باسم جامعة البعث.

تضاف نسبة 50% إذا كان الاشتراك أكثر من نسخة.

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
 - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة . وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة . مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News , Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون ألف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
32-11	م . باسم محسن عمار	دراسات على السلوك الإكسوترمي والتجلتن لراتنجات البولستر غير المشبعة بأنظمة ثنائية من البادئات والمسرععات
48- 32	د. ازدهار عمار م. فاديا ديب قا. عزت عربية	دراسة التغيرات الفصلية لتجمعات القاعيات الحيوانية في المنطقة تحت الشاطئية لمحمية فنار ابن هاني
62-49	م . باسم محسن عمار	دراسة تأثير نوع قطب اللحام على مقاومة شد ملحومات الفولاذ السبائكي العالي المقاومة
98-63	انس الفحام د. ياسر عملة د. عيد العبود	الكشف المبكر للأمراض الجلدية باستخدام خوارزميات فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي
126-99	م . باسم محسن عمار	الخواص الفيزيائية – الميكانيكية للمواد المصنعة من مركبات (البولي إيثيلين / نشارة الخشب)

دراسات على السلوك الإكسوترمي والتجلتن لراتنجات البولستر غير المشبعة بأنظمة ثنائية من البادئات والمسرعات

الباحث: م . باسم محسن عمار

قسم هندسة المواد التطبيقية في كلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس

ملخص Abstract:

في هذه الدراسة، تم استخدام اتحاد لمواد بادئة متعددة تتعرض للتفكك بدرجات حرارة عالية أو منخفضة ومواد مسرعة ثنائية وذلك من أجل معالجة مادة البولستر غير المشبعة كما واستخدم كذلك بادئة ثنائية. تم استخدام محاليل بيروكسيد ميتيل إيثيل كيتون (MEKP) وبيروكسيد اسيتيل الأسيتون (AAP) كمواد بادئة ذات درجة حرارة منخفضة، واستخدم كذلك كل من فوق أكسيد البنزويل (BPO) وبيوتيل البيرينزوات (TBPB) كمواد بادئة وسيطية ومفككة ذات درجة حرارة عالية على الترتيب. لقد تم استخدام قياسات زمن التجلتن والسلوك الإكسوترمي الأدبياتي من أجل دراسة سلوك المعالجة. وقد تم التحقق من أن المادة البادئة المفككة ذات درجة الحرارة العالية لا يتعارض عملها مع المادة البادئة المفككة ذات درجة الحرارة المنخفضة. كما وقد وجد أيضا أن معدل المعالجة والقيمة الإكسوترمية يتأثران بمعدل التفكك للمادة البادئة ذات درجة الحرارة المنخفضة بطرق عدة، ووجد بدراسة الأنظمة الثنائية للمسرعات (نفتات الكوبالت و ديميثيل الأثيلين (DMA)) أنه بزيادة تركيز الـ DMA وخصوصا المسرعات ذات التفاعلية العالية، تسبب تغيرات حادة في البارمترات ويمكن أن يكون ذلك بسبب الطبيعة الأكثر تفاعلية للـ DMA بالمقارنة مع تفاعلية نفتات الكوبالت. والآن يمكننا القول في أن الاختيار الجيد للمادة البادئة الثنائية أو المسرع الثنائي يمكننا من تجنب التفاعلات الحرارية القصيرة الأمد و لذلك فإن النظام الثنائي يمكن أن يكون أكثر فعالية من النظام المفرد.

gel time and exotherm behavior studies of an unsaturated polyester resin initiated and promoted with dual systems

Abstract:

In this study, a combination of multiple starters subjected to disintegration at high or low temperatures and binary accelerator materials were used for the treatment of unsaturated polyester material, and a binary primer was also used. Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and acetyl acetone peroxide (AAP) solutions were used as low-temperature starters, and benzoyl peroxide (BPO) and butyl perbenzoate (TBPB) were used as high-temperature intermediates and disintegrators, respectively. Measurements of gelatinization time and adiabatic exothermic behavior were used to study processing behaviour. It has been verified that the high-temperature loose starter does not interfere with the low-temperature loose starter. It was also found that the curing rate and the exothermic peak are affected by the dissociation rate of the low-temperature starting material in several ways, and it was found by studying the binary systems of accelerators (cobalt naphate and dimethyl ethylene (DMA)) that by increasing the concentration of DMA, especially accelerators with high reactivity, sharp changes in the parameters This could be due to the more reactive nature of DMA as compared to the reactivity of cobalt nitrate. Now we can say that a good choice of binary initiator or binary accelerator enables us to avoid short-lived thermal reactions and therefore the binary system can be more efficient than the single system.

المقدمة Introduction :

لقد أصبح استخدام أنظمة البادئات الثنائية أثناء العمليات على راتنج البوليستر غير المشبع (على سبيل المثال، عمليات تشكيل الراتنج بالتحول أو بالضغط) عملية صناعية شائعة، وهي مكونة من مادتين بادئتين. إحداهما مادة بادئة منخفضة الحرارة والأخرى ذات حرارة مرتفعة. وتفسير ذلك بسيط جدا، فعند البدء بعملية لمعالجة، يبدأ الراتنج بالمعالجة فورا بمساعدة المادة البادئة المنخفضة الحرارة وعندئذ يكتمل تفاعل المعالجة بمساعدة المادة البادئة المرتفعة الحرارة.

إن تفاعل المعالجة يمثل مرحلة مهمة جدا في عملية معالجة راتنج البوليستر غير المشبع من أجل إنتاج المركبات من أجل إنجاز منتج عالي الجودة، فإن تفاعل المعالجة يجب أن يحدث بأسلوب موجه. لقد أصبح من المعروف الآن أن معالجة راتنج البوليستر غير المشبعة هي عبارة عن نمو سلسلة أساسية حرة من الروابط المتقلة المشتركة (البلمرة) copolymerization بين الممدات الفعالة reactive diluents (مثل مونومير ستيرين) وبين الروابط البوليستيرية المضاعفة والقادمة من حمض الديكاربوكسيليك dicarboxylic الغير مشبع. وتبدأ عملية البلمرة المشتركة بمركبات البيروكسيد peroxides ، azo ، و azine والمنشطة إما بمركبات معدنية أو أمينات ثلاثية أو بتحريض كهربائي.

إن عددا من الدراسات ربطت ويشكل نوعي تأثير المواد البادئة والمسرعة بزمن التجلتن ومعدل المعالجة والسلوك الحراري لراتنج البوليستر غير المشبعة. فقد وجد العديد من التحليلات لدراسة تأثير تركيز المادة البادئة أو المسرعة على الفترة الهلامية وسلوك المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبعة. لقد قام كل من Suspene و Yang بقياس النقاط الهلامية خلال المعالجة وربطها مع تركيز المادة البادئة و تركيز المادة المسرعة ومع درجة حرارة المعالجة. إن التصحيح اللازم من أجل أخذ الضياعات الحرارية في التفاعل الأديباتي بعين الاعتبار من قبل Rojas. فقد بينوا أن التصحيح هذا سوف يسمح بتحديد القوى المحركة للبلمرة. لقد تم تطوير نموذجين معتمدين على تقنية البلمرة الأساسية الحرة من أجل تحديد الفترة الهلامية لراتنج البوليستر غير المشبعة والمعالجة بواسطة t-butyl peroxy-2-ethyl hexanoate (PDO) and 2,5-dimethyl- (2,5 bis (2-ethyl-hexanoyl-peroxy) hexane (DMB).

التحكم بالإنتشار الحراري درس في البلمرة الحرارية لديميتاكريلات الغليكول لنانو الايتيلين (NEGDM) باستخدام خلائط من مادتين بادئتين عند درجات حرارة مختلفتين وذلك من قبل كل من Xia و Cook. إن استخدام الخلائط هو من أجل إنتاج قمتين إكسوترميتين ومن أجل نشر البلمرة عبر معدل أوسع لدرجات الحرارة في تجربة الحرارة المنحدرة DSC. وهذا يخفض من معدل البلمرة الأعظمي وبالتالي فإنه يمنع ويشكل فعلي كل التجاوزات الحرارية والميول في درجات الحرارة أثناء المعالجة ذات درجة الحرارة غير المتساوية. في البحث الحالي سلسلة من المواد البادئة (مثل البيروكسيدات العضوية والبيرينزوات) والمواد المسرعة واتحاداتهما (الأنظمة الثنائية فقط) من أجل البلمرة لخلائط راتنجات البوليستر غير المشبع وكتابة تقرير عن الدراسات التي تمت حول سلوك المعالجة عن طريق قياسات الفترة الهلامية النشر الحراري الزائف.

التجارب experimental :

المواد materials:

إن راتنجات البوليستر غير المشبعة والمستخدمة في الدراسة هي عبارة عن خليط من: 1 من أنهدريد المالك maleic anhydride و 1.15 من حمض الأيزوفتاليك و 1.14 من غليكول البروبيلين و 1.44 من غليكول الديثيلين بحيث تحتوي على 40% من وزن الستيرين وبمعدل وسطي قدره 5.88 من مجموعات الفينيلين في كل من جزيئات البوليستر غير المشبع. إن الوزن الجزيئي الوسطي لراتنج البوليستر غير المشبع هو 2750g/mol كما أن الوزن الجزيئي المكافئ (mol C+C) هو 468g/mol. إن النسبة المولية molar ratio لستيرين/راتنج البوليستر غير المشبع هي 2.7. لقد استخدمنا كميات مختلفة من محلول بيروكسيد ميتيل إيتيل كيتون (MEKP) والذي يحتوي على 9.9% من الأوكسجين الفعال ومن محلول بيروكسيد أسيتون الأكتيل (AAP) والذي يحتوي على 4.1% من الأوكسجين الفعال على اعتبارها مواد بادئة منخفضة الحرارة والمجهزة بالأسماء التجارية التالية على الترتيب: Luperox K1 , Luperox K2 , Luperox K3. إن المادة البادئة الوسيطة المنخفضة الحرارة هي بيروكسيد الديبينزويل (BPO) من Pamukale Co كما أن المادة البادئة العالية الحرارة هي بيرينزوات التيبوتيل (TBPB) وباسم تجاري هو Trigonox C من Akzo Noble. هذا وإن محاليل

أنيلين الديقيتيل و نفتنات الكويالت (II)(DMA) (درجات تجارية) قد استخدمت كمواد مسرعة.

الجدولين (1) و (2) يعطيان ملخصا عن الاتحادات المختلفة للمواد البادئة والمسرعة المستخدمة في البحث الحالي.

الجدول(1): أنظمة المواد البادئة الثنائية المستخدمة في التجارب.

المواد	المكونات (wt%) (نسبة المادة البادئة)					
BPO/MEKP	0.00/2.00 (0)	0.25/1.75 (1/7)	0.50/1.50 (1/3)	0.75/1.25 (3/5)	1.00/1.00 (1)	1.25/0.75 (5/3)
BPO/AAP	0.00/2.00 (0)	0.25/1.75 (1/7)	0.50/1.50 (1/3)	0.75/1.25 (3/5)	1.00/1.00 (1)	1.25/0.75 (5/3)
TBPB/MEKP	0.00/2.00 (0)	0.25/1.75 (1/7)	0.50/1.50 (1/3)	0.75/1.25 (3/5)	1.00/1.00 (1)	1.25/0.75 (5/3)
TBPB/AAP	0.00/2.00 (0)	0.25/1.75 (1/7)	0.50/1.50 (1/3)	0.75/1.25 (3/5)	1.00/1.00 (1)	1.25/0.75 (5/3)

الجدول(2): أنظمة المواد المروجة الثنائية المستخدمة في التجارب.

المواد	المكونات (wt%) (نسبة المادة المروجة)				
<i>DMA/ Co⁺²</i>	0.0/0.1 (0)	0.1/0.1 (1)	0.2/0.1 (2)	0.3/0.1 (3)	0.4/0.1 (4)
<i>DMA/ Co⁺²</i>	0.0/0.5 (0)	0.1/0.4 (1/4)	0.2/0.3 (2/3)	0.3/0.2 (3/2)	0.4/0.1 (4)

في كل الصيغ المبينة في الجدول (1)، إن كل الرموز التي تحتوي على جزئين من المواد البادئة لكل جزء واحد لكل مئة جزء من خليط التفاعل الذي يحتوي على المواد البادئة الثنائية والمسرعة و راتنج البوليستر غير المشبع من ناحية الوزن. كما أن الجدول (2)

يبين الرموز التي تحتوي على أجزاء مختلفة من محلول DMA وذلك لكل مئة جزء من خليط التفاعل مع تركيز Co^{+2} الثابت (0.1/1.00 جزء من خليط التفاعل) كما ويبين الرموز التي تحتوي على 0.5 جزء من المادة المسرعة لكل مئة جزء من خليط التفاعل وذلك من ناحية الوزن.

الإجراءات والأدوات و Instrumentation and Procedures :

لقد تم قياس حرارة المعالجة بناء على ASTM D 2471-99. إن راتنج البوليستر الذي يحتوي على مسرع الكوبالت (II) أو على خليطها مع DMA قد مزجت مع الكمية الملائمة من المواد البادئة عند درجة حرارة البيئة كما أن المزيج قد مزج وبسرعة لمدة دقيقة واحدة. تقريباً، إن 70g من المزيج قد صب في كأس ورقي (بقطر يبلغ 4cm وارتفاعه 7cm) وذلك عند درجة حرارة البيئة. إن ارتفاع المزيج في الكأس الورقي هو 5cm. إن معطيات قد قيست بوضع مزدوجة حرارية thermocouple في مركز الكأس الورقي المعزول والمتصل مع مقياس حرارة رقمي.

قيست فترة التجلت من خلال قياس مقاومة الحركة لأنبوب ألنيوم له قطر يبلغ 3mm الذي يستخدم في قياس الفترة الهلامية. إن قياسات الحرارة والتي قد أنجزت خلال تفاعل المعالجة كانت قد أجريت باستخدام المسح التفاضلي PL,DSC-1500 calorimeter مع النتروجين كغازات مضيئة. إن جميع التجارب كانت قد أنجزت تحت الشروط المتساوية الحرارة من أجل الحصول على منحنيات تدفق الحرارة.

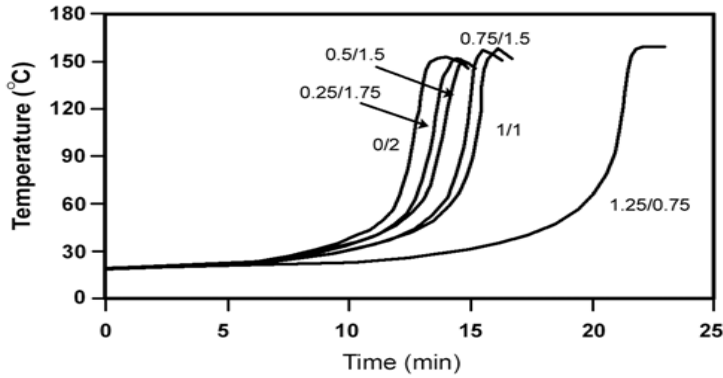
نتائج ومناقشة Results and Discussion

أنظمة المواد البادئة الثنائية Dual Initiator Systems

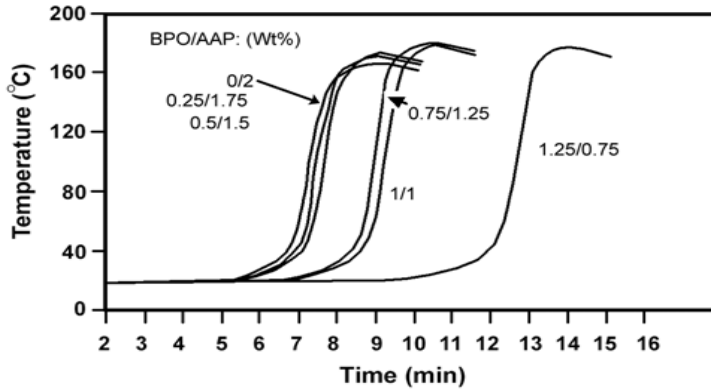
- تأثير المواد البادئة الثنائية BPO/AAP و BPO/MEKP

إن الشكلين (1) و(2) يبينان الدور الهام لـ BPO/AAP و BPO/MEKP كمزيج من المواد البادئة العالية والمنخفضة الحرارة على سلوك المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع في تراكيب مختلفة من المواد البادئة الثنائية على الترتيب. وباستخدام هذه الأشكال فإننا قد حددنا الزمن إلى القمة و قمة النشر الحراري ومعدل المعالجة (dT/dt) للمواد البادئة الثنائية BPO/AAP و BPO/MEKP.

يمكننا أن نلاحظ الفترة الهلامية والزمن إلى القمة لخلائط BPO/MEKP و BPO/AAP في الشكل 3. يمكننا أن نلاحظ وبشكل واضح في أن الفترة الهلامية والزمن إلى القمة يبينان السلوك المشابه فيما يتعلق بنسبة تركيز المواد البادئة. وهذا السلوك يبين أن تفكك المواد البادئة المنخفضة الحرارة (مثل MEKP و AAP) سوف يكتمل عندما يصل التفاعل إلى الفترة الهلامية. وبكلام آخر، إن تفكك المواد البادئة المنخفضة الحرارة لا يتعارض مع تفكك المواد البادئة المرتفعة الحرارة. نلاحظ أن الفترة الهلامية والزمن إلى القمة لا يتغيران بشكل ملحوظ عندما تكون معدلات المواد البادئة لكل من هذه الخلائط أقل من 1. إن أي زيادة في معدلات المواد البادئة (>1) تقود إلى التقليل من كمية المواد البادئة المنخفضة الحرارة، وبالتالي زيادة وقت الاستقراء ومن ثم الفترة الهلامية. إن التفسير المبين سابقا هو عبارة عن دليل عن الزيادة السريعة للفترة الهلامية والزمن إلى القمة، كما هو مبين في الشكل 3.

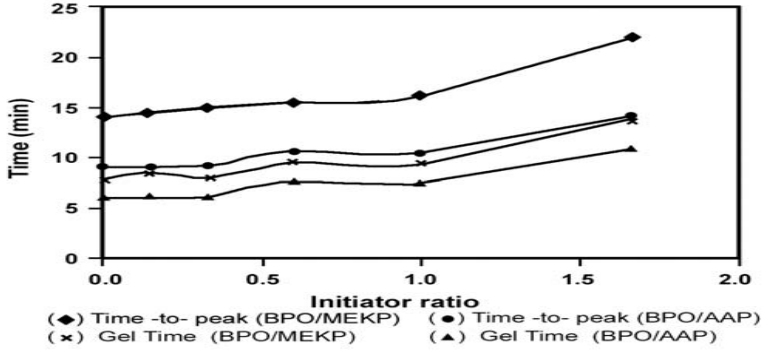


الشكل (1): القمة الإكسوترمية المقاسة لراتنج البوليستر غير المشبع والذي يحتوي على 2.0wt% من المادة البادئة الثنائية (BPO/MEKP) وعلى 0.5wt% من نفتات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$. إن نسب الـ BPO/MEKP هي: 0,1/7,1/3,3/5,1,5/3 (من اليسار الليمين).

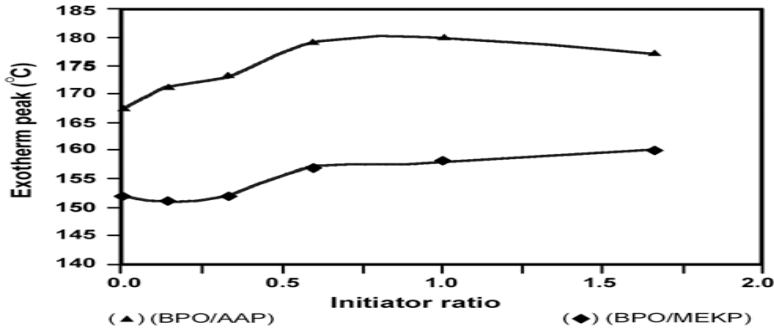


الشكل (2): القمة الإكسوترمية المقاسة لراتنج البوليستر غير المشبع والذي يحتوي على 2.0wt% من المادة البادئة الثنائية (BPO/AAP) وعلى 0.5wt% من نفتتات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$. إن نسب الـ BPO/AAP هي: 0,1/7,1/3,3/5,1,5/3 (من اليسار لليمين).

إن النتائج حول القمة الإكسوترمية المقاسة باستخدام الشكلين (1) و(2) معروضة في الشكل (4). ومن الملاحظ من هذه النتائج أن سلوك المادة البادئة الثنائية BPO/MEKP مختلف تماما عن سلوك خليط BPO/AAP. إن القمة الإكسوترمية المقاسة الأعظمية الملاحظة في مخطط BPO/AAP، وليس في مخطط BPO/MEKP، هي عبارة عن نتيجة معدل تفكك العالي من أجل المادة البادئة المنخفضة الحرارة وهذا موضح من خلال اختبار المعالجة المتساوي الحرارة عند الدرجة $28^{\circ}C$ كما هو مبين في الشكل 5. وهذا الشكل يبين أن معدل تفكك AAP أسرع بكثير من معدل تفكك MEKP. وبمقارنة DSC thermograms المتساوي الحرارة في AAP مع تلك الخاصة بـ MEKP نجد أن الـ QAAP (حرارة تفاعل AAP) أكبر مما هي عليه في حالة QMEKP. ولذلك فإننا نتوقع القمة الإكسوترمية المقاسة في حالة خليط BPO/AAP أعلى مما هي عليه في حالة خليط BPO/MEKP وذلك عند أي معدل للمادة البادئة (الشكل 4).



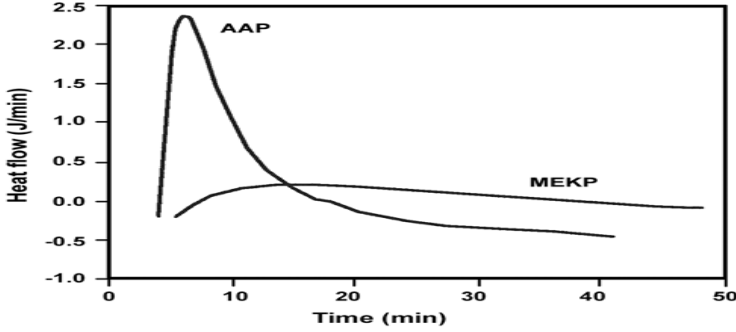
الشكل (3): الفترة الهلامية والزمن إلى القمة إعتقاداً على نسبة المادة البادئة من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% نفتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.



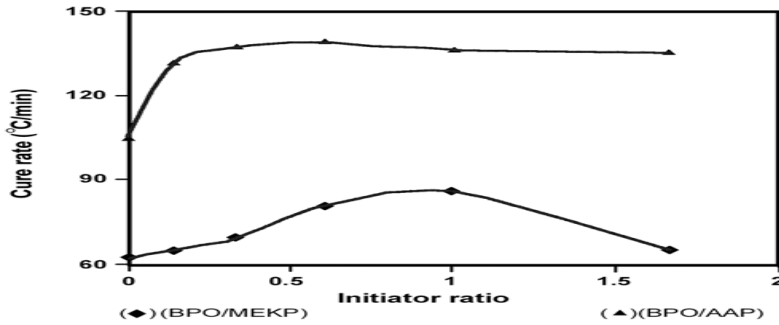
الشكل (4): القمة الإكسوترمية المقاسة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية والمضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من محلول نفتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

يعطي الشكل 6 مخططات نسبة المعالجة مقابل معدل المادة البادئة وذلك من أجل كل من نظامي BPO/AAP و BPO/MEKP. إن من الواضح تماماً من هذا المخطط أنه يوجد معدل معالجة أعظمي في نظام BPO/MEKP في حين أنه يوجد حد نهائي في نظام BPO/AAP. والسبب في هذه الملاحظة هو في أن معدل تفكك AAP أعلى بالمقارنة مع MEKP (الشكل 5).

دراسات على السلوك الإكسوترمي والتجلتن لراتنجات البوليستر غير المشبعة بأنظمة ثنائية من البادئات والمسرعات



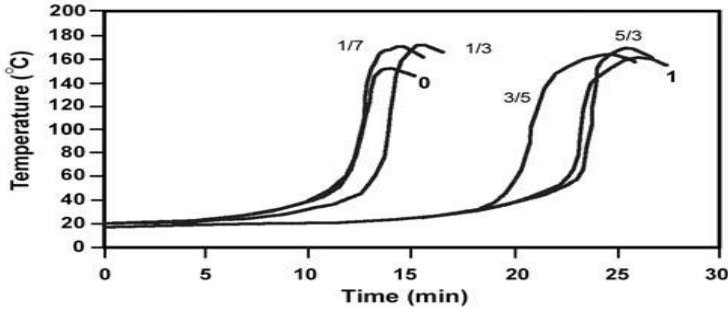
الشكل (5): اختبار المعالجة المتساوي الحرارة DSC عند الدرجة $28^{\circ}C$ من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 2.0wt% من MEKP و AAP والمعززة بـ 0.5wt% من نافتينات الكوبالت.



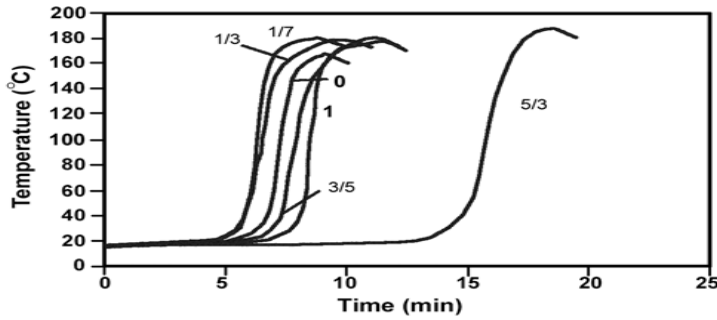
الشكل (6): الاختلافات في معدل المعالجة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من محلول نافتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

- تأثير المواد البادئة الثنائية TBPB/AAP و TBPB/MEKP

يبين الشكلين (7) و (8) تأثير TBPB/AAP و TBPB/MEKP كخليط من المواد البادئة العالية والمنخفضة الحرارة على سلوك المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع باستخدام مركبات مختلفة على الترتيب. إن الزمن إلى القمة والقمة الإكسوترمية ومعدل المعالجة (dT/dt) للمواد البادئة الثنائية TBPB/AAP و TBPB/MEKP قد حسبت باستخدام الأشكال (9-10-11).



الشكل (7): النشر الحراري المقاس بالنسبة لراتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية (TBPB/MEKP) و 0.5wt% من نفتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

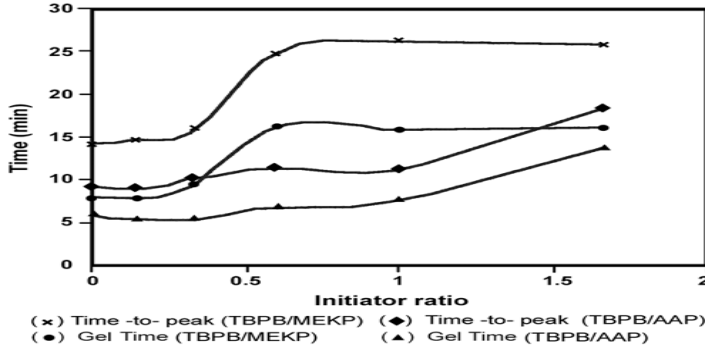


الشكل (8): القمة الإكسوترمية المقاسة بالنسبة لراتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية (TBPB/AAP) و 0.5wt% من نافتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

و إذا أخذنا بعين الاعتبار المخططات الموجودة في الشكل (9) فإننا يمكن أن نلاحظ سلوكين مختلفين. فمن أجل خليط TBPB/MEKP فإنه يوجد منطقة على شكل قمة صغيرة (في كل من الفترة الهلامية والزمن إلى القمة) والتي تشير إلى أن معدل المعالجة سيكون ثابتاً من أجل أي معدل للمادة البادئة أكبر من 0.8.

وبملاحظة معدل المعالجة مقابل معدل المادة البادئة في الشكل (11)، فإننا سوف نجد منطقة على شكل قمة صغيرة أخرى فوق القيمة 0.8. و من ناحية أخرى، فإن مخططات المادة البادئة الثنائية TBPB/AAP تبين أن الفترة الهلامية والزمن إلى القمة تزدادان بشكل مستمر مع زيادة معدل TBPB/AAP من 13min وحتى 18min على الترتيب. نلاحظ أن جميع المخططات في الأشكال 3 و 9 تبين أن هنالك قيمة محددة لمعدل

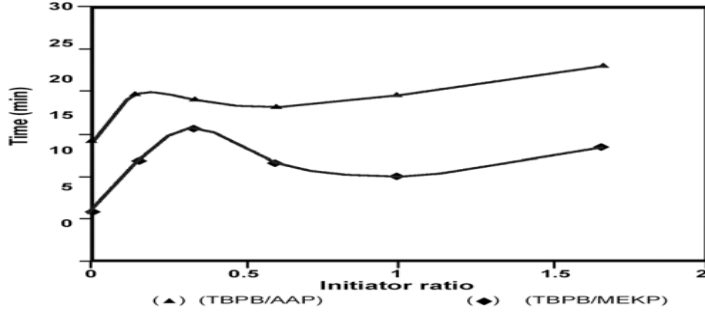
المادة البادئة والتي تزداد عندها بسرعة كل من الزمن إلى القمة والفترة الهلامية. وهذه المخططات هي معدلات فعالة حيث تلعب عندها المادة البادئة العالية الحرارة (مثل BPO أو TBPB) دور المادة البادئة الأساسية. ويتم الحاجة للوقت الأطول في التفكك عندما تصل المادة البادئة الموجودة في الخليط إلى تركيز فعال وبالتالي فغن كلا من الزمن إلى القمة والفترة الهلامية تزدادان فجأة.



الشكل (9): اعتماد الفترة الهلامية والزمن إلى القمة على معدل المادة البادئة من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من نفتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

يبين الشكل (10) درجات حرارة المعالجة العظمى مقابل معدل المادة البادئة من أجل تفاعل المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بالمواد البادئة الممزوجة TBPB/MEKP و TBPB/AAP. إن من الواضح تماماً في هذه المخططات أن القيمة العظمى ومن ثم الدنيا تظهرا وفي النهاية فإن المخططات ترتفع بالقرب من أو فوق درجات الحرارة العظمى. وبالمقارنة بين النقاط الأعظمية للمخططات في الشكل (10) مع الشكل (11)، يمكننا وبسهولة أن نستنتج أن هذه القيم الأعظمية تظهر عند نفس معدلات المادة البادئة من أجل كل من أنظمة المواد البادئة الممزوجة مثل: 0.33 و 0.14 من أجل TBPB/AAP و TBPB/MEKP على الترتيب. كما ونجد أن درجة الحرارة ترتفع بسبب أن إضافة TBPB إلى MEKP هي بين درجات الحرارة ($15 - 20^{\circ}C$) ولكن بالنسبة لـ AAP فإنها أقل $10^{\circ}C$ (الشكلين (4) و(10)). وبمقارنة منحنى الحرارة زمن (المشار إليه في الشكل (7)) مع المنحنى المرتبط به في الشكل (8)، فإننا سنجد أن درجة الحرارة الأعظمية للنشر الحراري بالنسبة لـ MEKP هي $143^{\circ}C$ بينما تبلغ القيمة

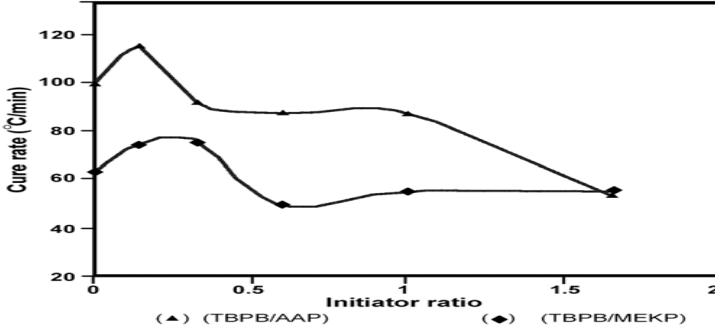
$164^{\circ}C$ بالنسبة لـ AAP. إن هذا الاختلاف بين درجات الحرارة الأعظمية للنشر الحراري (أي: $21^{\circ}C = 164 - 143$) هو سبب جيد من أجل وصف ارتفاع درجة الحرارة الأعلى بسبب إضافة TBPB إلى MEKP مقارنة مع AAP.



الشكل (10): القمة الإكسوترمية مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من محلول نيتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

من أجل نظام المواد البادئة الثنائية TBPB/MEKP، من الواضح من الشكل (11) أن معدل المعالجة يرتفع للقيمة العظمى ($75.5^{\circ}C/min$) ومن ثم ينزل إلى القيمة الدنيا ($49.3^{\circ}C/min$) وفي النهاية يقترب من الحد ($55.1^{\circ}C/min$). عندما يكون معدل المادة البادئة أكبر من 0.5، فإن معدل المعالجة للمواد البادئة الثنائية TBPB/MEKP يكون أقل منه في حالة النظام المفرد (أي أنه من أجل MEKP فإن تلك القيمة تظهر عند معدل للمادة البادئة قدره 0). يمكن أن نستنتج أن TBPB لا يتفكك بمعدل لـ TBPB/MEKP أعلى من 0.5. ويمكن أن نلاحظ أن زيادة معدل المادة البادئة إلى القيمة 0.3 (النقطة الأعظمية من منحنى TBPB/MEKP في الشكل 11) يزيد من معدل المعالجة وبالتالي فإن TBPB تأخذ دوراً مهماً في تفاعل التفكك. كما أن الشكل (9) يبين أن تغير الفترة الهلامية لا يظهر عند معدل قدره 0.3 وبالتالي يحدث تفكك المادة البادئة العالية الحرارة (TBPB). إن مخطط معدل المعالجة للمادة البادئة الثنائية TBPB/AAP هو نفسه تقريباً الخاص بـ TBPB/MEKP، ولكن القيمة في الحالة الأولى تنحدر (تتخفف) و بشكل حاد عندما تصل قيمة معدل المادة البادئة إلى 1. عندما يكون تركيز AAP في خليط المواد البادئة منخفضاً (أي أقل من 1.0%) فإن

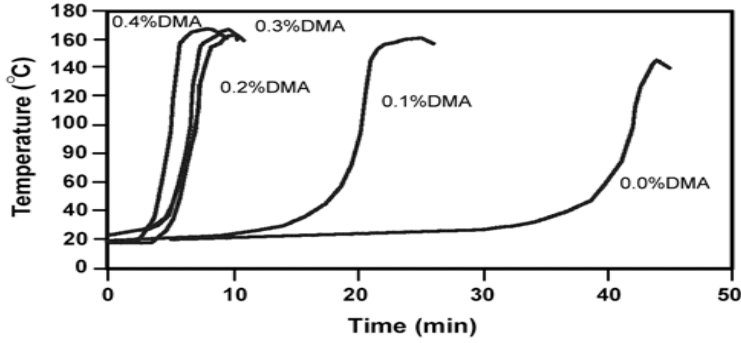
الحرارة المتولدة بسبب تفكك AAP لن تكون كافية لتفكيك TBPB وبالتالي فإن معدل
المعالجة ينخفض فجأة. وهذا ليس صحيحا من أجل
المادة البادئة TBPB/MEKP لأن QMEKP أقل من QAAP. ومن ناحية أخرى، فإن
مخطط TBPB/MEKP سيتواجد تحت مخطط TBPB/AAP (الشكل 11) وذلك عند
جميع النقاط ما عدا النقطة الأخيرة.



الشكل(11): التغيرات في معدل المعالجة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية
المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية
و 0.5wt% من محلول نفتنات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

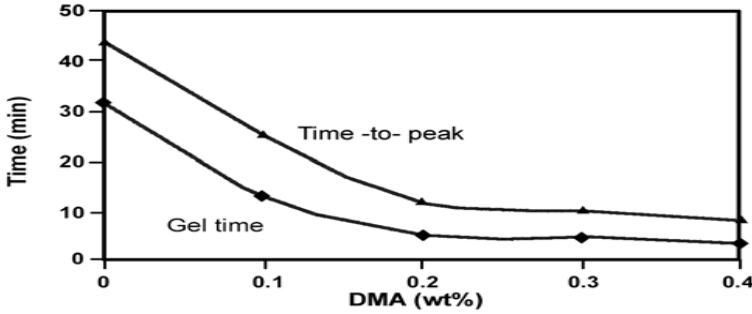
أنظمة المواد المسرعة الثنائية Dual Promoter Systems

يبين الشكل (12) تأثير تركيز DMA على سلوك الإكسوترمي لراتنج البوليستر غير
المشبع الحاوي على 0.1wt% من محلول نافتينات الكوبالت وعلى 0.1wt% من
محلول MEKP. يمكننا أن نلاحظ وبشكل واضح أن وقت الاستقراء ينخفض بسرعة مع
زيادة تركيز DMA. وهذا بسبب الطبيعة التفاعلية للـ DMA والذي يهاجم بسهولة
جزيئات MEKP وينتج وبسرعة كلا من أساسي البيروكسي والألكوكسي الذين يُبدأن
تفاعل البلمرة.



الشكل (12): القمة الإكسوترمية المقاسة لراتنج البوليستر غير المشبع الذي يحوي على 1.0wt% من MEKP وعلى 0.1wt% من نافتينات الكوبالت وعلى كميات مختلفة من DMA عند الدرجة $20^{\circ}C$.

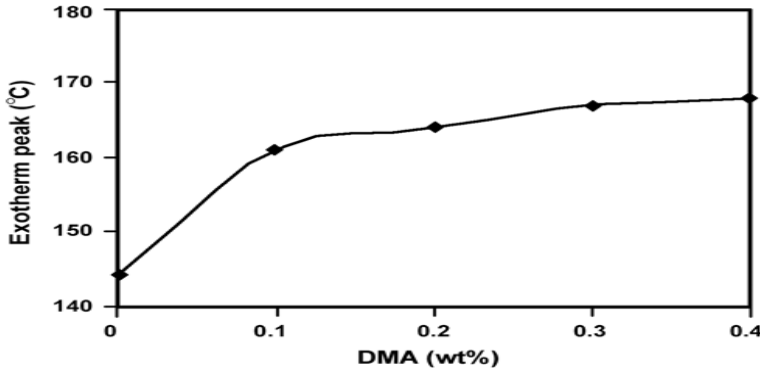
يبين الشكل (13) الفترة الهلامية والزمن إلى القمة مقابل تركيز DMA باستخدام المعطيات التي تم الحصول عليها من الشكل (12). نلاحظ أنه من أجل قيم للـ DMA أعلى من 0.2wt% فإن الفترة الهلامية والزمن إلى القمة لا يتغيران وهذا الأمر يفترض بأنهما يصلان إلى قيمة حدية لأن DMA هي مادة مسرعة فعالة جدا.



الشكل (13): الفترة الهلامية والزمن إلى القمة على تركيز DMA من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.1wt% من نافتات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

إن المعطيات في الشكل (14) تبين أن زيادة تركيز DMA يزيد أيضا من القمة الإكسوترمية (أي درجة الحرارة الأعظمية على المخططات في الشكل 12). ويجب أن نلاحظ أنه وباستثناء المستويات المنخفضة ($<0.1wt\%DMA$) فإن القمة الإكسوترمية

تزداد بشكل بطيء مع ارتفاع تركيز DMA إلى 0.4wt%. وبشكل عام، فإنه يوجد توافق بين المخططات الزمنية مخططات القمة الإكسوترمية.

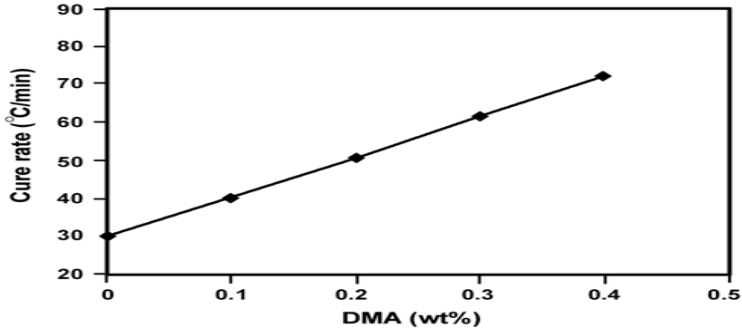


الشكل (14): القمة الإكسوترمية مقابل تركيز DMA المضاف إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.1wt% من نافتينات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

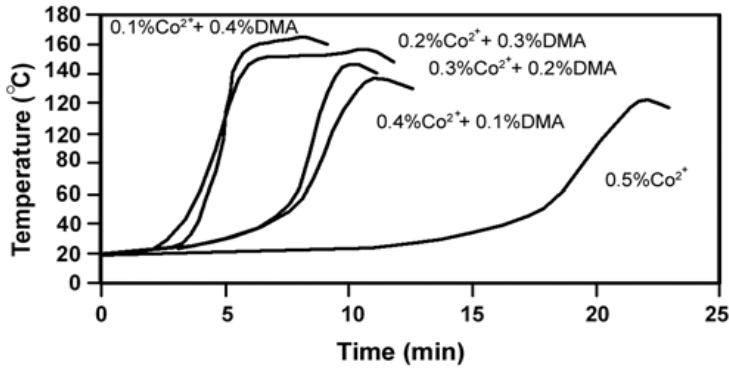
يشير الشكل (15) إلى أنه توجد علاقة خطية بين تركيز DMA ومعدل المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على $0.1wt\%Co^{+2}$ وعلى 0.1wt% من MEKP. أن معدل البلمرة الجذرية الحرة سوف يزداد بمعدل 21/2 عندما تضاعف من تركيز المادة المسرعة وذلك بسبب فرضية أنه يوجد نهاية ثنائية الجزيء. إن نتائجنا لا تدعم هذه الفرضية ومن المحتمل أن يكون ذلك بسبب أن آلية البلمرة في أنظمة المواد المسلحة الثنائية تختلف عن أنظمة المواد المسلحة الأحادية.

يبين الشكل (16) تأثير اختلاف مستوى DMA/Co^{+2} كمزيج من المواد المعززة على سلوك المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 0.5wt% من المواد المسلحة الثنائية وعلى 0.1wt% من MEKP عند درجة الحرارة $20^{\circ}C$. وعند قيمة منخفضة لتركيز DMA، فإن فترة الاستقرار طويلة كما أن القمة الإكسوترمية منخفضة. أن معدل تفكك الـ DMA أسرع بكثير مما هو عليه من أجل نفتات الكوبالت. عند زيادة مستوى DMA فإن زمن الاستقرار ينخفض بشكل تدريجي. في الأشكال (17) و (18) و (19) فإن الفترة الهلامية وزمن القمة وقمة النشر الحراري ومعدل المعالجة للعينات التي تحتوي

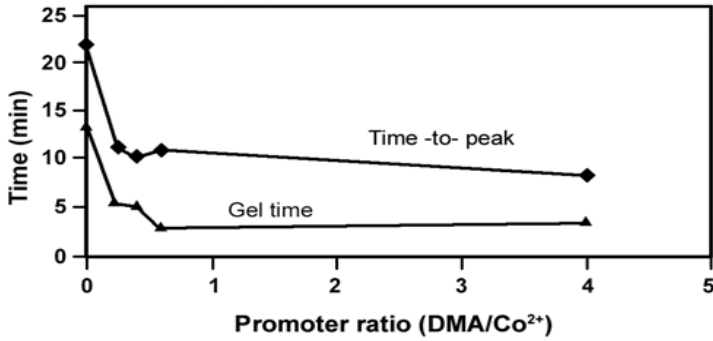
على 0.5wt% من خليط المواد المسلحة تحدد كتوابع لمعدل المادة المعززة (DMA/Co^{+2}) عند الدرجة $20^{\circ}C$.



الشكل (15): الاختلافات في معدل المعالجة مقابل تركيز DMA المضاف إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.1wt% من نفتات الكوبالت عند الدرجة $20^{\circ}C$.

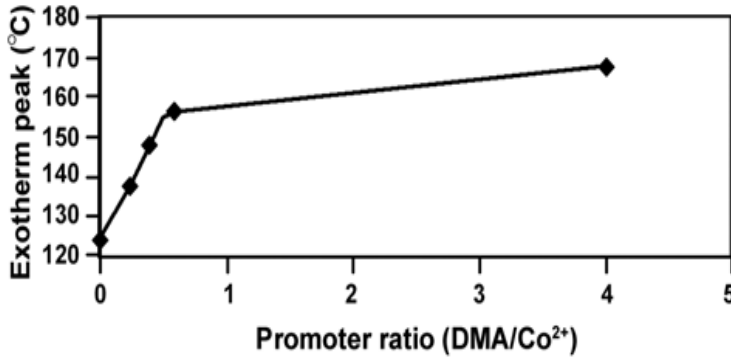


الشكل (16): النشر الحراري المقاس لراتنج البوليستر غير المشبع الذي يحوي على 1.0wt% من MEKP وعلى 0.5wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة $20^{\circ}C$.

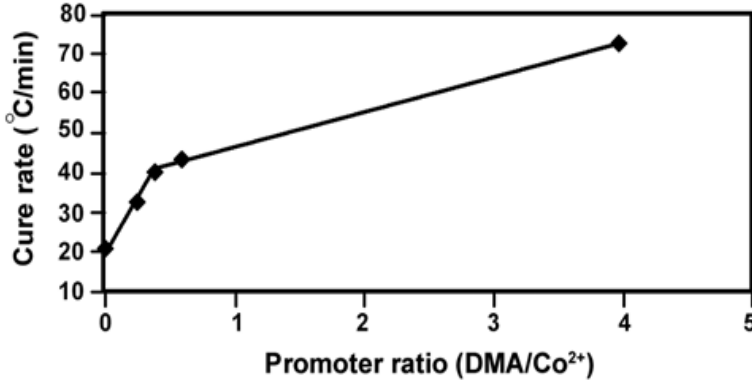


الشكل (17): اعتماد الفترة الهلامية والزمن إلى القمة على معدل المادة المعززة من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.5wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة $20^{\circ}C$.

إن قياسات النشر الحراري للعينات الحاوية على DMA مع $0.1wt\%Co^{+2}$ وعلى 0.5wt% من DMA تبين أسلوباً مماثلاً للفترة الهلامية والزمن إلى القمة والقمة الإكسوترمية (قارن الشكلين 13,14 مع الشكلين 17,18) ولكن أسلوبها من ناحية معدل المعالجة مختلف بشكل كامل (قارن الشكل 15 مع الشكل 19). الأشكال 17,18,19 تبين أن بارامترات النشر الحراري تنخفض أو تزداد بشكل مفاجئ فوق $0.75DMA/Co^{+2}$ وعند معدلات أعلى للمادة البادئة فإن بارامترات النشر الحراري تتغير بشكل بطيء أو أنها تبقى ثابتة تقريباً. والسبب في ذلك هو في أن الـ DMA عبارة عن مادة مسلحة فعالة جداً مقارنة مع نفتات الكوبالت وبالتالي عند تركيز ثابت فإن تشكل الأساس الحر بسبب الـ DMA يكتمل.



الشكل (18): القيمة الإكسوترمية مقابل معدل المادة المعززة لـ DMA/Co^{+2} المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.5wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة $20^{\circ}C$.



الشكل (19): الاختلافات في معدل المعالجة مقابل معدل المادة المعززة لـ DMA/Co^{+2} المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.1wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة $20^{\circ}C$.

الاستنتاجات والتوصيات:

إن سلوك المعالجة لراتنج البولستر غير المشبع والمبتدئ بالمواد البادئة الثنائية الكوبالت/المادة المسلحة الثنائية DMA قد تمت دراستها عن طريق إجراء قياسات فترة التجلت و السلوك الإكسوترمي. كما يتبين في أن المادة البادئة الثنائية يمكن أن تكون أكثر فعالية من المادة البادئة المفردة. وهذا بسبب أن الاختيار الجيد للمادة البادئة الثنائية يمكن أن يجنبنا من التفاعلات الإكسوترمية القصيرة الأمد. وتبين النتائج أن تفكك المادة البادئة المنخفضة الحرارة لا يتداخل مع تفكك المادة البادئة المرتفعة الحرارة. إن مخطط القمة الإكسوترمية في نظام المادة البادئة الثنائية BPO/AAP له نقطة أعظمية والتي هي نتيجة لمعدل التفكك العالي للمادة البادئة المنخفضة الحرارة AAP.

إن كلا من نظامي TBPB/MEKP و TBPN/AAP تبين نقطة أعظمية في مخطط قمة النشر الحراري الخاص بكل منهما ولذلك فإننا نستنتج بأنه بعد هذه القيمة الأعظمية فإن معدل المعالجة ينفذ ببطء نتيجة لوجود TBPB في الخليط (أي بسبب انحلال MEKP و AAP من قبل TBPB). إن وجود معدل المعالجة الأعظمي مع نظام BPO/MEKP (وليس مع نظام BPO/AAP) هو نتيجة لمعدل التفكك الأعلى لـ AAP بالمقارنة مع MEKP. وعندما يكون تركيز AAP في نظام TBPB/AAP أقل من 0.1wt% فإن الحرارة المتولدة بسبب تفكك AAP لن تكون كافية لتفكيك TBPB وبالتالي فغن معدل المعالجة ينخفض بشكل حاد.

وهذا الأمر ليس صحيحاً من أجل نظام المادة البادئة الثنائية TBPB/MEKP بسبب أن QMEKP أقل من QAAP. ومن أجل أنظمة المواد المسلحة الثنائية فإنه من الواضح أنه ومع زيادة تركيز DMA فإن بارامترات النشر الحراري تتغير بشكل حاد بسبب الطبيعة التفاعلية للـ DMA وذلك بالمقارنة مع نفتتات الكوبالت.

المراجع: References

- 1 – J. JAMES , ANDREJ. M. KRYSIK, POO CHOW -*Composite Panels with Biofiber or Office Wastepaper Bonded with Thermoplastic and/or Thermosetting-* United States Department of Agriculture – Forest Products Laboratory – Research Note-EPL-RN-0294 – 2004
- 2 – SAMSON .AYELE .BEKALO, HANS .WOLF .REINHARDT – *Fiber of Coffee and Husk and Hulls for Production of Particleboard* - Materials and Structure (2010)43, 1049-1060
- 3 – Е. ЕНЧЕВ, Г .БЛЬСКОВА – *ДЪРВЕЧНО-ЗНАНИЕ-ЗЕМИЗДАТ- СОФИЯ-1989* – 336
- 4 –AZADEH. KIAEIFAR, MOHSEN. SAFFARI, BEHZAD. KORD –*Comparative Investigation on The Mechanical Properties of Wood Plastic Composites Made of Virgin and Recycled Plastics* – World Applied Sciences Journal – 2011,14(5),735-738
- 5 – BLEZKI.A.K, REIHMANE .S, J. GASSAN - *Thermoplastics reinforced with wood fillers* - A literature review, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 1998,37:451-468
- 6 –YONG.LEI, QINHLIN.WU, FEI. YAO, YANJUN. XU - *Preparation and properties of recycled HDPE/natural fiber composites"*,2007
- 7 – ATUANYA.C.U, IBHADODE.A.O.A, IGBOANUGO.A.C – *Potential of Using Recycled Low Density Polyethylene in Wood Composite Board* – Tribology in industry,2011, volume 33, No;1 , 11-17
- 8 –POO. CHOW, CHARLIE. T. BOWERS, JOHN.A.YOUNGQUIST, JIM.H.MUEHI, ANDREZEJ.M.KRZYSIK – *Fasteners Resistance of Non-Woven and Melt-Blended Composite Made From Cornstalk Fibers and Recycled Plastic* - International Wood and Natural Fiber Composites Symposium April 10-11, 2002 in Kassel/Germany
- 9 –MENGEL.OGLU.FAITH, KARAKUS KADIR - *Some Properties of Eucalyptus Wood Flour Filled Recycled High Density Polyethylene Polymer -Composites* - Turk J Agric, 2008, 32, 537-546

10 -NWIGBO. SOLOMON, C.U.ATUANYA - *Evaluation of the Mechanical Properties of Recycled Polyethylene / Iroko wood Saw Dust Particulate Composite* -

J. Basic. Appl. Sci. Res,2011, 1(12)2806-2810

11 –IDRIS.U.D, AIGBODION.V.S, ATUANYA.C.U, ABDULL
AHI. J

- *Eco-Friendly Water Melon Peels Alternative to Wood – Based Particleboard Composite* – Tribology in Industry –2011 Volume
33,N;4,173-181

12 – ABDOLLAH.NAJAFI – *Lignocelluloses Filler / Recycled HDPE Composites Filler Type on Physical and Flexural Properties-*

13 –SUCHSLAND. O, WOODSON. G. E – *Fiberboard Manufacturing in the United State*, Agric-Handbook 640

14 – Г.КАУШР- *АЗРУШНИЕ ПОЛИМЕРОВ* – Издательство
Мира – МОСКВА, 1981,440

15 – В. П. СОЛОМКО – *НАПОЛНЕННЫЕ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЕСЯ ПОЛМЕРЫ* – КИЕВ – НАУКОВА
ДУМКА- 1980,264

دراسة التغيرات الفصلية لتجمعات القاعيات الحيوانية في المنطقة تحت الشاطئية لمحمية فنار ابن هاني

د. ازدهار عمار⁽¹⁾ م. فاديا ديب⁽²⁾ قا. عزت عربية⁽³⁾

- (1) أستاذ، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
(2) مساعد باحث، بيولوجيا أسماك، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، اللاذقية، سورية.
(3) قائم بالأعمال، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين - اللاذقية، سورية.

ملخص البحث

تهدف هذه الدراسة إلى الكشف عن التغيرات الشهرية/الفصلية في تنوع وتركيب مجموعات القاعيات الحيوانية في محمية فنار ابن هاني مقابل المعهد العالي للبحوث البحرية إلى الشمال من اللاذقية كمحطة رئيسية، مستخدمين (36) عينة قاعية جُمعت خلال الفترة (2015-2016) من أعماق 15، 25، 40 م باستخدام جامع العينات الرسوبية Van Veen Grab. درست عينات القاعيات الحيوانية التي جمعت كماً ونوعاً من خلال تصنيف الأحياء في المختبر وفق الوحدات التصنيفية التي تنتمي إليها حتى مستوى الجنس والنوع، وكذلك حسب الغزارة والكتلة الأحيائية (وزن رطب) لكل نوع في العينة وعلى المتر المربع من قاع البحر. ولقد سجل وجود (183) نوعاً من شعبة الرخويات، (117) نوعاً منها من صف بطنيات القدم Gastropoda، و(60) نوعاً من صف ثنائيات المصراع Bivalvia، (35) نوعاً من القشريات Crustacea، (40) نوعاً من الديدان كثريرات الأهلاب بالإضافة إلى العديد من الوحدات التصنيفية الأخرى. بلغ عدد الأنواع الغريبة (23) نوعاً دخلياً من أصول مختلفة، العديد منها يعد غازياً.

كلمات مفتاحية: الشاطئ السوري، التنوع الحيوي البحري، قاعيات حيوانية، أنواع غريبة غازية، رخويات، قشريات.

Study of the Seasonal Changes of Zoobenthic Communities in the sublittoral zone of Ibn Hani marine protected area

Dr. Izdihar Ammar¹ Fadia Dib² Izzat Arabia³

¹Professor, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: izdiammar@gmail.com

²Research Assistant, Agricultural Research Center, Lattakia, Syria
Email: Fadiadib6@gmail.com

³Stae-Employed Full Time Personnel, Marine High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria. [Email: azezchill@gmail.com](mailto:azezchill@gmail.com)

Abstract

This study aims to detect the monthly/seasonal changes in the composition of benthic communities in the Fanar Ibn Hani protected area, to the north of Lattakia, using (36) benthic samples collected during the period (2015-2016) from depths 15, 25, 40 m using the Van Veen Grab. The benthic samples were studied quantitatively and qualitatively by classifying the organisms to the level of genus and species, as well as the abundance and biomass (wet weight) of each species on the square meter of the sea bottom was calculated. (117) species of the Mollusks, including (117) species of Gastropoda, (60) species of Bivalvia, (35) species of Crustacea, (40) species of Polychaete, in addition to many other taxonomic units. The number of alien species reached (23) species of different origins, many of these species are considered invasive.

Keywords:

Syrian coast, Marine Biodiversity, Zoobenthos, Invasive Alien species, Molluscs, Crustaceans.

1. مقدمة:

لقد ركزت الأبحاث التي أجريت في مجال التنوع الحيوي القاعي في عدة مناطق من الشاطئ السوري خلال السنوات الماضية على تقديم معطيات كيفية وكمية على أنواع القاعيات الحيوانية في هذه المناطق والتركيز على الأنواع الغريبة/المهاجرة [1,2,3]. بالإضافة إلى الكشف عن تأثير التلوث على هذه المجموعات [4,5]. وقد أظهرت نتائجها اختلاف التركيب النوعي والكتلة الإحيائية والغزارة من موقع لآخر ومن فصل لآخر بالارتباط مع العمق، نوع المستند القاعي والخواص الهيدرولوجية للمياه في كل موقع [6,7,8].

وتعد هذه الدراسة استكمالاً للدراسات السابقة في هذا المجال، تهدف إلى الكشف عن التغيرات الزمانية (الشهرية/الفصلية) والمكانية (العمق) التي تحدث على مستوى التجمعات الأحيائية القاعية في المياه الإقليمية السورية والتي تشمل العديد من الشعب الحيوانية الهامة كالرخويات والقشريات وغيرها، وذلك بفعل المؤثرات البيئية على اختلاف مصادرها وأسبابها في الوسط المحيط (بما فيها التغيرات المناخية) وتقييم الحالة البيئية في المياه الإقليمية السورية من خلال تحليل التجمعات القاعية في هذه المواقع [9,10]. إن مكونات البيئة البحرية السورية والقاعيات الحيوانية منها غير مستقرة، وتظهر بعض التغيرات في خصائصها النوعية والكمية وتتأثر بعوامل مختلفة منها التلوث والتغيرات المناخية والصيد الجائر بالإضافة لحالات الغزو البيولوجي، شأنها في ذلك شأن العديد من شواطئ البحر المتوسط، كما يزداد عدد الأنواع الغازية مع زيادة عدد الأنواع التي تدخل إلى شرقي البحر المتوسط [11,12]، مما يسبب تغيراً في خارطة توزع وانتشار وتنوع القاعيات الحيوانية وهذا يتطلب دراسة مستمرة لهذه الكائنات لمعرفة التغيرات التي طرأت عليها [13,14,15].

2. أهداف البحث وأهميته: تتبع أهمية البحث من خلال ما يلي:

- تعد هذه الدراسة مكملة للدراسات السابقة التي جرت في مناطق مختلفة من الشاطئ السوري.
- الاستمرار في رصد الأنواع الغريبة الغازية IAS في الشاطئ السوري.
- توفير معلومات أساسية من أجل إدارة وتقييم المصايد والبيئة الساحلية.

أهداف البحث:

- دراسة التغيرات الشهرية/الفصلية في خصائص هذه التجمعات بالارتباط مع نمط القاع، و العمق.
- دراسة التركيب النوعي للقاعيات الحيوانية وإجراء تقدير كمي (كتلة إحيائية وغازة).
- دراسة حالة الأنواع الغريبة الغازية.

3. مواد البحث وطرائقه:

الدراسة الحقلية:

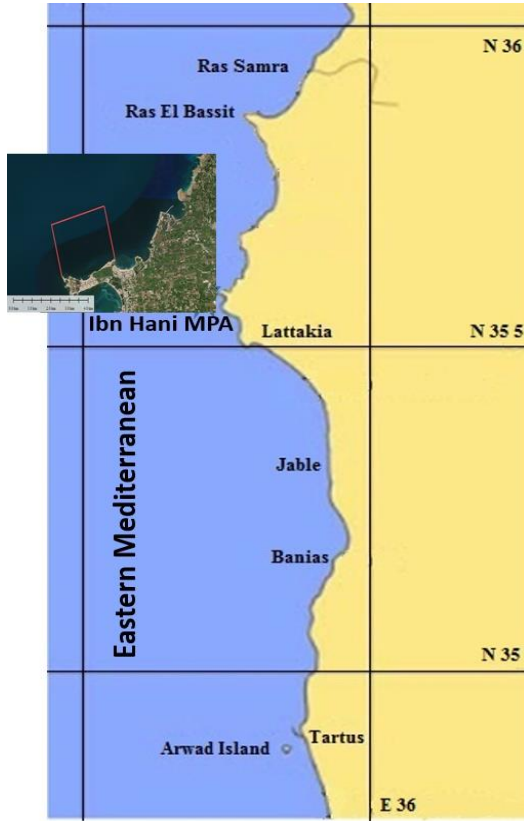
تم تنفيذ اثنتي عشر طلعة بحرية باستخدام زورق صيد، جمعت خلالها عينات من الرسوبيات من المنطقة تحت الشاطئية Sublittoral عن عمق 15، 25، 40 م باستخدام جامع العينات القاعية (الخطاف Grab) بمعدل مرة واحدة شهرياً، (تم أخذ 5 مكررات من كل عمق في كل مرة (تعتبر عينة واحدة)).

الدراسة المخبرية:

- فرز العينات القاعية وفق الوحدات التصنيفية الكبيرة التي تنتمي إليها.
 - تصنيف العينات حتى مستوى النوع.
 - حساب الغازة (فرد/م²)، والكتلة الأحيائية (غ/م²) لكل نوع في العينة وعلى المتر المربع (وزن رطب).
 - إجراء التحاليل الإحصائية اللازمة.
- اتبعت في هذه الدراسة الطرائق العالمية المعتمدة في دراسة الخصائص الكمية للقاعيات الحيوانية [16]

منطقة البحث:

نفذت الأعمال الحقلية في محمية فنار ابن هاني التي تمتد مقابل مبنى المعهد العالي للبحوث البحرية وفق الإحداثيات (N: 353542,16 E: 354523.00). تمتد المحمية في البحر غرباً لتشكل امتدادين شاطئين أحدهما صخري والآخر رملي، بطول تقريبي (2,3 كم) وبعرض (1,5 كم) باتجاه المياه البحرية. طبيعة القاع في المنطقة فوق الشاطئية عبارة عن مصطبة Terraces ويكون القاع في المنطقة الشاطئية صخرياً مع برك شاطئية أو رملياً، في حين تتميز الأماكن الأعمق بقاع مختلط رملي طيني وصخري Coralogenious. يبين الشكل (1) خريطة الشاطئ السوري وموقع الدراسة.

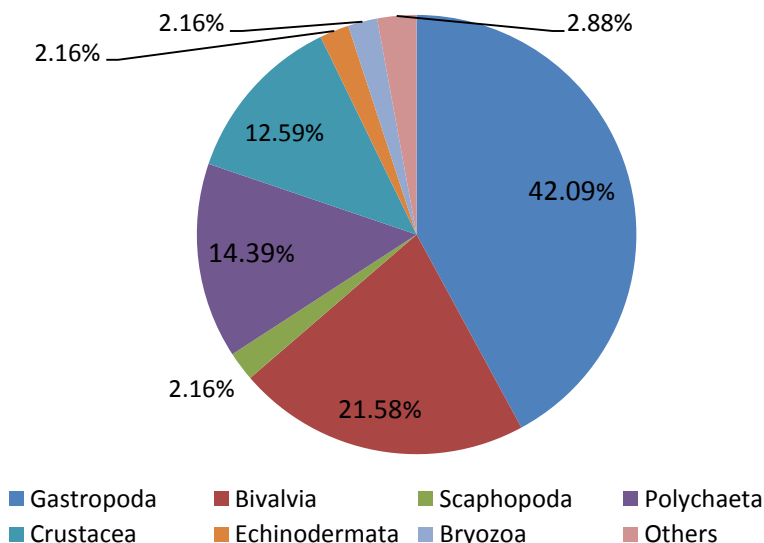


الشكل (1): منطقة الدراسة

4. النتائج والمناقشة

1.4. التركيب النوعي للقاعيات الحيوانية:

بلغ العدد الكلي لأنواع القاعيات الحيوانية التي جمعت بالخطاف في منطقة الدراسة (278) نوعاً وبنسبة تتنمي إلى (9) وحدات تصنيفية كبيرة موزعة على النحو التالي: بطنيات قدم Gastropoda (117) نوعاً، ثنائيات المصراع Bivalvia (60) نوعاً، (6) أنواع من زورقيات الأرجل Scaphopoda، (35) نوعاً من القشريات Crustacea، (6) أنواع من شوكيات الجلد Echinodermata، (40) نوعاً من كثريرات الأهلاب Polychaeta، بالإضافة إلى (6) أنواع من الطحالب الحيوانية Bryozoa، و(8) أنواع من وحدات تصنيفية أخرى. يظهر الشكل (2) نسب وجود الوحدات التصنيفية في محمية ابن هاني والتي تغلب عليها أنواع بطنيات القدم تليها ثنائيات المصراع ثم كثريرات الأهلاب فالقشريات ثم شوكيات الجلد وزورقيات الأرجل والطحالب الحيوانية.



شكل (2) النسبة المئوية لأنواع القاعيات الحيوانية في محمية فنار ابن هاني

شكلت بطنيات القدم ما نسبته 42.1% من العدد الإجمالي لأنواع القاعيات الحيوانية في المنطقة تلتها ثنائيات المصراع بنسبة 21.6% وكثيرات الأهلاب 14.4% والقشريات 12.6% في حين تراوحت النسب المئوية لبقية المجموعات ما بين (2 - 3%). ويربط نتائج التنوع وعدد الأنواع بطبيعة القاع تبين أن القاع المختلط الطيني الرملي عند العمق (25) م هو أكثر الموائل غنى بعدد الأنواع من مختلف المجموعات. في حين تميزت فاونا القاع الرملي بقلة تنوعها عند العمق (15) م. أما القاع عند العمق (40) م فقد كان طينياً وتميز بغناه بأنواع كثيرات الأهلاب وبعض أنواع ثنائيات المصراع، كما أن النمط المكاني لتجمعات القاعية في مناطق الدراسة مرتبط بالعوامل البيئية التي تشمل تركيب الرسوبيات ومعايير المياه ونمط الموئل وبذلك يكون التركيب النوعي للقاعيات الحيوانية وأنماطها محدد بعامل أساسي هو نمط القاع وتوزع الرسوبيات [18,17].

كما يبدو واضحاً وجود تغيرات زمانية ومكانية في تجمعات الفاونا القاعية حيث بدت أكثر تنوعاً وغازة في الفصول (الحارة أو الباردة) وهذا ما يبدو عليه الحال في شرقي البحر المتوسط [19].

كما أن التغيرات المسجلة في هذه التجمعات قد تكون مرتبطة بخلط الرسوبيات خلال فتره الدراسة الأمر الذي يؤثر على غزارة كثيرات الأهلاب وطرفيات الأرجل وثنائيات المصراع والقشريات.

2.4. حالة الأنواع الغريبة والغازية **invasive and alien species** في المحمية:

تؤكد نتائج أحدث الدراسات لواقع الفاونا القاعية في سوريا ازدياد عدد الأنواع الدخيلة المسجلة في الشاطئ السوري من مختلف المحيطات الهادي والهندي وشرقي الأطلسي، وظهر أنواع جديدة لم تسجل سابقاً وتوسع امتدادها فيه لتشمل عدة مناطق من الشاطئ السوري [3,20,21]. تشكل الأنواع الدخيلة اليوم ما نسبته 12% تقريباً من عدد أنواع القاعيات، تأتي أنواع الرخويات والقشريات في مقدمتها، والعديد من هذه الأنواع الغريبة يملك تأثيراً سلبياً على التنوع الحيوي المحلي وعلى بيئته الجديدة وقد أصبح غازياً ومسيطرأ بامتياز في البيئة البحرية السورية، كما أن انتشار هذه الأنواع يتسارع وقد بدأ

تأثيرها السلبي يبدو واضحاً على الأنواع المحلية في عدة مناطق متوسطة [22,23,24].

بلغ العدد الإجمالي للأنواع الغريبة في المحمية 23 نوعاً دخلياً من أصول مختلفة هي موزعة على النحو التالي:

بلغ عدد أنواع بطنيات القدم الغريبة 16 نوعاً هي:

Alvania dorbignyi, Cerithium scabridum, Chrysallida maiae, Clathrofenella ferruginea, Conus fumigates, Erosaria turdus, Finella pupoides, Odostomia lorioli, Pseudominolia nedyma, Pyrunculus fourierii, Retusa dilatata, Rhinoclavis kochi, Rissoina bertholleti, Styloptygma beatrix, Syrnela fasciata, Trochus erythraeus.

كما سجل وجود 4 أنواع من ثنائيات المصراع هي:

Angulus planatus, Corbula gibba, Scapharca cornea, Septifer cumingii

وسجل خلال البحث الحالي وجود ثلاث أنواع من القشريات الغريبة هي:

Erugosquilla massavensis, Leptochela pogyunaxm, Macrophthalmus graeffeik

3.4. الكتلة الأحيائية Biomass:

تم حساب متوسط الكتلة الأحيائية لكل نوع خلال كل طلعة (كانون الثاني A – كانون الأول L) ، ثم حُسب إجمالي الكتلة الأحيائية لكل وحدة تصنيفية كبيرة كما هو وارد في الجدول (1).

الجدول (1): الكتلة الاحيائية المتوسطة (g/m^2) لكل مجموعة خلال فترة الدراسة.

Date Taxa	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Gastropoda	63.98	19.52	28.25	81.8	47.51	40.17	67.92	27.91	1364	17.62	85.58	38.76
Bivalvia	4.586	0.311	17.55	15.04	0	0	0	0	0	1.454	0.15	11.44
Scaphopoda	0	0.103	3.038	3.203	1.117	0.776	5.266	0.234	0.148	3.355	1.858	12.08
Polychaeta	0.024	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.072	2.071	0.693
Echinodermata	0.962	0	2.145	0	0	0	0	0	0	0.09	0	0
Crustacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.726	1.668	1.022

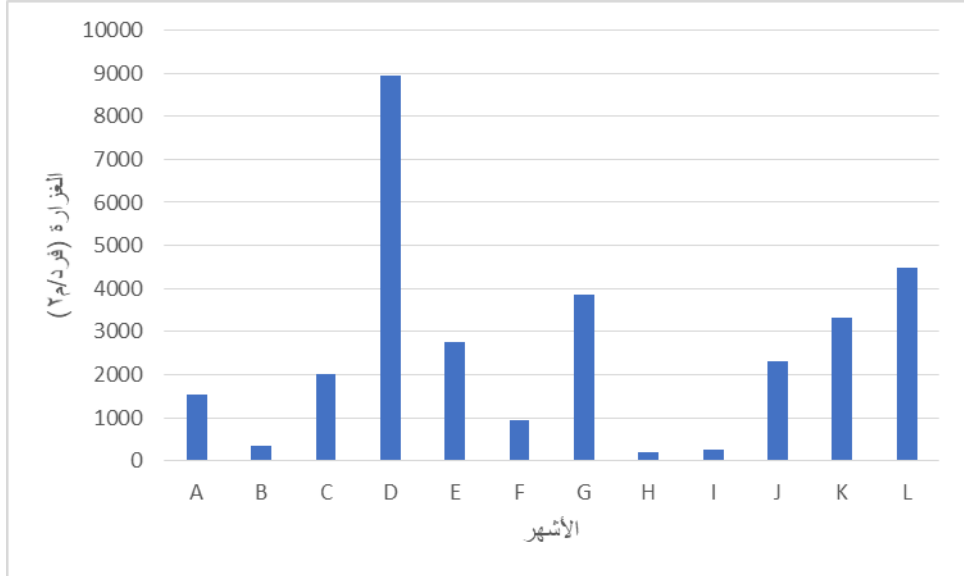
يلاحظ من الجدول أن الكتلة الأحيائية لبطنيات القدم كانت هي الأعلى وأن بعض المجموعات تمثل وجودها في بعض الطلعات وليس في كلها، وهذا أمر طبيعي ومرتبب بدورة حياة بعض المجموعات كالفشريات وكثيرات الأهلاب (ظهورها في فصل دون آخر).

أعلى قيمة متوسطة للكتلة الأحيائية كانت لبطنيات القدم ($1364g/m^2$) خلال الصيف (شهر آب) ولثنائيات المصراع ($17.55g/m^2$) خلال الربيع (شهر آذار)، وزورقيات الأرجل ($12.08g/m^2$) خلال شهر كانون الأول، وكثيرات الأهلاب ($2.071g/m^2$) خلال شهر تشرين الثاني، أما الفشريات فبلغت أعلى قيمة لكتلتها الاحيائية ($3.726g/m^2$) خلال شهر تشرين الأول. كما بلغت الكتلة الأحيائية لشوكيات الجلد أعلى قيمة لها ($2.145g/m^2$) خلال شهر آذار.

أعلى قيمة للكتلة الحية لأنواع كانت لبطني القدم *Aporrhais pespelecani* ($144.86g/m^2$) والنوع *Turritella turbona* ($6.3g/m^2$) يليه *Bittium tarentinum* ($5.28g/m^2$) والنوع *Biforina perversa* ($4.8g/m^2$). أما بالنسبة لثنائيات المصراع فقد اتصفت بانخفاض كتلتها الأحيائية وبلغت أعلى قيمة لها عند النوع *Nuculana pella* ($2.36g/m^2$) يليه *Thysira flexuosa* ($1.52g/m^2$). بلغت أعلى قيمة للكتلة الأحيائية لكثيرات الأهلاب ($9.8g/m^2$) وللفشريات ($1.52g/m^2$).

4.4. الغزارة Total Abundance:

تراوحت الغزارة الكلية للأنواع ما بين (200 - 8960) فرد/م²، حيث سجلت أعلى قيمة خلال الربيع (شهر نيسان D) في حين انخفضت قيمة الغزارة الكلية وسجلت أخفض قيمة لها خلال شهري آب H- أيلول ا. الشكل (3).



الشكل (3) تغيرات الغزارة الكلية المتوسطة (فرد/م²)

أكثر أنواع بطنيات القدم غزارة هو *Bittium tarentinum* وقد بلغت قيمة غزارته الأعظمية (2720 فرد/م²) يليه النوع *Turritella turbona* (1400 فرد/م²) والنوع *Odostomia turriculata* (600 فرد/م²) والنوع *Cerithiopsis pulvis* (560 فرد/م²) يليه النوع *Odostomia Megastomia loriol* (320 فرد/م²) و *Odostomia conoidea* (200 فرد/م²) و *Biforina perverse* (320 فرد/م²). أما بالنسبة لثنائيات المصراع فقد كانت غزارة النوع *Nuculana pella* هي الأعلى (320 فرد/م²) و *Corbula gibba* (160 فرد/م²) و *Nucula nucleus* (80 فرد/م²).

وتميزت منطقة الدراسة بانتشار النوعين *Dentalum (Antalis) panormum* (1000 فرد/م²) و *Dentalum (Antalis) agile* (480 فرد/م²) من زورقيات الأرجل. ووصلت الغزارة الكلية لأنواع كثيرات الأهلاب (1360 فرد/م²). كما اتصفت القشريات بقلة تنوعها وانخفاض غزارتها حيث لم تتجاوز غزارتها الكلية (600 فرد/م²). بمقارنة هذه النتائج بنتائج دراسات محلية سابقة في المنطقة تحت الشاطئية لمواقع متعددة على طول الشاطئ السوري تبدو منطقة المحمية أفضل حالاً نصيباً لناحية الكتلة الاحيائية الإجمالية و التي سجلت قيمة منخفضة تراوحت ما بين (0.55 - 1138 غ/م²) [25]، وكذلك الغزارة لهذه الأنواع التي تراوحت ما بين (40 - 500 فرد/م²) ووصل أعلى مستوى لارتفاع الكتلة الإحيائية لثنائيات المصراع في المنطقة تحت الشاطئية لمدينة اللاذقية (25 غ/م²) في موقع افاميا واقل قيمة (0.162 غ/م²) في منطقة ابن هاني [25]، كما أظهرت الأبحاث التي تمت على القاعيات الحيوانية في المياه الإقليمية السورية العميقة خلال البعثة السورية - الروسية المشتركة لسفينة الأبحاث فيتياز (1992 - 1993) (Vitias, 1992) [26] أن المياه الإقليمية السورية غنية بالتركيب النوعي وفقيرة بالكتلة الإحيائية، حيث لم تتجاوز القيمة المتوسطة لها (20 غ/م²) على عمق (24.5 م) و (0.6 غ/م²) على أعماق تراوحت ما بين (200 - 500 م).

كما تبدو الكتلة الأحيائية لكثيرات الأهلاب أعلى من القيم المسجلة في دراسا سابقة عام 2011 حيث تراوحت ما بين 0.01 إلى 0.2 غ/م² بغزارة تراوحت بين 144 إلى 1272 فرد/م² على اعماق بين 15-27م في اربعة مناطق على امتداد الساحل السوري أما بالنسبة للقشريات فقد تراوحت الكتلة الاحيائية بين 0.08 إلى 27.8 غ/م² وتراوحت الغزارة بين 8 إلى 248 فرد/م² في الدراسة السابقة نفسها [27].

5.4. الأنواع المسيطرة:

بالنسبة للأنواع المسيطرة خلال فترة البحث، تظهر النتائج سيطرة كبيرة للنوع *Bittium tarentinum* من بطنيات القدم ونسبة 25.513% يليه كل من الأنواع *Corbula* و *Bittium arenarium* 8.499% و *Nucula nucleu* 10.576%، كما سجلت غزارة مرتفعة نسبياً للنوع *Nuculana pella* 6.305%، بلغت 4.870% و *Turritella turbona* 3.072%، في حين سجلت أغلب الأنواع نسباً منخفضة جداً لم تتجاوز مساهمتها 0.1%.

5. الاستنتاجات والتوصيات:

تظهر النتائج وجود تنوع من مختلف الوحدات التصنيفية للقاعيات الحيوانية ضمن محمية فنار ابن هاني في الأعماق المدروسة وانخفاض الكتلة الأحيائية وصغر حجم الأفراد، الأمر الذي يشير الى فقر الوسط البحري بالمغذيات إضافة الى تأثير وسائل الصيد المستخدمة في جوار المحمية ومخالفة قواعد الصيد أحياناً، سيما وأن المحمية تتوسط منطقة سياحية وعمرانية كبيرة وهي قريبة من مرفأين للصيد ابن هاني شمالاً ومرفأ الصيد والنزهة جنوباً وبالتالي فهي تتعرض لضغوطات بيئية بفعل الأنشطة البشرية وتعدي للصيادين على حرم المحمية.

وعليه نوصي بضرورة وضع خطة لإدارة الأنواع والموائل وحفظ التنوع البيولوجي وتطبيق الحماية ما أمكن في موقع المحمية لتجديد الموائل وتعافي النظام البيئي، والحد ما أمكن من التلوث الناجم عن المنشآت السياحية، وتطبيق برنامج مراقبة منتظم للتنوع الحيوي فيها خاصة ما يتعلق بالأنواع الغازية والكشف عن آثارها البيئية والاجتماعية والاقتصادية.

6. المراجع:

- 1- Ammar, I. 2004. "Benthic fauna of the Syrian coast /assessment of the state of migrant and invader species/". 37 th CIESM Congress, **Barcelona, Conference abstracts**, 6-11 June, 473p.
- 2- Ibrahim, A., Ammar, A., Alhanon, K. 2005. Marine biodiversity in the Syrian and Lebanese coast and its relationship to the conditions of the middle with a focus on migratory species. **Technical Report**, Higher Council for Science, Ministry of Higher Education, 110p.
- 3- Katsanevakis, S., Acar, Ü., Ammar, I., Balci, B.A., Bekas, P. 2014. New Mediterranean Biodiversity Records (October, 2014), **Mediterranean Marine Science**, Vol.15. No.3. 667-687.
- 4- Ghanem, I., Ammar, I., Malek Alorfi, M. 2015. Detection of Organochlorinated Pesticides residue in sediments and some mollusks of Tartous coast, **Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies**, Vol.37. No.5. 45 – 62.
- 5- Bertolino, M., Betti, F., Bo, M., Cattaneo-Vietti, R., Pansini, M., Romero, J., & Bavestrello, G. 2016. Changes and stability of a Mediterranean hard bottom benthic community over 25 years. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Vol. 96. No. 2. 341-350.
- 6- Ammar, I., Maarouf, R. 2016. New record of flying squids *Ommastrephaes bartramii* (Lesueur, 1821) in the Syrian coastal marine. **Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies**, Biological Sciences Series, Vol.38. No.6. 195-204. (In Arabic).
- 7- Ammar, I. 2017. Specific composition and distribution of Zoobenthos in the Syrian Coast in Relation to the Environmental factors, **Mutah lil -buhuth wad-dirasat, natural and applied sciences series**, Vol.32. No.1.11-36.
- 8- Ammar, I., Hassan, M., Arabia, I., Dib, F. 2013. Assessment of the actual state of zoobenthos in the sublittoral area on the north of Lattakia, **Technical Report**, High Agency of Scientific Research, 62p. (In Arabic).
- 9- Ammar, I., Arabia, I. 2014. The use of benthic indicators in assessing the quality of the marine environment north of Lattakia city **Aleppo University Research Journal**, Issue (95) pages 13-32.

- 10- Ammar, I., Hussein, C. 2016. Assessment of the ecological quality of soft-bottom benthic communities in the Syrian coast. Eastern Mediterranean Mesopot. **Journal of Marine Science**, Vol.31. No.2. 95-108.
- 11- Zenetos, A., Gofas, S., Morri, A., Rosso, A. 2012. Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways, **Mediterranean Marine Science**, ol.13. No.2. 328-352.
- 12- Zenetos, A., Çinar, M. E., Crocetta, F., Golani, D., Rosso, A., Servello, G., Shenkar, N., Turon, X., Verlaque, M. 2017. Uncertainties and validation of alien species catalogues: The Mediterranean as an example, **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Vol.191. 171-187.
- 13- Ammar, I., Arabia, I. 2018. First record of the moon crab *Ashtoret lunaris* (Forskål, 1775) from Syrian coast Mesopot, **Journal of Marine Science**, Vol. 33. No.2. 65 – 70.
- 14- Ammar, I., Maarof, R. 2019. First Record of the Squid *Sepioteuthis Lessoniana* Férussac, 1831 in the Syrian Coastal Water International, **Journal of Agriculture & Environmental Science**, Vol. 6. No.1. 52 – 55.
- 15- Ammar, I., Raya, R. 2019. First record of *Saron marmoratus* (Olivier, 1811) (Crustacea Decapoda: Hippolytidae) from Latakia Coast, Syria, **The Journal of Zoology Studies**, Vol.4. No.1. 21-33.
- 16- Carmen N, Maximov D, Valodia Maximov V, et al. 2014. Quantitative and qualitative evaluation of zoobenthos in the ROSCI0066 Danube Delta - the Marin Area site - a case study in vernal season 2012. *Current Trends in Natural Sciences* Vol. 3, Issue 5. 6-11,
- 17- Boutoumit, S., Bououarour, O., El Kamcha, R., Pouzet, P., Zourarah, B., Benhoussa, A., Maanan, M., Bazairi, H. 2021. Spatial Patterns of Macrozoobenthos Assemblages in a Sentinel Coastal Lagoon: Biodiversity and Environmental Drivers, **Journal of Marine Science and Engineering**, 2021, 9, 461. <https://doi.org/10.3390/jmse9050461>.

- 18- Bhowmik, M., Mandal, S. 2021. Do seasonal dynamics influence traits and composition of macrobenthic assemblages of Sundarbans Estuarine System, India?, **Oceanologia**, Vol.63. Issue 1. 80-98p, ISSN 0078-3234, <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2020.10.002>.
- 19- Tsikopoulou I, Moraitis ML, Geropoulos A, Papadopoulou KN, Papageorgiou N, Plaiti W, Smith CJ, Karakassis I, Eleftheriou A. 2019. Long-term changes in the structure of benthic communities: Revisiting a sampling transect in Crete after 24 years. **Mar Environ Res.** 2019 Feb;144:9-19. doi: 10.1016/j.marenvres.2018.11.008. Epub 2018 Nov 16. PMID: 30501903., DOI: 10.1007/s13131-020-1587-z.
- 20- Ammar, I. 2019. Updated list of alien macrozoobenthic species along the Syrian coast, **International Journal of Aquatic Biology**, Vol.7. No.4. 180-194.
- 21- Ammar, I., Fadel, S. 2017. Update list of sponges of Lattakia (Syria), **New Record exotic species. Journal of Entomology and Zoology Studies**, Vol.5. No.2. 1041- 1047.
- 22- EEA. 2012. European Environment Agency. Invasive alien species indicators in Europe – A review of streamlining European biodiversity (SEBI) indicator 10, **EEA Technical report**, No.15. 44 p.
- 23- Zenetos, A., Corsini-Foka, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., Karachle, P. K., Simboura, N., Tsiamis, K., PancucciPapadopoulou, M.A. 2018. Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas, **Management of Biological Invasions**, Vol.9. No.3. 209-226.
- 24- Bianchi, C. N., C. Morri. 2000. Marine biodiversity of the Mediterranean sea: situation, problems, and prospects for future research. **Marine Pollution Bulletin**, Vol.40. No.5. 367-376.
- 25- Saker F, Ammar I. 1994. Quantitative study of zoobenthos in the sublittoral area of Latakia City. **Tishreen University Journal of Scientific Studies and Research** - Basic Sciences Series - Issue 2. 146 -183. (in arabic)

- 26- Kucheruk NV, Kuznetsov AP, Rybmikov AV, Saker F. 1998. Composition of bottom and quantitative distribution of macrozoobenthos in Syrian coastal water. Chapter: The Eastern Mediterranean as a Laboratory Basin for the Assessment of Contrasting Ecosystems, **NATO Science Series** 51: 159-168. 25.
- 27 Amma, I, Hasan M, Arabia I, 2011. A contribution to the study of (Annelida) Polychaeta biodiversity in the Syrian sublittoral zone. **Tishreen University Journal of Scientific Studies and Research** - Biological Sciences Series. Vol. 33. No.3. 161- 180. (in Arabic).

دراسة تأثير نوع قطب اللحام على مقاومة شد ملحومات الفولاذ السبائكي العالي المقاومة

الباحث: م . باسم محسن عمار

قسم هندسة المواد التطبيقية في كلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس

الملخص:

أستحدث الفولاذ السبائكي بعد أن أصبح الفولاذ الكاربوني لا يفي بمتطلبات الصناعة الهندسية، فلا يمكن الحصول من الفولاذ الكاربوني على مقاومة شد أعلى من (700MPa)، إذا ما أريد الاحتفاظ بمتانة ومطيلية مقبولتين في الوقت نفسه. كما انه معرّض لظاهرة تأثير الكتلة (mass effect). إضافة إلى مقاومته الضعيفة للتآكل والتأكسد وغيرها.

ويدخل الفولاذالسبائكي السبائك في صناعة الكثير من أجزاء المعدات الهندسية الثقيلة والقوالب والمعدات الزراعية وغيرها. والتي قد تتعرض للفشل أثناء الخدمة، مما قد يستوجب إعادتها إلى العمل، القيام بتصليحها أو صيانتها بإحدى طرق اللحام المتوفرة. وتتحدد قابلية لحام الفولاذ من خلال تحسسه للتشققات، والتي يمكن الحد منها بعدة طرق غالباً ما تكون مكلفة وصعبة التطبيق، بل قد يتعذر تطبيقها أحياناً. ولعل التحكم باختيار نوع قطب اللحام المستخدم، هي من أسهل الطرق تطبيقاً وأقلها كلفة.

وقد تم لحام الفولاذالسبائكي السبائك العالي المقاومة بطريقة القوس المعدني اليدوي (MMA)، باستخدام مجموعة من أقطاب اللحام المتفاوتة في تركيبها الكيماوي وفي أسعارها أيضاً، واختبار تأثيرها على مقاومة الشد.

وقد بينت النتائج ارتفاع قيمة مقاومة الشد وكفاءة وصلة اللحام، عند استخدام أقطاب اللحام المحتوية أغلفتها على نسبة عالية من مسحوق الحديد والمنخفض الهيدروجين. حيث بلغت مقاومة الشد (484MPa) وكفاءة وصلة اللحام (56.9%)، عند استخدام قطب اللحام (OK 48.04). وارتفعت مقاومة الشد إلى (720MPa) وكفاءة وصلة اللحام إلى (84.7%)، عند استخدام القطب (OK 76.18). كما بلغت كفاءة وصلة اللحام عند استخدام القطب (OK 63.34) (72%). في حين لم تتجاوز (24.2%) عند استخدام قطب اللحام الأرخص ثمناً (OK 46.00)، و (38.1%) عند استخدام القطب الأعلى ثمناً (OK 92.18).

Abstract

Alloy steel is used today instead of carbon steel for achieving of engineering industries requirements. Where in carbon steel, a tensile strength higher than (700MPa) with a suitable toughness and ductility, can't be obtained. It is also susceptible to "mass effect". In addition to its low resistance to corrosion and oxidation ...etc.

Low alloy steel is employed in fabrication many parts of heavy engineering industries, dies, agricultural equipment and so on, which may fail during service. Hence, they may need to repair with one of the available welding processes.

Weldability of steel relates to sensitivity to cracks, which can be prevented by much care and special procedure that often is cost and difficult in application. Even it may sometimes inapplicable. Perhaps, the suitable electrode choice for welding is the easiest application and the lowest costs.

The manual metal arc welding of low alloy high strength steel was done using some of electrodes which are different in their chemical composition and price. As well as test their effects on tensile strengths.

Results showed that the tensile strength and the weld joint efficiency increased when iron powder low hydrogen covering electrodes were used. The tensile strength was (484MPa) and the weld joint efficiency was (56.9%), when (OK 48.04) electrode was used. Also, the tensile strength increased to (720MPa) and the weld joint efficiency to (84.7%), when (OK 76.18) electrode was used. And the efficiency of weld joint when (OK 63.34) electrode was used, reached to (72%), whereas it didn't exceed (24.2%) when using the cheapest electrode (OK 46.00), and (38.1%) when using the most expensive electrode (OK 92.18).

مقدمة

تضاف عادة العديد من العناصر السبائكية إلى الفولاذ، وينسب متباينة، كالكروم والنيكل والفناديوم والمولبدنيوم والتتستن والكوبلت. كما تضاف عناصر المنغنيز والسليكون والفسفور والكبريت بنسب أكبر مما هي عليه في الفولاذ الكربوني. وذلك لزيادة المقاومة الميكانيكية والحرارية، ومقاومة التآكل، وتحسين قابلية الاصلاح وقابلية التشغيل والمطيلية... الخ [Khanna,1980].

ويكون الفولاذ السبائكي السبائك العالي المقاومة أقوى من الفولاذ الكربوني، إلا انه أكثر كلفة بقليل. ولهذا النوع من الفولاذ تطبيقات كثيرة جداً، فهو يدخل في صناعة التروس (gears) وأعمدة الدوران (spindles) والقضبان الرابطة (connecting rods) والأعمدة المرفقية (crankshafts) ومحاور العجلات (axles). ويدخل في صناعة النوابض (springs) والمحامل (bearings) والدرافيل (rollers). وفي صناعة القوالب (dies) والكثير من أجزاء المعدات الزراعية [Khanna,1980;Bailey,1985].

وقد تتعرض هذه الأجزاء إلى الفشل أثناء الخدمة، مما قد يتطلب إعادتها إلى العمل، القيام بتصليحها أو صيانتها بإحدى طرق اللحام المتوفرة.

وتعتمد قابلية لحام (weldability) الفولاذ السبائكي على التركيب الكيماوي (نسبة الكربون والعناصر السبائكية) وقابلية الاصلاح (hardenability). فمع زيادة نسبة الكربون والعناصر السبائكية، تزداد قابلية الاصلاح، وتزداد صعوبة لحام هذا الفولاذ، فتزداد الحاجة إلى العناية والحذر، وإلى استعمال أساليب خاصة للحامه، وذلك لتجنب حدوث تشققات اللحام (بنوعيهما الساخنة والباردة) في منطقة اللحام والمنطقة المتأثرة بحرارة اللحام (HAZ)، والتي تعتبر أكثر عيوب اللحام أهمية وخطورة، حيث تتحدد قابلية لحام الفولاذ من خلال تحسنه لهذه التشققات

[Khanna,1980;Lancaster,1987;Stuart,1997].

ويمكن منع أو تلافي حدوث تشققات اللحام بعدة طرق، كالتسخين الأولي (preheating) والتسخين اللاحق (postheating) وإجراء طريقة التبريد (buttering) والتحكم بمعدل التبريد (cooling rate) من خلال التحكم بحجم خرزة اللحام أو حوض اللحام وغيرها. ويعتبر في استخدام هذه الطرق خسارة بالوقت والجهد والمال، علاوة على

صعوبة تطبيقها. بل قد يتعذر تطبيقها أحياناً، حسب حجم الملحومة وشكلها ووضع اللحام (welding position)

[WTC,1983;Davies,1989;Marcheako,1983;Sacks,1981].

ويمكن الحد من تشققات اللحام أو التقليل منها بسهولة، وبكف أقل بكثير، عن طريق اختيار نوع قطب اللحام الملائم. وتوجد العشرات من أنواع أقطاب اللحام المصنعة خصيصاً للحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة، والمتفاوتة في التركيب الكيميائي لسلك اللحام وغلاف القطب، وفي أسعارها، تفاوتاً كبيراً. لذا تصبح دراستها واختيار المناسب منها، حسب نوع المعدن وسمكه ووضع اللحام وتيار اللحام المتوفر، أمراً ضرورياً [ESAB,2007;ESAB,2001;Oerlikon,2002;Stuart,1997].

فيمكن لحام المقاطع بسمك (6mm) أو أقل باستخدام قطب لحام مصنوع من

الفولاذ الطري

(mild steel) والحصول على مقاومة لوصلة اللحام مقارنة لمقاومة المعدن الأساس (base metal). والسبائك ذات المقاومة الأعلى تحتاج إلى معادن مائة بخواص ميكانيكية مماثلة للمعدن الأساس. كما يمكن التقليل من حدوث التشققات الباردة عند لحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة، باستعمال أقطاب منخفضة الهيدروجين (المصنوعة من الفولاذ الطري أو السبائكي) ومعدلات تبريد منخفضة [Khanna,1980].

يهدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام مجموعة من أقطاب اللحام المتفاوتة في تركيبها الكيميائي وأسعارها، على مقاومة شد ملحومات من الفولاذ السبائكي العالي المقاومة. خاصة وإن اختبار الشد يعتبر أهم اختبارات اللحام الاتلافية على الإطلاق. فعلاوة على مقاومة الشد، يمكن من خلاله معرفة مقاومة خضوع ومعامل مرونة ومتانة الملحومات.

الجزء العملي

1. المعدن الأساس

يبين الجدول (1) التركيب الكيميائي للمعدن الأساس، حسب المواصفات الروسية (GOST)، المعتمدة في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الإسكندرية، موقع تنفيذ البحث [(MH),1978;(MIR),1968].

الجدول (1) التركيب الكيميائي للمعدن الأساس

التركيب الكيميائي						شكل وأبعاد مقطع المادة الخام الأولية (ملمدة)(mm)	رمز الموصفة	المعدن الأساس
C%	Mn%	Si%	Cr%	Ni%	Mo%			
0.36- 0.44	0.5- 0.8	0.15- 0.3	0.6- 0.9	1.25- 1.75	0.15- 0.25	صفيحة معدنية (20*100)	40XHM	صلب واطئ السيانك عالي المقاومة

2. أقطاب اللحام

يبين الجدول (2) أقطاب اللحام المستخدمة كمعدن مالى، وبعض خواصها،

حسب المواصفات السويدية (OK)

[ESAB,2007;ESAB,2001;Oerlikon,2002].

الجدول (2) مواصفات أقطاب اللحام المستخدمة

نوع معدن السلك	نوع الغلاف	مقاومة شد معدن اللحام (MPa)	قطب اللحام
صلب طري	تيتانيا - بوتاسيوم	510	OK 46.00
صلب طري	مسحوق الحديد - منخفض الهيدروجين	560	OK 48.04
صلب واطئ السيانك 1.3%Cr, 0.5%Mo	مسحوق الحديد - منخفض الهيدروجين	620	OK 76.18
صلب مقاوم للصدأ اوستنايتي 19%Cr, 12%Ni, 2.8%Mo	----	600	OK 63.34
نيكل	----	300 عند لحم حديد الزهر	OK 92.18

3. لحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة

يبين الجدول (3) لحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة (الجدول 1) بالقوس الكهربائي المعدني اليدوي (MMA) باستخدام أقطاب لحام مختلفة (الجدول 2)، مع بعض متغيرات اللحام.

الجدول (3) لحام الفولاذ السبائكي السبائك العالي المقاومة مع بعض متغيرات اللحام

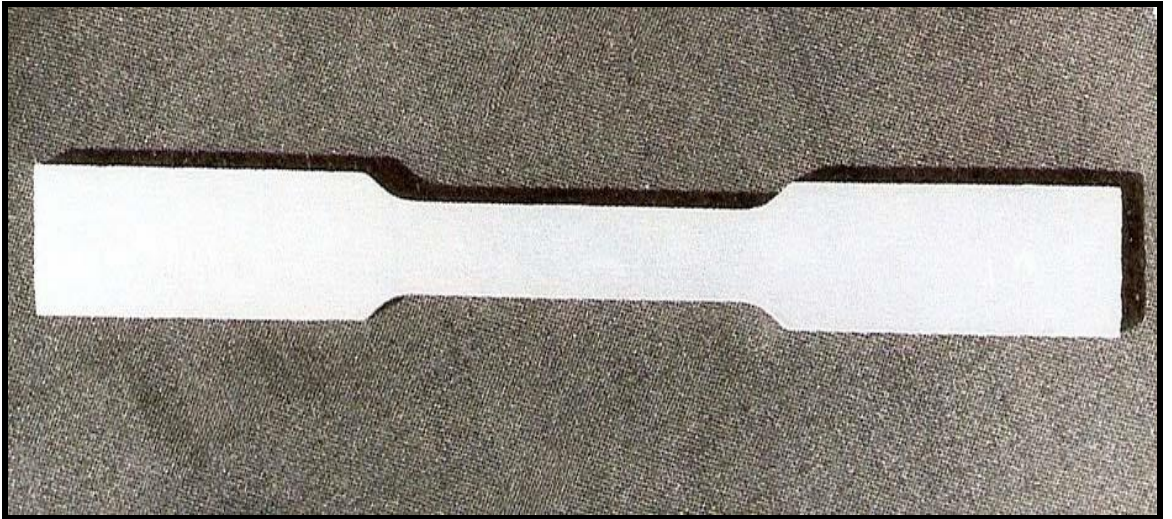
OK 92.18	OK 63.34	OK 76.18	OK 48.04	OK 46.00	اللحام باستخدام القطب
300 (2)	300 (2)	350 (2)	350 (2)	110 (1)	درجة حرارة وزمن إعادة تجفيف الأقطاب C°(hr)
120	130	130	140	125	مقدار تيار اللحام (A)
3.2					حجم قطب اللحام (القطر) (mm)
DCRP					نوع تيار اللحام

وقد تم أخذ الأمور التالية بنظر الاعتبار:

1. إزالة الصدأ من سطوح القطع المراد لحامها، وتنظيفها من الزيوت والدهون وزوائد التشغيل والشوائب الأخرى.
2. ضبط المسافة بين القطعتين المراد لحامهما بالقياس المطلوب (3.2mm).
3. ضبط قيمة تيار اللحام، حسب نوع القطب المستعمل وحجمه ووضع اللحام (الجدول 3)، وهو ضمن المدى الموصى به من قبل الشركات المصنعة لهذه الأقطاب.
4. ربط القطعتين المراد لحامهما من نهايتي وصلة اللحام، بنقاط لحام صغيرة، وبنفس نوع القطب المستعمل في اللحام. ثم إزالة الخبث الناتج عن هذه العملية.
5. لحام إحدى جهتي الوصلة وإزالة الخبث الناتج، ثم الجهة الأخرى بنفس الطريقة.

4. اختبار الشد

تم تصنيع ثلاث عينات شد من كل ملحومة، إضافة إلى ثلاث عينات من المعدن الأساس، حسب المواصفات الأمريكية للاختبارات (ASTM) [ASTM,1989]. ليكون مجموع العينات (18) عينة. والشكل (1) يبين إحدى هذه العينات، والتي تم اختبارها باستخدام جهاز اختبار الشد (موديل YMM20) في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية / الإسكندرية. وأخذ معدل نتائج اختبار العينات الثلاث لكل ملحومة، ليمثل مقاومة شد تلك الملحومة.



الشكل (1) إحدى عينات اختبار الشد

النتائج والمناقشة

تم اختيار هذا النوع من الفولاذ، كونه احد أصعب أنواع الفولاذ السبائكي العالي المقاومة لحاماً، وذلك لارتفاع قابلية اصلاده، نتيجة لارتفاع نسب الكربون والعناصر السبائكية فيه نسبياً [Khanna,1980;Lancaster,1987]. والجدول (4) يبين نتائج اختبار الشد لمعلومات هذا الفولاذ.

الجدول (4) نتائج اختبار الشد

OK	OK	OK	OK	OK	اللحام باستخدام القطب
92.18	63.34	76.18	48.04	46.00	
324	612	720	484	206	مقاومة الشد (MPa)

وكان الكسر في جميع عينات الاختبار في منطقة اللحام، لذا فقيم مقاومة الشد في الجدول (4) تمثل قيم مقاومة شد معدن اللحام في هذه الملحومات. أما نتيجة اختبار الشد لعينات المعدن الأساس فكانت (850MPa).

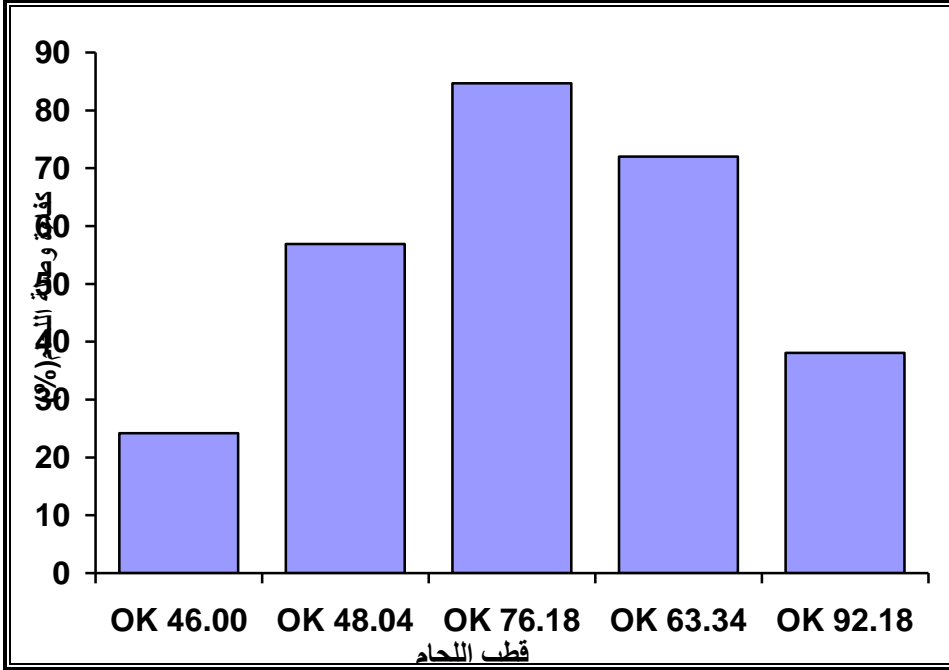
وبهذا يمكن حساب كفاءة وصلة اللحام لكل ملحومة من العلاقة التالية [Khanna,1980].

$$\text{كفاءة وصلة اللحام (\%)} = 100 \times \frac{\text{مقاومة شد معدن اللحام}}{\text{مقاومة شد المعدن الأساس}}$$

والجدول (5) والشكل (2) يبينان كفاءة وصلة اللحام لكل ملحومة

الجدول (5) كفاءة وصلة اللحام لكل ملحومة

OK	OK	OK	OK	OK	اللحام باستخدام القطب
92.18	63.34	76.18	48.04	46.00	
38.1	72	84.7	56.9	24.2	كفاءة وصلة اللحام (%)



الشكل (2) كفاءة وصلة اللحام لكل ملحومة

ويتضح من الجدول (4) ان مقاومة شد الملحومة الناتجة عن لحام الفولاذ السبائكي السبائك العالي المقاومة باستخدام قطب اللحام (OK46.00)، والتي تمثل مقاومة الشد الفعلية لمعدن اللحام، كانت (206MPa)، وهي أدنى من مقاومة شد معدن اللحام عند استخدام هذا القطب، والتي تبلغ (510MPa) (الجدول 2). كما يبين الجدول (5) والشكل (2) ان كفاءة وصلة اللحام لهذه الملحومة منخفضة ايضاً (24.2%). ويعود السبب في ذلك، إلى ان قطب اللحام (OK46.00) مصنّع خصيصاً للحام الفولاذ الطري، وليس للحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة، كونه قطب سليلوزي (عالي الهيدروجين)، مما يعرض ملحومات الفولاذ القابل للاصلاذ إلى تشققات اللحام بنوعيتها الساخنة والباردة، فيخفض بذلك من مقاومة شد الملحومات. إضافة الى تسببه في المسامية كونه عالي الهيدروجين [ESAB,2007;Stuart,1997;Gray,1982].

وقد تم استخدامه في البحث للمقارنة، كونه أرخص أقطاب اللحام ثمناً، وأكثرها شيوعاً وانتشاراً، لاحتواء غلافه على نسبة عالية من التيتانيا واليوتاسيوم (الجدول 2)، وهي من المواد التي تتأين بسهولة عندما تسخن بحرارة القوس الكهربائي، فتعمل على استقرارية القوس أثناء اللحام وسهولة إشعاله [ASM,1971].

ويتضح من الجدول (4) كذلك، ان مقاومة شد الملحومة الناتجة عن استخدام قطب اللحام (OK 48.04) كانت (484MPa)، وهي أدنى بقليل من مقاومة شد معدن اللحام عند استخدام هذا القطب، والتي تبلغ (560MPa) (الجدول 2). كما ان كفاءة وصلة اللحام لم تتجاوز (56.9%) (الجدول 5)، وذلك لان سلك قطب اللحام هو من الفولاذ الطري وليس من الفولاذ العالي المقاومة (الجدول 2). أما الارتفاع النسبي في قيمة مقاومة الشد، فكان بسبب احتواء غلاف القطب على نسبة عالية من مسحوق الحديد ومنخفض الهيدروجين أيضاً (الجدول 2). وهذه النسبة العالية من مسحوق الحديد (والتي قد تصل إلى 40%)، تزيد من معدلات الترسيب (deposition rates)، وتقلل من نسبة التخفيف (dilution ratio)، مما يجنب الملحومة التشققات الساخنة. إضافة إلى كونه منخفض الهيدروجين، مما يمنع حدوث التشققات الباردة، وكذلك المسامية في معدن اللحام.

كما ان معدن اللحام الناتج عن استخدام هذا القطب، يحتوي على ما يقارب (1.1%Mn)، والتي من شأنها أيضاً زيادة مقاومة معدن اللحام [Sacks,1981;Stuart,1997;Gray,1982;ESAB,2007].

أما عند استخدام قطب اللحام (OK 76.18)، فيتضح من خلال الجدول (4) ان مقاومة شد الملحومة قد ارتفعت قيمتها إلى (720MPa)، وهي أعلى من مقاومة شد معدن اللحام عند استخدام هذا القطب، والبالغة (620MPa) (الجدول 2). كما يوضح الجدول (5) والشكل (2) ارتفاع كفاءة وصلة اللحام أيضاً إلى (84.7%). ويعود السبب في ذلك إلى احتواء غلاف هذا القطب (المخصص للحام الفولاذ السبائكي السبائك) على نسبة عالية من مسحوق الحديد ومنخفض الهيدروجين (الجدول 2)، والتي من شأنها ان تحد من تشققات اللحام بنوعيتها الساخنة والباردة، والمسامية كذلك (كما هو مذكور أعلاه).

بالإضافة إلى ان معدن اللحام الناتج عن استخدام هذا القطب يحتوي على (1.3%Cr, 0.5%Mo) (الجدول 2). وهذه العناصر السبائكية (كما هو معروف) تزيد من مقاومة شد معدن اللحام [ESAB,2007;Bailey,1985].

وعند استخدام قطب اللحام (OK 63.34)، المخصص للحام الفولاذ المقاوم للصدأ، كانت مقاومة الشد (612MPa)، وهي أعلى بقليل من مقاومة شد معدن اللحام (600MPa) (الجدول 2). وهذه المقاومة العالية نسبياً، كانت لان هذا القطب مصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ الاوستنايتي (الجدول 2). والاوستنايت بنية مطيلية، تزيد من مطيلية معدن اللحام وتقلل هشاشيته، فتحد بذلك من التشققات في معدن اللحام [ESAB,2007;ASM,1975].

أما قطب اللحام (OK 92.18)، فهو قطب نيكلي (سلك القطب من النيكل الخالص)، مخصص للحام حديد الزهر (الجدول 2)، وتصليح الأجزاء المكسورة منه، وربط الأجزاء المصنوعة من الفولاذ أو النحاس أو النيكل مع المسبوكات. ومعدن اللحام الناتج عن استخدام هذا القطب يحتوي على (Ni≥94%) [ESAB,2007;Oerlikon,2002]. مما يزيد من مطيلية معدن اللحام ويقلل هشاشيته إلى حد كبير، فيعمل بذلك على تلافي حصول التشققات في حديد الزهر.

أما عند استخدام هذا القطب في لحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة، فكانت مقاومة الشد (324MPa) (الجدول 4)، وكفاءة وصلة اللحام (38.1%) (الجدول 5). ويعود السبب في هذه النتائج المنخفضة نسبياً، إلى ان زيادة نسبة النيكل بهذا المقدار، يزيد من مطيلية معدن اللحام إلى حد كبير جداً، مما يؤدي إلى انخفاض مقاومة خضوع ومقاومة شد معدن اللحام. وقد اتضح ذلك في منطقة الكسر، حيث حصلت استطالة كبيرة جداً في منطقة اللحام قبل حدوث الكسر.

ومن الجدير بالذكر، ان أسعار أقطاب اللحام المستعملة في البحث تتزايد ابتداءً من قطب اللحام (OK 46.00) وصولاً إلى القطب الأعلى ثمناً (OK 92.18).

الاستنتاجات

1. قطب اللحام السليلوزي (العالي الهيدروجين) الشائع الاستخدام الرخيص الثمن (OK 46.00)، غير ملائم للحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة.
2. تزداد مقاومة شد معدن اللحام عند استخدام أقطاب اللحام المحتوية أغلفتها نسبة عالية من مسحوق الحديد والمنخفض الهيدروجين كالقطب (OK 48.04) والقطب (OK 76.18).
3. أعلى مقاومة شد من بين الأقطاب المستخدمة في البحث، كانت عند استخدام قطب اللحام المخصص للحام الفولاذ السبائكي (OK 76.18).
4. القطب النيكلية الباهض الثمن (OK 92.18)، غير ملائم للحام الفولاذ السبائكي العالي المقاومة.

المصادر

- "Metallurgy Handbook"(MH), Prom Import Raw Material, USSR, 1978.
- (MIR) Publishers, "Metallurgists Handbook" , Moscow, 2nd ed. 1968.
- ASM, Metals Handbook, (1971). "Welding and Brazing", 8th ed.
- ASM, Metals Handbook, (1975). "Failure Analysis and Prevention" , 18th ed.
- ASTM, (1989.). "Metals Test Method and Analytical Procedures" , vol . 03.01,
- Bailey, F.W.J. (1985). "Fundamentals of Engineering Metallurgy and Materials", 1985.
- Davies, A. (1989). "Science and Practice of Welding" .
- ESAB, (2001). "Welding Handbook Consumables for Manual and Automatic Welding", Sweden, 6th ed.
- ESAB, (2007). "Product Catalogue" , Sweden.
- Gray, T. G. F. (1982). "Rational Welding Design".
- Khanna, O.P. (1980) . "Welding Technology": A text Book for Engineering Students, Dhanpat Rai and Sons.
- Lancaster, J. (1987). "Metallurgy of Welding".
- Marcheako, A. (1983). "Metallurgical Processes in Arc Welding".
- Oerlikon, (2002). "Handbook of Welding Consumables" , COBISA GmbH Germany,.
- Sacks, R. (1981). "Welding: Principles and Practices".
- Stuart, W. G. (1997). "Advanced Welding".
- Welding Training Centre (WTC), (1983). "Metallurgical Processes of Arc Welding".

الكشف المبكر للأمراض الجلدية باستخدام

خوارزميات فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي

م. انس الفحام الاستاذ الدكتور ياسر عملة الدكتور عيد العبود
جامعة البعث / كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية /

الملخص

يعتبر كشف الأمراض اعتماداً على تقنيات التصوير المختلفة من أهم الطرائق التي توصل إليها العلم الحديث وتعتبر تقنية التصوير وفك المزج الطيفي أكثرها تطوراً لما تحقّقه من دقة في الكشف المبكر عن الأمراض وانخفاض في الكلفة بالإضافة إلى أنها آمنة ولا تسبب تأثيرات جانبية للمناطق المصورة على اعتبار أن التصوير يتم في المجال المرئي والجزء الأول من الأشعة تحت الحمراء.

تعتمد تقنية التصوير الطيفي بشكلٍ أساسي على النقاط مجموعة من الصور للمشهد ذاته عند الأطوال الموجية المختلفة مشكّلةً بذلك ما يدعى بالمكعب الطيفي المؤلف من بعدين مكانيين وبعد ثالث يعبر عن الطول الموجي حيث يتيح لنا ذلك رسم القيم الطيفية لعناصر الصورة كتابع لطول الموجة وبالتالي سيكون لكل عنصر صورة قيمة محددة مرتبطة بطول الموجة مما يسهل ملاحظة الفرق بين مكونات المشهد المصور نتيجة الخصائص الفريدة (الانعكاس-الامتصاص) لكل مادة من المواد المصورة.

ينتج عن عملية التصوير الطيفي مجموعة من عناصر الصورة التي تمثل مزيج من المواد والمكونات النقية وتدعى في هذه الحالة (عناصر الصورة الممزوج) ويساهم كل مكون من مكونات الصورة بنسبة محددة في تكوين عنصر الصورة الممزوج ويمكن تمييز هذه المكونات عن طريق مجموعة من الخوارزميات الآلية ثم تصنيفها وحساب نسبتها في الصورة من خلال خوارزميات التصنيف.

قمنا في هذا البحث بتطبيق خوارزميات فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي على الصور الطيفية الممثلة لأمراض جلدية بهدف معرفة العناصر النقية المكونة لعناصر الصورة الممزوجة بشكلٍ آلي حيث أن كل عنصر نقي يعبر عن منطقة أو مرض معين من المشهد ومن ثم تصنيف العناصر النقية المذكورة وحساب نسبة كل منها في الصورة.

كلمات مفتاحية: فك مزج خطي، فك مزج غير خطي، تصنيف، عنصر الصورة الممزوج، تصوير طيفي.

Early detection of skin diseases using linear and non linear spectral unmixing algorithms

Abstract

Detecting diseases based on different imaging techniques is one of the most important methods that modern science has reached, spectral imaging technology is considered the most advanced because of it is very accurate in early detection of diseases and has low cost, in addition it is safe and does not cause harmful effects because the imaging is in the visible range and the first part of the infrared.

Spectral imaging technology depends mainly on capturing a group of images of the same scene for different wavelengths and forming a spectral cube which consisting of two spatial dimensions and the third dimension represents the wavelength, this allows us to plot the spectral values of the pixels as a function of the wavelength and each pixel will have a specific value related to the wavelength, this makes it easy to notice the difference between the elements of the scene due to the unique properties (reflection-absorption) of each of the photographed materials.

Spectral imaging process produce a group of pixels that represent a mixture of pure materials and components called in this case (mixed pixel) , each component of the image contributes in a specific proportion in forming of the mixed pixel, these components can be distinguished through a set of automated algorithms then classify endmembers and calculate the proportion of them in the image through classification algorithms.

In this research, we applied linear and nonlinear spectral unmixing algorithms on spectral images which represent skin diseases in order to know the endmember which form mixed pixels automatically where each endmember expresses a specific area or disease from the scene and then classify the mentioned endmember and calculate the proportion of each of them in the image.

Keywords:

Linear unmixing, Non Linear unmixing, Classification, Mixed pixel, Spectral imaging.

1. المقدمة:

تعتبر تقنية التصوير الطيفي من أهم وأحدث الطرق التي يمكن استخدامها في الكشف المبكر عن الأمراض التي تصيب الأنسجة الحية وذلك من خلال التقاط مجموعة من الصور للمناطق المدروسة عند كل طول موجي والحصول على ما يدعى بالمكعب الطيفي الذي يعبر عن الإحداثيات المكانية لعناصر الصورة بالإضافة إلى خصائصها الطيفية التي يقصد بها الاستجابة التي يبديها عنصر الصورة عند كل طول موجي وهذا ما يسمى البصمة الطيفية.

من جهة أخرى تحوي الصور الملتقطة على مجموعة من عناصر الصورة التي تضم معلومات تتعلق بمادة واحدة فقط أو معلومات خاصة بمواد مختلفة وفي هذه الحالة سيتأثر طيفها الكلي بالطيوف النقية الخاصة بكل مادة من المواد الداخلة في تركيبها و ندعوه في هذه الحالة عنصر الصورة الممزوج [1].

يتم الاعتماد على الخصائص البصرية (الامتصاص والانعكاس والتشتت و...) للعينات المصوّرة والتي تميز كل مادة عن غيرها فعلى سبيل يملك كل نسيج حي معامل امتصاص خاص به تتغير قيمته مع تغير الطول الموجي المسلط عليه وهذا ما يساعد بشكل كبير في فصل عناصر الصورة عن بعضها عند تنفيذ خوارزميات التصنيف [2].

تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى تحليل مكونات الصورة على مستوى عنصر الصورة الذي يمكن أن يكون مؤلفاً من أكثر من مادة نقية وتم ذلك عن طريق خوارزميات فك المزج الطيفي التي استطعنا من خلالها تصنيف محتويات الصور الطيفية وحساب نسبة كل منها حيث تم في البداية استخدام خوارزمية تحديد العناصر النقية N-Finder ومن ثم تطبيق خوارزميات فك المزج الطيفي لعزل مكونات كل عنصر صورة وتصنيفها كما قمنا بالمقارنة بين النموذج الخطي وغير الخطي واستنتجنا أن النموذج غير الخطي هو الأكثر دقة لأنه يناقش جميع الحالات التي يتعرض لها الشعاع الضوئي أثناء مروره في النسيج الحي.

2. مشكلة البحث:

من أهم المشاكل التي تواجه عملية تصنيف عناصر الصورة هو وجود عناصر الصورة الممزوجة المكونة من أكثر من مادة نقية (نمط) وبالتالي يكون الطيف الخاص بها ناتج عن الأطياف النقية الخاصة بكل مادة وهذا ما ندعوه المزج الطيفي. يعالج البحث مشكلة المزج الطيفي التي تسبب تشكل الأطياف الممزوجة المرتبطة بعلاقة خطية أو غير خطية مع المواد النقية الداخلة في تركيب عنصر الصورة وذلك حسب نوع نموذج المزج الطيفي المتشكل. قمنا في البحث بدراسة أطياف عناصر الصورة الممزوجة وإيجاد نسبة المواد النقية الداخلة في تركيبها ومن ثم إيجاد نسبتها في الصورة وذلك عن طريق خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي التي تعالج مشكلة المزج الخطي وغير الخطي معاً.

3. هدف البحث:

يهدف البحث بشكل أساسي إلى الكشف المبكر عن الأورام الخبيثة التي تصيب الأنسجة الحية مثل أنسجة الجلد والعين والتميز بينها وبين الأمراض الحميدة وذلك من خلال تحليل الصور الطيفية الملتقطة لهذه الأنسجة باستخدام خوارزميات فك المزج الطيفي التي تعمل على استخراج المكونات النقية المعبرة عن هذه الأمراض ثم العمل على تصنيفها وحساب نسبتها في الصورة.

4. أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تشخيص الأمراض الجلدية بأمان دون وجود تأثيرات جانبية على النسيج الحية من خلال تقنية التصوير وفك المزج الطيفي التي تعتمد على المجال المرئي والمجال الأول من الأشعة تحت الحمراء في عملية التصوير وهذا ما سيساعد في الكشف المبكر عن الأورام الجلدية بمراحلها دون الحاجة للتدخل الجراحي أو التحليل الكيميائي مما يساهم في تقليل المخاطر الناتجة عن الاختبارات الطبية (أخذ الخزعات على سبيل المثال) وبالتالي تخفيض الأعباء الاقتصادية المرتبطة بذلك.

5. مراحل البحث:

اقترحنا في بحثنا خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي من أجل كشف الأمراض الجلدية وتحديد موقعها ونسبتها في الصورة.

تحتاج خوارزمية فك المزج غير الخطي لتحديد مكونات نقية ابتدائية من الصورة تعبر عن مناطق مصابة ويتم ذلك بالاعتماد على خوارزمية N-Finder ثم قمنا بدراسة الخصائص البصرية للعينات المدروسة (الامتصاص والتشتت) التي تدخل في معادلة معامل Albedo المعبر عن الانعكاس النهائي الناتج عن عنصر الصورة بعد عمليات الامتصاص والتشتت المذكورة ليتم استخدامه في حساب مساهمات مكونات الصورة النقية (الأمراض المدروسة) في كل عنصر صورة ممزوج.

قمنا بتطبيق خوارزمية فك المزج غير الخطي وخوارزمية فك المزج الخطي على العينات الحيوية وأظهرت النتائج تفوق خوارزمية فك المزج غير الخطي بشكل واضح لأنها تأخذ بعين الاعتبار نموذجي المزج الخطي وغير الخطي معاً.

6. الدراسات المرجعية:

بدأ الباحثون في السنوات القليلة الماضية بدراسة التصنيف اعتماداً على التصوير الطيفي واستخدموا مجموعة من الخوارزميات والطرق لتحليل الصور الناتجة والتعرف على مكوناتها ونقدم فيما يلي مجموعة من الدراسات المرجعية في هذا المجال:

تم في عام 2011 دراسة الكشف الطيفي اعتماداً على خوارزمية استثمار تابع العتبة (Threshold function development) والتي تعتمد على إيجاد معادلة مستقيم محدد

بنقطتين هما مركز العناقيد التابعة لمنطقتين مختلفتين بالاعتماد على طولين موجيين حيث يفصل المستقيم بين العينات المعبرة عن المنطقتين المختلفتين [3]، وتابع مجموعة من الباحثين في العام ذاته دراسة التصوير الطيفي من خلال خوارزمية نسب الحزم (band ratio) والتي تعتمد بشكل أساسي على حساب نسبة الانعكاس لعنصر الصورة

عند طولين موجيين حيث أن:

$$\text{band ratio} = (S_{\lambda 1}/S_{\lambda 2}) \dots \dots (1)$$

$S_{\lambda 1}$: نسبة الانعكاس عند الطول الموجي الأول.

$S_{\lambda 2}$: نسبة الانعكاس عند الطول الموجي الثاني.

ويتم تحديد التباين بين المناطق المدروسة من خلال عتبات يتم تحديدها من خلال المتوسط الحسابي لعناصر الصورة الممتلئة لكل منطقة من المناطق المدروسة وفي كلا الحالتين لم يتم الاعتماد سوى على جزء صغير من المكعب الطيفي (صورتين أو ثلاث صور) [4].

وفي عام 2013 تم استخدام خوارزميات تحليل طيفي أكثر تعقيداً حيث قام مجموعة من الباحثين بالاعتماد على خوارزمية أقرب مسافة إلى الوسط (Minimum Distance to mean) التي تعتمد على تحديد مراكز فئات التصنيف بعد أن يتم حساب متوسطات القيم الرقمية لكل صنف من الأصناف الناتجة عن طريق اختيار المناطق ذات الأهمية (Regions Of Interest (ROI) وتحديد مركز كل فئة من فئات التصنيف تتم عملية التصنيف وفقاً للمسافة الطيفية بين مواقع عناصر الصورة ومراكز فئات التصنيف [5]. وتجب الإشارة إلى أن هذا الأسلوب قد لا يعطي نتائج تصنيف جيدة إذا كانت الفروق الطيفية بين الظواهر في الصورة قليلة كما الحال في الصور التي يكون فيها المشهد المصور قريباً من نظام التصوير وهذا ما بدأ الباحثون في عام 2014 حيث قاموا بكشف أجزاء محددة من المشهد الطيفي وذلك من خلال الاعتماد على ثلاث صور طيفية (a,b,c) يتم إخضاعها للعلاقة التالية $[(a-b)/c]$ ومن ثم مقارنة النتيجة مع عتبة محددة يتم الحصول عليها من خلال أخذ المتوسط الحسابي لقيم عناصر الصورة في الحزم الثلاث و كل قيمة أكبر من العتبة يتم اعتبارها بأنها كشف صحيح وكل قيمة أصغر من العتبة يتم اعتبارها كشف خاطئ.

تم تطبيق هذه الدراسة على عينات من التفاح فكانت دقة الكشف للكدمات 80.70% أي ما يعادل نسبة خطأ 19.3% ودقة الكشف لمرض الجرب 89.98% أي ما يعادل نسبة خطأ 10.02% [6].

وفي العام ذاته تم اعتماد خوارزمية جديدة وأكثر دقة تعتمد على حساب المقدار الإحصائي F-value وذلك لإيجاد أفضل نسبة انعكاس للأطوال الموجية من أجل كشف مناطق محددة في المشهد، حيث يتم حساب F-value من العلاقة:

$$F \text{ value} = \frac{\text{variance of the group means (Mean Square Between)}}{\text{mean of the within group variances (Mean Squared Error)}} \dots \dots \dots (2)$$

ومن ثم إيجاد التردد המתناسب مع قيمة f-value وبالتالي تحديد الطول الموجي المناسب الذي يتم عنده تمييز العنصر المطلوب [7].

وفي دراسة أخرى عام 2015 تم ابتكار خوارزمية تعتمد على تحديد المدى الطيفي لفئات التصنيف في الصورة [8]، حيث يتم تحديد أعلى وأدنى قيمة رقمية لكل صنف من الأصناف المستخدمة في المناطق ذات الأهمية وبالتالي يمكن رسم حدود كل فئة من فئات التصنيف حسب موقعها على الرسم البياني كصندوق (box) يحيط بالقيم الرقمية فيها وعليه فإن كل خلية صورة تقع داخل صندوق فئة معينة تصنف من هذه الفئة و كل خلية صورة تقع خارج صناديق فئات التصنيف تصنف على أنها مجهولة (غير معروفة) ولا تنتمي للمناطق التي تمثلها (ROI) وتتم مقارنة قيمة عناصر الصورة مع الحدين الأعلى والأدنى لكل صنف حيث يتم تحديد القيم العليا عن طريق جمع المتوسط الحسابي للأعداد الرقمية مع ضعفي الانحراف المعياري للبيانات المتقاربة في العدد الرقمي أما تحديد القيمة الدنيا فيتم عن طريق طرح ضعفي الانحراف المعياري من المتوسط الحسابي للبيانات. وبالتالي فإن قيمة عناصر الصورة التي تقع بين هاتين العتبتين سيتم تخصيصها لهذا الصنف ولكن لوحظ في بعض الحالات وجود تداخل بين فئات التصنيف [8].

حاول الباحثون عام 2016 إيجاد خوارزمية تصنيف أكثر دقة تدعى خوارزمية التصنيف باستخدام عدد K من المتوسطات (K-means) والتي تعتمد على اختيار عدد من العناصر كمراكز لعناقيد أولية ثم يتم حساب المسافة بين كل مركز والعناصر الأخرى ليتم تخصيص هذه العناصر للعناقيد الأقرب بناء على قيمة مسافة مرجعية وستتكرر هذه العملية إلى أن تصبح المسافة أقل من قيمة العتبة عندئذ ستنتهي عملية التصنيف.

يتم الاعتماد على مجموعة من المعايير لقياس المسافات بين العناصر ومن أهمها المسافة الإقليدية (Euclidean distance) الموضحة وفق المعادلة التالية:

$$d = \sqrt{\sum_{j=1}^k \sum_{i=c_j} (x_i - z_j)^2} \dots (3)$$

حيث أن C_j هو العنقود رقم j و Z_j هو مركز العنقود C_j أما X_i فهو الدخل.

أظهرت هذه الدراسة أن دقة الكشف 84.3% أي ما يعادل نسبة خطأ 15.7% من أجل خوارزمية K-means التقليدية، 90.6% أي ما يعادل نسبة خطأ 9.4% من أجل خوارزمية K-means المحسنة [9].

قام الباحثون في عام 2018 بدراسة خوارزمية فك المزج الطيفي الخطي Spectral Linear Unmixing والتي كانت بدايةً لخوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي التي اقترحها البحث [10].

مما سبق نستنتج أن معظم الدراسات (حتى عام 2015) تعتمد على استخدام جزء من الطيف وتهدف في النهاية إلى التمييز بين منطقتين من المشهد المصور لذلك بدأت الدراسات الحديثة المعتمدة على خوارزميات مثل خوارزمية K-means و خوارزميات فك المزج الطيفي باستخدام كامل المجال الطيف بهدف تحسين دقة التصنيف وكشف عدد أكبر من العناصر النقية.

تم استخدام جميع الدراسات المرجعية المذكورة سابقاً في تصنيف محتويات الصور الطيفية ولكن جميع هذه الدراسات اعتمدت في التصنيف على العدد الرقمي لعناصر الصورة دون الأخذ بعين الاعتبار الخصائص البصرية للعينات المدروسة وسلوك الشعاع الضوئي (ظواهر الامتصاص والتشتت والانعكاس) وبالتالي لن تتمكن من كشف المكونات النقية المشكّلة لعناصر الصورة الممزوجة والتي تساهم في تشكيل الطيف الكلي لها والعدد الرقمي المعبر عنها.

قمنا في بحثنا بفك مزج عناصر الصورة واستخراج مكوناتها النقية المعبرة عن الأورام والأمراض المختلفة بهدف تصنيفها وحساب نسبتها في الصورة.

7. فك المزج الطيفي Spectral unmixing:

عند سقوط الشعاع الضوئي على المشهد المصور فإنه سيتأثر بالخصائص البصرية للمواد فإما أن ينعكس مباشرة وإما أن يتم امتصاصه بشكل جزئي أو كلي كما أنه من الممكن أن يصطدم بأكثر من عنصر نقي قبل أن ينعكس بشكله النهائي.

يحدث المزج الخطي عندما ينعكس الشعاع الضوئي بشكل مباشر عن كل مكون نقي من مكونات الصورة وبالتالي فإن الطيف النهائي سيرتبط بعلاقة خطية مع الطيف النقية المشكّلة له.

أما المزج غير الخطي فإنه يحدث عندما يخترق الشعاع الضوئي العينة المدروسة فيتم امتصاصه أو يتعرض للتشتت بحسب الخصائص البصرية المميزة لهذه العينة في هذه

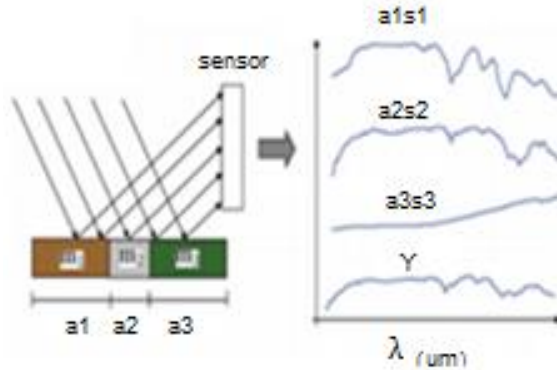
الحالة يتعلق الطيف الكلي بالانعكاسات المباشرة و الانعكاسات الثنائية والثلاثية للشعاع الضوئي.

وبما أنه من الممكن أن يكون عنصر الصورة عبارة عن مزيج من المواد والعناصر النقية (endmembers) ويدعى في هذه الحالة عنصر الصورة الممزوج (mixed pixel) حيث تساهم كل مادة بنسبة محددة في تكوين (mixed pixel) [11]. تم في هذا البحث دراسة آلية عمل خوارزميات فك المزج الطيفي spectral unmixing والتي تمكّننا من خلالها من تحليل مكونات (mixed pixel) وبالتالي إمكانية تمييز محتويات الصور وتصنيفها وحساب نسبتها بشكل ممتاز .

7.1 فك المزج الطيفي الخطي (LU): Linear unmixing algorithm

تفترض خوارزمية فك المزج الخطي وجود انعكاس وحيد ومباشر عن كل مادة نقية وتقوم بحساب مساهمتها في عنصر الصورة الممزوج وذلك بعد معرفة الطيف النقي الخاص بها ويقصد بالطيف النقي أي معرفة قيمة عنصر الصورة الممثل لهذه المادة عند كل طول موجة من خلال اختيار مناطق ذات أهمية في حال توفر معلومات مسبقة عن المشهد المصور أو من خلال استخدام خوارزميات لتحديد عناصر نقية ابتدائية مثل الخوارزمية المعتمدة على مؤشر نقاوة عنصر الصورة (Pixel Purity Index)، وخوارزمية N-Finder.

يوضح الشكل التالي نموذج المزج الخطي:



الشكل (1): نموذج المزج الخطي

وتعطى معادلة فك المزج الخطي بالعلاقة التالية:

$$Y = \sum_{m=1}^M a_m * s_m + W \dots (4)$$

Y: هو الطيف الكلي.

M: هو العدد الكلي للعناصر النقية.

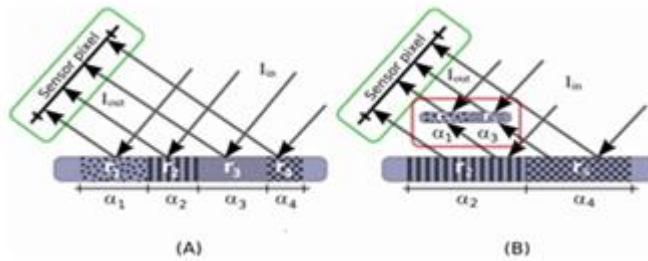
a_m: هي مساهمة العنصر m في عنصر الصورة التي تخضع لانعكاس وحيد مباشر.

S_m: هو الطيف الخاص بالعنصر m [12].

7.2 خوارزمية فك المزج غير الخطي (NLU) Non linear Spectral unmixing :

اقترح البحث خوارزمية فك المزج غير الخطي التي تتعامل مع النماذج الأكثر تعقيداً وذلك عندما لا تكون المواد الداخلة في تركيب السطح موزعة بشكل منتظم إنما تكون موزعة بشكل عشوائي وبناءً على ذلك فإن الإشعاع الساقط سينعكس عن عناصر متعددة وبالتالي فإن الطيف الناتج لن يملك علاقات خطية بين المواد المساهمة في تركيبه كما يبين الشكل (2).

بالإضافة إلى ذلك فإنه يمكن أن يكون لدينا عدة أشكال للنموذج غير الخطي منها عندما يكون الخليط متماسكاً وبالتالي فإن المواد المختلفة تكون قريبة من بعضها إلى حد كبير جداً ويكون الطيف الناتج في هذه الحالة متعلقاً بكثافة المواد من جهة وبارامترات الوسط كما يتم الحصول على النموذج غير الخطي عندما يكون الوسط مكوناً من عدة طبقات عندئذ سيكون لدينا تداخلات متعددة بين الأشعة المنعكسة عن الطبقات المختلفة.



الشكل (2): أشكال المزج غير الخطي

الصورة (A) السطح مكون من مجموعة من المواد المختلفة وبالتالي فإن الشعاع الضوئي الساقط سيملك انعكاس وحيد عن كل مادة من المواد السابقة، هذا سيقود إلى المزج الخطي عندما يتم استقبال الأشعة المنعكسة من قبل الحساس.

الصورة (B): يحوي هذا المشهد على مواد ذات ظلال وبالتالي سيتفاعل الضوء الساقط مع مجموعة من المواد المختلفة المتداخلة غير المتجانسة وهذا ما سيسبب المزج غير الخطي إلى جانب المزج الخطي.

7.3 حساب معاملات خوارزمية NLU (المقترحة):

7.3.1 استخراج العناصر النقية الابتدائية باستخدام حوارزمية N-Finder:

اعتمدنا في البحث على خوارزمية N-Finder التي تم دراستها عام 2011 والتي تهدف إلى إيجاد عناصر الصورة النقية الابتدائية في المشهد [13].

يبدأ الإجراء باختيار مجموعة أولية من عناصر الصورة واعتبارها عناصر نقية (رؤوس الهرم) ثم البحث عن مجموعة أخرى لزيادة أبعاد الهرم واعتبار عناصر الصورة التي تعطي حجم هرم أعظمي كعناصر نقية من خلال التعويض في المعادلة التالية:

$$Vk(E_1^{(k)}, E_2^{(k)}, E_3^{(k)}, E_4^{(k)}) = \frac{\left| \det \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & \dots & 1 \\ E_1^{(k)} & E_2^{(k)} & \dots & \dots & E_4^{(k)} \end{bmatrix} \right|}{(p-1)!} \dots (5)$$

حيث:

V_k : حجم الهرم المتشكل من عناصر الصورة النقية وهو الحجم الأعظمي في الحزمة K.

E: تمثل العدد الرقمي المعبر عن كل عنصر نقي من عناصر الصورة.

K: تعبر عن رقم الحزمة الطيفية .

P: تعبر عن عدد عناصر الصورة في القطاع (يتم تحديده بشكل تقريبي بحيث يغطي منطقة مدروسة) [13].

يتم في هذه الخوارزمية تحديد العناصر النقية وفق مراحل منفصلة و عمليات تكرارية كما يلي:

1- تقسيم الصورة إلى مجموعة من القطاعات المتساوية و يتم التعبير عن كل قطاع بمصفوفة أبعادها $i * j$ حيث يكون عدد عناصر الصورة في كل قطاع وفق العلاقة:

$$B \leq L * 0.05 \dots (6)$$

B: هو عدد عناصر الصورة في القطاع.

L: عدد عناصر الصورة الكلي.

2- اختيار عناصر صورة نقية من أحد القطاعات (مواقع 4 عناصر صورة تمثل رؤوس الهرم) بحيث تكون عناصر الصورة المختارة عناصر نقية تمثل منطقة مدروسة وحيدة ونحدد من خلالها الحجم الأعظمي للهرم وذلك وفق المعادلة (5).

يتم تمثيل كل عنصر صورة في القطاع بشعاع خاص $X(i,j)$ إذ يتم إدخال هذا الشعاع في العلاقة (5) وفق ما يلي:

$V(X(i,j), E_k^{(1)}, E_k^{(2)}, \dots, E_p^{(4)})$ ونحسب حجم الهرم الناتج عن ذلك $(E_k^{(1)}, X(i,j), E_k^{(2)}, \dots, E_k^{(4)})$ و نستمر في ذلك حتى تقييم جميع عناصر الصورة في القطاع وعندما يحقق العدد الرقمي لأحد عناصر الصورة حجم هرم يساوي المقدار المعبر عن العلاقة (5) عندئذ يكون عنصر الصورة $X(i,j)$ هو العنصر النقي الجديد في القطاع المحدد [13].

3- بالنظر إلى القطاعات الأخرى تقوم الخوارزمية بالتعامل معها على أنها مجموعة من المصفوفات يتم تشكيل أربع عناصر صورة نقية تمثل رؤوس الهرم في القطاع الجديد تحقق المعيار الرياضي التالي (معيار فروبينوس) :

$$\|fk\|_h = \sqrt{\sum_1^m \sum_1^n \|Xij\|^2} \dots (7)$$

حيث أن: f_k : معيار فروبينوس في الحزمة الطيفية k في القطاع h.
k: رقم الحزمة الطيفية.

ثم يتم تخمين العنصر النقي في القطاع الجديد وفق العلاقة التالية:

$$dn_k - (dn_k^*) < \Delta \dots (8)$$

dn_k : هو العدد الرقمي للعنصر النقي في القطاع القديم في الحزمة k

dn_k^* : العدد الرقمي للعنصر النقي في القطاع الجديد في الحزمة K .

K : رقم الحزمة.

$$\Delta = \frac{1}{k-1} \sum_1^k |f_k - f_{k-1}| \dots (9)$$

وبالتالي كل عنصر صورة تحقق الشرط السابق يتم اعتباره عنصر نقي مرشح لتشكيل رؤوس الهرم الجديد.

4- نحصل بنتيجة الخوارزمية على مصفوفة تحوي الأعداد الرقمية للعناصر النقية

في كل حزمة من الحزم وبالتالي نكون قد حددنا موضع كل عنصر نقي بحسب

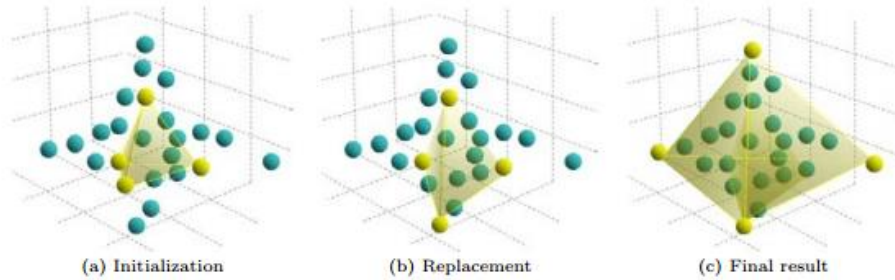
ترتيبه (الصف والعمود) في المصفوفة الناتجة وبعد معرفة موضع عنصر

الصورة النقية فإنه من السهل معرفة بصمته الطيفية أو ما يدعى شعاعه

الطيفي.

يبين الشكل (3) آلية الحصول على العناصر النقية المتوضعة على رؤوس هرم

باستخدام خوارزمية N-Finder.



الشكل (3): خوارزمية N-Finder

7.3.2 حساب معامل ألبيدو Albedo factor:

تعتمد خوارزمية فك المزج الطيفي بشكل أساسي على معامل albedo الذي نعرفه بأنه مقياس الانعكاس المنتشر للإشعاع من إجمالي الإشعاع الوارد ويتم قياسه على مقياس من 0 يتوافق مع الجسم الأسود الذي يمتص كل الإشعاع الساقط إلى 1 المقابل للجسم الذي يعكس كل الإشعاع الساقط بمعنى آخر يمكن وصف معامل Albedo بأنه قدرة جسم ما على عكس الضوء الساقط عليه من مصدر ضوئي [14].

يعطى Albedo لعنصر الصورة النقي بالمعادلة التالية:

$$\partial(\lambda) = 1 - \left[\frac{\sqrt{m^2(\mu_s + \mu_a)^2 + (1 + 4\mu_s\mu_a m(1 - m))} - m(\mu_s + \mu_a)}{1 + 4\mu_s\mu_a m} \right]^2 \dots (10)$$

μ_a : معامل الامتصاص، μ_s معامل التشتت، m : هو الطيف عنصر نقي [14]

ويكون Albedo لعنصر الصورة الممزوج بالمعادلة التالية:

$$\partial(\lambda)_{mix} = 1 - \left[\frac{\sqrt{Y^2(\mu_s + \mu_a)^2 + (1 + 4\mu_s\mu_a Y(1 - Y))} - Y(\mu_s + \mu_a)}{1 + 4\mu_s\mu_a Y} \right]^2 \dots (11)$$

Y : هو الطيف الكلي [14]

قمنا في بحثنا بدراسة بعض الأمراض الجلدية من خلال تقنية التصوير الطيفي التي تعتمد على تسليط الأطوال الموجية المختلفة على العينة المدروسة وباعتبار أن الجلد يتكون من مجموعة مختلفة من الطبقات (القرنية والبشرة والأدمة) فإن هناك مجموعة من الطرق البصرية الموصى بها تكون فعالة في التشخيص الطبي للأمراض الحيوية حيث أن تخمين كروموفورات الأنسجة مثل الميلانين وتركيز الدم وأكسجة الدم هي الخطوة الأولى لتحديد إصابتها بمرضٍ ما مثل السرطان والالتهابات المختلفة.

من أهم الكروموفورات التي يتم الاعتماد عليها في الطبقات السطحية هو الميلانين والهيموغلوبين المؤكسج والهيموغلوبين غير المؤكسج والبييلوروبين ونسبة الماء والتي نحصل من خلالها على خصائص الامتصاص البصري عند طول موجي محدد. إن التغير الذي يبيده أي كروموفور مما سبق نتيجة وجود حالة مرضية معينة يصاحبه ذلك تغير في طريقة انتشار الأشعة الساقطة عليه عند كل طول موجي ونتيجة لذلك سيزودنا التحليل الطيفي بمعلومات مفيدة حول تقييم الحالات غير السليمة وبناءً على ذلك لابد من معرفة خصائص انتشار الضوء في الأنسجة وخصائص امتصاصه.

7.3.3 تحديد معاملات الامتصاص والتشتت:

ومن أجل تحديد عامل Albedo المذكور سابقاً فإنه لابد من تحديد معاملات الامتصاص والتشتت وفق ما يلي:
أولاً: معامل الامتصاص:

$$I = I_0 * e^{-\mu_a l} \dots (12)$$

حيث أن l : هي شدة الضوء الوارد للعينة I_0 : شدة الضوء النافذ. μ_a : معامل الامتصاص. l : سماكة العينة [2]. كما يمكن تعريف معامل الامتصاص بالعلاقة التالية:

$$\mu_a = \ln(10) \sum C_i \varepsilon_i \dots (13)$$

حيث أن C هو تركيز المادة $\text{mol} \cdot \text{cm}^{-1}$ و ε : هو الامتصاصية المولية $\text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ يكون أرمز الطبقة التي يمر الضوء من خلالها.

ونتيجةً لذلك فإنه عندما يمر الضوء في الجلد ضمن مجموعة من الطبقات (القرنية والبشرة والأدمة) فإنه سيخضع للامتصاص حسب كل الخصائص البصرية لكل طبقة.

$$\mu_a = \ln(10) [C_{m\text{epi}} * \varepsilon_{m\text{epi}} + C_{epi\text{bili}} * \varepsilon_{epi\text{bili}} + C_{der\text{oh}} * \varepsilon_{der\text{oh}} + C_{der\text{dh}} * \varepsilon_{der\text{dh}} + \dots] \dots (14)$$

$C_{m\text{epi}}$: هو تركيز الميلانين في طبقة البشرة.

$\varepsilon_{m\text{epi}}$: الامتصاصية المولية للميلانين في طبقة البشرة.

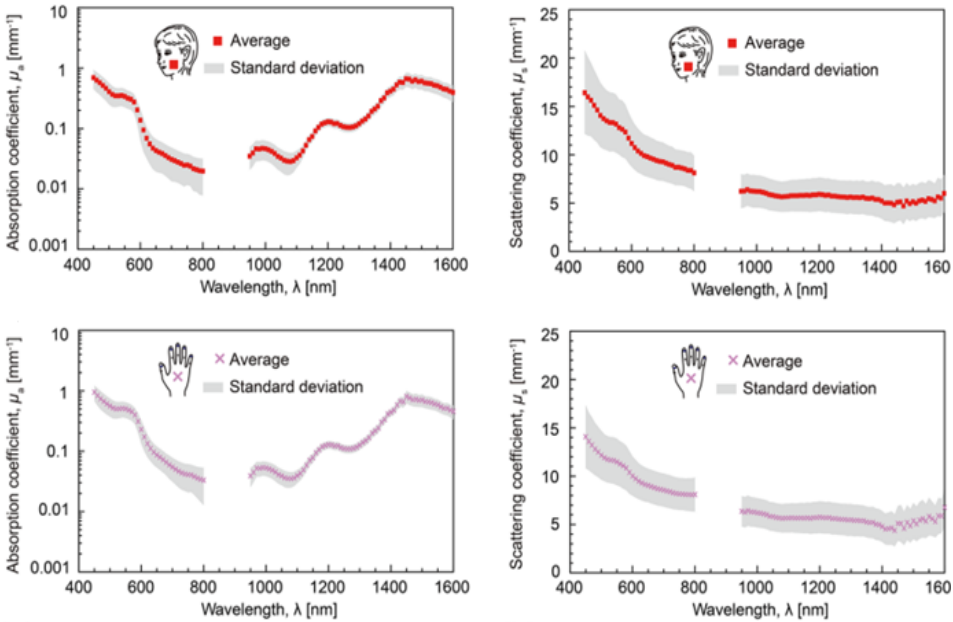
$C_{epi\text{bili}}$: تركيز البلوروبين في البشرة.

$\varepsilon_{epi\text{bili}}$: الامتصاصية المولية للبلوروبين في طبقة البشرة.

$C_{der\ oh}$: تركيز الهيموغلوبين المؤكسج في الأدمة .
 $E_{der\ oh}$: الامتصاصية المولية للهيموغلوبين المؤكسج في الأدمة.
 $C_{der\ dh}$: تركيز الهيموغلوبين غير المؤكسج في الأدمة.
 $E_{der\ dh}$: الامتصاصية المولية للهيموغلوبين غير المؤكسج في الأدمة.
 يتغير معامل الامتصاص حسب طبيعة المادة التي يتفاعل معها الضوء وذلك حسب البارامترات الموجودة وهذا ما يميز كل مادة عن المواد الأخرى بامتلاكها معامل امتصاص خاص بها.
 ثانياً: معامل التشتت:
 تتميز المواد عن بعضها بمعاملات التشتت ايضاً والتي تختلف من مادة إلى أخرى حسب طبيعتها ويعطى معامل التشتت بالعلاقة التالية:

$$I = I_0 * e^{-\mu_s l} \dots (15)$$

ا: هي شدة الضوء الوارد للعينة I_0 : شدة الضوء النافذ. μ_s : معامل التشتت. l : سماكة العينة [2].
 يبين الشكل (4) مثالاً عن قيم معاملات الامتصاص والتشتت الخاصة ببعض المناطق الجلدية كتابع لطول الموجة:



الشكل (4): معاملات الامتصاص والتشتت لبعض المناطق الجلدية

بعد حساب قيمة albedo نستخدم المعادلة التالية لحساب مساهمة كل عنصر نقي a_m من العناصر النقية في الطيف الكلي وفق المعادلة التالية:

$$\alpha(\lambda)_{mix} = \sum_{m=1}^M a_m * \alpha(\lambda)_m \dots (16)$$

$\alpha(\lambda)_{mix}$: هي قيمة albedo للطيف الكلي.

$\alpha(\lambda)_m$: هي قيمة albedo لطيف عنصر الصورة النقي [14].

بعد حساب a_m نعوضها في المعادلة (17) من أجل حساب b_{mk} وهي معادلة النموذج غير الخطي:

$$Y = \sum_{m=1}^M a_m * s_m + \sum_{m=1}^M \sum_{m=1}^M b_{mk} * s_k \otimes s_m \dots (17)$$

حيث أن:

Y : هو الطيف الكلي

M : هو العدد الكلي للعناصر النقية.

a_m : هي مساهمة العنصر m في عنصر الصورة الذي يخضع لانعكاس وحيد مباشر.

S_m : هو الطيف الخاص بالعنصر m .

S_k : هو الطيف الخاص بالعنصر k .

b_{mk} : هو المساهمة الناتجة عن الانعكاس المزدوج للعنصرين m, k .

وبالتالي تصبح لدينا العلاقة المعبرة عن الطيف الكلي كما يلي:

$$Y = a_1s_1 + a_2s_2 + \dots + a_Ms_M + b_{11}(s_1 \otimes s_1) + b_{21}(s_1 \otimes s_2) + b_{22}(s_2 \otimes s_2) + b_{31}(s_3 \otimes s_1) + b_{32}(s_3 \otimes s_2) + (b_{33}(s_3 \otimes s_3) + b_{mk}(s_m \otimes s_k) + \dots \dots \dots (18)$$

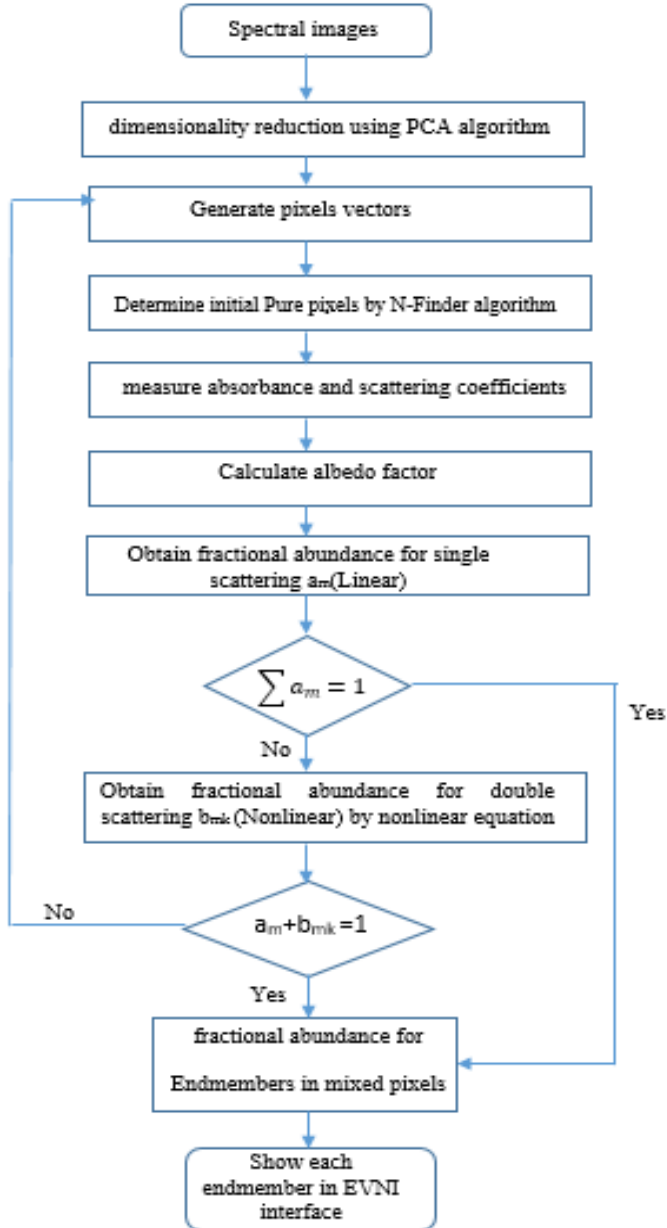
حيث يكون:

$$b_{11}=a_1*a_1; b_{21}=a_2*a_1; b_{22}=a_2*a_2; b_{31}=a_3*a_1; b_{33}=a_3*a_3$$

وبالتالي فإننا ونتيجة خوارزمية فك المزج غير الخطي تمكنا من حساب مساهمة كل عنصر من عناصر المواد المدروسة.

يمثل الشكل (5) المخطط الصندوقي لخوارزمية فك المزج غير الخطي (NLU) التي اقترحها البحث والتي تبدأ بتخفيض أبعاد المكعب الطيفي باستخدام خوارزمية تحليل المركبات الأساسية (PCA) ثم تحديد العناصر النقية الابتدائية من خلال تطبيق

خوارزمية N-Finder والانتقال لحساب معامل Albedo وذلك بالاعتماد على الخصائص البصرية للعينة المدروسة ليتم استخدامه في معادلة فك المزج غير الخطي التي تقوم بحساب نسبة مكونات عنصر الصورة الممزوج.



الشكل (5): خوارزمية فك المزج غير الخطي (NLU) المقترحة

8. المناقشة:

تم تطبيق خوارزميات فك المزج الطيفي الخطي (LU) وفك المزج غير الخطي (NLU) التي اقترحها البحث على مكعبات طيفية تمثل عينات جلدية لمتطوعين ذكور ببشرة بيضاء تتراوح أعمارهم بين 50-60 عاماً من أحد المخابر البحثية التابع لجامعة برمينغهام ببيريطنيا على الموقع الإلكتروني التالي:

<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/Imagedbase.html>

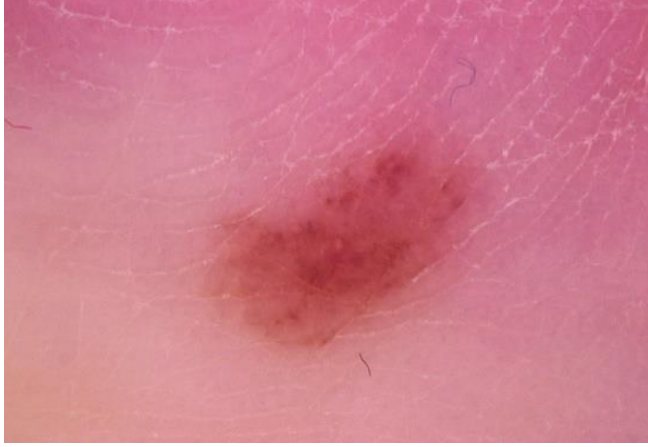
حيث تم اختيار مكعبات طيفية خاصة بعينات تحوي مجموعة من الأمراض الجلدية (أورام والتهابات جلدية).

قمنا بتطبيق خوارزمية فك المزج الخطي على المكعبات الطيفية المذكورة حيث استخدمنا علاقة فك المزج الخطي (المعادلة (4)) بعد تخفيض أبعاد المكعب الطيفي اعتماداً على تقنية تحليل المركبات الأساسية وحصلنا على نسبة عناصر الصورة المعبرة عن كل مرض من الأمراض المدروسة.

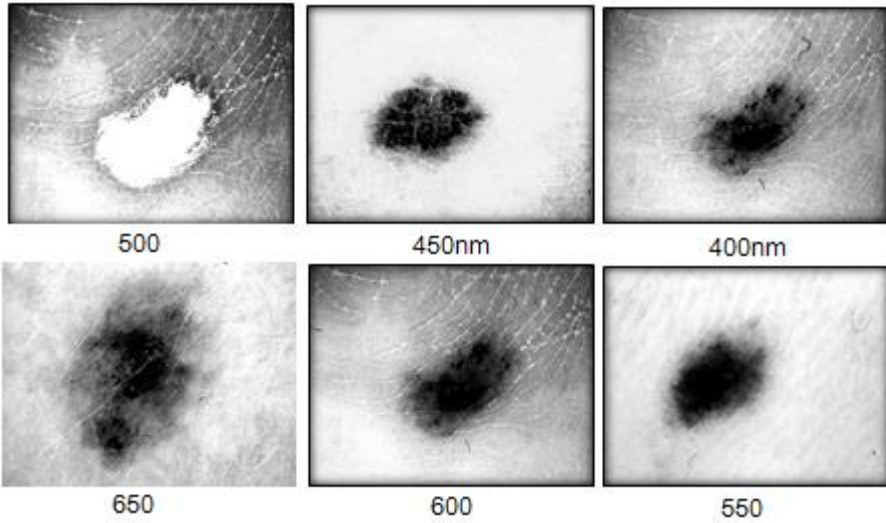
من جهة أخرى تم العمل على تطبيق خوارزمية فك المزج غير الخطي التي اقترحها البحث اعتماداً على المخطط الصندوقي المبين في الشكل (5) وحصلنا أيضاً على نسبة عناصر الصورة المعبرة عن الأمراض ثم قمنا بمقارنة نتائج الخوارزميتين وحساب نسبة الخطأ الموافقة لكل منهما.

8.1 نتائج تطبيق (LU,NLU) على العينة (1):

تم تطبيق خوارزميات البحث على المكعب الطيفي الممثل للمشهد التالي والذي يعبر عن جلد مصاب بسرطان جلدي حاد وسرطان مرحلة أولى (خفيف) بالإضافة إلى وجود مناطق تعاني من التهاب جلدي:



الشكل (6): عينة جلدية مصابة بسرطان جلدي حاد وسرطان مرحلة أولى والتهاب جلدي ويظهر لنا الشكل (7) أجزاء من المكعب الطيفي للصورة في الشكل (6) عند عدد من الأطوال الموجية.



الشكل (7): أجزاء من المكعب الطيفي للعينة المدروسة

يوضح الجدول (1) معاملات الامتصاص والانعكاس الموافقة للعينة المدروسة والتي استطعنا من خلالها تحديد معامل (albedo) الموافق.

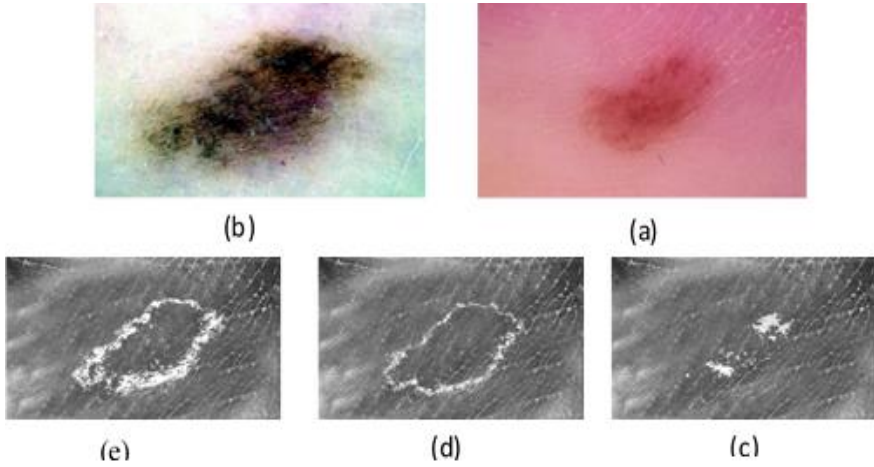
الجدول(1): معاملات الامتصاص والانعكاس ومعامل (albedo) لمجموعة عناصر صورة عشوائية عند الطول الموجي 550nm:

$\theta(\lambda)$	$\mu_s(\text{mm}^{-1})$	$\mu_s(\text{mm}^{-1})$	Pixel location
0.54	9.22	0.84	100.54
0.74	8.24	0.084	25.23
0.69	14.32	0.071	200.60
0.95	11.12	0.54	150.120
0.36	15.69	0.096	300.65
0.7	14.25	0.24	250.150
0.85	10.11	0.87	144.80
0.14	9.66	0.46	170.140
0.98	13.65	0.07	220.180
0.47	15.8	0.64	112.246
0.78	8.9	0.71	147.256
0.51	12.58	0.42	125.36
0.63	14.69	0.97	145.78
0.21	9.68	0.77	189.65
0.54	11.65	0.64	241.35
0.23	17.2	0.29	126.41
0.95	10.65	0.59	51.74
0.85	12.54	0.44	212.312

8.1.1 كشف المناطق المصابة بالسرطان الحاد باستخدام NLU,LU:

تم تطبيق خوارزميتي فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي على المكعب الطيفي الممثل للصورة المبينة في الشكل (6) :

يبين الشكل (8) نتيجة تطبيق خوارزمية فك المزج الطيفي الخطي حيث تكون نتيجة الخوارزمية هي عبارة عن صورة (RGB) ناتجة عن القنوات النقية الخاصة بكل مرض من الامراض المدروسة.



الشكل (8) نتيجة تطبيق خوارزمية LU

الصورة (a) تمثل العينة RGB

الصورة (b) تمثل نتيجة خوارزمية فك المزج الخطي.

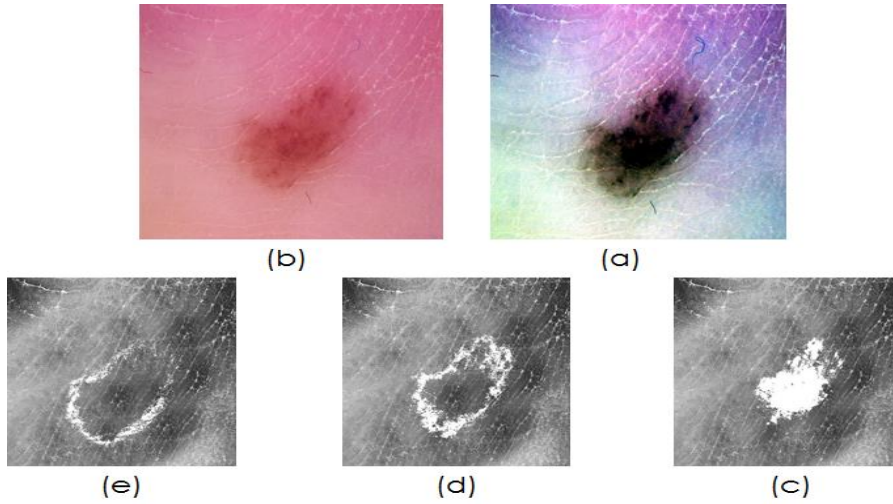
الصورة (c) تمثل القناة النقية الموافقة للورم الحاد.

الصورة (d) تمثل القناة النقية الموافقة للورم مرحلة أولى.

الصورة (e) تمثل القناة النقية الموافقة للالتهاب الجلدي.

نلاحظ من الشكل (8) أنه تم تمثيل الأمراض المختلفة من خلال صورة تدرج الرمادي (gray scale) ويكون الانعكاس أعظماً من أجل عناصر الصورة المعبرة عن المرض الذي تمثله هذه القناة.

أما نتيجة تطبيق خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي فإنها تظهر في الشكل(9):



الشكل (9) نتيجة تطبيق خوارزمية (NLU)

الصورة (a) تمثل العينة RGB

الصورة (b) تمثل نتيجة خوارزمية فك المزج غير الخطي.

الصورة (c) تمثل القناة النقية الموافقة للورم الحاد.

الصورة (d) تمثل القناة النقية الموافقة للورم مرحلة أولى.

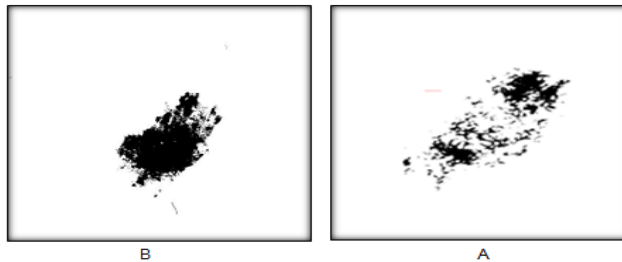
الصورة (e) تمثل القناة الموافقة للالتهاب الجلدي.

يوضح الشكل (10) إجراء مقارنة واضحة بين خوارزميتي فك المزج الخطي وغير الخطي

حيث تم إظهار المناطق المصابة بالسرطان الحاد الناتجة عن تطبيق الخوارزميتين

باستخدام عملية تعريب (Thresholding) على القنوات الموافقة للورم الحاد عند قيمة

عتبة 255 من أجل القناة نقية في الشكل (8-c) والقناة النقية في الشكل (9-c).



الشكل(10): المناطق المصابة بالسرطان الحاد بعد تطبيق عتبة قيمتها 255 على القنوات النقية

الموافقة للسرطان الحاد

A: تعتیب المناطق الممثلة للسرطان الحاد باستخدام (LU) بعد تطبیق عتبة قيمتها 255 على القناة الموافقة للسرطان الحاد في الشكل (8-c).

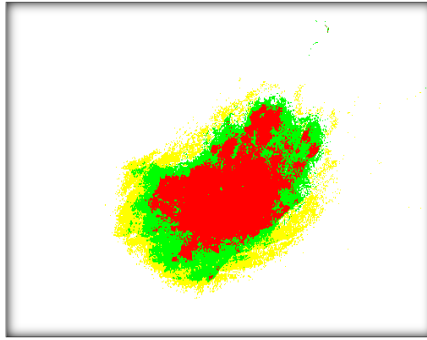
B: تعتیب المناطق الممثلة للسرطان الحاد باستخدام (NLU) بعد تطبیق عتبة قيمتها 255 على القناة الموافقة للسرطان الحاد في الشكل (9-c).

حيث تظهر عناصر الصورة المصابة بالسرطان باللون الأسود وبقية عناصر الصورة باللون الأبيض.

8.1.2 حساب نسبة مكونات الصورة باستخدام NLU:

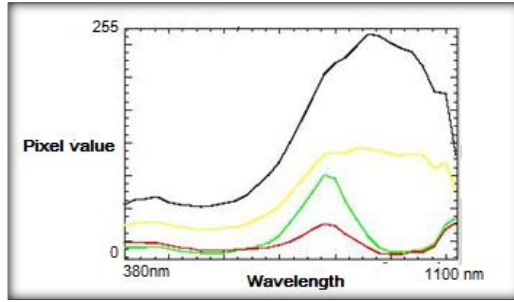
قمنا بتحديد المناطق المختلفة الممثلة لكل مرض (السرطان الحاد، سرطان من الدرجة الأولى، التهاب جلدي) حيث تم تمثيل المناطق المصابة بالسرطان الحاد والسرطان من الدرجة الأولى والالتهاب الجلدي كما يبين الشكل (11).

كما تم إظهار الطيف الخاص لكل مرض (spectral-profile) في الشكل (12) وهو يمثل قيمة عناصر الصورة المصابة عند كل طول موجي من أجل (144) صورة طيفية تم التقاط كل منها عند طول موجي معين ضمن المجال (380-1100nm) وهذا ما يدعى بالبصمة الطيفية حيث أن اللون الأحمر للسرطان الحاد واللون الأخضر للسرطان من الدرجة الأولى واللون الأصفر للالتهاب الجلدي أما اللون الأسود يمثل باقي عناصر الصورة (الجلد السليم).



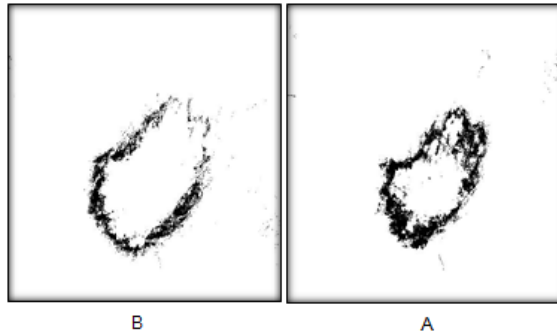
الشكل (11) المناطق الممثلة للأمراض المختلفة باستخدام (NLU)

ويبين الشكل (12) الاستجابة الطيفية Z-profile لكل منطقة من المناطق المدروسة:



الشكل (12) (Spectral-profile)

في الشكل (13) تم تمييز المناطق المصابة بالسرطان مرحلة أولى والمناطق المصابة بالتهاب جلدي من خلال إجراء تعتیب (Thresholding) عند القيمة 255 على القنوات الموافقة للسرطان مرحلة أولى والالتهاب الجلدي المبينة في نتيجة خوارزمية NLU التي يظهرها الشكل (9).



الشكل (13): نتيجة التعتیب للمناطق المصابة بالسرطان الحاد في العينة 1 عند القيمة 255
A: عناصر الصورة الممثلة للمناطق المصابة بسرطان مرحلة أولى بنتيجة تطبيق عتبة 255 على القناة الخاصة بسرطان المرحلة الأولى في الشكل (9-d).
B: عناصر الصورة الممثلة للمناطق المصابة بالتهاب جلدي بنتيجة تطبيق عتبة 255 على القناة الخاصة بالالتهاب الجلدي في الشكل (9-e).

تم في الجدول (2) مقارنة نسبة السرطان الحاد الناتجة عن خوارزمية فك المزج غير الخطي وخوارزمية فك المزج الخطي مع النسبة الحقيقية وحساب نسبة الخطأ لكل خوارزمية من خلال العلاقة التالية:

$$(19) \dots \dots \dots = \frac{\text{القيمة الحقيقية} - \text{القيمة المقاسة}}{\text{القيمة الحقيقية}}$$

الجدول (2): مقارنة نتيجة خوارزمية (NLU,LU) مع النسب الحقيقية:

نسبة عناصر الصورة الحقيقية المصابة بالسرطان الحاد	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد	نسبة الخطأ باستخدام NLU	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد بنتيجة خوارزمية NLU	نسبة خطأ LU
%14.84	%9.72	2.4%	%15.21	34.5%

نلاحظ من خلال نتائج الجدول (2) أن نسبة الخطأ الناتجة عن تطبيق خوارزمية فك المزج الخطي هي أقل بكثير من نسبة الخطأ الناتجة عن تطبيق خوارزمية فك المزج الخطي.

كما يظهر لنا الجدول (3) نسبة عناصر الصورة المعبرة عن السرطان مرحلة أولى والالتهاب الجلدي نتيجة تطبيق خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي.

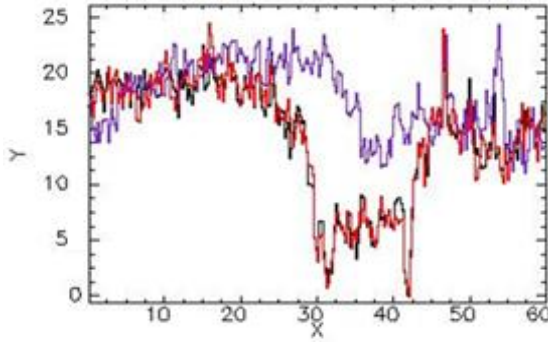
الجدول (3): نسبة عناصر الصورة المعبرة عن الحالات المدروسة نتيجة تطبيق NLU:

نسبة عناصر الصورة المعبرة عن الأمراض	النسبة الحقيقية	نتيجة خوارزمية NLU
نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان (مرحلة أولى)	7.52%	7.11%(error=5.4%)
نسبة عناصر الصورة المصابة بالالتهاب الجلدي	5.65%	5.46%(error=3.3%)

نلاحظ من خلال الجدول (2) والجدول (3) أن خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي تملك دقة ممتازة مع نسبة خطأ 2.4% من أجل السرطان الحاد ونسبة خطأ 5.4% من أجل السرطان مرحلة أولى، 3.3% من أجل الالتهاب الجلدي وبالمقابل كانت نسبة الخطأ الناتجة عن خوارزمية فك المزج الخطي كبيرة جداً (34.5%).

8.1.3 المنحنيات المكانية (Spatial profile) للعينة الأولى:

تم في الشكل (14) إجراء مقارنة بين خوارزمية NLU,LU مع القيم الحقيقية وذلك اعتماداً على القيم المكانية (Spatial profile) والتي تعبر عن مكان توضع كل عنصر صورة مصاب بالسرطان الحاد ولاحظنا بنتيجة هذه المقارنة أن مكان توضع عناصر الصورة الناتجة عن خوارزمية NLU قريب إلى حد كبير من القيم الصحيحة وهذا ما يعبر عن دقة هذه الخوارزمية بسبب التطابق الواضح بين المنحني المعبر عنها (الأحمر) والمنحني المعبر عن التوضع الحقيقي (الأسود) مع ملاحظة ابتعاد المنحني المعبر عن نتيجة خوارزمية LU الذي يظهر باللون البنفسجي عن القيم الحقيقية كما يبين الشكل (14).



الشكل (14) المنحني المكاني (Spatial profile)

- اللون الأسود يوضح التوضع المكاني الحقيقي لعناصر الصورة.
- اللون الأزرق يوضح التوضع المكاني الناتج عن التصنيف الخطي.
- اللون الأحمر يوضح التوضع المكاني الناتج عن التصنيف غير الخطي.

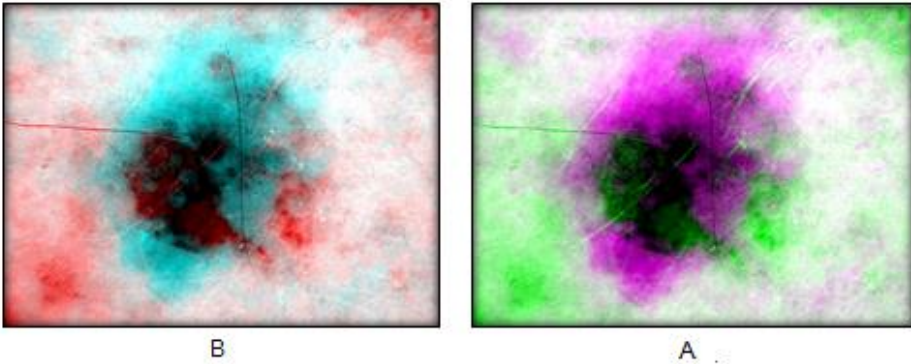
8.2 نتائج تطبيق (LU,NLU) على العينة (2):

تحوي العينة المبيّنة في الشكل (15) على منطقة جلدية مصابة بسرطان حاد وسرطان مرحلة أولى والتهاب جلدي:



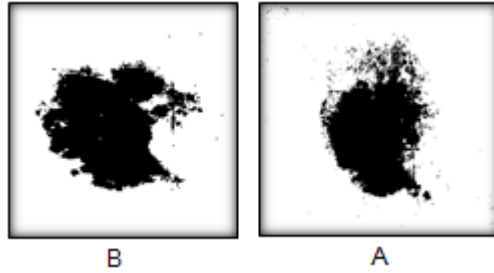
الشكل(15): صورة لمنطقة جلدية مصابة

8.2.1 كشف المناطق المصابة بالسرطان الحاد باستخدام LU,NLU:



الشكل(16): نتيجة تطبيق خوارزمية LU,NLU على العينة2

حيث يمثل الشكل (16-A) نتيجة تطبيق خوارزمية فك المزج الخطي LU بينما يبيّن الشكل (16-B) نتيجة تطبيق خوارزمية فك المزج غير الخطي NLU. ويتطبيق التعتیب (thresholding) على المناطق المصابة بالسرطان الحاد عند قيمة عتبة 255 للقناة المعبرة عن السرطان الحاد نحصل على الشكل (17):



الشكل(17): نتيجة تطبيق عتبة قيمتها 255 لتمييز المناطق المصابة بالسرطان الحاد

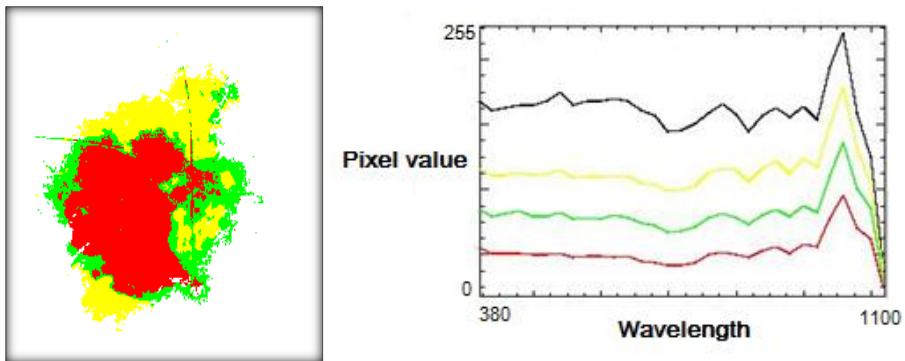
A: المناطق المصابة بالسرطان الحاد بتعتيب نتيجة خوارزمية LU عند قيمة عتبة 255 من أجل القناة الموافقة للسرطان الحاد.

B: المناطق المصابة بالسرطان الحاد بتعتيب نتيجة خوارزمية NLU عند قيمة عتبة 255 من أجل القناة الموافقة للسرطان الحاد.

8.2.2 حساب نسبة مكونات الصورة باستخدام (NLU):

تم تمييز مكونات الصورة حيث أن السرطان الحاد باللون الأحمر والسرطان مرحلة أولى باللون الاخضر والالتهاب الجلدي باللون الأصفر.

يبين الشكل (18) مكونات الصورة مع البصمة الطيفية الخاصة بها (spectral profile) بعد تطبيق خوارزمية فك المزج غير الخطي:



الشكل(18): تصنيف مكونات الصورة باستخدام NLU مع البصمات الطيفية

ويبين الشكل (19) عزل كل عنصر نقي على حدى بعد تطبيق (thresholding) على نتيجة خوارزمية (NLU):



الشكل (19): عناصر الصورة الممتلئة للحالات المدروسة نتيجة تطبيق تعتیب على نتيجة (NLU) عند عتبة 255 من أجل كل قناة لونية موافقة.

تم في الجدول (4) مقارنة نسبة السرطان الحاد الناتجة عن خوارزمية فك المزج غير الخطي وخوارزمية فك المزج الخطي مع النسبة الحقيقية وحساب نسبة الخطأ وفق المعادلة (19) لكل خوارزمية ونلاحظ تفوق خوارزمية فك المزج غير الخطي على خوارزمية فك المزج الخطي.

الجدول (4): مقارنة نتيجة خوارزمية LU, NLU مع النسب الحقيقية:

نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد بعد LU	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد بعد LU	نسبة الخطأ بعد NLU	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد بعد NLU	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان الحاد
26.35%	29.87%	2.11%	23.14%	23.64%

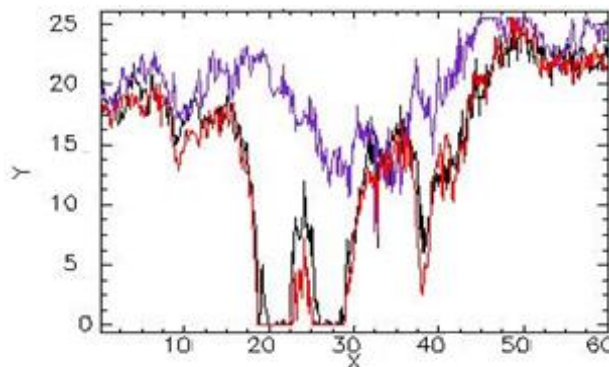
وقمنا من خلال الجدول (5) بحساب نسبة عناصر الصورة المعبرة عن السرطان مرحلة أولى والالتهاب الجلدي ومقارنتها مع النسبة الحقيقية من خلال تطبيق خوارزمية فك المزج الطيفي غير الخطي.

الجدول (5): نسبة عناصر الصورة المعبرة عن الأمراض المختلفة نتيجة تطبيق NLU:

نتيجة NLU	النسبة الحقيقية	نسبة عناصر الصورة المعبرة عن الأمراض
8.52%(error=6.3%)	9.1%	نسبة عناصر الصورة المصابة بالسرطان (مرحلة أولى)
7.67%(error=5.5%)	7.27%	نسبة عناصر الصورة المصابة بالالتهاب الجلدي

8.2.3 المنحنيات المكانية (Spatial profile) للعينة الثانية:

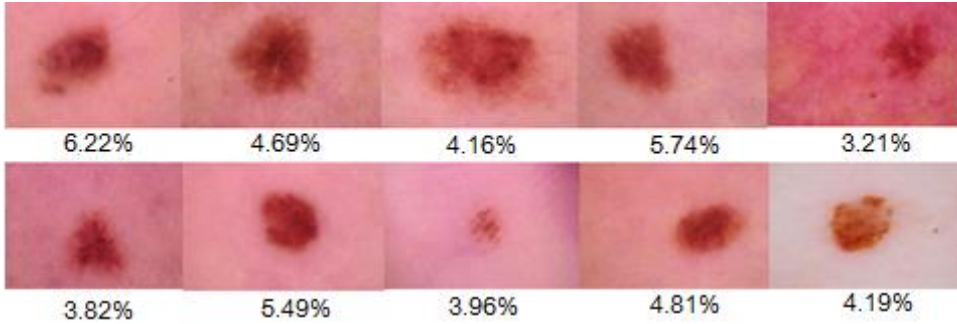
يبين الشكل (20) مقارنة المنحنيات المكانية (spatial profile) التي تمثل التوضع الصحيح لعناصر الصورة المصابة بالسرطان مع توضع عناصر الصورة المصابة بعد تطبيق خوارزمتي فك المزج الخطي وغير الخطي:



الشكل (20): المنحني المكاني Spatial profile

- اللون الأسود يوضح التوضع المكاني الحقيقي لعناصر الصورة.
- اللون الأزرق يوضح التوضع المكاني الناتج عن التصنيف الخطي.
- اللون الأحمر يوضح التوضع المكاني الناتج عن التصنيف غير الخطي

يبين الشكل (21) مجموعة من العينات الجلدية المصابة بسرطان جلدي تم تطبيق خوارزمية (NLU) عليها مع نسبة خطأ الخوارزمية في الكشف التي تم حسابها من خلال المعادلة (19):



الشكل (21) نسبة خطأ خوارزمية NLU على عينات جلدية

9. الاستنتاجات والملاحظات:

من خلال النتائج التي حصلنا عليها من تطبيق خوارزمية NLU على العينات الجلدية لاحظنا أن الخوارزمية تملك نسبة خطأ قليلة جداً (حوالي 7%) كما رأينا في جداول النتائج (1-2-3-4) مقابل نسبة خطأ كبيرة لخوارزمية فك المزج الخطي وهذا ما يثبت كفاءتها في عملية الكشف باستخدام فك المزج الطيفي غير الخطي.

وبالمقارنة مع الخوارزميات التي تم ذكرها في الدراسات المرجعية وجدنا أن دقة الكشف بالنسبة للخوارزميات المعتمدة على أجزاء من المجال الطيفي مثل خوارزمية نسب الحزم (Band ratio) التي تم تطبيقها على عينات من التفاح (دقة الكشف للكدمات 80.70% أي ما يعادل نسبة خطأ 19.3% ودقة الكشف لمرض الجرب 89.98% أي ما يعادل نسبة خطأ 10.02%) [6].

أما بالنسبة للدراسات المرجعية المعتمدة على كامل المجال الطيفي مثل خوارزمية التصنيف بالاعتماد على عدد k من المتوسطات (K-means) فكانت دقة الكشف 84.3% أي ما يعادل نسبة خطأ 15.7% من أجل خوارزمية K-means التقليدية، 90.6% أي ما يعادل نسبة خطأ 9.4% من أجل خوارزمية K-means المحسنة. [9].

تم من خلال الجدول (6) إجراء مقارنة نسبة الخطأ لكل من خوارزمية فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي وخوارزمية K-means، خوارزمية نسب الحزم.

الجدول (6): مقارنة نسبة الخطأ للخوارزميات:

الخوارزمية	نسبة الخطأ
فك المزج الطيفي غير الخطي (NLU)	<7%
فك المزج الخطي (LU)	34.5%
K-means	9.4%
نسب الحزم (band ratio)	19.3% للكدمات 10.02% لمرض الجرب

من خلال النتائج التي وجدناها في الجدول (6) نلاحظ أن خوارزمية فك المزج الطيفي غي الخطي هي الأكثر دقة.

10. الخاتمة:

تمكنا من خلال هذا البحث من تحليل المكعب الطيفي لصور حيوية تمثل أمراض جلدية حيث تم استخدام خوارزميتي فك المزج الطيفي الخطي وغير الخطي لتحديد الأماكن المصابة بالسرطان الجلدي وبعد مقارنة نتائج الخوارزميتين توصلنا إلى أن خوارزمية فك المزج غير الخطي هي الأكثر دقةً وذلك لأنها تدرس حالات الانعكاس المباشر وغير المباشر التي يتعرض لها الشعاع الضوئي أثناء مروره في النسيج الحي على عكس خوارزمية فك المزج الطيفي الخطي التي تدرس الانعكاس المباشر فقط واستطاعت خوارزمية فك المزج غير الخطي تصنيف المناطق المصابة وحساب نسبتها في الصورة بدقة حيث وضعنا من خلال النتائج أن نسبة الخطأ لم تتجاوز 7%.

المراجع:

- [1] Athanasia-Maria Tompolidi, Olga Sykioti, Konstantinos Koutroumbas and Issaak Parcharidis, 2020, Spectral Unmixing for Mapping a Hydrothermal Field in a Volcanic Environment Applied on ASTER Landsat-8/OLI, and Sentinel-2 MSI Satellite Multispectral Data: The Nisyros (Greece) Case Study, **remote sensing**, vol. 40, 1-25.
- [2] Fang Q, Albdlaty R, 2016-Hyperspectral imaging and data analysis of skin erythema post radiation therapy treatment, McMaster university-biomedical engineering, Hamelton montaria, P182.
- [3] Villa A, Chanussot J, Benediktsson J, and Jutten C, 2011-spectral Unmixing for the Classification of Hyperspectral Images at a Finer Spatial Resolution, **IEEE JOURNAL OF OF SELECTED TOPICS IN SIGNAL PROCESSING**, Vol.5, 521-533.
- [4] Arngren M, Larsen J, Larsen R, 2011-Hyperspectral image analysis of food quality, **department of informatics and mathematical modeling, technical university of Denmark**, vol.255, 521-534.
- [5] Rashmi S, Addamani S, Venkat S, and Ravikiran S-2014, Spectral Angle Mapper Algorithm for Remote Sensing Image Classification, **IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, Vol. 1, 201-205.
- [6] Soo Hyun Park, Hoyoung Lee, Sang Ha Noh, 2014- Multispectral Wavelength Selection to Detect 'Fuji' Apple Surface Defects with Pixel-sampling Analysis, **Journal of Biosystems Engineering** Vol. 39, 166-173.
- [7] Wng-Hee Lee, Moon S Kim, Hoonsoo Lee, Stephen R Delwiche, 2014-Hyperspectral near-infrared imaging for the detection of physical damages of pear, **Journal of Food Engineering**, Vol. 130, 1-7.
- [8] Madhura M, and Venkatachalam S, 2015-Comparison of Supervised Classification Methods On Remote Sensed Satellite Data: An Application In Chennai, South India, **International Journal of Science and Research**, Vol. 4, 1407-1411.

- [9] Raval U, and Jani C, 2016-Implementing & Improvisation of K-means Clustering Algorithm, **International Journal of Computer Science and Mobile Computing**, Vol. 5, 191-203.
- [10] Tianxiao M, Runkui L, Jens C, Xianfeng S, 2018- Linear spectral unmixing using endmember coexistence rules and spatial correlation, **International Journal of Remote Sensing**, Vol.35, 3913- 3536.
- [11] Su Y, Xu X, Li J, Qi h, Gamba P, Plaza A, 2020-Deep Autoencoder With Multitask Learning for Bilinear Hyperspectral Unmixing, **IEEE Transactions on geoscience and remote sensing**, vol. 207,1-15.
- [12] Mou W, Min Z, Jie C, Susanto R,2019- Nonlinear Unmixing of Hyperspectral Data via Deep Autoencoder Networks, **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters** Vol. 16, 11467-1471.
- [13] Xiong W, Chein C, Kalpakis K, 2011- Fast Algorithms to Implement N-FINDR for Hyperspectral Endmember Extraction, **Proc.of Spie** Vol 7695, 1-12.
- [14] Yücel Çimtay, Hakkı Gökhan İlk,2018- A novel bilinear unmixing approach for reconsideration of subpixel classification of land cover, **Computers and Electronics in Agriculture**, Vol. 152, 126-140.

الخواص الفيزيائية – الميكانيكية للمواد المصنعة من مركبات (البولي إيثيلين / نشارة الخشب)

الباحث: م . باسم محسن عمار

قسم هندسة المواد التطبيقية في كلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس

الملخص

يهدف البحث إلى دراسة الخواص الميكانيكية – الفيزيائية لمركبات نفايات البولي إيثيلين / نشارة الخشب. لتحقيق هذا الهدف تم تحضير عينات بطريقة الكبس بنسب مختلفة لنفايات البولي إيثيلين مع نفايات الخشب ذات الأبعاد والأشكال المختلفة. أجري قياس كثافة الألواح المحضرة وحددت مقاومة الصدمة وقيست الامتصاصية. أظهرت نتائج الاختبارات إمكانية الحصول على طيف واسع من ألواح الخشب الصناعي بخواص مختلفة، وإن كافة النسب المدروسة تحقق خواص خاصة بها تؤهلها للاستخدام في التطبيقات الصناعية، كما أظهرت النتائج إمكانية تصنيع الألواح دون الحاجة إلى المعالجة المسبقة لجزيئات الخشب، أو دون إضافة مواد بلاستيك حراري جديدة إلى البولي إيثيلين المعاد تدويره المستخدم بالبحث.

الكلمات المفتاحية: البولي إيثيلين المعاد تدويره RLDPE – نشارة الخشب

Mechanical and Physical Properties of materials made from (Polyethylene / wood waste)

ABSTACT

The results showed the possibility of getting at a wide rang of board with different properties, and all investigated percentage had special properties which to use in industrial application, also the result showed the possibility to produce these board without pretreatment of particles wood or without addition any virgin plastic to RLDPE

The results showed the possibility of getting of a wide spectrum of boards with different properties, and all studied percentages had special properties which allow them to use in industrial application, also the result showed the possibility to produce these boards without treatment of the wood particles or without addition any virgin plastic to RLDPE

Key Words: Polyethylene – Waste Wood –

مقدمة

تحتل صناعة الأخشاب الصناعية مكانة هامة في حياتنا المعاصرة، و قد بدأ الاهتمام بها منذ سنوات عديدة و لاسيما في البلدان المتقدمة صناعياً، فالاهتمامات الحاصلة من قبل منظمات حماية البيئة الخاصة بالحفاظ على الثروة النباتية دفعت بالاتجاهات العلمية للبحث عن مصادر أو صناعة تحقق البدائل المقبولة عن الخشب الطبيعي.

أهمية البحث

تختلف أنواع الخشب الصناعي فيما بينها بخواصها النهائية، ويعود السبب في هذا إلى اختلاف مصادر النفايات العضوية المستخدمة ونوعيتها ، واختلاف بارامترات عملية التصنيع، ونوعية المادة الرابطة البوليميرية (بلاستيك حراري - بلاستيك متصلب حرارياً)، وهذه الأسباب مجتمعة وفرت في الأسواق العالمية طيف واسع من هذه الأنواع [1,2]. يمكن تلخيص أهمية البحث بالنقاط التالية:

1 - الحفاظ على البيئة من خلال تدوير نفايات رقائق البيوت البلاستيكية

المنتشرة بشكل واسع في منطقة بانياس

2 - إنتاج ألواح الخشب الصناعي ودراسة خواصها الفيزيائية - الميكانيكية

الدراسة المرجعية Literature Review

تعتبر المالمات النباتية أرخص أنواع المالمات العضوية ثمناً، وتتألف بشكل أساسي من السليلوز (Cellulose) والليغنين (Lignin) وتحتوي على عدد كبير من المجموعات الهيدروكسيلية الأروماتية والأليفاتية والتي بسهولة يمكنها أن تتبادل التأثير كيميائياً مع عدد كبير ومتنوع من المواد البوليميرية [3]. تتعدد مصادر النفايات العضوية النباتية ويمكن تقسيمها لمجموعتين رئيسيتين:

1 - النفايات العضوية الصناعية: وهي نتاج العمليات التصنيعية المختلفة مثل النفايات الناتجة عن تصنيع التبغ والقطن وقصب السكر ومعامل الشوندر السكري وورش النجارة.... الخ.

2 - النفايات العضوية الطبيعية: وهي نتاج الطبيعة ذاتية التجديد مثل الأعشاب والأغصان البرية وأوراق الشجر ونفايات العملية الزراعية مثل بقايا جذوع قصب السكر والقطن والذرة الصفراء ودوار الشمس وقشور الرز والتبن.... الخ.

تشير الدراسات العلمية إلى استخدام نفايات البلاستيك الحراري أو خلاط من البلاستيك المعاد تدويره مع مواد بلاستيكية جديدة في صناعة الأخشاب الصناعية [4,5,6].

تظهر الدراسة [7] إمكانية استخدام نفايات البولي إيثيلين منخفض الكثافة RLDPE في صناعة ألواح الخشب الصناعي، وقد تم تشكيل هذه الألواح بالكبس (بالضغط)، بزيادة نسبة نفايات البولي إيثيلين منخفض الكثافة من % (50 - 30)، وقد تم التشكيل بدرجة حرارة 140°C و 180°C وضغط للتشكيل بين $(30-40)\text{kg/cm}^2$ وزمن لتطبيق الضغط بين (7-13) min، كما تم دراسة تأثير الظروف المختلفة على الخواص الميكانيكية واستقرار أبعاد تلك الألواح الخشبية البلاستيكية، إضافة لدراسة البنية المجهرية طور Chow Poo وزملاؤه [8] ألواحاً مركبة من البلاستيك الحراري (Thermoplastic) كمادة أساس مع شبكة من ألياف قصب الذرة، حيث جمعت ألياف قصب الذرة (Corn Stalk) من غرب الولايات المتحدة الأمريكية و تم تشكيل الألواح المركبة بثلاث طرق:

- الطريقة الأولى: تم تشكيل شبكة من % (80-90) ألياف قصب الذرة ممزوجة مع % (10-20) من البولي إيثيلين عالي الكثافة الجديد (Virgin HDPE) و-10 % (20) من البولي إيثيلين عالي الكثافة المعاد تدويره (RHDPE).
- الطريقة الثانية: تم تشكيل شبكة من % (80-90) من ألياف قصب الذرة ممزوجة بكمية صغيرة % (10-20) من البولي بروبيلين (PP).
- الطريقة الثالثة : تم تشكيل شبكة من % 40 ألياف قصب الذرة ممزوجة مع % 60 من مادة البولي إيثيلين منخفض الكثافة المعاد تدويره (R LDPE).

درس Fatih Mengel و زميله [9] السلوك الحراري للمواد المركبة المصنوعة من البولي إيثيلين عالي الكثافة المعاد تدويره RHDPE كمادة أساس مضاف لها نفايات خشب الكافور (EWR)، وأجريت الاختبارات باستعمال التحليل الحراري (TGA) وتم تشكيل عدة نماذج للاختبار:

- 1 - النموذج الأول: بدون إضافة نفايات الخشب، أي (RHDPE) 100%
- 2 - النموذج الثاني: إضافة (EWR) 50% و (RHDPE) 50%

3 - النموذج الثالث: إضافة (EWR) 50 % مع (RHDPE) 46% المعدل بإضافة الماليك أدهيد (MA) بنسبة 4%.

عمل Nwigbo Solomon وزميله [10] على تقييم الخواص الميكانيكية لألواح الخشب الصناعي المصنعة من البولي إيثيلين منخفض الكثافة المعاد تدويره (RLDPE) كمادة أساس مع نشارة خشب الأيروكو كمادة مألثة، وتم الحصول على البولي إيثيلين المعاد تدويره من الأكياس المستهلكة و المقطعة، وتم تحضير عينات الاختبار من خلال مزج RLDPE مع نشارة الخشب بشكل متناسب و باستخدام التشكيل بالحقن بضغط 150 MPa ودرجة حرارة 160°C ، ولوحظ بنتيجة الاختبارات وجود انخفاض في كل من مقاومة الشدّ و الصدم، وازدياد الصلابة بزيادة نشارة الخشب، واستنتج الباحثون إمكانية استخدام نشارة الخشب لتحسين قيم الصلابة و المساواة لمركبات RLDPE/الخشب .

درس Idris وزملاؤه [11] إمكانية استخدام قشور البطيخ في تحضير مركبات الخشب/البلاستيك، وقاموا بإنتاج ألواح بإضافة نفايات قشور البطيخ (بعد تجفيفها وطحنها ونخل الناتج إلى جزيئات صغيرة) إلى البولي إيثيلين منخفض الكثافة المعاد تدويره (RLDPE)، وتم في هذه الدراسة تحديد البنية المجهرية و امتصاصية الماء (WA) والانتباج الحاصل بالسماكة (TS) ومعامل التمزق (MOR) ومعامل المرونة (MOE) وقوة الالتصاق الداخلي (IP) و خواص مقاومة الصدم للألواح.

درس Abdollah Najafi وزميله [12] إمكانية استخدام حشوات سللوزية لتدعيم و تقوية البولي إيثيلين عالي الكثافة والمعاد تدويره (RHDPE) واستخدموا في دراستهم بودة قشر الأرز (RH) وبودة الخشب (WF) وبودة محضرة من طحن نفايات من ألواح الخشب الصناعية المتوسطة الكثافة (MDF) وأيضاً جزيئات خشب كبيرة الحجم (Particleboard) ويرمز لها (PB).

شكل الباحثون أربعة أنواع من الألواح وفق النسب التالية:

(RHDPE) 40% مع 60% من إحدى المواد المألثة السابقة الذكر و 3% من MAPE (البولي إيثيلين المطعم بالماليك أدهيد) وكانت الكثافة الاسمية 1 g/cm^3 وأبعاد اللوح $35 \times 1\text{ cm}$.

هدف البحث

تشير الدراسات السابقة إلى أن البحث عن مركبات خاصة بإنتاج الخشب الصناعي مازال إلى وقتنا الحالي قيد الدراسة، واستناداً إلى ذلك فإن هدف بحثنا يكون تحضير خشب صناعي من نفايات رقائق البيوت البلاستيكية المصنوعة من البولي إيثيلين منخفض الكثافة الناتجة بكميات كبيرة في مدينة بانياس مع نفايات خشب صناعي غير منتظمة تمثل بقايا ورش النجارة .

طرائق البحث ومواده

1. المادة البلاستيكية الرابطة : تم استخدام مجروش نفايات رقائق البيوت البلاستيكية المصنوعة من البولي إيثيلين منخفض الكثافة (RLDPE) المبينة بالشكل (1) كمادة أساس رابطة حيث تنتشر وبكثرة هذه النفايات بالساحل السوري باعتبار أن معظم السكان المحليين يعملون بالزراعة المحمية .
2. نفايات ورشات النجارة الناتجة عن عمليات تشكيل المنتجات الخشبية كمادة مائة عضوية بأحجام وقياسات مختلفة (بودرة - جزيئات متوسطة - جزيئات خشنة - جزيئات طويلة) المبينة بالشكل (2)



الشكل (1) - مجروش نفايات رقائق البيوت البلاستيكية (RLDPE)



(b)



(a)



(d)



(c)

الشكل (2) - نفايات ورشات النجارة الناتجة عن عمليات تشكيل المنتجات الخشبية
(a) جزيئات طويلة- (b) جزيئات خشنة- (d) جزيئات متوسطة - (c) بودرة خشب

تم تشكيل أربع مجموعات من العينات جميعها محضرة من نفايات رقائق البيوت البلاستيكية كمادة أساس رابطة ولكنها تختلف فيما بينها بحجم وأبعاد المادة المألثة العضوية (بودرة، جزيئات متوسطة، جزيئات عشوائية، جزيئات طويلة)، وبناء على ذلك تم تصنيف العينات المحضرة بالمخبر على الشكل التالي:

- مجموعة بودرة الخشب
- مجموعة الجزيئات المتوسطة
- مجموعة الجزيئات الطويلة
- مجموعة الجزيئات العشوائية

تضم كل مجموعة من هذه المجموعات خمس عينات وفق النسب التالية:

- 20% مالى عضوي + (RLDPE) 80%
- 30% مالى عضوي + (RLDPE) 70%
- 40% مالى عضوي + (RLDPE) 60%
- 50% مالى عضوي + (RLDPE) 50%
- 60% مالى عضوي + (RLDPE) 40%

شكلت هذه العينات باستخدام مكبس تشكيل نصف هيدروليكي موضح بالشكل (3) وفق النظام التالي:

درجة حرارة نصفي القالب $T = 165\text{ C}^\circ$ - ضغط التشكيل الابتدائي $P = 3\text{ Kg/cm}^2$
- زمن تطبيق الضغط الابتدائي $t = 5\text{ min}$ - ضغط التشكيل النهائي $P = 65\text{ Kg/cm}^2$
- زمن تطبيق الضغط النهائي 10 min - في نهاية دورة التشكيل تم تبريد قالب التشكيل بسرعة تبريد $V = 10\text{ C}^\circ/\text{min}$ مع بقاء الضغط النهائي مطبقاً حتى الوصول إلى درجة حرارة يمكن خلالها نزع المنتج النهائي دون حدوث تشوه فيه. ويوضح الشكل (3) المكبس الذي استخدم في تحضير عينات الخشب الصناعي.

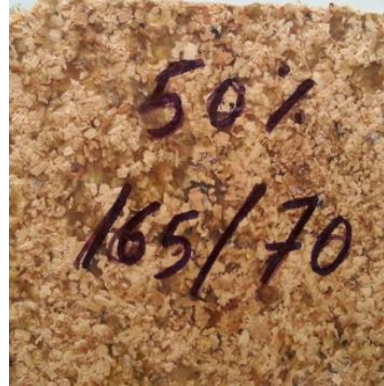


الشكل (3) - مكبس تشكيل نصف هيدروليكي

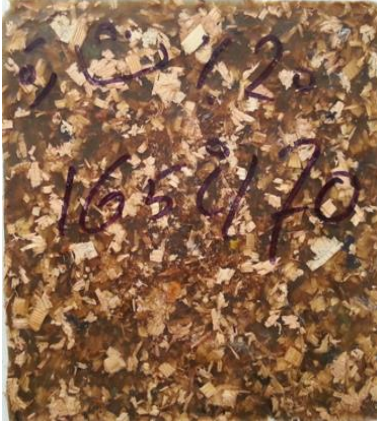
أما الشكل (4) فيوضح صور لبعض العينات المشكلة على المكبس بالأسلوب السابق الذكر.



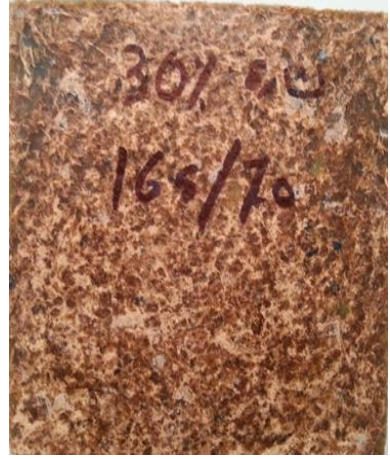
(a)



(b)



(d)



(c)

- الشكل (4) - (a) عينة خشب صناعي محضرة من 60% بودة خشب + 40% RLDPE
(b) عينة خشب صناعي محضرة من 50% جزيئات متوسطة + 50% RLDPE
(c) عينة خشب صناعي محضرة من 20% جزيئات عشوائية + 80% RLDPE
(d) عينة خشب صناعي محضرة من 30% جزيئات طويلة + 70% RLDPE

القسم التجريبي

1 - تم حساب الكثافة باقتطاع عينات من الألواح المحضرة بالمخبر وذلك لمعرفة فيما إذا كانت الألواح المشكلة خفيفة أم ثقيلة وهل تقترب كثافتها من كثافة الأخشاب الطبيعية أم لا . تم حساب الكثافة بالعلاقة (1):

$$\rho = \frac{m}{V}, \frac{gr}{cm^3} \quad (1)$$

حيث أن: m كتلة العينة المقتطعة

V حجم العينة وقد حسب بعد إجراء القياس الدقيق لأبعاد العينات

المقتطعة بواسطة بياكوليس رقمي بدقة 0.01 mm.

2 - اختبار الصدم وفق شاري Sharpy Test : تم تحضير عينات الاختبار وفق المواصفة القياسية (ASTM D256-93) بطول 100 mm وبمقطع عرضي (10 . 5) mm².

3 - اختبار الامتصاصية القصيرة الأمد Short – Time Absorption

أجري اختبار الامتصاصية على العينات المحضرة لمدة قصيرة (ساعتين، 24 ساعة، 48 ساعة). قطعت عينات اختبار الامتصاصية من الألواح المحضرة على مكبس التشكيل بأبعاد (2.2)cm وقيست أوزان العينات قبل الغمر بالماء لمعرفة نسبة الامتصاصية الحاصلة بعد الغمر خلال الأزمنة المشار إليها أعلاه وحسبت النسبة المئوية للامتصاصية بالعلاقة (2):

$$W(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_1} . 100 \quad (2)$$

حيث أن: W_1 وزن العينة قبل الغمر بالماء (gr)

W_2 وزن العينة بعد الغمر بالماء (gr)

W نسبة الامتصاصية (%)

غمرت عينات الاختبار في ماء عذب غير مقطر .

النتائج والمناقشة

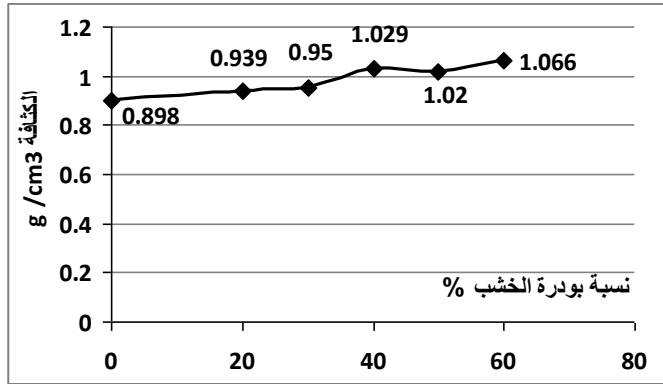
أظهرت نتائج قياس الكثافة للعينات المدروسة في هذا البحث قيم متباينة ويمكن تفسير هذا استناداً للاختلاف الواضح في كثافات المواد المألثة المستخدمة.

كما هو معلوم [3] تبلغ كثافة بوردة الخشب حوالي (1.5 g/cm³)، في حين تبلغ كثافة الأنواع الأخرى للمواد المألثة ذات الأبعاد الكبيرة المختلفة للجزيئات (متوسطة - طويلة - عشوائية) قيم كثافة الخشب المستمدة منها والتي تتراوح عادة بين (0.4 - 0.8) g/cm³. فإذا علمنا أن كثافة العينات المصنوعة فقط من (RLDPE) تبلغ (0.898) g/cm³، فإن الفرق الواضح بقيمة كثافة المادة الرابطة والمواد المألثة المستخدمة أعطى سلوكيات مختلفة لمسارات منحنيات الكثافة بدلالة المالى العضوي .

يبين الشكل (6) منحنى تغير كثافة عينات مصنعة من مجروش LDPE مع نسب مختلفة من نفايات بوردة الخشب، كما هو واضح من الشكل (6) تزداد الكثافة بزيادة

نسبة المالى العضوي من 0.898 g/cm^3 عند النسبة 0% للمالى العضوي لتصبح مساوية 1.066 g/cm^3 عند النسبة 60% .

يمكن تفسير هذه النتيجة استناداً للاختلاف في قيم الكثافة بين المالى العضوي و RLDPE الأمر الذي يوضح تزايد كثافة المركبات بزيادة نسبة مادة الحشو. من خلال النتائج التي توصلنا إليها يمكن القول أن كافة المركبات المبينة بالشكل (6) تنتمي من حيث التصنيف إلى الأخشاب القاسية العالية الكثافة وفق التصنيف الوارد في [13].

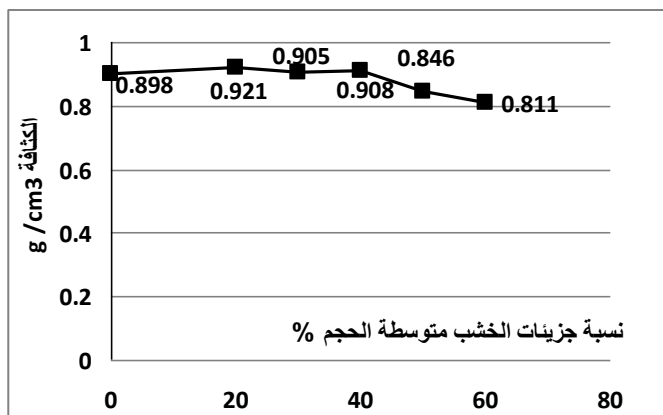


الشكل (6) – منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة من RLDPE

والحاوية على نسب مختلفة من بودرة الخشب كمالى عضوي

أظهرت قياسات الكثافة التي أجريت على عينات مؤلفة من مجروش LDPE وجزئيات خشب متوسطة الحجم أن الفروقات بقيم الكثافة مقارنة مع كثافة مادة الأساس الرابطة صغير كما هو موضح بالشكل (7)، حيث نلاحظ حدوث زيادة طفيفة بكثافة العينات من 0.898 g/cm^3 عند النسبة 0% لجزئيات الخشب متوسطة الحجم لتصبح 0.908 g/cm^3 عند النسبة 40% لتعود بعد ذلك للانخفاض لتصبح مساوية 0.811 g/cm^3 عند النسبة 60%.

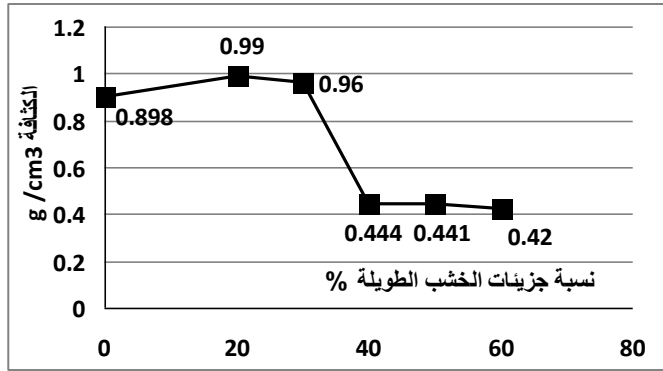
تظهر النتيجة المبينة بالشكل (7) أن قيم الكثافة تجعل هذه المركبات تنتمي للأخشاب الصناعية القاسية حسب [13]، وأن إضافة نفايات جزئيات الخشب المتوسطة الحجم حتى النسبة 60% يظهر انخفاض طفيف بقيم الكثافة بشكل عام. كما تظهر النتائج إمكانية إنتاج طيف واسع من المركبات المساوية لكثافة مادة الأساس تقريباً.



الشكل (7) - منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة من RLDPE

والحاوية على نسب مختلفة من جزيئات خشب متوسطة الحجم كمالى عضوي يوضح الشكل (8) منحنى تغير الكثافة للمركبات المكونة من مادة الأساس الرابطة مجروش RLDPE مع نسب مختلفة من المادة المألئة المؤلفة من جزيئات خشب طويلة، وكما هو واضح من الشكل حدوث تزايد طفيف بقيم الكثافة حتى النسبة 30% لتعود هذه القيم للانخفاض الحاد لتبلغ قيم منخفضة جداً 0.42 g/cm^3 عند النسبة 60% مادة مألئة.

تظهر النتائج المبينة بالشكل (8) إلى إمكانية إنتاج طيف واسع من الألواح تتدرج فيها الكثافة من الألواح العالية الكثافة حتى النسبة 30% وصولاً إلى الألواح ذات الكثافة المنخفضة المماثلة لألواح العزل [15]. من جهة أخرى فإن هذه النتيجة تقدم مركبات مشابهة لتلك التي تبديها بعض الأخشاب الخفيفة الوزن مثل خشب الشوح، وهذا ما يعتبر هدفاً أساسياً في بحثنا، ألا وهو الحصول على مركبات صناعية ذات خواص شبيهة قدر الإمكان من خواص الأخشاب الطبيعية.

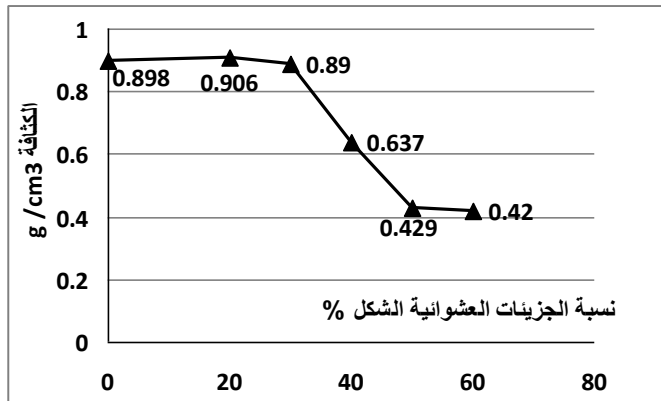


الشكل (8) – منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة من RLDPE والحاوية على نسب مختلفة من جزيئات خشب طويلة كمالى عضوي

إن البحث عن أحجام محددة لجزيئات المالى العضوي يزيد من تكاليف العملية الإنتاجية بسبب زيادة مراحل الإنتاج. وبما أن الهدف الأساسي هو الحصول على منتجات خشب صناعي من نفايات (البلاستيك – مالى عضوي) فإن البحث اقتضى ضرورة استخدام نفايات عشوائية بأشكال وأحجام متباينة دون القيام بأية عملية فرز أو تصنيف.

أظهر العمل التجريبي إمكانية استخدام مثل هذه النفايات العضوية العشوائية والحصول على منتجات بخواص يمكن اعتبارها جيدة، لبقاء عينات الاختبار متماسكة بعد زمن غمر بالماء تجاوز 400 يوم، كما أظهر العمل أيضاً أن النسبة العظمى للمالى العضوي التي يمكن استخدامها وفق طريقة التحضير الواردة في الجزء العملي تبلغ 60% لكافة أنواع وأشكال المالى العضوي، ولأنه عند استخدام نسب أعلى، وهو هدف رئيسي في عملنا، فإن الحصول على عينات متماسكة وذات خواص مقبولة بنفس ظروف التشكيل كان غير ممكناً. وبما أن الهدف التجريبي لهذا البحث هو الحصول على منتجات بأقل كلفة فإن زيادة نسبة المالى العضوي لنسبة أكبر من المذكورة يتطلب إجراءات تحضيرية للمركبات قبل التشكيل تزيد من الكلفة الاقتصادية.

يظهر الشكل (9) منحنى تغير كثافة عينات محضرة من مجروش LDPE مع جزيئات خشب عشوائية. كما هو واضح أن قيم الكثافة تقريباً ثابتة حتى النسبة 30% وحدوث انخفاض واضح وتدرجي بقيم الكثافة بزيادة نسبة الملء حتى النسبة 60%.



الشكل (9) - منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة RLDPE والحاوية على نسب مختلفة من جزيئات خشب عشوائية كمالى عضوي

تظهر النتائج المبينة بالشكل (9) أن استخدام نفايات عشوائية أعطى تقريباً نفس النتائج الخاصة بجزيئات المالى الطويلة، وإن نتائج قياسات الكثافة لكافة العينات السابقة المذكورة في الأشكال (6,7,8,9) أظهرت مدى الطيف الواسع من ألواح الخشب الصناعية التي يمكن الحصول عليها من هذه المركبات، فإذا علمنا أن كافة هذه العينات قد تم تحضيرها بظروف تشكيل ثابتة وفق الخطوات المذكورة في القسم العملي أصبح واضحاً إمكانية تصنيع ألواح بكثافات تتدرج فيها قيم الكثافة من تلك القريبة للأخشاب الخفيفة $(0.40 \div 0.45) \text{g/cm}^3$ المستخدمة كألواح للعزل إلى الثقيلة ذات الكثافة العالية (تقريباً 0.9g/cm^3) القريبة من كثافة مادة الأساس البوليميرية.

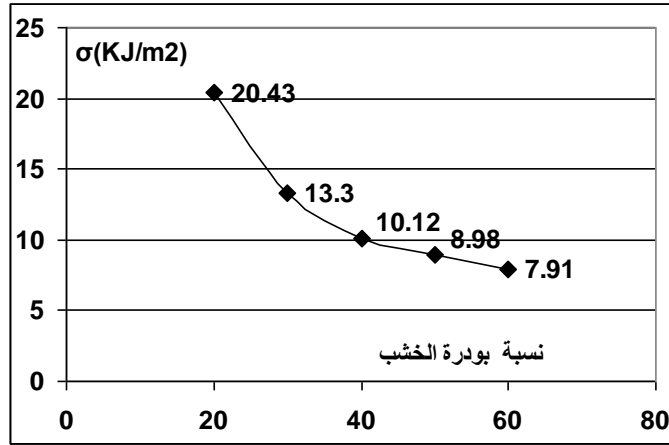
مقاومة الصدم Impact Strength

تساهم قيم مقاومة الصدم الخاصة بالمنتجات البلاستيكية بإعطاء فكرة كافية عن مقاومة المنتج النهائي لمقاومة الأحمال الديناميكية، كما هو معلوم [14] أن معظم الأجسام تنهار تحت تأثير الأحمال الديناميكية مثل الصدم أو من تأثير الحمولات الدورية الديناميكية، في حين يبقى تأثير الأحمال الستاتيكية مثل الزحف صغيراً جداً ويحتاج إلى أزمنة طويلة بالمقارنة مع زمن حياة المنتج تحت تأثير الحمولات الديناميكية.

تعتبر الاختبارات الخاصة بتحديد مقاومة الصدم لمركبات RPELD بدلالة نسبة المالى العضوي من الاختبارات الميكانيكية الهامة في تحديد مقاومة منتجات هذه المركبات لأحمال الديناميكية التي يمكن أن تتعرض لها خلال زمن الاستثمار. يوضح الشكل (10) أن قيم مقاومة الصدم لمركبات مجروش البولي إيثيلين منخفض الكثافة RPELD الحاوية على بودرة الخشب كمادة مألثة تتناقص بزيادة نسبة المالى العضوي. تتطابق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات المرجعية [15] وهي متوقعة لأنه وكما هو معلوم أن مواد الإضافة بشكل عام، مهما بلغت نسبتها تسبب تناقص بقيم مقاومة الصدم.

حسب نظرية Griffith [14] تلعب المواد المألثة على اختلاف كميتها في كتلة الأساس دور مركزات الإجهاد في المنتج النهائي، والتي بدورها تجعل الحمولات على اختلاف أنواعها (ستاتيكية – ديناميكية) تتركز في مناطق معينة، وتعتبر من وجهة نظر مقاومة المواد المناطق الضعيفة التي يبدأ عندها تحطم البنية.

يوضح الشكل (10) منحنى تغير مقاومة الصدم لمركبات RPELD بدلالة نسبة المالى العضوي (بودرة الخشب) وكما هو ملاحظ أن أصغر قيمة لمقاومة الصدم تبديها المركبات الحاوية على نسب عالية من بودرة الخشب، حيث نلاحظ انخفاض بمقاومة الصدم بزيادة نسبة المالى العضوي، ويعود السبب في هذا إلى المساحة السطحية الكبيرة لبودرة الخشب، الأمر الذي يسبب انخفاض قدرة الترطيب والتغليف لمادة الأساس، إضافة لزيادة حادثة التكتل التي تصعب من عملية تحقيق التجانس في البنية النهائية للخليط.



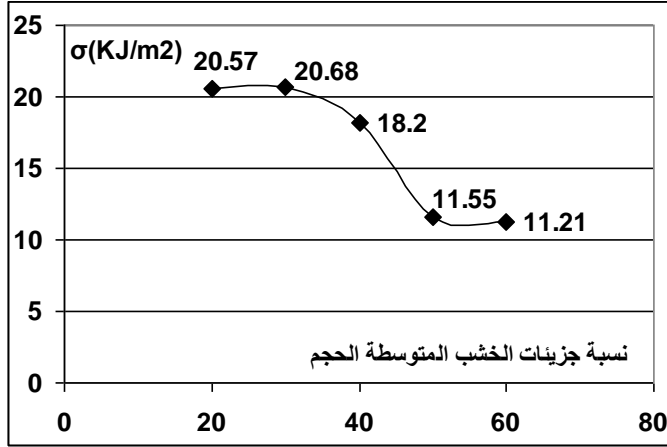
الشكل (10) - منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات RLDPE بدلالة نسبة المالى العضوي بودرة الخشب

ينبغي أن نشير هنا أنه وللتغلب على التباين الحاصل بأبعاد الجزيئات بين مجروش RPELD وبين بودرة الخشب أجريت عملية فصل للمجروش بأبعاد للمنخل مساوية بالعين المجردة تقريباً لأبعاد جزيئات بودرة الخشب بهدف تحقيق تجانس في أبعاد مكونات المزيج.

يوضح الشكل (10) انخفاض مقاومة الصدم من 20.43 KJ/m^2 عند النسبة 20% لبودرة الخشب إلى القيمة 7.91 KJ/m^2 عند النسبة 60% أي انخفاض بمقدار 3 مرات تقريباً.

يتصدر الهدف الاقتصادي دوراً أساسياً في هذا البحث ولهذا السبب لم تنحصر دراستنا على شكل محدد للمالى العضوي بل قمنا بدراسة تأثير مائات (طويلة - متوسطة - عشوائية) أخرى بأبعاد كبيرة جداً بالمقارنة مع أبعاد بودرة الخشب.

يبين الشكل (11) أنه بزيادة حجم جزيئات المالى العضوي قد تحسنت مقاومة الصدم للمركبات المدروسة حيث نلاحظ أنه عند استخدام مالى عضوي ذات أبعاد متوسطة فإن مقاومة الصدم للمركبات المدروسة قد تحسنت، وكما هو واضح أن قيم إجهاد الصدم قد انخفضت من 20.57 KJ/m^2 عند النسبة 20 % لتبلغ القيمة 11.21 KJ/m^2 عند النسبة 60% أي أصغر بمقدار 2 مرة.



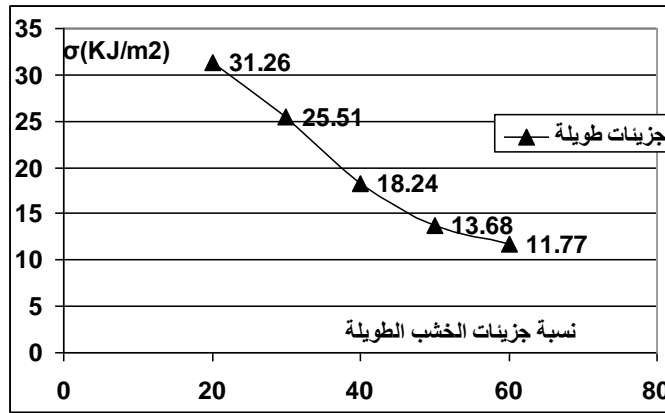
الشكل (11) - منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات LDPE بدلالة نسبة المالى العضوي - جزيئات متوسطة الحجم

تؤكد هذه النتيجة تحسن واضح بمقاومة الصدم بالمقارنة مع قيم مقاومة الصدم للمركبات الحاوية على بودرة الخشب، ويعود السبب في هذا لتحسن القدرة التغليفية لمادة الأساس نتيجة انخفاض المساحة السطحية للمالى العضوي، كما ويظهر الشكل (11) أيضاً أن قيم مقاومة الصدم عند استخدام مائات متوسطة الحجم تبقى ثابتة تقريباً حتى النسبة 30% للمالى العضوي يليها حدوث انخفاض صغير بمقاومة الصدم حتى 18.2 KJ/m²، ويمكن تفسير هذه النتيجة استناداً لقدرة مادة الأساس على الترطيب والتغليف بشكل أفضل حتى هذه النسبة، كما ويلاحظ أنه بعد النسبة 40% يحدث انخفاض واضح وكبير بقيم إجهاد الصدمة لتصبح 11.21 KJ/m² عند النسبة 60%.

تعتبر هذه النتائج هامة من الناحية التطبيقية، فهي تظهر أن النسبة المثلى لعملية الملاء لمثل هذا النوع من المادة المألثة تصل حتى 40% مع المحافظة على قيم جيدة لمقاومة الصدم، وأنه بزيادة حجم المالى العضوي تتحسن قيم الصدم التي تبلغ عند استخدام 40% بودرة خشب 10.12 KJ/m² في حين تبلغ عند استخدام جزيئات متوسطة الحجم 18.2 KJ/m². من هنا تأتي أهمية هذه النتيجة التي تظهر تحسن مقاومة الصدم

باستخدام جزيئات متوسطة الحجم، ولهذا السبب قمنا بدراسة تأثير جزيئات كبيرة الحجم على مقاومة الصدم.

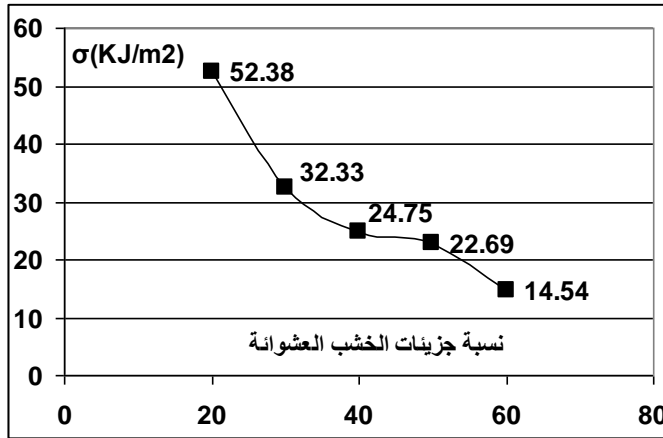
يظهر الشكل (12) منحنى تغير إجهاد الصدم للمركبات الحاوية على جزيئات خشب طويلة، وكما هو واضح أن السلوك العام لمنحني إجهاد الصدم مطابق للمنحنيات السابقة، حيث يلاحظ انخفاض بإجهاد الصدم بزيادة نسبة المالى العضوي، وأن قيمة هذا الإجهاد عند النسبة 20% تبلغ 31.26 KJ/m^2 وعند النسبة 40% تصبح 18.24 KJ/m^2 أي أكبر من إجهاد الصدم عند نفس النسبة بحالة استخدام بودرة خشب، أو عند استخدام جزيئات متوسطة الحجم، وتؤكد هذه النتيجة من تحسن قدرة تغليف مادة الأساس المستخدمة بسبب انخفاض المساحة السطحية لجزيئات المالى العضوي.



الشكل (12) - منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات LDPE بدلالة نسبة المالى العضوي - جزيئات طويلة

تهدف عملية حشو المادة البوليميرية بمواد ملء رخيصة الثمن وينسب عالية لهذه المواد إلى تقليل التكلفة الاقتصادية للمنتج النهائي مع الحصول على خواص فيزيائية - ميكانيكية مرضية. بإجراء مقارنة بسيطة بين قيم إجهاد الصدم عند النسب 60% نرى أن القيم بشكل عام متقاربة، وأن أفضل هذه القيم تعود للمركبات الحاوية على مالى عضوي ذات جزيئات كبيرة أو متوسطة الحجم بالمقارنة مع المادة المألثة بودرة الخشب.

يهدف تبيان التأثير الواضح لحجم المادة المألثة ولتجانس أبعادها على إجهاد الصدم تم دراسة تأثير مادة ذات أبعاد عشوائية مختلطة (قصيرة - متوسطة - طويلة) على مقاومة الصدم. يظهر الشكل (13) منحنى تغير إجهاد الصدمة بدلالة نسبة المالى العضوي ذات الجزيئات العشوائية، وكما هو واضح من الشكل حدوث تحسن كبير بإجهاد الصدم عند النسب المنخفضة 20% حيث بلغت قيمة هذا الإجهاد 52.28 KJ/m^2 في حين نلاحظ أنها تبلغ عند النسبة 40% القيمة 24.75 KJ/m^2 وعند النسبة 60% القيمة 14.54 KJ/m^2 وهذه القيم بالمقارنة، مع النتائج السابقة، أكبر من القيم العائدة للجزيئات الطويلة والمتوسطة.



الشكل (13) - منحنى تغير إجهاد الصدم لمركبات LDPE بدلالة نسبة المالى العضوي - جزيئات عشوائية

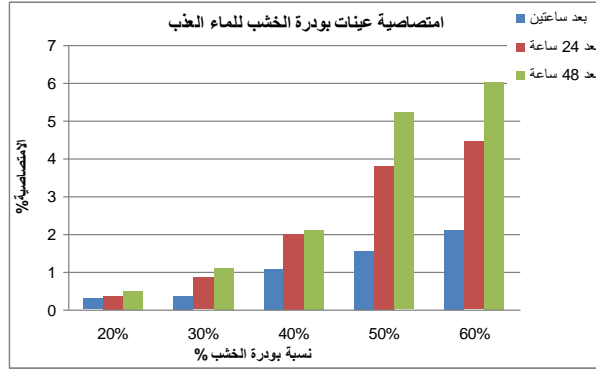
تظهر نتائج اختبارات الصدم حسب شاربي أن المجال الفعال الذي ينبغي البحث عنه، إذا كان المطلوب الحصول على منتجات مقاومة للصدم، يقع حتى النسبة 20% مالى عضوي مهما اختلف شكل هذه الجزيئات، وأن تكثيف الدراسة ينبغي أن لا يكون على أبعاد جزيئات هذه المادة المألثة وإنما على تحسين شروط الالتصاق من خلال المعالجة المسبقة لجزيئات الخشب باستخدام مواد رابطة تكسب مجموعة البوليمير - المالى الجذور الوظيفية اللازمة لتحسين ارتباط عناصر هذه المجموعة ببعضها ببعض.

الامتصاصية قصيرة الأمد (Short – term water absorption)

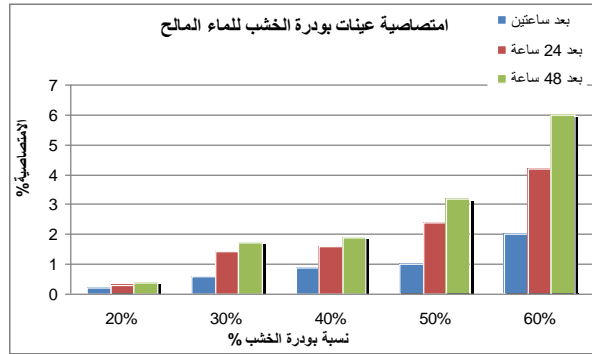
تهدف دراسة الامتصاصية للماء لمدة قصيرة إلى إجراء تقييم سريع لمقاومة العينات المصنعة لتأثير الماء، ويعتبر هذا الاختبار من الاختبارات السريعة التي تجرى على الأخشاب الصناعية، وهي معتمدة كاختبار واجب الإجراء في المواصفات القياسية العالمية الخاصة بالأخشاب الصناعية كإحدى الاختبارات الفيزيائية لهذه الأخشاب [13]. يترافق هذا الاختبار عادة مع قياس الانتباج أو التزايد الحاصل في السماكة (Thickness Swelling) بهدف قراءة التغيرات اللا عكوسة المحتملة الحصول بالأبعاد لهذه الأخشاب.

من الأشكال (14,15,16,17,18,19,20,21) نلاحظ ما يلي:

- 1 - الألفة الكبيرة للماء التي تبديها المركبات السيلولوزية يفسر تزايد النسبة المئوية للامتصاصية بزيادة نسبة المائي ويزيادة زمن الغمر بالماء
- 2 - انخفاض القدرة التغليفية والترطيبية لمادة الأساس بزيادة نسبة المادة المألثة يفسر تزايد مقدار الامتصاصية بزيادة نسبة المائي العضوي
- 3 - بسبب المركبات الكبيرة الوزن الجزيئي المتوفرة بالماء المالح مثل كلوريد الصوديوم الأمر يفسر انخفاض الامتصاصية للماء المالح مقارنة مع الماء العذب

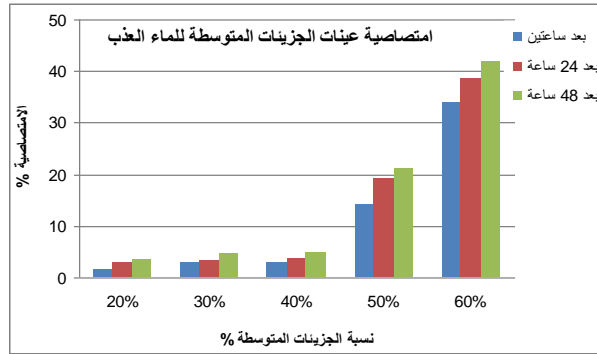


الشكل (14) - مقدار الامتصاصية بالماء العذب لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة بوردة الخشب



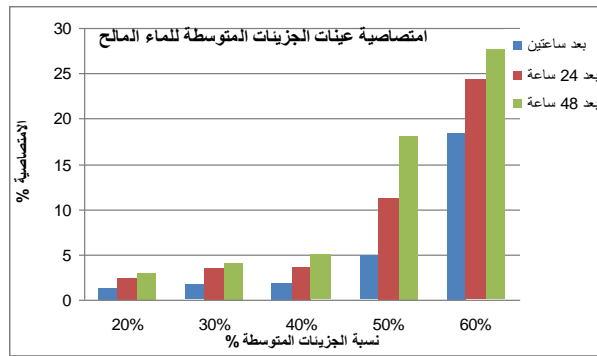
الشكل (15) – مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة بودرة الخشب

أظهرت نتائج الامتصاصية حدوث تباين واضح بقيم الامتصاصية باختلاف أبعاد جزيئات المالى العضوي كما هو مبين بالشكلين (16,17) نتائج الامتصاصية السريعة عند استخدام جزيئات متوسطة الحجم في الماء العذب وماء البحر، وكما هو واضح أن قيم الامتصاصية تبلغ مستويات عالية عند النسبة 60% حيث تتجاوز الامتصاصية تقريباً 40% بعد زمن غمر 24 ساعة و 48 ساعة غمر بالماء. إن هذه النتيجة تشير إلى أن القدرة التغليفية لمادة الأساس RPELD ضعيفة ولا تمتلك القدرة على تحقيق التماسك اللازم بين كافة جزيئات المالى العضوي، وتتطابق هذه النتيجة مع اختبار مقاومة الصدم الذي أظهر أن أصغر قيم لمقاومة الصدمة تعود للمركبات الحاوية على نسب عالية للمالى العضوي.



الشكل (16) - مقدار الامتصاصية بالماء العذب لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

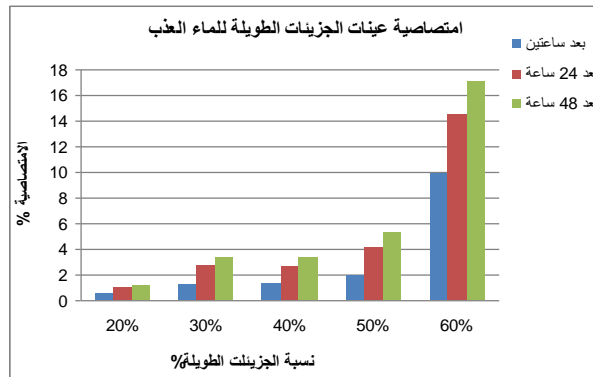
المالي العضوي - جزيئات متوسطة الحجم



الشكل (17) - مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

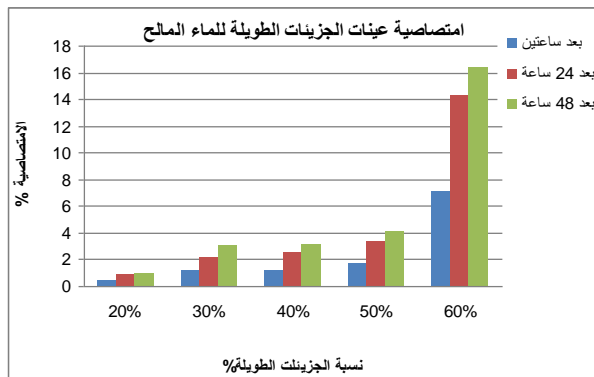
المالي العضوي - جزيئات متوسطة الحجم

بشكل مشابه أجريت قياسات الامتصاصية السريعة على عينات حاوية على جزيئات خشب كبيرة الحجم. كما هو واضح من الشكلين (18,19) أن متوسط الامتصاصية بالماء العذب والمالح بعد مرور 48 ساعة تبلغ تقريباً 16% للنسبة 60% مادة مألثة، كما ويظهر الشكلين (20,21) تغير قيم الامتصاصية بدلالة نسبة المالي العضوي الممثل بجزيئات خشب ذات أحجم مختلفة عشوائية.



الشكل (18) – مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

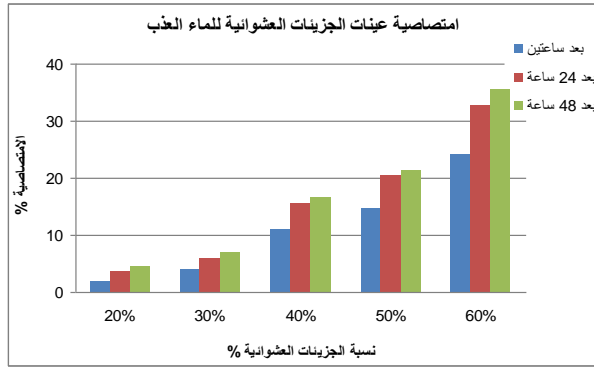
الماليء العضوي – جزيئات طويلة



الشكل (19) – مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

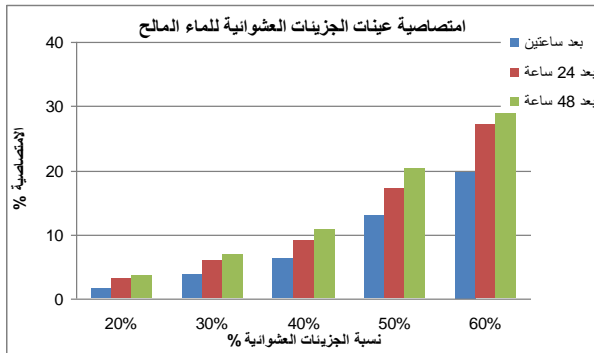
الماليء العضوي – جزيئات طويلة

كما هو واضح من الشكلين أكبر قيم للامتصاصية تصل إليه النسبة 60% حيث تبلغ القيمة الوسطى للامتصاصية 31% في الوسطين الماء العذب والمالح بعد مضي 24 ساعة على الغمر بالماء.



الشكل (20) - مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

المالي العضوي - جزيئات عشوائية



الشكل (21) - مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

المالي العضوي - جزيئات عشوائية

الاستنتاجات والتوصيات

- 1 - تظهر نتائج حساب الكثافة لكافة العينات مدى الطيف الواسع من الألواح الصناعية التي يمكن الحصول عليها من هذه المركبات، فإذا علمنا أن كافة هذه العينات قد تم تحضيرها بظروف تشكيل ثابتة أصبح من الواضح إمكانية تصنيع ألواح بكثافات تتدرج من الخفيفة ذات الكثافة $0.45 \div 0.40$ g/cm³ إلى الثقيلة ذات الكثافة $1.066 \div 0.89$ g/cm³.
- 2- تتناقص طاقة الصدم بزيادة نسبة المالى العضوي وتتحسن بزيادة أبعاد وحجم جزيئات المالى حتى نسبة معينة بسبب تحسن القدرة التغليفية لمادة الأساس نتيجة انخفاض المساحة السطحية للمالى.
- 3- تزداد نسبة الامتصاصية بزيادة كل من زمن الغمر ونسبة المالى العضوي وأبعاده، وهذا يعني أنه يجب الابتعاد قدر الإمكان عن الألواح ذات النسب والأبعاد الكبيرة للمالى العضوي عند استخدام هذه الألواح في بيئة رطبة .
- 4 - أظهرت نتائج الاختبارات إمكانية الحصول على ألواح خشب صناعي بخواص جيدة دون الحاجة إلى إجراء معالجات مسبقة للمواد المستخدمة في البحث
- 5 - تظهر الدراسة إمكانية استخدام نفايات الخشب بأحجام مختلفة، وأن كل حجم للمادة المألثة يجعل المنتج ذو خواص نهائية خاصة به

المراجع : References

- 1 – J. JAMES , ANDREJ. M. KRYSIK, POO CHOW -*Composite Panels with Biofiber or Office Wastepaper Bonded with Thermoplastic and/or Thermosetting-* United States Department of Agriculture – Forest Products Laboratory – Research Note-EPL-RN-0294 – 2004
- 2 – SAMSON .AYELE .BEKALO, HANS .WOLF .REINHARDT – *Fiber of Coffee and Husk and Hulls for Production of Particleboard* - Materials and Structure (2010)43, 1049-1060
- 3 – Е. ЕНЧЕВ, Г .БЪЛСКОВА – *ДЪРВЕЩО-ЗНАНИЕ-ЗЕМИЗДАТ- СОФИЯ-1989 – 336*
- 4 –AZADEH. KIAEIFAR, MOHSEN. SAFFARI, BEHZAD. KORD –*Comparative Investigation on The Mechanical Properties of Wood Plastic Composites Made of Virgin and Recycled Plastics – World Applied Sciences Journal – 2011,14(5),735-738*
- 5 – BLEZKI.A.K, REIHMANE .S, J. GASSAN - *Thermoplastics reinforced with wood fillers - A literature review, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 1998,37:451-468*
- 6 –YONG.LEI, QINHLIN.WU, FEI. YAO, YANJUN. XU - *Preparation and properties of recycled HDPE/natural fiber composites",2007*
- 7 – ATUANYA.C.U, IBHADODE.A.O.A, IGBOANUGO.A.C – *Potential of Using Recycled Low Density Polyethylene in Wood Composite Board – Tribology in industry,2011, volume 33, No;1 , 11-17*
- 8 –POO. CHOW, CHARLIE. T. BOWERS, JOHN.A.YOUNGQUIST, JIM.H.MUEHI, ANDREZEJ.M.KRZYSIK – *Fasteners Resistance of Non-Woven and Melt-Blended Composite Made From Cornstalk Fibers and Recycled Plastic* - International Wood and Natural Fiber Composites Symposium April 10-11, 2002 in Kassel/Germany
- 9 –MENGEL.OGLU.FAITH, KARAKUS KADIR - *Some Properties of Eucalyptus Wood Flour Filled Recycled High Density Polyethylene Polymer -Composites - Turk J Agric, 2008, 32, 537-546*

10 -NWIGBO. SOLOMON, C.U.ATUANYA - *Evaluation of the Mechanical Properties of Recycled Polyethylene / Iroko wood Saw Dust Particulate Composite* -

J. Basic. Appl. Sci. Res,2011, 1(12)2806-2810

11 –IDRIS.U.D, AIGBODION.V.S, ATUANYA.C.U, ABDULL AHI. J

- *Eco-Friendly Water Melon Peels Alternative to Wood – Based Particleboard Composite* – Tribology in Industry –2011 Volume 33,N;4,173-181

12 – ABDOLLAH.NAJAFI – *Lignocelluloses Filler / Recycled HDPE Composites Filler Type on Physical and Flexural Properties-*

13 –SUCHSLAND. O, WOODSON. G. E – *Fiberboard Manufacturing in the United State*, Agric-Handbook 640

14 – Г.КАУШР- *АЗРУШНИЕ ПОЛИМЕРОВ* – Издательство Мира – МОСКВА, 1981,440

15 – В. П. СОЛОМКО – *НАПОЛНЕННЫЕ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИЕСЯ ПОЛМЕРЫ* – КИЕВ – НАУКОВА ДУМКА- 1980,264