

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الهندسية الميكانيكية  
والكهربائية والمعلوماتية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 4

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](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@albaath-univ.edu.sy](mailto: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 والمسرعات
52- 33	د. محمد مازن المصطفى أيهم شعار	دراسة تقنيات استخراج الميزات المستخدمة في تحليل المشاعر
72-53	م . باسم محسن عمار	اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب الملحومة بالكترودات اللحام ( %58 Ni ) و ( %97.6 Ni )
100-73	م . باسم محسن عمار	الخواص الفيزيائية – الميكانيكية للمواد المصنعة من مركبات (البولي إيثيلين / نشارة الخشب)
116-101	د. ازدهار عمار م. فاديا ديب قا. عزت عربية	دراسة التغيرات الفصلية لتجمعات القاعيات الحيوانية في المنطقة تحت الشاطئية لمحمية فنار ابن هاني







# 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 الـDMA وخصوصا المسرعات ذات التفاعلية العالية، تسبب تغيرات حادة في البارمترات ويمكن أن يكون ذلك بسبب الطبيعة الأكثر تفاعلية للـDMA 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 ملخصاً 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<sup>+2</sup></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<sup>+2</sup></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

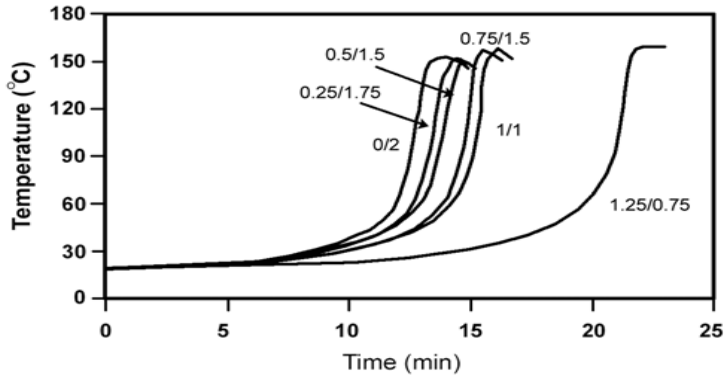
#### أنظمة المواد البادئة الثنائية Dual Initiator Systems

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

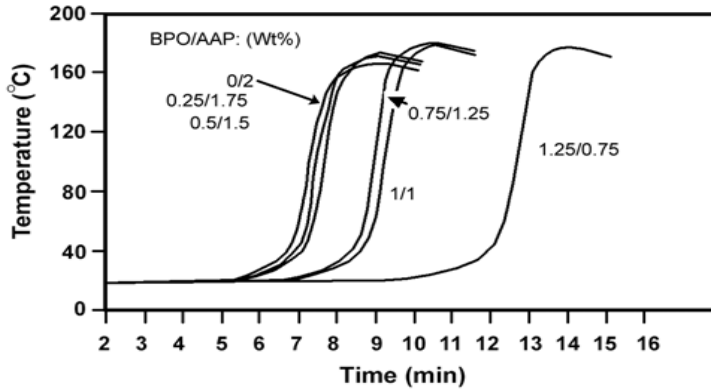
إن الشكلين (1) و(2) يبينان الدور الهام لـ BPO/AAP و BPO/MEKP كمزيج من المواد البادئة العالية والمنخفضة الحرارة على سلوك المعالجة لراتنج البوليستر غير المشبع في تراكيب مختلفة من المواد البادئة الثنائية على الترتيب. وباستخدام هذه الأشكال فإننا قد حددنا الزمن إلى القمة و قمة النشر الحراري ومعدل المعالجة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

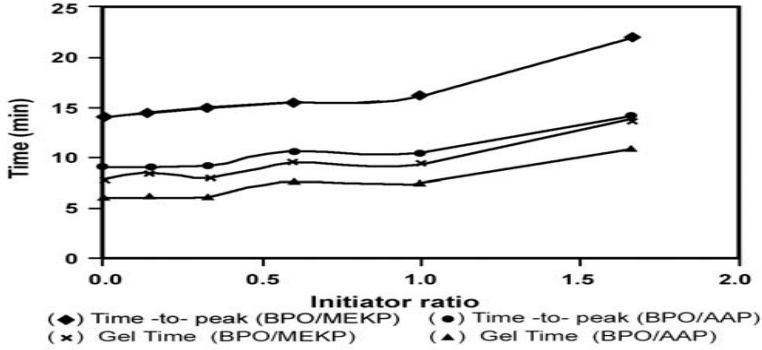


**الشكل (1):** القمة الإكسوترمية المقاسة لراتنج البوليستر غير المشبع والذي يحتوي على 2.0wt% من المادة البادئة الثنائية (BPO/MEKP) وعلى 0.5wt% من نفتات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ . إن نسب الـ BPO/MEKP هي: 0,1/7,1/3,3/5,1,5/3 (من اليسار الليمين).

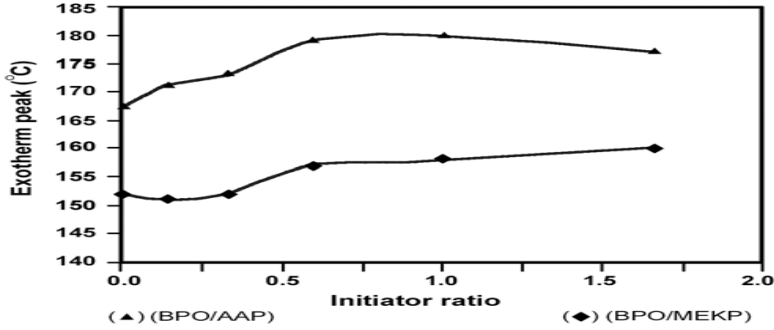


الشكل (2): القمة الإكسوترمية المقاسة لراتنج البوليستر غير المشبع والذي يحتوي على 2.0wt% من المادة البادئة الثنائية (BPO/AAP) وعلى 0.5wt% من نفتات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ . إن نسب الـ BPO/AAP هي: 0,1/7,1/3,3/5,1,5/3 (من اليسار لليمين).

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).



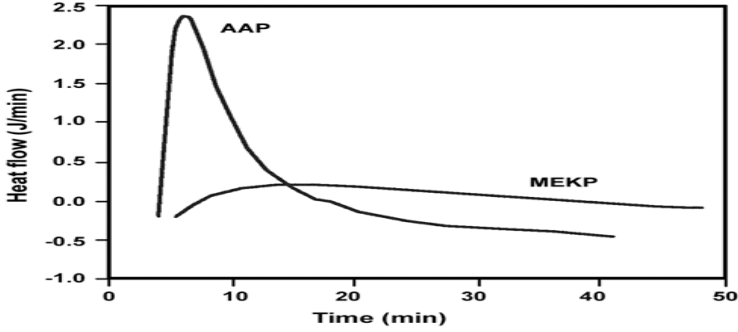
**الشكل (3):** الفترة الهلامية والزمن إلى القمة إعتقاداً على نسبة المادة البادئة من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% نفتينات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .



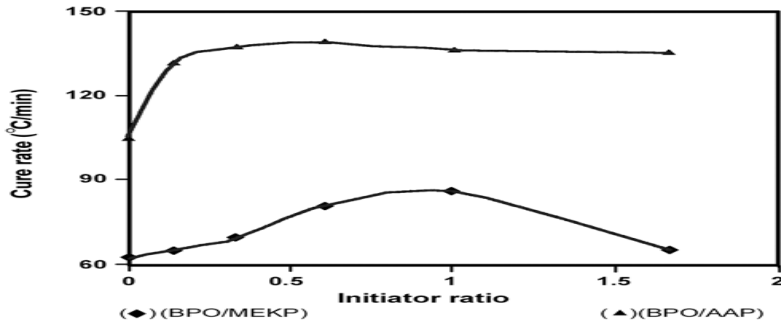
**الشكل (4):** القمة الإكسوترمية المقاسة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية والمضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من محلول نفتينات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

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



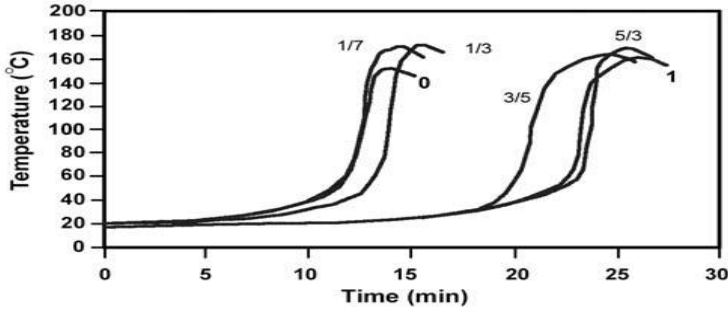
الشكل (5): اختبار المعالجة المتساوي الحرارة DSC عند الدرجة  $28^{\circ}C$  من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 2.0wt% من MEKP و AAP والمعززة بـ 0.5wt% من نافتينات الكوبالت.



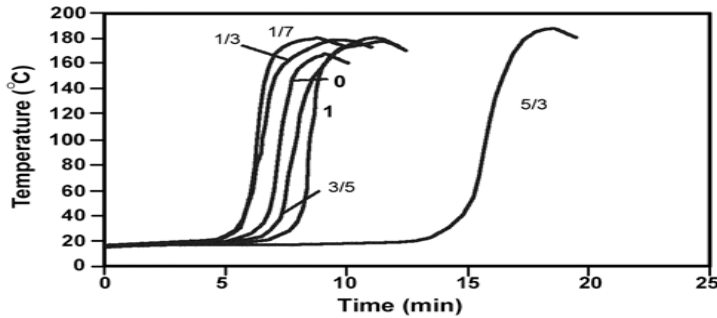
الشكل (6): الاختلافات في معدل المعالجة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية و 0.5wt% من محلول نافتينات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

#### - 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  $20^{\circ}C$ .

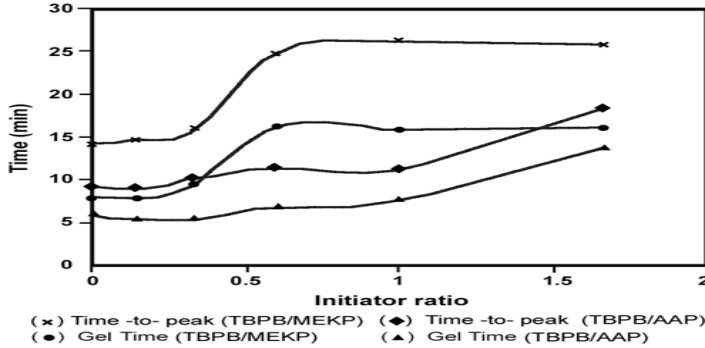


الشكل (8): القمة الإكسوترمية المقاسة بالنسبة لراتنج البوليستر غير المشبع والحاوي على 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية (TBPB/AAP) و 0.5wt% من نافتينات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

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

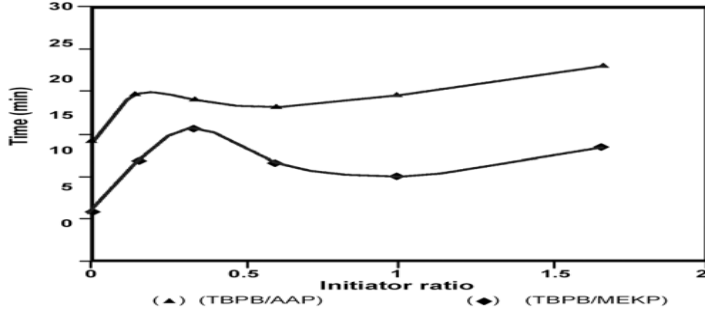
المادة البادئة والتي تزداد عندها بسرعة كل من الزمن إلى القمة والفترة الهلامية. وهذه المخططات هي معدلات فعالة حيث تلعب عندها المادة البادئة العالية الحرارة (مثل BPO أو TBPB) دور المادة البادئة الأساسية. ويتم الحاجة للوقت الأطول في التفكك عندما تصل المادة البادئة الموجودة في الخليط إلى تركيز فعال وبالتالي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

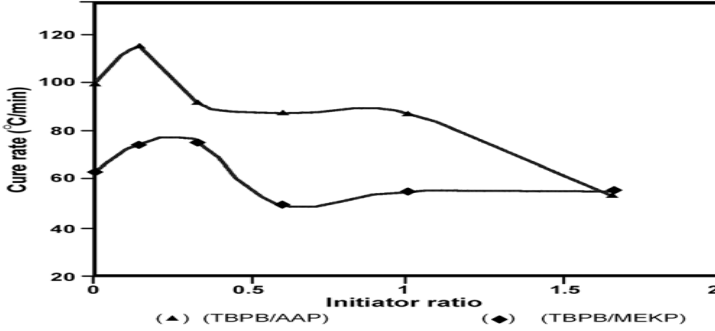
$164^{\circ}C$  بالنسبة لـ AAP. إن هذا الاختلاف بين درجات الحرارة الأعظمية للنشر الحراري (أي:  $21^{\circ}C = 164 - 143$ ) هو سبب جيد من أجل وصف ارتفاع درجة الحرارة الأعلى بسبب إضافة TBPB إلى MEKP مقارنة مع AAP.



**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.

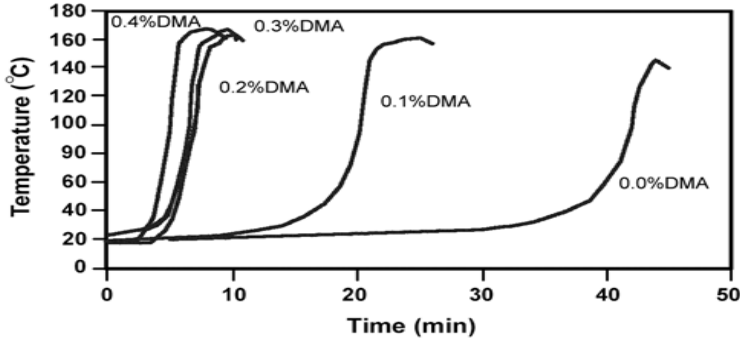


الشكل(11): التغيرات في معدل المعالجة مقابل معدل المادة البادئة للمواد البادئة الثنائية  
المضافة إلى راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئة بـ 2.0wt% من المواد البادئة الثنائية  
و 0.5wt% من محلول نفتات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

### أنظمة المواد المسرعة الثنائية Dual Promoter Systems

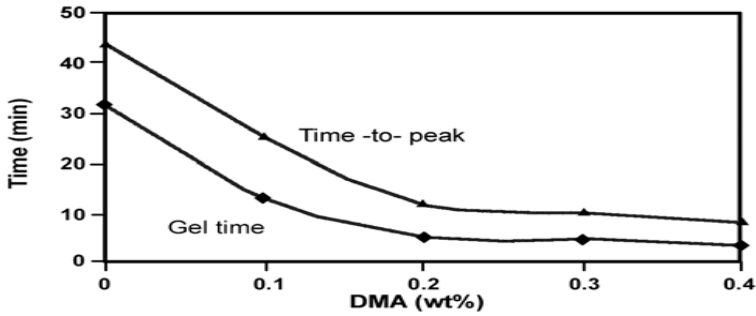
يبين الشكل (12) تأثير تركيز DMA على سلوك الإكسوترمي لراتنج البوليستر غير  
المشبع الحاوي على 0.1wt% من محلول نافتينات الكوبالت وعلى 0.1wt% من  
محلول MEKP. يمكننا أن نلاحظ وبشكل واضح أن وقت الاستقراء ينخفض بسرعة مع  
زيادة تركيز DMA. وهذا بسبب الطبيعة التفاعلية للـ DMA والذي يهاجم ويسهولة  
جزيئات MEKP 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  $20^{\circ}C$ .

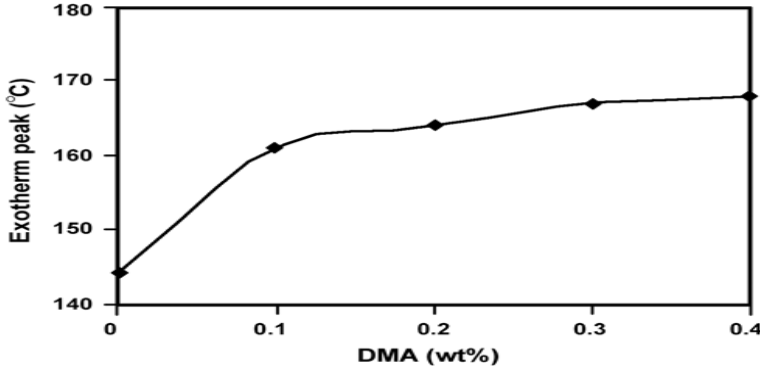
يبين الشكل (13) الفترة الهلامية والزمن إلى القمة مقابل تركيز DMA باستخدام المعطيات التي تم الحصول عليها من الشكل (12). نلاحظ أنه من أجل قيم للـ DMA أعلى من 0.2wt% فإن الفترة الهلامية والزمن إلى القمة لا يتغيران وهذا الأمر يفترض بأنهما يصلان إلى قيمة حدية لأن DMA هي مادة مسرعة فعالة جداً.



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 أيضاً 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.

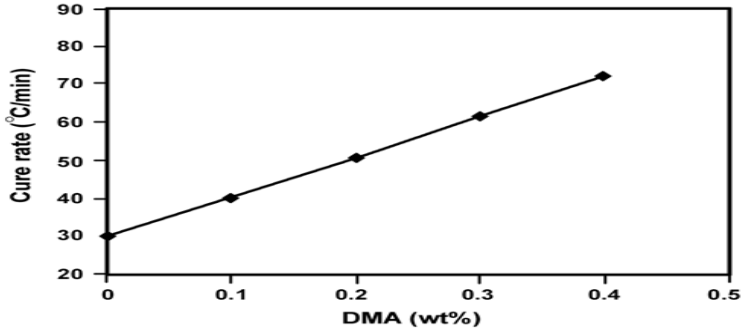


**الشكل (14):** القمة الإكسوترمية مقابل تركيز DMA المضاف إلى راتنج البولستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.1wt% من نافتينات الكوبالت عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

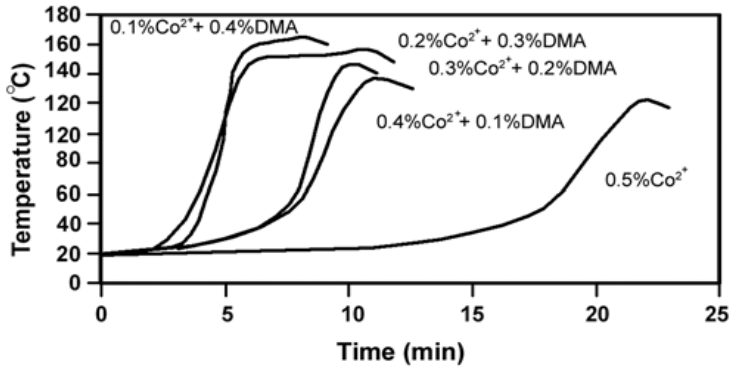
يشير الشكل (15) إلى أنه توجد علاقة خطية بين تركيز DMA ومعدل المعالجة لراتنج البولستر غير المشبع والحاوي على  $Co^{+2}$  على 0.1wt% وعلى 0.1wt% من MEKP. أن معدل البلمرة الجذرية الحرة سوف يزداد بمعدل 21/2 عندما تضاعف من تركيز المادة المسرعة وذلك بسبب فرضية أنه يوجد نهاية ثنائية الجزيء. إن نتائجنا لا تدعم 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 البولستر 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

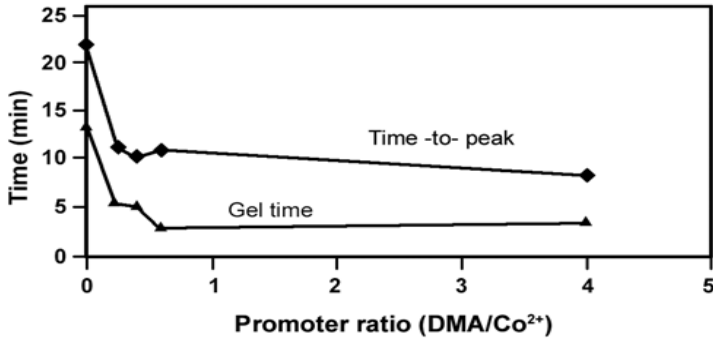
على 0.5wt% من خليط المواد المسلحة تحدد كتوابع لمعدل المادة المعززة ( DMA/ Co<sup>+2</sup> ) عند الدرجة 20° C .



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° C .

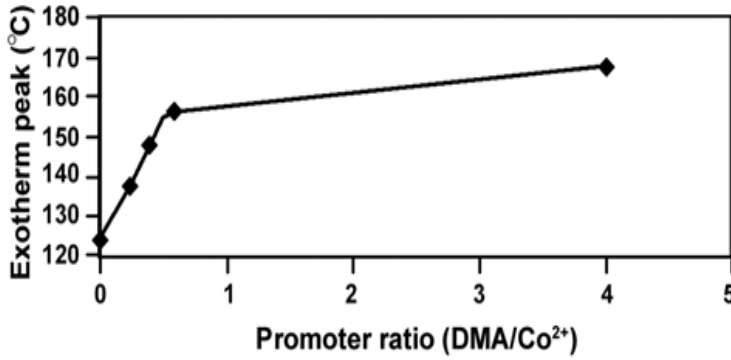


الشكل (16): النشر الحراري المقاس لراتنج البوليستر غير المشبع الذي يحوي على 1.0wt% من MEKP وعلى 0.5wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة 20° C .

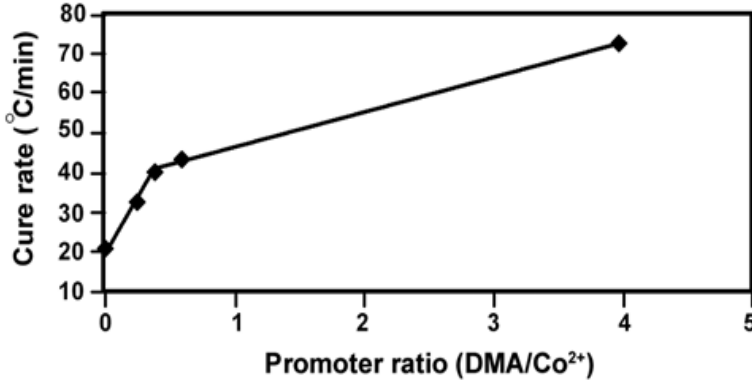


**الشكل (17):** اعتماد الفترة الهلامية والزمن إلى القمة على معدل المادة المعززة من أجل راتنج البوليستر غير المشبع والمبتدئ بـ 1.0wt% من MEKP و 0.5wt% من المادة المعززة الثنائية عند الدرجة  $20^{\circ}C$ .

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 البوليستر 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 تقنيات استخراج الميزات المستخدمة

### في تحليل المشاعر

طالب ماجستير: أيهم جمال شعار

علوم الويب في الجامعة الافتراضية السورية

كلية الهندسة المعلوماتية-قسم البرمجيات-جامعة البعث

المشرف: د. محمد مازن المصطفى

أستاذ في الهندسة المعلوماتية-قسم البرمجيات-الجامعة الدولية للعلوم والتكنولوجيا

#### الملخص:

أدى ظهور الويب 2.0 إلى تغيير طريقة تواصل الأفراد وتشجيعهم على مشاركة آرائهم وأفكارهم وخبراتهم في المدونات والمنديات والشبكات الاجتماعية. تشكّل هذه البيانات معلومات قيّمة لكل من الأفراد والمؤسسات وتساعدهم في اتخاذ قراراتهم. يحتاج هذا الكم الهائل من البيانات إلى تقنيات خاصّة لمعالجتها وتحليلها تُعرف عملية استخدام معالجة اللغات الطبيعية واللغويات الحاسوبية للكشف عمّا يحمله النص من مشاعر باسم تحليل المشاعر. يعتمد تحليل المشاعر على أربع مهام رئيسية وهي: تحديد الرأي، واستخراج الميزات، ومن ثم تصنيف المشاعر لتحديد قطبية الرأي، وأخيراً عرض النتائج وتلخيصها. يعدّ استخراج الميزات أحد أكثر المهام تعقيداً في تحليل المشاعر. تجري في هذه الورقة البحثية دراسة حول أداء أربع تقنيات لاستخراج الميزات من مجموعة بيانات نصيّة وهي BOW و TF-IDF و Word2vec و BERT. استخدمنا الميزات المستخرجة باستخدام هذه التقنيات لتدريب واختبار خمس مصنّفات تعلّم آلي وهي: خوارزميات الانحدار اللوجستي وآلات متجه الدعم وبايز وشجرة القرار والغابة العشوائية. قمنا بتقييم أداء هذه المصنّفات مع جميع التقنيات لاكتشاف أثر تقنيات الاستخراج عليها والمقارنة بينها وفق عدة مقاييس تقييم.

الكلمات المفتاحية: تحليل المشاعر، استطلاع الآراء، استخراج الميزات، خوارزميات التصنيف، مقاييس التقييم.

# Study of Feature Extraction Techniques Used in Sentiment Analysis

## Abstract:

The development of Web 2.0 has changed the way people communicate and encourage them to share their opinions, ideas, and experiences in blogs, forums, and social networks. This data is valuable information for both individuals and organizations and helps them to make decisions. This huge amount of data needs special techniques to process and analyze. These techniques are known as sentiment analysis techniques. Sentiment analysis relies on four main tasks: defining opinion, extracting features, then classifying sentiments to determine opinion polarity, and finally visualizing and summarizing the results. Feature extraction is one of the most complex tasks in sentiment analysis. In this paper, we made a study about the performance of four feature extraction techniques, which are BOW, TF-IDF, Word2vec and BERT. We used the features extracted using these techniques to train and test five machine-learning classifiers: logistic regression (LR), support vector machine (SVM), Naïve Bayes (NB), decision tree (DT), and random forest (RF). We evaluated the performance of these classifiers with all techniques to discover the impact of extraction techniques on them and compare them according to several evaluation metrics.

**Keywords:** sentiment analysis, opinion mining, feature extraction, classification algorithms, evaluation metrics.

## 1-المقدمة

أدى نمو تطبيقات الويب الحديثة مثل Facebook و Twitter وسهولة استخدامها إلى إقناع الناس بالتعبير عن آرائهم حول المنتجات والخدمات والقضايا المختلفة. تشكل هذه الآراء مصادر قيمة للمعلومات التي تؤثر على حياتنا وكذلك القرارات التي نتخذها. على سبيل المثال، نقوم بتنشيط تطبيق أو استخدام خدمة معينة إذا كانت مشاعر الناس إيجابية تجاهها. هذه الكمية الهائلة من البيانات غير منظمة وذات أبعاد عالية وبالتالي تتطلب الكثير من الجهد لتحليلها باستخدام تقنيات معالجة اللغات الطبيعية واستخراج النصوص. تُعرف عملية استخدام معالجة اللغات الطبيعية واللغويات الحاسوبية للكشف عما يحمله النص من مشاعر باسم تحليل المشاعر وهو عملية تصنيف تهدف إلى تحديد ما إذا كان النص إيجابياً أم سلبياً حول موضوع ما. تؤثر العديد من العوامل على عملية تحليل المشاعر. تحتاج خوارزميات التعلم الآلي إلى مجموعة الميزات التي تحمل أكبر قدر من المعلومات حول خصائص البيانات من أجل تحسين أداء نموذج التعلم الآلي وتقليل التعقيد الحسابي، لذا فإن استخراج الميزات يلعب دوراً مهماً في تحليل المشاعر. تتضمن الدراسة المقترحة مقارنة بين أداء أربع تقنيات وهي: تقنية حقيبة الكلمات (BOW) وتقنية TF-IDF وتقنية Word2vec وتقنية BERT. تُستخدم هذه التقنيات لاستخراج الميزات من البيانات النصية ومن ثم تُستخدم هذه الميزات لتدريب خوارزميات التصنيف من أجل تحديد قطبية النص.

## 2-هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير تقنيات استخراج الميزات على أداء خمسة من الخوارزميات المستخدمة في تصنيف المشاعر من خلال إجراء مقارنة تجريبية على مجموعة بيانات حقيقية بين أربع تقنيات لاستخراج الميزات ومعرفة مدى تأثير اختيارها على أداء خمس خوارزميات تعلم آلي من خلال تقييم الأداء وفق عدة مقاييس تقييم.

## 3-الدراسات السابقة

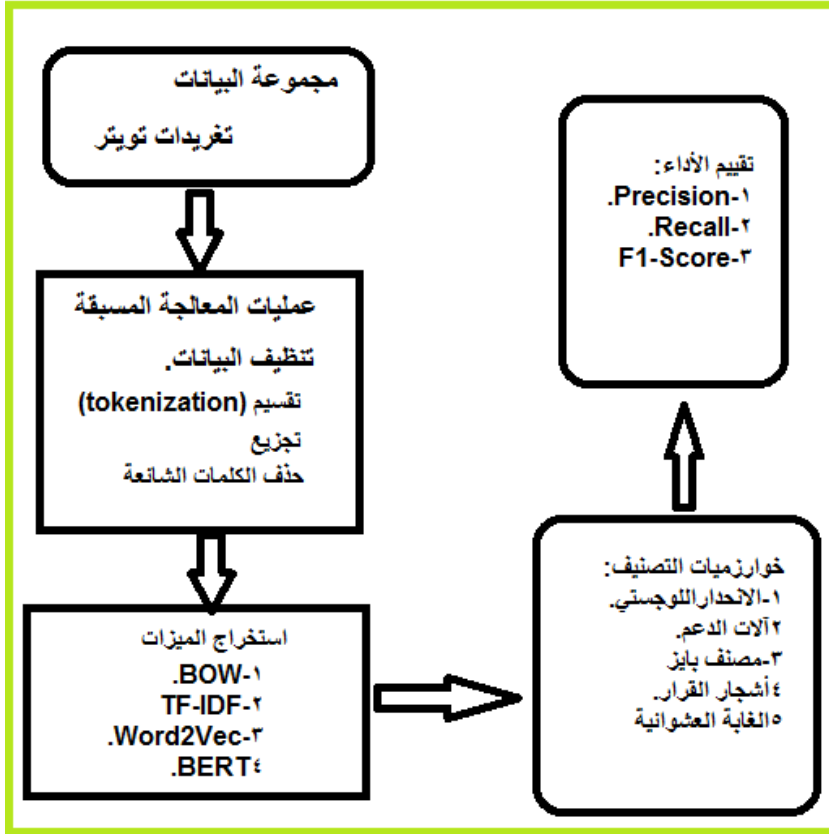
أجرى الباحثون في [1] تنقيباً عن الآراء في تعليقات (reviews) الطلاب باستخدام الخوارزميات الخاضعة للإشراف (K-NN و NN و NB و SVM). بعد المعالجة المسبقة، قاموا بتوليد تمثيل شعاعي للكلمات باستخدام TF-IDF. تم استخراج الميزات الرئيسية في مجال التعليم وتصنيفها حسب قطبيتها. أظهرت النتائج تفوق مصنف NB من حيث مقياسي الاسترجاع (Recall) والدقة (Accuracy) بينما تفوق مصنف K-NN من حيث مقياس Precision. في [2] أجرى الباحثون تحليلاً للمشاعر اعتماداً على تعليقات على منتجات مختلفة من أمازون. أولاً قاموا بتطبيق المعالجة المسبقة للنص ثم قاموا بتوليد تمثيل شعاعي للنص باستخدام حقيبة الكلمات. قاموا بحساب قطبية كل جملة باستخدام قواميس الرأي ثم تطبيق الخوارزميات (NB، SVM). أظهرت النتائج تفوق NB على SVM من حيث مقياس الدقة في التعليقات على منتجات الكاميرا. نفذ الباحثون في [3] تحليلاً للمشاعر على مجموعة بيانات كبيرة من أمازون. في البداية، تم تصنيف مجموعة البيانات بطريقة آلية، ثم قاموا بالمعالجة المسبقة للبيانات، بعدها تم استخراج الميزات بعدة طرق، وهي حقيبة الكلمات و TF-IDF، ثم طبقوا عدة مصنفات. أظهرت النتائج حصول مصنف SVM على أفضل دقة في التعليقات على منتجات الآلات الموسيقية. استعرض الباحثون في [4] العديد من الدراسات التي استخدمت نموذج word2vec في تحليل المشاعر. معظم الدراسات استخدمت النموذجين CBOW و Skip-Gram، وقارنت نتائجهما. يعد Skip-gram أفضل للكلمات النادرة من CBOW؛ بينما يعد CBOW أسرع ويعمل بشكل جيد مع الكلمات المتكررة. نفذ الباحثون في [5] تحليلاً للمشاعر على رسائل تويتر باستخدام نموذج word2vec، وقارنوا نتائج نموذجين مختلفين: (1) حقيبة الكلمات المستمرة (CBOW) و (2) تخطي الجرام (SG)، أظهرت النتائج أن نموذج SG تفوق في الأداء على نموذج CBOW مع جميع المصنفات. أعلى دقة تم الحصول عليها كانت باستخدام مصنف آلات الدعم مع نموذج SG. طوّر الباحثون في [6] نهجاً لتحليل المشاعر في بيانات الشبكة الاجتماعية

باستخدام نموذجي Word2vec و BERT كطرق لاستخراج الميزات. بيّنت النتائج أن أعلى دقة تم الحصول عليها كانت عند استخدام نموذج BERT. وجد الباحثون في [7] أن دمج متجهات الكلمات الثابتة التي تم تدريبها بشكل خاص على وسائل التواصل الاجتماعي يمكن أن يُحسّن أداء نماذج اللغة القائمة على BERT للغات منخفضة الموارد، حيث من غير المرجح أن تُصبح نماذج اللغة المتخصصة (على سبيل المثال المدربة على وسائل التواصل الاجتماعي) متاحة لمثل هذه اللغات. قارن الباحثون في [8] بين طريقتين لاستخراج الميزات وهما TF-IDF و N-Gram من حيث تأثيرهما على أداء ستة خوارزميات تعلّم آلي في عملية تصنيف المشاعر حيث وجدوا أن استخدام TF-IDF زاد الأداء بنسبة 3-4%.

#### 4- المنهجية المقترحة

تم إجراء هذه الدراسة على مجموعة بيانات حصلنا عليها من موقع Kaggle<sup>1</sup>. تحتوي قاعدة البيانات حوالي 14000 تغريدة عن شركات الطيران من مدونة تويتر. تمّ تصنيف هذه التغريدات إلى ثلاث فئات (إيجابية، سلبية، ومحايدة). في البداية، قمنا بتحليل التغريدات وطبقنا عليها مجموعة من تقنيات المعالجة المسبقة لتنظيفها وإعدادها لمرحلة استخراج الميزات. بعد ذلك، قسمنا قاعدة البيانات إلى مجموعة تدريب ومجموعة اختبار. قمنا باستخراج الميزات من التغريدات باستخدام أربع تقنيات مختلفة ومن ثم قمنا بتدريب خمس خوارزميات للتعلّم الآلي من أجل تصنيف قطبية التغريدات. بعد ذلك قمنا بتقييم أداء هذه المصنفات على مجموعة الاختبار مع جميع تقنيات الاستخراج لمقارنة تأثير هذه التقنيات على عملية تحليل المشاعر باستخدام عدة مقاييس لتقييم الأداء. يوضح الشكل (1) خطوات العمل.

<sup>1</sup> <https://www.kaggle.com/crowdfLOWER/twitter-airline-sentiment>



الشكل 1 مخطط العمل

## 5-المعالجة المسبقة للبيانات

تهدف المعالجة المُسبقة للبيانات إلى تسهيل عملية تدريب واختبار المصنّفات من خلال إجراء مجموعة تحويلات مناسبة على البيانات. تعتبر المعالجة المسبقة للبيانات عملية ضرورية قبل تدريب نماذج التعلّم الآلي؛ حيث تقوم بإزالة القيم المتطرفة والبيانات غير الضرورية من مجموعة البيانات بالإضافة لتقليل الأبعاد. بدأنا المعالجة المسبقة عن طريق تقسيم التغريدات على أساس الفراغات ومن ثم أزلنا بعض علامات التصنيف المرتبطة بالتغريدات مثل @ و #. قمنا أيضاً بإزالة الروابط التشعبية والأرقام وعلامات

الترقيم (احتفظنا بالأرقام وبعض علامات الترقيم مثل النقاط وعلامات الاستفهام عند استخدام نموذج BERT لتمييز نهاية الجمل)، وقمنا بتطبيق التجزيع (stemming) باستخدام خوارزمية بورتر (Porter Stemmer) وتحويل جميع الكلمات إلى أحرف صغيرة بالإضافة إلى حذف الفراغات الزائدة. قمنا بعمليات المعالجة المسبقة باستخدام مكتبة NLTK في لغة بايثون وبذلك أصبحت البيانات نظيفة وجاهزة لاستخراج الميزات.

## 6- استخراج الميزات:

قمنا باستخدام أربع تقنيات لاستخراج الميزات من البيانات النصية وهي:

### ❖ حقيبة الكلمات (Bag of words)

في نموذج حقيبة الكلمات (BOW)، يتم تمثيل النص كمجموعة غير مرتبة من كلماته دون مراعاة القواعد النحوية أو ترتيب الكلمات. يتم إعطاء وزن لكل كلمة في المستند وفقاً لتكرارها في المستند وتكرارها في المستندات الأخرى في مجموعة البيانات. يعتبر من أبسط نماذج التمثيل المستخدمة في معالجة اللغة الطبيعية واسترجاع المعلومات. لتطبيق طريقة BOW قمنا باستخدام CountVecotorizer من مكتبة sklearn في لغة Python.

### ❖ نموذج TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document frequency)

TF-IDF هو مقياس ترجيح يقوم بحساب أهمية الكلمة في مستند نصي. هو عبارة عن جداء مقدارين إحصائيين [9]:

1. تكرار الكلمة (Term Frequency): هو عدد المرات التي يتكرر فيها مصطلح معين  $t$  في مستند، وهو نسبة تكرار الكلمة في المستند على إجمالي عدد الكلمات في ذلك المستند.

2. تردد المستند العكسي (**Inverse Document frequency**): يستخدم لقياس أهمية كلمة معينة في مستند نصي. يكون تكرار المستند العكسي للكلمة منخفضاً إذا تكررت في العديد من المستندات ويكون مرتفعاً إذا وردت الكلمة في مستند واحد فقط. أي أنه يعطي أهمية أكبر للكلمات النادرة في المستند. يتم حساب الوزن النهائي للكلمة  $t$  في الوثيقة  $d$  حسب المعادلة التالية:

$$TF - IDF(t, d) = TF(t, d) * IDF(t)$$

لتطبيق تقنية TF-IDF؛ استخدمنا الصف `Tfidfvectorizer` من مكتبة `sklearn` وقمنا بضبطه باستخدام المعلمات: `max_features`، `ngram_range`.

### ❖ نموذج `word2vec`

يعتبر `Word2Vec` نموذجاً تنبؤياً لحساب التمثيل الشعاعي المستمر للكلمات في مجموعات البيانات الكبيرة [10]. يستخدم النموذج المقترح شبكات عصبية ضحلة (`shallow`) للحصول على متجه عالي الأبعاد لكل كلمة ويتضمن نموذجين بديلين. (1) حقيبة الكلمات المستمرة (`CBOW`) هي طريقة للتنبؤ بالكلمات باستخدام سياق الكلمات المجاورة لها (2) في المقابل، يستخدم `Skip-gram` معلومات الكلمة للتنبؤ بالكلمات المجاورة لها. يحتوي كلا النموذجين على ثلاث طبقات: طبقة إدخال وطبقة إسقاط وطبقة إخراج. لإنشاء متجهات الكلمات باستخدام `word2Vec` استخدمنا مكتبة `gensim` حيث تم تطبيقه في نموذجين مختلفين: `CBOW` و `Skip-Gram` وقمنا بمقارنة النتائج. تم ضبط `Word2Vec` باستخدام المعلمات: `min_count` و `size` و `window`. استخدمنا متوسط متجهات الكلمات في التفرقة لتمثيل التفرقة بمتجه واحد فقط.



## ❖ نموذج BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)

BERT هو نموذج لغة مدرب مسبقاً مصمّم للتدريب المسبق على التمثيلات العميقة ثنائية الاتجاه (deep bidirectional) من نص غير مصنّف عن طريق التكييف المشترك على كل من السياق الأيمن والأيسر في جميع الطبقات [11]. يمكن ضبط BERT بدقة باستخدام طبقة إخراج إضافية واحدة فقط لإنشاء نماذج حديثة لمجموعة واسعة من المهام، مثل الإجابة على الأسئلة والاستدلال اللغوي، دون تعديلات معمارية خاصة بالمهمة المحددة. قمنا باستخدام BERT بطريقتين: أولاً قمنا بتقسيم كل تغريدة إلى كلمات ثم حساب تضمين BERT لكل كلمة ومن ثم حساب متوسط جميع اتجاهات الكلمات كتمثيل للتغريدة. ثانياً، قمنا بتقسيم بيانات التدريب إلى جمل وحساب متوسط تضمين BERT للجمل لتمثيل كل بيانات التدريب.

### 7- خوارزميات التصنيف:

قمنا باستخدام خمس خوارزميات تصنيف وتطبيقها باستخدام مكتبة sklearn في لغة بايثون وهي:

### ❖ خوارزمية الانحدار اللوجستي (Logistic Regression):

إحدى أقدم طرق التصنيف، تم تطويرها بواسطة الإحصائي ديفيد كوكس عام 1958. يُستخدم الانحدار اللوجستي للتنبؤ باحتمالية وقوع حدث عن طريق إدخال البيانات لتابع لوجستي حيث يتنبأ بالاحتمالات بدلاً من الفئات [12]. يتم نمذجة الاحتمالات التي تصف نتائج التجربة باستخدام الانحدار اللوجستي. تسمى هذه الخوارزمية أيضاً بالانتروبي الأعظم. تمّ تطوير التابع اللوجستي لوصف خصائص النمو السكاني في البيئة حيث ترتفع بسرعة وتتجاوز القدرة الاستيعابية للبيئة.

### ❖ خوارزمية آلات متجه الدعم (Support Vector Machines)

تم تطوير خوارزمية متجه الدعم بواسطة Cortes و Vapnik للعمل في مجال التصنيف الثنائي عام 1995 [13]. يمكن وصف طريقة عملها على النحو التالي: المهمة هي فصل الفئات حيث يتم البحث عن المستوى الأمثل للفصل المفرد بين الفئتين من خلال تعظيم الهامش بين النقاط الأقرب للفئات -تسمى النقاط الموجودة على الحدود متجهات الدعم، ووسط الهامش هو مستوى الفصل الأمثل.

### ❖ خوارزمية بايز (Naïve Bayes)

خوارزمية تعلم خاضعة للإشراف وهي خوارزمية رياضية تعتمد على مبدأ الإحصاء (الاحتمالات) [14]. مصنف Naïve Bayes عبارة عن مجموعة من المصنفات الاحتمالية البسيطة يعتمد على الفرضية العامة التي مفادها أن جميع السمات مستقلة عن بعضها البعض. يعتبر المصنف الأساسي في فلتر النصوص والمستندات. سهولة تدريب النموذج باستخدام هذه الخوارزمية، خاصة عند التعامل مع البيانات الضخمة، بالإضافة إلى بساطته أثبتت كفاءته مقارنة ببعض الخوارزميات المتقدمة. تُستخدم هذه الخوارزمية في اكتشاف المشاعر وكذلك في فلتر البريد الإلكتروني.

### ❖ خوارزمية شجرة القرار (Decision Tree)

تعد شجرة القرار من أقوى الخوارزميات المستخدمة في استخراج البيانات، يمكنها التعامل مع أنواع مختلفة من البيانات، وهي عبارة عن شجرة موجهة مع عقدة تسمى الجذر ليس لها حواف واردة [15]. جميع العقد الأخرى لها حافة واردة واحدة بالضبط. العقدة ذات الحواف الصادرة تسمى عقدة داخلية. تسمى جميع العقد الأخرى أوراق أو عقد القرار. تقسم كل عقدة داخلية مساحة المثلث إلى مساحتين فرعيتين أو أكثر وفقاً لتابع منفصل محدد لقيم سمات الإدخال. يتم تخصيص كل ورقة لفئة واحدة تمثل القيمة المستهدفة

الأكثر ملاءمة. يتم تصنيف المثيلات عن طريق التنقل بينها من جذر الشجرة وصولاً إلى الورقة، وفقاً لنتائج الاختبارات على طول المسار.

### ❖ خوارزمية الغابة العشوائية (Random Forest)

يتكون مصنف الغابة العشوائية من مجموعة من المصنفات ذات الهيكلية الشجرية حيث يتم إنشاء كل مصنف باستخدام متجه عشوائي يتم أخذ عينات منه بشكل مستقل عن متجه الإدخال وتصوّت كل شجرة على الفئة الأكثر شيوعاً لتصنيف متجه الإدخال [16]. تحتفظ الغابة العشوائية بالعديد من فوائد أشجار القرار مع تحقيق نتائج أفضل من خلال استخدام ملء العينة (sample filling)، ومجموعات عشوائية من المتغيرات، ونظام تصويت الأغلبية (majority voting)، ولا تتطلب تقنيات تقليم الأشجار (pruning techniques).

### 8- النتائج التجريبية

قمنا بمقارنة أداء أربع تقنيات لاستخراج الميزات وهي BOW و TF-IDF و Word2Vec و BERT. أجريت التجربة على مجموعة بيانات حقيقية تحتوي على تغريدات عن شركات الطيران من تويتر (9178 تغريدة سلبية، 2363 إيجابية، 3099 محايدة). قمنا بتقسيم مجموعة البيانات بنسبة 70% لتدريب المصنّفات و30% لاختبارها بطريقة Hold-out، بعد تطبيق عمليات المعالجة المسبقة على البيانات باستخدام تقنيات معالجة اللغات الطبيعية، بدأنا عملية استخراج الميزات باستخدام التقنيات الأربعة لتوليد المتجهات الرقمية ومن ثم تُستخدم هذه الميزات لتدريب خمس خوارزميات تصنيف لتحديد قطبية النص.

من أجل مقارنة أداء تقنيات استخراج الميزات مع خوارزميات التصنيف، استخدمنا عدة مقاييس تقييم أخذين بالاعتبار أن قاعدة البيانات غير متوازنة. استخدمنا مقاييس: Precision و Recall و F-Score. يتم استخدام مقياس precision لقياس نسبة

الأصناف الإيجابية التي تم توقعها بشكل صحيح من إجمالي الأصناف المتوقعة في فئة إيجابية ويحسب من مصفوفة الارتباك الشكل (2) وفق المعادلة التالية:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

يتم استخدام مقياس Recall لقياس النسبة المئوية للأصناف الإيجابية التي تم توقعها بشكل صحيح من جميع الأصناف الإيجابية الفعلية ويحسب وفق المعادلة التالية:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

مقياس F1-Score هو المتوسط التوافقي لمقاييس Precision و Recall ويحسب وفق الصيغة التالية:

$$F - score = 2 \left( \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \right)$$

تم تطبيق هذه المقاييس برمجياً في لغة بايثون باستخدام مكتبة sklearn.

		ACTUAL VALUES	
		POSITIVE	NEGATIVE
PREDICTED VALUES	POSITIVE	TP	FP
	NEGATIVE	FN	TN

الشكل 2 مصفوفة الارتباك

حيث (TP<sup>2</sup>) تعني القيمة المتوقعة تطابق القيمة الفعلية أي كانت القيمة الفعلية إيجابية وتوقع النموذج قيمة إيجابية و (TN<sup>3</sup>) تعني القيمة المتوقعة تطابق القيمة الفعلية أي كانت القيمة الفعلية سلبية وتتنبأ النموذج بقيمة سلبية. بينما (FP<sup>4</sup>) تعني أنه تم التنبؤ بالقيمة المتوقعة بشكل خاطئ أي كانت القيمة الفعلية سلبية لكن النموذج تنبأ بقيمة إيجابية. كذلك (FN<sup>5</sup>) تعني أنه تم التنبؤ بالقيمة المتوقعة بشكل خاطئ أي كانت القيمة الفعلية إيجابية لكن النموذج توقع قيمة سلبية.

توضح الجداول (1) و (2) و (3) المتوسط المرجح لمقاييس Precision و Recall و F-Score لجميع المصنّفات لكل تقنية من تقنيات استخراج الميزات المستخدمة في التجربة.

الجدول 1 المتوسط المرجح لل Precision مع جميع المصنّفات

Classifier	BOW	TF-IDF	W2V (CBOW)	W2V Skip-Gram	Bert-Word	Bert-Sentence
LR	<b>0.77</b>	0.79	0.68	<b>0.73</b>	<b>0.79</b>	<b>0.81</b>
SVM	0.76	<b>0.80</b>	<b>0.70</b>	<b>0.73</b>	<b>0.79</b>	0.79
NB	0.75	0.76	0.60	0.66	0.72	0.78
DT	0.70	0.70	0.60	0.64	0.63	0.70
RF	0.75	0.77	0.68	<b>0.73</b>	0.74	0.80

True Positive <sup>2</sup>  
 True Negative <sup>3</sup>  
 False Positive <sup>4</sup>  
 False Negative <sup>5</sup>

## دراسة تقنيات استخراج الميزات المستخدمة في تحليل المشاعر

الجدول 2 المتوسط المرجح لل Recall مع جميع المصنفات

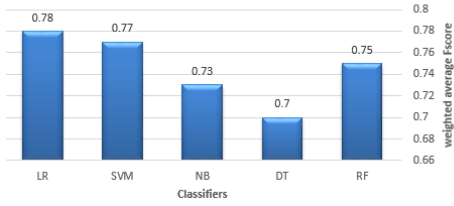
Classifier	BOW	TF-IDF	W2V (CBOW)	W2V Skip-Gram	Bert-Word	Bert-Sentence
LR	<b>0.78</b>	0.79	0.69	<b>0.75</b>	0.79	<b>0.81</b>
SVM	0.77	<b>0.81</b>	0.69	0.74	<b>0.80</b>	0.80
NB	0.76	0.70	0.62	0.68	0.72	0.74
DT	0.70	0.69	0.59	0.64	0.63	0.70
RF	0.76	0.77	<b>0.71</b>	<b>0.75</b>	0.75	<b>0.81</b>

الجدول 3 المتوسط المرجح ل F1-Score مع جميع المصنفات

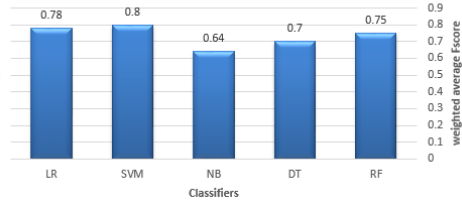
Classifier	BOW	TF-IDF	W2V (CBOW)	W2V Skip-Gram	Bert-Word	Bert-Sentence
LR	<b>0.78</b>	0.78	0.65	<b>0.72</b>	0.79	<b>0.81</b>
SVM	0.77	<b>0.80</b>	0.61	0.71	<b>0.80</b>	0.79
NB	0.73	0.64	0.60	0.66	0.72	0.75
DT	0.70	0.70	0.59	0.64	0.63	0.70
RF	0.75	0.75	<b>0.67</b>	<b>0.72</b>	0.71	0.80

يوضح الشكل (3) مخططات مقياس f-score لجميع المصنفات عند استخدام نموذجي BOW و TF-IDF. يوضح الشكل (4) مخططات مقياس f-score لجميع المصنفات باستخدام نموذجي CBOW و Skip-gram. يوضح الشكل (5) مخططات مقياس f-score لجميع المصنفات باستخدام نموذجي BERT بناءً على قيم المتوسط المرجح لمقياس f-score من الجدول (3).

Performance Of BOW on all Classifiers

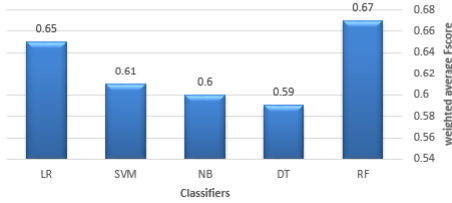


Performance Of Tf-IDF on all Classifiers

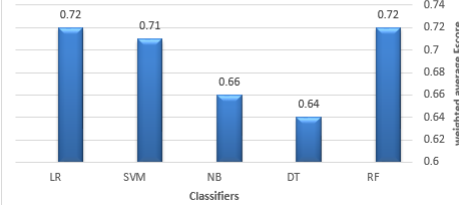


الشكل 3 نتائج درجة F1 لنموذجي BOW و TF-IDF مع جميع المصنفات

Performance Of CBOW on all Classifiers

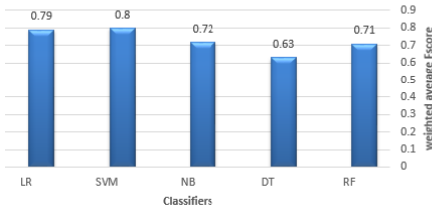


Performance Of Skip-Gram on all Classifiers

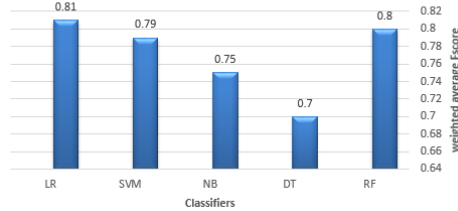


الشكل 4 نتائج درجة F1 لنموذجي CBOW و Skip-Gram مع جميع المصنفات

Performance Of Bert-Word on all Classifiers



Performance Of Bert-Sentence on all Classifiers



الشكل 4 نتائج درجة F1 لنموذجي Bert-word و Bert-sentence مع جميع المصنفات

## 9-تحليل النتائج

1. بالنسبة لمقياس Precision: حقق نموذج Bert sentence أعلى أداء مع مصنف الانحدار اللوجستي (LR).
2. بالنسبة لمقياس Recall: تم تحقيق أعلى محصلة عند استخدام نموذج TF-IDF مع مصنف SVM وكذلك باستخدام نموذج Bert sentence مع المصنفات LR و RF.
3. بالنسبة لمقياس F-score: حقق نموذج Bert sentence أعلى أداء مع مصنف LR.
4. كان أداء TF-IDF أفضل من أداء BOW مع مصنف SVM، بينما كان أداء BOW أفضل من أداء TF-IDF مع مصنف NB. حصل النموذجان على أداء مشابه مع المصنفات LR و DT و RF.
5. تفوق نموذج TF-IDF على نموذج CBOW مع جميع المصنفات. بالإضافة إلى ذلك، كان أداء TF-IDF أفضل من Skip-Gram مع جميع المصنفات باستثناء مصنف Naïve Bayes.
6. تفوق نموذج Skip-Gram على نموذج CBOW مع جميع المصنفات ويرجع هذا التفوق إلى كون نموذج Skip-Gram أفضل في حالة قواعد البيانات الصغيرة.
7. كان أداء نموذج Bert sentence أفضل من Bert-word مع جميع المصنفات باستثناء SVM حيث كان أداء Bert-word أفضل.
8. كان أداء نموذج Bert sentence أفضل من أداء TF-IDF مع المصنفات: LR و NB و RF بينما كان أداء TF-IDF أفضل مع مصنف SVM و حققوا أداءً مماثلاً مع مصنف DT.



9. حقق نموذج Bert sentence أداءً أفضل من أداء نموذجي (CBOW و SG) مع جميع المصنفات. كان أداء نموذج Bert-word أفضل من skip-gram مع المصنفات: LR و SVM و NB بينما كان أداء Skip-gram أفضل من Bert-word مع مصنفات DT و RF.

بعد تحليل أداء جميع المصنفات مع جميع تقنيات الاستخراج، نستنتج أن مصنف الانحدار اللوجستي حقق أعلى أداء مع نموذجي Bert sentence و BOW لاستخراج الميزات، بينما حصل مصنف SVM على أعلى أداء عند استخدام Bert-word و TF-IDF. حقق مصنف الغابة العشوائية الأداء الأعلى عند استخدام نموذج CBOW لاستخراج الميزات.

#### 10-الخاتمة:

هدفت هذه الدراسة إلى إعطاء نظرة أعمق عن أداء أربع تقنيات لاستخراج الميزات BOW و TF-IDF و Word2vec و BERT المستخدمة في تحليل المشاعر. على الرغم من أنها حققت أداءً مرضياً، إلا أنّ أياً منها لم يتفوق على جميع التقنيات الأخرى مع جميع المصنفات. استناداً إلى المتوسط المرجح لمقياس F-score، حقق نموذج BERT-sentence أفضل أداء مع المصنفات LR و NB و RF. بينما حقق كل من النموذجين TF-IDF و Bert-word أفضل أداء باستخدام مصنف SVM. عند استخدام مصنف DT، حققت النماذج الثلاثة BERT sentence و TF-IDF و BOW أعلى محصلة. يمكن توسيع هذا العمل باستخدام تقنيات استخراج أخرى واختبارها على مجموعات بيانات من مجالات ولغات مختلفة.

- [1] D. B. A. M. Dhanalakshmi V., "Opinion mining from student feedback data using supervised learning algorithms," in *MEC International Conference on Big Data and Smart City*, 2016.
- [2] S. V. D. S. Jagdale R.S., "Sentiment Analysis on Product Reviews Using Machine Learning Techniques.," in *Cognitive Informatics and Soft Computing. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019.
- [3] N. N. S. M. S. Tanjim Ul Haque, "Sentiment Analysis on Large Scale Amazon Product Reviews," in *IEEE International Conference on Innovative Research and Development 11-12 May 2018, Bangkok Thail*, 2018.
- [4] A. A. Samar Al-Saqqa, "The Use of Word2vec Model in Sentiment Analysis: A Survey," in *Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence, Robotics and Control*, (2019).
- [5] N. L. M. L. E. F. A. C. Joshua Acosta, "Sentiment Analysis of Twitter Messages Using Word2Vec," in *Proceedings of Student-Faculty Research Day CSIS*, (2017).
- [6] V. M. ., N. Y. Andrey Konstantinov, "Approach to the Use of Language Models BERT and Word2vec in Sentiment Analysis of Social Network Texts," in *O. Dolinina et al. (Eds.): ICIT 2020, SSDC 337*, (2021).
- [7] L. E.-A. S. S. Israa Alghanmi, "Combining BERT with StaticWord Embeddings for Categorizing Social Media," (2020).

- [8] A. C. K. G. A. Ravindar Ahuja, "The Impact of Features Extraction on the Sentiment Analysis," in *International Conference on Pervasive Computing Advances and Applications – PerCAA 2019*, 2019.
- [9] S. E. Avinash M, "A Study of Feature Extraction techniques for Sentiment Analysis," in *arXiv:1906.01573v1 [cs.CL] 4 Jun 2019*, 2019.
- [10] K. C. C. D. Tomas Mikolov, "Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space," in *arXiv:1301.3781v3. 7 SEP2013*, 2013.
- [11] M.-W. C. K. L. K. T. Jacob Devlin, "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding," in *arXiv:1810.04805v2* , (2019).
- [12] K. J. M. H. M. Kamran Kowsari, "Text Classification Algorithms:A Survey," in *Information (2019)*, 10, 150; doi:10.3390/info10040150.
- [13] V. V. Corinna Cortes, "Support-vector networks," in *Machine Learning volume 20, pages273–297(1995)*.
- [14] M. K. P. Jiawei Han, *Data Mining Concepts and techniques*, Morgan Kaufmann Publishers is an imprint of Elsevier., 2011.
- [15] O. M. Lior Rokach, "Top-Down Induction of Decision Trees Classifiers—A Survey," in *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS, VOL. 35, NO. 4, NOVEMBER (2005)*.
- [16] L. BREIMAN, "Random Forests," in *Machine Learning*, 45, 5–32, (2001).



# اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )

الباحث: م . باسم محسن عمار

قسم هندسة المواد التطبيقية في كلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس

## المخلص :

يتضمن هذا البحث دراسة عينات من حديد الصب المرن تعرضت للتشققات حيث تم تحليلها كيميائياً وتحديد خواصها الميكانيكية الأولية ثم إجراء عملية اللحام بالقوس الكهربائية واختيار نوعين من إلكترودات اللحام ( Ni 58% , Ni 97.6% ) وتمت دراسة تغيرات عملية اللحام للعينات مثل التسخين المسبق وسرعات التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لمنطقة الانصهار ومنطقة التأثير الحراري في الوصلة اللحامية وقد اظهرت النتائج انخفاض بالقساوة ومقاومة الشد عندما يقل معدل التبريد لجميع انواع العينات والسبب في ذلك انه عند زيادة سرعة التبريد تتحول بنية سطح العينة في المنطقة المصهورة كلياً الى طور المارتنزيت نتيجة التبريد السريع للسطح اما عندما يقل معدل التبريد فان قيمة الصلادة تقل وذلك نتيجة التبريد الابطأ والتي عندها لا تحدث تغيرات كبيرة في البنية وبالتالي تكون أقل الصلادة كذلك وجد انخفاض في قيم الصلادة وزيادة مقاومة الشد عند اجراء معاملة التسخين المسبق وذلك لأنه يؤدي إلى تفادي النمو الحبيبي والذي يحدث نتيجة التحلل الجزئي للبرلايت تم التوصل من خلال هذا البحث إلى وصلة لحامية جيدة أعطت أفضل الخواص ,حيث لحمت بنوع الإلكترود ( Ni 97.6% ) مع تسخين مسبق مستمر

الكلمات المفتاحية: حديد الصب المرن - خواص ميكانيكية - لحام - الكترودات لحام - تسخين مسبق - اختبار القساوة - اختبار الصدم - اختبار الشد

# **The effect of preheating and subsequent cooling methods on the mechanical properties of ductile cast iron parts welded by (Inconel 625) and (Ni 97.6%) electrodes**

**Eng. Basem Muhsen Ammar**  
**master student in Applied Materials Engineering**  
**Department, Faculty of Technical Engineering, Tartous**  
**University**

## **Summary**

This research includes the study of samples of ductile cast iron subjected to cracks that they were analyzed chemically and determine its primary mechanical properties and then weld it by arc electric welding and the choice of two types of welding electrodes (Inconel 625, Ni 97.6%) and studied the changes of the welding process of samples ,as preheating subsequent cooling velocities on the mechanical properties of the heat affect zone and the fusion zone of the welding part. The results showed a decrease in hardness and tensile strength when the cooling rate of all types of samples decreased. The structure of the sample surface in the molten zone is completely transformed into the martensite phase due to the rapid cooling of the surface. When the cooling rate decreases, the hardness is reduced due to the slower cooling, which does not induce large changes in the structure and thus less hardness. When preheating is done, led to obviation growth in grain size resultant partial decomposing for perlite. A good welded part was obtained through this research , which gave the best properties, with the type of electrode (Ni 97.6%) with previous and Continuous preheating

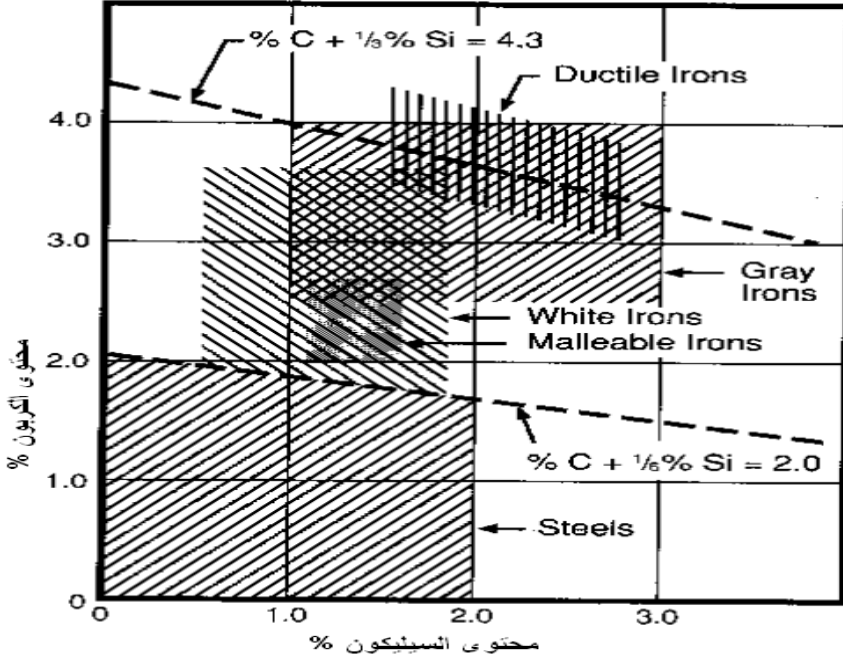
## **key words:**

ductile cast iron - Mechanical properties - Welding - Welding electrodes - Preheating - Hardness test - Impact test - Tensile test

## مقدمة :

تعد المعادن عصب الصناعة قديمها وحديثها، ومع تطور العلوم وازدياد المعرفة بهذه المعادن أمكن فتح آفاق صناعية جديدة وتحقيق الكثير من الأفكار والنظريات العلمية، وأمکن استخدامها بشكل علمي. وقد تميز القرن الحادي والعشرين مع أواخر القرن العشرين بطفرة ملحوظة في مجال الفلزات أدت إلى الكثير من التطورات في المجالات العلمية والصناعية المختلفة، وأدت هذه التطورات إلى ظهور حديد الصب المرن الذي يملك مزايا واستخدامات كثيرة في وقتنا الحالي مثل (صناعة السيارات - حاوية نفايات نووية) وهو ما يعد مثلاً إضافياً عن مقدرة حديد الصب المرن على التفوق على أكثر الاختبارات صعوبة لأداء المواد في العالم.

لا تشير عبارة حديد الصب إلى مادة واحدة بل إلى ثلثة من المواد والتي يكون الحديد الجزء الأكبر من تركيبها، وكميات معينة من الكربون والسيليكون (خلائط حديدية تحتوي على أكثر من 2% كربون، و 3% سيليكون وحتى 1% من المنغنيز) [ 1 ] .



الشكل (1-1) المجالات التقريبية للكربون و السيليكون في الفولاذ والأنواع المختلفة لحديد الصب

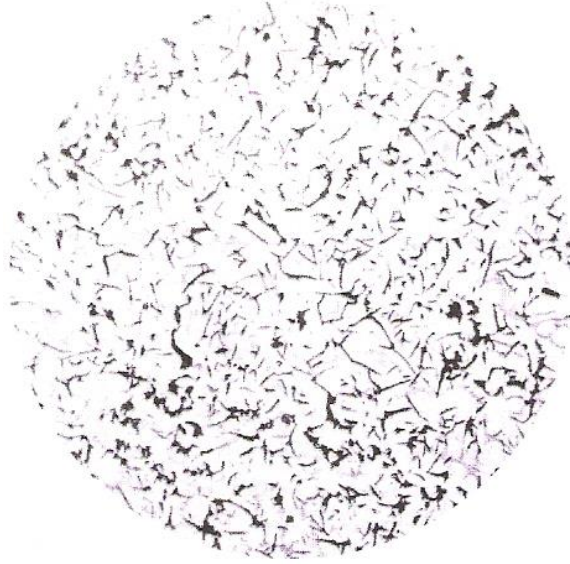
اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )

. كما يرى من الشكل فإن عائلة حديد الصب هي مواد مركبة طبيعية تتحدد خواصها من خلال بنيتها البلورية - الأطوار المتوازنة وغير المتوازنة المتشكلة من خلال التجمد أو المعالجات الحرارية اللاحقة [ 2 ] . هناك طرق عدة لتغيير البنية البلورية لحدي الصب للحصول على الخواص الميكانيكية المرغوب بها، وقد يتم ذلك بإضافة العناصر الخلائطية، أو بتعديل سلوك التجمد، أو عن طريق المعالجة الحرارية بعد التجمد [2] . وفيما يأتي نتحدث عن الأنواع الشائعة لحديد الصب:

**حديد الصب الأبيض (white cast iron):** حديد الصب الأبيض في شكله النهائي ممثلئ بالكرايبد الناتجة عن العناصر الخلائطية مما يجعله قاسياً جداً ومقاوماً للاهتراء بالتحاك ولكنه قصف [3].

**حديد الصب الرمادي (Gray iron):** يعد حديد الصب الرمادي الشرائحي أقدم أنواع حديد الصب وأكثرها شيوعاً، لذا فإن عبارة حديد الصب وحديد الصب الرمادي قابلتان للتبادل. سمي حديد الصب الرمادي بهذا الاسم لأن مكسره ذو لون رمادي، وتتألف بنيته من شرائح الغرافيت الموزعة على الأرضية المؤلفة من الفيريت أو البرليت أو مزيج من كليهما، وإن سيولة حديد الصب الرمادي العالية يجعل هذا المعدن مثالياً للإنتاج في عملية السباكة، ولا سيما المسبوكات معقدة الشكل. إن شكل الغرافيت الشرائحي في حديد الصب الرمادي الشكل له تأثير كبير على خواصه الميكانيكية حيث تسبب شرائح الغرافيت تشكل إجهادات تسبب أحياناً تمزقات. يبدي حديد الصب الرمادي سلوكاً قصفاً، وينهار عند الشد من دون تشوه ملحوظ، ويعطي وجود الغرافيت لحديد الصب الرمادي قابلية تشغيل ممتازة، وصفات تخميد، وخواص تزييت ذاتية [3].

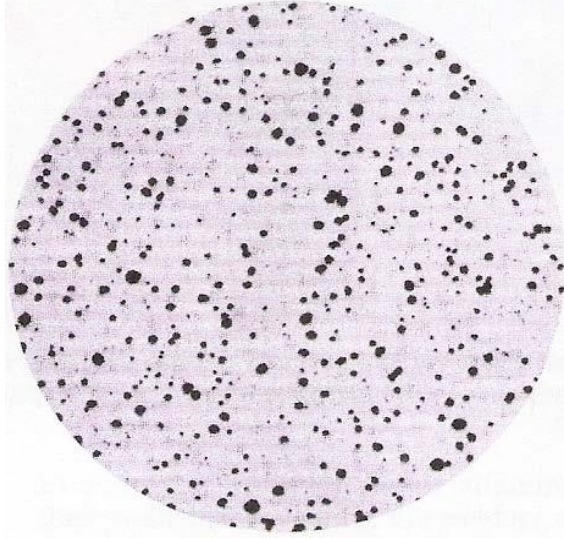




الشكل (1-2) حديد الصب الرمادي

**حديد الصب المطاوع (Malleable Cast Iron):** حيد الصب المطاوع هو حديد صب أبيض يخضع لمعالجة حرارية على شكل تخمير لتحويل السمنتيت إلى غرافيت. تتألف البنية البلورية لحديد الصب المطاوع من غرافيت عقدي غير منتظم الشكل يدعى بالكربون المراجع موزع على أرضية من الفيريت أو البيرليت أو كليهما معاً. إن وجود الغرافيت على شكل مضغوط أكثر أو على شكل كروي يعطي الحديد المطاوع المرونة والمقاومة المساوية تقريباً لفولاذ منخفض الكربون [4].

**حديد الصب المرن (DUCTILE CAST IRON):** هو عبارة عن حديد صب رمادي، يتم تحويل الغرافيت فيه إلى شكل كروي وذلك بإضافة نسبة معينة من المغنيزيوم او السيريوم في أثناء السكب ومن ثم تتحسن خواصه الميكانيكية بشكل كبير حيث أنه يسلك سلوكاً قريباً من الفولاذ [5].



الشكل (1-3) حديد الصب المرن

تاريخ تطور حديد الصب المرن (History of ductile cast iron development):  
على الرغم من التقدم المنجز في النصف الأول من القرن الماضي لحديد الصب إلا أن المهندسين استمروا في البحث من أجل إيجاد حديد صب مثالي ذي خواص ميكانيكية جيدة. تحدث J.W.Bolten عام 1943 م في مؤتمر مجتمع رجال المسابك الأمريكيان (AFS): إن جهودنا تتطلب الإجابة على سؤال واحد، ألا وهو: هل سيتحقق التحكم بشكل الغرافيت الموجود في حديد الصب الرمادي؟ تخيل مادة، تملك في أثناء الصب رقائق من الغرافيت أو تجمعات مشابهة لتلك الموجودة في حديد الصب المطاوع بدلاً من الشرائح المتطاولة. بعد مضي اسبوع، وفي الشركة العالمية للنیکل للبحث والتطوير Keith Dwight Millis أضافت كميات من المغنزيوم على شكل خليطة (نحاس-مغنزيوم) إلى حديد الصب، وحقق أمل Bolten، ولم تحتوي هذه المسبوكات المتصلبة على الشرائح بل على كرات كاملة تقريباً من الغرافيت، وكانت ولادة حديد الصب المرن. بعد خمس سنوات أخرى، في عام 1948م وضمن مؤتمر AFS أعلن HoltenMorrogh عضو أبحاث حديد الصب البريطانية الإنتاج الناجح للغرافيت الكروي في حديد الصب الرمادي بإضافة كميات قليلة من السيريوم. وفي عام 1943م نشرت الشركة العالمية للنیکل تطویرها في الوقت نفسه إعلان Morrogh، ابتداءً من اكتشاف

Millis المغنزيوم كمكور للغرافيت، وفي 25/11/1949 منحت الشركة العالمية للنيكل براءة اختراع رقم 2486760، ونسبت إلى: Norman B.Pilling – Albert P.Gegiebn – KrithD.Millis هؤلاء كانوا مهندسي ولادة الحديد المرن [5]. ويعود نجاح حديد الصب المرن إلى تعدد استعمالاته وأدائه العالي وكلفته المنخفضة [6].

### لحام حديد الصب المرن:

تتوقف قابلية اللحام على البنية المجهرية والخواص الميكانيكية، فعلى سبيل المثال حديد الصب الرمادي هو قصف، ولا يتحمل في الغالب الضغط الناتج عن عملية اللحام والتبريد اللاحق، أما حديد الصب المطاوع وحديد الصب المرن فهما يشكلان مارتنيسيت بمقدار أقل، فهما يبديان قابلية لحام أكبر، وخصوصاً عندما يكون محتوى الفيريت عالياً (تعطى مجموعات الغرافيت في حديد المطاوع وحديد الصب المرن مطيلية أكبر الأمر الذي يحسن قابلية اللحام) [5]. أما حديد الصب الأبيض والذي يكون قاسياً جداً ويحتوي على كربيدات الحديد يعد عادةً غير قابل للحام [7]. ونظراً لنسبة الكربون العالية، فإن أنواع حديد الصب كلها لها عامل مشترك يؤثر على قابلية لحامها، وفي أثناء لحام حديد الصب تصبح المنطقة المجاورة مباشرة لمنطقة اللحام ساخنة إلى درجة الالتحام أو الانصهار، وبعد عملية اللحام تبرد كامل المنطقة التي تأثرت بالحرارة بسرعة كبيرة جداً، وفي أثناء عمليتي التسخين والتبريد فإن بعض الكربون ينحل وينتشر في الأرضية المعدنية، ونتيجة لذلك فإن الكربيدات تميل إلى تشكيل حافة لمنطقة الالتحام، والمارتنيزيت والبينييت العالي الكربون يميلان إلى تشكيل ما تبقى من المنطقة المتأثرة بالحرارة، وإن تشكيل هذه الأجزاء الدقيقة القاسية الهشة يزيد من العرضة للتصدع، وكذلك نتيجة طبيعته الموضوعية، فإن اللحام يؤدي إلى إجهادات حرارية في منطقة اللحام [8]. لذا فإن اللحام الناجح يمكن أن يتم من خلال تقليل الإجهادات الحرارية إلى الحد الأدنى عند تقلص المعدن الملحوم في أثناء التبريد، والتقاط الكربون من قبل المعدن الملحوم، وذلك من خلال التحكم بمعدل التبريد [8]. وللتحكم في معدل التبريد فمن الأفضل إجراء تسخين مسبق لمنطقة اللحام [7,8]

### الكترودات اللحام لحديد الصب المرن :

لقد تم تجريب اللحام على البارد لحديد الصب المرن باستخدام الكترودات منخفضة الكربون (Est) فكانت النتيجة سلبية ، ولم تعط نتائج جيدة بسبب تشكل عيوب كثيرة لطريقة اللحام هذه . وباستخدام الكترودات من السبائك ذات الاساس النحاسي او من مركب النحاس والحديد او النحاس والفولاذ فكانت النتيجة افضل منها في استخدام الكترودات منخفضة الكربون. اما عند استخدام الكترودات من السبائك ذات الاساس النيكلي مثلا نيكل نقي (ENi-CI) او نيكل حديد (E Ni Fe-CL) او نيكل نحاس (ENI-CU) وهي الكترودات شائعة الاستعمال بسبب مزاياها الا انها عالية الكلفة [3].

ان الوصلات للحماية المنجزة باستخدام الكترودات النيكل هي لحامات مطيلية وسهلة سهلة التشغيل حتى لو طبقت على مقاطع رقيقة ، لكنها عرضة للتشريح عند تواجد الفوسفور. وكلما كانت نسبة الفوسفور اقل تكون الكترودات النيكل اكثر ملائمة واقل كلفة واقل عرضة للتشريح [3].

### الدراسات المرجعية:

الدراسة المرجعية الاولى

R.K.Wilson and T.J. Kelly,R.A.Bishel: ,Company research  
CenterTexas , dallas USA 1984

عالجت هذه الدراسة مسائل لحام الفونت الذى له اجهاد المتانة يتعدى 550Mpa بدون تسخين مسبق اذا استخدمت قضبان لحام Ni-Fe-Mn بانواع الثلاث وفق ما هو مبين بالجدول وقد استنتج الباحث ان استخدام قضبان الملء 65-45-12L بنسبة الكربون 2,9% C كانت مقاومة الشد 481 Mpa بينما عند استخدام القضبان 80-55-06 ادت الى زيادة في مقاومة الشد لتصبح 693 Mpa كذلك الامر بالنسبة للخواص الميكانيكية من اجهاد خضوع واجهاد المتانة والاستطالة النسبية والقساوة

الدراسة المرجعية الثانية:

Sachin B.sutar,Dr.K.H.Inamdas: Analysis of Mechanical properties for welded Gast iron. Department of Mechanical Engineering Walchand College of Engineering, Sangli IndianVolume2,issue 6 June 2015

عالج هذا المرجع عملية لحام الفونت واستنتج انه بالإمكان الحصول على وصلات لحامية جيدة اذا كانت سرعة اللحام مراقبة ومستمرة اثناء عملية اللحام وبعد العملية. ان قابلية اللحام لحديد الفونت الرمادي اقل من قابلية اللحام للفولاذ بسبب وجود نسبة عالية من الكربون وبحضور السيليكون الامر الذي يجعل الوصلات اللحامية اقل مطواعيه بسبب منطقة التأثير الحراري. اثناء عملية التبريد تتشكل شرائح الكرافيت حيث يصعب لحامها، وقد وجد حلا للحام الحديد الفونت بالطريقة اليدوية باستخدام اللحام الاوكسياستلين ضمن غاز خامل واقي باستخدام قضبان من النيكل اوقضبان من حديد الصب. قد يستخدم التسخين المسبق لدرجة حرارة 350 C يحسن من الخواص الميكانيكية للوصلة للحامية.

الدراسة المرجعية الثالثة:

Samuel D> Kiser,P.E.,FAWS,and Michael Northy:Welding Gast iron : Canain Welding Associaty Journal,6(2015)

يتطرق هذا البحث على صعوبة لحام حديد الصب بشكل عام وذلك نتيجة زيادة نسبة الكربون الذي يتدخل في بنية الحديد والتي يقلل من قابلية لحام حديد الصب. ويذكر الباحث ان هناك طريقتين للحام حديد الصب وهي طريقة الحام على البارد وطريقة اللحام على الساخن وذل طبقا لدرجات حرارة التسخين. في اللحام على البارد تكون درجة حرارة التسخين المسبق غير كافية وتتشكل طبقات من المارتنيسيت والكربيد التي لا يمكن مراقبتها . في هذه الحالة يجب استخدام قضبان اساسها النيكل مما يمتنع تشكل الكربيد.

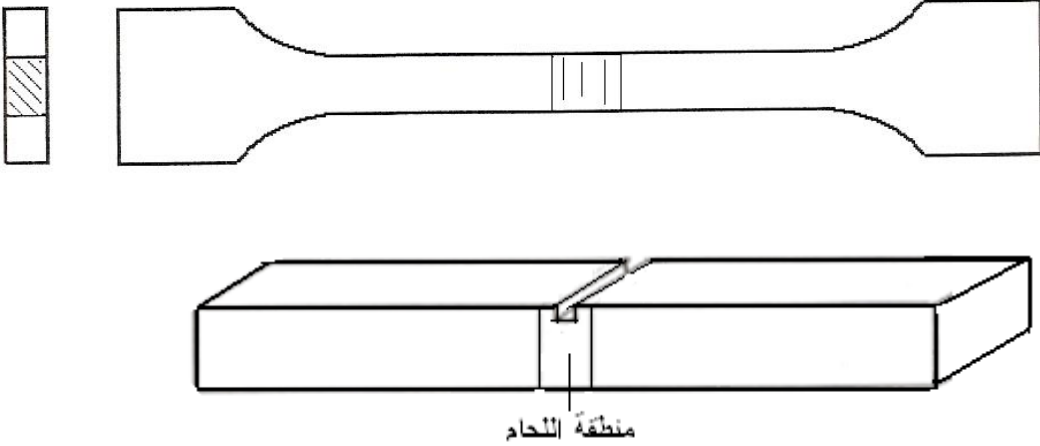
هدف البحث :

- 1 - دراسة قابلية حديد الصب المرن للحام
- 2- تحديد وتقييم جودة اللحام.

اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )

3- دراسة مدى تأثير سرعات التبريد اللاحقة لمنطقة اللحام على الخواص الميكانيكية  
لملحومات حديد الصب المرن  
طرائق البحث ومواده :

اجري هذا البحث على عينات من حديد الصب المرن ما خوذة من مخبر مقاومة المواد  
في كلية الهندسة التقنية حيث تم تجهيز عينات الشد وفق المواصفات الدولية وذلك وفق  
الأشكال (5-15) ، (5-14)، وقد تم تحديد طول القياس (LO) لعينات الشد وفق  
المقاييس الدولية  $LO = 5,65\sqrt{A_0}$  حيث  $A_0$  هي مساحة المقطع الأولية للعينة [2].



المعدات والتجهيزات التي تم استخدامها:

جهاز التحليل الطيفي:

لقد تم إجراء كافة التحاليل الكيميائية كلها عليه لمعرفة التركيب الكيميائي للعينات  
المحضرة، وهو نوع (spark) الموجود في كلية الهندسة التقنية كما هو مبين في الشكل  
جهاز اختبار الشد:

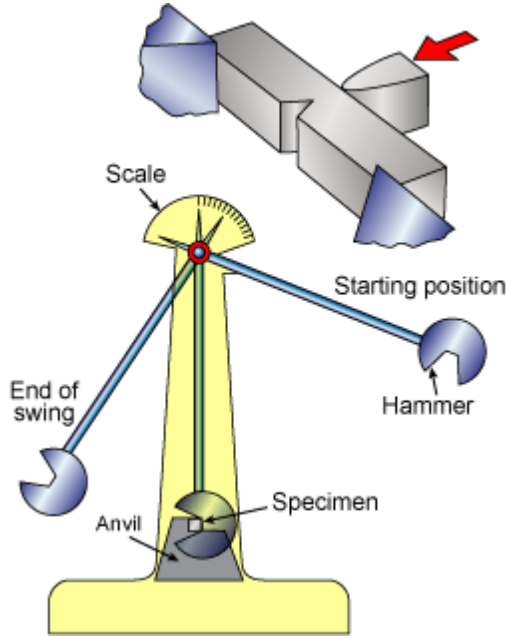
ولقد تم استخدام جهاز شد هيدروليكي باستطاعة مقدارها 60 طنًا -إيطالي المنشأ-  
مبرمجًا .والهدف من اختبار الشد هو التعرف على سلوك العينة في أثناء هذا الاختبار ،  
وذلك بدراسة مخطط (الحمولة - استطالة ) او (اجهاد - انفعال)

### جهاز اختبار القساوة:

لقد تم استخدام جهاز قساوة يستطيع قياس قساوة برينل وفيكرز وركويل، أما في هذا البحث فقد تم استخدام مقياس برينل باستخدام رأس ضاغط عبارة عن كرة فولاذية بقطر 2.5 مم ويحمل 187.5 كغ. ولقد تم استخدام قساوة العينات الأولية قبل اللحام وبعد اللحام وبعد كل طريقة تبريد

### جهاز الصدم :

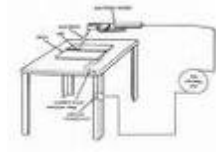
استخدم لقياس مقاومة الصدم للعينات المختبرة، حيث تم استخدام جهاز شاربي الموجود في مخبر مقاومة المواد حيث تم استخدام عينات صدم نظامية بابعاد (10\*55) مم وحز منتصف العينة على شكل حرف V وبعمق 1.5 مم



### جهاز لحام القوس الكهربائي:

استخدم هذا الجهاز لإجراء عمليات اللحام التي أجريت في هذا البحث. كما هو موضح بالشكل

اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )



الاجراءات العملية الرئيسية في هذا البحث:

اولا: اجراء تحليل طيفي للعينات المأخوذة لتحديد التركيب الكيميائي للمعدن المدروس  
فكانت النتيجة كالتالي

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
%	%	%	%	%	%	%	%	%
3.5	1.66	0.256	<0.00020	0.0287	0.0757	0.0157	0.0093	0.0133

Co	Cu	Nb	Ti	V	W	Pb	Mg	As
%	%	%	%	%	%	%	%	%
0.0026	1.05466	0.0076	0.0154	0.0052	0.0021	0.0032	0.0595	0.111

Zr	Bi	Ca	Ce	B	Zn	Sn	Fe
%	%	%	%	%	%	%	%
<0.00050	0.256	>0.0048	<0.00050	<0.00010	0.0018	0.0093	Reem

كما ان التركيب الكيميائي لالكترودات اللحام هو كالتالي:

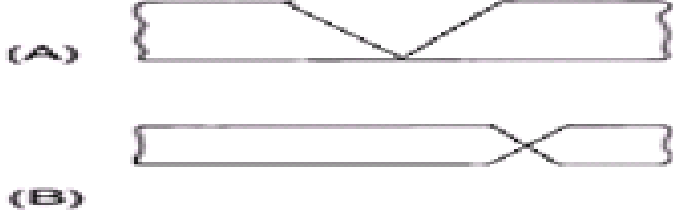
Fe	Mo	Ta	Nb	Cr	Ni	Mn	si	Ni 58%
other	8-10	4.5	3.5	25-20	58	0.5	0.5	
			Fe	Ni	Mn	si	c	Ni 97,6%
			other	97.61	0.2	0.4	0.1	

كما يلاحظ من نتائج التحليل الطيفي بأن التركيب الكيميائي هو التركيب المميز لحديد  
الصب المرن من حيث نسبة الكربون والسيلكون وجود نسبة منخفضة من المغنزيوم  
(0.0595%) مما يدل على أنه قد تم استخدام المغنزيوم في عملية التكرور



### ثانيا : اجراء عملية اللحام:

تحضير العينات لاجراء عملية اللحام: تم تحضير العينات المراد لحامها من خامتها الاولية بواسطة المنشار القرصي بعدا تمت قص العينات من المنتصف وشطف حواف العينات وذلك حسب السماكة كما هو موضح بالشكل



ثم اجراء عملية اللحام بطريقة القوس الكهربائي باستعمال تيار لحام مقداره ( 110 A )  
لأربع نماذج من العينات

النموذج الاول لحمت عيناته بشكل مباشر بدون تسخين اولي وباستخدام الكترود لحام  
من نوع **Ni 58%**

النموذج الثاني اجري التسخين المسبق لعيناته لدرجة حرارة ( 500 C ) ايضا بنفس  
نوع الالكترود **Ni 58%**

النموذج الثالث لحمت عيناته باستخدام الكترود لحام نوع **Ni 97.6%** بشكل مباشر بدون  
تسخين اولي

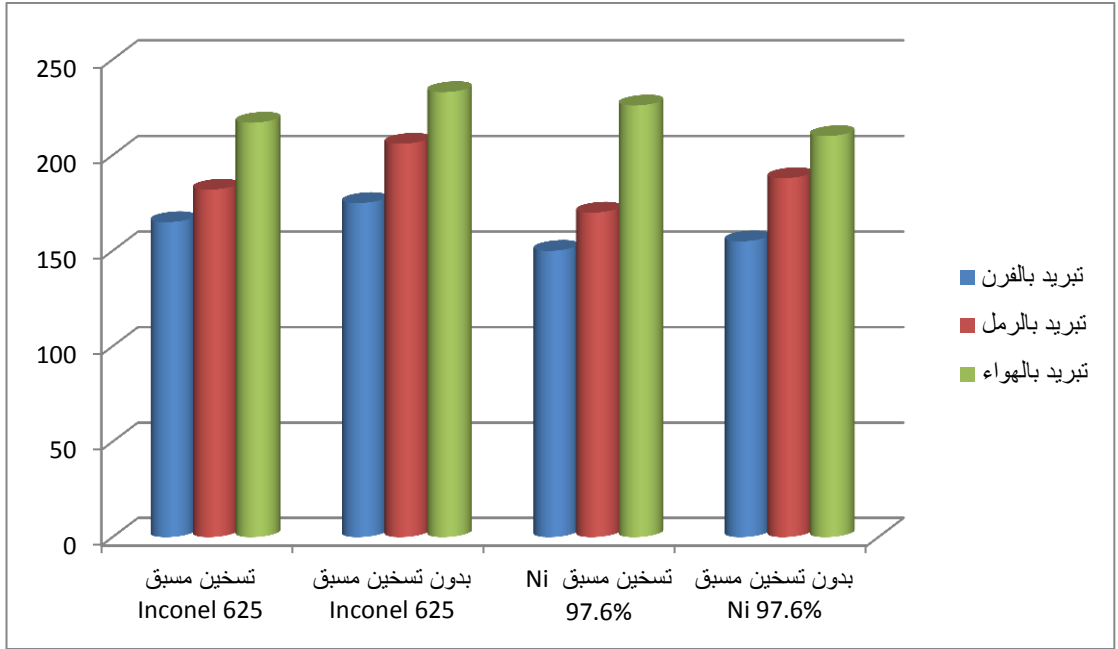
النموذج الرابع فلحمت عيناته ايضا بالكترود لحام نوع **Ni 97.6%** بعد ان اجري لها  
تسخين مسبق مستمر لدرجة حرارة ( 500 C )

ثم تم التبريد بسرعات مختلفة ( تبريد سريع بالهواء الجاف - تبريد بطئ باستخدام الرمل  
الجاف - تبريد بطئ جدا عبر وضعها بالفرن وتركها لتبرد ببطيء )

### النتائج والمناقشة :

نتائج اختبار القساوة: تم استخدام مقياس برينل باستخدام رأس ضاغط عبارة عن كرة  
فولاذية بقطر 2.5 مم ويحمل 187.5 كغ. ولقد تم استخدام قساوة العينات الأولية قبل  
اللحام وبعد اللحام وبعد كل طريقة تبريد وبين الشكل نتائج الاختبارات

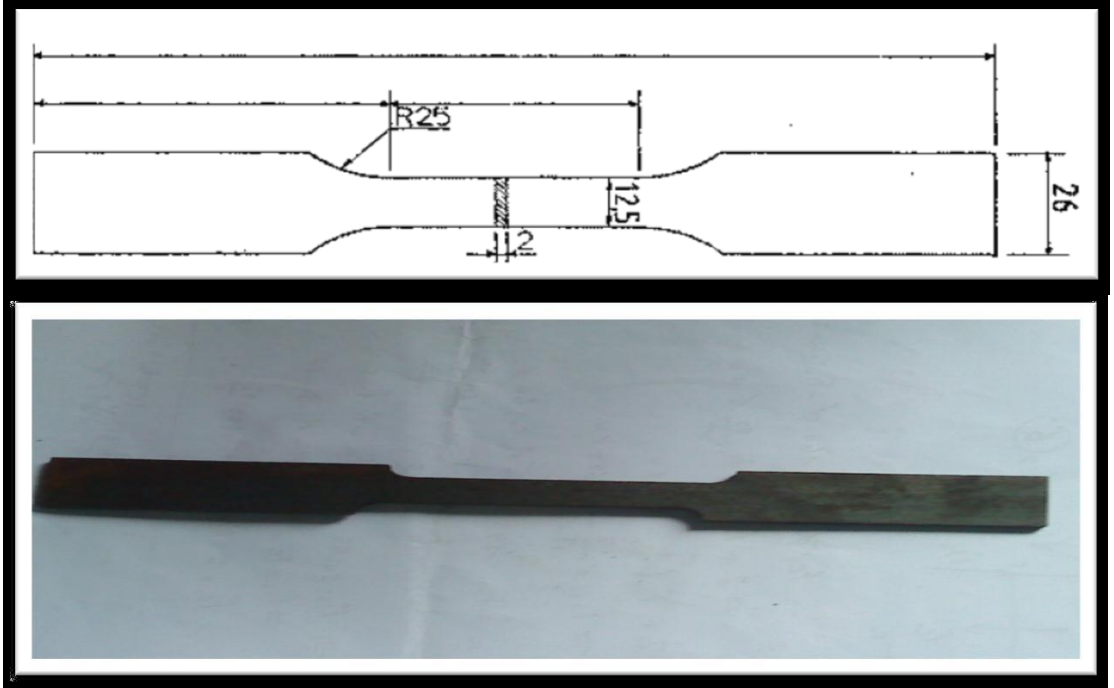
اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )



نلاحظ اختلاف قيم الصلادة لكل نموذج من العينات وسبب ذلك هو نتيجة التبريد في اوساط مختلفة وبالتالي سرعات تبريد مختلفة فعند التبريد في الهواء تتحول بنية سطح العينة في المنطقة المصهورة كلياً (منطقة اللحام) الى طور المارتنيسيت نتيجة التبريد السريع [8]. أما بالنسبة للعينة التي تم تبريدها في الرمل الجاف فنلاحظ أن قيم الصلادة أقل وذلك نتيجة التبريد الأبطأ من حالة الهواء والتي عندها لا تحدث تغيرات كبيرة في البنية وبالتالي تكون الصلادة أقل [8]. أما عند التبريد في الفرن فتكون التغيرات في البنية قليلة جداً حيث ان التبريد بالفرن يتضمن عملية تخمير للعينات والتي يحدث خلالها تعميم البنية المجهرية [5]. اما التسخين المسبق للعينات فانه يؤدي إلى تفادي النمو الحبيبي والذي يحدث نتيجة التحلل الجزئي للبرليت هذا التحلل يتضمن انفصال السمنتيت (C3Fe) الموجود في البرليت ويترسب على الحدود البلورية وهذا ما يعطي الليونة للعينات المسخنة مسبقاً وانخفاض قساوتها [7]. كما اننا نلاحظ من الشكل السابق ان استخدام الكترود لحام Ni 97.6% اعطى نتائج افضل من الكترود اللحام Inconel 625 من حيث انخفاض القساوة ويعود السبب في ذلك الى وجود معدن النيكل الموجود

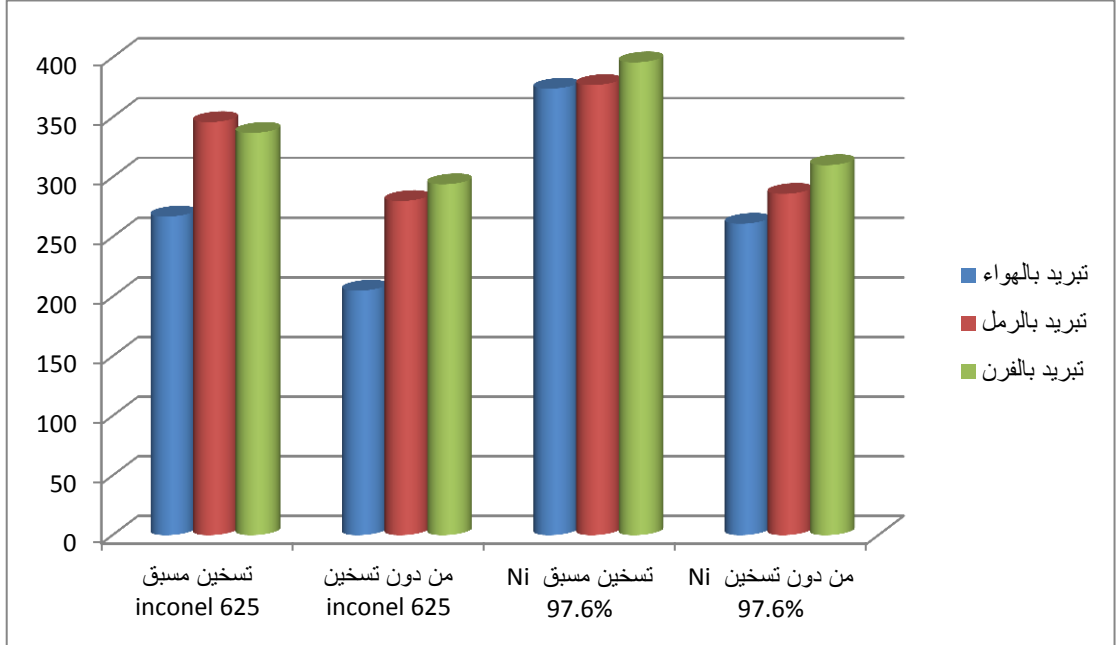
في قضبان اللحام حيث ينحل في منطقة الانصهار والذي يؤدي إلى تخفيض إمكانية تشكل الأطوار القاسية (كربيدات او مارتنيسيت)[5]. والفرق في نسبة تخفيض القساوة بين النماذج التي تم لحامها بقضبان لحام Inconel 625 و النماذج التي تم لحامها بقضبان لحام Ni 97.6% مرتبط بمقدار نسبة النيكل المنحلة في كل حالة

نتائج اختبار الشد : قمنا بتحضير عينات الشد وفق المواصفات القياسية DIN 17600 كما هو موضح بالشكل



ثم اجري اختبار الشد على العينات وسجلت النتائج ويبين الشكل نتائج الاختبارات للعينات بتسخين مسبق وبدون تسخين مسبق وبقضبان لحام مختلفة والتبريد بسرعات مختلفة

اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )



نلاحظ من الشكل اختلاف قيمة مقاومة الشد لكل نموذج من العينات حيث يلاحظ ان اكبر قيمة لمقاومة الشد قد حصل في العينات الملحومة بالكترودات Ni 97.6% والمسخنة تسخيناً مسبقاً ثم المبردة تبريداً بطيئاً في الفرن ويعود السبب في ذلك لانه عند التسخين المسبق للعينات ثم التبريد البطيء يؤدي إلى تفادي النمو الحبيبي والذي يحدث نتيجة التحلل الجزئي للبرلايت إن هذا التحلل يتضمن انفصال السمنتايت الموجود في البرلايت ويترسب على الحدود البلورية وهذا يزيد من مقاومة الشد كذلك فانه عند التبريد البطيء فان الغرافيت الموجود في البنية يتحول الى غرافيت حر وهذا يعد كافياً لتجنب تشكيل الكرييدات الاضافية او المارتزيت [7]. كما ان الزيادة في مقاومة الشد تكون ملحوظة اكثر اثناء استخدام قضبان Ni 97.6% في اللحام وذلك بسبب احتوائها على نسبة اعلى من النيكل الذي ينحل في الفريت كما انه يلعب دور في تعميم الحبيبات [10].

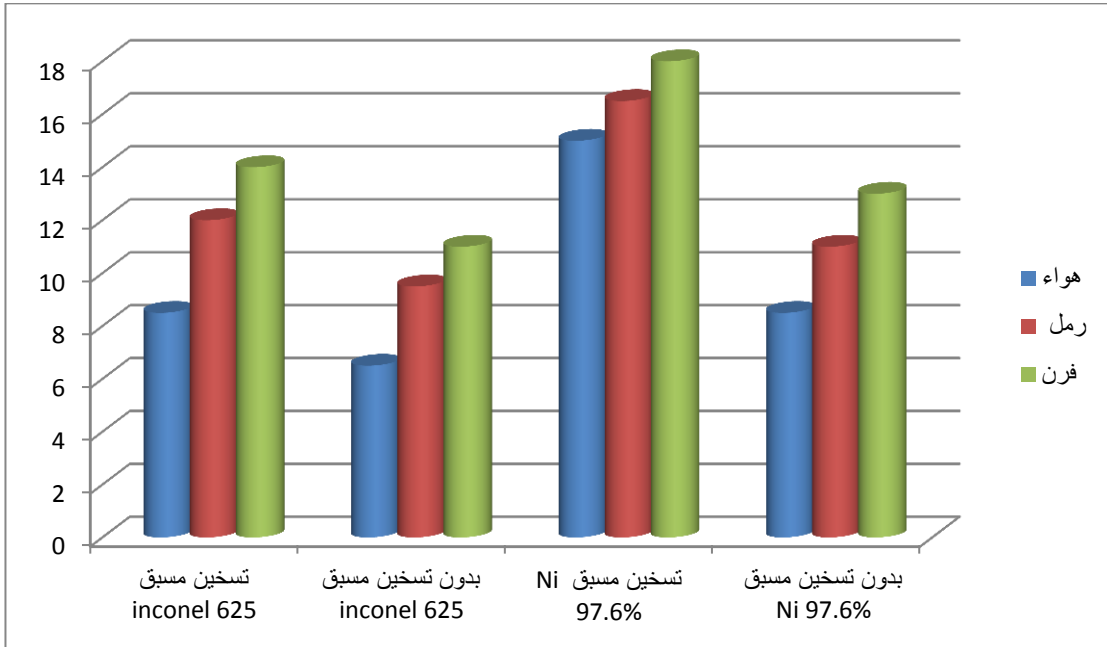
#### نتائج اختبار الصدم :

تم استخدام عينات صدم نظامية بابعاد (10\*55) مم وحز منتصف العينة على شكل حرف V وبعمق 1.5 مم واختبارها على جهاز الصدم نوع شاربي الموجود في مخبر مقاومة المواد في كلية الهندسة التقنية الموضح بالشكل

وكانت النتائج على الشكل التالي :

Ni 97.6%						Inconel 625						قضبان اللحام
بدون تسخين مسبق			تسخين مسبق			بدون تسخين مسبق			تسخين مسبق			اجراءات اللحام
فرن	رمل	هواء	فرن	رمل	هواء	فرن	رمل	هواء	فرن	رمل	هواء	وسط التبريد اللاحق
13	11	8.5	18	16	15	11	9.5	6.5	14	12	8.5	مقاومة الصدم

والشكل التالي يبين النتائج على شكل مخطط :



نلاحظ انه كلما كان التسخين ابطا كلما اعطى مقاومة صدم اعلى وكذلك التسخين المسبق قد حسن من قيمة مقاومة الصدم ويعود السبب في ذلك لأن عملية التسخين المسبق إلى درجة حرارة محددة تؤدي إلى تخفيض سرعة التبريد لمنطقة اللحام وللمعدن الأساس وكذلك الامر بالتبريد البطيء اللاحق الذي بدوره يؤدي إلى تشكل بنية ميتالورجية لدنة ذات مقاومة أكبر للتمزق [5]. وكلما إنخفضت سرعة التبريد كانت الفرصة الأكبر لأن ينتشر الهيدرجين خارج المعدن [1]. مما يقلل كذلك من إمكانية حدوث التمزقات،

اثر التسخين المسبق وطرق التبريد اللاحقة على الخواص الميكانيكية لأجزاء من حديد الصب  
الملحومة بالكترودات اللحام ( Ni 58% ) و ( Ni 97.6% )

وكذلك يخفض التسخين المسبق الإجهادات التي تتشكل نتيجة حدوث التقلص بين منطقة اللحام والمعدن الأساس مما يؤدي إلى تسخين خواص ميكانيكية معينة من مثل مقاومة الصدم وكما يلاحظ من الشكل بأن استخدام الكترودات Ni 97.6% مقاومة صدم أفضل من الإلكترودات (Inconel 625) حيث أن ارتفاع نسبة النيكل تحسن من إنحلالية الغرافيت ، وهذا ناتج عن قدرة النيكل على الإنحلال في الأوستنيت، وفي أثناء عملية التبريد يبقى النيكل منحللاً في الأوستنيت مانعاً من تشكل السمنتيت القاسي، علاوةً على ذلك عوضاً أن يتشكل الكربون سمنتيت ينمو على شكل غرافيت كروي مما يؤدي إلى تحسن اللدونة ومن ثم مقاومة الصدم [5].

الاستنتاجات والتوصيات :

- 1- انخفاض الصلادة وزيادة في مقاومة الشد عندما يقل معدل التبريد
- 2- انفاض الصلادة وزيادة في مقاومة الشد عند اجراء معاملة التسخين المسبق
- 3- اعطى استخدام قضبان لحام نوع ( Ni 97.6% ) نتائج افضل من استخدام قضبان ( Inconel 625 ) في تحسين جميع الخواص الميكانيكية وهذا يعود الى ارتفاع نسبة النيكل التي تحسن من انحلال الغرافيت ومنعه من تشكيل اطوار قاسية (كربيدات ومارتنسيت)
- 4- نوصي بدراسة اثر المعالجة الحرارية اللاحقة على الخواص الميكانيكية لملحومات حديد الصب
- 5- نوصي بدراسة اثر التبريد باستخدام الماء والزيت على الخواص الميكانيكية لملحومات حديد الصب

المراجع :

المراجع الاجنبية

- 1- Mehmet ,Simsir " " Effect of heat treatment on fracture behavior gray cast iron" Springer Science Business Media B.V. 2008
- 2- K.B. Rundman, J.R. Parolini, D.J. Moore "Relationship Between Tensile Properties and Matrix Microstructure in Austempered Gray Iron" Michigan Technological University ,Houghton, Michigan, Copyright 2005 American Foundry Society
- 3- S. D. Kaiser, P. E. Faws and M. Northey, "Welding Cast Iron, Canadian Welding Journal" ,Fall (2005), pp.1-4
- 4- G. Marahleh, A. R. I. Kheder and S. Al-Goussous, "Fatigue Crack Propagation in SGI and CGI", J. Applied Sci. 5 (6).(2005), pp.1004-1011
- 5- J.Francisco Carcel-Carrasco(2016) An Analysis of Weld ability of Ductile Cast Iron using Inconel 625 for the Root Weld and Electrodes Coated in 97,6% Nickel for the Filler Welds ,ITM , Universitat politecnica de Valencia>
- 6- V.E.Bouchanan,P.H Shipway and D.G.Cartney,Wear 263(2007)
- 7- Bipin Kumar Srivastava, S.P.Tewari and Jyoti Prakash, "A Review on Effect of Preheating and/or Post Weld Heat Treatment on Mechanical Behaviour of Ferrous Metals",International Journal of Engineering Science and Technology,vol. 2(4),2010

### المراجع العربية:

- 8- مجموعة مؤلفون. تقانة اللحام المؤسسة العامة للتدريب المهني والتقني .السعودية  
1429هـ
- 9- جديد علي :تصنيع الفونت المرن في الجمهورية العربية السورية: رسالة  
ماجستير في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية بجامعة تشرين 2005 .
- 10- ج. عبد السميع عبد الزهرة الكلابي (2011): دراسة تأثير نوع قضيب  
اللحام على مقاومة شد الملحومات الصلب الواطئ السبائك العالي المقاومة.مجلة  
جامعة بابل - كلية الهندسة.



## 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.

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

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  $140^{\circ}\text{C}$  و  $180^{\circ}\text{C}$  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  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ، ولوحظ بنتيجة الاختبارات وجود انخفاض في كل من مقاومة الشد و الصدم، وازدياد الصلابة بزيادة نشارة الخشب، واستنتج الباحثون إمكانية استخدام نشارة الخشب لتحسين قيم الصلابة و القساوة 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  $1\text{ g/cm}^3$  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

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

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 قالب  $T = 165\text{ C}^\circ$  - 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  $10\text{ min}$  - 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.



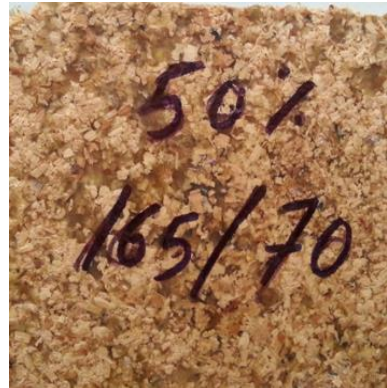


الشكل (3) - مكبس تشكيل نصف هيدروليكي

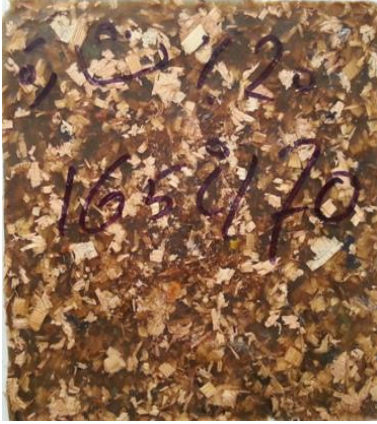
أما الشكل (4) فيوضح صور لبعض العينات المشكلة على المكبس بالأسلوب السابق الذكر.



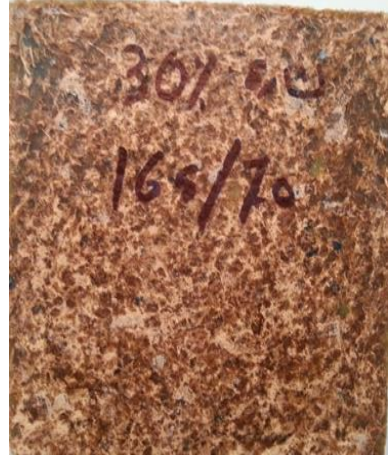
(a)



(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) mm<sup>2</sup>.

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 المألوفة المستخدمة.

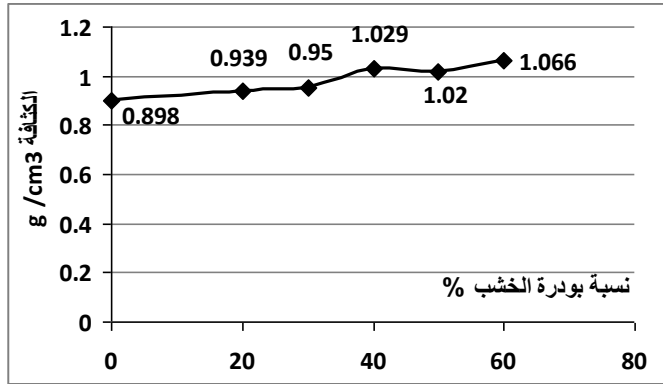
كما هو معلوم [3] تبلغ كثافة بوردة الخشب حوالي (1.5 g/cm<sup>3</sup>)، في حين تبلغ كثافة الأنواع الأخرى للمواد المألوفة ذات الأبعاد الكبيرة المختلفة للجزيئات (متوسطة - طويلة - عشوائية) قيم كثافة الخشب المستمدة منها والتي تتراوح عادة بين (0.4 - 0.8) g/cm<sup>3</sup>. فإذا علمنا أن كثافة العينات المصنوعة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

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

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

نسبة المالى العضوي من  $0.898 \text{ g/cm}^3$  عند النسبة 0% للمالى العضوي لتصبح مساوية  $1.066 \text{ g/cm}^3$  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].

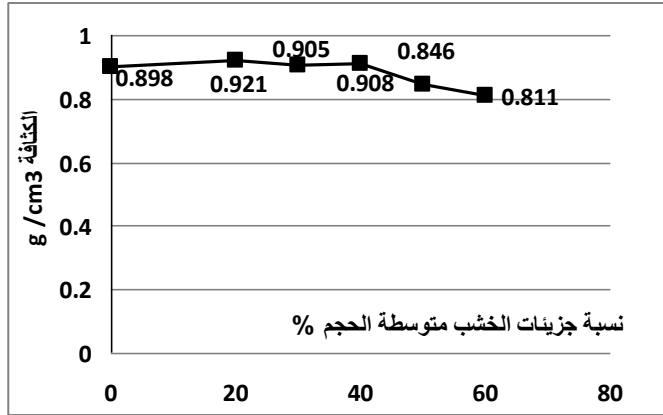


الشكل (6) – منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة من RLDPE

والحاوية على نسب مختلفة من بودرة الخشب كمالى عضوي

أظهرت قياسات الكثافة التي أجريت على عينات مؤلفة من مجروش LDPE وجزيئات 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  $0.898 \text{ g/cm}^3$  عند النسبة 0% لجزيئات الخشب متوسطة الحجم لتصبح  $0.908 \text{ g/cm}^3$  عند النسبة 40% لتعود بعد ذلك للانخفاض لتصبح مساوية  $0.811 \text{ g/cm}^3$  عند النسبة 60%.

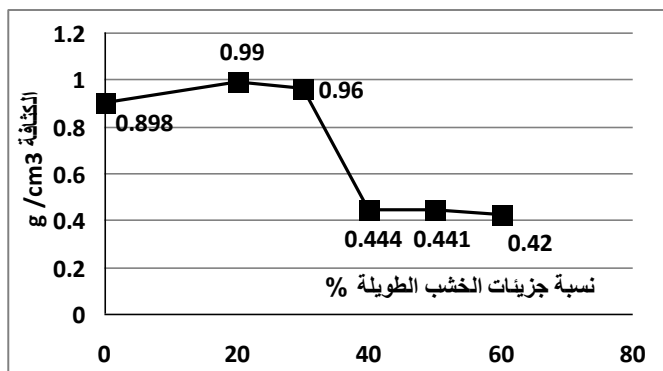
تظهر النتيجة المبينة بالشكل (7) أن قيم الكثافة تجعل هذه المركبات تنتمي للأخشاب الصناعية القاسية حسب [13]، وأن إضافة نفايات جزيئات الخشب المتوسطة الحجم حتى النسبة 60% يظهر انخفاض طفيف بقيم الكثافة بشكل عام. كما تظهر النتائج إمكانية إنتاج طيف واسع من المركبات المساوية لكثافة مادة الأساس تقريباً.



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  $0.42 \text{ g/cm}^3$  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.

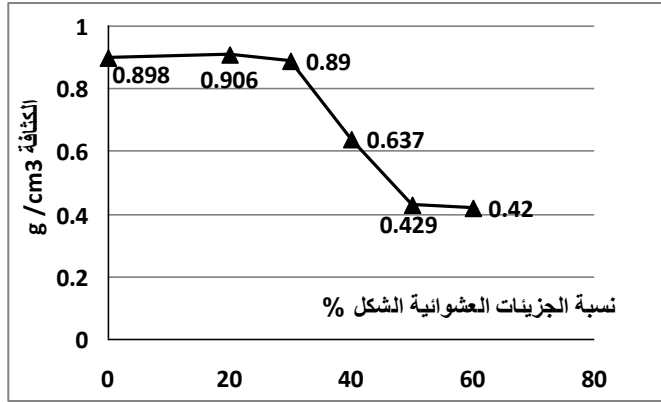


الشكل (8) – منحنى تغير الكثافة لمركبات محضرة من RLDPE والحاوية على نسب مختلفة من جزيئات خشب طويلة كمالى عضوي

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  $0.9 \text{g/cm}^3$ ) 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 الحملات الدورية الديناميكية، في حين يبقى تأثير الأحمال الستاتيكية مثل الزحف صغيراً جداً ويحتاج إلى أزمنة طويلة بالمقارنة مع زمن حياة المنتج تحت تأثير الحملات الديناميكية.

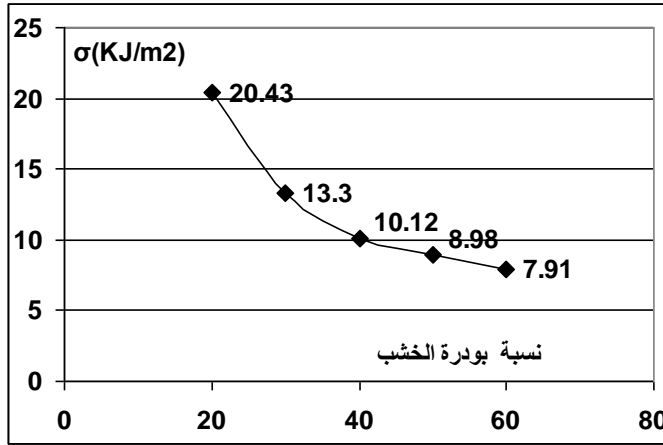
تعتبر الاختبارات الخاصة بتحديد مقاومة الصدم لمركبات RPELD بدلالة نسبة المالى العضوي من الاختبارات الميكانيكية الهامة في تحديد مقاومة منتجات هذه المركبات لأحمال الديناميكية التي يمكن أن تتعرض لها خلال زمن الاستثمار.

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.





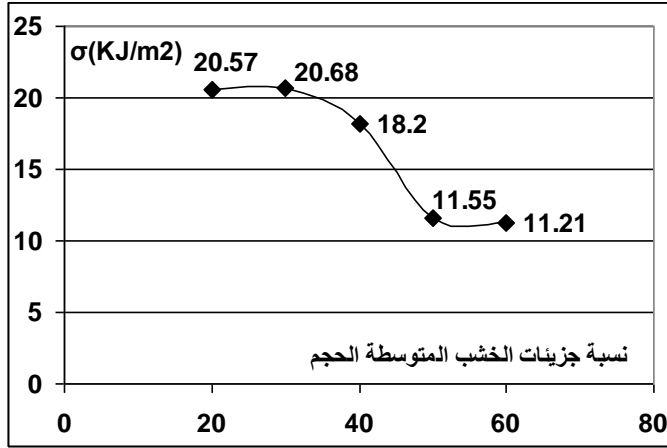
الشكل (10) - منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات RLDPE بدلالة نسبة المالى العضوي بودرة الخشب

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  $20.43 \text{ KJ/m}^2$  عند النسبة 20% لبودرة الخشب إلى القيمة  $7.91 \text{ KJ/m}^2$  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  $20.57 \text{ KJ/m}^2$  عند النسبة 20 % لتبلغ القيمة  $11.21 \text{ KJ/m}^2$  عند النسبة 60% أي أصغر بمقدار 2 مرة.



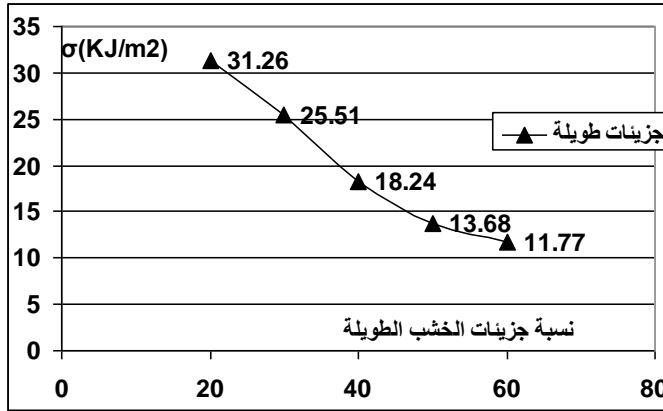
الشكل (11) – منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات LDPE بدلالة نسبة المالى العضوي - جزيئات متوسطة الحجم

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/m<sup>2</sup>، ويمكن تفسير هذه النتيجة استناداً لقدرة مادة الأساس على الترتيب والتغليف بشكل أفضل حتى هذه النسبة، كما ويلاحظ أنه بعد النسبة 40% يحدث انخفاض واضح وكبير بقيم إجهاد الصدمة لتصبح 11.21 KJ/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> في حين تبلغ عند استخدام جزيئات متوسطة الحجم 18.2 KJ/m<sup>2</sup>. 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  $31.26 \text{ KJ/m}^2$  وعند النسبة 40% تصبح  $18.24 \text{ KJ/m}^2$  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.

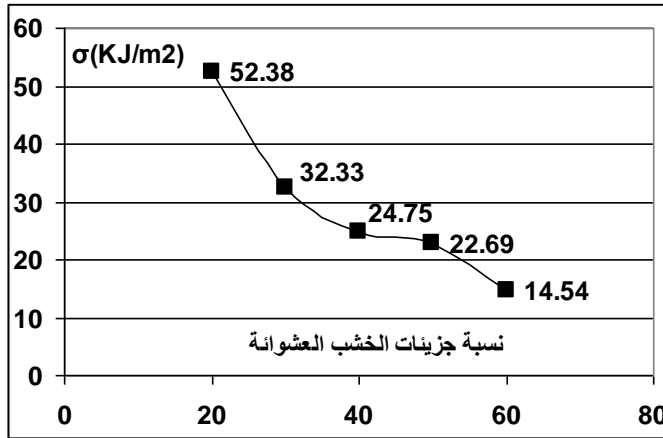


الشكل (12) - منحنى تغير إجهاد الصدمة لمركبات LDPE بدلالة نسبة المالى العضوي - جزيئات طويلة

تهدف عملية حشو المادة البوليميرية بمواد ملاء 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.

## الخواص الفيزيائية – الميكانيكية للمواد المصنعة من مركبات (البولي إيثيلين / نشارة 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  $52.28 \text{ KJ/m}^2$  في حين نلاحظ أنها تبلغ عند النسبة 40% القيمة  $24.75 \text{ KJ/m}^2$  وعند النسبة 60% القيمة 14.54  $\text{KJ/m}^2$  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

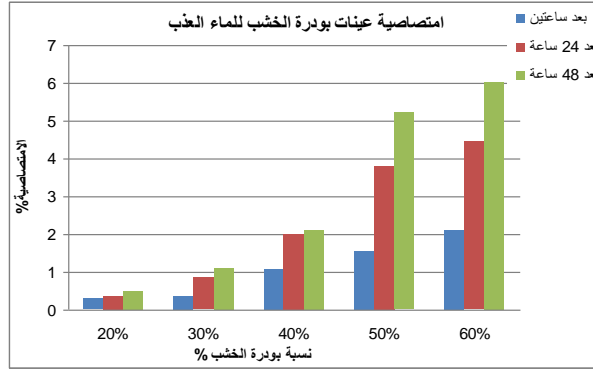
تظهر نتائج اختبارات الصدم حسب شاربي أن المجال الفعال الذي ينبغي البحث عنه، إذا كان المطلوب الحصول على منتجات مقاومة للصدم، يقع حتى النسبة 20% مالى عضوي مهما اختلف شكل هذه الجزيئات، وأن تكثيف الدراسة ينبغي أن لا يكون على أبعاد جزيئات هذه المادة المألثة وإنما على تحسين شروط الالتصاق من خلال المعالجة المسبقة 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.

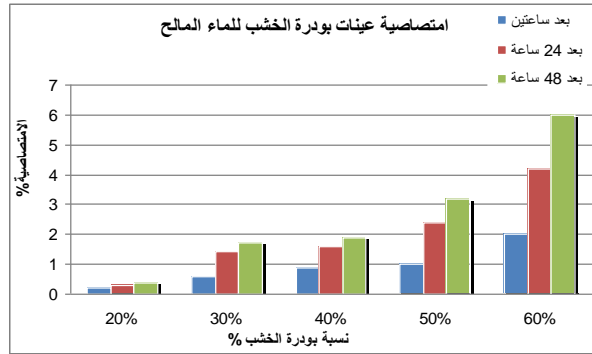
من الأشكال (14,15,16,17,18,19,20,21) نلاحظ ما يلي:

- 1 - الألفة الكبيرة للماء التي تبديها المركبات السيللوزية 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



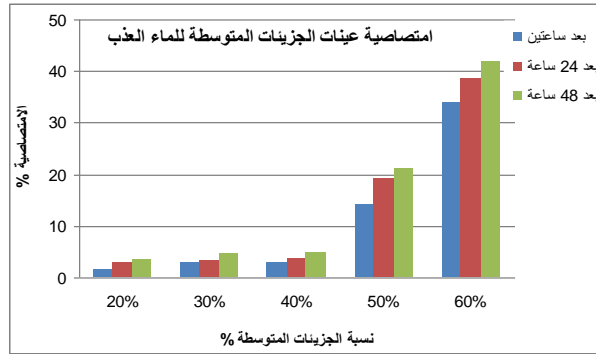
الشكل (14) - مقدار الامتصاصية بالماء العذب لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة بوردة الخشب

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



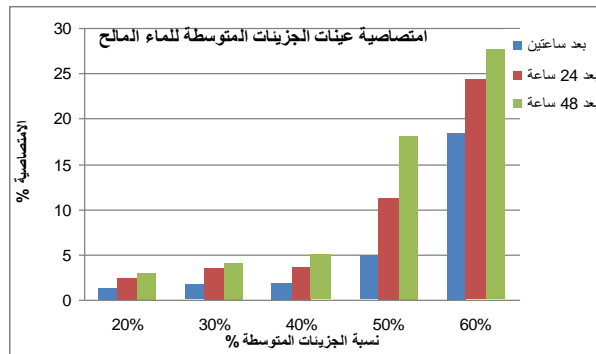
الشكل (15) – مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة بوردرة الخشب

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

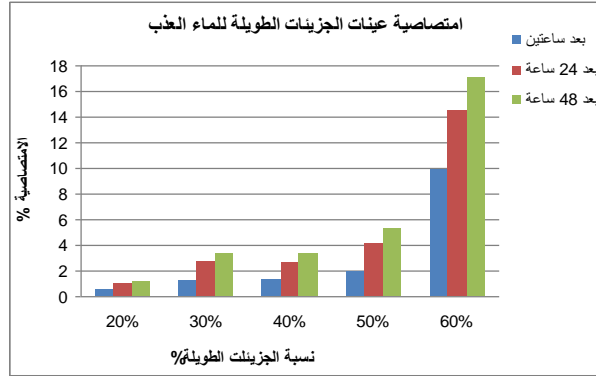


الشكل (17) - مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

المالي العضوي - جزيئات متوسطة الحجم

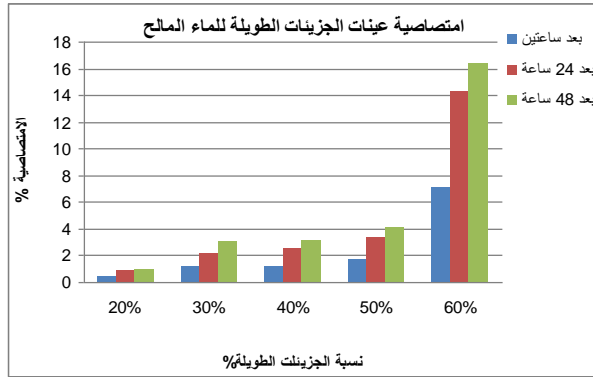
بشكل مشابه أجريت قياسات الامتصاصية السريعة على عينات حاوية على جزيئات خشب كبيرة الحجم. كما هو واضح من الشكلين (18,19) أن متوسط الامتصاصية بالماء العذب والمالح بعد مرور 48 ساعة تبلغ تقريباً 16% للنسبة 60% مادة مألثة، كما ويظهر الشكلين (20,21) تغير قيم الامتصاصية بدلالة نسبة المالي العضوي الممثل بجزيئات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

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



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

الماليء العضوي – جزيئات طويلة

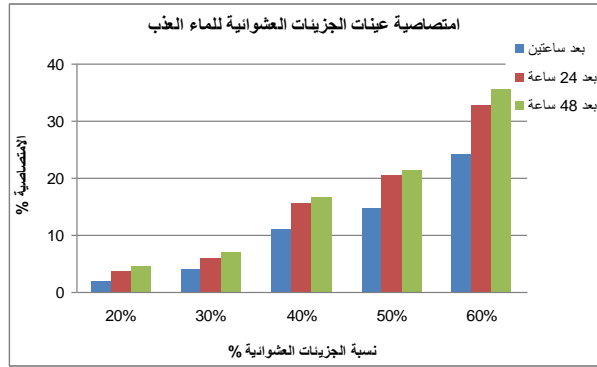


الشكل (19) – مقدار الامتصاصية بالماء المالح لعينات مصنعة من RLDPE بدلالة نسبة

الماليء العضوي – جزيئات طويلة

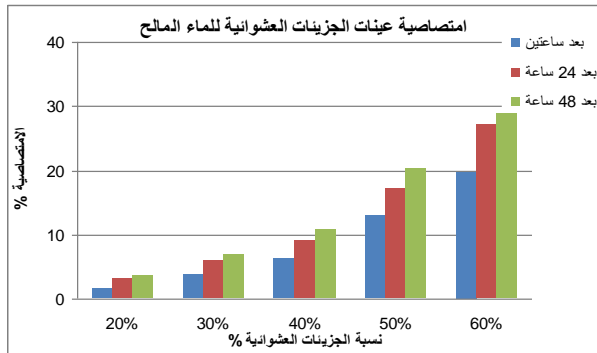
كما هو واضح من الشكلين أكبر قيم للامتصاصية تصل إليه النسبة 60% حيث تبلغ القيمة الوسطى للامتصاصية 31% في الوسطين الماء العذب والمالح بعد مضي 24 ساعة على الغمر بالماء.





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/cm<sup>3</sup> إلى الثقيلة ذات الكثافة  $1.066 \div 0.89$  g/cm<sup>3</sup>.

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

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

د. ازدهار عمار<sup>(1)</sup> م. فاديا ديب<sup>(2)</sup> ق. عزت عربية<sup>(3)</sup>

- (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 Ammar<sup>1</sup> Fadia Dib<sup>2</sup> Izzat Arabia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor, High Institute of Marine Research, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: [izdiammar@gmail.com](mailto:izdiammar@gmail.com)

<sup>2</sup>Research Assistant, Agricultural Research Center, Lattakia, Syria  
Email: [Fadiadib6@gmail.com](mailto:Fadiadib6@gmail.com)

<sup>3</sup>Stae-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)).

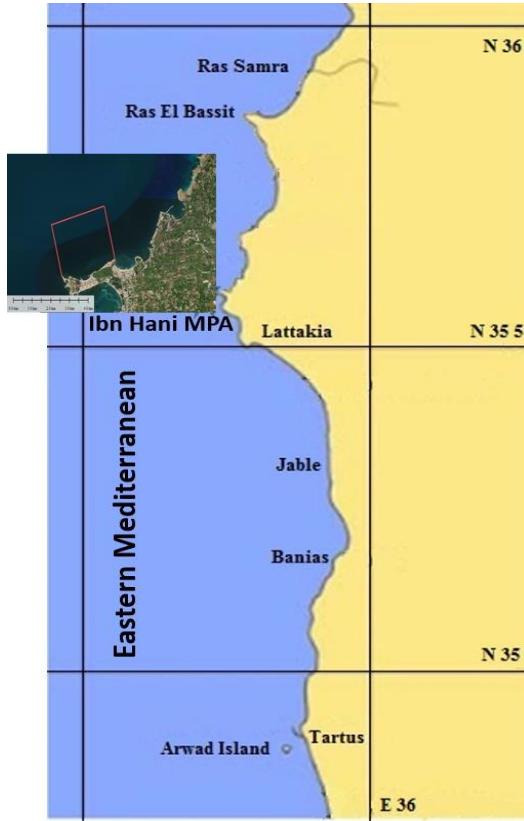
### الدراسة المخبرية:

- فرز العينات القاعية وفق الوحدات التصنيفية الكبيرة التي تنتمي إليها.
  - تصنيف العينات حتى مستوى النوع.
  - حساب الغازة (فرد/م<sup>2</sup>)، والكتلة الأحيائية (غ/م<sup>2</sup>) 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 شاطئيين 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.

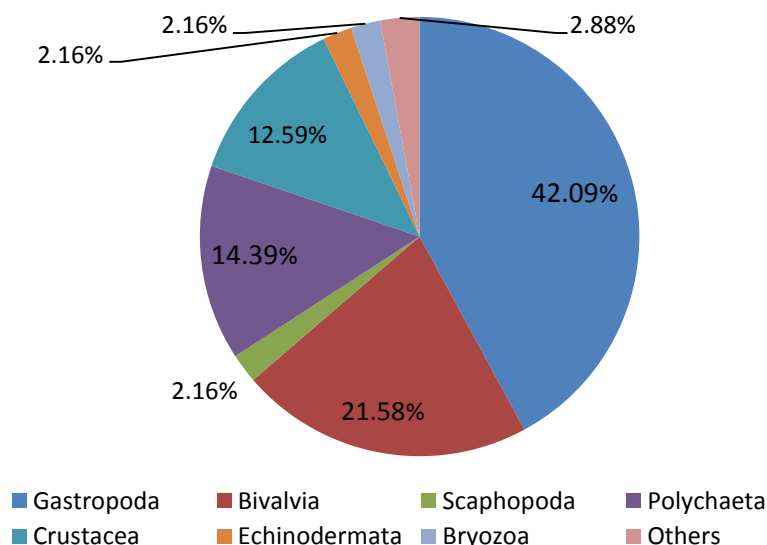


الشكل (1): منطقة الدراسة

#### 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 تبيين أن القاع المختلط الطيني الرملي عند العمق (25) م هو أكثر الموائل غنى بعدد الأنواع من مختلف المجموعات. في حين تميزت فائونا 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 للتجمعات 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 الفائونا 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 غازة كثيرات الأهلاب وطرفيات الأرجل وثنائيات المصراع والقشريات.

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

تؤكد نتائج أحدث الدراسات لواقع الفائونا القاعية في سوريا ازدياد عدد الأنواع الدخيلة المسجلة في الشاطئ السوري من مختلف المحيطات الهادي والهندي وشرقي الأطلسي، وظهور 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*,  
*Pyrrunculus fourierii*, *Retusa dilatata*, *Rhinoclavis kochi*, *Rissoina*  
*bertholleti*, *Styloptygma beatrix*, *Syrnola 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

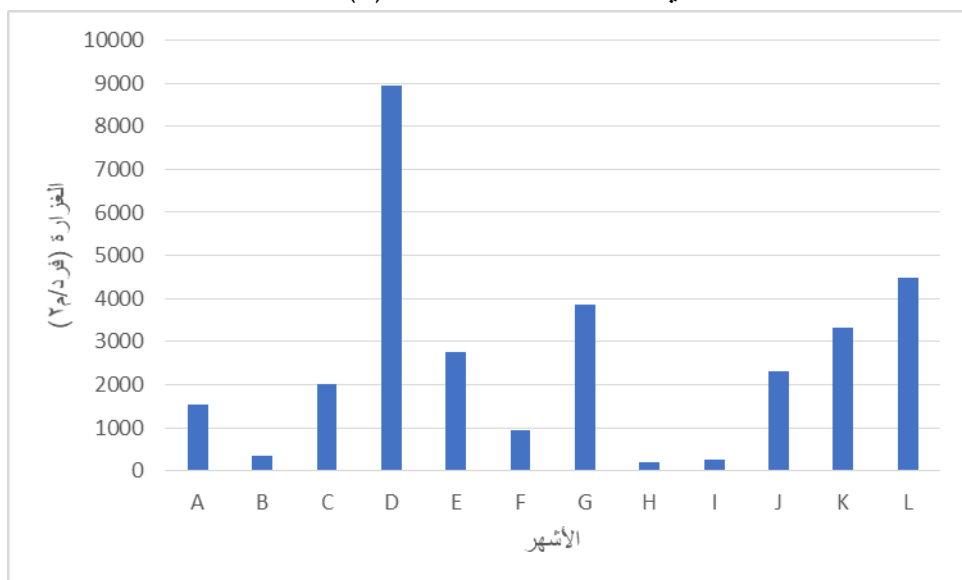
يلاحظ من الجدول أن الكتلة الأحيائية لبطنيات القدم كانت هي الأعلى وأن بعض المجموعات تمثل وجودها في بعض الطلعات وليس في كلها، وهذا أمر طبيعي ومرتبب بدورة حياة بعض المجموعات كالفشريات وكثيرات الأهلاب (ظهورها في فصل دون آخر).

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/م<sup>2</sup>، 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/م<sup>2</sup>)

أكثر أنواع بطنيات القدم غزارة هو *Bittium tarentinum* وقد بلغت قيمة غزارته الأعظمية (2720 فرد/م<sup>2</sup>) يليه النوع *Turritella turbona* (1400 فرد/م<sup>2</sup>) والنوع *Odostomia turriculata* (600 فرد/م<sup>2</sup>) والنوع *Cerithiopsis pulvis* (560 فرد/م<sup>2</sup>) يليه النوع *Odostomia Megastomia loriol* (320 فرد/م<sup>2</sup>) و *Odostomia conoidea* (200 فرد/م<sup>2</sup>) و *Biforina perverse* (320 فرد/م<sup>2</sup>). أما بالنسبة لثنائيات المصراع فقد كانت غزارة النوع *Nuculana pella* هي الأعلى (320 فرد/م<sup>2</sup>) و *Corbula gibba* (160 فرد/م<sup>2</sup>) و *Nucula nucleus* (80 فرد/م<sup>2</sup>).

وتميزت منطقة الدراسة بانتشار النوعين *Dentalum (Antalis) panormum* (1000 فرد/م<sup>2</sup>) و *Dentalum (Antalis) agile* (480 فرد/م<sup>2</sup>) من زورقيات الأرجل. ووصلت الغزارة الكلية لأنواع كثيرات الأهلاب (1360 فرد/م<sup>2</sup>). كما اتصفت القشريات بقلة تنوعها وانخفاض غزارتها حيث لم تتجاوز غزارتها الكلية (600 فرد/م<sup>2</sup>). 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/م<sup>2</sup>) [25]، وكذلك الغزارة لهذه الأنواع التي تراوحت ما بين (40 - 500 فرد/م<sup>2</sup>) ووصل أعلى مستوى لارتفاع الكتلة الإحيائية لثنائيات المصراع في المنطقة تحت الشاطئية لمدينة اللاذقية (25 غ/م<sup>2</sup>) في موقع افاميا واقل قيمة (0.162 غ/م<sup>2</sup>) 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 فيتيانز (1992 - 1993) (Vitias, 2006) [26] أن المياه الإقليمية السورية غنية بالتركيب النوعي وفقيرة بالكتلة الإحيائية، حيث لم تتجاوز القيمة المتوسطة لها (20 غ/م<sup>2</sup>) على عمق (24.5 م) و (0.6 غ/م<sup>2</sup>) 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/م<sup>2</sup> بغزارة تراوحت بين 144 إلى 1272 فرد/م<sup>2</sup> 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/م<sup>2</sup> وتراوحت الغزارة بين 8 إلى 248 فرد/م<sup>2</sup> 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% و *Nuculana pella* 6.305%، كما سجلت غزارة مرتفعة نسبياً للنوع *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., Maarroof, 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., Çınar, 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).